

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. КОНСТРУКЦИЯ КУЗОВОВ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ .....	7
1.1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И КОМПЛЕКТАЦИЯ .....	7
1.2. БЕЗОПАСНОСТЬ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ .....	11
1.3. МАТЕРИАЛЫ В КОНСТРУКЦИИ КУЗОВОВ .....	13
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	15
2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ .....	16
2.1. ПЕРИОДИЧНОСТЬ И ВИДЫ РАБОТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КУЗОВОВ .....	16
2.2. МОЙКА АВТОМОБИЛЯ .....	17
2.3. ЧИСТКА САЛОНА .....	18
2.4. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КУЗОВОВ .....	20
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	22
3. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КУЗОВОВ, ПРИЕМ АВТОМОБИЛЯ В РЕМОНТ .....	23
3.1. СТАРЕНИЕ И КОРРОЗИЯ КУЗОВОВ .....	23
3.2. ДЕФОРМАЦИЯ .....	25
3.2.1. Аварийные типовые повреждения кузовов .....	25
3.2.2. Повреждения кузова при различных видах столкновений автомобиля .....	26
3.2.3. Виды перекосов кузова .....	27
3.3. ПРИЕМ АВТОМОБИЛЯ В РЕМОНТ .....	28
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	31
4. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИИ КУЗОВА .....	32
4.1. ШАБЛОННАЯ СИСТЕМА .....	34
4.2. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПО ПРИНЦИПУ СИММЕТРИИ .....	34
4.3. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....	36
4.4. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ .....	37
4.5. УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ .....	38
4.6. ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА .....	40
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	42
5. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЯ .....	43
5.1. РАЗБОРКА АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ РЕМОНТА КУЗОВА .....	43
5.2. ИСПРАВЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ – ОБЩИЙ ПОДХОД .....	44
5.3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ .....	45

5.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФОРМЫ КУЗОВА ПРАВКОЙ И РИХТОВКОЙ.....	48
5.4.1. Рихтовочный инструмент.....	49
5.4.2. Устранение деформаций рихтовкой без нагрева .....	50
5.4.3. Устранение выпуклости на поверхности кузова методом нагрева и быстрого охлаждения.....	51
5.4.4. Устранение выпуклости-вмятины методом нагрева и осаждения металла ударным воздействием .....	52
5.4.5. Устранение вмятин в труднодоступных местах кузова .....	54
5.4.6. Устранение деформаций кузова с помощью растяжек .....	56
5.4.7. Устранение деформаций кузовов с использованием передвижных силовых устройств .....	58
5.4.8. Устранение деформаций кузова на стендах .....	60
5.4.9. Замена целых блоков или поврежденных фрагментов при нецелесообразности их правки .....	62
5.5. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КУЗОВА .....	64
5.5.1. Соединение с помощью винтов, пайки и клепки .....	64
5.5.2. Контактная сварка .....	65
5.5.3. Дуговая сварка .....	67
5.5.4. Ручная газовая сварка.....	68
5.5.5. Сварка в среде защитного газа .....	71
5.6. ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОД ЛАКОКРАСОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ .....	74
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	76
6. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ЗОНЫ ПОДГОТОВКИ .....	78
6.1. Угловые шлифовальные машины .....	79
6.2. Ленточные шлифовальные машины .....	80
6.3. Вибрационные шлифовальные машины .....	80
6.4. Эксцентриковые шлифовальные машины.....	81
6.5. Полезные советы по использованию шлифмашин .....	82
6.6. Зона подготовки кузовов под окраску .....	82
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	85
7. ПОНЯТИЕ РЕМОНТНОЙ СИСТЕМЫ. НАЗНАЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКРАСКИ. МЕТОДЫ ЗАВОДСКОЙ ОКРАСКИ .....	86
7.1. Понятие ремонтной окраски .....	86
7.2. Определение и назначение окраски.....	88
7.3. Методы заводской окраски.....	90
7.3.1. Установки окрашивания электроосаждением (анодным, катодным).....	90
7.3.2. Установки окрашивания электростатическим распылением .....	91

7.3.3. Установки окрашивания распылением (пневматическим, безвоздушным, комбинированными методами распыления) .....	92
7.3.4. Установки окрашивания окунанием .....	92
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	93
8. РЕМОНТНАЯ ОКРАСКА .....	94
8.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ОКРАСКИ .....	94
8.2. ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ .....	98
8.2.1. Заводской метод формирования основы .....	98
8.2.2. Ремонтные грунты .....	100
8.2.3. Эпоксиды .....	100
8.2.4. Шпатлевание .....	101
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	104
9. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ АБРАЗИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ .....	105
9.1. КЛАССИФИКАЦИЯ АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ РИСКИ «ПРАВИЛО 100» .....	105
9.2. РАЗМЕЩЕНИЕ ЗЕРЕН .....	109
9.3. СТРУКТУРА АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА .....	110
9.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДБОРА АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	114
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	116
10. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КРАСКИ .....	117
10.1. КОМПОНЕНТЫ КРАСКИ .....	117
10.2. АЛКИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	118
10.3. АКРИЛОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	120
10.4. ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ЭМАЛЕВЫЕ КРАСКИ .....	122
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	123
11. ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭМАЛЕВЫХ КРАСОК .....	124
11.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ. НИЗКО И СРЕДНЕПОЛНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	124
11.2. ВЫСОКОПОЛНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	125
11.3. ТОЛЩИНА РАБОЧЕГО СЛОЯ .....	126
11.4. ЭВОЛЮЦИЯ ЛКМ .....	127
11.5. ЗАВИСИМОСТЬ ОТТЕНКОВ ЭФФЕКТНЫХ КРАСОК ОТ СПОСОБОВ ИХ НАНЕСЕНИЯ .....	129
11.6. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ РЕМОНТНОЙ «ОКРАСКИ ПЕРЕХОДОМ» .....	130
11.7. ПОЛИРОВКА .....	133
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	135

12. ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА .....	136
12.1. СИСТЕМА «TURBO HVLP».	
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ .....	137
12.2. ТИПОЛОГИЯ ОКРАСОЧНЫХ ПИСТОЛЕТОВ.....	138
12.3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСТРОЙСТВО КРАСКОПУЛЬТА .....	138
12.4. ОКРАСОЧНЫЕ ПИСТОЛЕТЫ КОНВЕНЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	139
12.5. ОКРАСОЧНЫЕ ПИСТОЛЕТЫ СИСТЕМЫ HVLP .....	140
12.6. ОКРАСОЧНЫЕ ПИСТОЛЕТЫ СИСТЕМЫ RP .....	143
12.7. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПИСТОЛЕТОВ (КРАСКОПУЛЬТОВ) .....	144
12.8. ОШИБКИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ .....	144
12.9. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА .....	149
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	154
13. ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ИНФРАКРАСНАЯ СУШКА.	
ОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ .....	155
13.1. ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЙ СУШКИ.....	155
13.2. ИНФРАКРАСНЫЕ СУШКИ .....	157
13.3. ЭВОЛЮЦИЯ ОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНЫХ КАМЕР .....	157
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	166
14. ТЕОРИЯ ЦВЕТА. ТЕХНОЛОГИЯ КОЛЕРОВКИ. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ.....	167
14.1. ТЕОРИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦВЕТА .....	167
14.2. ТИПЫ ЦВЕТОВ: АДДИТИВНЫЕ И СУБТРАКТИВНЫЕ .....	169
14.3. СИСТЕМА ОСТВАЛЬДА .....	170
14.4. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ. ТЕХНОЛОГИЯ ЦВЕТОПОДБОРА.....	171
14.5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОДБОРА.....	173
14.6. НЕЭФФЕКТНЫЕ КРАСКИ И УКРЫВИСТОСТЬ .....	174
14.7. ЦВЕТОВЫЕ ЭФФЕКТЫ КРАСОК «МЕТАЛЛИК».....	176
14.8. ЦВЕТОВЫЕ ЭФФЕКТЫ КРАСОК «ПЕРЛАМУТРЫ».....	177
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	178
15. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА. ДЕФЕКТЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ.....	179
15.1. ПЛОХАЯ АДГЕЗИЯ.....	179
15.2. ПРОСАЧИВАНИЕ ПИГМЕНТА.....	181
15.3. ПУЗЫРЕНИЕ .....	182
15.4. МАТОВОСТЬ.....	183
15.5. МЕЛОВАНИЕ .....	184
15.6. ВОЛОСЯНЫЕ ТРЕЩИНЫ .....	185

15.7. Скалывание .....	186
15.8. Яблочность .....	187
15.9. Кратерообразование .....	188
15.10. Оконтуривание .....	189
15.11. Разнотон .....	191
15.12. Плохое отверждение .....	192
15.13. Перепыл .....	193
15.14. Включение пыли .....	194
15.15. Расслоение пигмента .....	196
15.16. Низкий блеск.....	197
15.17. Плохая укрывистость.....	199
15.18. Вспучивание.....	200
15.19. Шагрень .....	201
15.20. Ноздреватость .....	202
15.21. Ржавление .....	203
15.22. Подтеки.....	204
15.23. Царапины .....	206
15.24. Прорыв пузыря .....	207
15.25. Водяные метки .....	208
15.26. Сморщивание .....	209
Контрольные вопросы .....	210
<b>16. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИКОВ.</b>	
РЕМОНТ ПЛАСТИКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ .....	211
16.1. Общая характеристика .....	211
16.2. Порядок подготовки детали к ремонту .....	214
16.3. Окраска .....	219
16.4. Пластификация .....	221
16.5. Структурируемость и матируемость поверхности .....	221
16.6. Покровной слой.....	222
16.7. Сушка .....	223
16.8. Инструкция SPIES HESKER по ремонту пластика .....	223
Контрольные вопросы .....	224
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	225

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных агрегатов легкового автомобиля является кузов. Стоимость его изготовления составляет 60–70% от стоимости всего автомобиля. Поэтому ремонт, техническое обслуживание кузовов легковых автомобилей востребован не менее по сравнению с ремонтом двигателей, электрооборудования или ходовой части.

Количество легковых автомобилей постоянно растет и появляется необходимость в создании новых станций, участков по ремонту и обслуживанию кузовов автомобиля. Кроме того, с течением времени возрастает сложность геометрии корпусов, появляются новые цветовые эффекты отделочных покрытий, повышаются требования к коррозионной устойчивости покрытий. Все это требует совершенствования технологии ремонта. В настоящее время на вооружение мастерских по ремонту кузовов могут быть взяты десятки единиц оборудования, от молотка до контрольно-вытяжного стенда, и каждый инструмент (или оборудование) может быть выбран из множества представителей своего класса. Существуют десятки окрасочных систем, имеющих мировое значение, каждая имеет свои особенности в использовании, а также свои положительные и отрицательные стороны. Кроме того, существует большой выбор вспомогательных материалов, необходимых для выполнения определенных операций.

В курсе «Техническое обслуживание и текущий ремонт кузовов автомобилей» изучаются: конструктивные особенности несущих кузовов и требования к безопасности, материалы, используемые при изготовлении, технология заводской и ремонтной окраски, их особенности, техническое обслуживание кузовов автомобилей, старение кузовов и виды повреждений, технология восстановления геометрии и повреждений, инструмент и оборудование, используемые при восстановлении, вспомогательные работы и материалы, теория цветового подбора и технология колеровки и нанесения лакокрасочных покрытий.

Цель курса – ознакомить студентов со всеми этапами технологии ремонта, изучить современные технологии восстановления, научить квалифицированно подбирать инструменты, материалы и оборудование.

В результате изучения курса студент приобретает знания, необходимые технологам станции или участка предприятия по ремонту кузовов.

# 1. КОНСТРУКЦИЯ КУЗОВОВ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

## 1.1. Общее устройство и комплектация

Кузова легковых автомобилей подразделяются по конструктивному исполнению на два основных вида: рамные и безрамные. В первом случае на жесткое основание – раму – крепятся двигатель, трансмиссия, подвеска и сам кузов. Кузов, таким образом, не является несущим. Второй тип кузова – безрамный – называют также модульным. Он состоит из коробчатых жестких конструкций, которые, в свою очередь, собираются из тонких листов металла (0,5–2 мм) с помощью различных видов сварки. Соединение таких элементов с помощью той же сварки дает несущий кузов. Места крепления двигателя, подвески и других тяжелых агрегатов могут усиливаться наваркой пластин, ребер и штамповкой объемных профилей на самом листе.

Для перехода от рамных кузовов к несущим есть несколько причин. Среди них и облегчение конструкции в целом. Немаловажной причиной является необходимость повысить безопасность пассажиров на случай столкновения. Коробчатые конструкции кузова, прежде чем передать энергию удара дальше, сминаются сами и поглощают существенную часть этой энергии. Таким образом, безопасность пассажиров значительно повышается. Для обеспечения пассажирам «пространства выживания» внутри салона усиливают пол кабины, центральные стойки, устанавливают продольные штанги в дверях.

Вид кузова современного легкового автомобиля представлен на рис. 1. На рисунке видны элементы усиления в полу кабины, в зоне крепления двигателя и передней подвески, а также в зоне багажника и задней подвески.

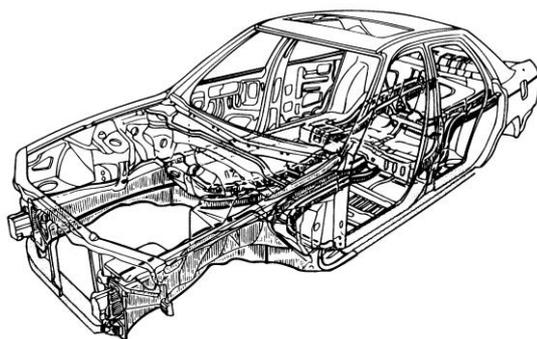


Рис. 1. Основа кузова легкового автомобиля

Существует общепризнанная концепция легкового автомобиля, в котором каждая встроенная силовым замыканием деталь конструкции имеет свою долю в передаче статических и динамических сил.

Расположение силовых линий по корпусу кузова схематично изображено на рис. 2.

Для ремонтника, прежде всего, представляет интерес отделение несущих деталей от кузова и определение несущих функций отдельных деталей внутри общей несущей конструкции.

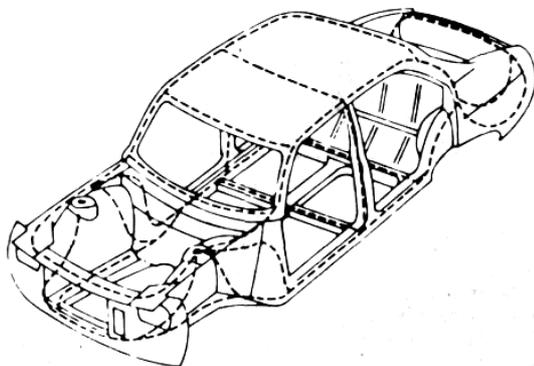


Рис. 2. Расположение силовых линий по корпусу кузова

Всем известно, что стойки и опоры при этом принимают на себя основную нагрузку. Такое положение должно быть, естественно, восстановлено после ремонта. Это должно учитываться, когда какие-то детали изымаются из кузова, а затем заменяются новыми. Если заводские детали автомобиля почти не имеют напряжений, то и после ремонта в них не должно быть пиков напряженности. Но это возможно только в том случае, если вид и способ соединения при ремонте выбраны таким образом, что вновь возможен силовой поток, соответствующий состоянию первоначальному (рис. 2). Путем продуманно расположенных сварных соединений можно предотвратить опасность местного перенапряжения.

Для оценки отдельных листовых деталей кузова были использованы разработки и классификации Союза работников технического надзора Баварии. Эти разработки на сегодняшний день, вероятно, точнее всего характеризуют функции отдельных деталей и узлов кузова.

Прежде всего следует выяснить, в каких точках или на каких участках кузова происходит ввод или передача статических и динамических сил. При этом исходят от точек крепления подвесок колес и осей, рессор и амортизаторов, двигателя, педального и рулевого механизмов. Далее следует назвать точки крепления сиденья водителя и опорные

системы автомобиля. Эти точки ввода сил соединены между собой профилями таким образом, что возможна соответствующая нагрузкам передача сил при всех условиях эксплуатации.

Согласно классификации Союза работников технического надзора отдельные узлы кузова подразделяются на первичные и вторичные несущие и на детали облицовки.

*К первичным несущим относятся:* главные лонжероны, основной поперечный лонжерон, крепление амортизационной стойки, крепление амортизатора, крепление оси, распорка тяг, крепление рулевого управления, крепление мотора, крепление коробки передач, крепление главного тормозного цилиндра, опора тормозной педали, стойка двери, крепление дверного замка, дверные шарниры, база крепления буксирного устройства.

*Вторичными несущими считаются:* малые поперечные лонжероны, диагональные полые распорки, лист надколесного кожуха, лист пола (включая полые профили), крыло (если оно сварено с конструкцией), приваренные листовые детали, несущие осветительную арматуру.

*К деталям облицовки относятся:* крыло на болтах, капот, крышка багажника, пол багажника (если он не является частью базы буксирного узла), передняя панель, задняя панель.

Несмотря на частичные различия современных легковых автомобилей, конструктивная концепция несущих кузовов у них глубоко сходная.

У конструкций, преимущественно используемых сегодня, часть пола передает основную долю входящих сил. Наряду с этим в передаче сил участвуют передние стойки, средние дверные стойки и задние стойки.

Несущая конструкция пассажирского салона вместе с частью пола между креплениями осей образует главный несущий участок, изображенный на рис. 3.

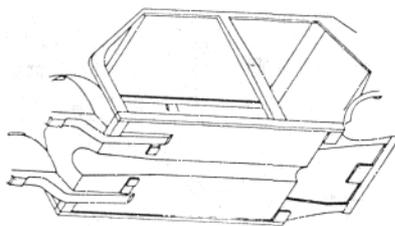


Рис. 3. Главный несущий участок

Все прочие приваренные и облицовочные детали образуют изображенный на рис. 4 вспомогательный несущий участок.

И, наконец, кузов комплектуется облицовочными или винтовыми деталями, как показано на рис. 5. Количество этих деталей в новых моделях постоянно увеличивается.

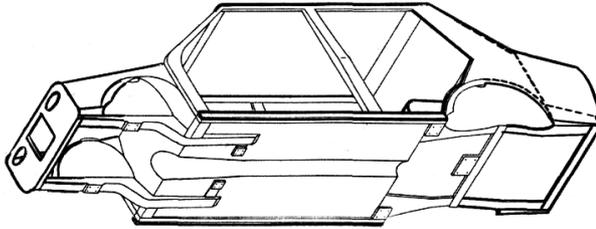


Рис. 4. Вспомогательный несущий участок

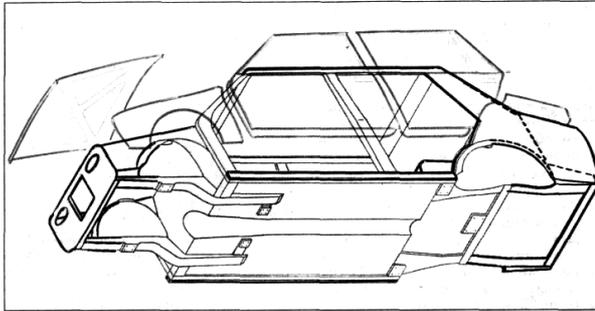


Рис. 5. Облицовочные детали кузова

При конструировании структуры передней части автомобиля должны быть решены проблемы, которые, на первый взгляд, кажутся взаимоисключающими.

Здесь расположены передняя ось и, как правило, мотор со всеми возникающими при эксплуатации нагрузками. Это означает, что должна быть обеспечена совершенно определенная стабильность и жесткость при любых ситуациях.

С другой стороны, при столкновении максимальная энергия деформации должна быть принята и погашена именно этой частью автомобиля.

Значит стабилизирующе действующая при езде стойка не должна передавать дальше силу удара. Деформация должна заканчиваться перед точками крепления передней оси и мотора.

Для погашения очень больших сил конструкция должна быть такой, чтобы мотор мог передвигаться вниз под безопасную кабину (пассажирский салон). Передние шарнирные стойки должны как можно дольше оставаться в своем положении, чтобы двери не раскрывались и не заклинивались. Рамки ветрового стекла не должны смещаться вниз или как-то менять свое положение, иначе стекло выпадет из оправы и станет дополнительным источником опасности.

## Лонжерон мотора

Доминирующей энергопоглощающей деталью в передней части является лонжерон мотора. С помощью энергобаланса, полученного на двухобъемной модели, фирма «Порше» установила, что кинетическая энергия при лобовом ударе на скорости 50 км/ч распределяется следующим образом: 79% – структурой передней части, 12% – двигателем и 9% – щитком передка. Принятая энергия в передней части распределяется так: 72% – на лонжерон, 23% – на колесные ниши и 5% – на крылья. Поэтому конструктор, если он хочет получить хорошие характеристики деформации в передней части автомобиля, должен обратить основное внимание на конструкцию лонжерона мотора.

Существенными являются два механизма деформации: изгиб и смятость. Приваренные к лонжерону двигателя колесные ниши могут препятствовать изгибу, но не предотвратят смятие. Поскольку при смятии возможен прием значительно более высокой энергии, это обстоятельство целесообразно учесть конструктору в целях упрощения ремонта в случае надобности.

Исследования показали, что скорость участвующих в столкновении автомобилей в городе находится в основном в пределах от 20 до 30 км/ч. Если при аварии на такой скорости вся энергия удара преобразуется в первой трети лонжерона мотора, т.е. до подвески мотора, значит автомобиль оценивается как имеющий хорошие характеристики деформации. Поэтому к очень жесткому лонжерону мотора с этой целью добавляют какой-то формообразующий элемент, чтобы смятие происходило в передней части лонжерона, а не в другом месте. Например, фирме БМВ удалось энергию удара перед вводом в главный лонжерон отвести в амортизатор, а затем в деформационный элемент (ударный ящик). То, что относится к лонжерону мотора в передней части, может быть в определенном смысле отнесено и к усиливающим элементам в задней части автомобиля. Однако здесь переплетение сегментов кузова более многообразно и поэтому труднее найти хорошее решение.

## 1.2. Безопасность кузова легкового автомобиля

Для повышения безопасности использования автомобиля предначены конструкции кузовов с зонами контролируемой деформации, т.е. кузова заранее имеют запрограммированную деформацию элементов кузова в зависимости от интенсивности аварийного столкновения.

Проблема безопасности автомобиля охватывает три области: активную безопасность, пассивную и безопасность при несчастном случае.

К области активной безопасности относится все, что снижает вероятность возникновения ДТП. Требования к автомобилю в части его активной безопасности приводят к изменению конструкции кузова.

Положения таких элементов активной безопасности по отношению к сиденью водителя, как указатели, переключатели, рычаги, зеркала и даже пепельница и прикуриватель, должны отвечать требованиям эргономики. Кроме того, хорошо спроектированное сиденье обеспечивает вентиляцию, надлежащее положение тела, правильное кровообращение и свободу движения рук, уменьшает усталость водителя. Эффективность светотехнических устройств, стеклоочистителей и системы обдува стекол, зеркал, противосолнечных козырьков и других элементов, улучшающих обзорность, также ведет к снижению появления аварийной ситуации.

Пассивная безопасность основана на уменьшении для водителя и пассажиров тяжести последствий при ДТП. К элементам конструкции кузова, обеспечивающим пассивную безопасность кузова легкового автомобиля, относятся: переменная жесткость корпуса кузова; элементы интерьера кузова; конструктивное исполнение бамперов и буферов.

Требования пассивной безопасности кузова предусматривают наличие жесткого пассажирского салона, а его передняя и задняя части должны быть при определенных нагрузках сминаемыми.

Задачей деформируемых зон кузова является поглощение кинетической энергии удара, причем такое, чтобы энергия была погашена раньше, чем деформация дойдет до салона. Сминание передка и задка должно быть максимальным, чтобы обеспечить по возможности меньшее замедление и, следовательно, меньшую нагрузку на находящихся в автомобиле пассажиров. Для этого передок кузова может иметь специальные участки деформации. При наезде на препятствие эти участки складываются, поглощая основную часть кинетической энергии удара.

Среднюю часть кузова, наоборот, усиливают для получения максимальной жесткости. Создание безопасного кузова требует усиления практически всех элементов корпуса в этой зоне. Стойки, пороги и усилители крыши имеют повышенную толщину металла, что значительно увеличивает жесткость наружных панелей кузова. Места же соединения элементов корпуса средней части кузова для повышения прочности, как правило, проваривают при его изготовлении сплошным швом.

Заднюю часть кузова проектируют аналогично передку, однако сминаемость ее предусматривается на большую величину.

Важную роль в конструкции безопасного кузова играют бамперы и буферы. Форма, способ их крепления к кузову и материалы, из которых они выполнены, должны обеспечивать наибольшее поглощение энергии удара. При установке жесткого бампера на кузов требуется, чтобы крепление его было упругим.

Пластмассовые бамперы изготавливают из специальных материалов, поглощающих энергию удара, как, например, из пористого полиуретана.

Бамперы и буфера обеспечивают полную пассивную безопасность кузова при ударе о жесткое постоянное препятствие при скорости автомобиля до 8 км/ч.

Непосредственными причинами травмирования водителя и пассажиров являются их взаимодействия с элементами кузова в момент удара автомобиля при аварии. На основании анализа травм людей, полученных в результате ДТП, следует, что наиболее опасными элементами кузова являются панель приборов, стойки боковины кузова, рулевое колесо и колонка, надоконная передняя балка, ветровое стекло и т.д. Кроме того, при неиспользовании ремней безопасности возможны травмы людей различной тяжести от выпадения их из автомобиля.

Создание безопасной конструкции кузова приводит к увеличению его массы и, следовательно, увеличению расхода топлива. Поэтому при проектировании конструкторы стремятся достичь максимальной степени пассивной безопасности при оптимальных эксплуатационных параметрах автомобиля.

Конструкции современных кузовов легковых автомобилей при всех их достоинствах имеют тот недостаток, что энергопоглощающие элементы корпуса кузова являются чаще всего одновременно деталями крепления агрегатов и узлов шасси автомобиля. Даже незначительные повреждения кузова в этих местах влекут за собой снижение ходовых качеств, проявляющееся в ухудшении управляемости и устойчивости, в склонности к заносу и опрокидыванию, неравномерному износу шин, в повышении внешнего шума. Все это повышает требования к технологии ремонта аварийного кузова.

Безопасность при несчастном случае характеризуют факторы, облегчающие положение водителя и пассажиров, которые уже попали в аварию. Эти факторы сводятся к противопожарным и медицинским требованиям.

Противопожарные требования определяют положение топливного бака по отношению к приборам электрооборудования и выпускной системе двигателя.

Для оказания медицинской помощи должно быть предусмотрено место для аптечки, защищенное от солнца и легкодоступное даже при повреждении кузова.

### **1.3. Материалы в конструкции кузовов**

Обычно в серийном производстве легковых автомобилей используются листы глубокой вытяжки толщиной от 0,55 до 1,5 мм. Листы меньшей толщины применяются для изготовления внешних деталей кузова, а большей – для деталей несущей части.

С помощью компьютерных программ конструктор имеет возможность точно смоделировать возникающие соотношения нагрузок и оп-

ределить оптимальную толщину листа. Преимущества понятны: сокращаются производственные расходы, снижается собственный вес автомобиля, и, наконец, кузов, сконструированный с учетом возникающих сил и нагрузок, повышает степень безопасности пассажиров.

К необходимой толщине листов, определяемой действующими нагрузками (для внешних деталей от 0,55 до 0,88 мм, а для деталей рамы и стоек – от 1,25 до 1,5 мм), у оцинкованных листов добавляется еще и толщина цинкового слоя от 10 до 20 мк.

Новейшие разработки связаны с созданием цельноалюминиевого кузова. Современная техника позволяет применять алюминиевые листы для передней и задней панелей, для облицовки дверей и т.п. Даже комплектный кузов может быть сегодня изготовлен из легкого металла.

Прогресс в технике материалов сделал возможным использование специальных термообработанных сплавов алюминия в несущих элементах автомобиля. Они характеризуются не только чрезвычайно высокой прочностью, но и очень высокой способностью энергопоглощения.

Сварка и клепка деталей в серийном производстве в настоящее время производятся на высоком качественном уровне.

Решающим для применения алюминия в кузовостроении является его малый удельный вес –  $2,7 \text{ г/см}^3$ , что составляет около трети удельного веса стали, а также высокая устойчивость против коррозии благодаря образованию естественного окисного слоя. Большие преимущества дает высокая степень повторной обрабатываемости (75%) и низкая температура плавления ( $660^\circ\text{C}$ ), особенно по сравнению с применением деталей из искусственных материалов. Несмотря на многие преимущества, не следует, однако, упускать из виду, что алюминий является «материалом высокой технологии», с которым следует обращаться с большой осторожностью и знанием дела.

В последнее время наблюдается активное применение искусственных материалов в автомобилестроении. Новые материалы и технологии производства делают возможным изготовление сложных и крупногабаритных деталей, например комплектов передней части автомобиля.

Доля искусственных материалов в общем весе легкового автомобиля составляет в среднем около 8%, а относительно объема материалов – даже 20%, причем налицо тенденция к увеличению. Однако в данном случае нам интересны только те детали, которые применяются для кузовостроения и могут быть экономично отремонтированы после повреждения.

Одно из главных преимуществ искусственных материалов – малый удельный вес – от  $0,2 \text{ г/см}^3$  у пенопластов до  $1,5 \text{ г/см}^3$  у стеклопластика. Кроме того, появляется большая свобода для выбора конфигурации узлов, для приспособления свойств материала к конкретным задачам, высокая антикоррозийность. Недостатки же носят, прежде всего, экологи-

ческий характер – при производстве некоторых искусственных материалов применяются опасные растворители, которые позже могут попасть в окружающую среду. Вследствие различных свойств материалов и недостаточности обозначений характеристик регенерация возможна в очень ограниченном объеме, а при возгорании может образоваться большое количество высокотоксичных газов, например диоксинов.

В автомобилестроении применяются термопластики, реактопласты, эластомеры.

### **Контрольные вопросы**

1. Конструктивные особенности рамных и безрамных кузовов.
2. Что относится к первичным несущим деталям кузова?
3. Что относится к вторичным несущим деталям?
4. Что относится к деталям облицовки?
5. Что такое главный и вспомогательный несущий участок кузова?
6. Требования к лонжерону.
7. Что относится к активной и пассивной безопасности кузова?
8. Основные материалы в конструкции кузова.
9. Новые материалы в конструкции кузова.
10. Искусственные материалы в конструкции кузова.

## 2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ

### 2.1. Периодичность и виды работ при техническом обслуживании кузовов

Положением «О техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» предусматривается планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта.

Ежедневное техническое обслуживание кузовов легковых автомобилей:

**а)** Контрольные работы: осмотреть кузов автомобиля, выявить наружные повреждения и проверить его комплектность, проверить состояние дверей кузова, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, капота, крышки багажника.

**б)** Уборочные работы: удалить пыль и сор из кузова, протереть сиденья, стекла и арматуру внутри кузова. Для механизации процесса уборки применяют электропылесосы.

**в)** Моечные работы: пыль и грязь с кузова смывают водой, применяют при этом специальные моющие средства. По способу выполнения различают мойку ручную и механизированную.

Ручная мойка осуществляется из шланга с брандспойтом или моечным пистолетом с использованием установок: высокого давления, пароструйных и водопароструйных.

Механизированную мойку автомобиля осуществляют с помощью специальных установок с большим числом направленных струй воды или моющего раствора и механических побудителей для удаления грязи, вращающихся цилиндрических щеток и других устройств.

ТО–1 кузовов включает все операции ежедневного обслуживания, дополнительно проверяют состояние и действие замков, петель и ручек дверей кузова, капота и крышки багажника, действие стеклоподъемников, проверяют состояние панели приборов, обивки кузова, лонжеронов кузова. Осматривают лакокрасочное покрытие кузова и в случае необходимости обращаются в специализированные мастерские.

При выполнении ТО–1 после мойки кузов полируют, операция выполняется не реже одного раза в 1,5–2 мес. При этом сглаживаются неровности, заполняются поры и микротрещины.

Летом лакокрасочные покрытия полируют в тени, а зимой – при температуре не ниже нуля градусов. Кузов полируют небольшими участками, так как растворитель из пасты быстро испаряется, она высыхает и плохо полирует поверхность. Пасту наносят тампоном из ваты или мягкой ткани и через 5–10 мин покрытие полируют фланелью до зер-

кального блеска. Для интенсификации процесса полирования можно применять полировальные машинки.

ТО–2 кузовов включает все операции ТО–1. Кроме этого, проверяется состояние системы отопления и вентиляции, уплотнения дверей.

Выполняются также по потребности регулировочные работы. Регулируют двери, положение капота, крышки багажника, замки, стеклоподъемники. В рамках ТО–2 завод-изготовитель рекомендует: прочистить дренажные отверстия порогов и дверей, смазать петли дверей, тягу привода замка капота, трущиеся участки ограничителя открывания дверей, шарнир и пружину крышки люка топливного бака, упор капота, торсионы крышки багажника, салазки перемещения сидений, замочные скважины дверей, крышки багажника, ось, пружину и сухарь фиксатора замка двери. Смазочные работы должны проводиться не реже раза в год. При эксплуатации автомобилей в условиях холодного климата смазку замков дверей и крышки багажника следует проводить с периодичностью ТО–1.

Сезонное обслуживание кузовов включает все операции ТО–2, а также дополнительные работы по защите кузова, проверку состояния уплотнителей дверей и окон, исправности системы отопления, а также установку утеплительных чехлов на автомобиль. Перед зимней эксплуатацией автомобиля рекомендуется проводить противокоррозионную обработку днища и скрытых полостей кузова. Качество современных препаратов позволяет делать это раз в 2–3 года, тем не менее, следует проверить качество покрытия днища и восстановить его в тех местах, где оно повреждено.

## **2.2. Мойка автомобиля**

С чего начинается мойка? Увлажнять лакокрасочный слой перед нанесением моющего состава недопустимо. Дело в том, что под любой грязью на кузове лежит слой «дорожной» пыли и смыть ее простой водой невозможно. Зато, попав на нее, вода образует еще один слой, который прочно закрепляет пыль и не позволяет проникнуть шампуню. Любые химические моющие вещества наносят только на сухой автомобиль. Большое значение имеет давление, с которым они наносятся, и направление нанесения. Моющее вещество наносится под небольшим давлением равномерными движениями снизу вверх, начиная с колес, затем на колесные арки и пороги – и так до самой крыши. Небольшое давление способствует более длительному сохранению моющих веществ на кузове. Нанесение снизу вверх помогает шампуню надежно впитаться в грязь, его не размывает поток сверху.

Покрытый шампунем автомобиль выдерживается не более двух минут. Этого процесса вполне достаточно для ослабления сцепления

грязного слоя с кузовом. Более длительная задержка приведет к образованию прочной корки из засохшего шампуня. Самое главное на этой стадии – точно рассчитать соотношение активности моющего вещества, температуры и времени. Экспресс-моющие вещества высокоактивны, и длительный контакт с резиновыми или пластиковыми уплотнителями, элементами отделки, щетками стеклоочистителей могут повредить их. Большинство профессиональных шампуней рекомендуется использовать именно это время – при температуре раствора порядка + 40°С, летом. В процессе выдержки теплая пена медленно стекает по боковинам кузова, смывая грязь.

Следующий этап – удаление пены вместе с грязью. Струя воды под давлением в  $150 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup> работает по принципу «водяного скребка». Поток направляется почти перпендикулярно к поверхности кузова, также снизу вверх.

Заключительная «водная процедура» – ополаскивание. Из обычного шланга, подключенного к водопроводной сети, равномерно ополаскивается машина, но начиная сверху. Поток «размывает» образовавшиеся на поверхности кузова пузырьки воздуха и капли, способствуя более равномерной и быстрой сушке без образования на лакокрасочном слое разводов и потеков.

Кстати, о сушке. В хороший летний день, когда на улице тепло (а тем более в помещении мойки), вполне можно обойтись и без принудительной сушки. У воздушной сушки (ее применение и делает мойку «бесконтактной»), бесспорно, есть свои преимущества: сокращение времени, удаление влаги из труднодоступных мест, но они будут эффективны, только если к ним в придачу воздух будет фильтроваться перед подачей в сушку. Иначе пыль и частички песка, попав в поток, могут испортить лакокрасочное покрытие.

Современные технологии позволяют отмывать не только кузова. В программу многих компаний входят моющие средства для двигателя, для колес из алюминиевых сплавов. Однако для нанесения таких средств лучше пользоваться не механическими, а ручными распылителями.

### **2.3. Чистка салона**

Летом, когда окна чаще бывают открыты, в салон автомобиля попадает значительное количество пыли, грязи, токсичных газов и других вредных веществ. Если снаружи машина проветривается, то салон автомобиля накапливает все, что содержит воздух на наших дорогах. Пылесос и химические средства – традиционные способы борьбы за чистоту салона. С недавних пор на некоторых СТО и мойках клиентам стали предлагать паровую чистку салона. Насколько эффективен и практичен пароочиститель на автосервисе?

## Химическая чистка: плюсы и минусы

В настоящее время на рынке представлен самый широкий ассортимент химических очистителей разных производителей и ценовых категорий. Как пользоваться каждым из них, написано на упаковке. Как правило, сначала автомобиль пылесосят. Затем наносят соответствующее чистящее средство, а через определенный промежуток времени его смывают вместе с грязью.

Такая технология позволяет достаточно эффективно и быстро отчистить практически любые пятна с сидений, панели, стекол и других поверхностей. Специальными средствами можно добиться блеска или, наоборот, матового состояния пластиковых панелей. Дополнительный аэрозоль поможет избавиться от неприятных запахов.

Однако у химчистки есть ряд минусов. Когда после химчистки в машине включают отопление, пыль начинает подниматься из глубины сидений. Кроме того, применение химии заметно повышает токсичность в салоне автомобиля. Есть немало людей, у которых определенные препараты вызывают аллергическую реакцию. Не на последнем месте по важности находится стоимость этих средств. Еще один минус заключается в том, что не до всех деталей салона можно добраться салфеткой (например до решетки воздухопроводов).

С помощью пара можно отмыть салон и удалить из него грязь и неприятные запахи без применения химии. Паром можно чистить любые поверхности в автомобиле: кожу, пластик, стекло, велюр – все, кроме бумаги. А также удалить битумные пятна и даже засохшую жевательную резинку. Пар отлично очищает затвердевшие от соли или противогололедного реагента коврики.

Помытое паром стекло абсолютно чисто, на нем не так быстро образуется налет от табака и пыли. Любые химические очистители оставляют пленку, на которую все вышперечисленное садится быстрее. Кроме того, когда на стекло попадают солнечные лучи, видны разводы. Паром удобно чистить лобовое стекло, в частности угол между лобовым стеклом и панелью.

Помимо загрязнений, видимых невооруженным глазом, в сиденьях и обшивке салона незаметно скапливается пыль. Пылеобразование происходит постоянно. Все новые машины только кажутся чистыми, а на самом деле – грязные. Пыль набивается в сиденья, и достать ее обычным пылесосом нельзя. После качественной уборки парогенератором можно без боязни садиться в машину в белых брюках. Дистиллированная вода из парогенератора выводит пятна от вина, масла, крови, поэтому вскоре многие откажутся от применения химических очистителей.

Обработка паром не только очищает поверхность, но и дезинфицирует ее, убивая бактерии, грибки, микроорганизмы. Справедливости ради стоит сказать, что некоторые особо сложные загрязнения без приме-

нения химчистки удалить не удастся. Однако последующая обработка паром нейтрализует всю химию, оставшуюся в салоне.

При правильном использовании парогенератора можно выполнить весь комплекс очистки внутри и снаружи. Все расходные материалы – это износостойкие салфетки, электричество и водопроводная вода. Пароочиститель избавляет от необходимости покупать химические очистители и полировать панели.

В применении пароочиститель достаточно прост. За пару часов любой желающий может освоить паровую чистку. Работа с парогенератором не наносит такого вреда здоровью, как химчистка. Техника безопасности сводится к тому, чтоб не обжечь руки паром. (Однако важно помнить, что стекла нельзя чистить паром на морозе – они могут лопнуть из-за разницы температур.)

## **2.4. Материалы, применяемые при техническом обслуживании кузовов**

Внешний вид автомобиля в значительной степени зависит от состояния лакокрасочного покрытия кузова. В процессе эксплуатации покрытие теряет свои первоначальные свойства: уменьшается блеск, покрытие тускнеет, появляются трещины, сетка и местные отслоения. Причинами этого являются атмосферные воздействия и различные механические повреждения, а также плохое качество окраски.

По трудности удаления с поверхности кузова загрязнения условно подразделяют на слабосвязанные (песок с глинистыми примесями), среднесвязанные (песок с глинистыми примесями, а также с примесями органических и масляных веществ) и прочносвязанные (частицы асфальта, различные смолистые загрязнения). Слабосвязанные загрязнения можно смыть водой, среднесвязанные и прочносвязанные удалить с помощью воды трудно, тем более можно повредить лакокрасочное покрытие. Все виды загрязнения можно удалить с помощью моющих средств. Однако не рекомендуется для этого применять обычные синтетические моющие средства, а также мыло. Для мытья кузова, обивки и пластмассовых элементов применяются автошампуни, выпускаемые в жидком, пастообразном и порошковом виде.

Жидкие автошампуни (к примеру, шампунь с осушающим эффектом) используют для мытья лакокрасочных покрытий и обивки. Средства типа «Автошампунь с антикоррозионным эффектом» содержат добавки, устраняющие коррозионное действие воды на металл, поэтому их рекомендуется применять для мытья поврежденного лакокрасочного покрытия.

Чистящие средства предназначены для очистки элементов кузова от прочносвязанных загрязнений, которые не удаляются с помощью шампуней.

Жидкие препараты типа «Автоочиститель битумных пятен» содержат высокоактивные растворители (трихлорэтилен, керосин и др.) и эффективны для удаления битумных, жировых и масляных пятен с лакокрасочной поверхности кузова. Для очистки наносят препарат на тампон из ваты или ткани и протирают загрязненные места, не допуская подтеков. После обработки поверхность вытирают сухой мягкой тканью. Если автоочиститель в аэрозольной упаковке, то состав распыляют на очищаемую поверхность, а через 1 мин удаляют пятна тампоном и протирают сухой салфеткой.

Промышленностью выпускается «Быстроомоющее средство с силиконом», которое предназначено для очистки лакокрасочного покрытия и декоративных деталей кузова без применения воды. Этот препарат позволяет получить на очищенной поверхности защитную пленку, предохраняющую лакокрасочные и гальванические поверхности. Средство наносят на загрязненную поверхность при помощи губки, а через 3–5 мин загрязнения удаляют ветошью, очищенную поверхность полируют сухой мягкой тканью.

Ветровые, боковые и задние стекла кузова автомобиля при умеренных и низких температурах очищают с помощью автопрепаратов типа «Автоочиститель-2 стекол», которые содержат спирты, ПАВ и другие вещества. Удаление льда и инея со стекол автомобиля осуществляет «Авторазмораживатель» в аэрозольной упаковке, в состав которого входят этиленгликоль, глицерин и др. Сначала удаляют слой льда и снега, затем распыляют препарат на обледеневшую поверхность и оттаявшее стекло насухо протирают мягкой тканью. Для предотвращения обледенения размораживатель наносят тонким равномерным слоем на стекло. Не рекомендуется для мытья стекол автомобиля использовать очиститель для оконных стекол.

Полирующие средства используются для поддержания и восстановления блеска лакокрасочных покрытий. Применение тех или иных полирующих препаратов определяется сроком службы автомобиля и состоянием покрытия.

Препараты для новых лакокрасочных покрытий (для автомобилей в первый год эксплуатации) содержат монтанвоски, церезины, смолы, олеиновую кислоту, триэтаноламин, моноэтаноламин, уайт-спирит и др. Такие составы удаляют с поверхности стойкие загрязнения, образуют сплошную пленку, заполняют микропоры и микротрещины, предохраняют покрытие от вредных влияний окружающей среды.

Препараты для обветренных лакокрасочных поверхностей (для автомобилей, эксплуатирующихся 2–3 года) кроме восков и других веществ, входящих в составы для новых покрытий, содержат мягкие абразивы мягкой дисперсности, под действием которых устраняются неровности лакокрасочного слоя. При использовании этих препаратов поверхность покрывается защитной пленкой.

Для старых лакокрасочных покрытий (свыше 3-х лет эксплуатации) используются препараты, которые содержат большое количество крупных и твердых абразивов (электрокорунд, каолин и др.), парафины, вазелины, противостарители, керосин. Эти вещества способствуют устранению более глубоких микронеровностей. Средства для лакокрасочных покрытий имеют слабые защитные свойства, поэтому рекомендуется дополнительно обрабатывать поверхность полирующим средством для новых покрытий.

«Автополироль защитный» и «Автополироль-2 для новых покрытий» обеспечивают сохранение блеска лакокрасочного покрытия и декоративных металлических деталей, защищают от атмосферного воздействия, удаляют несмываемые водой загрязнения, а также приостанавливают коррозию металла в поврежденных местах. В зависимости от упаковки препараты наносятся либо тампоном, либо распыляют на предварительно вымытую поверхность и с помощью мягкой ткани круговыми движениями располировывают до появления блеска. Выпускаются промышленностью автосалфетки типа «Полир» из тканевых материалов, пропитанные специальными составами. Ими обрабатывают вымытую сухую поверхность.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечень работ при ЕО.
2. Перечень работ при ТО–1.
3. Перечень работ при ТО–2.
4. Перечень работ при сезонном обслуживании.
5. Технология мойки автомобилей.
6. Особенности химической и паровой чистки кузова.
7. Материалы, применяемые при техническом обслуживании кузова.

### 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КУЗОВОВ, ПРИЕМ АВТОМОБИЛЯ В РЕМОНТ

#### 3.1. Старение и коррозия кузовов

В процессе эксплуатации автомобиля на внешнее покрытие активно воздействуют различные факторы окружающей среды, приводящие к утрате покрытием некоторых полезных свойств от чисто эстетических до защитных.

Вредные воздействия на корпус автомобиля можно подразделить на три категории:

- химические или электрохимические;
- механические;
- физические.

**Химические воздействия** – это воздействия различных кислотных, щелочных и солевых растворов, находящихся в атмосферной влаге. Также сюда относятся воздействия сложных органических соединений. Наиболее существенным фактором является влияние кислотных дождей и солевых растворов, появляющихся после зимнего посыпания дорог солью, или просто от морской воды. При появлении на покрытии микротрещин химическому воздействию подвергается сам металл (коррозия).

Долговечность кузова определяет обычно срок жизни автомобиля, зависящий в основном от коррозионной стойкости металлических изделий и элементов. Обычно через 3–4 года эксплуатации легкового автомобиля на поверхности кузова появляются различные коррозионные повреждения, а через 5–6 лет эксплуатации начинается разрушение несущих элементов конструкции под действием коррозионных процессов.

Известно, что коррозия – это разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с окружающей средой. Химическая коррозия металлов протекает в сухих газах и неэлектролитах, т.е. в средах, не проводящих электрический ток. Электрохимическая коррозия протекает при соприкосновении металла с электролитом. При этом виде коррозии возникает электрический ток, протекающий как в металле, так и в растворе электролита, образуя короткозамкнутый гальванический элемент. Электрохимическая коррозия больше всего проявляется при атмосферной коррозии.

Одним из основных факторов, определяющих скорость атмосферной коррозии, является влажность воздуха. Для чистой поверхности железа в условиях отсутствия загрязнений воздуха критическая влаж-

ность равна примерно 70%. При наличии на поверхности деталей пыли и грязи она снижается до 50%. Последнее объясняется тем, что мелкие твердые частицы служат центрами конденсации влаги, а крупные сами адсорбируют влагу. Дальнейшее увеличение влажности воздуха, а также повышение температуры увеличивают скорость атмосферной коррозии. Вот почему невысушенный автомобиль в теплом гараже корродирует быстрее. В плохо вентилируемых и обогреваемых гаражах коррозия кузовов автомобиля протекает быстрее, чем в необогреваемых и хорошо вентилируемых гаражах. При температурах ниже точки замерзания пленки влаги электрохимический процесс коррозии притормаживается. Колебания температуры во времени имеют также большое значение в связи с конденсацией и повторным испарением влаги на поверхности металла деталей. При небольших суточных перепадах температуры в закрытых профилях автомобиля конденсируется влага, причем конденсат практически не высыхает из-за недостаточной аэрации.

Атмосферная коррозия усиливается различными примесями, которыми почти всегда загрязнен воздух. Источниками таких загрязнений являются пыль в воздухе, грязь и химические средства, используемые для снижения обледенения на дорогах. Пыль проникает в закрытые полости, щели и зазоры и скапливается в них. При последующем увлажнении эта пыль образует коррозионно-активную среду. Грязь, прилипающая к днищу кузова автомобиля, даже в сухие периоды остается влажной, и коррозия продолжается за счет влаги, содержащейся в этой грязи. Распространенные химические средства против обледенения дорожных покрытий – хлориды натрия и кальция – являются также существенным фактором, способствующим коррозии автомобильных кузовов.

По развитию коррозия на поверхности кузова автомобиля может быть сплошной или местной. Сплошная коррозия образуется на значительных плохо защищенных поверхностях. Местная коррозия образуется на отдельных участках кузова.

По степени поражения коррозию в автомобильных кузовах условно разделяют на три основных типа – внешняя, проникающая и структурная. Внешняя коррозия появляется на наружных, видимых, поверхностях. Она ухудшает внешний вид автомобиля, но не влияет на его работоспособность. Непринятие своевременных мер приводит к тому, что этот тип коррозии переходит в проникающую коррозию. Проникающая коррозия чаще всего развивается со стороны труднодоступных для осмотра поверхностей кузова в местах сосредоточения на них влаги и грязи. Эта коррозия становится заметной лишь тогда, когда причиненный ею урон трудно исправить. Структурная коррозия приводит к потере первоначальной жесткости и прочности кузова в результате коррозионного разрушения силовых элементов, составляющих несущую часть кузова. Эти

три типа коррозии характеризуют коррозионное разрушение кузова, которое приносит наибольший ущерб при эксплуатации автомобилей.

**Механические воздействия** – это удары твердых предметов (каменей), приводящих к сколам покрытия, абразивное воздействие пыли и грязи (в т.ч. и при мойке), царапины и сколы от прочих воздействий (в т.ч. и от ДТП).

**Физические воздействия** – это влияние света и температуры. Ультрафиолетовый свет способен разрушать цветные пигменты красок. Причем, чем ярче цвет (синий, красный, желтый) тем более он подвергается такому воздействию (выцветанию). Колебания температуры, а также заморозание/таяние воды на поверхности кузова (как известно, с изменением объема) приводят также к разрушению структуры полимерной пленки и образованию микротрещин.

Современные заводские и ремонтные материалы достаточно прочны и позволяют надежно защитить кузов от сквозной коррозии. К примеру, сейчас производитель автомобиля дает гарантию на отсутствие сквозной коррозии на 10 лет. Некоторые виды кузовов, обычно на дорожных машинах, где используются специальные методы защиты (оцинковка, лужение, полиуретановые и битумные напыления, цинковые контактные грунты на сварных швах) могут продержаться без коррозии и более длительное время. Применение полного спектра защиты (все приемы) даст устойчивый эффект на 25–30 лет. Однако это экономически нецелесообразно, так как современные автомобили более подвержены моральному старению из-за быстрого развития техники. Однако не все потребительские качества кузова сопротивляются износу столь эффективно. Например, такой параметр как глянец поверхности, может продержаться 1–2 года, в зависимости от качества дорог, способов мойки и т.д. Производитель дает гарантию на сохранение глянца порядка 1 года. С помощью специальных покрытий можно продлить этот срок в 1,5–2 раза. Однако впоследствии все равно потребуются полировка кузова с применением абразивных полиролей, что само по себе является фактором износа покрытия. Через определенный период (в среднем 5–10 полировок) потребуются повторное нанесение внешнего слоя покрытия для восстановления толщины пленки.

## **3.2. Деформация**

### **3.2.1. Аварийные типовые повреждения кузовов**

При эксплуатации автомобиля происходят повреждения кузова в результате столкновения. Анализ ДТП показывает, что практически встречаются три вида столкновений автомобиля: наезд на постоянное препятствие, удар в другое движущееся транспортное средство и опро-

кидывание. При всех видах столкновений в большей или меньшей степени расходуется кинетическая энергия автомобиля, которая зависит от его массы и квадрата скорости. Кинетическая энергия движущегося автомобиля, освобождаемая в процессе удара, определяется разницей скоростей до столкновения и после него.

Кроме того, энергия удара, вызывающая повреждение кузова, зависит от направления удара и замедления скорости автомобиля. Ориентировочно можно принять, что энергия удара, приводящая к повреждениям кузова, распределяется в следующих соотношениях: 100% – при лобовом ударе в жесткое и неподвижное препятствие; 90% – при лобовом столкновении с аналогичным автомобилем; 80% – в случае центрального бокового удара в аналогичный автомобиль; 60% – при боковом ударе в переднюю часть автомобиля; 40% – при боковом нецентральной ударе; 20% – при ударе сзади аналогичным автомобилем.

Наибольшим повреждениям подвергается передняя (52–53%) и задняя (32%) части кузова. Повреждения левой стороны в средней части кузова зафиксированы у 10% автомобилей, а с правой стороны – у 12–16%.

### **3.2.2. Повреждения кузова при различных видах столкновений автомобиля**

*Фронтальное столкновение автомобиля произошло в переднюю часть кузова в зоне левого переднего крыла, лонжерона и фары.* Разрушительные повреждения нанесены панели передка, крыльям, капоту, брызговикам, передним лонжеронам, раме ветрового окна и крыше. Кроме того, в момент удара происходит невидимая деформация в передних, центральных и задних стойках с обеих сторон, в передней и задней левых дверях, в левом заднем крыле и даже в задней панели багажника.

*Удар нанесен в переднюю часть кузова автомобиля под углом 40–45°.* Разрушительные повреждения получили передние крылья, капот, панель передка, брызговик, передние лонжероны. Восстановить базовые точки передней части кузова можно только правкой на стенде. При этом необходимо и восстановление размеров по проемам передних дверей и координат передних и центральных стоек, так как силовые нагрузки передались через передние двери на передние и центральные стойки кузова и воздействовали сжимающими усилиями на порог и верхнюю часть боковины кузова.

*Удар произведен сбоку в переднюю часть кузова автомобиля в зоне сопряжения передней панели с передней частью лонжерона и левого крыла.* Разрушительные повреждения получили оба передних крыла, панель передка, брызговики, лонжероны, капот.

Растягивающие усилия нарушили проем левой передней двери. Сжимающие усилия вызвали деформацию в проеме правой двери и в

боковине левой передней двери. Стойки передние и центральные при этом также получили значительные силовые перегрузки и имеют отклонения от своего первоначального положения.

*Удар сбоку в переднюю стойку кузова автомобиля с левой стороны.* Значительно деформированы левая передняя стойка, рама ветрового окна, крыша, пол и лонжероны переднего пола, панель передка, капот, крылья, брызговики и передние лонжероны.

При таком соударении передок кузова автомобиля "ушел" влево, порог и верхняя часть правой боковины восприняли растягивающие нагрузки, центральные и задние стойки – сжимающие усилия, а брызговик правый «отошел» от передней стойки.

Осматривая автомобиль после аварии, наличие «скрытых» деформаций в силовых элементах кузова можно установить по наличию перекосов в лицевых деталях, величинам выступаний одной детали относительно другой, по нарушениям зазоров в сопряжениях проемов с дверьми, капотом, крышкой багажника.

### **3.2.3. Виды перекосов кузова**

Повреждения кузова легкового автомобиля приводят, как правило, к появлению различных перекосов, которые проявляются в нарушении геометрических параметров проемов (дверей, капота, крышки багажника), лонжеронов, каркаса салона сверх допустимого предела. В зависимости от сложности повреждений перекосы кузова классифицируют на 5 видов.

*Перекос проема* включает нарушения геометрических параметров различных проемов кузова сверх допустимого размера. Различные комбинации перекосов боковой двери, ветрового или заднего окна относят к данному виду повреждений.

*Перекос кузова малой сложности* предусматривает повреждения с нарушением геометрических параметров проемов капота или крышки багажника (двери задка) сверх допустимого размера без нарушения геометрии основания кузова, дверных и оконных проемов, за исключением зазоров дверей с передними или задними крыльями.

*Перекос кузова средней сложности* включает одновременное нарушение геометрических параметров проемов капота и крышки багажника (двери задка) или повреждение кузова с нарушением геометрических параметров передних или задних лонжеронов сверх допустимых размеров без нарушения геометрии каркаса салона. Для переднеприводных автомобилей учитываются перекосы только задних лонжеронов.

*Перекос кузова повышенной сложности* предусматривает одновременное нарушение геометрических параметров передних и задних лонжеронов или повреждение кузова с нарушением геометрических пара-

метров передних и задних лонжеронов и каркаса салона или только передних лонжеронов для переднеприводных автомобилей сверх допустимого размера.

*Переко́с кузова особой сложности* включает повреждения с нарушением геометрических параметров передних и задних лонжеронов и каркаса салона сверх допустимых размеров.

Устранение переко́сов кузова осуществляют путем восстановления поврежденных элементов проемов, лонжеронов, каркаса при помощи правки, вытяжки, усадки и рихтовки до придания им первоначальных геометрических параметров.

### **3.3. Прием автомобиля в ремонт**

Основанием для приемки кузовов в ремонт является заявка заказчика. Для выполнения кузовных и окрасочных работ принимаются как автомобиль в целом, так и кузов в отдельности. Кузова как отдельные агрегаты принимаются в ремонт только при предъявлении документов, подтверждающих законность их приобретения владельцами. Не принимаются в ремонт кузова при отсутствии на них заводских номеров (за исключением случаев, оговоренных в регистрационных документах), несоответствии записи номера кузова в техническом паспорте с номерами, нанесенными кустарным способом. Оформление приемочных документов проводят соответственно Положению «О техническом обслуживании и ремонте легковых автомобилей, принадлежащих гражданам».

Сдачу кузова в ремонт заказчиком и приемку исполнителем производят на основании технических условий на приемку, ремонт и выпуск из ремонта кузовов и кузовных деталей легковых автомобилей на предприятиях автотехобслуживания.

Набор операций начальной стадии ремонта и технология их проведения во многом зависят от результатов дефектовки автомобиля, поступившего в ремонт. Сама дефектовка также является важной подготовительной стадией ремонта. В зависимости от места и глубины распространения повреждения могут применяться операции рихтовки, выколотки, вытяжки или выжимки, а в дополнение резка и сварка. Более того, может быть принято решение об отказе от ремонта вообще (ввиду нецелесообразности) или о замене некоторых блоков корпуса целиком. Основные критерии оценки повреждения – это распространение деформации либо только на навесные элементы, либо на элементы жесткости, либо и на несущие элементы (такие как лонжероны).

Кузовной ремонт отличается от других видов ремонта невероятным многообразием повреждений, искажений формы, взаимных смещений

деталей. Кроме того, приемщику следует учитывать десятки других факторов, таких как:

- наличие коррозии на металле;
- состояние элементов крепежа (болтовых соединений);
- распространение деформации на несъемные несущие элементы кузова, такие как лонжероны, днище, боковые стойки;
- возможность и целесообразность восстановления поврежденных деталей;
- деформации и разрывы пластмассовых деталей (облицовок);
- уровень сложности отделочного покрытия (простая краска или со спецэффектами);
- имели ли детали более ранние повреждения (ремонтировались ли прежде, и с каким уровнем качества);
- сложность изгибов корпусных деталей;
- величину вытягивания металла;
- необходимость снятия агрегатов, деталей подвески, электропроводки, внутренней отделки, оборудования салона;

и многое другое, что может повлиять на сложность ремонтных операций и сроки выполнения работы. Причем цена и сроки должны быть четко обоснованными, а не взятыми «с потолка». Другими словами, приемщик должен убедить клиента в правильности своей оценки, если потребуется, путем подробного разъяснения перечня операций, которые предстоит выполнить.

Каждое солидное предприятие имеет в своем арсенале несколько альтернативных технологий ремонта, различия между которыми кроются обычно в стадии отделочных операций. Технологии различаются ценой, временем и качеством.

Только в данном отношении приемщик может пойти на уступки клиенту в цене и времени, объясняя, однако, что клиент потеряет в качестве. Нужно отметить, что наиболее дорогостоящее оборудование и наиболее квалифицированный персонал используются как раз на конечных стадиях отделки. Таким образом, различия между самой дешевой технологией и самой дорогой могут быть довольно существенными.

Естественно, нет смысла предлагать клиенту технологию с вырезкой и заменой сильно поврежденных деталей и со 100% коррозионной защитой, если речь идет о машине 15-летнего возраста, которой, возможно, остался год пробега до утилизации. В случае применения дорогого варианта стоимость ремонта превысит стоимость самого автомобиля. Выход из такой ситуации – предложить клиенту ремонт с более простыми материалами (среднего ценового сегмента) и без гарантий на длительный срок. Материалы среднего сегмента могут не обеспечить

высоких результатов ремонта, а их технология может привести к увеличению срока ремонта. Все это должно быть разъяснено клиенту.

Конечно, каждое предприятие само решает, использовать ли различные технологии, или остановиться только на одной. Также предприятие решает, разъяснять ли клиенту оценку его ремонта или просто назвать стандартную цену, принятую на данном предприятии для такого вида работ.

В настоящее время качественный кузовной ремонт пользуется высоким спросом и на многих предприятиях существует очередь на ремонт. В таком случае предприятие, конечно, не будет ни упрощать технологию, рискуя снизить качество, ни снижать цену ремонта.

В любой ситуации приемщик должен, хотя бы для себя, составить мнение об автомобиле и оценить трудозатраты на его ремонт.

Для подробного описания ремонтных операций используется документ «ремонтная ведомость», содержащий перечень выполняемых действий, затрачиваемое время и оценку.

Пункты ремонтной ведомости не должны опускаться до таких подробностей, как отвинчивание болта или сушка шпатлевки инфракрасной сушилкой. Пункты должны содержать принципиальные ключевые моменты, понятные для клиента, например:

- снятие навесных элементов в районе повреждения;
- рихтовка крыла;
- снятие пластмассовой облицовки бампера;
- удаление остатков стекла и клея-герметика (при замене лобового или заднего стекла) и т.д.

Пункты должны быть согласованы с клиентом, и он, в конечном счете, должен подписать ведомость. Кроме ремонтной ведомости с клиентом может быть обсужден «акт приемки» или «акт дефектовки». Это особенно важно при приеме дорогих автомобилей. В акте могут быть отражены все неисправности и дефекты автомобиля, имеющие отношение к внешнему виду, а также дополнительные улучшения, внесенные владельцем. Такой документ застрахует владельца от случайных повреждений, которые могут быть нанесены в ходе ремонта другим участкам кузова, а предприятие от несправедливых претензий к качеству. В акте может быть также отражено, что автомобиль ремонтировался ранее и, к примеру, недостаточно квалифицированно.

В конце приемщик должен проследить, чтобы в автомобиле не осталось посторонних предметов и чтобы системы безопасности (сигнализация) были деактивированы.

Такие операции, конечно, тоже производятся по усмотрению самого предприятия. Если на предприятии принят определенный технологический процесс, который мастера хорошо знают, а клиенту этот процесс

не раскрывается, ремонтную ведомость можно не составлять, пользуясь вместо этого стандартным прейскурантом с усредненными ценами.

### **Контрольные вопросы**

1. Химические воздействия на кузова автомобилей.
2. Основные типы коррозии кузовов автомобилей.
3. Механические и физические воздействия на кузова.
4. Какие повреждения получает кузов при фронтальном столкновении?
5. Какие повреждения получает кузов при ударе в переднюю часть кузова под углом  $45^\circ$ ?
6. Виды перекосов кузова, их влияние на детали кузова.
7. Основные критерии оценки дефектов при приеме автомобиля в ремонт.
8. Учитываемые факторы состояния автомобиля при приеме в ремонт.
9. Что учитывает ремонтная ведомость?
10. Порядок оформления акта приемки автомобиля.

## 4. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИИ КУЗОВА

Конструкция современных кузовов и функции отдельных узлов, прежде всего несущих элементов, определяют методы проверки конструктивных параметров после аварии, а также технологию ремонтных работ. Отклонения от заданных размеров после воздействия силы извне на корпус кузова вместе с видимыми деформациями составляют общую картину объема повреждений. Корпус кузова, включая внешние детали, только тогда может быть определен как безупречно отремонтированный, когда будут восстановлены заданные размеры.

Проверка важнейших размеров должна производиться от уровня подвески ходовой части и двигателя, т.е. от уровня пола кверху. Это означает, что в ремонтной мастерской должны быть средства для измерения и проверки размеров кузова.

Разнообразие конструкций кузовов отечественных и зарубежных моделей автомобилей заставило разработать целый ряд методов и способов измерений.

При первой оценке повреждений после аварии специалист исходит из величины зазоров между сварными внешними и встроенными монтажными деталями. При открывании двери с измененной величиной зазора становится ясно, что вдавлена дверь над замком и скобой замка. В других случаях по изменившемуся зазору между боковой рамой кузова и рамой двери обнаруживаются складки на крыше в области средней стойки.

Иногда возникает необходимость демонтировать облицовочные детали, чтобы обнаружить деформацию и изменение зазора.

Когда внешний осмотр заставляет искать признаки деформации в области пола кузова, то целесообразно в первую очередь произвести измерение геометрии осей. Но проверка положения колес сама по себе дает только данные о состоянии ходовой части относительно установочных значений и размеров. Для определения изменений в области кузова они полезны лишь с учетом следующих моментов.

Обнаруженные отклонения в геометрии ходовой части могут быть вызваны дефектами в отдельных компонентах подвески осей или же возникнуть из-за того, что силы удара действительно изменили позицию несущих участков подвески осей и двигателя.

Измерять расстояние между осями следует исходя из наружного диаметра обода на неповрежденной оси до середины обода поврежденной оси (рис. 6).

Классическим методом определения повреждений кузова остается диагональное измерение. Это простейший вид измерения кузова: исходя

из симметричной конструкции кузова замеряются противоположные точки по диагонали в одной плоскости или в пространстве (рис. 7).

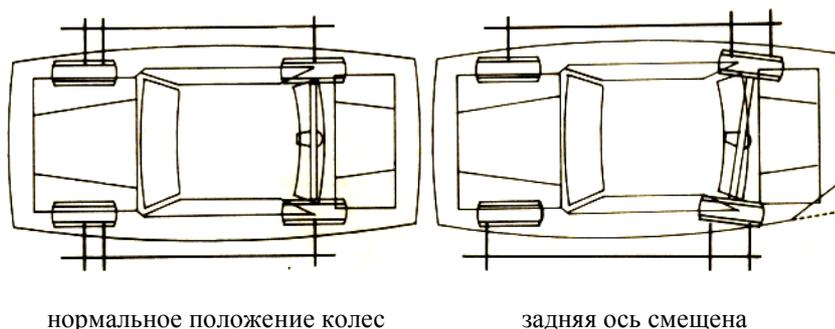


Рис. 6. Измерение расстояния между осями

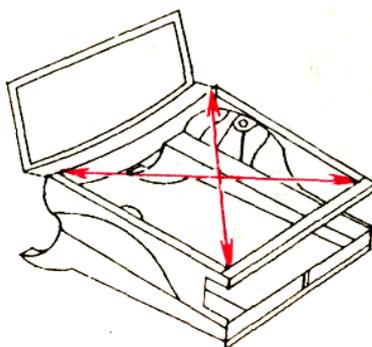


Рис. 7. Проверка кузова путем диагонального измерения

Полученные фактические измерения можно сравнить с таблицами номинальных значений, которые автомобилестроители публикуют в инструкциях по ремонту для многих моделей.

Величина установленных отклонений помогает выбрать оптимальный способ восстановления отдельных узлов кузова, их правки или замены в случае очень больших отклонений.

В современных условиях, когда парк автомашин становится разнообразнее и требования к безопасности существенно возросли, более целесообразно использовать комплексные измерительные системы. Несмотря на многообразие конструкций, все существующие системы по способу измерения можно условно разделить на следующие типы: шаблонные, измерительная система по принципу симметрии, универсальные, механические, компьютерные, ультразвуковые, лазерные.

## 4.1. Шаблонная система

Шаблонная система выглядит следующим образом. В определенных местах к платформе стапеля крепятся шаблоны, совпадающие с контрольными точками кузова верхней своей частью. Набор шаблонов и их расположение зависят от марки и модели автомобиля. В наших измерениях следует отталкиваться от неповрежденных контрольных точек. Три-четыре такие точки позволяют точно выставить машину относительно стапеля.

Недостаток такой системы заключается в сложности ее установки на автомобиль, вследствие чего она практически трудноприменима для диагностики. Кроме того, для каждой модели автомобиля нужен уникальный набор шаблонов. При работе с различными марками и моделями автомобилей количество шаблонов может превысить разумные пределы, их надо где-то хранить. За рубежом распространена практика проката шаблонов, в России это не очень распространено.

## 4.2. Измерительная система по принципу симметрии

Так чем же руководствовались канадские конструкторы, когда разрабатывали эту систему? После удара в одну из сторон машины деформируется именно эта сторона кузова, и повреждения дальше не распространяются. Это, в свою очередь, обеспечивает и гарантирует то, что удары легкой и средней силы приводят не к серьезным конструктивным изменениям геометрии всего кузова, а только к локальному повреждению или смещению отдельных элементов.

Поэтому нужна была измерительная система, которая могла бы легко и быстро переносить замеры с целой стороны на поврежденную. Именно этот принцип – принцип симметрии – и реализован конструкторами Wedge Clamp.

Чтобы упростить проведение измерений, они отказались от традиционных салазок (продольных и поперечных), являющихся неотъемлемой частью измерительной системы. Взамен они предложили вращающуюся систему, осью вращения которой служит центральный вал, на котором крепятся вертикальные стойки и измерительная перекладина (рис. 8) Все это может вращаться вокруг места крепления на  $360^\circ$ , позволяя проводить измерения в любой точке автомобиля, как днища, так и верха. Система способна производить измерения и внутри автомобиля: открыв двери, можно пропустить измерительную перекладину в салон и при соответствующей длине щупов измерить все, что нужно. Например, промерить петли дверей, не снимая двери. Ни одна другая измерительная система не позволит этого сделать.

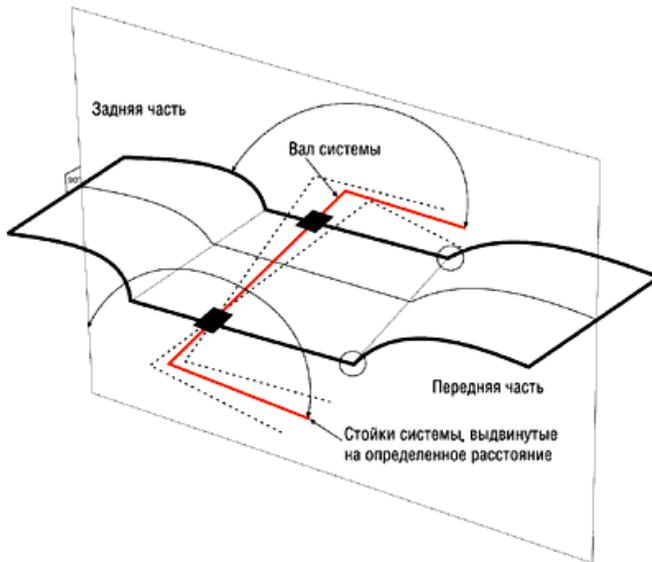


Рис. 8. Схема измерительной системы

Одной из трудоемких процедур является измерение деформированного дверного проема – стопроцентно локального повреждения, при котором симметричный дверной проем с другой стороны автомобиля остается целым.

При использовании данной системы дверь устанавливается в проем один раз, и не предварительно, а уже на конечном этапе. То есть необходимо снять поврежденную дверь, восстановить проем, а потом поставить новую – и никаких проблем не будет. Дополнение относительно качества и точности измерений. Эта система изготовлена из специального алюминиевого сплава – так называемый авиационный алюминий «с памятью». Как бы ни гнули рейки, балки и валы – они всегда будут возвращаться в прежнее положение.

Принципиально система построена следующим образом. Основой всему служит центральный вал, который крепится в любом удобном для нас месте на продольных трубах анкерной системы Wedge Clamp и непосредственно за отбортовку порогов (для этого используются специальные адаптеры). С помощью телескопических стоек, перекладин и измерительных щупов производят замеры.

В базовой комплектации измерительная система позволяет переносить в пространстве нужные точки с неповрежденной стороны на поврежденную. Реализуется перенос посредством двух бегунков, расположенных на измерительной перекладине, к которым крепятся щупы.

Данная технология дает возможность с одинаковым успехом промерять практически любые повреждения симметричных элементов (оконный проем, проем багажника, части шасси и пр.)

Но если специалисту крайне важно провести измерение по трем координатам, то базовый комплекс можно дооснастить дополнительным оборудованием.

### 4.3. Универсальные механические системы

Их называют так потому, что в отличие от простых шаблонных в комплект поставки входят технологические карты, позволяющие измерять разные марки и модели автомобилей (рис. 9). Конструкция таких систем может быть различной в зависимости от производителя.



Рис. 9. Механическая измерительная система геометрии кузова P-188

Например, на системе P-188 от Blackhawk (рис. 9) на центральной балке устанавливаются четыре пары подвижных кареток. На двух парах правая и левая части представляют собой единое целое (они прижимаются к неповрежденным точкам кузова), а другие четыре каретки (две левые и две правые) могут двигаться независимо друг от друга. Они предназначены для измерения поврежденных контрольных точек.

На каретках находятся телескопические стойки с переходниками и зажимами, которые позволяют зацепиться за контрольные и силовые точки кузова. Как правило, поперечины параллельны друг другу, но встречаются и подвижные, как, например, у систем измерения типа UGMS производства Chief. С помощью подвижных поперечин можно измерять угол скручивания кузова. В отличие от прочих систем UGMS умеет двигаться в процессе правки кузова и потому позволяет визуально контролировать одновременное положение всех контрольных точек,

избавляя мастера от необходимости постоянной калибровки. Ему требуется только добиться параллельности поперечин. Захваты и стойки подбираются, в зависимости от модели машины и вида повреждений, по имеющейся базе данных. Там же мы находим пространственные координаты для каждой точки и выставляем их при помощи продольных, поперечных линейек и вертикальной разметки. Телескопические стойки некоторых измерительных систем являются силовыми элементами, способными работать в паре со стапелем. С их помощью можно удерживать выправленные точки от перемещений и исправлять деформации, используя, как домкрат. С помощью длинных стоек можно промерять даже геометрию верхних точек передней подвески.

#### **4.4. Компьютерные измерительные системы**

Компьютерные измерительные системы появились в начале 90-х годов. Первая такая конструкция по имени Genesis была создана в 1990 году. Появились возможности анализа состояния кузова с распечаткой результатов перед началом ремонта и в процессе ремонта, а также получения документального подтверждения качества выполненной работы.

Можно сказать, компьютерной может называться та система, в которой обе составляющие процесса – определение координат контрольных точек и сведение полученных данных замеров в единую картину геометрии кузова – производятся компьютером. Компьютерные системы могут различаться по исполнению. Например, электронно-механическая система измерений Touch от фирмы Spanesi выполнена в виде консоли-тумбочки с ЭБУ и длинной коленчатой штангой, на конце которой имеется заостренный щуп. При необходимости штангу можно отделить от консоли и присоединить к стапелю, в этом случае поле ее действия ограничивается, хотя в ряде случаев и этого бывает достаточно.

Положение каждого сочленения штанги и щупа фиксируется встроенными переменными сопротивлениями. Касаясь острием щупа контрольных точек, определяют их положение в пространстве. Кроме этого, можно самостоятельно задавать дополнительные точки. Сходным образом устроены и работают и системы некоторых других производителей, например система NAJA (рис. 10).

Универсальная компьютерная измерительная система NAJA обеспечивает лёгкое, быстрое и точное измерение геометрии кузова. Программа устанавливается на любой PC с минимальными требованиями и содержит пополняемую базу данных по кузовам всех автомобилей, а также позволяет вести базу данных клиентов.

Возможности системы NAJA:

– мгновенные замеры величин при перемещении датчика в точку замера; подтверждение того, что контролируемая базовая точка заняла своё оригинальное положение путём подачи звукового сигнала;

- совместима с любыми стапелями CELETTE;
- направление необходимого вытягивания кузова чётко показывается на экране;
- обмен данными между измерительным блоком и компьютером по радио;
- цветной принтер формирует чёткий документ, который отражает результаты контроля геометрии кузова и подтверждает качество проведённого кузовного ремонта, гарантируя от любых претензий клиентов.



Рис. 10. Компьютерная измерительная система NAJA

#### **4.5. Ультразвуковые измерительные системы**

Система предназначена для того, чтобы максимально экономить время промера автомобиля как при диагностике (измерении на подъемнике), так и при работе на стапеле.

Опишем на примере Shark от Blackhawk (рис. 11). Она состоит из электронной части – консоли с компьютером, цветным монитором, принтером и клавиатурой, и механической – приемной балки и излучателей, подвешиваемых на контрольные точки.



Рис. 11. Универсальная ультразвуковая измерительная система SHARK

Сначала компьютер на основе четырех (минимум трех) неповрежденных точек определяет плоскость, параллельную его днищу. Все последующие измерения производятся параллельно этой плоскости. Координаты измеряемых точек (в трех плоскостях) определяются так: к измеряемым точкам автомобиля крепятся ультразвуковые излучатели. Они соединяются проводами с приемной балкой, расположенной под автомобилем. Звук воспринимается микрофонами, находящимися на балке (одна точка на кузове – два источника ультразвука от датчика – шесть микрофонов на балке). Время прохождения звука от датчика до микрофона позволяет определить координаты точки на кузове в трех измерениях относительно найденной плоскости. Все точки – базовые и измеряемые – отображаются на экране компьютера в графическом и цифровом виде. Данные измерения сравниваются с данными производителя, и вычисляется расхождение.

Информация по данному автомобилю сохраняется в памяти компьютера. Распечатанный отчет о повреждениях, о ремонте, техкарта автомобиля служат документальным подтверждением текущего состояния кузова.

## 4.6. Лазерная система

Наиболее типичной лазерной системой является Genesis. Она состоит из консоли с компьютером, цветным монитором, принтером и клавиатурой, лазерного сканера и отражателей с набором крепежных элементов. Компактный сканер, весом менее 8 кг, снабженный четырьмя безопасными лазерами, подводится под любое место кузова автомобиля, причем большая точность при установке и излучателя, и автомобиля не требуется. Затем в соответствии с указаниями компьютера подбираются крепежные элементы и зеркальные мишени. Перемещающийся в горизонтальной плоскости луч, отразившись от одного из зеркал, возвращается в приемник. Углы излучения и приема фиксируются сканером, после чего компьютер рассчитывает горизонтальную проекцию положения контрольной точки. Каждое зеркало имеет вертикальные черные полосы, что-то вроде штрих-кода, позволяющие электронике идентифицировать мишень и определить ее вертикальную проекцию. Один из образцов показан на рис. 12.



Рис. 12. Компьютерная измерительная система GENESIS VECTOR

Возможности системы GENESIS VECTOR:

– лазерный сканер, установленный под днищем автомобиля, автоматически и непрерывно считывает информацию о местоположении целей, установленных на контрольные точки, и передает ее для обработки в компьютер измерительной системы с дальнейшим выводом результатов измерений на экран монитора;

– обновление информации на экране монитора, происходящее каждые 3 с, дает возможность визуального контроля процесса восстановления геометрии кузова автомобиля, даже не прерывая его ни на секунду;

– до 30 контрольных точек одновременно;

– программное обеспечение легко в использовании, все команды оператора сопровождаются наглядными символами и вводятся, в буквальном смысле слова, «с экрана». Программа сама подскажет оператору, как правильно разместить «цели» (отражатели лазерного луча), в каких местах (укажет на фото), какие приспособления использовать (укажет на фото);

– возможность измерения двух автомобилей одновременно;

– база данных на CD содержит информацию по всем автомобилям мира серийного производства;

– информация о клиенте, результат измерений до, во время и после ремонта сохраняется в памяти и легко доступна для обработки и пересылки;

– результаты инспекции могут быть легко запротоколированы и распечатаны на цветном принтере для предоставления как клиенту, так и его страховой компании для оценки повреждения автомобиля.

И ультразвуковая, и лазерная измерительные системы очень удобны в работе. Они позволяют фиксировать и сохранять в памяти всю динамику стапельных работ. Единожды смонтировав эти компоненты на кузове, можно не трогать их до окончания процесса правки. Смещение автомобиля в процессе работы с ним ни на что не повлияет, система постоянно самоустраивается. Связь компьютера с прочими составляющими осуществляется посредством кабеля, беспроводное общение пока не применяется. Существующая русскоязычная база данных охватывает более 7000 современных иномарок и обновляется 4 раза в год.

Изображение на мониторе можно менять по своему усмотрению. Перед началом работы мастеру будет показан нужный автомобиль в собранном или в частично разобранном (без подвески) виде. Около каждой контрольной точки обозначены соответствующие ей подвесы и их крепления. Если мастер возьмет не тот аксессуар, компьютер увидит ошибку и сообщит об этом. В спорных случаях можно запросить фотографию любой контрольной точки, что позволит избежать ошибок. После установки подвесов на экране возникнет цветное схематическое изображение измеряемого кузова с указанием направления и величины исправлений. Картинка будет корректироваться по ходу работы. При необходимости можно посмотреть результаты расчетов, измерений и сравнений. Все команды вводятся при помощи «светового пера». Любое изображение можно распечатать на цветном принтере. С помощью всяких хитрых приспособлений возможно добраться даже до подкапотных, верхних и боковых точек кузова. Количество одновременно измеряемых точек не ограничено.

Иногда случается так, что одно зеркало лазерной системы попадает в тень другого. На такой случай существует функция «заморозки» мишени, то есть ее можно зафиксировать в памяти. Ультразвуковой системе такая функция не требуется, но на ее работу могут оказать влияние сквозняки и сварка.

Некоторые измерительные системы пригодны для проведения диагностики подержанных машин или их страховой оценки вне стапеля. Существуют раздвижные диагностические стойки с площадкой для балки измерительной системы, но можно расположить балку и на полу, а автомобиль зафиксировать на подъемнике в 10–15 см над ней. Для лазерного сканера выпускаются треноги, как для фотоаппарата. Также сканер можно закрепить с помощью специального кронштейна прямо на консоли системы.

### **Контрольные вопросы**

1. Простейшие способы диагностики кузова.
2. Измерение расстояния между осями.
3. Способ диагонального измерения размеров кузова.
4. Принцип работы шаблонной измерительной системы.
5. Принцип работы компьютерной измерительной системы.
6. Измерительная система, работающая по принципу симметрии.
7. Принцип работы ультразвуковой измерительной системы.
8. Устройство и принцип работы лазерной системы.

## 5. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЯ

### 5.1. Разборка автомобиля для ремонта кузова

В зависимости от вида ремонта и состояния кузова разборку выполняют частично или полностью. Частичную разборку производят в случаях, когда кузов требует ремонта только отдельных его частей, поврежденных в результате коррозионных разрушений, ослабления креплений или небольших аварий. Полную разборку производят, как правило, при значительных аварийных повреждениях кузова, требующих производства работ по правке на специальных стапелях или при замене кузова новым.

Кузов может быть правильно разобран только при строгом соблюдении определенной технологической последовательности, исключающей возможность повреждения деталей. Поэтому порядок разборки строго регламентирован технологическим процессом.

Разные типы кузовов имеют различное число деталей, по-разному установленных и укрепленных. Поэтому процесс разборки кузова разрабатывают для каждого типа кузова.

Детали и узлы, прикрепленные к корпусу кузова, обычно легко снимаются после удаления соответствующих крепежных элементов (винтов, болтов, шурупов и т.п.). Значительно сложнее снять панели с кузова, имеющего сварной корпус. Чтобы снять такую панель, ее необходимо срубить тонким острым зубилом.

При разборке кузовов трудоемкой работой является отвертывание заржавевших болтов, гаек и шурупов, разъединение панелей, сваренных точечной сваркой.

Особую осторожность соблюдают при разборке хрупких и легко поддающихся повреждению деталей, таких как стекла и обивка.

Полная разборка кузовов зависит от его конструкции. Однако общая последовательность разборки кузова легкового автомобиля сводится к снятию подушек и спинок сидений, внутреннего оборудования и обивки салона, стекол кузова, электропроводки, дверей и оперения. Разборка кузовов несущей конструкции тесно связана с разборкой автомобиля в целом. Некоторые детали и узлы снимают до отсоединения электрооборудования и агрегатов ходовой части автомобиля, а некоторые детали снимают с кузова только после снятия агрегатов.

После полной разборки кузова автомобиля для ремонта остаются неразобранными только корпус или его узлы. В зависимости от состояния деталей и узлов, требующих ремонта, цельнометаллический сварной корпус разбирают частично. Последовательность разборки и ремонтных операций при удалении отдельных поврежденных элементов

корпуса выполняют так, чтобы ремонтируемый узел не получал дополнительных деформаций, вызывающих искажения геометрических параметров за счет сильного ослабления места ремонта. Для этой цели до снятия опорного узла корпуса в его проемы устанавливают соответствующие кондукторы или специальные распорки, которые удерживают в нормальном положении узел, лишившийся опоры.

Подготовленный к ремонту корпус устанавливают в удобное положение. При этом принимают меры для устранения нагрузки от собственной массы, которая может вызвать деформацию и искажение его геометрических параметров.

## 5.2. Исправление геометрии – общий подход

Исправление геометрии кузова и его составляющих деталей невозможно без понимания основ конструкции современных автомобильных кузовов. Современные кузова – это не просто набор деталей. Кузова являются несущими, и каждый элемент добавляет свой вклад в общую жесткость кузова.

Для понимания конструкции лучше всего представить кузов в виде геометрического аналога, состоящего из плоскостей, ребер и вершин, в которых ребра соединяются (рис. 13). Конечно, многие автомобильные детали не содержат ровных плоскостей и не содержат ровных ребер, но их поведение при деформации и ремонте остается аналогичным.

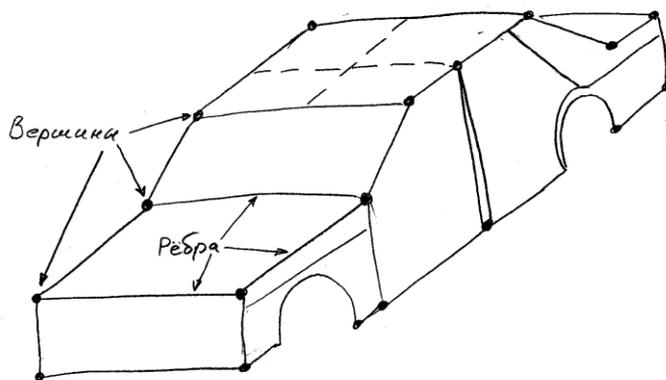


Рис. 13. Схема кузова автомобиля в геометрическом представлении

Таким образом, можно представить себе, что все панели кузова – это поверхности, натянутые на каркас из ребер жесткости. Сами ребра

соединяются в узлах, которые назовем вершинами. Тогда крылья, капот и багажник, крыша, двери – все это будет панелями. Стойки крыши, боковые стойки дверей, элементы жесткости внутри панелей – ребра. Места соединения ребер, такие как углы крыши, углы где сходятся передние стойки крыши, двери и крылья, углы капота – вершины.

Пользуясь такой схемой, легко понять, в каком порядке следует исправлять нарушенную геометрию. Порядок следующий:

**а)** Вершины, уведенные ударом со своих позиций, возвращаются на исходные места с использованием стапеля или распорок, помещенных внутри салона. Жесткости пола кабины всегда более прочные, чем жесткости крыши, поэтому их можно использовать как опору для выставления на места верхних вершин.

При возврате вершин деформированные ребра оказывают сопротивление тем большее, чем ближе они возвращаются к первоначальной форме. Следовательно, при приложении усилия к вершинам, нужно также «помогать» ребрам вернуться в исходную форму.

**б)** Восстанавливается исходная форма ребер жесткости. При этом используются операции выколотки и рихтовки. Применяются обратные молотки, контактная и полуавтоматическая сварка, подложки различной формы и обычные молотки. Цель операции – вернуть ребрам их исходную форму, включая исходную форму поперечного профиля ребра жесткости.

**в)** Восстанавливается исходная форма панелей. При этом используются операции выколотки и рихтовки. Применяются обратные молотки, термоусадка, обычные молотки и подложки.

При соблюдении такой последовательности операций каждый этап на 50–70% решает задачи последующего. В самом деле, выставляя на места вершины, мы уже заранее вытягиваем на свои позиции ребра. Восстанавливая положение ребер, вытягиваем металл панелей.

При попытке сделать ремонт в неправильном порядке металл панелей окажется деформированным и вытянутым в нескольких непредсказуемых направлениях. Тогда ремонт панелей может стать невозможным вообще.

### **5.3. Общие требования к технологии восстановления**

**Ход рихтовочного процесса** схематично показан на следующих рисунках.

На рис. 14 зафиксирована исходная позиция. Передняя часть автомобиля сильно деформирована до щитка передка, и зазор двери имеет отклонения вплоть до средней стойки. Автомобиль стоит на рихтовочном стенде и закреплен у задней поперечины пола при переходе к ко-

лесной нише и в середине проема передней двери. Агрегаты демонтированы.

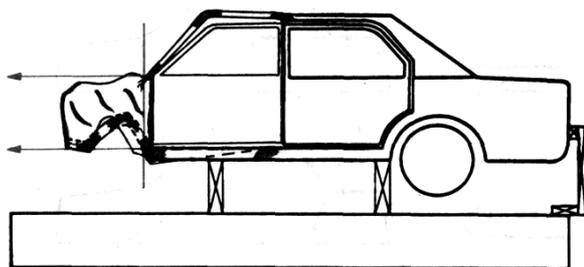


Рис. 14. Распределение сил на щитке передка

Первая растяжка служит для рихтовки пассажирского салона и восстановления первоначального зазора двери. Точкой приложения сил является передняя стойка на уровне линии окна. После восстановления формы кузов может быть зафиксирован на рихтовочном стенде до щитка передка. В проем двери вставляется элемент жесткости с натяжным устройством, чтобы он не деформировался в процессе последующих работ (рис. 15). Теперь второй растяжкой можно выправить заднюю часть лонжерона на участке передней поперечины пола и колесную нишу. После фиксации по участку передней поперечины пола производится третья растяжка на конце лонжерона (рис. 16). Только после того, как вся передняя часть будет восстановлена (рис. 17), можно принять окончательное решение, с каких поврежденных деталей следует начинать разборку.

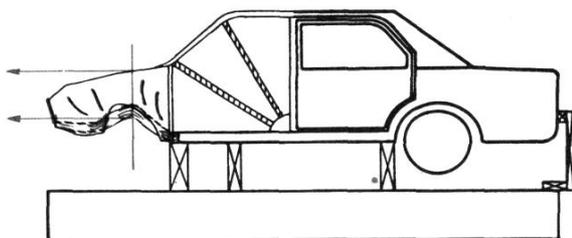


Рис. 15. Распределение сил на точке подвески амортизатора

– Если деталь расположена на главном несущем участке – пол между передней и задней подвесками осей, – то следует правило: все, чему в холодном состоянии невозможно без складок вернуть

первоначальную форму и положение, должно быть обновлено до заводских швов или до определенных автомобилестроителем линий разреза.

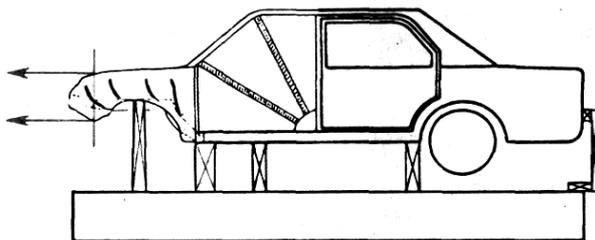


Рис. 16. Распределение сил на конце лонжерона

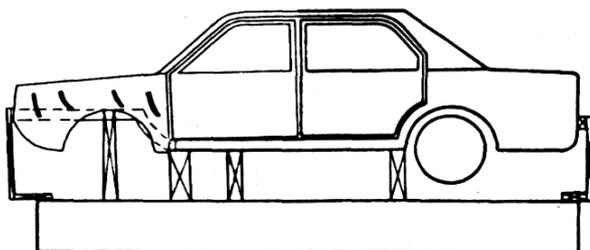


Рис 17. Передняя часть в первоначальных размерах

– Для вспомогательного несущего участка – впереди и позади подвески осей и мотора – действует правило: детали, которые нельзя привести в первоначальную форму и положение, должны быть заменены. Линии разборки можно выбирать произвольно, исключая участки, однозначно запрещенные производителем.

– Для резьбовых или монтажных деталей надо просто решить, что дешевле – выправить или заменить новыми.

При рихтовочных работах целесообразна последовательность перехода от более жестких узлов к менее жестким. Сначала восстанавливается пассажирский салон. Затем производится растяжка по участкам, причем выправленные участки фиксируются, чтобы их положение не могло измениться.

Важно подчеркнуть, что самые различные детали кузова, как внешние, так и несущие, невозможно безупречно отремонтировать без гидравлических инструментов (рис. 18).

Гидравлические инструменты по сферам использования делятся на два вида. Первый включает процессы растяжки и сжатия внутри кузова с помощью гидравлических растяжных и нажимных цилиндров и прилегающих к ним опорных элементов. Второй вид применения – это процессы растяжки и сжатия кузова снаружи, когда гидравлические инструменты соединены с рихтовочным прибором.

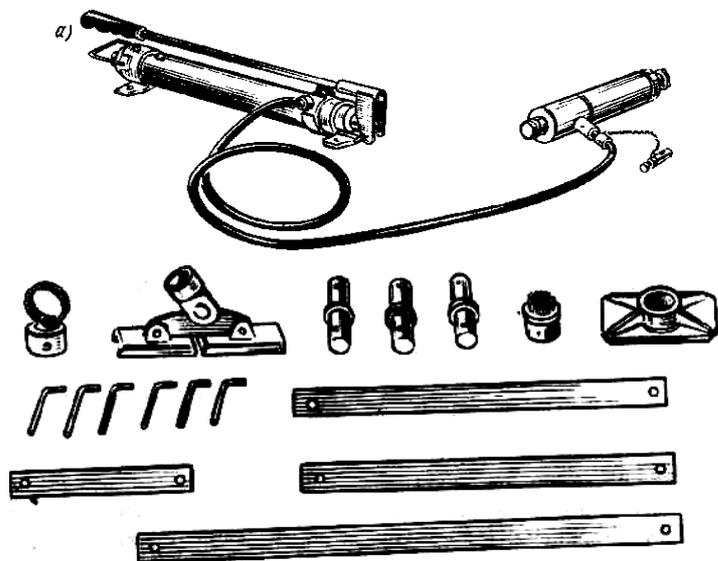


Рис. 18. Гидравлическое устройство и набор приспособлений

#### 5.4. Восстановление формы кузова правкой и рихтовкой

Технология устранения деформаций кузова зависит от вида перекося и характера деформаций деталей.

Вмятины в панелях кузова и оперения, у которых металл после удара не растянут, чаще всего выравнивают выдавливанием или вытягиванием вогнутого участка до придания ему правильной кривизны и при необходимости последующей рихтовкой выдавленной поверхности.

Образующиеся в панели при большом растяжении металла выпучины нельзя выправить рихтовкой, поскольку в процессе ее выполнения вершина выпучины может потерять устойчивость и переместиться на другую сторону листа. Это обстоятельство, если учесть, что для устранения выпучины необходимо осадить излишек металла, определяет способ ее правки.

Для исправления вмятин и восстановления формы поверхностей элементов кузова используют ручной инструмент.

### 5.4.1. Рихтовочный инструмент

Большая номенклатура рихтовочных молотков предполагает применение того или иного молотка в зависимости от характера вмятины и формы поверхности (рис. 19). Ряд молотков имеет отполированную бойковую часть, что позволяет достичь высокой чистоты правки, а в отдельных случаях производить устранение повреждений без разрушения лакокрасочного покрытия.

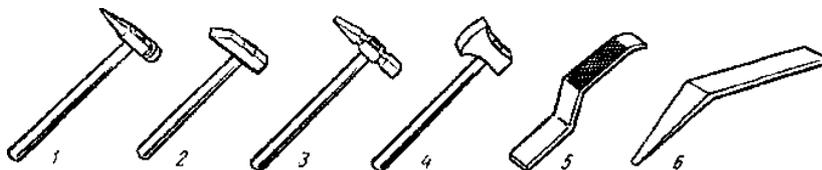


Рис. 19. Молотки:

- 1 – рихтовочный; 2 – облегченного типа; 3 – для загибки фланцев;  
4 – с выпуклой ударной частью; 5 – специальный с насечкой рабочей части; 6 – молоток-гладилка

Наковальни и фасонные плиты служат для поддержки листа во время выправления вмятины молотком (рис. 20). Форма и размеры плит и наковален выполнены с учетом наиболее часто встречающейся кривизны деталей кузова и дают возможность применять их при восстановлении различных участков кузова.



Рис. 20. Фасонные плиты, оправки, наковальни:

- 1 – плита для чистовой отделки поверхности лицевых деталей;  
2 – плита для исправления вмятин; 3, 4 – наковальни  
для восстановлении профиля деталей; 5 – оправка для исправления  
фланцев и желобов; 6 – плита для отделки плоских поверхностей

Рычаги предназначены для исправления различных вмятин (рис. 21). Конструкция рычагов и длина некоторых из них предусматривает их применение в труднодоступных местах через технологические окна и отверстия в деталях кузова.

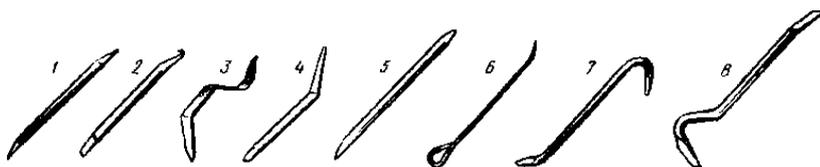


Рис. 21. Рычаги и прижимы для исправления вмятин:

- 1 – рычаг для исправления дефектов штамповки;
- 2 – рычаг для рихтовки крыльев после окраски; 3 – рычаг-прижим;
- 4 – рычаг для исправления вмятин; 5 – рычаг пластинчатый для исправления вмятин в труднодоступных местах; 6 – рычаг для исправления разных дефектов; 7 – рычаг для предварительной правки; 8 – рычаг для устранения больших деформаций

Восстанавливают форму кузовных деталей с использованием рихтовочного инструмента. Правку выпучин выполняют в холодном или нагретом состоянии.

#### 5.4.2. Устранение деформаций рихтовкой без нагрева

Устранение выпучин в холодном состоянии основано на растяжении металла по концентрическим окружностям или по радиусам от выпучины к неповрежденной части металла (рис. 22). При правке образуется плавный переход от наиболее высокой части выпучины к окружающей ее поверхности панели. Для этого по направлению от металла, окружающего выпучину, к выгнутой части поверхности наносят молотком последовательную серию ударов по кругу. По мере приближения молотка к границе выпучины силу удара уменьшают. Чем больше будет число окружностей на панели при рихтовке, тем плавнее получится переход от выпучины к неповрежденной части металла.

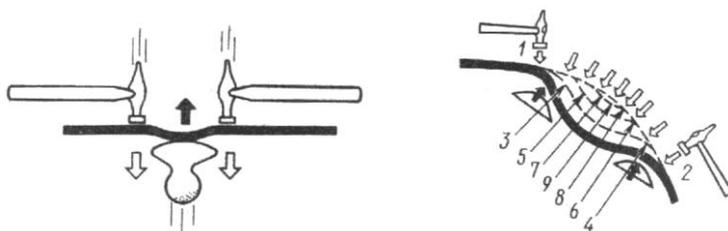


Рис. 22. Устранение деформаций в кузовных деталях рихтовкой без нагрева

Исправление деформаций на деталях с некруглыми поверхностями выполняют с использованием киянки и фасонных плит или наковален специального профиля.

Значительная пластическая деформация, имеющая место при растягивании металла для устранения выпучины рихтовкой в холодном состоянии, увеличивает истинную поверхность металла на восстанавливаемом участке и ухудшает стойкость его окисной пленки. В результате коррозионная стойкость металла ухудшается. Поэтому правку неровных (волнистых, небольших вогнутых поверхностей) панелей кузовов и оперения выполняют без наклепа и увеличения площади металла при помощи опорной плиты 2 и специального молотка 1, имеющего насечку на рабочей части (рис. 23). При устранении вмятин данным способом металл не растягивается, а длина панели 3 восстанавливается до первоначальных форм и размеров.

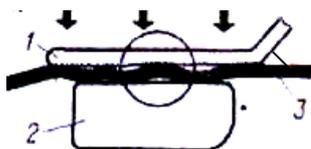


Рис. 23. Рихтовка специальным молотком, имеющим насечку

Для восстановления поверхности кузовных деталей в легкодоступных местах применяют различные рихтовочные инструменты в соответствии с кривизной восстанавливаемого профиля детали, т.е. с учетом радиусов, переходов различной кривизны и ребер жесткости.

### **5.4.3. Устранение выпуклости на поверхности кузова методом нагрева и быстрого охлаждения**

Метод основан на использовании процессов расширения и усадки металла, при нагреве и последующем охлаждении (рис. 24). Ввиду того, что пластичность кузовной стали при комнатной температуре недостаточно высокая, применяют ее нагрев. При нагреве мягкой стали до температуры около 800°C (красный цвет) она становится пластичной и легко деформируется. Нет необходимости нагревать всю поверхность, а достаточно выбрать для этого несколько подходящих точек.

Нагрев металла выпуклости на кузове осуществляют угольным электродом сварочного аппарата или пламенем газовой горелки. Наиболее удобным для этой цели источником нагрева является кислородно-ацетиленовая горелка.

При нагреве точки металла узким пламенем кислородно-ацетиленовой горелки небольшой круг металла быстро разогревается докрасна и

пластичность металла при этом резко возрастает. Так как расширению нагретого металла препятствует менее нагретый окружающий металл, то увеличение его объема происходит за счет утолщения. Как только металл разогреется докрасна, горелка отводится и начинается охлаждение: нагретый круг металла становится темно-красным, черным и продолжает далее охлаждаться.

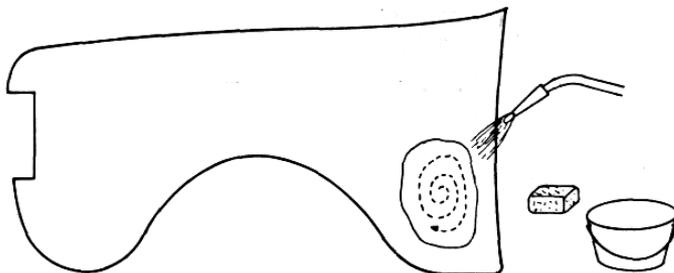


Рис. 24. Устранение выпуклости на поверхности кузова методом нагрева и быстрого охлаждения

При охлаждении металл сжимается, его объем уменьшается, но удерживается расположенным вокруг холодным металлом, ни длина, ни ширина которого не изменялись. Так как металл имеет температуру, не соответствующую максимальной пластичности, то, сжимаясь, он поглощает небольшую часть удлинения окружающего металла. Усиление процесса осаживания металла производят уменьшением скорости распространения тепла путем создания кольца вокруг нагретой части металла из мокрой ткани, противодействием деформации путем нажатия на металл ручкой молотка или трубой вблизи нагретой точки, выстукиванием границ точки металла, нагретого докрасна, а затем и самой нагретой точки киянкой или рихтовочным молотком.

Резкое охлаждение нагретого участка кузова выполняют тампоном асбестовой смеси или ткани, смоченной водой. Охлаждение металла приводит к нужной осадке и принятию поверхностью кузова требуемого профиля.

#### **5.4.4. Устранение выпуклости-вмятины методом нагрева и осаждения металла ударным воздействием**

При рихтовке нагреванием и выстукиванием быстро подводят горелку к центру выпуклости, прогревают ее и отводят горелку, как только разогретое докрасна пятно достигнет диаметра не более 10 мм

при толщине металла панели 0,6–0,8 мм. При нагреве необходимо следить, чтобы металл не начал плавиться. Если работу выполняют в одиночку, то горелку отставляют, а под лист помещают ручную наковальню почти под дефект. Быстро выстукивают непокрасневший металл вокруг нагретой точки, а затем нагретую точку, пока металл еще остается темно-красным (рис. 25). Предпочтительно выполнять эту работу киянкой.

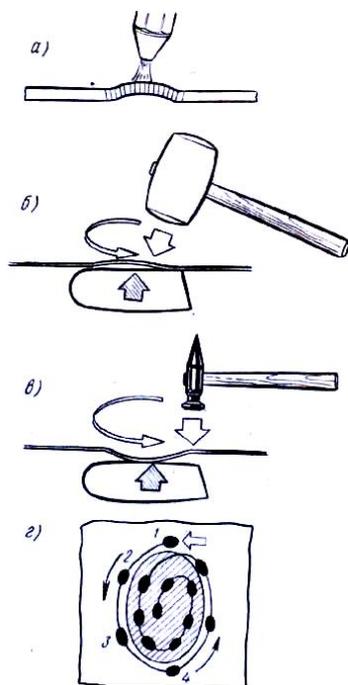


Рис. 25. Устранение обширных выпуклостей (вмятин) на поверхности кузова методом нагрева в сочетании с ударным воздействием

При рихтовке молотком-гладилкой сила удара должна быть небольшой, чтобы не создать растяжения металла вместо усаживания. Если выпуклость небольшая, то достаточно одной точки. Работу считают законченной только тогда, когда металл остынет до температуры окружающей среды. Для ускорения охлаждения применяют смоченную в воде ткань. Если необходимо осуществить дополнительные точечные нагревы, то их следует делать не более двух, трех между каждым охлаждением.

После охлаждения нагретого листа проводят тонкую рихтовку прогретого участка, чтобы выровнять поверхность металла, которая имела до этого деформацию.

#### **5.4.5. Устранение вмятин в труднодоступных местах кузова**

Устранение таких вмятин производят при помощи рычагов и специального приспособления ударного типа (рис. 26).

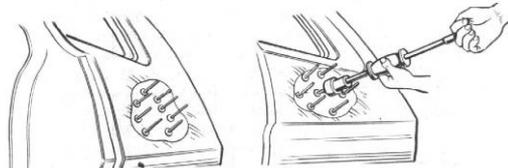


Рис. 26. Устранение вмятин приспособлением ударного типа

Исправление вмятин на лицевых поверхностях в зоне расположения усилителей производят при помощи рычагов, выбор которых зависит от расположения и характера вмятины. Заломя и вмятины панелей дверей, а также крыльев выправляют рычагами, используя в качестве опоры внутренние элементы панелей капота, дверей, щитка брызговика и т.д. (рис. 27).

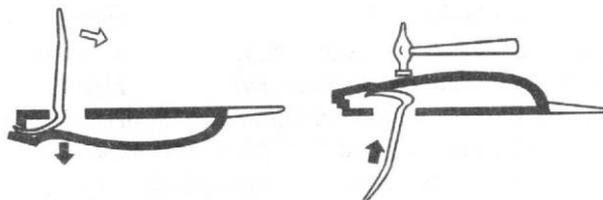


Рис. 27. Исправление деформированных участков с помощью рычагов

Устранение деформации панели порога производят его вскрытием, правкой, зафланцовкой и сваркой. Для вскрытия применяют дрель, твердосплавное сверло или цельный зенкер, зубило, рычаг и молоток. Правку деформированной панели порога и восстановление его формы производят рычагом-прижимом и рихтовочным молотком. Зафланцовку восстановленной панели порога выполняют молотком с использованием

опорной плиты в качестве поддержки. В заключение выполняют сварку наружной панели порога с накладкой боковины и панелью пола.

Неглубокие пологие вмятины иногда удается выправить, не вскрывая скрытой полости. Для этого в наиболее глубокой части вмятины сверлят отверстие диаметром 6 мм, через которое вставляют изогнутый конец стержня и вытягивают вогнутую часть панели до нормального ее положения. Затем отверстие заполняют припоем или эпоксидной шпатлевкой.

Устранение глубоких вмятин проводят приспособлением ударного типа (рис. 26). Приспособление состоит из ударного молотка, движущегося по направляющему стержню и заканчивающегося рукояткой с упорной площадкой. Рабочим органом является комплект сменных наконечников, предназначенных для исправления вмятин на панелях кузова. Сменные наконечники со стержнем приспособления соединяют резьбой.

Нельзя не упомянуть о специализированном сварочном оборудовании, разработанном исключительно для ремонта автомобилей. Точнее, для ремонта панелей кузова. Это – споттеры и универсальные аппараты на их основе.

Споттеры практически незаменимы при правке небольших вмятин кузовных панелей, особенно в случае затрудненного доступа к обратной стороне зоны деформаций. В таких случаях рихтовочное усилие можно приложить только с внешней стороны панели. Для этого при помощи споттера в зоне деформаций временно приваривают ряд штучных крепежных элементов (гвоздей, шпилек, шайб, крючков и т.п.).

Временные элементы играют роль точек приложения вытягивающего усилия. Оно может быть ударным, что характерно при применении инерционного молотка, или плавным в случае использования рычажных устройств. После выправления дефекта временные элементы удаляются.

С точки зрения принципа работы споттер представляет собой аппарат контактной сварки, но в отличие от сварочных клещей в нем используется иная ее разновидность – сварка сопротивлением.

Схема сварки сопротивлением аналогична односторонней точечной. Один из выводов источника тока подсоединяется к привариваемому элементу, другой – к панели. Разница заключается в том, что при сварке сопротивлением в месте контакта металл соединяемых деталей нагревается до температуры, близкой к температуре плавления, но не превышающей ее ( $T_{нагр} = 0,8 - 0,9 T_{плав}$ ).

При этом в месте сварки не происходит образования расплавленного ядра точки. Достаточно прочное соединение получается в результате пластической деформации нагретого металла сжимающим усилием.

При работе споттером усилие сжатия между привариваемым элементом и панелью создается вручную. Для этого элемент крепится в удобном ручном пистолете (стаддере), через который осуществляется подвод тока.

Тонкость применения споттера заключается в точном выборе режима сварки (величины и длительности импульса тока). При правильной установке параметров сварное соединение получается, с одной стороны, достаточно прочным для передачи рихтовочного усилия, с другой – легко разрушаемым при скручивании приваренного элемента.

Процесс сваривания скоротечен, вручную осуществить дозирование сварочного импульса очень трудно. В большинстве случаев эта задача решается с помощью цифровой электроники, управляющей режимами сварки. Это дает основание некоторым производителям называть свою продукцию цифровыми споттерами.

Контроль качества рихтовки осуществляют визуально или ощупыванием контролируемой поверхности ладонью руки. Визуально наиболее легко контролируются выпуклые или вогнутые поверхности путем просмотра их под углом или сбоку. Для контроля плоских поверхностей применяют линейки. При ощупывании малейшая неровность ощущается ладонью руки.

#### **5.4.6. Устранение деформаций кузова с помощью растяжек**

Искажения геометрических размеров (перекосов и прогибов) в кузове устраняют усилием, направленным противоположно тому, которое действовало во время аварии.

Для устранения перекоса в проеме двери, ветрового и заднего окон, или перекоса средней сложности в проеме для капота, или крышки багажника кузов устанавливают на подставки. Определив места приложения усилия для устранения перекоса и подобрав необходимые захваты и упоры, устанавливают и закрепляют в проеме винтовые растяжки или гидроцилиндр с необходимыми удлинителями, захватами и упорами (рис. 28).

Создавая усилие винтовой парой растяжки или гидроцилиндром, производят правку поврежденного проема. Сняв растяжки и оснастку, контролируют качество правки.

Размеры проемов кузова проверяют линейкой. При отсутствии контрольных измерительных инструментов проверку соответствия проемов выполняют по сопрягаемой детали кузова без ее закрепления. При наличии отклонений вновь производят правку.

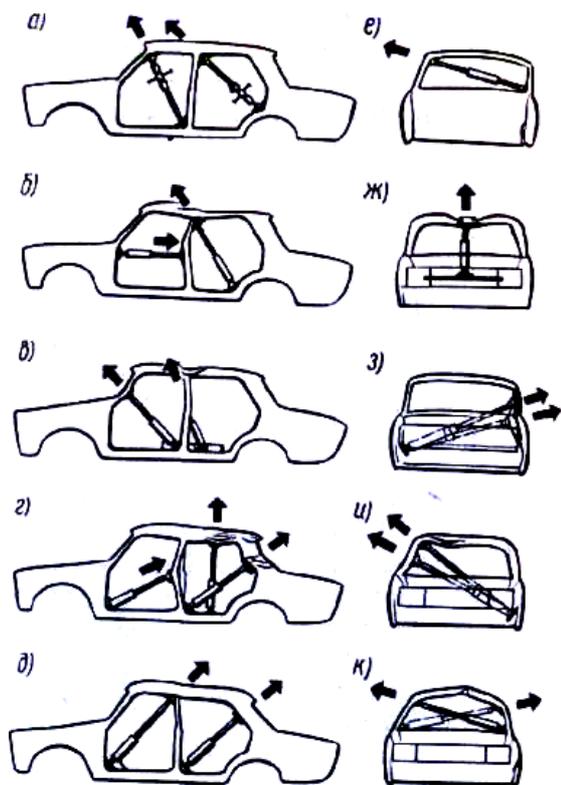


Рис. 28. Варианты установки растяжек на кузов при устранении перекосов в проемах окон и дверей:  
 а – установка растяжек по диагонали проема двери;  
 б – одновременная правка центральной стойки в двух точках;  
 в – правка центральной стойки в поперечном направлении кузова с одновременной правкой передней стойки; г – правка деталей проема двери в вертикальном направлении; д – одновременная правка двух смежных проемов дверей по диагонали; е – правка ветрового или заднего окна по диагонали; ж – установка растяжки вертикально по центру проема; з, и – установка по диагонали одновременно двумя растяжками в одном направлении; к – установка растяжек в противоположных направлениях

Окончательно устранив перекосы проемов, устанавливают двери, капот, крышку багажника или ветровое (заднее) стекло в проем с подгонкой по зазорам и выступанию (западанию).

### 5.4.7. Устранение деформаций кузовов с использованием передвижных силовых устройств

Производят в следующем порядке:

1. Определяют места приложения усилия для устранения перекоса и подбирают необходимые захваты и упоры из комплекта приспособлений.

2. Определив место приложения и направление усилия для устранения перекоса, закрепляют в этом направлении устройство для правки кузова; устанавливают и закрепляют в проеме винтовые растяжки или гидроцилиндр с необходимыми удлинителями, захватами и упорами.

3. Устанавливают и закрепляют цепь силового органа одним концом за закрепленный захват или зажим, а другим – за силовой рычаг. При установке цепи рабочий цилиндр должен быть в сжатом состоянии. При этом цепь должна быть предварительно натянута и иметь угол наклона, определяемый необходимым направлением растягивающего усилия; при помощи силового органа производят вытяжку (выдавливание) поврежденной детали или узла. Работу производят в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации силового органа.

При больших усилиях правки кузов к стенду дополнительно закрепляют через проемы дверей силовой поперечиной в виде трубы. Выдавливание поврежденных деталей изнутри кузова производят при помощи силовых растяжек с упором на приспособление с использованием удлинителей, упоров и захватов; после снятия нагрузки силовых приспособлений проверяют геометрические параметры кузова. При необходимости правку кузова повторяют; по окончании правки демонтируют силовые элементы, захваты и упоры устройства.

Правку с помощью таких устройств (рис. 29) производят обычно на полу или на подставках, руководствуясь следующими рекомендациями: перед растяжкой производят крепление силового устройства, располагая его на центральной оси перпендикулярно деформированному участку: цепь крепят в центре деформированного участка с помощью зажимов. Если лист панели, подвергаемой правке, ослаблен, то к нему приваривают усилительную пластину.

Цепь прикрепляют перпендикулярно к вертикальному рычагу устройства, точно соблюдая ось правки и принимая во внимание, что наибольшее усилие развивается на головке силового цилиндра. По мере увеличения высоты закрепления цепи на рычаге усилие на штоке гидроцилиндра плавно уменьшается. Минимальное усилие растяжения создается на верхнем конце вертикального рычага. Растяжку начинают при минимальном ходе штока гидроцилиндра. Угол, образуемый вертикальным рычагом с горизонтальной балкой устройства, должен быть острым, так как позволяет создавать перемещения на величину, необходимую для правки, не прибегая к укорачиванию цепи.

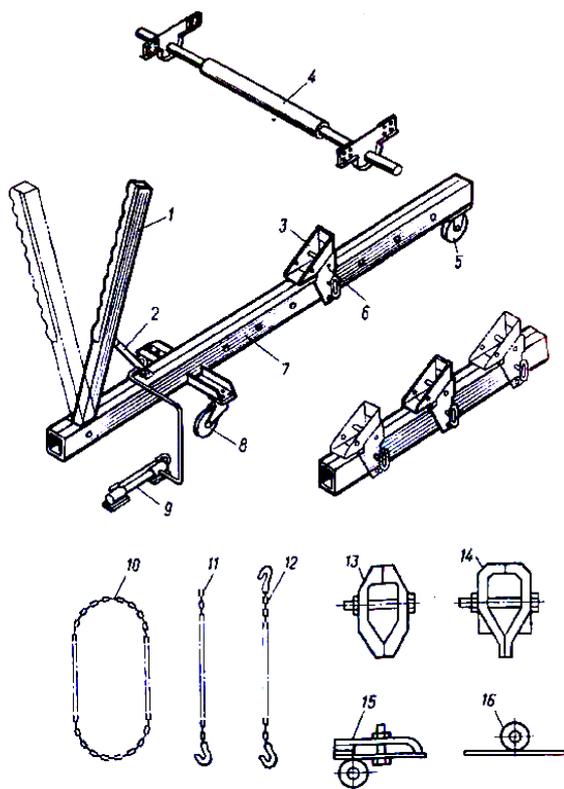


Рис. 29. Устройство БС-71.000  
для правки кузовов легковых автомобилей

Устройство имеет длину 3000 мм, ширину 635 мм, высоту 1500 мм и массу 185 кг. Легкость перемещения устройства и установки под аварийный автомобиль обеспечивают колеса 5 и 8 (одно неповоротное диаметром 170 мм и два поворотных диаметром 190 мм), закрепленные на основной балке на кронштейнах.

Устройство работает по векторному принципу приложения сил. Для правки кузова необходимо выставить аварийный кузов на козлы-подставки, закрепить силовую поперечину 4 в нужном месте за ребра жесткости порогов кузова, установить устройство под кузов автомобиля в направлении полученного удара, опереть упором 3 в силовую поперечину 4, править деформированные элементы кузова с использованием цепных строп 10–12 и зажимных приспособлений.

#### 5.4.8. Устранение деформаций кузова на стендах

Для устранения перекоса кузова средней, повышенной или особой сложности используют передвижные (рис. 30) или стационарные силовые устройства (рис. 31), универсальные стенды и специальные комплексы (рис. 32).



Рис. 30. Мобильный стапель G-Bench GB16

Основные особенности мобильного стапеля G-Bench GB16:

- мобильный и компактный платформенный стапель с 5-тонной силовой стойкой;
- используется для работы с нетяжелыми и наиболее распространенными повреждениями;
- в нерабочем состоянии стенд имеет размеры, позволяющий автомобилю проехать над ним;
- позиционирование силовой стойки по всему периметру платформы;
- регулируемые по высоте кузовные зажимы;
- силовая платформа с гидropодъемником;
- большой выбор спецнастки. Возможно использование измерительных систем любого типа.

Рабочий центр PISTA – полностью комплектная система, позволяющая производить быстро и с высоким качеством кузовной ремонт любой сложности. Овальная силовая рама позволяет установить тянущие колонны в любом месте стапеля (рис. 31).

Общее требование к стендам:

- наличие жесткой основы;
- надежная фиксация кузова автомобиля, причем в точно определенном положении;

- наличие силовых элементов (гидравлических растяжек);
- наличие набора рычагов, тяг и захватов для исправляемых деталей;
- наличие системы или приспособления для контроля геометрии кузова/детали.



Рис. 31. Рабочий центр с пантографным подъёмником PISTA

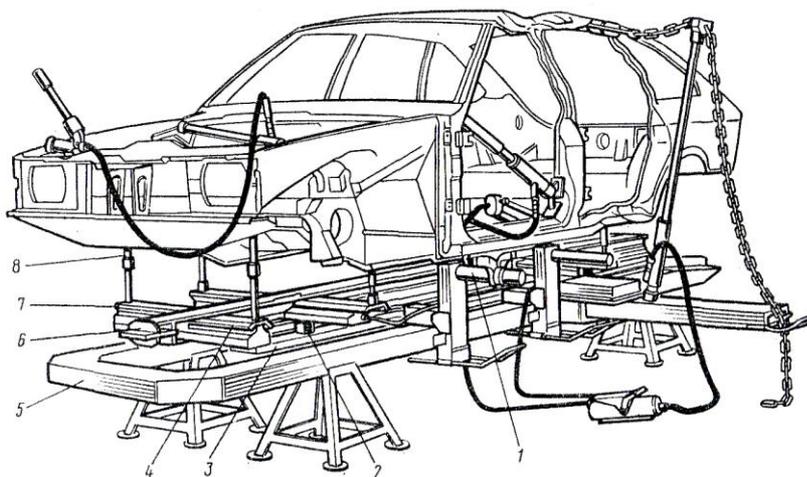


Рис. 32. Измерительная платформа «Блэкхок Р-188», установленная на стенд для правки (многоцелевой), и закрепленный кузов:

- 1 – губки для зажима кузова;
- 2 – пневматический домкрат;
- 3 – дорожка качения измерительной платформы;
- 4 – поперечный суппорт;
- 5 – многоцелевой стенд для правки;
- 6 – центральная балка;
- 7 – держатель датчика;
- 8 – датчик

#### **5.4.9. Замена целых блоков или поврежденных фрагментов при нецелесообразности их правки**

Операции технологического процесса замены: разметка границ удаляемого участка и удаление поврежденных участков, изготовление ремонтной детали и установка.

Линию разреза при частичной замене листовых деталей кузова целесообразно выбирать, учитывая конструкцию кузова и вытекающие из этого критерии прочности, также длительные и кратковременные нагрузки, образующиеся при эксплуатации и возможных авариях. При определении линий разборки важно учитывать конкретные технологические возможности при разборке и сварке частей кузова.

Обзор действующих инструкций и рекомендаций автомобилестроителей по ремонту показывает, что, в общем, рекомендуется целый ряд линий разреза как в передней, так и в задней части автомобиля.

Сложнее обстоит дело с линиями разреза на узловых участках, т.е. в местах, где сходится большое число силовых компонентов. В зависимости от конструкции там порой размещаются различные линии разрыва.

В принципе, линии эти на главных несущих участках кузова, конечно, следует выбирать согласно инструкциям автомобилестроителя, чтобы по окончании ремонта была восстановлена первоначальная прочность кузова.

Линии разреза должны быть разработаны с точки зрения возможных методов разборки. В мастерских по ремонту кузовов автомобилей различают два вида таких работ: разрезание листовых деталей кузова и разъединение деталей, соединенных точечной сваркой.

Следует отметить, что не существует универсального метода и оптимального инструмента для разборки всех участков кузова.

Ниже описываются важнейшие методы разборки, их преимущества и недостатки.

Метод ручной газовой резки имеет ряд преимуществ: им можно пользоваться при любой форме кузова, делать разрезы на любом участке, в частности, по линиям любой конфигурации, прямым или с заданными поворотами, вплоть до окружности.

Естественно, резка газом имеет и некоторые недостатки.

Неправильная установка горелки может привести к науглероживанию структуры материала в пограничных областях и тем самым к значительному ухудшению свойств кузовного листа глубокой вытяжки. Воздействие тепла на пограничных участках способно не только изменить свойства материала, но и перекосить лист на участках разреза. Все это значительно затрудняет последующую обработку в пограничных зонах.

Кроме того, можно выбрать различные виды резаков, которые обычно бывают с пневмо- и электроприводом. Например, для прямых линий разреза применяют циркулярную пилу с диаметром 38 мм. Глубина

пропила циркулярной пилы ограничивается 1 мм, поэтому нижележащие листы или усилители кузова не повреждаются. Для вырезки фигурных конструкций можно использовать лобзики по металлу. Опытный мастер может вырубить поврежденный участок специальным зубилом.

Детали, соединенные точечной сваркой, лучше всего отделять друг от друга, аккуратно высверливая сварные точки, поэтому отпадает необходимость в последующей рихтовке сварных швов. И еще одно преимущество: высверленный таким инструментом лист может быть использован вторично.

При стачивании на отрыв сварных точек точки сначала стачиваются абразивным кругом, а затем лист отрывается кусачками.

Для стачивания сварных точек в настоящее время применяются в первую очередь малые высокоскоростные углошлифовальные машины, имеющие 8500 об./мин и диаметр абразивного диска около 110 мм. Кусачки же удобнее всего применять с малым раскрытием зева и длинными ручками.

Главные преимущества этого метода состоят в скорости и простоте операции. Деформация стоек остается в пределах допустимого.

Этот способ разъединения нельзя применять, если расположенные сверху стойка и лист должны в дальнейшем оставаться на кузове.

Для срубания сварных точек существуют специальные зубила, с помощью которых облегчается разъединение сварных точек.

Однако результаты работы с применением этих зубил пока нельзя признать удовлетворительными. Причина в том, что сварная точка имеет более высокую прочность, чем окружающий материал, поэтому зубило все время стремится «уйти» из сварной точки. Вследствие этого его лучше использовать только для процессов предварительного разъединения поврежденных частей кузова вдоль сварных стоек. После этого кусачки и шлифовальный прибор помогут провести окончательное разъединение.

Следующая операция – заготовка ремонтной детали и установка, которая выполняется несколькими способами.

### **Загибка уступа и перекрытие внахлест места соединения**

Этот способ работы особенно хорошо зарекомендовал себя при замене деталей внешней обшивки кузова, поскольку такой шов отвечает всем требованиям восстановления первоначальных значений прочности.

Теперь подробнее об этом методе.

Прежде всего, производится раскрой заменяемых деталей. Причем так, чтобы затем они накладывались друг на друга внахлест, заходя на 12 мм за линию шва. У желобков, проходящих поперек к краю шва, вырубается нижний лист таким образом, что по ходу желобка образуется стык, который позже может быть соединен способом газовой сварки.

Один из краев шва (в зависимости от жесткости поверхности, обусловленной формой, это может быть край оставшейся на кузове детали

или край отрезка новой детали) загибается уступом на одну толщину листа и на ширину 12 мм. Затем этот уступ подкладывается под противоположный край шва.

### **Накладка новой детали сверху**

По аналогии с ранее описанным, можно выполнить шов, обеспечивающий величину нагрузки деталей на профильных листах путем накладки детали сверху. Важно, чтобы этот метод был разрешен производителем автомобиля для использования на главном несущем участке кузова.

В зависимости от доступности и профиля остающаяся на кузове деталь или часть новой детали втягиваются на ширину нахлеста 100 мм.

На накладываемой детали, в зависимости от толщины материала, сбоку проделываются отверстия для последующей пробивно-точечной сварки.

Если толщина втягиваемого материала слишком велика, профильные края на участке нахлеста перед загибкой можно подрезать режущим диском, а после загибки вновь подварить газосваркой.

## **5.5. Виды соединения элементов кузова**

### **5.5.1. Соединение с помощью винтов, пайки и клепки**

Самым простым и распространенным является соединение с помощью винтов и клепки. Просверленные при этом отверстия сильно ослабляют прочность и надежность несущих элементов кузова.

Однако резьбовые соединения весьма часто используются в современных кузовах на несущих участках, например на передних крыльях.

Винтовые соединения особенно эффективны именно при ремонте после аварии, так как поврежденные детали могут быть заменены новыми просто и быстро.

Другой вид соединения, используемый и при производстве, и при ремонте после аварии, это пайка. При этом различаются два вида пайки – мягкой и твердой припоем.

При пайке мягкой припоем точка плавления, в зависимости от содержания в нем олова, лежит в пределах от 180 до 280°C. Из-за относительно низкой прочности и небольшой термостойкости мягкий припой подходит лишь для покрытия уже соединенных швов и для уплотнений от газа и жидкостей. Соединения пайкой мягкой припоем не отличаются прочностью. Мягкий припой применяется в основном для последней обработки кузова перед нанесением лакокрасочного покрытия.

При пайке твердой припоем достигается более высокая прочность. Точка плавления твердого припоя лежит в пределах от 540 до 990°C.

Недостаток состоит в том, что при соединении внахлест деталей с высокими значениями прочности спаянные участки позже уже нельзя соединить электросваркой.

Известен способ сварки давлением, который может быть выполнен в форме либо кузнечной, либо контактной сварки.

Кузнечная сварка – самый старый из известных видов сварки. Она приемлема только для сталей с содержанием углерода до 0,35% и практически неприменима при ремонте кузова. Основной принцип состоит в том, чтобы путем нагревания привести материал в тестообразное состояние и соединить его под давлением, например, с помощью ударов.

### **5.5.2. Контактная сварка**

Контактная сварка – это по существу сварка давлением при температуре, доводящей соединяемые материалы до степени тепловой деформации, т.е. температура находится чуть ниже точки плавления материала. Собственно процесс представляет собой горячую пластическую обработку с приложением механических сил. Соединение происходит потому, что кристаллы сближаются до уровня атомарного взаимодействия. Это означает, что достаточное нагревание в сочетании с правильным усилием сжатия становится предпосылкой для образования оптимальной сварной зоны между листами. Заключительная фаза охлаждения при сохранении усилия сжатия обеспечивает нужную прочность.

Два важных преимущества отличают этот способ сварки от всех остальных. Исключается сквозной подвод тепла, т.е. между точками остается нейтральная зона. Незначительное колебание на участке сварки в сочетании с почти полным отсутствием деформаций поверхности означает минимум затрат времени на последующую обработку. Только если точки располагаются слишком часто, наблюдается такая же картина коробления, как и при шовной сварке.

Второе исключительное преимущество состоит в том, что уже перед свариванием посредством токопроводящей грунтовки может быть полностью реставрирована антикоррозийная защита на всем участке сварки.

Прочность «сварной зоны» зависит от таких установочных параметров, как время сварки, давление сжатия и сила сварного тока.

Подготовка деталей очень важна: места сварки должны быть абсолютно чистыми, остатки краски, ржавчина и грязь должны быть полностью удалены; детали, подвергающиеся воздействию влаги, предварительно покрываются токопроводящей грунтовкой на участке сварного шва.

Детали для сварки плотно сжимают трубочинами или, еще лучше, зажимными щипцами с фиксатором. Можно найти подходящие для различных форм сварных швов. Если применение зажимных щипцов невозможно, то рекомендуется стянуть сварочные поверхности листовыми

резьбовыми винтами. После сваривания листов отверстия от винтов следует плотно заварить в среде защитного газа.

Если листы при сварке прилегают друг к другу неплотно, то на месте сварки может образоваться отверстие провара. Позже, во время эксплуатации, не исключено появление протечек.

При прохождении тока листы разогреваются собственным, а также проходящим сопротивлением и, если давление достаточное, они соединяются. Поскольку разогрев происходит очень быстро (0,3 с) и окалины не образуется, то при этом способе нет необходимости во флюсующей добавке. Но листы должны быть тщательно зачищены. На них не должно быть никакого жира, так как углерод, который мог бы образоваться при разложении жира, диффундирует в лист и обуславливает науглероживание. Быстрое охлаждение привело бы при этом к образованию хрупкой мартенситной структуры.

Если давление электродов слишком низкое, то неровности детали не исчезают и чрезмерная плотность энергии местами ведет к расплавлениям, что заметно по брызгам. Это отрицательно влияет на структуру расплава, да еще и ведет к повышенному расходу электродов. Из-за разбрызгивания материал вырывается из зоны соединения и образуются раковины.

При недостаточном давлении электродов кристаллы не сближаются друг с другом до необходимой степени. Одной из причин недостаточного давления сжатия являются слишком длинные электрододержатели. Кроме того, такие электрододержатели вместе с деталями из стального материала изменяют индуктивное сопротивление для контура тока, из-за этого ухудшается качество сварки.

При чрезмерном давлении электродов они слишком глубоко вдавливаются в материал и последний становится тоньше, не выдерживая впоследствии нужных нагрузок.

Между точками должно соблюдаться определенное минимальное расстояние, чтобы электрический шунт не оказывал отрицательного влияния на сварку последующей точки. Минимальное расстояние для кузовного листа, хотя систематические исследования в этой области до сих пор не закончены, не должно быть меньше 15 мм.

Современный ручной прибор точечной сварки с клещами должен быть небольшим, простым в обращении, обеспечивая высокую мощность при электрической и механической надежности.

Процесс нагрева при точечной сварке обусловлен силой тока. Современные сварочные приборы снабжены устройствами для контроля тока в первичном контуре и транзисторным управлением. При случайном нажатии клещей процесс сварки начнется только в том случае, если установлено достаточное давление электродов. Поэтому у современных клещей для точечной сварки невелика опасность образования брызг и

прожигания материала. Важнейшие технические данные клещей для точечной сварки:

номинальная мощность	6,35 кВА,
вторичный ток короткого замыкания	8,3 кА,
давление электродов	180 Н,
максимальная толщина свариваемых листов	3+3 мм,
по возможности короткие электрододержатели.	

Оборудование для точечной сварки, используемое при ремонте кузовов легковых автомобилей, имеет, как правило, универсальное назначение. Машины для точечной сварки бывают стационарные (типа МТ-604, МТ-810, МТ-1614) и подвесные (МТП-811, МТП-1203, К-243). Используется сегодня и различное импортное оборудование для точечной сварки.

В ремонте применяются следующие способы сварки плавлением: дуговая сварка, ручная газовая и сварка в среде защитного газа.

### 5.5.3. Дуговая сварка

Дуговая сварка, как и сварка в среде защитного газа, представляет собой сварку плавлением. В качестве источника тепла служит электрическая дуга, которая, по сравнению с газовым пламенем, обеспечивает больший подвод тепла за единицу времени при узкой зоне разогрева. Иными словами, этот способ отличается высокой производительностью. Однако одновременно он требует от сварщика высокой квалификации и глубоких знаний, и по этой причине сфера его использования постоянно снижается.

Как правило, при ремонте автомобилей применяются электроды с покрытиями. Они состоят из сердечника и оболочки, содержащей шлакообразующие и легирующие материалы, стабилизирующие электродугу. Для сварки тонких листов предпочитают электроды с титано-кислым покрытием средней толщины или толстым, часто с добавлением целлюлозы. Мелкопористые шлаки легко удаляются, а также частично отслаиваются сами. Шов почти плоский и мелкочешуйчатый. В целом сварочные характеристики очень хорошие, они применимы даже для элементов с динамическими нагрузками.

#### Важные предпосылки для безупречного выполнения дуговой сварки

У материала	У инструмента	У сварщика
Чистая обезжиренная поверхность	Выбор параметров тока на сварочном приборе	Соблюдение правильной длины дуги
Хорошее прилегание обеих частей материала по всей ширине шва	Установка силы тока, исходя из толщины материала	Соблюдение установочного угла
	Выбор вида и диаметра электрода	Соблюдение равномерной скорости сварки

### **Зависимость от толщины материала, силы тока и диаметра электродов**

Толщина материала	Сила тока	Диаметр электрода
до 0,8 мм	40–45 А	2,0 мм
до 1,0 мм	45–55 А	2,0 мм
до 1,5 мм	55–70 А	2,0 мм
до 2,0 мм '	70–85 А	2,5 мм
до 2,5 мм	85–95 А	2,5 мм

Аппараты для электросварки могут быть либо переменного, либо постоянного тока. Сварочные трансформаторы переменного тока типа ТДМ-140, ТДМ-307, ТДМ-504 и т.д. Сварочные выпрямители постоянного тока типа ВД-121, ВД-306, ВД-401 и т.д. Вторые предпочтительнее первых из-за своей универсальности. (Например, высокоуглеродистые стали следует варить постоянным током. Можно сварить и переменным, но качество сварки в этом случае значительно ниже.) Сварочные аппараты отечественного производства при всей внешней неказистости в плане надежности не уступают импортным.

#### **5.5.4. Ручная газовая сварка**

Основные причины, по которым автогенная сварка до сих пор еще ценится рабочими:

- относительно легкая манипуляция приборами,
- простота работы без необходимости предварительного обучения,
- небольшие расходы на горелки, шланги, манометры,
- незначительные производственные расходы.

Возможности применения автогенной сварки многообразны. Благодаря относительно небольшим размерам сварочной форсунки, доступными становятся даже углы кузовов. К тому же появляется возможность за один проход перекрывать большие зазоры.

И все-таки ручная газовая сварка при ремонте кузова отрицательно оценивается автомобилестроителями. Причины в основном таковы.

Сварочное пламя имеет температуру примерно на 1000°С ниже по сравнению с электросваркой и, чтобы образовать сварочную ванну, требуется больше времени, следовательно, тепла на деталь поступает больше. Принесенное тепло снижает прочность, полученную при холодном прокате тонкого кузовного листа. Поверхность листа коробится, и приходится тратить очень много времени на последующую обработку. К тому же рядом со сварным швом снижается упругость материала и, если швы эти расположены на участках, подверженных переменным

нагрузкам, при эксплуатации автомобиля в элементах кузова возникают трещины.

Технологические причины этого отрицательного явления ручной газовой сварки легко объяснимы.

На участке предварительного нагрева оно перенасыщено ацетиленом, из-за чего прилегающие к сварному шву участки, в свою очередь, насыщаются углеродом. Следовательно, рядом со сварным швом образуется зона с сильно сниженной упругостью при переменных нагрузках.

Естественно, что сегодня ручной газовой сваркой при ремонте кузова пользуются лишь в случаях, когда ремонтируемый участок недоступен для других способов сварки или если степень сложности при других методах была бы слишком высокой для рядового сварщика.

К необходимым приборам и арматуре относятся, прежде всего, газовые баллоны.

Технические газы, используемые для ручной газовой сварки, поступают в продажу в стальных бесшовных баллонах. В зависимости от содержимого они имеют различный цвет: кислород – голубой, азот – зеленый, ацетилен – желтый, горючий газ – красный, углекислый газ – серый.

Используются также легкие стальные баллоны из высококачественной хромомолибденовой стали, которые рассчитаны на более высокое давление и потому более экономичны.

Газовые баллоны могут подвергаться температурным воздействиям только в пределах от 0 до 50°C, т.е. прямое воздействие на них солнечных лучей или мороза недопустимо.

Перед подключением баллона нужно обязательно продуть вентиль, чтобы там не оставалось никаких органических веществ.

Быстрый выход газа ведет к обледенению вентиля. Лед надо немедленно удалить тряпкой, смоченной в теплой воде.

Ацетиленовый баллон имеет толщину стенок 4–5 мм и содержит в качестве наполнителя пористую массу, которая состоит из кизельгура, асбеста, древесного угля и вяжущих материалов. Кроме того, в ацетиленовый баллон вливается ацетон, который растворяет ацетилен. Один литр ацетона при обычном в ацетиленовом баллоне давлении  $15 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup> растворяет 360 литров ацетилена. При этом объем ацетона увеличивается в 1,8 раза по сравнению с исходным.

Находящиеся в баллоне 16 литров ацетона растворяют в общей сложности 5760 литров ацетилена, что примерно соответствует содержанию одного кислородного баллона.

Из этого описания становятся ясными две опасности, которых можно избежать, лишь аккуратно обращаясь с ацетиленовыми баллонами. Во-первых, нельзя чрезмерно наклонять баллон, вентиль при выпуске ацетилена всегда должен быть расположен выше основания баллона,

чтобы ацетон не мог попасть в шланг. Во-вторых, газовые баллоны с ацетиленом во время хранения нужно оберегать от сотрясений, чтобы ацетилен, освобождаясь, не вызывал недопустимого повышения давления в баллоне.

Рабочее давление ацетилена в готовой системе составляет  $0,3-0,7 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>. Ацетилен с химической формулой  $C_2H_2$  получают из карбида кальция обычно путем гидролиза, и он служит в процессе сварки горючим газом, который, как показывает формула, содержит углерод.

Известно, что при расплавлении металла горючие газы сгорают с кислородом. Это позволяет получить максимально высокую температуру пламени и по возможности избежать воздействия воздуха (азота) на структуру металла. Даже ничтожный объем азота вызывает образование нитридов железа, и расплавленный металл становится хрупким.

На рынке кислород предлагается в баллонах с толщиной стенок 6–7 мм, обычно сжатый до  $150 \cdot 10^5-200 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>. Один стальной баллон емкостью 40 литров содержит 600 литров свободного кислорода.

При ручной газовой сварке рабочее давление кислорода должно достигать  $2,5 \cdot 10^5-3 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>. Напомним, что реакция взаимоконтакта кислорода с жиром взрывоопасна, поэтому вентиль, защитный колпак и накидные гайки ни в коем случае не должны соприкасаться с жиром.

Редукционные вентили (типа БКД-50 для редуцирования кислорода и БАД-5 для редуцирования ацетилена) выполняют несколько задач, в частности служат для снижения давления баллона до нужного рабочего давления. Оно регулируется и при резке деталей, например, достигает более высоких значений, чем при сварке. Рабочее давление должно устанавливаться независимо от используемого количества газа.

Как правило, за первым вентиляем подключается второй, дроссельный, вентиль, при этом первый вентиль снижает давление баллона до  $15 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>, а второй – до нормы рабочего давления.

Перед использованием нового баллона редуктор полностью выключают.

Кроме редукторов каждая сварочная установка снабжается запирающими устройствами, чтобы в шланг ацетилена не проникал кислород, атмосферный воздух или взрывная волна, возникающая в сварочной горелке вследствие термического распада.

Сварочная горелка (типа «Звездочка» с наконечниками от № 1 до № 5) состоит из рукоятки, инжектора, трубки и сопла. Трубка и сопло сменные, чтобы можно было приспособиться к любой толщине листа. Для сварки металлов толщиной 0,7–2,0 мм применяют горелки малой и средней мощности с наконечниками № 1, № 2.

Функция сварочной горелки – выработка достаточного тепла, чтобы привести металл в расплавленное состояние. Предпосылкой для этого является правильная установка смеси – примерно 1:1. Сопло горелки

чищают только медной или латунной проволокой или специальными приспособлениями.

Методика ручной газовой сварки состоит в следующем.

Перед включением горелки сначала надо полностью открыть кислородный вентиль. Затем поворачивается ацетиленовый вентиль. Кислород, действующий как транспортирующая среда, засасывает ацетилен, и горелку можно зажечь. Конкретное соотношение смеси регулируется по виду пламени. При выключении горелки сначала закрывается ацетиленовый вентиль, а через 10 с – кислородный.

Нарушения, возникающие при работе, можно определить по возникающим шумам.

Хлопки во время сварки вызваны тем, что скорость вытекания газа становится меньше, чем скорость сгорания. Это происходит, когда устье горелки окунается в сварочную ванну или забивается примесями. Если в горелке произошел экзотермический распад ацетилена и устье плотно забито, его следует прочистить с помощью сверла. При чистке газ должен продолжать вытекать, чтобы удалить примеси.

Треск при сварке возникает при экзотермическом распаде ацетилена в трубке горелки, т.е. температура в горелке поднялась выше 250°C. Газовая смесь накапливается в горелке, загорается, подтекает, вновь накапливается и загорается и так далее. Чтобы снизить температуру, ацетиленовый вентиль следует закрыть, а горелку с продолжающим вытекать кислородом остудить в воде.

### **5.5.5. Сварка в среде защитного газа**

Только в последние годы варианты этого способа сварки стали все шире использоваться при ремонте автомобилей, хотя в промышленности их с успехом применяют уже давно. На тонких листах работают с проволочными электродами 0,6–1,0 мм.

К технологическим преимуществам сварки в среде защитного газа необходимо отметить возможность маятниковыми движениями перекрывать зазоры шириной до 5 мм, а также надежность соединения деталей неодинаковой толщины. Этим способом можно выполнять как точечную сварку, так и стыковые швы на деталях кузова. Манипулирование прибором и управление горелкой гораздо проще, чем при сварке традиционными изолированными электродами. Подача проволоки включается и выключается ручкой на горелке.

Решающими преимуществами газозлектрической сварки при ремонте являются:

- очень хорошие значения прочности даже у точечных соединений, которые из-за доступности только с одной стороны свариваются снаружи;
- относительная простота работы во всех положениях;
- хорошее проплавление шовных соединений;

- безупречное перекрытие возможных допусков зазоров;
- низкое тепловое воздействие и поэтому минимальное коробление листа.

Все это обеспечивает малые затраты времени для обработки поверхности и экономию, так как отпадает необходимость демонтажа и монтажа оснастки на участке ремонта.

Важнейшим преимуществом газозлектрической сварки является газовая среда, которая защищает электрическую дугу и находящийся под дугой расплавленный материал от окружающего воздуха. Воздух, следовательно, не имеет доступа к расплавленному жидкому материалу как при открытой дуговой сварке. Поэтому кислород и азот не могут оказать влияние на химический состав расплава образованием окислов и нитридов. Не сгорают и легирующие компоненты, в результате сварной шов сохраняет все те химические и физические свойства, какие есть в основном материале. Защитный газ должен предотвращать соприкосновение химически активной сварочной ванны с атмосферой.

В качестве защитного газа используют либо химически неактивные (инертные) газы (аргон, гелий или их смеси – способ MIG), либо активные газы ( $\text{CO}_2$  и различные газовые смеси, оказывающие химическое воздействие на расплавленный металл в зоне сварки – способ MAG). Сварочные характеристики улучшаются, если при MAG-сварке используется комбинация различных газов, т.е. смешанный газ. При этом может быть оказано значительное влияние на свойства электрической дуги, переход капель металла, профиль наплавленного валика, производительность, глубину проплавления и свойства расплавленного материала. Важнейшими газовыми компонентами являются:

### **Аргон**

Высокая ионизируемость аргона обеспечивает стабильную электрическую дугу с высокой токовой нагрузкой. Образуется конусовидная дуга, а значит широкое плоское расплавление с интенсивным испарением цинка.

### **Углекислый газ**

Если в качестве защитного используется на 100% углекислый газ, проплавление будет глубоким и узким. Цинка испаряется не так много и видимость не так ограничена. Однако сильное проплавление увеличивает опасность образования усадочных трещин. Кроме того, снижается электропроводимость и, как следствие, наблюдается неравномерный переход капель металла, а мерцающая световая дуга интенсифицирует образование брызг.

### **Кислород**

Кислород уменьшает массу брызг, снимает поверхностное напряжение и этим способствует равномерному переходу капель с образова-

нием хорошей поверхности шва и хорошим проплавлением. Кроме этого, повышается температура сварочной ванны, и расплавленный металл становится более текучим, легче и быстрее поддается обработке.

Способ MAG предназначен для сварки малолегированных и углеродистых сталей, особенно панелей кузовов.

Наиболее дешевым и приемлемым защитным газом является углекислый газ, хотя смеси газов позволяют получить сварочный шов более высокого качества по сравнению со сваркой в среде  $\text{CO}_2$ . Поскольку углекислый газ не является абсолютно нейтральным, то с целью уменьшения окислительного действия свободного кислорода применяют электродную проволоку с повышенным содержанием раскисляющих присадок (марганец, кремний) типа Св-08ГС-0 или Св-08Г2С-0. Таким образом, достигают равнопрочности сварного шва и основного металла. Омеднение сварочной проволоки (индекс 0) обеспечивает надежный электрический контакт и дает надежную дугу. Диаметр сварочной проволоки 0,8 мм наиболее оптимален для сварочных полуавтоматов. Преимущество полуавтоматической сварки в среде защитных газов по сравнению с газовой сваркой в том, что процесс подачи электрода механизирован, скорость сварки возросла в 5 раз, в 4 раза снижена зона термического влияния на свариваемых деталях, сварочный шов получается качественней по внешнему виду и механическим свойствам.

Для сварки кузовов используют сварочные полуавтоматы отечественного производства типа А-537Р, ПДГ-303, А-825М и много различных приборов импортного производства.

В настоящее время при ремонте кузовов используются почти исключительно малогабаритные приборы.

Прибор с автоматической подачей проволоки встроен в корпус источника тока. Катушка с проволокой тоже находится в корпусе. Прибор, правда, имеет ограниченный радиус действия – длина шланга между источником тока и горелкой всего 3 м, – зато занимает мало места, что очень важно для ремонтного производства.

Во время сварки должна быть обеспечена правильная последовательность включений, а именно:

- время включения до подачи проволоки,
- ускорение подачи проволоки после вспышки электрической дуги,
- направление потока газа для лучшего горения дуги,
- интенсивность последующего потока газа, чтобы расплавленный материал на конце шва мог остывать под защитным газом.

Соответствующая панель управления смонтирована на корпусе источника тока или на механизме.

Расход защитного газа зависит в основном от конструкции горелки и колеблется от 10 до 25 л/мин. Для сварки тонких листов при постоян-

ном токе используют тонкие проволочные электроды толщиной от 0,6 до 1,0 мм.

Напряжение электродуги для тонкого листа составляет при такой толщине электрода от 14 до 21 V, а сам сварочный ток имеет от 50 до 160 А на участке короткой дуги. Следует учитывать, что проволочные электроды толщиной 0,8 мм не могут быть использованы при токе больше 200 А, так как максимальная скорость подачи проволоки у современных приборов составляет около 15 м/мин.

Скорость подачи электродов колеблется в пределах от 2 до 15 м/мин. Скорость регулируется на самом сварочном приборе, а ток подается на проволоку только в горелке.

Каждая установка газозлектрической сварки подробно описана в инструкции по эксплуатации. Дополнительно к ее требованиям сварщик, приступая к работе, обязан заранее определить еще три установочных значения:

- напряжение холостого хода, которым изменяется напряжение дуги и тем самым определяется длина дуги,
- скорость подачи электрода, в соответствии с которой будет варьировать сварочный ток и вместе с этим мощность оплавления и степень проплавления,
- объем защитного газа, подаваемый на сварочную ванну.

Все способы сварки плавлением вследствие большого тепловыделения требуют создания теплового барьера на участках, прилегающих к лакированным поверхностям, хромированным, стеклянным или резиновым деталям. Он может быть выполнен и из традиционного влажного пластичного асбеста, и из жароостанавливающей пасты, которую легко нанести и затем удалить. Паста позволяет вести сварку на расстоянии всего 5 мм от резиновых деталей.

Важно, что правильный выбор вида сварки – это обязательное условие для восстановления первоначальной прочности в кузове. Ошибку исправить уже не удастся. В принципе следует использовать именно те методы сварки, которые предписываются автомобилестроителем в инструкциях по ремонту. Отклонения возможны только по согласованию с самим производителем.

## **5.6. Обработка поверхности под лакокрасочное покрытие**

Обработке поверхности при ремонте автомобиля придается особое внимание, так как она является предпосылкой для технически совершенного лакокрасочного покрытия.

Задача обработки поверхности состоит в том, чтобы сгладить неровности, оставшиеся после рихтовки, для последующего нанесения лакокрасочного покрытия.

Важнейшими инструментами при этом, наряду с молотком и правочным кулаком, являются кузовной напильник (рихтовочная пила) и угловой шлифовальщик (шлифмашинка) (рис. 33).

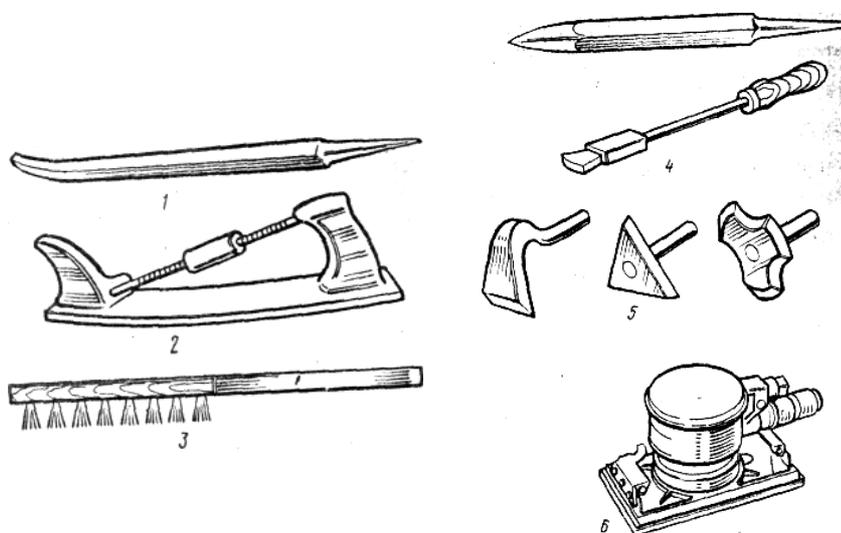


Рис. 33. Инструмент для очистки и отделки поверхности:  
1 – напильник, 2 – рихтовочная пила, 3 – щетка металлическая,  
4 – шаберы, 5 – скребки, 6 – шлифовальные машинки

Кузовным напильником при этом методе работы, прежде всего, маркируют контрольными штрихами слишком выделяющиеся вверх или вниз участки поверхности, которые затем будут выравниваться молотком и правочным кулаком. Инструментальщики предлагают два вида напильников.

Кузовной напильник состоит из корпуса с хвостовиком с рукояткой и тонкого, чаще всего двухстороннего, гибкого полотна напильника.

Напильник должен предоставить мастеру возможность работать на наружных поверхностях автомобиля. Этот вид напильника дает преимущество недобросовестным рабочим – напильник можно заранее так изогнуть соответственно неровности повреждений поверхности, что визуально создается впечатление безупречного восстановления.

Качество обработанной поверхности лучше обеспечивают кузовные напильники с фиксированной формой. Они имеют диагональную или перекрестную насечку и натянуты так, чтобы при работе выравнять упругость поверхности кузова.

При обработке поверхности напильник следует вести всегда в одном направлении, по возможности – вдоль данной детали, начиная от неповрежденного участка.

Используемый при современном ремонте кузова угловой шлифовальный диск состоит из мотора с приводом, шлифовальных тарелок и шлифовального диска. Только правильный выбор всех трех деталей гарантирует хороший результат шлифовки.

Основные требования к такому прибору таковы: компактность, легкость и простота в обращении. Но решающим является количество оборотов шлифовальной тарелки. Если угловой шлифовальный диск работает слишком медленно, шлифовальный диск остается относительно долго на одном участке поверхности. Частичное нагревание и вместе с этим неравномерный разогрев всей поверхности могут привести к короблению. А другая крайность, слишком быстрое вращение диска, означает слишком большое внесение тепла за единицу времени. Оптимальный показатель около 5000 об./мин.

Диаметр шлифовальной тарелки обычно составляет 175 и 125 мм. Слишком жесткая или мягкая тарелка непригодна для работы. Шлифовальная тарелка выбрана правильно, если во время рабочего процесса внешняя ее треть лежит на поверхности.

Шлифовальный диск должен быть таким же упругим, как и шлифовальная тарелка. Важен и подбор зерна. Слишком крупное оставляет на поверхности металла глубокие риски, затрудняющие последующую подготовку под окраску. Желательная глубина микронеровности отшлифованной поверхности составляет 13–15 мк.

При названном числе оборотов около 5000 об./мин шлифовальный диск с зерном 80 обеспечивает глубину неровности 12–14 мк. Это дает возможность маляру получить безупречную лакированную поверхность без следов обработки.

## **Контрольные вопросы**

1. Порядок и технология разборки автомобиля для ремонта кузова.
2. Алгоритм исправления геометрии кузова.
3. Общая технология восстановления кузова.
4. Какое оборудование используется при восстановлении проемов?
5. Виды и назначение рихтовочного инструмента.

6. Технология рихтовки панелей без нагрева.
7. Как выполняется устранение дефектов кузова методом нагрева и быстрого охлаждения?
8. Порядок устранения дефектов методом нагрева и охлаждения металла ударным воздействием.
9. Технология устранения вмятин в труднодоступных местах.
10. Устранение деформаций с помощью растяжек при различных видах деформации кузова.
11. Устранение деформаций кузовов на стендах правки и контроля.
12. Технология устранения деформаций с помощью передвижных устройств.
13. Виды соединений деталей кузова.
14. Контактная сварка.
15. Дуговая сварка.
16. Ручная газовая сварка.
17. Особенности сварки в среде защитного газа.
18. Какой инструмент применяют при обработке поверхности?

## 6. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ЗОНЫ ПОДГОТОВКИ

Особого внимания заслуживает механизированный инструмент используемый очень часто. К таким универсальным инструментам относятся продольные шлиф-машинки, или зачистные машинки, и полировальные машинки.

Шлифовальные машинки применяемых на автосервисе инструментов могут иметь как электрический, так и пневматический привод. В чем принципиальные различия между ними? Какой тип инструмента удобнее и выгоднее?

**Преимущество пневмомашин.** Удобство в работе (вес меньше, чем у электрической), высокие обороты до 22000 об./мин. Компактность пневмомашин не только облегчает работу, но и позволяет упростить некоторые рабочие операции, например обработать такие труднодоступные места, куда не подберется более габаритная электромашина. Еще одно большое преимущество пневмоинструмента – возможность непрерывной продолжительной работы. В качественных пневматических машинках уровень вибрации гораздо ниже, так как в большинстве из них вращающий момент передается непосредственно от двигателя на рабочий вал. Несомненным преимуществом пневмоинструмента является возможность работы в условиях высокой влажности, при влажном шлифовании. Дополнительной изоляции при этом не требуется. Одно из основных преимуществ пневмоинструмента, влияющее на предпочтения покупателя, – его высокая надежность. Пневмомашинны способны лучше выполнять заданные функции, дольше оставаясь при этом в исправном состоянии и сохраняя свои эксплуатационные показатели в различных режимах и условиях. Основными показателями надежности являются безотказность, долговечность и ремонтпригодность.

**Недостатки пневмомашин.** В пневматической полировальной машине одной из проблем является регулирование оборотов с сохранением мощности. При шлифовке пневмомашинкой возникает «проблема масла», которое попадает на деталь и не удаляется обезжириванием. Это обнаруживается после покраски и чревато новой зачисткой и перекраской. Если нет возможности купить качественную пневматику для шлифовки, то лучше использовать электрику.

Пневматическая машинка будет работать долго и надежно только в том случае, если она имеет соответствующую подготовку воздуха: питается чистым воздухом и смазана маслом. Пневматика без смазки быстро выходит из строя. Помимо компрессора достаточной мощности для использования пневмопривода требуется система подготовки воздуха. Она должна содержать осушитель, фильтр-влагоотделитель, регулятор давления (с манометром) и лубрикатор. Лубрикатор необходим для по-

дачи масла в пневмолинию. При использовании пневматических шлифовальных машин для подготовки кузова автомобиля к окраске целесообразно использовать специальное масло, которое не содержит силикона. Цена пневматического инструмента выше, чем электрического.

Дороже обходится и эксплуатация пневмоинструмента. Вывод: высокая удельная мощность, небольшие размеры и вес пневмоинструмента снижают утомляемость рабочих. Безопасность применения привлекает в первую очередь крупные СТО, рассчитанные на пиковую нагрузку. Более крупные изначальные вложения в пневматику вернутся при правильной эксплуатации.

Себестоимость продукции станет по истечении времени меньше, если использовать пневматику. Допустим, за 7 лет работы шлифмашина подготовит 350 000 м<sup>2</sup> поверхности. Электрика стоит меньше, но и подготовит за свой век меньшую площадь. При этом соотношение будет в пользу пневматики.

Электрика лучше для маленького сервиса, где остро стоит вопрос объема инвестиций.

Единственный инструмент, который предпочтительнее иметь в электрическом исполнении – это полировальная машинка. Только в таком исполнении используется чисто вращательное движение, имеется возможность точной регулировки оборотов, а также развивается достаточная мощность (до двух кВт), что обеспечивает быструю и качественную полировку. Кроме того, рабочие насадки на электрические полировальные машинки в большинстве своем стандартизированы и выпускаются производителями полиролей.

#### **Виды шлифовальных машин:**

- 1) угловые шлифовальные машины,
- 2) ленточные шлифовальные машины,
- 3) вибрационные шлифовальные машины,
- 4) эксцентриковые шлифовальные машины.

## **6.1. Угловые шлифовальные машины**

Угловые шлифовальные машины названы так вовсе не потому, что ими особенно удобно обрабатывать углы, а из-за конструктивной особенности: рабочий вал расположен под углом 90° к плоскости электродвигателя. Термин «болгарка» родился в 70-х годах, когда появились первые представители данного вида инструментов, выпущенные в Болгарии под торговой маркой Eltos.

Из всех шлифовальных машин угловые шлифовальные машины – самый универсальный инструмент. Угловые шлифмашины используют не только для шлифовки и полировки поверхностей, но и для резки и обработки металла и устранения дефектов материала (зачищать сварные швы или удалять ржавчину). А, установив проволочную щётку, можно

применять для первоначальной «грубой» зачистки, к примеру, удаления старого лака с металлических поверхностей.

**Важной характеристикой углошлифовальных машин** является потребляемая мощность. Более мощный инструмент не так быстро нагревается и позволяет использовать диски с большим диаметром. Диаметр диска определяют функциональные возможности: чем больше диаметр диска, тем глубже можно сделать разрез.

Модели с мощностью 600–1000 Вт и скоростью вращения до 6000 об./мин хороши для шлифовки, полировки и резания на небольшую глубину. Как правило, все производители выпускают угловые шлифовальные машины, работающие со стандартными отрезными абразивными кругами диаметром от 115 до 230 мм, с посадочным отверстием диаметром 22 или 32 мм и зачастую имеющие системы регулирования частоты вращения круга.

## **6.2. Ленточные шлифовальные машины**

Ленточные шлифовальные машины предназначены, главным образом, для грубого шлифования ровных поверхностей. Их очень широко применяют для обработки больших плоских поверхностей – снятия толстого слоя материала (например при удалении старых лакокрасочных покрытий) или шлифования зашпаклеванных поверхностей.

Основным рабочим элементом ленточной шлифовальной машины является склеенная в бесконечное кольцо лента (шлифовальная шкурка) шириной от 65 до 110 мм (в зависимости от модели), вращающаяся на двух концевых роликах. Скорость движения ленты колеблется в пределах от 150 до 400 м/мин – в сочетании с соответствующей мощностью, большая скорость движения ленты обеспечивает более высокую производительность (как правило, для обеспечения скорости движения от 300 м/мин мощность шлифовальной машины должна быть не менее 650 Вт).

Оборотной стороной высокой производительности ленточной шлифовальной машины зачастую является невысокое качество обработанной поверхности (следы в виде углублений и царапин). Для сравнения: если виброшлифовальная машина снимает около 1 г в минуту, эксцентриковая – порядка 2,5–5 г, то ленточная шлифмашина – уже 12–15 г в минуту. Поэтому для достижения более высокого качества отделки, рекомендуется выполнить окончательную шлифовку вибрационной или эксцентриковой шлифовальной машинкой.

## **6.3. Вибрационные шлифовальные машины**

Вибрационные шлифовальные или плоскошлифовальные машины предназначены для полировки и финишной обработки (тонкой отделки) плоских поверхностей.

Виброшлифовальные машины имеют мягкую прямоугольную подошву, которая совершает возвратно-поступательные движения (вперед-назад) с небольшой амплитудой, но с очень большой скоростью. Для обработки труднодоступных мест используются дельта-шлифовальные машины: они меньше по размеру и имеют вынесенную вперед подошву, по форме напоминающую подошву утюга.

Одной из наиболее важных характеристик вибрационных шлифовальных машинок является амплитуда движения подошвы – чем она больше, тем быстрее, но и грубее происходит обработка поверхности. Многие производители оснащают свои виброшлифмашины функцией регулировки частоты колебаний – она расширяет универсальность инструмента, т.к. разные режимы позволяют обрабатывать различные материалы.

На подошву вибрационной шлифовальной машины закрепляются сменные шлифовальные листы – это делается при помощи зажима или «на липучке», машины с зажимными креплениями дешевле и более универсальны, т.к. к ним проще подобрать расходные материалы. Однако крепление «на липучке» быстрее и удобнее.

Большинство виброшлифовальных машин имеют встроенный пылеотсос, когда образующаяся пыль собирается в специальный мешок. Этой функцией не следует пренебрегать, т.к. образующаяся при шлифовании пыль очень вредна для здоровья. Кроме того, отвод пыли обеспечивает более высокое качество шлифовки, т.к. использование шлифовальных листов без отверстий для сбора пыли привело бы к повышенному износу шлифовальных листов и самой машины.

#### **6.4. Эксцентрикковые шлифовальные машины**

Основное отличие эксцентрикковых шлифовальных машин от вибрационных состоит в наличии эксцентрика, который дает возможность подошве совершать одновременно и круговые, и возвратно-поступательные движения. Это дает дополнительное направление при шлифовке, что повышает эффективность работы машины.

Эксцентрикковые шлифовальные машины – это наиболее приспособленная машина по обработке профильных и изогнутых поверхностей, они применяются для чистки, шлифования, полирования, а также для особо тонкой шлифовки.

Эксцентрикковые шлифовальные машины различаются по амплитуде колебаний – от 3 до 7 мм, мощности (от 170 до 750 Вт) и количеству оборотов. Здесь действует тот же принцип, что и в обычных виброшлифовальных машинах: чем выше скорость, тем быстрее, но и грубее происходит обработка поверхности. Производительность шлифмашины зависит от мощности.

Как и в случае с обычными вибрационными, на подошву эксцентрикковых шлифмашин закрепляются сменные листы. При покупке необходимо обратить внимание, какие именно шлифовальные листы идут

в комплекте с прибором. Крепление их на подошву осуществляется при помощи зажима или «липучки». Эксцентриковые шлифмашины с зажимными креплениями дешевле и более универсальны, т.к. к ним проще подобрать расходные материалы. Однако крепление «на липучке» быстрее и удобнее.

Большинство эксцентриковых шлифовальных машин имеют функцию отвода пыли – ею ни в коем случае не следует пренебрегать. Отвод пыли может производиться через подошву, при помощи пылеотвода, или шлангом и мешком для сбора пыли.

## **6.5. Полезные советы по использованию шлифмашин**

При шлифовании лакированной поверхности рекомендуется включать шлифмашину на минимальную скорость. Лакированная поверхность очень чувствительна к высокой температуре, и поэтому для достижения оптимального результата необходимо очень внимательно следить, чтобы температура не повышалась. Рекомендуется использовать чистые абразивы и не слишком сильно нажимать на шлифмашину, чтобы не создавать дополнительного трения.

Для шлифования пластмасс лучше всего подойдет эксцентриковая шлифовальная машина, или виброшлифовальная машина, работающая на малой скорости. Зернистость должна составлять 240 или выше.

Для шлифования металлов можно использовать вибрационную или эксцентриковую шлифовальную машину. Зернистость должна составлять 600 или выше. Для зашлифовки неровностей следует использовать угловую шлифовальную машину. Для тонкой обработки следует, кроме этого, применять веерные или фибровые диски.

При работе с ленточной шлифовальной машиной очень важно соблюдать следующее: ее сначала необходимо включить и только потом подводить к обрабатываемой поверхности, в противном случае машину может отбросить от заготовки со скоростью до 24 км/ч. Как и при работе с другими шлифовальными электроинструментами, на ленточную шлифовальную машину не следует сильно налегать – для эффективного снятия материала вполне достаточно ее собственного веса. Сильный нажим обеспечивает больший сьем материала, однако в ущерб качеству шлифования.

## **6.6. Зона подготовки кузовов под окраску**

Зоны подготовки автомобилей к окраске предназначены для организации таких пылеобразующих работ, как шлифование кузовных деталей под покраску, нанесение грунта и шпаклевки на кузовные детали.

Зоны подготовки автомобилей обычно имеют вытяжной блок с фильтрами очистки воздуха, пленум с осветителями и шторы по периметру зо-

ны. Конструкция зоны подготовки может располагаться на опорных столбах, либо подвешиваться к потолку помещения на специальных крюках.

Зоны подготовки организуются на один или несколько стандартных постов, бывают нескольких видов и различаются по расположению нижних фильтров на три типа:

- тип «на основании» характеризуется наличием сборного металлического основания с двумя въездными трапами;

- тип «с приемком» – половые фильтры расположены в специально обустроенном приемке, зона подготовки находится на одном уровне с полом помещения;

- тип «без приемка» – половой фильтр расположен в нижней части торцевой стены зоны подготовки.

Подготовительное место должно работать в двух режимах: шлифовка и грунтовка для того, чтобы минимизировать передвижение автомобиля по участку. Шлифовка на подготовительном месте происходит в режиме рециркуляции: воздух забирается с подготовительного места, фильтруется тремя группами фильтров и снова подается в рабочую зону. Режим осуществляется одним вентилятором и не требует подогрева воздуха. На подобных одновентиляторных местах подготовки можно производить только шлифовку. Продавцы зарубежного оборудования заявляют, что на этих местах подготовки можно производить и грунтовку, путем полного или частичного удаления воздуха. Это значит, что воздух, отравленный сольвентами растворителей из рабочей зоны, выбрасывается в атмосферу. При этом в рабочей зоне образуется разрежение, туда устремляется воздух из окружающих площадей и помещений, неся с собой пыль. В зимнее время года подобный путь чреват еще выстуживанием помещений, так как объем удаляемого воздуха существенный (18000 м<sup>3</sup>/час). То есть для реализации режима требуется отдельная приточная установка с подогревом воздуха. Второй предлагаемый путь решения проблемы – частичное замещение воздуха – еще менее рационален, т.к. удаляется лишь 10% воздуха, а остальная масса продолжает циркулировать по помещению, и полное замещение произойдет где-то в течение часа, т.е. весь час персоналу приходится дышать сольвентами и другими вредными веществами.

Есть вариант – использование моноблочной двухвентиляторной приточно-вытяжной установки с подогревом приточного воздуха. Подготовительное место, оснащенное этой системой, действительно может работать в двух режимах шлифовка / грунтовка в любое время года, более того, на этом месте можно производить подкраску отдельных элементов, тем самым снимая часть загрузки окрасочной камеры.

Зоны подготовки имеют приточные распределители (пленумы), которые располагаются над рабочей зоной, дают правильное направление воздушному потоку и осуществляют тонкую фильтрацию воздуха, столь необходимую в обоих режимах, в отличие от компоновок без пленума

или когда пленум представляет собой перфорированный воздуховод, не оснащенный фильтрами.

Негативное отношение сложилось и к системам с диагональным движением воздуха (сверху вбок), их устанавливают лишь в том случае, если клиент по той или иной причине не может подготовить фундаменты, но и в этом случае можно установить пандус, т.е. подъем места подготовки над уровнем остального пола. Вариант с пандусом хоть и имеет ряд недостатков, в том числе и высокую стоимость, но обеспечивает правильное вертикальное движение воздуха. Чем же несовершенно диагональное движение воздуха? Дело в том, что когда воздух движется сверху вниз, он затягивается под автомобиль со всех сторон, и пыль, образовавшаяся в режиме шлифовки, улавливается напольным фильтром практически в любой точке обрабатываемого автомобиля. В случае с диагональным движением воздуха, наибольшее всасывание происходит непосредственно у вытяжного шкафа, а в удаленных от него местах пыль падает на пол. В режиме грунтовки эта система в принципе работает, т.к. пары растворителя легче, чем пыль, но этот режим требует обязательной установки оградительных штор, которые не являются обязательными для систем с вертикальным движением воздуха.

На российском рынке появился новый уникальный продукт – мобильный пост подготовки автомобиля к покраске «Downdraft» (рис. 34).



Рис. 34. Мобильный пост подготовки автомобиля к покраске

Агрегат, внешне чем-то напоминающий колодезный «журавль», может стать незаменимым помощником при кузовных работах.

Мобильный пост подготовки автомобиля к покраске «Downdraft» – это фильтр, объемом 77 кубометров, да надувной «хобот», через который подается воздух на выбранный объект. Установка включается в обычную розетку в 220 вольт.

Его можно использовать, работая с кузовом целиком или с отдельно взятой деталью. Отверстия на «хоботе» мобильного поста размещены таким образом, что обеспечивают полную очистку от пыли на площади до 25 квадратных метров. При этом сам аппарат занимает места немногим больше, чем обыкновенный домашний пылесос.

## **Контрольные вопросы**

1. Отличие и сходство пневматического и электрического инструмента.
2. Характеристика и назначение угловых шлифовальных машин.
3. Характеристика и назначение ленточных шлифовальных машин.
4. Характеристика и назначение эксцентриковых машин.
5. Рекомендации по использованию и применению шлифмашин.
6. Какие режимы работы необходимы для зоны подготовки?
7. Конструкция и работа зоны подготовки.
8. Мобильные посты для зон подготовки.

## **7. ПОНЯТИЕ РЕМОНТНОЙ СИСТЕМЫ. НАЗНАЧЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКРАСКИ. МЕТОДЫ ЗАВОДСКОЙ ОКРАСКИ**

### **7.1. Понятие ремонтной окраски**

Ремонтная система или ремонтная окрасочная система – это комплекс материалов, способов их применения, приемов и методов работы, объединенных в непрерывную технологию для достижения конечной цели ремонта.

Таким образом, ремонтная система, кроме набора материалов, должна включать определенный набор документации. Отдельным разделом документации системы является цветовая документация или цветовая коллекция, предназначенная для получения краски необходимого цвета из набора тонеров.

Материалы ремонтной системы обязательно сочетаются между собой. Все технологические параметры каждого из материалов предусматривают возможность нанесения следующего материала, предусмотренного технологической цепочкой. Иными словами, материалы системы полностью совместимы между собой.

Ремонтная система может считаться полной, если в ней имеются все материалы, необходимые для выполнения ремонта от начала и до конца, без использования посторонних материалов (имеется в виду технология подготовки и окраски). Широко распространены неполные системы, содержащие только подготовительные материалы без красок, либо только краски, причем неколеруемые, без остальных материалов.

Обычно неполные системы являются более дешевыми и занимают самый нижний ценовой сегмент, так как гораздо проще создать материал, не заботясь о его совместимости с остальными и общих временных показателях ремонтного цикла.

Отсутствие колеруемых красок в дешевых неполных системах объясняется тем, что создание системы цветовой документации и рецептурной базы – это чрезвычайно дорогой и трудоемкий процесс, требующий наличия у производителя собственного исследовательского института.

#### **Типичный набор материалов полной системы:**

- шпатлевки;
- грунты, включая колеруемые;
- краски (колеруемые, около 40 000 рецептов);
- лаки;
- отвердители ко всем материалам;
- разбавители и обезжириватели;

– специальные добавки.

В каждом классе материалов обычно представлено несколько видов, предназначенных для разных технологических задач или ситуаций ремонта.

**Наиболее типичный набор документации системы:**

1. Инструкции на каждый материал (у производителя Sikkens – T.I.S.), содержащие информацию о пропорциях смешивания, режиме нанесения, пригодных для данного материала подложках (субстратах), последующих слоях, способах подготовки поверхности и обработки самого материала.

2. Паспорта безопасности (у производителя Sikkens – MSDS) на материалы, содержащие информацию санитарного, экологического и противопожарного характера, а кроме того, данные по хранению и утилизации, данные по технике безопасности и прочее.

3. Набор типичных технологических решений по ремонтным ситуациям. Содержит инструкции, включающие все действия по ремонту определенного повреждения.

4. Цветовая коллекция, включающая образцы стандартных цветов, образцы вариантов, цветовые карты смешения цветов, базу данных рецептов.

Обязательным условием, предъявляемым к ремонтной системе, является гарантированное достижение результата качественного ремонта, при соблюдении технологии, т.е. система должна обеспечить путь от начала и до конца, пройдя который гарантированно получишь нужный результат.

Наиболее известные ремонтные окрасочные системы – это Sikkens, DuPont, Standox, PPG, Spies Hecker. Существует еще много других известных марок.

Из отечественных окрасочных систем можно назвать комплекс авторемонтных материалов «Vika» (VKA-синтал, VKA-акрил, VKA-экспресс) который объединяет продукты высокого качества в систему, позволяющую осуществить весь цикл окраски и полностью отремонтировать однослойные и или двухслойные лакокрасочные покрытия легковых и грузовых автомобилей.

VKA-синтал – специально адаптированные для авторемонта меламиноалкидные (МЛ) эмали, сопровождаемые всевозможными шпатлевками, грунтовками и другими материалами, составляющими полный комплекс для проведения работ по ремонту лакокрасочного покрытия автомобиля. Эмали этого комплекса не имеют зарубежных аналогов, поскольку повторяют свойства изначального заводского покрытия автомобилей отечественного производства.

VKA-акрил – двухкомпонентные акриловые эмали нового поколения готовых цветов, также линейку дополнили эмали с металлическим и

перламутровым эффектом. В серию VІKA-акрил также включены все необходимые для ремонта материалы. Акриловые эмали в основном используются для отечественных переднеприводных и иностранных автомобилей.

VІKA-экспресс – новая серия, выпускаемая с марта 2002 года, предназначена для косметического ремонта царапин и сколов лакокрасочного покрытия автомобиля. Это нитроэмали, акриловые и алкидные эмали, выпускаемые как в традиционной упаковке, так и в удобных для потребителя аэрозольных баллонах и баллончиках с кисточкой.

## 7.2. Определение и назначение окраски

Окраской называется процесс нанесения жидкого материала на некоторую поверхность с целью получения на поверхности твердого покрывающего слоя. Окраска – это сложный технологический процесс с множеством самостоятельных технологических циклов. Только строгое следование всей технологической цепочке и соблюдение всех технологических норм позволяет создать по-настоящему эффективное и качественное защитно-декоративное, прочное, стабильное и внешне привлекательное лакокрасочное покрытие. Естественно, под понятием «окраска» подразумевается не только нанесение самой краски, но и нанесение всех функциональных материалов на кузов автомобиля.

В настоящее время разработаны и применяются технологии «порошковой» окраски, т.е. нанесение сухого материала на поверхность без применения жидких связующих смол и растворителей. Такие технологии требуют прогрева деталей после нанесения до высокой температуры (аналогично заводской окраске). Поэтому применения в кузовном ремонте порошковая окраска к настоящему времени не нашла. Однако следует учитывать, что методы порошковой окраски применяются в заводских условиях на деталях, подверженных особо жесткому воздействию окружающей среды (например детали подвески, рамы автомобилей и мотоциклов). Порошковые краски наносятся на фосфатированную поверхность и представляют единый прочный полимерный слой (без грунта). Технология ремонтной окраски таких поверхностей может потребовать иных материалов и приемов.

Кроме окраски существуют процессы нанесения жидкой шпатлевки и грунта, в основном сходные с окраской, но использующие другие жидкие материалы.

Среди назначений окраски можно назвать следующие:

- придание поверхности эстетических свойств, таких как цвет и глянец;
- защита поверхности от внешних воздействий (главным образом – от коррозии);

- функция маскировки или выделения автомобиля на окружающем фоне;
- функция создания особых аэродинамических качеств;
- функция маркировки;
- функция защиты от специфичных воздействий.

Современные покрытия позволяют получать на поверхности специальные эффекты, такие как «металлик», «перламутр», «хамелеон».

«Металлик» представляет покрытие, где в структуру краски включены металлические частицы, по-своему отражающие падающий свет (как микро зеркала). «Металлики» первых поколений были однослойными – пленка эмали содержала алюминиевые частицы по всей толщине в 50 микрон (рис. 35).

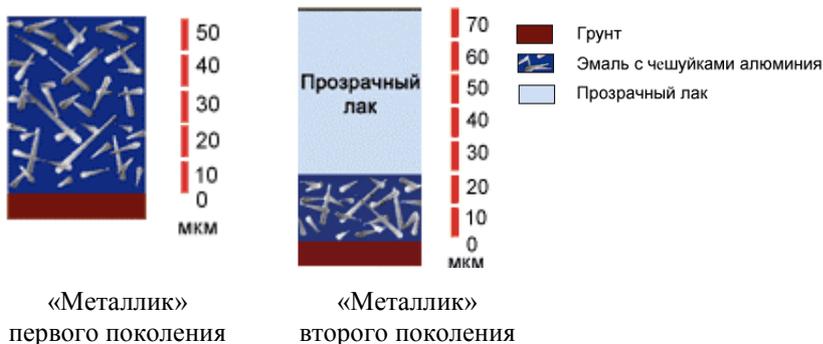


Рис. 35. Эффективное покрытие «металлик»

В последние годы «металлик» наносят в два слоя: 20 микрон основы с частицами алюминия и еще 50 – прозрачный лак. Двухслойное покрытие не только более эффектное – оно прочнее и долговечнее, поскольку лучше отражает ультрафиолетовые лучи солнца, эмаль медленнее стареет.

Последнее достижение – эмали с эффектом перламутра (рис. 36). Их главный компонент – частицы слюды. Это природный минерал – алюмосиликат калия, размолотые кристаллы которого образуют тончайшие прозрачные пластинки.

Покрывая их по специальной технологии окисями металлов, химики получают частицы, меняющие цвет в зависимости от угла зрения. У перламутровой эмали минимум два слоя – основа со слюдой и бесцветный лак, а иногда даже три – белая ли цветная подложка, слюда и лак.

Глубинные переливы и игра цветов завораживают взгляд – покрытие соперничает в красоте с природным жемчугом, тем более что все

оттенки, интенсивность отражения и преломления световых лучей разработчик может запрограммировать, подбирая состав эмали и режим окраски.

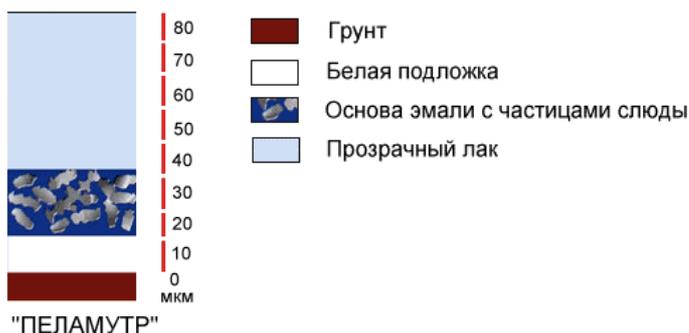


Рис. 36. Эффективное покрытие «перламутр»

### 7.3. Методы заводской окраски

#### 7.3.1. Установки окрашивания электроосаждением (анодным, катодным)

Электролитическое осаждение (нанесение покрытия методом электрофореза) означает осаждение краски на металлической поверхности изделия из водного раствора путем электрохимических реакций в процессе погружения и подачи напряжения между изделием, являющимся одним из электродов, и противоэлектродом. На поверхности изделия осаждается нерастворимое в воде плотное покрытие, которое не может быть растворено повторно. Покрытие имеет хорошую адгезию к фосфатированной поверхности металла.

При подъеме изделия из ванны электроосаждения часть жидкой краски захватывается поверхностью изделия; эта пленка легко удаляется при промывке водой.

В процессе последующей сушки при температуре 165–180°C происходит сшивка связующего и получается жесткая, прочная, равномерная по толщине полимерная пленка.

Метод электроосаждения нашел широкое применение в массовом производстве при грунтовании кузовов автомобилей, «белой техники», дисков колес, радиаторов и т.д. на конвейерных линиях. Это объясняет-

ся высокой производительностью, возможностью полной автоматизации процесса, высоким коэффициентом полезного использования лакокрасочного материала (до 92%), высокими защитными свойствами получаемого покрытия.

Установки могут быть непрерывного и периодического действия. В зависимости от того, является окрашиваемое изделие анодом или катодом, различают анодное и катодное электроосаждение.

В настоящее время все большее распространение получают установки катодного электроосаждения, так как получаемые покрытия отличаются высокой коррозионной стойкостью даже при толщине покрытия 12 мкм.

Установки представляют собой сложный комплекс оборудования, включающий ванну электроосаждения, зоны промывки окрашенных изделий ультрафильтратом и деминерализованной водой, источник питания, токосъемные устройства, систему перемешивания, термостатирования, фильтрации и ультрафильтрации лакокрасочного материала, устройство для предварительной очистки промывных вод, установку для приготовления деминерализованной воды.

### **7.3.2. Установки окрашивания электростатическим распылением**

В установках производится окрашивание лакокрасочными материалами в электрическом поле высокого напряжения.

Сущность метода заключается в диспергировании лакокрасочного материала (ЛКМ) и упорядоченном его перемещении к окрашиваемому изделию под действием сил электрического поля. ЛКМ имеет отрицательный заряд, окрашиваемое изделие – положительный заряд.

Возможно окрашивание в автоматическом и ручном режиме. При ручной окраске применяются распылители, использующие комбинированный метод (пневмоэлектростатические, гидроэлектростатические).

Метод позволяет окрашивать изделия сложной конфигурации при высоком коэффициенте использования ЛКМ (до 90%). При окраске однотипных изделий в массовом производстве возможно применение манипуляторов, обучаемых роботов.

Для автоматического окрашивания применяется высокооборотное ротационное распыление дисками или чашами. Скорость вращения распылителей 1500–3000 об./мин. Установки включают камеру, оборудованную системой вентиляции, электростатические распылители, источник высокого напряжения, дозирующие устройства для подачи ЛКМ к распылителям, блок подготовки сжатого воздуха.

### **7.3.3. Установки окрашивания распылением (пневматическим, безвоздушным, комбинированными методами распыления)**

Установки окрашивания распылением с верхним притоком и нижним отсосом загрязненного воздуха. Такие установки применяются для окраски средне- и крупногабаритных изделий. Перемещение изделий через камеру может осуществляться конвейером (подвесным, напольным) периодического или непрерывного действия. Маляры при окрашивании находятся внутри камеры. В приточный короб камеры, расположенный сверху, подается предварительно подогретый очищенный воздух от цеховой приточной системы вентиляции или от автономной установки кондиционирования. Приточный воздух поступает в камеру через потолочные фильтры и оттесняет красочный аэрозоль и пары растворителей вниз. Загрязненный воздух удаляется вытяжными вентиляторами через напольные решетки, проходит очистку в системе гидроочистки или при проходе через сухие напольные фильтры. Система гидроочистки обеспечивает 98%-ную степень очистки воздуха от красочного аэрозоля и 35% – от паров растворителей.

Вентиляция камеры обеспечивает нормальные санитарно-гигиенические условия работы маляров. Установка может быть укомплектована краскораспылительной аппаратурой с централизованной или децентрализованной подачей ЛКМ.

Установки окрашивания с боковым отсосом воздуха. В этих установках окрашивание производится через рабочий проем; рабочий или манипулятор с краскораспылителями находятся вне камеры. Окрашиваемые изделия проходят на подвесном конвейере через транспортные проемы. Удаляемый из камеры воздух проходит через открытые проемы камеры, систему сухих или гидрофильтров и выбрасывается в атмосферу. Скорость воздуха в проемах установок окрашивания принимается в соответствии с нормами технологического проектирования в зависимости от метода нанесения, класса опасности применяемых ЛКМ.

Для окрашивания длинномерных изделий рекомендуются установки с шахматным расположением рабочих мест.

### **7.3.4. Установки окрашивания окунанием**

Эти установки рекомендуются для получения покрытий с невысокими декоративными свойствами на изделиях с обтекаемой поверхностью, без карманов.

Установки могут быть периодического и непрерывного действия, конвейерные и неконвейерные; состоят из ванны, системы перемешивания ЛКМ, системы вентиляции.

В установках для мелкосерийного производства изделия загружаются в ванну с помощью приспособлений или в корзинах.

### **Контрольные вопросы**

1. Определение ремонтной системы. Полные и неполные окрасочные системы.
2. Набор материалов полной системы.
3. Что содержит инструкция «TIS»?
4. Содержание паспорта «MSDS».
5. Что такое «металлик»?
6. Что такое «перламутр»?
7. Где применяется порошковая окраска?
8. Технология окрашивания электроосаждением в заводских условиях.
9. В чем заключается метод электростатического напыления в заводских условиях?
10. Установки для окрашивания методом пневматического распыления и окунания.

## **8. РЕМОНТНАЯ ОКРАСКА**

### **8.1. Технологические требования к условиям проведения окраски**

Важной задачей, стоящей перед специалистом в области кузовного ремонта, является точное воссоздание заводского покрытия, с присущими ему свойствами и качествами.

Важно разделять два вида ремонта, выполняемого в автомастерской. Первый – восстановление ЛКП без ремонта поверхности (задача, аналогичная решаемой на заводе), второй – наиболее обширный: восстановление ЛКП на отремонтированной поверхности.

Но заводские методы не пригодны для ремонтных методов окраски, т.к. дорогостоящие методы заводской окраски применимы только для конвейеров. А также при заводской окраске температура сушки превышает 150°C, здесь происходит термическая полимеризация, в ремонтной окраске температура сушки не превышает 60°C, иначе могут расплавиться пластмассовые детали кузова. Для ремонтных методов специально подобраны материалы, которые сохнут при температуре 20°÷60°C. В них используют отвердители. Процесс образования твердого покрытия в ремонтных условиях называется химической полимеризацией.

На авторемонтных предприятиях применяются ОСК (окрасочно-сушильные камеры) для окраски автомобилей из пневматических окрасочных пистолетов.

Качество проведения окраски в условиях автомобилестроительного завода ни у кого не вызывает сомнений. В значительной степени оно обеспечивается высокими требованиями, предъявляемыми к состоянию окружающей среды во время проведения работ, и обусловлено жестким следованием всем технологическим нормам в этой области, поскольку конвейерный метод окраски представляет собой строгий технологический цикл, специально разработанный и сформированный на заводе в стройную технологическую цепочку.

Следовательно, и современное автосервисное предприятие должно функционировать, соблюдая целый ряд требований, касающихся поддержания оптимального состояния температурно-влажностного режима воздуха в помещениях мастерской. Хотя, как известно, качество получаемого лакокрасочного покрытия и проведенного ремонта сильно зависит от множества факторов, среди которых не последнее место занимают температура в помещении во время окраски, влажность воздуха, наличие пыли и т.д.

#### **Температурный режим**

Температура окружающего воздуха во время проведения окраски должна составлять примерно +20°C. Температура и используемых лако-

красочных материалов, и обрабатываемой поверхности тоже должна быть близка к +20°C.

Ведь при изменении температуры изменяется и вязкость лакокрасочного материала. А оптимальная рабочая вязкость готового к использованию лакокрасочного материала и рассчитывается производителями как вязкость при оговоренной температуре (при повышении температуры связующие смолы становятся более жидкими). Поэтому все гарантии качества – как самого нанесения лакокрасочного материала, так и получаемого покрытия – производители дают только при обязательном соблюдении проведения работ материалом, имеющим определенную, оговоренную вязкость.

При изменении температуры нарушается корректность полимеризации нанесенного лакокрасочного материала.

Понижение температуры приводит к понижению температуры окрашиваемой поверхности, что, в свою очередь, вызывает некоторые характерные дефекты свежего покрытия. На нем может образоваться так называемая «апельсиновая корочка», а могут появиться и «шторы» (подтеки). Процесс испарения растворителя тоже значительно замедлится, что может повлиять на выбраковку покрытия.

Если же температура, наоборот, будет высокой, то это приведет к появлению пор, пузырьков и кратеров вследствие чересчур быстрого испарения растворителя. Может появиться шероховатость, поскольку значительная часть растворителя улетучится слишком быстро, не обеспечив каплям краски достаточного контакта для того, чтобы они образовали гладкую поверхность.

### **Влажность**

Повышенная влажность, так же как и пониженная температура, замедляет процесс испарения растворителя. Правда, иногда это и не приносит ощутимого вреда, но влечет за собой понижение адгезионных свойств лакокрасочных материалов. К тому же на свежем покрытии могут образоваться «пузырьки» – маленькие точкообразные поднятия в строении лака.

### **Пыль**

Пыль – это самый главный и самый опасный враг любого маляра.

Во избежание пыли, перед тем как начать проведение окраски, необходимо хорошо обезжирить поверхность двумя видами обезжиривателей, чтобы удалить органические и неорганические загрязнения (которые могут проявиться после окраски); надеть чистые комбинезоны и чехлы на обувь, проверить исправность фильтров в окрасочно-сушильной камере, профильтровать предназначенный для нанесения лакокрасочный материал, обдуть из обдувочного пистолета окрашиваемую по-

верхность, протереть ее специальной противопыльной салфеткой и только после этого начинать окрашивать деталь.

### **Маскировка**

Значимость маскирующего оклеивания неокрашиваемых поверхностей недооценить очень трудно. Поэтому плотность оклеивающей бумаги должна быть не менее  $40 \text{ г/м}^2$ , она должна быть цельной и не иметь ни малейших просветов. Ни в коем случае нельзя использовать цветную бумагу или полоски бумаги неправильной формы.

Перед нанесением лакокрасочного материала надо оклеить поверхность так, чтобы при последующем распылении лака не очертились границы. Причем бумагу надо оклеивать всегда и по всей длине максимально прочно, чтобы под нее случайно не попал воздух – это приведет к ее отрыву.

### **Вязкость**

Вязкость – это величина, которая характеризует текучесть жидкости.

В данном случае вязкость жидкости измеряется временем, необходимым для того, чтобы некоторое известное количество жидкости вытекло из сосуда через отверстие определенного диаметра при определенной поддерживаемой температуре. Для этого создано специальное устройство, именуемое вискозиметром. Вискозиметр представляет из себя стакан стандарта DIN4, в который наливают  $100 \text{ см}^3$  лакокрасочного материала. Через четырехмиллиметровое отверстие этот материал вытекает, что и характеризует вязкость данного лакокрасочного материала.

### **Обезжиривание**

Это первая операция, обязательно выполняемая и на автозаводе, и в автомастерской. Многоступенчатость этой чрезвычайно важной подготовительной операции объясняется тем, что на поверхности кузовных деталей присутствуют загрязнения двух видов: органические (силикон, технические и бытовые жиры) и неорганические (в основном соли, остающиеся после испарения воды), которые не удаляются обычными растворителями и обезжиривателями.

Линейка очищающих средств, используемых на этом этапе, разделяется на несколько продуктов. Сегодня все производители ремонтных лакокрасочных материалов выпускают обезжириватели на основе спиртов, ведь агрессивность обезжиривателя зависит от того, какой процент органического растворителя в нем содержится. Чем его больше, тем агрессивность выше, и, соответственно, чем больше спирта, тем она ниже.

На малярном участке обезжиривание следует проводить до начала какой бы то ни было обработки детали и перед нанесением каждого из функциональных слоев.

Также в автомастерской нельзя использовать высокоагрессивные обезжириватели, поскольку их применение чревато изменением свойств свежих ЛКМ и их растворением – время полной полимеризации всех современных синтетических материалов все-таки достаточно продолжительно и существенно превышает то время, через которое проводится последующая обработка детали. Качество выполнения данной операции рекомендуется проверять, так как некачественное обезжиривание приводит к трудно восстанавливаемым дефектам. Оценку качества обезжиривания можно проводить несколькими способами.

Оценка степени обезжиривания по смачиваемости. Этот метод основан на способности воды сохранять сплошную пленку на поверхности и не собираться в капли определенное время. Время разрыва пленки характеризует степень обезжиривания.

Второй метод – протирка. Выбирают два одинаковых по размеру участка подготовленной поверхности: один очищают растворителем дважды с промежуточной просушкой, второй очищают один раз. Затем сравнивают внешний вид салфеток.

### **Создание риски**

Шлифование – это одна из основных операций в общем объеме ремонтных работ по восстановлению лакокрасочного покрытия кузова автомобиля. Качеству подготовки поверхности придается особое значение.

Сегодня наибольшее распространение получила сухая машинная шлифовка. Она практически вытесняет метод работы «по мокрому», неизменными спутниками которого была грязь и ведра с водой в зоне подготовки. Не секрет, что шлифование – самая трудоемкая операция, требующая наибольших временных затрат при проведении кузовного ремонта. По некоторым оценкам, она составляет до 60–70% всего объема работ. Поэтому сокращение времени и усилий маляров на выполнение этой операции влечет за собой весьма значительный рост эффективности технологического процесса автосервисного предприятия в целом, что и обеспечивает сухая машинная шлифовка.

Шлифование «по мокрому» требует применения специальных водостойких шлифовальных материалов на основе карбида кремния. Это позволяет в среднем за смену обработать поверхность площадью до 4 м<sup>2</sup>. При сухой же шлифовке за то же время можно обработать, по оценкам многих специалистов, поверхность площадью 10 м<sup>2</sup>. Она не требует специальных водостойких материалов, что говорит о существенных преимуществах «сухого» способа.

При использовании высокопродуктивной системы пылеудаления практически полностью устраняется пыль из рабочей зоны, что, в конечном счете, прямо влияет на качество выполняемых работ: меньше пыли в окрасочной камере, меньше дефектов, возникающих по ее при-

чине во время окраски, и, как следствие, меньше дополнительных затрат на их устранение.

На заводе деталь не шлифуется – высокоагрессивные протравливающие грунты наносятся в полностью закрытых герметичных и изолированных камерах (дистанционно или автоматически). И делается это потому, что заводская концентрация цинкофосфатов весьма велика (они ядовиты, к тому же они не выводятся из организма, накапливаясь до определенной критической дозы и отравляя человека).

В автомастерских таких камер нет, поэтому используемые лакокрасочные материалы менее агрессивны (хотя производители ремонтных ЛКМ добавляют в свою продукцию цинк, в крайне малых, безвредных количествах), а следовательно, они уступают заводским по некоторым свойствам, и в частности по адгезионным. Большое значение приобретает первичная риска, ее глубина и особенно форма (шлифование необходимо для того, чтобы создать риску, а не для того, чтобы устранить остатки старой лакокрасочной поверхности). От нее зависит, насколько хорошо наносимый материал сцепится с подложкой, ведь она способствует улучшению механической адгезии, увеличивая площадь соприкосновения этого материала с поверхностью.

Глубина риски – это критерий качества обрабатываемой поверхности. Она измеряется в мкм (тысячные доли мм) и показывает отклонение профиля поверхности от идеального. При обработке с помощью шлифовального материала глубина риски зависит от размера зерен и плотности его размещения, а также от хода эксцентрика шлифовальной машинки.

## **8.2. Формирование основы лакокрасочного покрытия**

### **8.2.1. Заводской метод формирования основы**

Формирование основы лакокрасочного покрытия – это совокупность ряда операций, успешное выполнение которых позволяет в дальнейшем эффективно нанести конечный слой автомобильной эмалевой краски. Качество нанесения нижних слоев (грунтов и шпатлевки) прямо влияет на качество всего лакокрасочного покрытия автомобиля в целом. Просчеты, допущенные на первых этапах работы, неминуемо выльются в весьма существенные дефекты, которые проявятся только после завершения процесса окраски. Причем дефекты эти могут быть настолько существенными, что для их устранения придется проводить повторную окраску. Следствием этого будет увеличение стоимости и времени ремонта.

Этапом формирования защитной системы на автомобилестроительном заводе является фосфатирование – процесс создания на кузове автомобиля цинк-фосфатной пленки, защищающей его от коррозии.

Фосфатирующий слой образует прочную химическую связь с металлической поверхностью, что служит отличной антикоррозионной защитой. Нанесение фосфатирующего грунта – это сложный химический процесс, возможный только в условиях конвейерной окраски, особенно когда грунт наносится на алюминиевую поверхность. Данная процедура применима и в ремонтной окраске. Но, в отличие от конвейера, где кузов полностью погружают в фосфатирующий раствор, в ремонтной технологии используют метод пневматического распыления.

Наиболее важными компонентами грунта являются цинк и марганец. Когда кузов погружается в ванну, эти элементы образуют прочную связь со стальной поверхностью кузова, буквально проникая в нее. Для оптимизации данного процесса исключаются тяжелые металлы, при этом антикоррозионная защита не ослабляется.

Фосфатация значительно лучше защищает металл кузова от коррозии, чем ремонтный грунт. Поэтому при любом локальном повреждении этого слоя при эксплуатации автомобиля очаг коррозии либо вообще не распространяется на соседнюю поверхность (так как один материал – фосфатная пленка – проникает в другой – металл детали), либо распространяется слабо.

Однако фосфатирование нельзя воспроизвести в процессе ремонтной окраски. Причина кроется в том, что в линейке материалов, используемых при ремонтной окраске (в отличие от конвейерной), присутствуют материалы, конфликтующие с фосфатной пленкой, и в первую очередь это полиэфирные шпатлевки. Они совершенно не совместимы с кислотными основаниями, остающимися на металле после фосфатации, имеют к ним крайне слабую адгезию и, кроме того, вступают с ними в химическую реакцию, что приводит к появлению на поверхности ЛКП признаков реакции (так называемое кипение).

На производстве после фосфатации следует операция пассивации – нейтрализация кислотных остатков путем промывки в щелочных растворах. При ремонтной окраске все ремонтные материалы имеют в своем составе пассиваторы.

В ремонтной окраске фосфатацию заменяют кислотосодержащие первичные грунты (фосфатирующие, протравные, реактивные, кислые, кислотные и вош-праймеры). Они имеют отличную адгезию к металлу. Главнейшая функция праймеров (первичных грунтов) – обеспечение сцепления с металлом последующих наносимых материалов, а вторичная функция в качестве барьера от коррозии.

На заводе наносят два, а то и три грунта – фосфатирующий, катафорезный и грунт-выравниватель – и только потом – база и лак. В ремонтной окраске также надо повторять всю линейку материалов, и заменять одно другим или вовсе что-то исключать за ненадобностью категорически воспрещается. Ведь каждый слой «слоеного пирожка», лежащего на кузове, выполняет определенную защитную функцию.

### 8.2.2. Ремонтные грунты

В настоящее время на рынке представлен широкий ассортиментный ряд всевозможных грунтов, выпускаемых различными производителями ремонтных лакокрасочных материалов для разных целей. Поэтому, выбирая подходящую грунтовку, надо опираться на конкретную задачу, стоящую перед мастером, и вид подложки, на которую материал будет наноситься.

К сожалению, современные технологии, используемые при разработке и производстве грунтов, пока еще не позволяют совместить в одном материале на достаточном качественном уровне защитную и выравнивающую функции грунта. Поэтому все грунты можно условно разделить на две основные группы: защитные грунты и грунты порозаполнители (выравниватели, наполнители и т.д.).

Грунтовки образуют нижние слои лакокрасочных покрытий. Основное назначение – создание надежного сцепления верхних слоев покрытия с окрашиваемой поверхностью. Они выполняют целый ряд и других важных функций.

Грунтование – нанесение слоя лакокрасочного материала, непосредственно контактирующего с подложкой. Целью этого процесса является придание окрашиваемой поверхности дополнительных адгезионных свойств. В не меньшей степени грунтование способствует антикоррозионной защите металла. По составу грунты отличаются от автомобильных эмалевых красок повышенным содержанием пигментов и тем, что пигменты эти обладают преимущественно не окрашивающими, а противокоррозионными свойствами.

Отсюда и основные требования, предъявляемые к грунтовкам: они должны обладать хорошей адгезией к вышележащим слоям лакокрасочного материала и высокими антикоррозионными качествами, а также выполнять функцию амортизатора при отсутствии других материалов между краской и металлом. Адгезионная прочность слоя грунта обратно пропорциональна его толщине, поэтому грунтовки наносятся весьма тонким слоем не более 15–20 мкм.

### 8.2.3. Эпоксиды

Эпоксидные грунты, выравниватели, шпатлевки, в отличие от полиэфирных шпатлевок, нейтральны к кислотным основаниям, остающимся после фосфатации. Эпоксидная пленка – наиболее плотная (вследствие отсутствия в ней пор), гораздо тверже любой полиэфирной шпатлевки. Она создает хороший антикоррозионный барьер, имеет отличную адгезию практически ко всем материалам, однако широкое применение эпоксидных грунтов как первичных, так и вторичных ограничено весьма существенным «но»: для полного высыхания им требуется достаточно много времени.

Время их сушки при температуре +20°C составляет в среднем 12 часов, чего на большинстве автосервисов, особенно на тех, где кузовной ремонт поставлен на поток, позволить себе не могут. Высокотемпературная сушка тоже не исправляет положения: она приводит к неравномерной полимеризации слоев грунта (слой эпоксидного грунта при ее использовании не должен превышать 10–15 микрон), и это влечет за собой образование пузырей на поверхности лакокрасочного материала (внутрислойной адгезии – когезии, когда верхний слой полимеризуется значительно быстрее, что и приводит к появлению дефектов).

#### **8.2.4. Шпатлевание**

Шпатлевание – это операция, которая и отличает конвейерную окраску от ремонтной. Шпатлевки – пастообразные материалы, наносимые по слою грунтовки при необходимости выравнивания и восстановления (шпатлевания) ремонтируемой поверхности перед нанесением на нее верхних (кроющих) слоев лакокрасочного покрытия.

Во всех многочисленных ремонтных системах, представленных сегодня производителями ремонтных лакокрасочных материалов, шпатлевки являются самым простым лакокрасочным материалом, используемым ремонтниками. Чаще всего они состоят из двух субстанций – полиэфирной смолы и наполнителя.

Также существует довольно много узкоспециальных шпатлевок: армированных, стекловолоконистых (волосатых) и т.д., но двухкомпонентные полиэфирные сегодня применяются наиболее часто. Это стандартный материал, способствующий устранению неровностей на кузове автомобиля, вызванных его повреждением. Вмятины, наиболее глубокие царапины и другие подобные дефекты устраняются исключительно шпатлеванием, если, конечно, не происходит замены старой детали новой.

Шпатлевки обладают отличной адгезией к наиболее широко распространенным в автомобилестроении поверхностям: чистому металлу, старым неповрежденным слоям лакокрасочного материала и грунтам. Более того, на рынке появились и универсальные полиэфирные шпатлевки – их можно наносить наряду с традиционными и на оцинкованные поверхности.

Но главное преимущество современных материалов на полиэфирной основе состоит в том, что они, в отличие от устаревших, таких как нитроцеллюлозные шпатлевки, во время сушки имеют минимальное стягивание.

Шпатлевки нельзя наносить на кислотные грунты, это приводит к их плохому отверждению. Хотя прямо противоположная операция – нанесение кислотного грунта на затвердевшую шпатлевку для защиты голого металла вокруг зоны ремонта – не вызовет никаких проблем.

Все шпатлевки (кроме эпоксидных и шпатлевок на основе ненасыщенных полиэфиров) наносят только на загрунтованную или окрашен-

ную поверхность, причем толщина слоя шпатлевки должна быть минимальной и определяться величиной усадки материала.

При небольшой величине усадки шпатлевки (полиэфирной или эпоксидной) наносить ее можно слоем толщиной до 1 мм. Если усадка значительна (пентафталиевая или нитрошпатлевка), то шпатлевку следует наносить несколько слоев (с промежуточной сушкой), но суммарная толщина этих слоев не должна превышать 0,3 мм. Наиболее часто встречающийся дефект шпатлевания – нанесение некорректно толстого слоя материала, что приводит вследствие сильного внутреннего напряжения в таком слое к его растрескиванию.

Нитрошпатлевки прекрасно зарекомендовали себя при устранении незначительных повреждений, царапин и сколов. Во-первых, они недороги, при этом создают относительно гладкую, непористую поверхность, а во-вторых, при работе с ними не требуется никакой предварительной подготовки. Но, если надо нанести хотя бы слой в 100 мкм, то следует создать его за 3–4 прохода, поскольку во время высыхания шпатлевка дает сильную усадку.

Отверждается она кислотным методом, и отвердителем для нее является пероксид. Он специально окрашивается производителями ремонтных лакокрасочных материалов в красный цвет, для того чтобы можно было видеть равномерность его смешивания со шпатлевкой и следить за этим процессом.

Неравномерность смешивания приводит, во-первых, к значительным затруднениям при сушке, плохому отверждению, а во-вторых, к изменению цвета автомобильной эмалевой краски. Это так называемое «просачивание пероксида», следствием чего может быть модификация цветового оттенка, особенно сильно проявляющаяся на голубых тонах, или же появление матовых пятен на лакокрасочном покрытии поверх зашпатлеванных мест.

Особенности работы со шпатлевкой связаны преимущественно с тем, что шпатлевка – это материал, полимеризующийся совершенно по иной схеме, нежели все остальные лакокрасочные материалы (грунты, эмалевые краски и т.д.). График ее отверждения очень резкий: она может стоять несколько минут открытой, а потом практически мгновенно начинается бурная реакция полимеризации. С этим и связаны многие особенности.

Первая. Реакция протекает так бурно, что сопровождается обильным выделением тепла и резким запахом простых эфиров.

Эфиры, выделяющиеся при высыхании шпатлевок, – это самые агрессивные растворители из всех возможных. Шпатлевку можно наносить на старое лакокрасочное покрытие – ее нанесение повлечет обратимость лежащих под ней старых слоев.

Вторая. График отверждения шпатлевки, помимо того, что резкий, еще и скачкообразный. А чем быстрее материал полимеризуется, тем

быстрее и сильнее он дает усадку. Уменьшение объема шпатлевки колеблется в достаточно широких пределах: от 3 до 15%.

Нельзя перекрывать пятна шпатлевки сразу же непосредственно эмалевой краской, потому что потеря блеска в таких местах уже не будет поддаваться никакой корректировке. Зашпатлеванные участки всегда нужно сначала покрывать слоем грунта, чтобы создать равномерную, непоглощающую подложку. Только тогда нанесенная эмалевая краска не потеряет блеск.

Зона предполагаемого ремонта должна зачищаться больше, чем зона предполагаемого шпатлевания.

Во время сушки следует учитывать то, что полиэфирные шпатлевки чувствительны к высоким температурам. При перегреве они начинают растрескиваться. Максимальная температура, которую выдерживают большинство полиэфирных шпатлевок и которая не приводит к их деформации, составляет +80°C.

Шпатлевки гигроскопичны, т.е. обладают хорошей способностью впитывать влагу, поэтому зашпатлеванные участки нужно как можно быстрее покрывать последующими слоями ремонтной системы.

Для контроля качества шпатлевания нет инструментальных методов проверки, поэтому требуется высокая квалификация и опыт специалиста. Существуют наиболее распространенные дефекты.

Дефект шпатлевания	Причины возникновения	Способ устранения
Пленка шпатлевки снимается с грунта, легко рассыпается	В состав шпатлевки введено недостаточно связующего вещества	Правильно приготовить шпатлевку
Пленка шпатлевки после высыхания дает трещины	Шпатлевка нанесена на непросохший слой грунтовки, шпатлевка нанесена толстым слоем	Улучшить сушку грунтовки, уменьшить толщину слоя шпатлевки
Пленка шпатлевки трудно шлифуется	Шпатлевка содержит избыток связующего вещества	Правильно приготовить шпатлевку
При шлифовании пленки шпатлевки происходит быстрое загрязнение шкурки	Слой шпатлевки недостаточно просушен	Улучшить качество сушки шпатлевки
Слой шпатлевки плохо сцепляется с поверхностью	Поверхность грунтовки не очищена от загрязнений	Улучшить качество очистки слоя грунтовки от загрязнений

Для определения качества выравнивания поверхности и качества шлифования наносят так называемый выявительный слой или, как неко-

которые производители называют, проявочное покрытие. Нанесение проявочного покрытия представляет собой метод обнаружения дефектов поверхности, например кратеров или глубоких царапин. Без проявочного покрытия такие дефекты практически незаметны, но они непременно отражаются на качестве окраски и приводят к дорогостоящей перекраске кузова. Кроме того, проявочное покрытие играет большую роль на этапе наложения полиэфирных шпатлевок, поскольку позволяет проверить ровность поверхности грунта (шпаклевки) и правильность выполнения линий и обводов кузова. Для данной операции, как правило, используют черную нитроэмаль. Кроме того существует сухое проявочное покрытие (фирма 3М), имеющее ряд преимуществ: не содержит растворителей, не требует оклейки, может применяться как в ходе «мокрой», так и при использовании технологии «сухой» шлифовки.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем отличие заводской и ремонтной окраски?
2. Влияние температурного режима, влажности и запыленности на окраску.
3. В чем заключается маскировка?
4. Как определяют вязкость?
5. Для чего предназначено обезжиривание?
6. Методы и задачи риски.
7. В чем заключается отличие заводского и ремонтного фосфатирования?
8. Виды, свойства и назначение ремонтных грунтов. Особенности использования эпоксидных грунтов.
9. Виды, свойства и технологии нанесения шпатлевок.

## **9. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ АБРАЗИВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

### **9.1. Классификация абразивных материалов. Технология создания риски «Правило 100»**

Абразивы – это мелкие острые твердые частицы, используемые в свободном или связанном виде для обработки (в том числе для придания формы, обдирки, шлифования, полирования) разнообразных материалов и изделий из них. Действие абразивов сводится к удалению части материала с обрабатываемой поверхности.

Стоит упомянуть, что понятие абразивные материалы охватывает разнообразные плоскостные, объёмные и химические материалы, в основе которых всегда лежит зерно, большего или меньшего размера, большей или меньшей твердости, предназначенные для обработки в нашем (автомобильном) случае: металлов, пластиков, подготовительных материалов, эмалей и лаков.

К плоскостным (гибким) материалам относятся шлифовальные шкурки (терминология ГОСТа) или АМ (абразивные материалы) на различной основе и различной конфигурации, а также сетки и фибры.

Объёмные материалы представлены в виде шлифовальных, матирующих губок и обдирочных кругов (нетканая, синтетическая, пористая основа, пропитанная абразивом).

Химические материалы – это шлифовальные и полировальные пасты различной вязкости. Пасты представляют собой смеси свободных абразивов с комплексом различных химических веществ, образующих мягкие, пластичные связки. К данной категории можно отнести и так называемые шлифовальные глины.

На рынке абразивных материалов сейчас присутствует большое количество производителей: от грандов (начиная с ЗМ и Norton) до тех, кто не ставит собственное имя на своих изделиях.

В России действует ГОСТ 3647-80, согласно которому АМ делятся на четыре группы: шлифзерно, шлифпорошки, микрошлифпорошки и тонкие микрошлифпорошки. Они, в свою очередь, подразделяются на несколько ступеней в зависимости от размера зерен основной фракции в мкм: чем больше номер абразива, тем грубее АМ.

За рубежом – иные подходы. В США существует стандарт САМІ. В Европе действует стандарт FEPA (Федерация европейских производителей шлифовальных средств), по которому номера абразивов располагаются с точностью наоборот: чем больше номер, тем мельче абразивные зерна, а зернистость АМ обозначается буквой Р.

Сегодня редко обрабатывают кузовные детали российскими АМ с соответствующими обозначениями, практически все мастерские, произ-

водящие ремонт кузовов, работают с абразивными материалами производителей 3М и Norton, поэтому в дальнейшем будет использоваться градация по стандарту FEPA.

Каждый материал, как известно, имеет свою вязкость, прямо зависящую от степени помола наполнителя, плавающего в связующем веществе. Степень помола грунтов достаточно велика (25–30 микрон), поэтому вязкость первичных грунтов составляет в среднем 17–20 с, вторичных – 30, 40, 50 с, шпатлевка же вообще не является текучей, степень помола ее наполнителя мала, вследствие чего ее вязкость превышает 150 с.

Разные формы (рис. 37) риска приобретает потому, что абразив на различных поверхностях оставляет за собой различные следы – их и должны заполнить наносимые материалы. Причем заполнить полностью, не оставляя полостей при соприкосновении с подложкой. И, как видно из рисунка, им легче заполнить «клин», оставленный минералом на шпатлевке, чем проникнуть в заусенцы, образовавшиеся на металле. Чтобы обеспечить проникание материалов в такую риску, надо приложить такое давление, которое невозможно создать вручную.

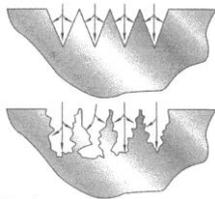


Рис. 37. Формы риски

Но, поскольку другого способа увеличения механической адгезии нет, все равно придется создавать риску. Для оптимизации этого процесса разработана известная всем градация абразивных материалов Р40, Р60, Р80 и т.д. – для каждого материала (и, соответственно, для каждой операции) свой абразив. Только так можно создать необходимую риску, в которую проникнет то, что должно проникнуть, и именно так, как надо. Шлифовальные материалы классифицируются по размеру используемого зерна. При этом применяются так называемые ряды Р (рис. 38). Размер зерен устанавливается по сетке, построенной в дюймовом формате.

То есть номер зернистости обозначает количество ячеек стороны квадрата размером 1 кв. дюйм, через которые просеиваются зерна. Также, наряду с зернистостью, ряды Р определяют и допуски на наличие мелких и крупных зерен. Это важно, так как мелкая зернистость с большим содержанием крупных зерен не позволяет осуществить подготовку высококачественной поверхности, а крупная зернистость с боль-

шим содержанием мелких зерен не дает возможности достичь максимальной мощности шлифования (быстрое удаление материалов с поверхности).

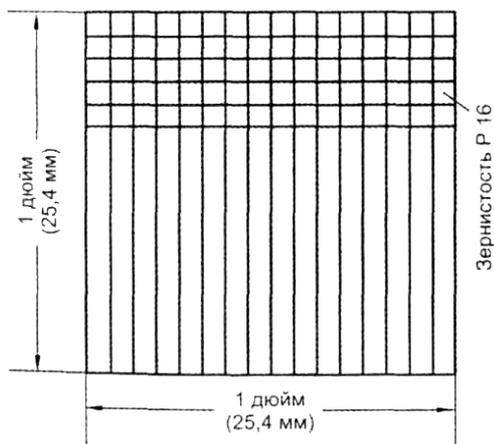


Рис. 38. Размер зерен, устанавливаемый по сетке

Известно, что шпатлевка в силу своей вязкости хорошо заполняет риски, оставленные на металлической поверхности минералом Р120, при обработке вручную и Р80 при обработке эксцентриковой шлифовальной машинкой при нанесении на старое покрытие или шпатлевку Р180 и Р150 соответственно. Разница объясняется тем, что при механической обработке эксцентриком минерал дважды не проходит по одной риске и тем самым не углубляет ее – это, кстати, одно из главных преимуществ «сухого» метода, в противном случае она дает просадку – дефект, проявляющийся на последующих наносимых слоях. Дефект может появиться через два-три месяца, если работа выполнялась зимой, поскольку температура низкая и процесс полимеризации более продолжительный, чем летом.

Поэтому все крупные риски на шпатлевке следует понижать до оптимальных размеров. Необходимо отметить, что риска в процессе жестких работ делается не только при помощи абразивов. Она создается рихтовочными пилами, химволокнистыми кругами и т.д. Все эти инструменты создают невообразимую риску (рис. 39), в которую может не проникнуть материал, а в результате – опять просадка, поэтому необходимо обязательно понизить риску. Это можно сделать абразивом с шагом не более 100 единиц (рис. 40) от размера предыдущего абразива (так называемое «правило 100»). Только тогда эта операция будет выполнена корректно. «Прыжок» же, например, с Р80 на Р240 приведет

только к срезанию вершук (рис. 41), что совсем не отразится на изменении риски в нужную сторону (на уменьшение). Причем такую риску никогда не смогут проверить, поскольку она забьется шлифовальной пылью, и даже если обдуть поверхность, все равно ее сложно оценить, так как верхняя поверхность будет маскировать то, что на дне. И опять может получиться просадка.

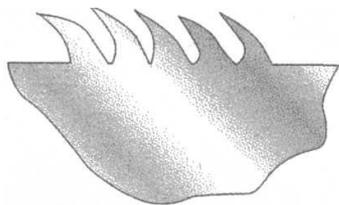


Рис. 39. Нестандартная риска

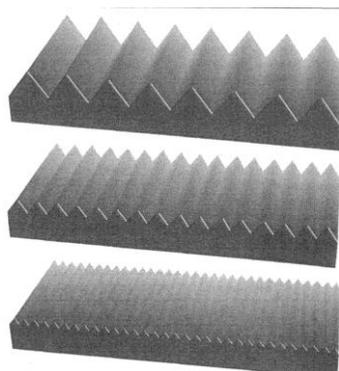


Рис. 40. Понижение риски при соблюдении «правила 100»

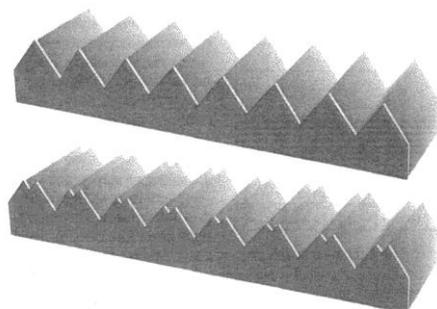


Рис. 41. Понижение риски при не соблюдении «правила 100»

Если же градация не превышает 100 единиц, то можно легко перешлифовать подложку, получая нужное понижение риски.

Это же применимо и к толстым грунтам, также имеющим очень высокую вязкость. Высоконаполненные толстые грунты, как и шпатлевка, способны проникать только в определенные для них риски. Для первичных грунтов, поскольку они жидкие, форма риски никакого значения не имеет, они с одинаковым успехом проникнут в любую риску.

## 9.2. Размещение зерен

Если говорить о зернистости как об одной из главных характеристик шлифовального материала, то следует отметить, что существует еще один немаловажный параметр, влияющий на выбор абразива в зависимости от вида выполняемых работ.

Речь идет о степени концентрации шлифовальных зерен на несущем материале. Различают плотное (закрытое) и открытое размещения (рис. 42, 43).

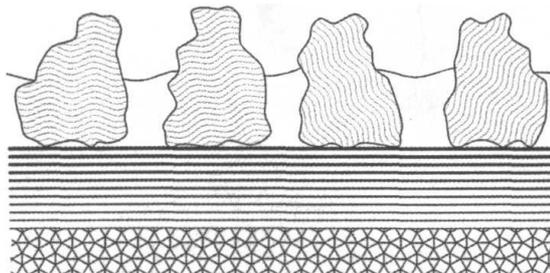


Рис. 42. Плотное (закрытое) размещение зерен

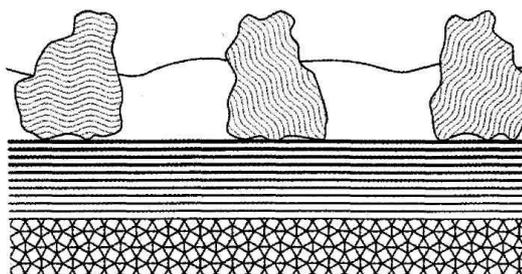


Рис. 43. Открытое размещение зерен

При открытом размещении зерна уложены равномерно и покрывают примерно 50–70% поверхности бумаги. Поэтому при данном методе распределения сохраняется большое пространство между отдельными зернами, куда может попадать шлифовальная пыль. Материал с такой концентрацией зерен подходит для вязких, мажущихся материалов. Он рекомендуется, если имеется вероятность преждевременного засаливания абразива, неизбежно влияющего как на эффективность обработки, так и на срок службы шлифовального материала.

На ощупь частицы этих материалов кажутся более острыми, так как зерна не образуют плотной закрытой поверхности. Подобные шлифовальные материалы оставляют после себя риски большой глубины, поскольку давление на инструмент передается на поверхность через меньшее количество зерен. Глубина рисков может быть различна и практически непредсказуема.

При закрытом размещении шлифовальные зерна плотно сконцентрированы и покрывают 90–100% поверхности бумаги. Материал с закрытым размещением зерен отличается высокой стойкостью. При одинаковой зернистости шлифование с помощью бумаги с плотным размещением позволяет достичь более высокого качества обрабатываемой поверхности.

Этот метод распределения предназначен для абразивных материалов, которые должны иметь наибольшее возможное количество режущих кромок на единицу площади поверхности для достижения самой высокой скорости снятия слоя обрабатываемого материала. Он рекомендуется, если нет опасности засаливания и для получения заданных классов обработки поверхности или чистовой обработки.

Отвод же частиц пыли должна обеспечивать высокопроизводительная система пылеудаления.

### **9.3. Структура абразивного материала**

Свойства и качества шлифбумаги различаются в зависимости от целого ряда факторов, среди которых: качества отдельных составляющих (синтетические или натуральные связующие, синтетическое или натуральное зерно, различные несущие материалы, разные наполнители и покрытия), комбинации отдельных компонентов, обработка компонентов, соединение компонентов между собой (рис. 44).

Шлифовальные зерна могут иметь натуральное (смиргель, гранат, кремнь или кварц) и искусственное происхождение. Так как при использовании шлифовальных машинок материал испытывает значительные нагрузки и должен отвечать особым требованиям, то для производства шлифовального материала должны использоваться только синтетические зерна, изготавливаемые в электрических печах при очень высо-

кой температуре (от +2000°C до +2500°C). Они обладают постоянными физическими и химическими свойствами, а также большой прочностью и чистотой. Натуральные абразивы имеют, напротив, много примесей с различной твердостью.

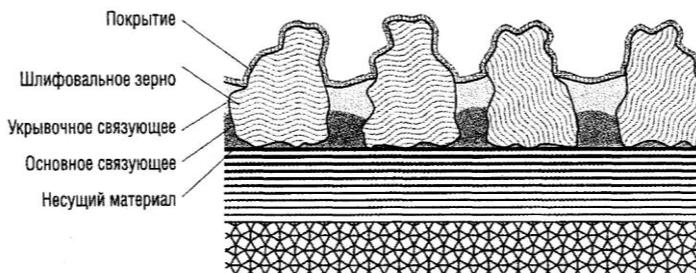


Рис. 44. Структура шлифовального материала

В качестве синтетических шлифовальных материалов в основном используются:

- карбид кремния ( $\text{SiC}$ );
- корунд ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
- кубитрон – на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Конечно, есть и другие варианты, но они не так распространены.

Карбид кремния (длинноволокнистые граненые блестящие кристаллы) – очень твердый, с острыми гранями, но при этом хрупкий (при нагрузке ломается) шлифовальный материал. Обладает высокой начальной производительностью, но быстро истирается, что приводит к уменьшению срока службы. Граненое зерно оставляет глубокие шероховатые следы на мягких материалах. При использовании машинной обработки находит применение только в качестве шлифовальных губок, на бумажной основе используется редко. Основная область применения – мокрая ручная шлифовка.

Оксид алюминия (корунд) производится с различным по чистоте качеством. Обладает высокой степенью прочности и устойчивости. Высококачественный чистый электрокорунд гарантирует высокую производительность при шлифовании. Электрокорунд повышенной чистоты и стандартный корунд хорошо справляются с загрязнениями, правда, при большой нагрузке ломаются, разлом зерна уменьшает производительность и срок службы.

Бумага, хлопчатобумажная или полиэфирная ткань, фибра и комбинированные подложки – основы, наиболее широко применяемые при производстве шлифматериалов.

**Бумага.** Бумага, используемая для производства абразивных материалов, различается по плотности.

Гибкие тонкие бумажные листы в основном предназначены для ручных и отделочных материалов. С увеличением плотности увеличивается прочность бумаги, что необходимо при машинной обработке поверхностей. В то же время снижается эластичность, поэтому шлифовальная бумага не может оптимально прилегать к поверхности обрабатываемого материала.

Гибкая, прочная бумага рекомендуется для шлифования вручную с использованием переносного шлифовального инструмента.

Бумага повышенной прочности применяется для изготовления рулонов, лент и дисков, предназначенных для всех тех случаев, где требуется повышенное сопротивление разрыву.

Для того чтобы использовать плотную бумагу для шлифовки криволинейных или профильных поверхностей, многие производители делают на шлифовальной бумаге специальные риски. В этих местах бумага может легче сгибаться, благодаря чему повышается общая эластичность.

Некоторые бумажные основы водостойки и пропитаны латексом.

**Ткань и фибра.** Для особо тяжелых нагрузок бумажной основы бывает недостаточно. В таких случаях отдают предпочтение различным формам хлопчатобумажных тканей. Различают тяжелые и легкие ткани.

Хлопчатобумажные ткани рекомендуются для различных операций, начиная с обдирки и заканчивая чистовой обработкой. Полиэфирные ткани более прочные, чем хлопчатобумажные, и могут использоваться как для сухой, так и для мокрой обработки, особенно при удалении толстого слоя материала.

Еще существуют комбинированные основы, состоящие из ткани, наклеиваемой на бумагу, затем на ткань наносится абразивное зерно.

Эта основа применяется главным образом при работах, связанных с удалением поверхностного слоя материала.

Фибровые основы являются очень плотными и полужесткими. Шлифматериалами с такой подложкой преимущественно обрабатывают металл.

**Синтетические волокна в качестве основы.** Синтетические волокна применяются для изготовления шлифовального материала типа «флис» у Festool или «скотч-брайт» у ЗМ.

Волокна покрываются смесью абразива и связки и формируются в маты толщиной 8–10 мм. Это шлифовальное средство очень эластично и используется, например, для финишной обработки поверхностей.

**Связка и покрытие.** Качество абразивного материала во многом зависит от качества связующего зерна вещества (рис. 44). Оно закрепляет зерно на основе и наносится двумя слоями.

Сначала на основу наносится первый слой, в который потом укладываются шлифовальные зерна. Первый слой связки прочно удерживает

зерна на основе. Если на количестве этого слоя или на его качестве экономят, то шлифовальный материал имеет плохое сопротивление против выпадения зерна под нагрузкой.

Следующий шаг – нанесение второго слоя связки. Он предотвращает воздействие зерен друг на друга.

В качестве основы по большей части используют два вида материалов: мездровый клей и искусственную смолу.

Связка из мездрового клея менее прочна, сила, удерживающая зерна, не очень большая, что приводит к их интенсивному выпадению. Основные ее преимущества – дешевизна и высокая эластичность. Но при нагреве клей размягчается, он весьма требователен к условиям хранения (особенно к влажности: высокая влажность его размягчает, в тепле и при сухом воздухе на нем, наоборот, появляются мелкие разрывы), разлагается со временем и имеет низкую механическую стойкость. Поэтому такой вид связки не применяется в материалах, используемых для работы на шлифмашинах.

Связка же из искусственной смолы обеспечивает высокую стойкость абразива. Она оптимально подходит в случаях, когда необходима грубая обработка поверхности, так как обладает повышенной стойкостью к перегреву, высокой прочностью, нетребовательна к условиям хранения и имеет большую стойкость против отрыва. Хотя эластичности у нее нет практически никакой.

Чтобы совместить положительные моменты этих двух видов связующего и максимально нивелировать все их отрицательные особенности, разработана связка-комбинация. Такой тип связки в качестве основного слоя имеет эластичный мездровый клей, который и обеспечивает эластичность всего абразива в целом. Укрывающий слой – искусственная смола: она обладает, как мы уже говорили, высокой стойкостью к большим температурам. В последнее время в основном используются и основное, и укрывающее связующее из искусственной смолы, при этом выбирается более эластичная основа. Такая конструкция неприхотлива к условиям хранения и обеспечивает большой ресурс по износу. Шлифовальные материалы именно с таким типом связки лучше всего подходят для применения в качестве шлифовальных кругов к машинкам с электроприводом и пневмоприводом.

Многие связующие материалы подвергаются антизасаливающей обработке: в одних случаях на абразив наносится специальный стеаратный слой (слой стеарата оказывает пылеотталкивающее воздействие, но необходимо учитывать температуру его плавления, превышение которой приведет к понижению его работоспособности), в других – активные добавки наносятся вместе с укрывающим слоем. Это так называемые биокатализаторы – антистатические вещества, содержащиеся во

внешней связке и препятствующие прилипанию пыли, или заполнители, которые, находясь между отдельными зернами абразива, препятствуют его забиванию пылью.

Благодаря подобной обработке намного повышается эффективность использования шлифматериалов при работе с грунтовками, лаками, красками и продлевает срок их службы.

В заключение описания структуры шлифовальной бумаги поговорим о ее хранении. Несомненно, несоблюдение температурного или влажностного режима приведет к изменению качественных свойств бумаги, и ее производители пишут об этом в инструкциях по эксплуатации, которым надо неукоснительно следовать. Если температура и/или влажность на рабочем месте сильно отличаются от температуры и/или влажности на складе, то перед использованием материала подержите его вблизи рабочей зоны день-другой для стабилизации.

#### **9.4. Технология подбора абразивных материалов**

Многообразие абразивных материалов, представленных сегодня на рынке, усугубляет проблему выбора наиболее оптимального для вашей мастерской. Прежде всего вам надо определиться с тем, какие виды работ вы собираетесь выполнять приобретаемым инструментом. Сравнивать между собой материалы разных производителей можно, только если они предназначены для одной и той же области применения.

Сравнение «на глаз», часто используемое, по сути, ничего не дает. Материалы с открытым размещением зерен более эффективны для быстрого удаления покрытий, чем с закрытым с той же зернистостью.

Бумага же с небольшим количеством связующего делает возможным более грубое воздействие на обрабатываемую поверхность, но при нагрузке зерна из такого материала чаще всего выпадают.

Чуть больше дает ощупывание материала. При этом бумага с открытым размещением зерен кажется более «острой», чем с плотным.

Следует учитывать и то, что при работе «сухим» методом мы чаще всего используем материалы в пределах 320–500, мокрым – 600–1000. Понятно, что покрытие будет лучше, риска сама по себе – более упорядочена, а обработка – значительно чище, если мы проводим операцию шлифовальной машинкой, но не все можно выполнить машиной.

В некоторых случаях невозможно работать шлифмашинкой по одной причине: ни на одной шлифмашинке – ни на плоскошлифовальной, ни на эксцентриковой – нет настолько жесткой подошвы, чтобы корректно спилить неровности, возникающие в процессе ремонта.

Следовательно, берётся брусок (любой: малый, средний или длинный) и чистится им поверхность, заранее подобрав для такого случая со-

ответствующую бумагу. Но делать это можно только в определенной зоне для того, чтобы потом машинкой вывести всю остальную поверхность.

Выбирая материал, следует также обратить внимание и на его градацию по рядам Р. Если не используете шлифовальную машинку и шлифуете вручную от начала до конца, то даже под акриловые материалы использовать абразивы менее 400 не стоит, так как ручная обработка всегда грубее механической (как уже сказали, при ручной обработке риска усугубляется тем, что зерно может проходить по ней несколько раз, да и длина прямолинейного движения позволяет зерну максимально углубиться в материал, что исключается при использовании эксцентриковых шлифмашин). При ручной обработке мы делаем достаточно рваную риску, в которую трудно попасть наносимому материалу.

Если мы работаем вручную и перед нами светлый «металлик» или светлый «перламутр», что еще более критично, то даже 400 по сухому очень много. Все неровности затем проявятся, поскольку на таких эмалях лак работает как лупа и все оставленные нами в процессе ремонта риски, в которые краска не сумела попасть, будут видны на поверхности покровного слоя, причем еще и в увеличенном виде.

В данном случае нам следует обратиться к старому способу: взять водичку, абразив 1000 и пройти всю поверхность. Если есть неровность, которую нельзя спилить 1000, то надо использовать более крупный абразив, но потом все равно опуститься на 1000. Только здесь не надо забывать о «правиле 100». Если мы, допустим, работали сухой четырехсоткой, убирая дефект, то потом 1000-й мокрой или машинкой 500 можно.

А после 320 сразу 500 или 1000-ю мокрую нежелательно – слишком большая разница градаций.

Из сухих материалов на светлых «металликах» в торцах деталей гарантировано не оставят заметных впоследствии рисок только два материала: медный (желтый) скотч-брайт (или его аналоги, условная градация коих 1000), причем работать им можно как по сухому, так и по мокрому, или различные мелкозернистые абразивные губки. Битым материалом обрабатывать поверхность тоже нельзя, поскольку любой битый материал вырабатывается неравномерно – могут остаться крупные зерна, и можно испортить деталь.

Выше 1000 по мокрому и выше 500 по сухому запрещено подниматься вообще. В этом случае мы фактически полируем деталь, но потом база чулком с него слезает. А все дело в том, что риска настолько мелкая, что не позволяет базе зацепиться, поскольку не создает необходимой адгезии. Акрил будет держаться, потому что и такая риска заберется связующим, но вот нитро-акриловая база – нет. Ее проникающая способность значительно меньше.

Выбирая ассортимент бумаги, необходимо руководствоваться видами работ, которые вы будете с ее помощью выполнять, и технологиями, которым будете следовать.

### **Контрольные вопросы**

1. Виды абразивных материалов.
2. Чем отличается Российская и европейская градация абразивных материалов?
3. Технология создания риски. «Правило 100».
4. Сущность открытого и закрытого размещения зерен.
5. Материалы, используемые для изготовления шлифзерна.
6. Свойство и назначение абразивного материала с бумажной несущей основой.
7. Характеристики абразивных материалов на тканевой фибровой и синтетической основе.
8. Технология подбора абразивных материалов.

# 10. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КРАСКИ

## 10.1. Компоненты краски

Один из основных ремонтных материалов – краска рассматривается как смесь определенных компонентов, каждый из которых имеет свою функцию и свойства.

В качестве составляющих краски рассматриваются следующие компоненты:

- пигмент;
- смола;
- растворитель + разбавитель.

**Смола** является связующим компонентом краски, как и многих других покрывных материалов. Смола это жидкое и очень вязкое вещество, состоящее из органических молекул. Одно из главных свойств смол – способность образовывать твердый полимер после прохождения реакции полимеризации. Такая реакция может инициироваться различными факторами, выступающими в роли катализаторов полимеризации. Среди них можно назвать: контакт с кислородом, попадание влаги, температуру, смешивание со специальными веществами – отвердителями.

Кроме того, многие смолы в обычных условиях окружающей температуры приобретают достаточную твердость для образования покрывающих пленок. Они имеют достаточную для нанесения и смешивания текучесть, будучи разбавленными специальными растворителями. Материалы на основе таких смол могут не отверждаться, а просто высыхать.

К смолам в основе многих материалов предъявляется требование прозрачности. Особенно это важно при изготовлении лаков. Для других материалов критическим фактором может быть пригодность к шлифовке.

Примеры смол:

- олифа – для бытового применения – не отверждается;
- эпоксидная смола – в основе многих клеев;
- алкидные смолы – в основе промышленных и судовых красок – отверждаемые;
- уретановые смолы – в основе многих автомобильных красок – отверждаемые;
- акриловые смолы – самые современные материалы – отверждаемые.

**Пигмент** – это не растворимый в смоле и растворителях порошок, имеющий различные функции. В красках пигмент несет функцию придания цвета и обеспечивает укрывистость. В грунтах пигмент служит объемным наполнителем, а также придает материалу достаточную шлифуемость. В защитных грунтах – придает свойство коррозионной защиты. В лаках пигмент вообще отсутствует.

Пигмент размешивается со смолой (но не растворяется) и образует однородную взвешенную смесь (суспензию).

**Растворитель и разбавитель** – это органические жидкости, способные разжижать смолы. Причем самые агрессивные растворители способны разрушать структуру полимера и вообще препятствовать последующему отверждению. Некоторые агрессивные растворители способны разрушать даже затвердевшие полимеры. Здесь следует отметить, что затвердевший полимер не растворяется. Разрушение происходит по наиболее слабым местам полимерной сетки. Растворенное таким образом покрытие снимается с поверхности в виде пленок или мелких чешуек. При производстве лакокрасочных материалов растворители добавляются в смолу для придания ей достаточной для смешивания текучести, а также для лучшего перемешивания с пигментным порошком. Растворители тщательно подбираются для сохранения свойств полимера.

Разбавители – это обычно смеси различных растворителей с пониженной способностью к разрушению полимера. Разбавители добавляются в материал непосредственно перед нанесением через краскопульт для придания материалу определенной вязкости.

После нанесения материала на поверхность разбавители и растворители испаряются, образуя сухой остаток.

## 10.2. Алкидные материалы

Алкидные эмалевые краски изготавливаются на основе алкидных смол. Это синтетические смолы, продукты поликонденсации многоосновных карбоновых кислот с многоатомными спиртами; высоковязкие жидкости. Наиболее распространены алкидные смолы, получаемые из фталевой кислоты и глицерина или пентаэритрита, называемые соответственно глифталевыми смолами (глифталями) и пентафталевыми смолами (пентафталями). Применяются главным образом для приготовления алкидных лаков.

Алкидные лаки – растворы алкидных смол (часто их смесей с карбамидными смолами или с другими полимерами) в органических растворителях. Образуют антикоррозийные и атмосферостойкие покрытия. Применяются для защиты дерева и металла, а эмалевые краски и грунтовки из алкидных лаков – для отделки транспортных средств.

До сих пор алкидные лаки – довольно-таки широко распространенный вид лакокрасочной продукции, вот только из авторемонтной отрасли они безвозвратно ушли. Те, кто сталкивались с алкидными эмалевыми красками в своей практике, наверняка хорошо помнят все недостатки работы с ними. Но главным побудительным стимулом к их вытеснению с рынка стала все же их высокая токсичность, которая сильно не устраивала природозащитные организации. Это, наверное, один из не-

многих случаев, когда интересы экологов и авторемонтников пересеклись (хотя последним-то, конечно, глубоко все равно, насколько экологически вредны или безвредны используемые ими материалы, главное – чтобы ими было удобно работать).

Алкидными же эмалевыми красками работать было не совсем удобно. Как они ни модифицировались, как ни совершенствовались, существенных улучшений добиться так и не удалось. В них добавляли кислотные растворители, но кислота фактически разрушает структуру материала, при полимеризации молекулярные решетки сшиваются вообще бессистемно. Молибденовые присадки, делающие решетку более напряженной, ускоряли время сушки эмалевых красок, но за счет того, что твердость материала набиралась очень резко, сколообразование увеличивалось в той же пропорции.

Более того: алкидные смолы после синтеза имеют желтоватый оттенок, причем ярко выраженный, не поддающийся полной оптической очистке. Поэтому при колеровке приходилось делать значительные корректировки, что существенно усложняло работу с этими материалами.

Ну и самый большой минус алкидных эмалевых красок, по сравнению с современными материалами, – долгое время полимеризации. Ведь первичное высыхание алкидных материалов происходит только за счет испарения летучих веществ из лакокрасочного материала, которое и приводит к сшиванию молекул связующего в молекулярные цепочки. После высыхания образуется достаточно тонкая пленка, поскольку эти материалы содержат большое количество растворителя.

Однако по окончании полимеризации, всех ее этапов и циклов алкидные эмалевые краски по всем физическим и декоративным свойствам (твердость, глянец и т.д.), в принципе, вполне сравнимы с акриловыми, и большой разницы между ними нет. Правда, все эти свойства алкидная смола приобретает не за час, не за два, а за дни и месяцы.

Проблема в том, что первичная полимеризация, наблюдаемая при сушке, окончательно заканчивается только под воздействием воздуха, тепла и ультрафиолетового излучения через довольно-таки продолжительное время. Ремонтная окраска – это не конвейер, когда в газовой или инфракрасной печи, разогретой до  $+180...+200^{\circ}\text{C}$ , полимеризация протекает стремительно. В ремонте данная температура не приемлема. Присутствующие на кузове автомобиля пластмассы, полиэфирные шпатлевки и т.д. держат максимум  $+90^{\circ}\text{C}$ , при заводских температурах полиэфир (стирол) распадается, в материалах, используемых в заводских условиях, связующие делаются из других, более стойких к высоким температурам материалов.

Так что, как видим, высокая токсичность – не самое большое зло, исходившее от алкидных лаков. По крайней мере, для авторемонтников – в любом случае находиться рядом с только что покрашенной ма-

шиной никто долго не намеревался. Да это и вряд ли удалось бы: пары алкидных смол настолько едки, что после покраски надо было срочно покидать камеру, чтобы не задохнуться.

Все эти минусы и привели к созданию нового материала. В России начали с ним знакомиться в начале 90-х, хотя во всем мире он используется уже лет 30.

### 10.3. Акриловые материалы

Акриловые лаки (полиакриловые лаки) – растворы полиакрилатов или их производных в органических растворителях. Образуют свето-, атмосферо- и водостойкие покрытия с хорошей адгезией к металлу. Применяются для антикоррозийной защиты алюминия и его сплавов, эмалевые краски на основе акриловых лаков используют при отделке самолетов, автомобилей и т.д.

Так в чем же достоинство акрила? Да в том, что полимеризуется он по совершенно иной схеме, нежели алкидные материалы, которые однокомпонентные (1 К), поэтому полимеризуются под воздействием естественных процессов в окружающей среде. Здесь же имеем двухкомпонентный материал (2 К), поэтому полимеризация перестает зависеть от множества неподконтрольных факторов.

Это приводит к тому, что появилась возможность значительно сократить время полного сшивания полимерных цепочек. Считается, что необратимые изменения во всех акриловых эмалевых красках при сушке в естественных условиях, т.е. при температуре около  $+20^{\circ}\text{C}$  и нормальной влажности около 80%, завершаются примерно за 16 часов. Твердость затем набирается еще в течение нескольких суток, в зависимости от того, чем модифицирована краска. Чистое акриловое связующее при  $+10^{\circ}\text{C}$  полностью отвердевает за 2–3 суток. Если оно модифицировано полиуретаном, то за 7–10 часов.

Происходит так потому, что сшивание молекулярной цепочки акриловой эмалевой краски осуществляется, в отличие от алкидной, за счет добавления отвердителя. Полимеризацию двухкомпонентных материалов обуславливает исключительно химическая реакция между связующим (акриловой смолой) и отвердителем (полиизоционатом). Растворитель в этом случае добавляется только для получения требуемой вязкости.

Естественная сушка на акриловых материалах влияет только на набирание твердости. То есть эмалевая краска гарантированно высохнет за 16 часов, но твердость она наберет за более долгий промежуток времени, чем при сушке в камере.

Однако сегодня у многих производителей есть линейки продукции, в которых растворителя нет вообще. Более того, он там и не нужен, и

его не надо туда добавлять. Это современные высоконаполненные UHS-материалы, наносимые одним толстым слоем (классификация материалов по наполненности рассматривается отдельно). Их вязкость фактически закладывается уже при производстве и соответствует оптимальным условиям покраски (под ними здесь и далее подразумеваются следующие: температура воздуха +20°C, влажность 80%). Разбавление таких материалов растворителем недопустимо по следующей причине: в них и так присутствует достаточно сольвентов, которые при сушке испаряются, и для их испарения необходимо определенное время. Добавление же растворителя значительно сокращает время сушки, и сольвенты попросту не успевают улетучиться. При этом верхний слой полимеризуется быстрее, образуется пленка, препятствующая испарению «летучки» из жидких фракций, расположенных в нижних слоях (нельзя забывать, что наносятся такие материалы одним толстым слоем), и это приводит к образованию на поверхности лакокрасочного покрытия всем известных дефектов.

Кстати, подобный эффект наблюдается и на традиционных невысоконаполненных эмалевых красках, и даже на алкидных. Очень часто маляры первый слой наносят краской с нормальной вязкостью, а последующий делают пожиже, как говорится, для разлива. После покраски машина в камере стоит очень красивая, яркая, а из камеры выезжает уже матовая – пленка материала деформируется за счет слишком интенсивного испарения разбавителя с поверхности, что усугубляется, как правило, недостаточной вентиляцией. Исходя из этого, нельзя добавлять слишком много растворителя, может, разлив и получится, но глянец потеряется.

Возвращаясь к общей характеристике акриловых материалов, надо отметить следующее. Как уже было сказано, длинные молекулярные цепочки сшиваются в процессе химической реакции между молекулами смолы и молекулами отвердителя, поэтому полимеризация, в принципе, может идти без доступа воздуха, в закрытом объеме и при низких температурах. Однако следует учитывать, что скорость реакции прямо зависит от температуры: при низкой сшивание идет значительно медленнее.

Оптимальная температура полимеризации в камере составляет +60°C, поэтому минут за 40–60 при такой температуре все необратимые реакции закончатся, и машина будет готова для выдачи клиенту.

В пользу акриловых материалов свидетельствует и тот факт, что они поддаются практически 100%-ной оптической очистке.

Основным же модификатором является полиуретан, способствующий увеличению слоя. Кроме того, он придает эмалевым краскам более высокую износостойкость за счет увеличения пластичности: лакокрасочная поверхность лучше противостоит летящему из-под колес гравиям.

На сегодняшний день на отечественном автомобильном производстве акриловые материалы применяются в небольших объемах. Приме-

няется акриловый 1 К молочный лак в системе «база – лак» без отвердителя, полимеризующийся за счет очень высокой температуры сушки.

#### 10.4. Водорастворимые эмалевые краски

Сегодня экологи уже убедили весь мир, что сольвентные краски вредны, опасны и т.д., а потому их надо запретить. И даже UHS-материалы теперь их не устраивают. Новое поколение водоразбавимых материалов все прочнее занимает позиции на рынке лакокрасочных покрытий.

Это действительно совершенно новые материалы. Работа с ними осуществляется по несколько измененной, усовершенствованной технологии, преимущества которой для многих очевидны. Хотя на данном этапе нельзя сказать, что они полностью вытеснили традиционную продукцию.

В России до этого еще очень далеко – настороженное отношение отечественных специалистов в области авторемонта ко всему новому играет здесь не последнюю роль, да и цена пока многих отпугивает.

Хотя «водной» базой пользуются уже на многих станциях, минусы уверенно уравновешены плюсами (высокая укрывистость, легкость нанесения, отсутствие эффекта «яблочности»). С успехом используются «водные» антигравийные покрытия и грунты). В стадии освоения находятся «водные» акриловые лаки и краски.

К тому же многие эксперты неоднозначно высказываются о качестве существующих акриловых материалов на водной основе, потому что, как они считают, все, что покрыто ими, на машины непохоже. С первичными слоями лакокрасочного покрытия – шпатлевками, грунтами и т.п. – ситуация иная, поскольку практически в половине европейских государств сольвенты запрещены.

**Свойства водорастворимых материалов.** Во-первых, водорастворимые материалы, как утверждают их разработчики, поддаются практически стопроцентной колеровке. Это обусловлено тем, что цветного пигмента в водорастворимой базе ровно в 10 раз больше, чем в классической. То есть если степень помола в традиционных эмалевых красках, растворяемых растворителем, составляет 10–15 мк, то в водорастворимой краске он измельчается до 1–1,5 мк. Естественно, и укрывистость получается значительно выше.

Во-вторых, у водорастворимых красок значительно продолжительнее время сушки, что упрощает работу с «металликами». Получаемая лакокрасочная поверхность никогда не будет «колючей», поскольку время сушки водных материалов в 6–8 раз больше, чем сольвентных. За этот промежуток времени все пигменты, инородные металлические частички и слюда равномерно распределяются (однообразно ориентируются, преимущественно параллельно поверхности) по всей толщине лакокрасочного слоя.

Но это и минус новаторских эмалевых красок. Длительное время сушки вследствие медленного испарения воды не позволяет ускорить процесс ремонта и требует оснащения мастерских камерами с воздухообменом не менее 18 000 м<sup>3</sup> в час.

Еще одним, хотя и весьма незначительным минусом работы с водными красками можно считать и то, что окрашиваемую поверхность перед их нанесением надо тщательнее обезжиривать. Ведь в них нет растворителя, который выступает и как дополнительное обезжиривающее вещество, присутствующее в сольвентных красках.

Основные принципы работы не изменились: тот же пистолет, те же приемы и пр. Акриловые связующие эмульгируются посредством того, что каждая частичка пигмента окутана тончайшей латексной оболочкой. После попадания на поверхность эта оболочка разрушается, и получается обычная акриловая краска. Но доля акриловых связующих в ней очень мала, порядка 8–10%, то есть вода служит только для переноса материала.

### **Контрольные вопросы**

1. Компоненты краски.
2. Функциональное назначение смолы в составе красок.
3. Какую роль выполняют пигменты?
4. Назначение растворителей и разбавителей.
5. Характерные свойства алкидных материалов.
6. В чем преимущество акриловых материалов?
7. Водорастворимые эмалевые краски.

# 11. ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭМАЛЕВЫХ КРАСОК

## 11.1. Классификация материалов. Низко и средненаполненные материалы

Аббревиатуры LS, MS, HS, UHS или VHS говорят о концентрации полимера (содержание нелетучих веществ) в лакокрасочном материале. LS (Low Solid) – концентрация низкая (содержание низкое), материалы низконаполненные, т.е. в них содержится малое количество сухого вещества; MS (Medium Solid) – средненаполненные, содержание сухого вещества среднее; HS (High Solid) – высоконаполненные, содержание сухого вещества высокое.

Растворимость полимеров зависит как от молекулярной массы и химического состава, так и от применяемых растворителей. Использование более эффективных растворителей и полимеров с оптимальными характеристиками позволяет существенно повысить концентрацию. Отсюда и пошла низко-, средне- и высоконаполненные материалы. Поэтому развитие красок в последние лет 10 сводилось не к развитию самих красок как таковых, а к синтезу новых полимеров – связующих и совершенствованию растворителей.

Если взять широко распространенные лет 10 назад LS-материалы, то наносить их надо было в 3 слоя, чтобы добиться рабочего слоя краски в 50–60 мк. Получить такую толщину за один проход не получилось бы – эмаль стекла бы на пол, т.к. материал низконаполненный, молекулы крупные, гораздо более крупные, чем у MS или HS-материалов и расположены реже, поэтому, используя его, искомые микроны набираются только за три прохода в среднем по 20 мк на каждый слой.

При такой работе огромное количество летучих веществ выделялось в атмосферу, что не соответствовало экологическим стандартам.

Летучесть LS-материалов составляет порядка 820–840 г/л. Плюсуя к этому коэффициент переноса пистолета, который раньше был очень низким, порядка 35–40%, получается, что из литра краски не остается практически ничего. Основное количество материала уходило в опыл, или в виде «летучки» испарялось в воздух.

Под воздействием мировых прогрессивных «зеленых» сил химии начали искать способ сделать материалы менее летучими. Появились растворители, которые позволили растворять усовершенствованные полимеры более эффективно – краски MS. При большей концентрации полимера вязкость материала не изменилась.

Теперь за один проход можно делать более толстый слой. MS рекомендуется наносить в два слоя и достигать тех же 50–60 мк в два прохода: накладывается один, а через 15–20 минут следующий.

Физические параметры материала не изменились, поскольку полимер остался один и тот же – акриловая смола (но с более низкой молекулярной массой, повышающей ее растворимость в меньшем количестве растворителя), но летучесть существенно понизилась, в среднем до 600 г/л. Величина сухого остатка на поверхности у этих красок колеблется между 35 и 55%.

## 11.2. Высоконаполненные материалы

MS материалы тоже мало устраивали экологов. Пришлось разрабатывать более совершенные растворители и полимеры, но любой концентрации есть предел, поскольку получить 100% сухого остатка в банке невозможно – краска перестанет быть краской. Максимальный предел лежит в районе 82%, чего удалось достичь у современных высоконаполненных UHS/VHS/HD-материалов.

Данные эмалевые краски обладают физическими свойствами, несколько отличными от LS- и MS-материалов. У высоконаполненных материалов концентрация полимера настолько высока и система создается настолько напряженной (на единицу объема приходится огромное количество молекул), что это уже не может не повлиять на вязкость, и данный факт надо непременно учитывать при работе с HS- и UHS-материалами.

Если у LS- и MS-материалов нет изменения вязкости при изменении температуры, то у высоконаполненных материалов она очень ощутима. Необходимо всегда доводить HS и UHS-материалы до оптимальной рабочей температуры.

Вторая особенность высоконаполненных материалов проявляется при сушке. HS-, UHS- и HD-материалы наносятся одним толстым спом, причем они однослойные, но необходим нижний тонкий слой. Тонкий нижний слой нужен не для того, чтобы в два прохода набрать необходимую толщину 50–60 мк, как на MS-материале. Его делают весьма условно, это такой туманообразный напыл, необходимый для того, чтобы материал первично впитался в подложку. Ведь любой материал во всех системах всегда несколько пропитывает подложку, чтобы создать более эффективную связку. Впитавшись внизу, слой краски просядет сверху, а чтобы эта микропросадка не была заметна на поверхности лакокрасочного покрытия, делают едва ощутимый нижний тонкий слой и буквально сразу, без выдержки, наносят главный слой.

Для сушки самых современных UHS-материалов желательно задавать температуру даже не +60°C, а все +70°C, потому что накладывают их в один толстый слой, материал сверхнаполнен, и его надо сразу резко прогреть на всю толщину, чтобы избежать кипения.

### 11.3. Толщина рабочего слоя

Нанесение акриловой краски и нанесение акрилового лака аналогично, поскольку акриловая эмаль – это фактически тот же самый акриловый лак, только содержащий цветной пигмент. Поэтому и принципы работы, и температура сушки, и нанесение у них идентичны.

Подобно слою наполнителя, краски и лаки на заводе наносятся методом электростатического напыления, что сводит к минимуму непродуктивный расход материалов, так называемый опыл. При нанесении «металликов» алюминиевые частицы в слое краски располагаются по преимуществу вертикально вследствие электростатического метода нанесения. При ремонтной же окраске в результате пневматического распыления – в основном горизонтально. Во избежание данного рассогласования отражающих свойств оригинального и ремонтного ЛКП при конвейерной окраске сверху наносится тонкий слой краски путем пневматического распыления. В результате оригинальное покрытие приобретает аналогичные отражающие свойства.

Если этот слой отсутствует или он слишком тонкий, то работа колориста пойдет в тупик, поскольку будет практически невозможно воспроизвести изначальные отражающие свойства ЛКП.

Современные окрасочные пистолеты легко позволяют маляру добиваться необходимой толщины (50–60 мкм). Но нанесение большего количества материала чревато некоторыми распространенными проблемами.

Некоторые мастера делают слой толще с учетом на последующую полировку. Но после полировки, он все равно через какое-то время будет матоветь.

Для того чтобы сделать запас по толщине в расчете на последующую полировку, особенно при работе с эмалями с ярко выраженной флотацией (темно-синие, белые, черные и т.д.), лучше вместо одного толстого слоя нанести несколько более тонких слоев. При полировке снимается микрон десять, и если в этих микронах окажутся цветные пигменты определенного цветового тона, то на лакокрасочном покрытии легко могут образоваться пятна непонятного оттенка. Нанесение нескольких тонких слоев позволит избежать этого дефекта.

Ни в коем случае нельзя забывать и о том, что акриловая эмалевая краска в отличие от алкидной состоит из двух частей – основы и отвердителя. Отвердитель так же, как и акриловый полимер, – полиизоционат, химическое вещество для сшивания молекулярных цепочек. Превышение его количества имеет отрицательные последствия – материал, в который перелили отвердитель, не высохнет, потому что количество молекул для сшивания превышает количество молекул самого полимера. Данный эффект проявляется и в случае, когда концентрация лака не соответствует концентрации отвердителя.

Используя HS-лак, надо помнить, что сухого остатка в нем порядка 80%, и если смешать его с низконаполненным материалом, то просто не хватит сшивающего материала, чтобы провести процесс полимеризации. То же самое произойдет и в прямо противоположном случае – LS-лак и высоконаполненный отвердитель. Количество сшивающего материала больше, следовательно, полной полимеризации не будет.

Превышение рабочей толщины акриловых грунтов так же, как и превышение рабочей толщины акриловых лаков, приводит к целому ряду проблем. Для грунтов несоблюдение технологии чревато просадкой материала.

### **«Быстрые» и «медленные» растворители**

Производителями ремонтных лакокрасочных систем предлагаются «быстрые» и «медленные» растворители и отвердители соответствующей концентрации: HS, LS и UHS. Различаются они по температуре окружающей среды, при которой их использование наиболее оптимально.

То есть в любой линейке материалов, предназначенной для умеренно холодного климата, присутствуют растворители и отвердители трех температурных градаций. Первая +15... +20°C, нанесение акрилов не предполагает температуры ниже +15... +20°C. Вторая +20... +25°C, это идеальные условия для покраски. И третья – материалы для температуры выше +25°C. Розлив материала, его полимеризация, кипение, сшивание и прочее напрямую зависит от температуры, в которой происходят эти процессы.

Чтобы добиться необходимой вязкости, нужно не уменьшать или увеличивать количество растворителя или отвердителя, а использовать специальные материалы в зависимости от их температурной градации.

«Быстрые» растворители (для +15... +20°C) имеют очень высокий коэффициент (высокую скорость) испарения, поскольку перед ними стоит задача как можно быстрее высушить поверхность.

У средних (+20... +25°C) все среднее, а вот у «медленных» коэффициент (скорость) испарения низкий. Вследствие чего они идеально подходят для высоких температур (выше +25°C).

## **11.4. Эволюция ЛКМ**

Сегодня акрил в чистом виде уже практически не встречается. Большинство лакокрасочных покрытий сегодня, и даже не эффективных, – двухстадийные (двухсистемные, двухслойные) в виду более высокого качества таких покрытий. То есть первый слой – базовый, вторым наносится лак, так называемая система «база под лак». Поэтому происходит четкое распределение функций, выполняемых различными слоями системы.

У одностадийных покрытий нанесенная за определенное количество проходов эмалевая краска придает покрытию и цвет и блеск, обеспечивая при этом защиту поверхности от неблагоприятных воздействий. У двухстадийных цвет покрытию придает тонкий базовый слой, он отвечает за декоративность лакокрасочного покрытия, а все защитные функции ложатся на слой прозрачного лака, также он придает покрытию визуальный объем. Причем базовый слой может быть как «металлик», так и «неметаллик».

Существуют еще и трехстадийные покрытия – покрытия с эффектом «перламутр». На базу в этом случае наносят слой прозрачного «перламутра» и потом лак.

База – это просто декоративная подложка, не влияющая на износостойкие качества лакокрасочной поверхности.

Раньше «металлики» продавались в одной банке, и только под лупой можно было установить, что получаемое покрытие имело металлические включения. Добиться оптического эффекта невозможно – краски получаются плоские.

Другое дело двухстадийные материалы. Пропуская свет через лак, преломляя его, придавая различные свойства базовой подложке, делают лакокрасочное покрытие красивым.

Все эффекты в покрытии, это касается «металликов» и «перламутров», получаются только благодаря тому, что создается многостадийное лакокрасочное покрытие, ремонтникам работа с такими лакокрасочными материалами доставляет много проблем. Главная из которых заключается в том, что металлическая частичка (слода, алюминий и т.д.) – это нерастворимое инородное тело, которое может неравномерно распределиться по слою лакокрасочного материала и ведет себя непредсказуемо.

Вторая проблема в том, что получается лишний слой, которым должны обеспечить адгезию всей системы в целом.

База – это обратимый материал, служащий хорошей подложкой для верхнего слоя, несущего основную нагрузку при эксплуатации автомобиля. Поэтому все базы с того момента, как только они появились, имеют в своей основе полимеры на основе модифицированной целлюлозы.

Главный минус – это ее обратимость, причем от воздействия не только агрессивных растворителей, но и многих других технологических жидкостей.

База очень быстро сохнет, но такое быстрое высыхание влечет за собой большие проблемы при работе с «металликами». Они довольно-таки тяжело даются маляру, поскольку он не успел окрасить всю машину, как база уже высохла. Сегодняшняя база практически во всех линейках – это акриловые соединения. Вязкость и укрывистость у такого соединения выше. Они выигрывают тем, что дольше сохнут и менее обратимы.

Такая база тоже способна создавать глянец, ее очень легко пересушить, вплоть до того, что следующему слою будет не за что зацепиться.

То есть надо обязательно учитывать технологическое время сушки. Лучше всего при стандартной температуре и влажности покрывать базу лаком минут через 15–20. За этот промежуток времени из базы полностью улетучится растворитель, и даже если его немного останется, то серьезных дефектов на лакокрасочном покрытии это не вызовет. Но если базовый слой еще жидкий и способен впитывать некоторое количество жидких фракций, покрытие его лаком приведет к матовости ЛКП.

Если же базу пересушить, довести до глянца, до совершенно твердого состояния, то с автомобиля такое покрытие обязательно слезет. Поэтому если вовремя не покрыть ее лаком, нужной адгезии уже не будет.

### **11.5. Зависимость оттенков эффектных красок от способов их нанесения**

При нанесении эффектных цветов возникают проблемы, связанные с составом этих красок. Эффектные краски включают несколько составляющих, среди которых есть цветные пигменты и «металликовые» («перламутровые») частицы. Размеры «металликов» составляют примерно 0,5–1 мкм, в то время как цветные пигменты имеют размер <200 нм. Таким образом, разница составляет от 2,5 до 5 раз! По этой причине при любом изменении технологии нанесения взаимное расположение эффектных и неэффектных пигментов также меняется, что, безусловно, оказывает влияние на цвет покрытия.

Параметры, влияющие на цвет краски: давление распыления и расстояние пистолета до окрашиваемой поверхности влияет на количество перенесенной краски за единицу времени, что оказывает влияние на ее цвет. По этой же причине на цвет будет влиять и скорость перемещения пистолета относительно обрабатываемой поверхности.

Изменение внешней температуры изменит и вязкость материала. В свою очередь, изменение вязкости в некоторой степени оказывает влияние и на цвет краски, так как процесс высыхания и полимеризации сильно зависит от подвижности наполнителей.

При оптимальных параметрах разведения и нанесения, указываемых производителем лакокрасочного материала и окрасочного пистолета, получается пленка 20–200 мкм, и этого вполне достаточно для полного перекрывания поверхности.

Если наносить слой краски большей толщины (например, уменьшив давление распыления), то за время сушки «металликовый» пигмент не успеет равномерно распределиться в слое краски и расположиться параллельно поверхности.

В результате общий уровень отражения резко снижается, краска становится более темной, ее насыщенность возрастает.

При увеличении расстояния до окрашиваемой поверхности происходит противоположное явление, что часто используют для корректировки краски.

Уменьшение количества материала, переносимого на поверхность, приводит к тому, что слой краски становится слишком тонким. Цветовой пигмент проваливается между частичками «металлика», и в результате отражение происходит преимущественно именно от него. Так как «металлик» сам по себе не дает никакого цвета, то цветовая насыщенность краски уменьшается, а ее светлота увеличивается.

При дальнейшем уменьшении слоя краски его толщина может стать сопоставимой с размерами частиц «металлик». «Металлик» в этом случае не помещается в слое краски и располагается совершенно по-другому. Резко уменьшается цветовая насыщенность, но краска не светлеет, а, наоборот, становится темной и серой, так как происходит рассеивание света от боковых поверхностей частиц «металлик». Такой дефект можно ощутить рукой как отчетливую шероховатость поверхности. Кроме того, это явление – причина образования темного ореола при окраске методом «перехода».

Основной вывод – проверять краску тест-напылом и давать маляру описание техники нанесения.

## **11.6. Современные приемы ремонтной «окраски переходом»**

Под профессиональным термином «окраска переходом» понимают сумму технических приемов, позволяющих создать при ремонте незаметное для глаза сопряжение старого лакокрасочного покрытия и нового. Окраску кузова автомобиля чаще всего делают по схеме «база + лак», поэтому следует различать две границы старого и нового покрытия, два перехода: «переход по базе» и «переход по лаку», которые никогда не должны совпадать друг с другом. Оба перехода могут выполняться как отдельно, так и в сочетании, в зависимости от конкретной задачи. Применяют окраску «переходом» в трех случаях. Во-первых, при частичной окраске детали. Наиболее характерный пример – легкое повреждение заднего крыла машины, не имеющего выраженной границы с задней стойкой и крышей. Если не использовать окраску «переходом», то придется наносить ремонтное покрытие на стойки, крышу и противоположное крыло.

Второй случай применения частичной окраски – точечный ремонт. Под таким ремонтом подразумевается частичное восстановление покрытия, выполненное на небольшом участке. Классический вариант – ремонт поврежденного уголка двери. Точечный ремонт возможен только на краю детали. В центре панельного элемента большой площади

(крыша, капот) точечный ремонт проводить нецелесообразно. Дело в том, что полировка зоны ремонта на «видном месте» – более трудоемкий и дорогостоящий вид работ, чем покрытие лаком всей детали. (Особенностью материалов HS является сложность сведения «на нет» пленки лака, поэтому для ремонта переходом в сложных случаях лучше использовать лаки MS). Этот фактор должны учитывать мастера и приемщики сервисных предприятий при оформлении заказ-наряда на ремонт автомобиля.

Третий случай применения способа «окраска переходом» – подгонка проблематичного цвета. Нередко гораздо целесообразнее окрасить «переходом» соседнюю деталь, размыв границу между старым и новым покрытием, чем добиваться точного «попадания» в цвет ремонтной эмали. Например, при окраске крыла и создания «перехода» на примыкающем к нему участке двери. Любой ремонт лакокрасочного покрытия начинается с подготовительных операций – они выполняются по стандартной технологии. Рекомендуется только сухое шлифование зоны ремонта. Сначала оно выполняется вручную с применением абразивного материала зернистостью Р 320–400. Затем используются ротационно-вибрационная машинка с небольшим ходом эксцентрика (оптимальное значение 3 мм), мягкий шлифовальный диск и абразивный материал зернистостью Р 400–500. Качество выведения плоскости обязательно контролируют с помощью сухого проявочного покрытия.

Особое внимание следует уделить обработке профилей и кромок окрашиваемого элемента, существует риск прошлифовать покрытие до металла. После шлифования матируют всю площадь, на которую будет нанесено новое покрытие, заранее определив, где будет располагаться граница перехода «по лаку». Для матирования идеально подходит материал Scotch-Brite фирмы 3М. Может использоваться «медный» или «серый» Scotch-Brite. Допускается применение аналогичных материалов фирмы CARSYSTEM. Абразивное зерно в таких материалах настолько тонкое, что после матирования краска почти не теряет блеск.

После обдува сжатым воздухом на деталь наносят средство для удаления силикона и быстро стирают его салфеткой. После чего поверхность необходимо обработать средством Permahyd 7080 на водной основе и также быстро удалить остатки. Совместное применение этих составов объясняется тем, что первое ликвидирует органические и силиконовые загрязнения, а второе – соли, которые трудно отмыть другими средствами.

Особенно тщательно необходимо удалять остатки матирующей пасты или геля (если ими пользовались), поскольку они препятствуют сцеплению старого и нового покрытий, что ведет к отслоению нового покрытия. В заключение зону обработки протирают специальной салфеткой, собирающей пыль, после чего можно переходить к выполнению «перехода по базе».

Для окраски используется предварительно отколерованная базовая эмаль. Эмаль разбавляют в соотношении 1:0,65 растворителем и наносят в 2–4 слоя. При этом применяют особую технологию окраски: первый слой наносят на зону ремонта, затем последовательно второй и третий слои – захватывая большую площадь. Таким образом менее заметной получается разнотонность между ремонтным и заводским покрытием.

Замечено, что переход между старым и новым покрытием по вертикальной границе выделяется наиболее сильно. Поэтому опытные мастера стараются делать границу перехода не вертикально, а под углом.

Техника нанесения базовой эмали «переходом» не отличается практически ничем от обычной. Иногда используют биндер переходов, который при подобных работах порой применяется в лакокрасочных системах некоторых фирм.

Базовое покрытие высыхает очень быстро (за 10–15 минут при 20°С), после чего на деталь можно наносить лак.

Лак наносят в 1–2 слоя. Первый слой – закрывает место окраски, а второй – захватывает зону «перехода» лака, перекрывая при этом первый слой примерно на 10–15 см. Зону перехода лучше делать в самом узком месте детали. Слой лака на границе зоны покрытия сводится «на нет».

Размыть лак в зоне перехода, превратить его в тонкую пленку, практически не заметную на глаз, помогут специальные разбавители. Лак разбавляют в пропорции 1:5 и наносят только на зону перехода. Размывать переход можно в два этапа. Наносят первый слой смеси лака с разбавителем и после 10–15-секундной выдержки наносят второй слой, перекрывая зону ремонта.

Затем выполняется сушка покрытия в окрасочно-сушильной камере в течение 30–40 минут при температуре 60°С или 15–20 минут, используя инфракрасную сушку.

Качественно сделанный переход между старым и новым слоями лака становится совершенно незаметным, если отполировать его полировальной машинкой (можно использовать оранжевый круг фирмы ЗМ) или даже вручную, но, естественно, только после полного высыхания лака.

Существует целый ряд субъективных факторов, влияющих на точность попадания в цвет, это: слишком сухое или слишком мокрое нанесение материала, нанесение чуть большего или чуть меньшего его количества, неправильно подобранное давление в краскопульте или неверно выбранный режим сушки и т.д. Плавный переход позволяет обойти многие из таких критических моментов.

**Главные причины непопадания в цвет.** Можно выделить пять основных объективных причин или факторов, усложняющих процесс цветоподбора и приводящих к непопаданию в цвет. Каждая кузовная станция, предлагающая услуги по окраске автомобилей, должна обяза-

тельно их учитывать и координировать свои действия в соответствии с ними. Это:

- 1) производитель автомобиля;
- 2) поставщик краски;
- 3) старение;
- 4) ремонт;
- 5) маляр (колорист).

Из всего вышесказанного следует, что самым продуктивным механизмом, позволяющим с максимальной точностью попасть в заданный цвет, является использование систем цветоподбора. Имеется в виду именно регламентированная последовательность действий и мероприятий по оценке, анализу, разработке стратегии ремонтной окраски, нахождению искомого оттенка и его нанесению, информационную поддержку и материальное обеспечение, т.е. комплексное решение для каждого конкретного случая.

Каждый производитель ЛКМ по-своему подходит к созданию такой системы, стараясь сделать ее предельно эффективной.

**Основные ошибки колориста:** ошибки при смешивании, плохо подготовлен образец цвета а/м, компоненты плохо перемешаны, погрешность при смешивании <0.25 л, грязные дозирующие крышки, перепутан компонент, один компонент не использован (забыт).

**Ошибки при колеровке:** выбрана неправильная формула, доводка цвета при неправильном освещении, старая формула, неправильно выбран компонент для корректировки цвета.

**Ошибки при нанесении:** неправильно выбрана вязкость, неправильно выбран растворитель, краска не протестирована, не выдержано расстояние до поверхности нанесения, не отрегулирован окрасочный пистолет, неправильно выбран размер сопла пистолета, не выдержано давление нанесения краски, температура помещения не соответствует технологии, время выдержки не соблюдено.

## 11.7. Полировка

Полирование – это последняя операция, выполняемая на молярном участке после проведения всех восстановительных и ремонтных работ и после окраски. По статистике в 90% случаев она проводится с целью устранения дефектов окраски, в 10% случаев для выравнивания переходов.

Если переход сделан хорошо, то полировка минимальна – достаточно пару раз пройтись машинкой. В некоторых случаях, когда площадь ремонта мала, отполировать можно и от руки. Полирование же, направленное на устранение дефектов нанесения лакокрасочного материала, можно сравнить с восстановительной полировкой кузова, в слу-

чае если в процессе его эксплуатации лакокрасочное покрытие получило повреждения.

В результате полировки убираются такие дефекты, как царапины (если их глубина не превышает толщину лакокрасочного покрытия, т.е. не достигает грунта), затертости и окисленные слои, присутствующие на поверхности кузова (их наличие выражается в помутнении лакокрасочного покрытия). Кроме того неглубокие включения пыли, потеки, неярко выраженное оконтуривание границ участка покраски, проявление шлифовальных рисок в строении краски, водяные пятна и пузыри. После полировки лакокрасочное покрытие приобретает яркость, насыщенность цвета и блеск.

В ряде случаев подобные дефекты не поддаются исправлению посредством полировки, – ее необходимость надо определять в каждом конкретном случае. Дефект окажется настолько серьезным, что поврежденный участок придется отшлифовать, очистить и повторно нанести лакокрасочный материал.

Полировка не даст никакого эффекта, если на кузове автомобиля имеются глубокие царапины или сколы, достигающие слоя грунта. В такой ситуации имеет смысл произвести сначала точечный ремонт, а уже потом отполировать окрашенную деталь, так как сущность процесса полировки состоит в удалении только верхних слоев лакокрасочного покрытия (иногда до нескольких десятков микрон). Процесс полировки включает несколько этапов: механическое вышлифовывание дефекта, обезжиривание, так называемая черновая полировка с применением полировочных паст и чистовая полировка специальными полировочными пастами.

Между этапами полировки нужно обязательно удалять предыдущую полироль любой полировально-очистительной салфеткой.

Устранять дефект надо шлифматериалом с высокой градацией зернистости. При использовании абразивной пасты следует четко разделять применение паст с содержанием крупнозернистого, среднезернистого и мелкозернистого абразива. Первые два вида надо использовать на автомобилях с твердым лакокрасочным покрытием: при глубоких повреждениях сначала работать крупнозернистыми, а затем переходить на пасты со средней зернистостью абразива. Если повреждения неглубоки, то можно обойтись одной пастой со средней зернистостью абразива. Мелкозернистые же пасты применяются только для полировки мягкого лакокрасочного покрытия.

После удаления остатков абразива специальной полировально-очистительной салфеткой проводится чистовая полировка, придающая покрытию зеркальный блеск и лоск.

Для того, чтобы обеспечить более длительную защиту лакокрасочного покрытия от неблагоприятного воздействия окружающей среды,

проводят защитную полировку кузова. В этом случае тефлон, содержащийся в полировальных пастах или полиролях, нанесенный на поверхность кузова, создает защитную пленку. Благодаря защитной пленке кузов лучше моется, отталкивает влагу (при высыхании капель воды на кузове не остается пятен), не выгорает под воздействием ультрафиолетовых лучей, защищен от абразивного износа под действием песка и от негативного химического воздействия соли. Такая защитная полировка кузова может сохраняться в течение полугода. Но это зависит от качества примененных материалов. При использовании низкокачественных материалов эффект защитной полировки сохраняется только до следующей мойки.

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация материалов по концентрации полимера.
2. Свойство материалов LS.
3. Свойство материалов MS.
4. Свойство материалов HS, UHS, VHS.
5. Почему необходимо соблюдать толщину рабочего слоя?
6. Характеристика быстрых и медленных растворителей.
7. Эволюция лакокрасочных материалов.
8. Зависимость оттенков эффективных красок от способа нанесения.
9. Современные приемы окраски методом перехода.
10. Технология полировки.

## **12. ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

Пневматический метод нанесения лакокрасочных материалов получил наибольшее распространение в авторемонтной отрасли. Данный метод относительно прост, он существенно повышает технологичность процесса окраски, ускоряет его. В свою очередь, стремление снизить непродуктивный расход материала, улучшить декоративные качества получаемого лакокрасочного покрытия приводит к появлению новых, более совершенных технологий распыления, нового, более совершенного, экологичного и экономичного оборудования.

При пневматическом нанесении лакокрасочный материал расщепляется потоком сжатого воздуха, проходящего через окрасочный пистолет под большим давлением. Как раз величина этого давления и определяет тип окрасочного оборудования. Сегодня различают несколько таких типов. Основными из них являются: конвенциональное распыление при высоком давлении сжатого воздуха, распыление при низком давлении сжатого воздуха (система HVLP – High Volume Low Pressure – высокий объем, низкое давление) и распыление при среднем давлении сжатого воздуха (так называемая оптимизированная система RP).

Общим для них является то, что сжатый воздух под большим давлением подается в окрасочный пистолет и, проходя через воздушную головку, до мельчайших частичек расщепляет лакокрасочный материал, образуя аэрозоль, который формирует окрасочный факел, вытекающий из сопла. Частички в составе факела долетают до окрашиваемой поверхности и осаждаются на нее, тем самым, создавая лакокрасочное покрытие.

При этом следует учитывать, что в большинстве своем частички не долетают до окрашиваемой поверхности, образуя окрасочный туман, оседающий вне окрашиваемой поверхности, что приводит к значительному увеличению непродуктивного расходования материала. Поэтому основным направлением совершенствования пневматического окрасочного оборудования было повышение коэффициента переноса окрасочных пистолетов. От него зависит не только экономичность подобного метода окраски, но и экологичность этого процесса, потому что работы ведутся синтетическими сольвентными красками.

## 12.1. Система «TURBO HVLP».

### Основные преимущества и недостатки

Технология TURBO HVLP относится к пневматическому (воздушному) способу распыления ЛКМ, но так как основным источником большого объема воздуха (HV) при очень низком давлении (LP) являются аэродинамические многоступенчатые воздуходувки, то можно говорить о пневматике иного принципа.

#### **К преимуществам технологии TURBO HVLP относятся:**

- эффективность переноса наносимого материала достигает наивысшего показателя – 85%;
- качество покрытия – 1 класс;
- возможность нанесения различных типов ЛКМ, отличающихся по формуле, рабочей вязкости и времени жизни (за исключением специальных ЛКМ с очень коротким временем жизни);
- широкий диапазон плавной регулировки формы факела и степени обогащения его материалом, что гарантирует нанесение оптимальной толщины мокрого слоя ЛКМ на самых сложных поверхностях;
- существенное сокращение выполнения технологического процесса многослойной окраски за счет уменьшения времени промежуточной и окончательной сушки от «пыли» и «на отлип», несмотря на то, что скорость нанесения ЛКМ ниже, по сравнению с технологиями сжатого воздуха высокого давления (5–6 атм.) или безвоздушным распылением;
- легко учитывается специфика и потребности различных предприятий при окраске от штучных работ до многотиражной и автоматической конвейерной окраски;
- технология TURBO HVLP – одна из самых портативных и мобильных технологий при нанесении ЛКМ, является самой эффективной при ремонтной окраске готовых изделий на предприятии или на готовом объекте, при окраске крупногабаритных изделий в условиях сборочного производства или строительного объекта;
- благодаря аэродинамическому принципу действия установок TURBO HVLP, сложная и часто неразрешимая проблема подготовки воздуха (влаго- и маслоотделение при использовании сжатого воздуха от традиционных компрессоров) отпадает полностью, потому что воздух не сжимается под высоким давлением в замкнутом пространстве;
- спокойный и мягкий поток воздуха в факеле краскораспылителя позволяет маляру забыть о проблемах «запыла», «перепыла», «отскока» и «непрокрасов» мертвых зон, внутренних или внешних углов и ребер, избежать потеков на сферических и вертикальных поверхностях;
- краскораспылители имеют простую и надежную конструкцию; внутренние диаметры проходных отверстий для воздуха, в 3–4 раза

большие по сравнению с классическими краскопультами, намного облегчают задачу по обслуживанию и промывке краскораспылителей по окончании работы или при смене цвета или типа ЛКМ.

**К недостаткам технологии TURBO HVLP относятся:**

– сравнительно невысокая скорость нанесения материалов (прежде всего ЛКМ с высоким процентом сухого остатка) при достижении наилучшего качества поверхности при существенной экономии ЛКМ, одно за счёт другого;

– сравнительно большой диаметр сечения шланга для воздуха –  $\frac{3}{4}$  дюйма.

## **12.2. Типология окрасочных пистолетов**

### **Виды окрасочных пистолетов по способу подачи материала к распылительной головке:**

**а.** Подача самотеком осуществляется из бачка, расположенного сверху. Это наиболее часто применяемый вид пистолета.

**б.** Подача всасыванием осуществляется из нижнего бачка с помощью диффузора. Нижний бачок имеет обычно емкость 2 литра, поэтому такие пистолеты более пригодны для больших объемов работ.

**в.** Подача под давлением осуществляется через шланг из внешнего нагнетательного бака. Через такие пистолеты можно укладывать на поверхность материал повышенной вязкости и продолжать непрерывную работу до нескольких часов, так как объем внешнего бака принципиально не ограничен.

## **12.3. Техническая характеристика и устройство краскопульты**

**Расход материала** в единицу времени измеряется в л/мин, показывает производительность пистолета.

**Расход воздуха** в единицу времени показывает, насколько мощный компрессор требуется для обслуживания данного пистолета. Лишь небольшая доля расходуемого воздуха уходит на распыление жидкого материала, остальной поток необходим для формирования факела.

Факел пистолета должен иметь форму, приблизительно напоминающую бытовой веник, т.е. широкую и плоскую. Так достигается максимальная производительность и равномерность нанесения. Ширина факела составляет примерно 20 см, и расход воздуха нормируется исходя из этой ширины.

**Диаметр сопла** – параметр, влияющий на производительность краскопульты и качество распыла материала.

## 12.4. Окрасочные пистолеты конвенциональной системы

Довольно долгое время на протяжении почти всего XX в. пневматические окрасочные пистолеты для нужд авторемонтной отрасли были представлены пистолетами одного типа – конвенциональными пистолетами высокого давления (рис. 45). Они работали при примерном входном давлении в 3–4 атм.

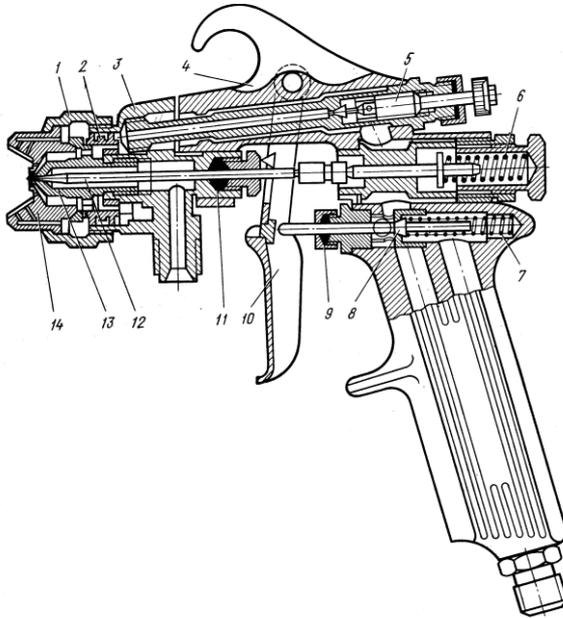


Рис. 45. Устройство окрасочного пистолета (краскопульт):  
1 – распылительная камера; 2 – гайка накидная;  
3 – корпус распылительной головки; 4 – корпус краскопульты;  
5 – регулятор раскрытия факела; 6 – пружина иглы; 7 – пружина  
воздушного клапана; 8 – воздушный клапан; 9 – уплотнение  
воздушного клапана; 10 – курок; 11 – уплотнение иглы; 12 – игла;  
13 – сопло; 14 – распылительная головка

Иногда систему высокого давления называют еще прямой системой. Это обусловлено тем, что давление на входе в окрасочный пистолет примерно равнялось рабочему давлению на выходе, в каналах воздушной головки. Поэтому, по подключенному на рукоятке манометру, можно точно определить рабочее давление.

Эти окрасочные пистолеты характеризовались достаточно маленьким потреблением сжатого воздуха, хорошим качеством распыления лакокрасочного материала и однородностью окрасочного факела, тем самым обеспечивался хороший распыл.

Любой компрессор, помимо основной общеизвестной и для многих определяющей характеристики – выходного давления, имеет еще одну, и очень важную характеристику, которую обязательно надо учитывать при выборе оборудования, – его производительность. Так вот, пистолеты высокого давления конвенционального типа предъявляли очень скромные требования к компрессору, что устраивало всех, поскольку для их продуктивной и стабильной работы требовалось мало сжатого воздуха, следовательно, не особо мощные компрессоры. Им достаточно было подавать примерно 300 л в минуту.

Но, кроме положительных сторон, пистолеты высокого давления конвенционального типа имели один существенный минус. Их главным недостатком был низкий коэффициент переноса материала, в среднем 30–35%.

Этот недостаток обусловлен именно самим принципом пневматического распыления. Определенное количество капелек расщепленного лакокрасочного материала не долетает до окрашиваемой поверхности. Чтобы снизить этот показатель, и был реализован принцип высокого давления. Но он, в свою очередь, породил и противоположный эффект: капельки лакокрасочного материала, под большим давлением вылетающие из сопла конвенционального пистолета и с высокой скоростью ударяющиеся об окрашиваемую поверхность, отражались от нее, увеличивая непродуктивный опыл.

Воздушная головка тоже имела не совсем совершенное строение, влияющее на продуктивность и эффективность работы. Два этих фактора в совокупности и приводили к значительным потерям лакокрасочного материала при окраске.

## **12.5. Окрасочные пистолеты системы HVLP**

Непродуктивный расход материала способствовал загрязнению атмосферы. Поэтому введение в начале 80-х гг. прошлого столетия новых, более жестких законов, касающихся охраны окружающей среды, вынудило производителей окрасочного оборудования разработать более совершенный с экологической точки зрения окрасочный пистолет. Им стал прибор, распыляющий лакокрасочный материал при низком давлении сжатого воздуха, так называемой системы HVLP. Характеризует данную систему низкое рабочее давление, примерно равное 2 атм на входе и 0,7 атм на выходе. Причем внутреннее устройство оборудования таково, что если при помощи манометра, расположенного на ручке

окрасочного пистолета, отрегулируем входное давление, выставив 2 атм, то получим на выходе 0,7 атм, что это осуществляется только при полной исправности окрасочного пистолета. Если же возникают какие-либо вопросы по поводу его работоспособности, то установить точное давление на выходе поможет специальная измерительная головка (один из тех аксессуаров, которые в изобилии предлагаются производителями окрасочного оборудования). Эта головка имеет два манометра, измеряющих давление в центральном и боковом каналах. Поэтому она, может использоваться и для проверки исправности пистолета при эксплуатации.

Другой характерной особенностью окрасочных пистолетов системы HVLP является высокий коэффициент переноса, равняющийся, по некоторым данным ведущих производителей в этой области, 60–70%. Это достигается за счет того, что работает оборудование данного типа при низком давлении сжатого воздуха. Следовательно, расщепленные частички лакокрасочного материала имеют на выходе из сопла низкую скорость. Это приводит к образованию ровного факела, равномерно покрывающего окрашиваемую поверхность. Настройку ширины факела обеспечивает специальный регулятор на корпусе.

Уменьшить давление на выходе удалось за счет изменения конструкции воздушной головки. Выходные отверстия стали раза в три больше, чем у конвенциональных пистолетов высокого давления, да и сами воздушные каналы внутри пистолета увеличились. Но увеличение коэффициента переноса увеличило и риск образования подтеков. Поэтому при работе с оборудованием данного типа надо четко следовать инструкции производителя.

Другим недостатком системы HVLP стали возросшие требования к производительности компрессора, установленного на малярном участке. Она должна быть существенно выше, чем у компрессора, работающего с оборудованием конвенционального типа. Это и понятно: маломощный компрессор не будет подавать необходимое количество воздуха.

Еще один недостаток, который вытекает из самой технологии работы на низком давлении сжатого воздуха, более мелкое дробление лакокрасочного материала. Из-за этого, например, возникает неконтролируемая шагрень.

Но как бы там ни было, плюсов у окрасочных пистолетов системы HVLP все равно намного больше, и они значительно существеннее, чем минусы. Главные плюсы – существенное снижение перепыла и малое туманообразование, приводящие к экономии до 30% лакокрасочного материала (рис. 46).

Многое зависит от качества материала, техники, мастерства маляра и кривизны автомобильной эмалевой краски.

Уменьшение перепыла также, что немаловажно, продлевает срок эксплуатации нижних фильтров окрасочной камеры. Помимо этого, HVLP-технология позволяет уменьшить эмиссию растворителей. По

некоторым данным, более чем 35% окрасочных пистолетов используют сегодня технологию HVLP. Применение HVLP-технологий регламентировано в некоторых штатах США, в Англии и Голландии.

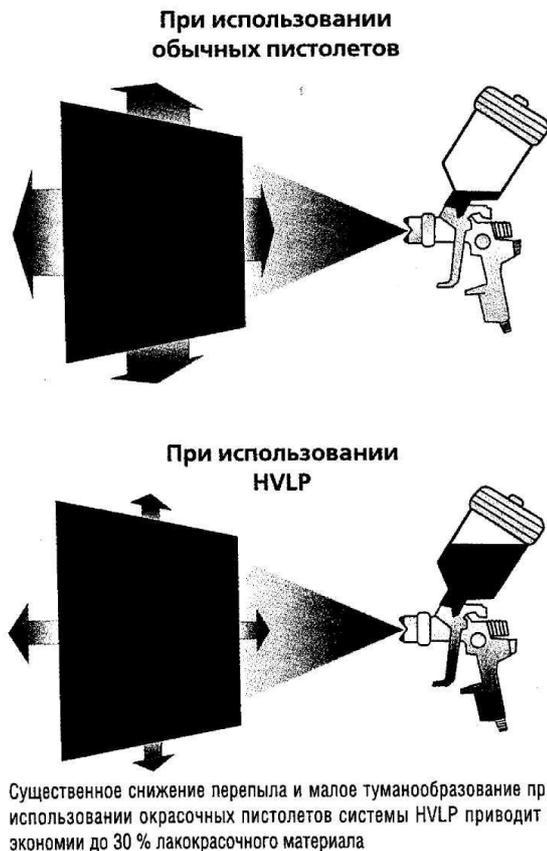


Рис. 46. Снижение перепыла и туманообразования при использовании пистолета HVLP

Работая с таким оборудованием, надо скрупулезно следовать всем инструкциям производителя данного конкретного окрасочного пистолета. Следует помнить, что манометр, расположенный на рукоятке окрасочного пистолета, показывает динамическое давление на входе только при нажатом курке. Если курок отпущен, он покажет давление в воздушной магистрали.

Давление распыления имеет большое значение. Его неправильная установка приводит к отрицательным последствиям. Здесь потеря цветового оттенка, низкое качество распыления и другие негативные моменты. И регулировать это давление надо на самом пистолете, а не на компрессоре, потому что где-то 0,55–1 атм теряется при длине шланга 10 м при внутреннем диаметре шланга 9 мм.

Для того, чтобы в окрасочный пистолет подавался специальный, подготовленный для использования сжатый воздух, в воздушной магистрали обязательно должен стоять фильтрующий модуль, состоящий из фильтра для удаления механических загрязнений, влаго-маслоотделителя, фильтра грубой очистки и заменяемого фильтра тонкой очистки, регулятора давления.

Эффективная и корректная работа всех этих фильтров и регуляторов крайне важна вследствие того, что окрасочные пистолеты системы HVLP чувствительны к перепадам давления. Надо всегда поддерживать в магистрали его оптимальную величину, чтобы не менялось давление распыления, рекомендованное производителем окрасочного пистолета и расходных лакокрасочных материалов. Скачки давления сильно влияют на факел и соответственно на результат окраски.

Но тонкости работы с окрасочными пистолетами системы HVLP не ограничиваются только поддержкой стабильного давления. Существует еще целый ряд моментов, на которые надо обращать внимание малярам, применяющим такие пистолеты. О них в большинстве случаев рассказывают производители как самого окрасочного оборудования, так и ремонтных лакокрасочных материалов. Например, компания Spies Hecker рекомендует следующее: при работе окрасочным пистолетом системы HVLP перекрытие должно быть около 50%; при нанесении 2 К наполнителей, эмалей и прозрачных лаков надо производить распыление с более близкого расстояния; при распылении особое внимание надо обращать на толщину слоя.

## **12.6. Окрасочные пистолеты системы RP**

Окрасочные пистолеты конвенционального типа распыления при высоком давлении и окрасочные пистолеты системы HVLP наряду с положительными моментами, характеризующими их, имеют и достаточно много слабых сторон. Попыткой совместить позитивный опыт, накопленный при использовании конвенционной системы и системы HVLP, стала оптимизированная технология распыления лакокрасочных материалов при среднем давлении сжатого воздуха – RP.

В связи с этим главной особенностью окрасочных пистолетов системы RP стало сочетание преимуществ конвенциональных и HVLP-систем. А именно – низкий расход воздуха и высокий коэффициент переноса материала (примерно такой же, как у окрасочных пистолетов

системы HVLP, 60–70%). Это позволило снизить зависимость окрасочных пистолетов новой системы от давления сжатого воздуха в воздушной магистрали – окрасочные пистолеты системы RP мало чувствительны к перепадам давления в системах подачи воздуха.

Претерпела изменение и конструкция внутренних воздушных каналов (на воздушной головке мы имеем порядка 0,7–1,2 атм). Вследствие этого низкое потребление сжатого воздуха не сказалось на стабильности и однородности факела и, как следствие, на качестве окраски. На входе в окрасочный пистолет давление порядка 1,6–2 атм, но потребление сжатого воздуха существенно снизилось. Это привело к ослаблению технических требований, предъявляемых к воздушным магистралям и компрессорам.

Рассказывая о типологии окрасочных пистолетов, нельзя обойти вниманием пистолеты с нижним бачком. Но до сих пор на некоторых автосервисных предприятиях еще используют окрасочные пистолеты с нижним расположением бачка. Они удобны тем, что имеют куда большую емкость для лакокрасочного материала, что позволяет за один раз окрасить машину практически полностью.

У них есть весьма серьезный недостаток – краскозаборная трубка в них не достает до дна, т.е. всегда определенное количество лакокрасочного материала остается неизрасходованным.

## **12.7. Обслуживание пистолетов (краскопультов)**

Обычно окрасочные пистолеты не требуют специального обслуживания, кроме промывки по окончании работы. Пистолет промывается разбавителем для материала, которым производилась работа. Промывка осуществляется обычным «выдуванием» в рабочем режиме с добавлением разбавителя в бачок. Можно промывать пистолет таким же образом без подачи воздуха (самотеком). После общей промывки отвинчивается накидная гайка и протирается внутренняя часть формирователя факела.

Следует очень осторожно обращаться с окрасочными пистолетами. Не допускается чистка какими-либо металлическими или абразивными инструментами либо пастами (за исключением специальных щеток). Также губительными для пистолета являются любые удары по распылительной головке. Пистолеты запрещается ронять или бросать на твердую поверхность. Идеальное место хранения – специальный держатель или переносной ящик.

## **12.8. Ошибки пневматического нанесения**

Ошибки могут случаться при любом аккуратном нанесении лакокрасочного материала на окрашиваемую поверхность пистолетом лю-

бой системы распыления. Необходимо рассмотреть наиболее характерные из них, установить их причины для того, чтобы в дальнейшем их исправить. А также, чтобы не допускать их в последующей работе и уметь прогнозировать.

При правильной регулировке и настройке окрасочного пистолета, когда тщательно и своевременно проводится его техническое обслуживание, распыляемый факел оставляет на окрашиваемой поверхности ровный, без каких-либо изъянов и геометрических смещений след, напоминающий по внешнему виду вытянутый овал или прямоугольник с сильно закругленными краями. Его боковые стороны будут ровными, а лакокрасочный материал равномерно распределится по всей его площади (рис. 47).

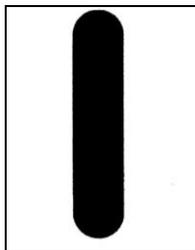


Рис. 47. Вид факела при нормальной регулировке пистолета

Если же наблюдается слишком сильная концентрация материала в центре (рис. 48), то это может быть вызвано либо слишком большой вязкостью распыляемого материала, либо неправильным, слишком маленьким давлением сжатого воздуха или же чересчур большой подачей краски. Слишком большой диаметр иглы и дюзы тоже может вызывать подобный дефект. Чтобы его устранить, необходимо уменьшить с помощью малых доз разбавителя вязкость распыляемого лакокрасочного материала, правильно отрегулировать давление воздуха и подачу материала или же заменить иглу и дюзу на меньшие.

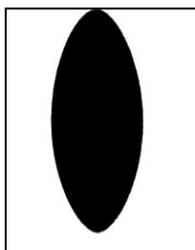


Рис. 48. Вид факела при низком давлении воздуха и большой подаче краски

Слишком большое расширение факела внизу или вверх (рис. 49) чаще всего вызывает засорение воздушной головки, дюзы или воздушных каналов.

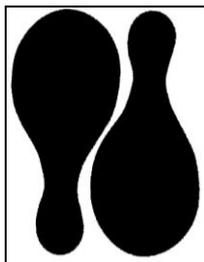


Рис. 49. Вид факела при засорении воздушной головки или воздушных каналов

Чтобы установить, что именно засорилось, необходимо повернуть воздушную головку на 180°. Если рисунок тоже перевернулся, то причина дефекта кроется именно в воздушной головке. Снимают ее и промывают растворителем.

Если же рисунок после поворота не перевернулся, то, скорее всего, причина кроется в грязи, попавшей в дюзу. Обычно это остатки засохшей краски или лака. Необходимо будет тщательно очистить дюзу деревянной палочкой, но лучше это сделать специальными иглками из набора для чистки окрасочного оборудования.

По этим же причинам может происходить и смещение распыляемого лакокрасочного материала вправо или влево от факела (рис. 50) и его неравномерное наложение на окрашиваемую поверхность. Способы диагностирования и устранения этого дефекта точно такие же, как и в предыдущем случае.

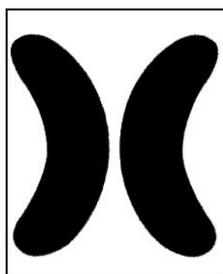


Рис. 50. Вид факела при засорении дюзы, воздушного канала

Если лакокрасочный материал распыляется неравномерно и прерывисто (рис. 51), струя нестабильна и пульсирует, то это может быть вызвано целым рядом причин, устранять которые надо только после их точного установления. Некоторые из них несложно выявить при более внимательном осмотре окрасочного пистолета.

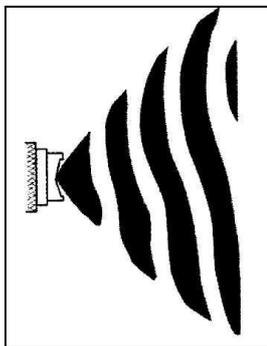


Рис. 51. Вид факела при засорении вентиляционного отверстия в крышке бачка, повреждении дюзы, густом материале

Если работают пистолетом с нижним бачком, то не исключено, что этот дефект обусловлен недостаточным количеством лакокрасочного материала в емкости или слишком большим наклоном, при котором производится окраска. Добавляют материал в бачок или поворачивают краскозаборную трубку на  $180^\circ$ , и стабильность струи восстановится.

Вероятно, «виновник» и сам бачок: просто засорилось вытяжное отверстие (отверстие в крышке бачка для сообщения с атмосферой). Прочищают отверстие, и распыл снова станет корректным.

Но данный дефект могут вызвать причины и посерьезней, например повреждение дюзы – бывают дюзы слабые: ударят или уронят, и она перестала корректно работать. Необходимо знать, что дюзу нельзя не то чтобы ронять, а вообще категорически воспрещается ставить пистолет на стол со снятой воздушной головкой, потому что дюза хоть и металлическая, но ей хватит даже малейшей деформации, чтобы окрасочный пистолет перестал нормально работать. Кроме того, недостаточно плотное ее крепление или недостаточно плотное крепление иглы также приводит к дефектам окраски. В этом случае стоит проверить крепление дюзы и саму дюзу, и если ничего серьезного с ней не случилось, то просто покрепче ее затянуть. Если дело в игле, то необходимо попробовать смазать сальник крепления иглы, а если это не поможет, то заменить его, плотно затянув винт крепления, но, не нарушая свободного хода иглы.

Труднее установить причину, если засорился канал подачи или шланг. Внешний осмотр окрасочного пистолета, как и в предыдущем случае, не поможет. Промывают канал подачи, а если картина не изменится, то проверяют состояние шланга.

Разбираясь с окрасочным оборудованием, пытаюсь установить причину подобного дефекта, учитывают, что его появление может быть и следствием слишком большой вязкости лакокрасочного материала.

Сильное сужение факела в центре (рис. 52) может возникнуть из-за недостаточной подачи материала или неправильно выбранного (слишком высокого) давления воздуха. В этом случае путем увеличения подачи материала с помощью регулятора на корпусе окрасочного пистолета или уменьшения давления распыления устраняется этот дефект.

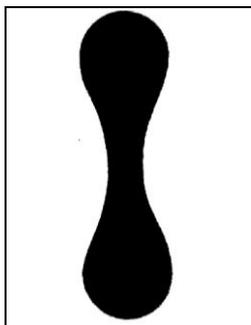


Рис. 52. Вид факела при недостаточной подаче материала или неправильно выбранном давлении воздуха

Если работают окрасочным пистолетом с подачей краски под давлением, то наиболее характерной причиной такого явления может служить слишком низкое давление материала. Увеличив его, делают проекцию факела на окрашиваемую поверхность оптимальной.

**Рекомендации по дюзам.** Каждый производитель окрасочного оборудования четко оговаривает, какая дюза для какого лакокрасочного материала, какого производителя и какого вида выполняемых работ подходит. Но можно вывести следующие закономерности, подсказанные опытными специалистами в области покраски автомобилей.

Для нанесения базы нужно применять дюзы 1,3–1,4 (для светлых цветов лучше 1,3). Для лака можно использовать 1,4 и даже 1,5, особенно если речь идет о покраске крупномасштабных деталей. Для акрила дюза нужна такая же, как и для лака, для грунта – примерно 1,6–1,8. Под жидкую шпатлевку желательно иметь отдельный пистолет (да и под грунт хорошо бы тоже отдельный) с большой дырой 2,5–3.

## 12.9. Технология получения сжатого воздуха

Одним из главных факторов, влияющих на качество и эффективность проведенной окраски, является качество сжатого воздуха, посредством которого происходит процесс распыления лакокрасочного материала. Следовательно, воздух должен соответствовать определенным критериям.

Во-первых, нужно, чтобы в системе подачи сжатого воздуха долго сохранялось оптимальное бесперебойное давление, необходимое для проведения окраски. Причем давление это должно быть постоянным и достаточным для распыления материала в течение продолжительного времени. При этом должны учитываться все потери давления, связанные с включением в работу дополнительного пневматического оборудования, поскольку нередко малярные участки оснащаются еще и пневматическими шлифовальными машинками и тому подобным инструментом.

Во-вторых, сжатый воздух должен быть сухим и чистым, т.е. очищенным от масла, пыли, конденсата, грязи и силикона посредством специального фильтрующего модуля. Несоблюдение этих требований приводит к многочисленным дефектам окраски, что, в свою очередь, приводит к потере времени и необходимости исправления брака и повторного выполнения работы.

Требования эти серьезны и обязательны к выполнению, так как основными функциями сжатого воздуха при окраске являются: перенос материала с помощью окрасочного пистолета, регулировка параметров распыления и распыление лакокрасочного материала. Трудно переоценить важность того, чтобы при расчете потребления сжатого воздуха малярным участком был проведен точный анализ потребностей каждого отдельного поста, применяющего в работе пневматический инструмент. От основательности и точности этого анализа в значительной степени зависит эффективность дальнейшей деятельности данного участка. От него же зависят тип и производительность выбираемого компрессора. Например, обдувочный пистолет в среднем потребляет 150 л сжатого воздуха в минуту, шлифовальное оборудование – до 350 л/мин, шпатлевочный пистолет – 180 л/мин, грунтовочный – 220 л/мин, окрасочный – 350 л/мин, комплект защиты дыхания – 100 л/мин, вулканизатор – около 200 л/мин. Это весьма усредненные цифры, более точные могут дать только сами производители того или иного вида оборудования.

Конечно, не все оборудование будет одновременно находиться в работе, и на это надо делать определенную поправку, но она не должна быть направлена на заметное снижение общего объема потребляемого сжатого воздуха. Ведь порой случаются примечательные случаи, когда,

например, вместо обдувочного пистолета некоторые используют быстросъемный штуцер. Потребление сжатого воздуха в этом случае при давлении в 4 атм совершит скачок более чем в 4 раза и составит вместо 150 л/мин уже целых 700 л/мин. Во избежание таких случаев надо подстраховываться.

На практике широко распространенной ошибкой является неправильное понимание величины производительности компрессора, указанной в каталогах. Уточняем: в каталогах большинства фирм-производителей компрессоров под этой величиной подразумевается максимальное потребление воздуха на входе компрессора, т.е. данную величину нельзя понимать как производительность компрессора на выходе – она не учитывает его КПД и конструктивные особенности.

Существует три основных типа компрессора (рис. 53), различаемых по механизму работы и технологии сжатия и подачи воздуха. Соответственно и возможности максимальной производительности у них разные.

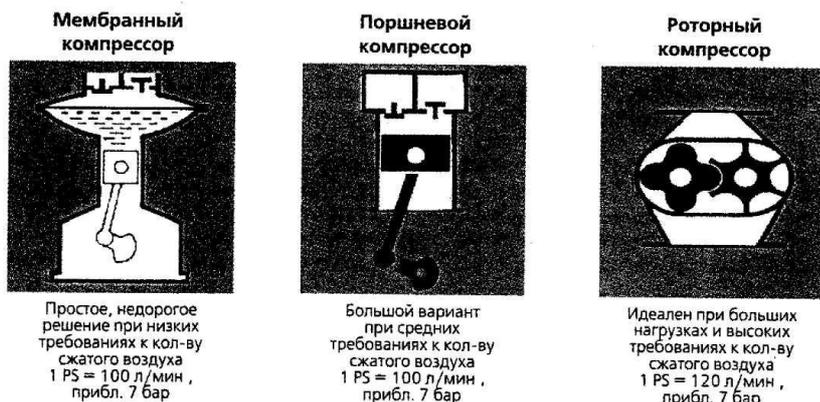


Рис. 53. Типы компрессоров

Сжатие газа в компрессоре происходит при помощи привода, в качестве которого обычно выступает электродвигатель или дизель.

Существуют компрессоры стационарные и передвижные. Стационарные компрессоры устанавливаются на определенное место, при необходимости на специальную несущую раму или фундамент. Передвижные компрессорные станции изготавливаются на базе шасси и могут перемещаться по территории малярного участка от объекта к объекту.

К самому простому и недорогому типу компрессоров относятся мембранные компрессоры. Мембранные компрессоры предназначены

для сжатия различных сухих газов, кроме кислорода, без загрязнения их маслом и продуктами износа трущихся частей. Принцип их действия следующий: давление воздуха создает специальная эластичная пластинка – мембрана, которая приводится в движение эксцентриком или кривошипным механизмом, соединенным с приводным мотором. Мембранные компрессоры – простое и недорогое решение при низких требованиях к количеству сжатого воздуха. Но дешевизна их с лихвой компенсируется последующими затратами на ремонт и техническое обслуживание.

Поршневые компрессоры значительно надежнее, производительность их выше. Их можно рекомендовать для тех автосервисных предприятий, где потребность в сжатом воздухе не превышает 1000 л/мин. Основные достоинства поршневых компрессоров – их заметная дешевизна по сравнению с роторными компрессорами и высокая ремонтпригодность. При своевременном обслуживании поршневой компрессор – практически «вечная» машина. Во время технического обслуживания «внутренности» промышленного поршневого компрессора обновляются, и единственная часть, которая обычно не заменяется, – это несущая рама, станина. Все остальное – поршневые кольца, клапаны, поршни, цилиндры и даже сам первичный двигатель – в определенном роде расходные материалы.

Но необходимость проведения частого технического обслуживания и ремонта – это и главный недостаток поршневых компрессоров. Кроме того, стоимость их обслуживания довольно высока, так как для этого необходим квалифицированный персонал, да и само обслуживание трудоемко.

Межсервисный интервал поршневого компрессора обычно не превышает 500 рабочих часов. В результате нормальная ситуация для промышленных предприятий, использующих поршневые компрессоры и по сей день, – когда на один работающий поршневой компрессор приходится один резервный находящийся в состоянии ремонта поршневой компрессор. В советские времена для обслуживания поршневых компрессоров на промышленных предприятиях даже организовывались отдельные службы. Если же предприятие было не очень крупным, то все равно наличие дежурного и оператора считалось необходимой нормой.

На сегодняшний день для случаев, когда требуется производительность менее 200 л/мин, поршневые компрессоры намного эффективнее и гораздо дешевле, чем компрессоры других технологий сжатия.

Ну а самым дорогим типом компрессоров являются роторные. Если ваши потребности в сжатом воздухе превышают 1000 л/мин, то роторный компрессор – как раз то, что нужно. В данном сегменте потребляет-

мого объема именно роторные компрессоры становятся более экономичными и перспективными, ведь это совершенно другой уровень технологии, качества и надежности.

Роторный компрессор производит сжатый воздух без пульсаций и без перебоев, не допуская скачков давления, на протяжении длительного времени, вследствие чего может обеспечивать сжатым воздухом технологическую сеть без ресивера. Следует отметить его надежность и ремонтнопригодность. Компрессорные станции именно с роторным компрессором получили популярность при использовании его в тяжелых климатических и производственных условиях. Но роторные компрессоры дороги, хотя они действительно стоят тех денег, которые за них требуют.

При установке компрессора на участке, необходимо установить влаго-маслоотделитель охладительного типа и вымораживатель. Его еще иногда именуют холодильником, опреснителем или сублиматором. Он обязательно должен стоять на выходе компрессора, поскольку выкачиваемый из компрессора воздух имеет достаточно высокую температуру, порядка +60... +70°C. Во влаго-маслоотделителе воздух охладится, причем вода и масло, находящиеся в нем в виде взвеси и пара, конденсируются и удаляются.

Желательно также закольцевать всю воздухопроводную систему, чтобы во всех ее точках давление было одинаковым. Если этого не сделать, то в самой дальней точке давление будет минимальным. Причем чем длиннее воздушная магистраль, тем меньше давление в этой дальней точке.

Магистраль необходимо придать небольшой уклон. Это нужно для того, чтобы конденсат, неизбежно скапливающийся в ней, попадал в специальные отстойники, а не на посты потребления. Этому же (дополнительной защите от влаги и масла) будет способствовать и придание отводам на посты кольцеобразной формы в виде арок (рис. 54).

Кроме того, главные влаго-маслоотделительные фильтры надлежит устанавливать на каждом из концов магистрали, т.е. на ее выходе (обязательно) и на входе (можно не ставить при наличии вымораживателя) в ресивер компрессора.

Необходимо, чтобы каждый пост был в обязательном порядке оснащен влаго-маслоотделительной системой, но наиболее тонкую и высокопроизводительную систему надо поставить в окрасочно-сушильной камере. Подобные системы позволяют проводить точную регулировку выходного давления, устранять посторонние запахи и фильтровать поступающий сжатый воздух от водно-масляного конденсата, а также от частиц пыли. Самые последние модели фильтров, по данным их производителей, позволяют получать сжатый воздух, очищенный на 99,99998% от масла, пыли и влаги.

## Проектирование магистрали сжатого воздуха

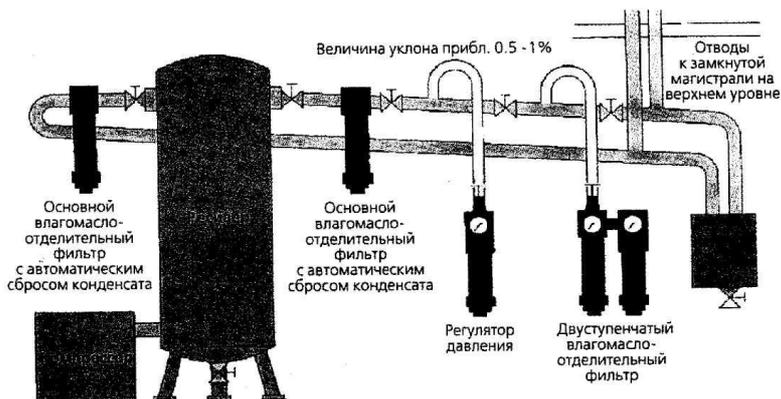


Рис. 54. Схема магистрали сжатого воздуха

Все фильтры, как правило, комплектуются системой автоматического сброса конденсата и не требуют дополнительного обслуживания. Необходимо лишь регулярно проверять и менять фильтр тонкой очистки.

Еще один важный момент при организации магистрали сжатого воздуха – выбор диаметра труб для этой магистрали. Данная магистраль – это довольно масштабная и протяженная пневматическая система, в которой с удалением от источника нагнетания сжатого воздуха будет падать внутреннее давление. Как правило, для подобных магистралей используются шланги с внутренним диаметром 6, 9 и 13 мм. Причем, чем меньше диаметр шланга, тем большая потеря давления будет в нем наблюдаться в связи с удалением от источника нагнетания. Шланги с внутренним диаметром 13 мм обычно длиннее (более 10 м), поскольку наибольшая эффективность их применения проявляется при высоком потреблении сжатого воздуха.

Невозможно привести точные цифры падения давления в шлангах магистрали сжатого воздуха, поскольку они в значительной степени обусловлены не только длиной магистрали, но и количеством расположенных на ней постов потребления. Точный расчет, опять же, могут провести только представители специальных организаций, занимающихся проектированием и планированием малярных участков на предприятиях авторемонтной отрасли.

## Контрольные вопросы

1. Пневматическое нанесение, понятие и технологии.
2. Система «TURBO HVLP».
3. Виды окрасочных пистолетов по способу подачи материалов.
4. Устройство и техническая характеристика краскопультов.
5. Окрасочные пистолеты конвенциональной системы.
6. Окрасочные пистолеты системы HVLP.
7. Окрасочные пистолеты системы RP.
8. Обслуживание краскопультов.
9. Технология получения сжатого воздуха.
10. Типы компрессоров.
11. Характеристика мембранных компрессоров.
12. Характеристика поршневых компрессоров.
13. Роторные компрессора.
14. Проектирование магистралей сжатого воздуха.

# 13. ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ИНФРАКРАСНАЯ СУШКА. ОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

## 13.1. Виды технологий сушки

Процесс высыхания однокомпонентных материалов был обусловлен физико-химическими свойствами этих материалов (так называемое физическое высыхание). То есть формирование твердого слоя автомобильной эмалевой краски происходило за счет и по мере испарения из жидкой краски растворителей, преимущественно посредством взаимодействия с окружающей средой.

При этом количество связующих веществ не менялось, а сам лакокрасочный слой получался обратимым, поскольку связующие вещества могли растворяться снова. Исключением из этого правила являются алкидные и меламиноалкидные материалы, из которых, благодаря протекающим после нанесения реакциям с кислородом, формируется тоже необратимое покрытие.

Двухкомпонентные материалы высыхают уже по несколько иной схеме, и главное отличие состоит в том, что при испарении растворителя во время формирования слоя эмалевой краски образуются поперечные связи между молекулами связующего вещества. Это происходит благодаря присутствию в лакокрасочном материале отвердителя, способствующего процессу полимеризации.

В результате такого высыхания получается химически более стойкое к агрессивным внешним воздействиям покрытие, нежели в результате физического высыхания. А после того, как покрытие стало сухим и твердым (произошло отверждение), оно уже не может быть растворено оригинальными растворителями, т.е. процесс отверждения является необратимым (за исключением отверждения базы в системе «база под лаком»).

Вследствие самой природы химического высыхания этот процесс может быть ускорен различными способами, и один из них – ускорение времени испарения растворителя и химических реакций, что достигается посредством увеличения температуры сушки нанесенного лакокрасочного материала. Если после распыления краску нагреть, то это соответственно ускорит процесс ее высыхания.

Традиционно в большинстве случаев обработанная деталь сушится в окрасочно-сушильной камере, воздух в которой нагревается до определенной температуры (около +60°C). Нагревание в этом случае происходит конвекционным способом, т.е. тепло передается от объекта с большей температурой объекту с меньшей через атмосферу, посредст-

вом воздуха. Внешние слои лакокрасочного материала нагреваются в первую очередь, а затем передают тепло внутренним.

Другое дело – радиационное нагревание. Здесь тепло является продуктом поглощения определенного электромагнитного излучения, которым облучается объект сушки.

Электромагнитные волны распространяются в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойства среды. В вакууме скорость распространения электромагнитных волн приблизительно равна 300 000 км/с.

При прохождении электромагнитных волн через среду возможны процессы отражения, преломления, дифракции и интерференции, дисперсии и др.

Инфракрасные лучи (длина волны  $\lambda \approx 2 \cdot 10^{-1} - 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ ) – часть спектра излучения электромагнитных колебаний. Инфракрасные лучи сегодня широко распространены в инфракрасных сушках. Для технических целей инфракрасное излучение подразделяется на три группы. Определяющим фактором излучения является длина волны:

- между 0,8 и 2,0 мк для коротковолновых ламп;
- между 2,0 и 4,0 мк для средневолновых ламп;
- между 4,0 и 6,0 мк для длинноволновых ламп.

Эффект воздействия инфракрасного излучения зависит не только от его интенсивности и длины волны, но и от того, сколько энергии поглощается слоем краски. Величина поглощаемой энергии в основном зависит от следующих факторов.

**Отражение.** Часть излучения отражается от поверхности и не оказывает никакого воздействия.

**Поглощение.** Часть излучения поглощается материалом и превращается в тепло.

**Передача.** Оставшееся излучение проникает в лакокрасочную систему и превращается в тепло на поверхности металла.

Тип излучения влияет на процесс теплопередачи, от которого прямо зависит время сушки лакокрасочного материала. При использовании коротковолновых инфракрасных ламп тепло в основном передается с помощью передачи. Необходим небольшой период выдержки перед окончательной просушкой объекта, так как объект получает тепло из подложки, т.е. нагрев происходит изнутри наружу, и растворитель может легко испариться.

Длинноволновое излучение действует наоборот: в основном тепло передается с помощью конвекционного нагревания. Необходимо относительно длительное время выдержки перед просушиванием слоя краски (нагревание идет так: тепло верхних слоев передается нижним), чтобы растворитель смог испариться первым до закрытия поверхности краски (образования первичной пленки), не вызвав при этом дефектов на готовом лакокрасочном покрытии.

## 13.2. Инфракрасные сушки

С технологической точки зрения существует три типа инфракрасного оборудования.

*С длинноволновым устройством сушки.* Длина волны приблизительно 4 мк.

Источник инфракрасного излучения нагревается до максимальной температуры +750°C, тогда как сам объект сушки нагревается примерно до +40... +50°C. Поэтому интенсивность излучения невелика (около 10 кВт/м<sup>2</sup>), а период нагрева и остывания достаточно продолжителен и составляет 15–20 минут.

*Со средневолновым устройством сушки.* Волна в этом случае (ее длина составляет от 2 до 4 мк) несет максимальный уровень энергии: источник излучения достигает температур в районе +750... +1,450°C, а сам объект сушки нагревается до +80... +90°C. Интенсивность излучения составляет 70 кВт/м<sup>2</sup>, что намного больше по сравнению с длинноволновым излучением. В данном случае 75% излучения поглощается краской.

*С коротковолновым устройством сушки.* Длина волны составляет около 0,9–2,0 мк, а источник излучения может достичь максимальной температуры +3000°C. Время нагрева очень короткое. Интенсивность излучения не превышает 200 кВт/м<sup>2</sup>, передача излучения объекту составляет 90%.

На авторемонтных предприятиях применяются ОСК (окрасочно-сушильные камеры) для окраски автомобилей из пневматических окрасочных пистолетов.

## 13.3. Эволюция окрасочно-сушильных камер

Все традиционные камеры, представленные сегодня на рынке, вне зависимости от производителя имеют общую принципиальную схему работы. По сути, окрасочно-сушильная камера – это прежде всего инструмент создания оптимальных условий для проведения малярных работ (нанесения лакокрасочного материала). Инструмент этот состоит из трех отдельных блоков, в совокупности решающих поставленную задачу: кабина, генераторная группа (группа притока), экстракторная группа (группа вытяжки).

**Кабина.** Ее исполнение стандартно практически у всех производителей. Внутренние размеры кабин, наиболее востребованных на рынке, составляют в длину около 7 м, в ширину – примерно 4 м. Внутренняя высота колеблется от 2,6 до 2,7 м. Прежде всего камеры разных производителей различаются панелями, из которых выполнена кабина. Более экономичный вариант – так называемые сэндвич-панели толщиной 40 мм,

где пространство между тонкими оцинкованными листами заполнено полиуретаном. В другом варианте ( $\approx 60$  мм) вместо полиуретана используется утеплитель из стекловолокна. Коренное различие в том, что панели с полиуретаном имеют конечный срок службы (со временем он кристаллизуется и осыпается). Стекловолокно же срока годности не имеет.

Как правило, кабина из полиуретановых панелей оснащена только верхним освещением, потому что из-за низкой жесткости материала встроить лампы в нижнюю часть кабины невозможно. Поэтому, если все-таки необходимо подсвечивать объект покраски снизу, на стенки монтируют накладные светильники.

Внутри кабин основное различие заключается в исполнении пола. В большинстве случаев делается О-образное вытяжное кольцо в той зоне, где во время обработки будет находиться автомобиль, чтобы воздух шел исключительно через него. Вокруг все покрывают пылеобразующим материалом (плитка, специальный раствор и т.д.). Почему О-образное кольцо? Для того, чтобы поток воздуха, поступаая сверху, равномерно обтекал окрашенные поверхности кузова. Если делать полностью решетчатый пол, то воздух пойдет туда, где сопротивление меньше: во все открытые полости, и равномерность потока будет нарушена. Следовательно, воздух будет обтекать автомобиль уже совсем по-другому, снижая эффективность процесса покраски и сушки. Часто встречаются ОСК с полностью решетчатым полом, минимизирующим пылевыведение. Но вытяжка в них осуществляется все равно через О-образное кольцо в центре. В остальных же местах эти решетки заглушены.

Чтобы обеспечить нормальное функционирование вытяжки, делают либо приямок под кабиной в области кольца, через который проводят воздухоотводные каналы к экстракторной и генераторной группам, либо, если нет возможности его сделать, поднимают камеру, ставя ее на основании – 300 мм над уровнем пола автомастерской.

**Генераторная и экстракторная группы.** Генераторная группа, забирающая атмосферный воздух, осуществляет его предварительную очистку, нагрев и подачу в камеру. Как правило, стандартная генераторная группа оснащена форсунками на дизтопливе (в 90% случаев) или газовыми горелками. Принцип работы элементарнейший: внутри теплообменника стоит горелка, подогревающая воздух, который, в свою очередь, обтекая теплообменник, попадает внутрь кабины посредством установленных в ее потолке вентиляторов. Далее он вытягивается экстракторной группой и выбрасывается в атмосферу.

Минимальное количество воздуха, необходимое для нанесения материала и последующего получения качественного лакокрасочного покрытия, во всех ОСК составляет порядка  $20\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ . Дел в том, что чем больше воздуха подается, тем, во-первых, лучше условия для работы маляра, а во-вторых, больше производительность камеры. Получается, что при  $20\,000\text{ м}^3/\text{ч}$  распыляется порядка 2 кг материала (1 кг на  $10\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Если подается 30 000 м<sup>3</sup>/ч, то распыляют уже 3 кг. Но и фильтры вытяжки начинают забиваться быстрее (в них попадает большее количество невостребованного материала). Поэтому с течением времени производительность ОСК уменьшается, хотя ресурс фильтров вырабатывается не полностью.

**Стандартные режимы работы.** В стандартных ОСК два главных рабочих режима: покраски и сушки. В первом случае воздух берется с улицы, нагревается, подается в кабину и тут же выбрасывается обратно в атмосферу. Его температура: +20... +25°C. Все стандартные ОСК вне зависимости от производителя работают с внешним воздухом, температура которого не может опускаться ниже определенного значения. Разница температур ( $\Delta t$  – одна из основных характеристик камеры) на улице и внутри ОСК, как правило, колеблется от +27 до +35°C. Условно говоря, если в ОСК надо +20°C, то забираемый с улицы воздух (в зависимости от  $\Delta t$  данной ОСК) должен быть – 7–15°C. При температуре ниже требуемой не создается в кабине оптимальной для рабочего режима температуры.

Есть два метода, чтобы поправить положение: во-первых, устанавливают смешивающее заборное устройство (с улицы и непосредственно из помещения станции), во-вторых, ставится система рекуперации (нагрев входящего воздуха выходящим).

Второй режим работы ОСК – режим сушки. Температура поддерживается на уровне +60°C. В этом режиме камера работает в режиме рециркуляции, т.е. воздух обращается по замкнутому циклу: генераторная группа – кабина – экстракторная группа – генераторная группа – и т.д. В этом случае до 90% используемого воздуха подается в ОСК повторно (рециркуляция) и только около 10% забирается с улицы.

Между режимом покраски и режимом сушки существует еще переходный режим – испарения растворителя. Если резко поднять температуру после окраски, то верхний слой лакокрасочного материала просто запечется, а нижний останется сырым, что послужит причиной брака. Чтобы этого не происходило, набор температуры производится после испарения растворителя.

Работу ОСК характеризуют два основных параметра: тепло и воздух. Тепло необходимо в первую очередь в режиме сушки, для того чтобы высушить окрашенную поверхность. Воздух же используется в большей степени в режиме покраски, когда необходимо, пропуская большие его объемы, осаждают пигменты краски, удалять пары растворителя и прочее, дабы не создавать взрывоопасную обстановку внутри ОСК и обеспечивать сушку окрашенных изделий.

Воздух являлся, если можно так сказать, передаточным звеном, посредством которого тепло от источника (нагретого теплообменника) передавалось окрашиваемому объекту.

По мере эволюционного развития придумали системы, дающие экономию затрат при эксплуатации ОСК.

**Multispeed** – это система управления частотами вращения электродвигателей вентиляторов. Это технология оптимизации частоты вращения электродвигателей вентиляторов с целью снижения потребления электроэнергии и теплоносителей, снижения пиковых нагрузок в электросистеме, улучшения параметров работы окрасочной камеры, повышения удобства и безопасности при пользовании оборудованием.

#### **Возможности Multispeed.**

Каждому рабочему циклу камеры соответствует свой уровень воздухообмена, который задается программированием скорости вращения электромоторов вентиляторов в блоках подготовки воздуха и вытяжки.

Необходимые параметры воздухообмена можно устанавливать самостоятельно, подбирая наиболее подходящие. Например, камера работает в режиме вентиляции (маскирования), в этом случае воздухообмен минимальный, что позволяет значительно снизить расход электроэнергии и топлива. При включении работником окрасочного пистолета двигателя выводят агрегаты на максимально установленный воздухообмен. Если пистолетом не пользоваться более 3 минут, агрегаты возвращаются в режим экономичного воздухообмена.

Частотный преобразователь позволяет приблизить  $\cos \phi$  асинхронного электродвигателя к 1. За счет улучшения параметров работы двигателя и повышения КПД повышаются эксплуатационные показатели работы камеры.

При запуске электродвигателей не возникают пиковые нагрузки и связанные с ними пики потребления электроэнергии.

Это снижает энергопотребление, делая работу местной электросети более стабильной. Например, электродвигатель мощностью 7,5 кВт имеет рабочий ток 15,4 А, в то время как стартовый ток для двигателей с прямым пуском достигает 107 А, а с плавным пуском 62 А, то есть во время старта потребление энергии увеличивается от 4 до 7 раз! Частотный преобразователь позволяет приравнять рабочий ток и стартовый – 15,4 А будут в сети при любом из режимов работы двигателей.

Объем воздуха, подлежащий обязательной замене в режиме сушки, гарантируется работой вентилятора на минимальных оборотах.

Система гарантировано обеспечивает безопасный режим рециркуляции воздуха в сушильной камере, не зависящий от степени загрязненности фильтрующих элементов. Пользуясь инструкциями, маляр может варьировать скорость вращения вентиляторов в различных рабочих циклах по своему усмотрению (например режимы зима-лето).

Автоматические манометры отслеживают величину избыточного давления в кабине камеры, а регулировка и стабильная поддержка этого параметра за счет изменения скоростей вращения двигателей блоков

подготовки и вытяжки происходит в автоматическом режиме. Важнейший параметр работы камеры – избыточное давление – всегда поддерживается в стабильном режиме. Исключается процедура ручной регулировки, снижается зависимость от степени загрязненности фильтрующих элементов, упрощается конструкция вентиляторов за счет отсутствия регулирующих заслонок. Состояние фильтрующих элементов блока вытяжки отслеживается автоматически, и при достижении лимита работоспособности на пульте управления загорается сигнальная лампа. Появляется возможность следить за состоянием фильтрующих элементов без каких-либо дополнительных процедур контроля.

Система **Air Blue** – применение так называемых безоболочечных теплообменников, то есть технологии прямого теплообмена.

Это технология, направленная на улучшение параметров теплообмена, экономия теплоносителя, снижение эксплуатационных затрат оборудования.

Система прямого теплообмена – процесс передачи тепла непосредственно от пламени горелки, а не от теплообменника. В традиционных схемах процесс горения происходит внутри камеры сгорания теплообменника с последующей передачей тепловой энергии телу теплообменника, а в дальнейшем от теплообменника происходит нагрев воздуха в камере. Система Air Blue не предусматривает наличие теплообменника, тепло принимается непосредственно от специально распределенного пламени горелки особой конструкции. Следует отметить, что специальная горелка, применяемая в технологии Air Blue, одинаково успешно работает как от магистрального, так и от сжиженного газа в баллонах.

#### **Возможности Air Blue.**

*Высокая стабильность установленной температуры.* Любой теплообменник обладает довольно большой массой и благодаря этому инерционен. Отсюда неизбежное свойство – скачки установленной температуры. Как только температура опускается ниже выставленной, горелка включается, но за счет того, что масса теплообменника велика, она не в состоянии сразу вывести температуру на нужный уровень и происходит ее снижение ниже установленной нормы, что особенно сильно ощущается при низкой температуре окружающего воздуха в режиме окраски. Обратный процесс наблюдается при превышении установленной температуры: перегретый теплообменник даже при выключенной горелке продолжает отдавать избыточное тепло. Таким образом, температурный режим далек от необходимого, а реальная температура колеблется вокруг нормы в пределах 5–6 градусов. Система прямого теплообмена Air Blue исключает этот недостаток за счет возможности практически мгновенно реагировать на изменение температуры и стабильно поддерживает заданный температурный режим.

*Высокая стабильность скорости движения воздуха внутри камеры.* Отсутствие теплообменника как предмета, стоящего на пути дви-

жения воздуха и соответственно влияющего на стабильную скорость потока, благоприятно сказывается на этом важном параметре работы камеры.

*Быстрый набор установленной температуры.* Ввиду высокой эффективности теплообмена среднестатистическое время набора температуры в диапазоне от 20 до 80°C – 60 секунд.

*Высокие параметры использования топлива (+11%),* благодаря использованию скрытой тепловой энергии конденсата паров воды, содержащихся в воздухе.

За счет того, что воздух проходит через зону активного нагрева, происходит преобразование водного конденсата в крайне активную субстанцию-теплоноситель с большим энергетическим потенциалом, что, в свою очередь, увеличивает эффективность теплопереноса.

*Нет необходимости в устройстве выхлопной трубы.* Система устроена таким образом, что горение происходит в среде воздуха, проходящего через агрегат и кабину камеры, и все продукты горения выводятся наружу агрегатом вытяжки вместе с отработанным воздухом. При традиционной схеме горение происходит в камере сгорания теплообменника, а воздух, необходимый для процесса горения, нагнетается внутрь вентилятором горелки, после чего продукты сгорания выводятся из теплообменника через выхлопную трубу. Со временем на стенках теплообменника образуется нагар, препятствующий движению воздуха, что вызывает ухудшение процесса теплообразования. Отсутствие выхлопной трубы упрощает устройство систем вентиляции и благоприятно сказывается на состоянии окружающей среды.

Исключается нежелательное воздействие конденсата из воздуха.

Новая система, как уже отмечалось, за счет зоны активного нагрева разлагает конденсат до высокоактивной парообразной стадии, которая до момента выпадения точки росы выводится из камеры. Вредное воздействие водяного конденсата исключено.

*Значительное снижение вредного воздействия на окружающую среду.* Газ обладает наименее вредным воздействием на окружающую среду, а за счет того, что продукты горения растворяются в большом количестве воздуха, равном воздухообмену камеры, вредное воздействие снижается до минимума.

*Не требуется обслуживания и чистки теплообменника.* Отсутствие теплообменника и чистый вид топлива исключают необходимость в процедурах обслуживания, а параметры теплообмена остаются всегда стабильными.

**Использование системы Multispeed и системы Air Blue дают:**

– потребление энергоносителей камерой с воздухообменом 30000 куб. м/час, сопоставимо с затратами на эксплуатацию камеры традиционной конструкции с воздухообменом 20000 куб. м/час;

– продолжительность цикла окраски водорастворимыми материалами в камере с использованием систем Multispeed и Air Blue занимает меньше времени на 20–36%, чем в традиционных.

Итальянская компания Metron предложила абсолютно новую концепцию функционирования покрасочно-сушильных камер и отказ от всех традиционных способов. Главный из них состоял в том, что сушка лакокрасочного покрытия происходила именно нагретым до определенной температуры воздухом от верхнего слоя к нижнему, т.е. снаружи внутрь. Поэтому, чтобы достичь полного высыхания ЛКМ, требовалось 30–36 часов. Но клиенты все чаще желают получить быстрый сервис, чтобы машина, пригнанная на станцию утром, уже вечером, в крайнем случае следующим утром, была готова. Традиционная технология просто физически, как ее ни совершенствуй, не позволяет этого сделать.

Второй аспект проблемы заключается в низкой рентабельности традиционного способа. Ведь чаще всего покраске подвергаются не целый кузов автомобиля, а отдельные его элементы (двери, багажник, капот). Поэтому, чтобы не гонять ОСК практически впустую, надо собирать эти отдельные элементы вместе. Либо нужно иметь в своем распоряжении инструментальную базу, необходимую для того, чтобы проводить покраску в более экономичном режиме. Это может быть дополнительная ОСК меньших размеров или же инфракрасная сушка. С маленькими камерами все ясно. Тот же принцип, только расходы на их функционирование значительно меньше.

Инфракрасная сушка же позволяет локально воздействовать на отдельные окрашенные участки ремонтируемой кузовной панели. Но поскольку это коротковолновое высокотемпературное излучение, в достаточной степени сжатые сроки высушивающее объект, то оно требует очень жесткого и пристального контроля, во-первых, за расстоянием до обрабатываемой поверхности, а во-вторых, за временным интервалом, в течение которого это воздействие будет происходить. Поэтому сушки оснащаются всевозможными программаторами времени и дистанции.

Но что более важно – инфракрасными сушками нельзя работать с пластиками (они плавятся) и не рекомендуется – с алюминием (даже несмотря на то, что кузовные алюминиевые детали покрыты специальной пленкой, выдерживающей температуру за тысячу градусов, но внутри-то это все тот же алюминий, температура плавления которого +660°C). Однако алюминий все активнее внедряется в автомобильную промышленность. Из него изготавливают уже не только элементы кузова, но и целый ряд других узлов и деталей современного автомобиля. В свою очередь, это ведет к тому, что в очень скором времени использование инфракрасных сушек станет практически невозможным.

Что предлагает Metron? Разорвать классическую зависимость между теплом и воздухом, и этот замысел реализуется в новой камере «Ге-

ра». Это значит, что пропадает необходимость в генераторной и экстракторной группах в чистом виде. На их месте появляется некий централ подготовки воздуха (ЦПВ), который по своим размерам раза в три меньше замещаемого им оборудования. Главные его функции – забор и откачка воздуха. Сохраняя в своем устройстве систему инверторов, он способен радикально быстро менять объем воздуха в зависимости от необходимости, на фазе покраски подавая максимальное его количество. На фазе сушки или подготовки через ОСК, перешедшую в режим (ожидание), проходит 10% от номинального объема. В оснащении камеры предусмотрен регулирующий блок – система переключения ОСК в режим (ожидания) при выключении окрасочного пистолета.

Применение системы инверторов делает «Геру» более мобильной и в плане использования ресурса фильтров. В классическом случае по мере забивания вытяжных фильтров начинает увеличиваться давление в камере (которое не должно превышать 1–2 мм водного столба), что делает невозможным проведение покрасочных работ в ней. На практике это приводит к тому, что засорившиеся на 30–40% фильтры приходится срочно менять. Как правило, в традиционных генераторных и экстракторных группах стоят двигатели одинаковой мощности – 7–7,5 кВт, т.е. сколько воздуха попадает в кабину, столько же и с такой же силой из нее вытягивается. У «Геры» в ЦПВ подачу воздуха обеспечивает мотор с мощностью 7 кВт, а вот вытяжку – с мощностью 11 кВт. Такой большой запас мощности дает возможность прокачивать воздушный поток даже через очень сильно засоренные фильтры (разработчики говорят о выработке фильтра на 90%).

Это что касается воздуха. Другой аспект – тепло. Вот тут-то мы как раз и подходим к самой сути новации и принципиальному отличию ОСК «Гера» от всех прочих ОСК. «Гера» оснащена тремя рядами специальных панелей, излучающих по абсолютно новой технологии длинноволновое низкотемпературное излучение, не плавящее, в отличие от инфракрасного, алюминий и пластик. В панелях Black Sun используется запатентованная технология, при которой сушка осуществляется посредством диффузного теплового излучения. Применяется принцип конвертирования электрической энергии в диффузное тепло на больших площадях с высокой степенью однородности излучаемой температуры. Данные панели могут располагаться очень близко от окрашиваемых поверхностей, которые необходимо подвергнуть сушке, безо всякого риска нарушить молекулярную структуру покрытия, причем аккумулярование грязи и пыли на поверхности никоим образом не влияет на их работоспособность и технические характеристики (таковы свойства излучения). Панели Black Sun достигают максимальной рабочей температуры в очень короткие сроки (по данным производителей, около трех минут необходимо для нагрева до +130°C) и всегда остаются гораздо

ниже температуры воспламенения всех существующих типов растворителей, используемых в покраске.

Получается, что любой предмет, находящийся внутри кабины (бампер, крыло или кузов), начинает при включении панелей разогреваться практически изнутри. Поэтому принцип сушки в «Гере» не как в классической – «снаружи – внутрь», а наоборот. Это дает возможность сократить срок полной полимеризации ЛКМ и довести его, по словам конструкторов, до 10–12 часов.

Здесь воздух теряет одну из своих главных функций – конвекционного проводника тепла – и служит только для осаждения пигментов краски и удаления паров растворителя. Это позволяет камере стать совершенно независимой от уличной температуры воздуха. Единственное, для удобства маляра производители советуют оснастить «Геру» водяной батареей подогрева входящего воздуха. Конструкция предусматривает также частичный забор воздуха из помещения станции.

Существенный вопрос – это энергозатраты ОСК. Заявленная максимальная мощность в 42 кВт для семиметровой кабины включает 1–2 кВт на освещение (два ряда светильников – верхний и нижний), 4 кВт на централ подготовки воздуха (нагнетание и откачивание), а остальное идет на панели. Но всегда включать все панели нет необходимости (да и автоматика не позволит). Поэтому для оптимальной работы ОСК предусмотрено 6 режимов сушки и 3 режима покраски, позволяющие манипулировать расходом электричества в диапазонах 17,5–24,5 кВт (сушка) и 19,5–26,5 кВт (покраска).

Температурные панели, достигнув номинальной температуры, будут дальнейшее время рабочего цикла только поддерживать температуру на заданном требуемом уровне, попеременно включаясь и выключаясь (компьютер, контролирующий систему, будет четко отслеживать этот процесс), что сокращает энергозатраты еще в среднем на 40%. Данные расчеты проведены разработчиками.

Для сохранения тепла в «Гере» используются специальные сэндвич-панели с содержанием утеплителя  $80 \text{ кг/м}^2$ , что примерно в 4 раза больше, чем в сэндвич-панелях традиционных ОСК.

Особые датчики считывания температур, расположенные рядом со всеми объектами, находящимися в ОСК, ведут постоянный контроль за температурой и, передавая полученные данные центральному компьютеру, влияют на прохождение как основных фаз (сушка, покраска), так и промежуточных (продувка, охлаждение).

«Гера» имеет 5 фаз работы, характеризующихся различными температурами, временем и расходом воздуха. Контроль над этими параметрами осуществляется с помощью панели управления.

Фаза «ожидание» выполняется со сниженным расходом воздуха, что позволяет сэкономить электрическую энергию во время этапа под-

готовки рабочего изделия. Фаза «покраска» выполняется с максимальным расходом воздуха для достижения наилучшего осаивания пигментов краски и удаления паров растворителя. Переход между этими режимами может осуществляться вручную или автоматически – посредством блока управления.

Фаза «продувка» выполняется с максимальным расходом воздуха. На данной фазе начинается процесс испарения растворителей или воды (вододисперсионные краски) из краски. Фаза «сушка» выполняется опять же, как и фаза (ожидание), со сниженным расходом воздуха. На ее этапе окончательно испаряется растворитель или вода из краски. Для быстрого снижения температуры окрашиваемых изделий после сушки предусмотрена фаза «охлаждение».

### **Контрольные вопросы**

1. Технология сушки однокомпонентных и двухкомпонентных материалов.
2. В чем различие конвенционного и радиационного нагревания?
3. Теория радиационного нагревания.
4. Типы инфракрасных сушек.
5. Устройство стандартной окрасочно-сушильной камеры.
6. Назначение генераторной и экстракторной группы.
7. Стандартные режимы работы.
8. Система управления частотами вращения электродвигателей.
9. Система безоболочных теплообменников.
10. Новая концепция окрасочно-сушильных камер.
11. Особенности камеры «Гера».

## 14. ТЕОРИЯ ЦВЕТА. ТЕХНОЛОГИЯ КОЛЕРОВКИ. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ

### 14.1. Теория и характеристики цвета

Теория цветовосприятия и цветовоспроизведения заключается в том, что цвет – это эмоциональное ощущение, которое возникает в мозгу человека после того, как видимые световые излучения различного спектрального состава, отразившиеся от поверхностей объектов, попадают на сетчатку глаза. Аналогичное действие оказывают световые излучения, непосредственно испускаемые светящимися телами.

«Цвет – это один из признаков объектов, воспринимаемый человеком как осознанное зрительное ощущение. В процессе зрительного восприятия человек присваивает объекту тот или иной цвет. Световое излучение разных длин волн (обозначается  $\lambda$ ) возбуждает разные цветовые ощущения; излучения с  $\lambda$  от 380 до 470 нм – фиолетовый и синий цвета, от 470 до 500 нм – сине-зеленый, от 500 до 560 нм – зеленый, от 560 до 590 нм – желто-оранжевый, от 590 до 760 нм – красный. Однако цвет сложного излучения не определяется однозначно его спектральным составом» (Краткая Российская энциклопедия).

То есть цвет невозможен без света. Свет – это видимая часть электромагнитного спектра. Он характеризуется тем, что имеет волновую природу, при этом длину волны, как правило, измеряют в нанометрах (**один нанометр равен одной миллионной части миллиметра**).

Когда световые волны попадают на объект, его поверхность поглощает некоторое количество энергии спектра, а оставшаяся часть спектра отражается от объекта. Преобразованный таким образом свет, отраженный от объекта, имеет иной состав длин волн. Различные поверхности, содержащие разное количество пигментов, красящих веществ и красителей, создают различные сочетания длин волн. При попадании на отражающий объект свет может изменяться. Сами по себе источники испускают собственные комбинации длин волн.

Отраженный, проникающий или испускаемый свет и составляет то, что называется цветом объекта.

Длины волн излучения, видимого глазом, лежат в диапазоне от 380 нм до 700 нм (по краям этого участка лежат соответственно зоны ультрафиолетового и инфракрасного излучения).

Хроматичность – это свойство цвета, которое говорит о том, насколько он «чист», и определяется содержанием собственного цвета в его смеси с белым, черным или серым. Соответственно высокохроматические цвета содержат максимум цвета при нулевой или минимальной примеси белого, серого или черного.

Ахроматические цвета – это неокрашенные цвета: белый, серый, черный. Они характеризуются только одной величиной – яркостью (минимальная яркость – черный, максимальная – белый, а между ними различные оттенки серого). Насыщенность их равна нулю, цветовой тон – белый.

В норме человеческий глаз различает около 180 цветовых тонов (едва заметные постепенные переходы от красного к оранжевому, от оранжевого к желтому и т.д.). Любой из этих цветовых тонов может быть представлен в цветовом восприятии в виде смеси трех основных цветов: красного, зеленого и синего.

Подбором соответствующей яркости каждого из этих компонентов можно получить все 180 цветовых оттенков. Три основных цвета обозначаются в колориметрии латинскими буквами: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue). Путем сложения в нужной пропорции основных цветов – R, G и B – возможно получить разнообразные цветовые тона. Три основных цвета – R, G и B – являются взаимно независимыми. Это означает, что ни один из них не может быть получен путем сложения (смешения) двух других.

Поэтому была создана система цифрового выражения цвета в виде набора трех чисел, что преимущественно и видно сегодня на банках с краской.

#### **Цвет характеризуется тремя параметрами.**

##### ***ЯРКОСТЬ***

Яркость светящегося источника (любого отражающего свет предмета) связана с величиной лучистого потока, попадающего от этого источника в глаз.

Яркость характеризует количественную величину излучения: мощность, световой поток. Цветовой тон и насыщенность являются, в свою очередь, качественными характеристиками источника света.

##### ***ЦВЕТНОСТЬ***

Цветовой тон рассматриваемого объекта связан со спектральным составом излучения. По цветовому тону объекта можно судить о его окраске – синей, красной, бежевой и т.д. Отдельные участки видимого спектра различаются по окраске, т.е. вызывают ощущение различного цвета. Поэтому цветовой тон удобно характеризовать цифрой – той или иной длиной волны спектрального излучения.

Любой цвет, взятый из спектра, можно смешать с белым, черным, серым и получить цвета соответствующего семейства тонов.

##### ***НАСЫЩЕННОСТЬ***

Насыщенность характеризует степень «разбавления» цветового тона белым цветом при определенной яркости освещения. Например, ярко-красная (насыщенная) краска может быть разбавлена белой (белилами, мелом). При таком разбавлении тон не меняется – меняется лишь насыщенность. Поэтому, подбирая цвет краски, колорист должен сначала

сравнять уровень яркости («яркий» – «блеклый») и насыщенности («грязный» – «насыщенный») получающейся смеси с оригинальным цветом и только потом подбирать (доколоривывать) цветовой тон. Это несложно – для этого существуют специальные таблицы, графики, схемы и т.д.

Самая распространенная ошибка колористов состоит в том, что, не разбравшись, например, с насыщенностью искомого цвета, они, найдя похожий вроде бы цветовой тон, пытаются добавлением каких-либо подкрашивающих пигментов довести его до оригинального. Но у них ничего не выходит: получаемый красный кажется им желтее или синее того красного, который они ищут. На самом же деле они просто работают с несопоставимым по насыщенности оттенком, с добавлением дополнительных, совсем не тех, что надо, компонентов, поэтому им не прийти к нужному результату (надо не красить, а «разбелять» смесь). Розовая и красная краски не различаются цветовым тоном. Различие заключается только в насыщенности.

Другими словами, можно сказать, что насыщенность обозначает видимую яркость, или интенсивность, цвета.

## **14.2. Типы цветов: аддитивные и субтрактивные**

Человек видит объекты лишь потому, что они либо излучают свет, либо отражают его. Именно на базе этих двух типов взаимодействия световых волн с объектами и различают два основных типа цвета: аддитивные и субтрактивные цвета.

Аддитивный цвет получается благодаря восприятию света, излученного каким-либо источником. Принцип формирования аддитивного цвета заключается в смешении световых лучей различных цветов. В этой системе отсутствие светового излучения дает черный цвет, а смешение световых лучей видимого спектра – белый.

Субтрактивный цвет – цвет отраженный; он формируется в процессе вычитания тех или иных цветов спектра из светового луча. Происходит это вычитание при отражении света от какого-либо объекта, когда часть световых лучей поглощается объектом, а часть отражается. Эта отраженная часть и придает отражающему объекту некоторый цвет. При подборе цвета для автомобиля, человек имеет дело именно с отраженными цветами.

В субтрактивной системе вся цветовая палитра создается на базе смешения трех основных цветов. Однако в отличие от аддитивной, где базовыми являются красный, зеленый и синий, в субтрактивной основными цветами считаются голубой, пурпурный и желтый – противоположности красному, зеленому и синему. В этой модели отсутствие цветов дает белый цвет, а их полное присутствие – черный.

Поверхности не только отражают, но и поглощают (вычитают) световые лучи (создают цвет субтрактивным методом). Вычитание (погло-

щение) красного создает голубой (смесь синего и зеленого), вычитание зеленого – пурпурный (смесь красного и синего), вычитание синего желтый (смесь зеленого и красного). (То есть, если предмет поглощает красный и отражает синий и зеленый, то воспринимается этот предмет как голубой; если он поглощает синий и отражает красный и зеленый, видят его как желтый; если он поглощает зеленый и отражает синий и красный, видят его как пурпурный.)

Поэтому голубой, пурпурный и желтый являются тремя первичными цветам, используемыми в субтрактивном смешении, тем не менее принято упоминать и использовать красный, синий, желтый.

В колористике также используют такие понятия, как вторичные и третичные цвета. Вторичные получаются путем смешения первичных. Смешение желтого и красного дает оранжевый, красного и синего – фиолетовый, синего и желтого – зеленый. Третичные получаются в результате смешения первичного и производного от него вторичного.

### 14.3. Система Оствальда

Сегодня для изготовления автомобильных эмалевых красок повсеместно используют круг Оствальда (рис. 55). В нем все цвета расположены на плоскости по кругу. При подборе красные цвета составляются с помощью двух других первичных цветов – синего и желтого. Синие – также из красного и зеленого, только по кругу они идут в другую сторону (т.е. те же более красный и более синий).

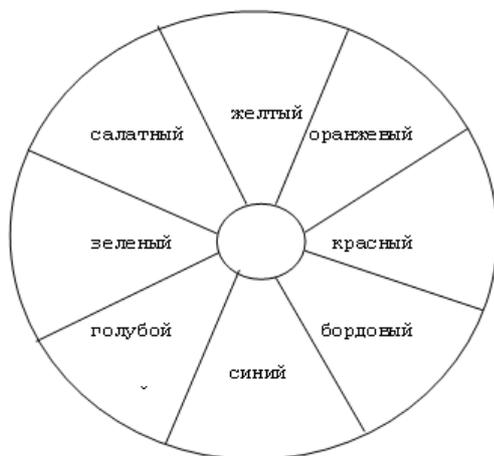


Рис. 55. Круг Оствальда

Три вторичных цвета составляются с помощью соседних цветов: оранжевые – более красные или более желтые.

Зеленые – более синие или более желтые, фиолетовые – более красные или более синие.

Цвета, которые в круге Оствальда расположены друг против друга, имеют тенденцию к взаимному уничтожению, при смешивании дают серость. Например, когда синий имеет слишком выраженный красный оттенок, можно добавить зеленого, чтобы уменьшить долю красного. При смешивании двух противоположных цветов можно, в принципе, получить серый. Насыщенность цвета возрастает по мере удаления от центра круга.

Круг Оствальда наглядно иллюстрирует важный для выравнивания цвета эффект: если синий и зеленый цвета расположены рядом друг с другом, то синий имеет тенденцию в направлении к фиолетовому, а зеленый – в направлении к желтому.

#### **14.4. Оборудование лаборатории. Технология цветоподбора**

Как надо правильно оборудовать колористическую лабораторию? Размеры помещения в основном зависят от размеров смесительной установки, то есть стойки, где размещены базовые компоненты красок.

В разных окрасочных системах разных фирм-производителей число этих компонентов различное. Кроме емкостей с базовыми компонентами красок здесь всегда присутствуют различные дополнительные цвета и специальные добавки – аддитивы, которые порой приходится использовать. На все банки надеты специальные крышки с мешалками, и все они подключены к общему электроприводу. Два раза в день, утром и в середине рабочего дня, систему следует включать на 10–15 минут для перемешивания компонентов красок. Чтобы разместить все необходимое оборудование, обычно бывает достаточно помещения площадью 10–15 кв. м.

Правильное освещение является главным определяющим фактором для точного цветоподбора. Оптимальным является естественное освещение, причем окна должны выходить на северную сторону. В прямом солнечном свете корректно сравнивать цветовые оттенки вообще невозможно, за исключением трехслойного темного перламутра. В данном случае окончательный тестовый образец лучше вынести на улицу к машине и сравнить их на ярком солнечном свете, так как при солнечном освещении лучше видны частицы.

При недостатке или отсутствии в лаборатории естественного освещения рекомендуют использовать лампы, которые по спектру наиболее

близки к естественному свету. При этом освещенность в лаборатории должна быть не менее 1100 люкс.

Стены не должны быть окрашены в темный цвет, но и не должны быть ярко-белыми, чтобы не уставали глаза. Желательно, чтобы они были не глянцевые, а матовые, чтобы на них не возникало ярких бликов.

Важнейшим требованием является наличие вытяжной вентиляции. Колористу предстоит целый день работать с летучими химическими веществами, поэтому вытяжкой должно быть оборудовано не только рабочее место для производства тест-напылов, но и стол, где будут взвешивать и смешивать компоненты красок. При этом следует помнить, что пары всех окрасочных компонентов тяжелее воздуха, а значит, воздухозаборник вытяжки должен быть расположен достаточно низко, по аналогии с автомобильной окрасочной камерой.

В любом рецепте краски указывается точный вес компонентов, а значит, в лаборатории должны быть точные электронные весы с погрешностью менее 0,1 г. При такой точности взвешивания малейшие колебания вызывают погрешности показаний весов, так что стол должен быть весьма массивный, лучше металлический.

Любая фирма-производитель окрасочной системы для облегчения подбора цвета к конкретному автомобилю выпускает специальный каталог цветов, так называемый Color Box. В нем есть образцы всех цветов, которыми красилась конкретная марка автомобиля, с указанием годов выпуска и заводских кодов краски. Каждый год к такому каталогу поставляются дополнения с образцами новых цветов, используемых автопроизводителями. Кроме того, существуют каталоги с образцами окрасок бамперов, внутреннего и подкапотного пространства некоторых автомашин. К этим каталогам также выпускаются ежегодные дополнения. Многие цвета выпускаемых автомашин имеют варианты оттенков, возникающие из-за разных условий окраски на конвейере или из-за отличий между разными партиями одной и той же краски. Фирма-производитель ремонтной окрасочной системы постоянно отслеживает эти отклонения и составляет откорректированные рецептуры оттенков ремонтных цветов. Такие варианты окрасок входят в специальные отточные каталоги, тоже имеющие ежегодные дополнения.

Для облегчения работы по подбору цвета выпускается каталог цветных образцов всех компонентов конкретной окрасочной системы с вариантами смесей с серебром («металлики») и с вариантами разбелов (смесь чистого цвета с белым компонентом). Кроме того, в таком каталоге приведены образцы с результатами применения специальных добавок – матирующих, структурирующих и других.

Как правило, все перечисленные каталоги сделаны с использованием реальных ремонтных цветов, полученных на основе конкретной окрасочной системы. Эти цветковые образцы покрыты автомобильным ла-

ком и практически полностью соответствуют окраске реального нового автомобиля. Все это систематизированное цветовое изобилие позволяет точно определить заводской код краски автомашины, даже если на ней не удалось найти табличку с этим кодом. В лаборатории обязательно должны быть эти каталоги. К ним необходимо регулярно получать ежегодные дополнения.

## 14.5. Последовательность подбора

Нашли код краски и с помощью Color Vox определили ее оттенок. Теперь нужен точный рецепт изготовления этой краски, рассчитанный на использование имеющейся окрасочной системы. Для этого в лаборатории обязательно должен быть компьютер, желательно с принтером. В компьютере должна быть установлена программа с рецептами красок, предлагаемая фирмой-производителем вашей окрасочной системы. С помощью этой программы можно по марке машины и коду краски найти и распечатать рецепт ее изготовления. Кроме того, программа содержит много другой полезной информации. Это соответствие цветов бампера и внутренней окраски цветам кузова, рецепты двухцветных красок и, наконец, многочисленные оттенки стандартных заводских красок. При смешивании компонентов краски колорист может ошибиться и какой-либо пигмент немного перелить. В этом случае рецепт в компьютере легко откорректировать в соответствии с избыточным весом одного из компонентов. Программа позволяет создавать архив собственных рецептов. Образцы напылов новых цветов тоже имеет смысл сохранять на специальном стенде, создавая личный архив колориста.

Процесс подбора краски можно существенно упростить, если использовать спектрофотометр. Для этой цели лучше применять пятиугольный спектрофотометр. Его необходимо подключить к компьютеру, и компьютер с помощью спектрофотометра предложит рецепт краски, наиболее приближенный к тестируемому образцу (пятиугольной определяет металлики и перламутры).

Большую проблему создают изменения цвета в процессе эксплуатации автомашины. Краска выгорает на солнце, меняется под воздействием химических реагентов, например, при мойке, наконец, просто мутнеет от времени. К колористу в качестве образца для подбора краски обычно попадает небольшая деталь, типа лючка бензобака. Реальный цвет при этом обычно изменен из-за загрязнения или микроцарапин. Если подбирать новую краску под реальный цвет детали, то после недолгой езды она станет заметно отличаться от остальной машины. Поэтому цвет лучше подбирать с расчетом на его изменение в процессе эксплуатации. Для этого часть образцовой детали следует отполировать

или покрыть автолаком и уже по ней проводить цветоподбор. Хозяину автомашины придется показать эту деталь и объяснить, что через некоторое время новая краска слегка износится и полностью сравняется с основной. Краску, смешанную по нужному рецепту, надо напылить на тестовую металлическую пластинку. Процесс окраски должен быть максимально приближен к реальной работе в окрасочной камере, иначе та же краска может дать на машине другой эффект или оттенок. Поэтому желательно, чтобы окрасочный пистолет и давление воздуха соответствовали тем, какие будут использованы в работе с конкретной машиной.

После сушки и покрытия лаком тест-напыл можно сравнивать с образцовой деталью. Скорее всего, образец будет несколько отличаться от основной окраски. Это значит, что краска еще требует колеровки, то есть более точного подбора цвета (для простых цветов) или подбора верхнего и нижнего тонов (для «металлика» и перламутра). Требуемые изменения создаются, увеличением содержания некоторых компонентов в составе рецепта. Очень желательно проводить колеровку только теми компонентами, которые уже есть в составе рецепта. Добавляя в состав краски новые пигменты, рискуют тем, что старый и новый цвета при различном освещении будут несколько отличаться. Такое явление называется «метамерия» (цвета, одинаковые при одном освещении, кажутся разными при другом освещении).

В процессе точного подбора цвета большую помощь может оказать плакат Colormix (круг Оствальда). Колеруя краски, их сравнивают по цветовому тону, светлоте и чистоте цвета. У «металликов», кроме того, различают подбор по верхнему и нижнему тону – «фейс» и «флоп». При работе с перламутрами добиться идеального совпадения практически невозможно, поэтому все равно придется окрашивать ремонтируемую деталь «с переходом». Похожая ситуация часто возникает и с «металликами».

## **14.6. Неэффектные краски и укывистость**

К неэффектным краскам относятся любые цветные пигменты, а также черные и белые цвета. Они бывают однослойные и двухслойные, их еще называют покровными. Они так называются, потому что никаких других материалов для нанесения поверх них не предусмотрено. Они сами по себе дают достаточно качественную защитную пленку и обладают хорошим блеском. Одно из главных качеств покровного материала – укывистость.

Краска неоднородна, она состоит из трех основных частей: 1) пигмент – элемент краски, придающий ей цвет, 2) прозрачное связующее, в котором располагаются частицы пигмента, 3) небольшое количество органических сольвентов (растворителей).

Для того чтобы молекулы корректно сшивались, в краску добавляется четвертое вещество – отвердитель. Именно благодаря ему происходит процесс полимеризации слоя краски. Пропорции смешивания краски и отвердителя обычно составляют 2:1 (2 части краски, 1 часть отвердителя).

Если частицы пигмента большие, то попадающий на поверхность свет будет не только отражаться от них, но и проходить между ними и отражаться от подложки. В этом случае краска будет слабоукрывистой. В связи с этим укывистостью называют способность краски по цвету перекрывать подложку за определенную толщину слоя. Если частицы пигмента имеют оптимальный размер (200 нм), то свет между ними проходить не будет, и видно лишь цвет самой краски. Когда же частицы сверхмаленькие (меньше, чем длина световой волны), то за счет физических свойств волны (дифракции) свет их огибает и также отражается от подложки, значит, и укывистость тоже низкая.

Колористы, как правило, хорошо знают, какие цвета в той системе, с которой они работают, обладают плохой укывистостью, а какие хорошей. Традиционно очень хорошей укывающей способностью практически во всех системах обладают зеленые цвета, охра и белый, а также грязные, в которых есть белый и черный пигменты. Наиболее прозрачными являются ярко-красные, светло-синие и пурпурные (смесь синего с красным).

*Зависимость оттенка от размера пигмента.* Например, берут белый непрозрачный и красный прозрачный. Белый пигмент берет на себя функцию диффузии (рассеивания) и обеспечивает осветление и укывающую способность, а прозрачный красный пигмент – поглощение света и отражение красного цвета, т.е. делает из белого цвета «цветной». В результате краска приобретает розовый оттенок.

Другой вариант: в смеси находятся непрозрачный красный и непрозрачный белый пигменты. Как и в предыдущем примере, частицы красного пигмента выполняют функцию фильтров для белого света. По сравнению с прозрачными пигментами, непрозрачные красные частички по размеру значительно больше, и этого достаточно, чтобы рассеивать красный цвет во всех направлениях. Белый пигмент здесь выполняет только функцию осветления. Получается светло-красный цвет.

В итоге можно сказать, что добавление белого пигмента всегда делает краску более светлой, а получающийся оттенок зависит от вида цветного пигмента.

Черный пигмент, как правило, не только обладает оптимальным размером частиц пигмента, но и поглощает весь спектр, поэтому его укывающая способность значительно выше, чем у всех остальных цветов.

Но, несмотря на то, что черные пигменты почти ничего не отражают, при их сравнении можно уловить разницу в оттенке. Оттенок зави-

сит от степени помола, из которой эти пигменты изготовлены. В частности, из сажи более тонкого помола получается глубокий черный цвет с желтовато-коричневым оттенком, а из сажи грубого помола – менее глубокий черный цвет с голубоватым оттенком.

## 14.7. Цветовые эффекты красок «Металлик»

Визуальные эффекты в слое краски создаются путем добавления эффектных пигментов – частичек алюминия или слюды. В красках «металлик» эффектность достигается за счет частичек алюминия, которые выступают в роли маленьких непрозрачных зеркал, с различной ориентацией в слое краски, потому что после нанесения «металлика» на поверхность он начинает высыхать неравномерно. Подсыхающий верхний слой давит на нижний и заставляет частицы металлика ориентироваться параллельно поверхности.

Если расположить частицы алюминия строго параллельно подложке, то световой поток, падающий на лакокрасочную поверхность, отражается от них почти вертикально, под тем же углом, под которым и падает. В данном случае «в лоб» краска выглядит гораздо светлее, чем сбоку, поскольку световой поток под углом практически не отражается.

Если в той же самой краске частицы расположены неравномерно (хаотично), то часть светового потока отразится от них под некоторым углом. Из-за этого сбоку краска будет выглядеть гораздо светлее, чем в первом случае. Сверху же она будет более темной, так как имеет более насыщенный цвет. Это происходит потому, что «в лоб» мы видим больше пигментную составляющую краски (имеются в виду цветовые пигменты). Такой эффект, когда краска выглядит по-разному под различными углами зрения, и называют флоп-эффектом (рис. 56). Кроме того, существует и так называемый цветовой флоп-эффект, при котором одна и та же краска имеет разные цветовые оттенки в зависимости от угла зрения.

Практически во всех ремонтных системах существуют добавки, разворачивающие частицы металлика под определенный угол. В большинстве случаев именно эти добавки, а не цветовые пигменты, следует использовать при цветоподборе, чтобы добиваться необходимого флопа. При этом, когда сличают цвет образца с цветом тест-пластины, источник света размещают обязательно сзади! Это главное правило для корректной оценки флопа. Для облегчения цветоподбора в различных ремонтных системах используют алюминиевые частички разных видов по размерам и форме. Грубые крупные частички алюминия располагаются на значительном расстоянии друг от друга и поэтому обладают слабой укрывистостью. Из-за большого размера они отражают большее

количество световых лучей. Отсюда высокий блеск и плохое осветление светового тона, в том числе флопа. Поэтому флоп у грубого «серебра» темнее.

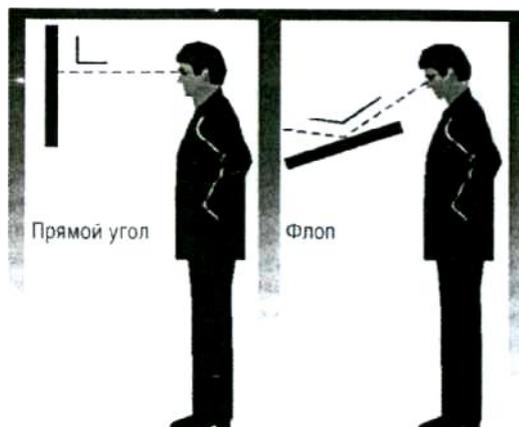


Рис. 56. Флоп-эффект под различными углами зрения

Тонкие алюминиевые частички наоборот: флоп у тонкого «серебра» светлее, они имеют слабый блеск, высокую укрывающую способность и хорошо осветляют общий цветовой тон краски. Такое «серебро» под прямым углом выглядит более серым.

## 14.8. Цветовые эффекты красок «перламутры»

В перламутровых красках основной эффективной составляющей являются частички слюды, покрытые оксидами металлов. Слюда прозрачна, поэтому световые лучи не только отражаются, но и преломляются, проходя через частичку. Частички покрыты оксидами металлов различной толщины поэтому преломленные и отраженные лучи окрашиваются в разные цвета, то есть возникает эффект интерференции – разложение цвета на несколько цветовых лучей.

Доколлеровка перламутра требует определенного опыта: например, существует эффектная зеленая краска; колорист хочет сделать ее еще светлее, еще более насыщенной по цвету и добавляет туда зеленого «перламутра». Добавляет, добавляет – и в какой-то момент понимает, что, делая краску зеленее, он получает красный флоп. Это происходит как раз за счет свойств «перламутра» (в зависимости от оксида металла и толщины его слоя получаются разные цвета «перламутра»). Да, действительно, прошедший луч остался зеленым, т.е. напрямую цветовая на-

сыщенность и светлота поднялись, а вот отраженный оказался красным, и именно из-за этого во флоре появился красноватый оттенок.

При подборе «перламутровых» цветов надо обращать особое внимание на цвет подложки, поскольку, если имеют дело с черной подложкой, то прошедший через частичку луч полностью поглотится и увидят лишь отраженные лучи. В случае с белой подложкой все наоборот: от нее отразится сильный световой поток, и можно увидеть смесь и отраженного, и прошедшего лучей.

«Перламутром» делается более длинный переход, для работы с «перламутровыми» красками никакой другой метод, кроме плавного перехода, не подходит.

Чтобы определить, какой тип лакокрасочного покрытия, надо потереть абразивом по лючке. Если на абразиве остался цветной след того же оттенка, что и лючке, автомобиль окрашен акрилом, т.е. однослойная система. Если же видны белые крошки – лакированная поверхность, т.е. двухслойная система. Когда белая поверхность, то лучше всего капнуть на абразивную пыль водой: если есть пигмент, капля окрасится (одностадийная система), если нет – останется прозрачной (двухстадийная).

Трехслойную систему распознать зрительно сложно.

Чтобы различить трех- и двухслойные покрытия, «перламутры» и «металлики», надо также потереть наш образец наждачной бумагой: будут видны частички слюды и подложка, причем подложка однородная. Слюдяные частички чисто визуально делают «перламутровое» покрытие более равномерным, оно начинает переливаться всеми цветами радуги, когда смотрят на него под разными углами, и практически не видно зерна. У «металлика» зерно ярко выражено.

## Контрольные вопросы

1. Основы теории цвета.
2. Хроматические и ахроматические цвета.
3. Характеристика цвета по яркости, цветности, насыщенности.
4. Типы цветов аддитивные и субъективные.
5. Использование системы Оствальда при колеровке.
6. Оборудование цветолоборатории.
7. Порядок подбора краски.
8. Неэффектные краски и укрывистость.
9. Как создаются цветовые эффекты красок «металлик»?
10. Как создаются цветовые эффекты красок «перламутры»?
11. Что такое флор-эффект?
12. Как определить тип лакокрасочного оборудования?

## 15. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА. ДЕФЕКТЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ

При проведении окрасочных работ для предотвращения или уменьшения количества возможных дефектов необходимо производить контроль качества лакокрасочных и вспомогательных материалов, выполнение технологического процесса окраски сушки, качество окрашенных кузовов. Для проверки и контроля качества лакокрасочного покрытия необходимы контрольно-измерительные приборы: вискозиметр для контроля вязкости лакокрасочных материалов, электромагнитный толщиномер для контроля толщины лакокрасочного покрытия, прибор (шкала гибкости) для контроля эластичности пленок, прибор для определения прочности покрытия при ударе, фотоэлектрический блескомер для определения степени блеска покрытия, маятниковый прибор для определения твердости покрытия и т.д. Для оперативного вмешательства в процессе окрашивания периодически контролируют толщину слоя сырой пленки эмали. Прибор контроля толщины сырого слоя эмали и грунтовки имеет форму гребенки, у которой кратные зубцы одинаковой длины, а все промежуточные имеют разную длину. Каждый промежуточный зубец отличается от следующего на 5 мкм. При измерении гребенку устанавливают на окрашенную поверхность. По зубцу, который коснется краски определяют толщину слоя краски согласно шкале, нанесенной на зубцы.

Даже незначительное нарушение технологии в одной из операций всего ремонта создаст трудно исправимый дефект.

26 дефектов, наиболее часто встречающихся в кузовном ремонте:

### 15.1. Плохая адгезия

На большой или малой поверхности покрытие отслаивается. Иногда это может воздействовать на несколько слоев покрытия.



Рис. 57. Плохая адгезия

Таблица 1

**Причины и предотвращение плохой адгезии**

	Причина	Предотвращение
Выбор системы	Неподходящий компонент в системе	Консультация по компонентам в технической документации
Обезжиривание	Недостаточная адгезия одного из слоев системы	Тщательно обезжиривайте поверхность перед зачисткой и нанесением
Шлифование	Недостаточная зачистка или неподходящая марка шлифовальной бумаги	Зачищайте участок ремонта и кромку рекомендуемым абразивным материалом
Отвердитель	Использован неподходящий отвердитель	Использование только рекомендованных отвердителей Sikkens
Растворитель	Использован слишком быстрый разбавитель	Используйте разбавитель, подходящий для температуры и скорости движения воздуха в данной камере
Нанесение	Наносимый продукт неправильно разбавлен	Используйте рекомендованное соотношение компонентов при помощи мерной линейки
	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком велик или мал	При нанесении используйте рекомендованный диаметр сопла окрасочного пистолета
	Нанесен слишком толстый слой покрытия	Используйте правильную технику нанесения. Избегайте толстых слоев
	Недостаточное время подсушки между слоями	
	Слишком сухое нанесение	Не наносите слишком сухие слои
	Температура при нанесении слишком мала или велика	Производите нанесение при температуре около 20°C
	Температура окрашиваемой поверхности слишком мала или велика	Если окрашиваемый автомобиль слишком холодный, необходимо дать ему время достигнуть комнатной температуры

**Исправление:** удалите дефектные слои покрытия и нанесите заново.

## 15.2. Просачивание пигмента

Свеженанесенное отделочное покрытие имеет ненасыщенные цветом участки.



Рис. 58. Просачивание пигмента

Таблица 2

### Причины и предотвращение просачивания пигмента

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Покрытие или битум, несмачивающиеся краской не удалены тщательно	Тщательно обезжиривайте участок ремонта и окружающую область
Шпатлевание	В полиэфирную шпатлевку внесено слишком много отвердителя	Используйте правильные соотношения, если необходимо, пользуйтесь дозатором
	Отвердитель и шпатлевка были негомогенно перемешаны	Перемешивайте компоненты до гомогенной массы
Отвердитель	В полиэфирный продукт добавлено слишком много отвердителя	Используйте правильные соотношения
	Отвердитель и полиэфирный продукт негомогенно перемешаны	Перемешивайте компоненты до гомогенной массы

**Исправление:** удалите покрытие, включая просачивающийся слой, и нанесите систему еще раз.

### 15.3. Пузырение

На поверхности видны маленькие пузырьки. Образование пузырьков происходит между отделочным покрытием и одним из нижележащих слоев. Пузырение вызывается влагой под покрытием. Обычно наблюдается после длительного срока эксплуатации.



Рис. 59. Пузырение

Таблица 3

#### Причины и предотвращение пузырения

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Обезжиривание	Пузырьки уже были на заводском покрытии	Тщательно проверяйте подложку до и после обезжиривания
	Загрязнение было оставлено до напыления	Всегда проводите обезжиривание до напыления
	Влага из воздуха сконденсировалась на автомобиле после обезжиривания	В холодное время обеспечивайте нагревание кузова до температуры рабочей среды
Шлифование	На субстрате после зачистки остались соли	Немедленно после зачистки тщательно мойте и сушите автомобиль
	На автомобиле осталась сухая пыль после зачистки	Потоком воздуха из компрессора удаляйте сухую пыль
	Полиэфирная шпатлевка шлифовалась мокрым способом или адсорбировала влагу из воздуха	Шлифуйте полиэфирные материалы только сухим способом

1	2	3
Отвердитель	Использован неподходящий отвердитель	Использование только рекомендованных отвердителей и разбавителей Sikkens
	Отвердитель прореагировал с влагой	Немедленно после использования, закрывайте банку с отвердителем
Нанесение	Воздух из компрессора содержит влагу или масло	Проверяйте систему очистки воздуха, очищайте ее при необходимости

**Исправление:** удалите пузырящиеся слои покрытия вплоть до твердой подложки и нанесите систему заново.

## 15.4. Матовость

Свеженанесенное покрытие имеет матовую молочного вида поверхность.



Рис. 60. Матовость

Таблица 4

### Причины и предотвращение матовости

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Разбавитель	Использование слишком быстрого разбавителя приводит к охлаждению поверхности, что вызывает конденсацию влаги на свеженанесенном покрытии	В условиях повышенной влажности следует использовать более медленный разбавитель

1	2	3
Нанесение	Повышенное давление при нанесении приводит к охлаждению продукта, а следовательно к конденсации влаги на поверхности покрытия	Следует снизить рабочее давление
	Слишком низкая температура или повышенная влажность в окрасочной камере	Не проводите окраску при низких температурах и повышенной влажности

**Исправление:** в наиболее легких случаях отполируйте участок ремонта. В более сложной ситуации удалите зачисткой отделочное покрытие и нанесите его заново.

### 15.5. Мелование

На поверхности отделочного покрытия появляется налет. Этот налет придает пурпурно-лиловый оттенок темно-синим и красным автомобильным покрытиям. Климатические воздействия, а также длительная эксплуатация усиливают мелование.



Рис. 61. Мелование

### Причины и предотвращения мелования

	Причина	Предотвращение
Отвердитель и разбавитель	Добавлено неправильное количество отвердителя или разбавителя	Добавляйте точное рекомендованное количество разбавителя и отвердителя, используя измерительную линейку
	Использован неподходящий отвердитель или разбавитель	Используйте только рекомендованные отвердители и разбавители Sikkens

**Исправление:** слабое мелование может быть удалено полировкой, но это временное решение проблемы. Если мелование самопроизвольно воспроизводится через короткое время, то требуется перекраска участка покрытия.

## 15.6. Волосяные трещины

Через некоторое время после ремонта на поверхности появляется узор волосяных трещин. В дальнейшем они разовьются в трещины, проходящие через всю систему.



Рис. 62. Волосяные трещины

**Причины и предотвращение волосяных трещин**

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Отделочное покрытие напылено на подложку, уже имеющую волосяные трещины	Тщательно осматривайте подложку в ходе обезжиривания
Отвердитель и разбавитель	В двухкомпонентный продукт добавлено слишком много отвердителя	Добавляйте точное рекомендованное количество разбавителя и отвердителя, используя измерительную линейку
	В однокомпонентный грунт внесено слишком много разбавителя	
Нанесение	Грунтовки не были достаточно перемешаны	Тщательно перемешивайте все продукты перед их использованием
	Отделочное покрытие нанесено на слишком толстый базовый слой	Избегайте толстых слоев и не превышайте их допустимой толщины
	Слой герметика нанесен слишком толсто	Наносите 1 или 2 слоя герметика Sealer Transparent
	Отделочное покрытие нанесено слишком толсто	Наносите рекомендованное количество слоев и используйте правильную технику нанесения для предотвращения излишне толстых слоев

**Исправление:** удалите дефектные слои покрытия и нанесите систему заново.

**15.7. Скалывание**

Маленькие кусочки верхнего слоя покрытия отколоты от подложки, иногда нарушен слой выравнивателя.



Рис. 63. Скалывание

Таблица 7

### Причины и предотвращение скалывания

	Причина	Предотвращение
Выбор системы	Один из слоев покрытия имеет слабую адгезию с подложкой, или верхний слой слишком тверд для нижних слоев покрытия	Используйте подходящую систему покрытия по отношению к подложке
Нанесение	Нанесение излишне толстого покрытия	Избегайте излишне толстого нанесения

**Исправление:** удалите маленькие участки покрытия до границ действия коррозии на подложку, а затем нанесите покрытие с подходящей системой.

### 15.8. Яблочность

Этот дефект имеет место только в случае металлических покрытий. Свеженанесенное покрытие имеет локальные участки разнотона. В процессе или сразу после нанесения появляются более светлые и темные пятна (яблоки) и полосы.



Рис. 64. Яблочность

**Причины и предотвращение яблочности**

	Причина	Предотвращение
Отвердитель и разбавитель	Использован неподходящий отвердитель или разбавитель	Используйте только рекомендованные отвердители и разбавители Sikkens
	Использован слишком быстрый или медленный разбавитель	Принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха в камере, а также размер окрашиваемого участка при выборе разбавителя
Нанесение	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком велик	Используйте окрасочный пистолет с рекомендованным диаметром сопла
	Нанесен слишком толстый слой покрытия	Применяйте правильную технику нанесения
	Слишком толсто нанесен базовый слой	
	Неудачные перехлесты	
	Время подсушки между слоями слишком мало	Выдерживайте рекомендованное время подсушки между слоями или большее, если это необходимо
	Заключительный «туманный» слой нанесен после недостаточного времени подсушки или на высоком давлении	Используйте правильную технику нанесения «туманного» слоя

**Исправление:** следует обработать участок шлифовальной бумагой P360–P400 (3M 255P) в случае сухого шлифования или P1000 (3M 734) в случае мокрого шлифования и нанести покрытие заново.

**15.9. Кратерообразование**

На покрытии видны маленькие отверстия. Иногда на дне кратера виден нижележащий слой.

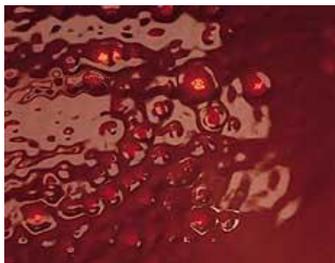


Рис. 65. Кратерообразование

Таблица 9

### Причины и предотвращение кратерообразования

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Кузов был недостаточно обезжирен	Тщательно обезжиривайте поверхность перед нанесением
Нанесение	Воздух из компрессора содержит воду и/или масло	Проверяйте систему очистки воздуха, очищайте ее при необходимости
	Покрасочная камера содержит силиконы	Не используйте в окрасочной камере продукты, содержащие силикон

**Исправление:** обезжирьте и отшлифуйте дефектную поверхность. Нанесите тонкий первый слой, а затем нормальные последующие слои. Соблюдайте время подсушки между слоями. Если кратерообразование продолжается, добавьте в препарат добавку Sikkens Antisilicone.

### 15.10. Оконтуривание

На покрытии видна кромка нижележащего слоя или вокруг участка видны следы шлифования.



Рис. 66. Оконтуривание

## Причины и предотвращение оконтуривания

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Выбор системы	Шпатлевка нанесена на неподходящую подложку, это вызывает напряжение в системе	Проанализируйте подложку после зачистки до нанесения полиэфирной шпатлевки. Полиэфирные шпатлевки применяются только на поверхность чистой стали или грунта Primer Surfacer EP
Обезжиривание	Подложка была не обезжирена или обезжирена не полностью до зачистки. Это привело к плохой адгезии шпатлевки. При зачистке происходит разрушение кромки, при этом вокруг участка ремонта образуется несглаживаемая кромка	Всегда тщательно проводите обезжиривание перед зачисткой
Шлифование	Подложка была зачищена с применением наждачной бумаги слишком тонкой марки. При шлифовании происходит разрушение кромки шпатлевки из-за недостаточной адгезии	Применяйте шлифовальные бумаги рекомендованных марок как для зачистки, так и для сглаживания кромки участка ремонта
	Кромка вокруг участка ремонта не была тщательно сглажена до слоя первоначального покрытия	Тщательно сглаживайте кромку вокруг участка ремонта до слоя первоначального покрытия
	Поверхность была подготовлена слишком грубо. После шлифования слоя шпатлевки заметны глубокие царапины	Правильно проводите абразивную обработку
	Небольшие дефекты покрытия не были достаточно зачищены	Зачищайте небольшие дефекты тщательно, до нижележащего слоя покрытия
	Вывороченный участок был недостаточно отшлифован. Он возвышается над соседними участками	Используйте шлифовальный брусок для шлифования и следите за уровнем выровненной области

1	2	3
Шпатлевание	Шпатлевка была частично нанесена на поверхность старого покрытия. В ходе зачистки вокруг выровненного участка сформирована неровная кромка	Тщательно зачищайте участок ремонта
	Шпатлевка нанесена неровно, без сглаживания кромок	При нанесении шпатлевки сглаживайте кромки

**Исправление:** гладко зачистите участок ремонта и сгладьте кромки, восстановите покрытие еще раз.

### 15.11. Разнотон

Отремонтированный участок не совпадает по оттенку цвета с первоначальным покрытием. Иногда можно наблюдать расслоение в свеженанесенном покрытии.



Рис. 67. Разнотон

Таблица 11

#### Причины и предотвращение разнотона

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Отвердитель и разбавитель	Использован неподходящий отвердитель или разбавитель	Используйте отвердитель и/или разбавитель, подходящий для наносимой краски. Принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка при выборе разбавителя

1	2	3
Отвердитель и разбавитель	Неправильная вязкость продукта при нанесении	Используйте рекомендованное соотношение при смешении. Если необходимо используйте вискозиметр
Нанесение	Наносимая краска недостаточно точно соответствует первоначальному покрытию	Всегда перед окраской делайте тест-напыление. Перед проверкой совпадения цветов следует предварительно провести очистку оригинального покрытия
	Неподходящий оттенок из-за неправильной техники нанесения	Используйте правильную технику нанесения

**Исправление:** обезжирьте и отшлифуйте участок ремонта, смешайте новую краску, проведите тест-напыление и нанесите покрытие заново.

## 15.12. Плохое отверждение

По истечении значительного времени слой краски или полиэфирной шпатлевки все еще не твердеет. Можно легко нанести отметку надавливанием пальца.



Рис. 68. Плохое отверждение

**Причины и предотвращение плохого отверждения**

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Субстрат был загрязнен жирами	Тщательно обезжиривайте участок ремонта и окружающую область перед зачисткой и нанесением
Отвердитель	Был использован неподходящий отвердитель	Используйте только рекомендованные отвердители Sikkens
	Было добавлено слишком много или слишком мало отвердителя	Используйте рекомендованное соотношение при смешении
Нанесение	Нанесен слишком толстый слой покрытия	Никогда не превышайте максимально допустимую толщину слоя
	Нанесение проводится на слишком холодную поверхность	Оптимальная температура около 20°C. Если необходимо, дайте автомобилю «акклиматизироваться»
Сушка	Температура рабочей среды слишком мала	Используйте ускоритель сушки при низких температурах
	Время сушки слишком мало	Соблюдайте рекомендованное время сушки и температуру в соответствии с технической документацией
	Температура сушки в окрасочной камере слишком мала	Проверяйте температуру сушки в камере, исправность регулятора температуры и таймера
	Недостаточная циркуляция воздуха внутри камеры	Проверяйте фильтры в камере, а также входной и выходной вентиляторы

**Исправление:** просушите участок при рекомендованной температуре. Если это не помогает, удалите мягкие слои растворителем и шлифовальной бумагой. Нанесите систему заново.

**15.13. Перепыл**

Перепыл на свеженанесенном покрытии. Поверхность из-за прилипших частиц сухой краски имеет на ощупь песчаную фактуру.



Рис. 69. Перепыл

Таблица 13

### Причины и предотвращение перепыла

	Причина	Предотвращение
Отвердитель и разбавитель	Использован слишком быстрый разбавитель	При выборе разбавителя принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка
	Вязкость материала слишком велика из-за недостатка разбавителя	Для смешивания компонентов в рекомендованных соотношениях используйте мерную линейку
Нанесение	Рабочее давление слишком велико	Обратитесь к технической документации и снизьте давление до рекомендованного
	Скорость движения окрасочного пистолета или расстояние до поверхности слишком велики	Используйте правильную технику нанесения. Наносите растекающиеся, более толстые слои
	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком мал	Обратитесь к технической документации
	Окрасочный пистолет загрязнен или неисправен	Тщательно очищайте пистолет, проверяйте состояние его деталей

**Исправление:** в большинстве случаев бывает достаточно полировки. Если нет, следует слегка зачистить участок и нанести покрытие заново.

### 15.14. Включение пыли

На влажной свежеекрашенной поверхности находятся частицы пыли, которые захватываются пленкой во время высыхания.

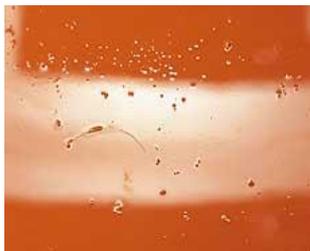


Рис. 70. Включение пыли

Таблица 14

**Причины и предотвращение включения пыли**

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Очистка	Пыль попадает с арок колес, из углублений и т.д.	Тщательно очищайте все доступные места вблизи участка ремонта
	На поверхности осталась пыль после зачистки	Тщательно удаляйте пыль после зачистки
Маскировка	От маскировочной бумаги оторвались крайние волокна	Используйте маскировочную бумагу хорошего качества с аккуратно обрезанными краями
Нанесение	Частицы пыли были оставлены на автомобиле	Перед окраской протирайте автомобиль липкой салфеткой
	Загрязнение краски	Фильтруйте краску перед нанесением
	Пыль попадает с вашей одежды	Одевайтесь в чистую, не оставляющую волокон, не электризующуюся одежду
	Пластмассовые части кузова наэлектризованы и притягивают частицы пыли	Обработайте пластмассовые части антистатическим обезжиривателем
	Перемещения вокруг автомобиля вызывают поднятие частиц пыли	Избегайте ненужных перемещений в окрасочной камере
	Забиты фильтры окрасочной камеры	Регулярно заменяйте фильтры
	Пол окрасочной камеры не обеспылен	Тщательно очищайте пол окрасочной камеры, не ставьте на него посторонние предметы

1	2	3
Нанесение	Стены окрасочной камеры загрязнены	Тщательно очищайте окрасочную камеру
	Загрязнен воздушный шланг	Протрите шланг липкой салфеткой на расстоянии 2 метров до окрасочного пистолета, не допускайте попадания на пол этого участка в процессе окраски

**Исправление:** включения пыли могут быть удалены иголкой в процессе нанесения. Мельчайшие включения пыли следует удалить шлифованием с последующей полировкой. Если включения пыли глубоко захвачены пленкой покрытия, следует зачистить поверхность и нанести покрытие заново.

### 15.15. Расслоение пигмента

Большинство красок состоят из различных пигментов. Каждый пигмент имеет свою собственную плотность. Более светлые пигменты будут всплывать к поверхности слоя краски. Этот процесс может оказывать влияние на конечный цвет.



Рис. 71. Расслоение пигмента

Таблица 15

#### Причины и предотвращение расслоения пигмента

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Разбавитель	Использован слишком медленный разбавитель	Используйте только рекомендованный разбавитель

1	2	3
Нанесение	Нанесен слишком толстый слой материала	Избегайте нанесения излишне толстых слоев, особенно в случае металлических покрытий. Выдерживайте рекомендованное время подсушки между слоями
	Последующие слои были нанесены после слишком продолжительного времени подсушки между слоями	Выдерживайте достаточное время подсушки между слоями
	Слишком мало расстояние от окрасочного пистолета до окрашиваемой поверхности	Следите за расстоянием до окрашиваемой поверхности, особенно в случае окраски изогнутых панелей и стыков
	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком велик	Используйте пистолет с рекомендованным диаметром сопла
	Окружающая температура или температура окрашиваемого объекта слишком мала	Доведите температуру в камере до 20°C и дайте автомобилю «акклиматизироваться»

**Исправление:** если покрытие еще не высохло, нанесите заключительный слой, выдержав достаточное время подсушки между слоями. Если высохло, зачистите участок и нанесите покрытие заново.

### 15.16. Низкий блеск

Свеженанесенное покрытие имеет низкий блеск.



Рис. 72. Низкий блеск

**Причины и предотвращение низкого блеска**

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Невысохшая краска адсорбировала воск или загрязнения	Обезжиривайте участок ремонта и область вокруг перед зачисткой и покраской
Шлифование	Шпатлевка недостаточно затвердела до шлифования	Обращайте внимание на соответствие времени сушки, рабочей температуры и толщины покрытия
	Шлифовка слишком грубым абразивным материалом	Для правильного выбора абразива обратитесь к технической документации
Отвердитель и разбавитель	Использован слишком быстрый разбавитель	При выборе разбавителя принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка
	Использован неподходящий отвердитель или разбавитель	Используйте только рекомендованные отвердители и разбавители Sikkens
	Добавлено неправильное количество отвердителя или разбавителя	При смешивании каких-либо продуктов пользуйтесь линейками
	Компоненты негетерогенно смешаны	Сначала добавьте отвердитель, перемешайте, затем растворитель. Перемешайте опять
Нанесение	Игнорируется время подсушки между слоями	Всегда соблюдайте рекомендованное время подсушки
	При нанесении «мокрым по мокрому» не выдержано время подсушки или покрытие нанесено слишком толсто	Соблюдайте рекомендованное время подсушки и избегайте толстых слоев

**Исправление:** усильте блеск полировкой. Если это не помогает, перешлифуйте поверхность и напылите покрытие заново.

## 15.17. Плохая укрывистость

Сквозь отделочное покрытие виден нижележащий слой. Обычно это имеет место на трудноокрашиваемых поверхностях, углах и кромках.



Рис. 73. Плохая укрывистость

Таблица 17

### Причины и предотвращения плохой укрывистости

	Причина	Предотвращение
Нанесение	Краска не была тщательно перемешана перед использованием	Тщательно перемешивайте краску перед использованием
	Покрытие нанесено с недостаточной толщиной слоя	Наносите рекомендованное число слоев или до достижения укрывистости
	Неоднородное нанесение	Используйте правильную технику нанесения
Окончательная отделка	Свеженанесенное отделочное покрытие частично удалено полировкой	Дайте поверхности остыть перед полированием. В ходе полирования не задерживайте полировальную машину долго на одном месте
		Используйте подходящий полировальный препарат

**Исправление:** удалите отделочное покрытие зачисткой, нанесите заново.

## 15.18. Вспучивание

При нанесении частично растворилась подложка.



Рис. 74. Вспучивание

Таблица 18

### Причины и предотвращение всучивания

	Причина	Предотвращение
Выбор системы	Наносимое покрытие несовместимо с подложкой	Всегда проводите тщательную диагностику подложки вокруг участка ремонта
	Нижележащий слой имеет слабую адгезию с подложкой	Правильно подбирайте грунт по отношению к субстрату. Используйте правильные соотношения для этого продукта, применяйте правильную технику напыления
Нанесение	Подложка не полностью высохла	Придерживайтесь рекомендованного времени высыхания и температур
	Нанесен слишком толстый слой	Используйте рекомендованную технику нанесения и избегайте толстых слоев
	Бывает в случае очень долгой подсушки между слоями. Ранее нанесенный слой растворен растворителем из слоя, нанесенного следующим	Наносите следующий слой немедленно по истечении рекомендованного времени просушки

**Исправление:** вспученные слои удалите после высыхания. После чего покрытие может быть восстановлено. В случае с чувствительными

подложками наносите материал тонким слоем с достаточным временем подсыхания между каждым покрытием.

### 15.19. Шагрень

Свеженанесенная краска имеет плохой розлив и формирует шагрень-невую поверхность.



Рис. 75. Шагрень

Таблица 19

#### Причины и предотвращение шагрени

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Разбавитель	Использован слишком быстрый разбавитель	При выборе разбавителя принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка
	Вязкость материала слишком велика из-за недостатка разбавителя	Для смешивания компонентов в рекомендованных соотношениях используйте мерную линейку
Нанесение	Рабочее давление слишком мало или велико	Обращайтесь к технической документации
	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком велик	
	Окружающая температура слишком мала или велика	Идеальная температура для нанесения 20°C
	Готовая к нанесению краска слишком холодна	Храните материалы при температуре не ниже 15°C

1	2	3
Нанесение	В готовую краску добавлено слишком много антисиликона	Соблюдайте правильные соотношения. Используйте крышку от банки с добавкой Antisilicone для дозировки

**Исправление:** легкая шагрень удаляется зашкуриванием и последующей полировкой. В более тяжелых случаях следует зачистить участок и нанести покрытие заново.

## 15.20. Ноздреватость

На поверхности покрытия видны маленькие ноздреватости диаметром около 0,5 мм. Если поры слегка увеличить иголкой, то можно увидеть слой покрытия, явившегося причиной образования пузырьков.



Рис. 76. Ноздреватость

Таблица 20

### Причины и предотвращение ноздреватости

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Шпатлевание	В ходе шпатлевания произошло включение пузырьков воздуха в слой шпатлевки. При шлифовании произошло открытие пор, вызвавшее образование ноздреватости. Пленка последующего покрытия опустилась на стенки этих пор. Включение воздуха было вызвано: неправильной техникой перемешивания, неправильной техникой шпатлевания, превышено время годности после смешения шпатлевки и отвердителя	Для смешивания шпатлевки и отвердителя используйте два шпателя. Наилучший угол между шпателем и поверхностью – 60°C. Ограничивайте число движений шпателя. Не используйте шпатлевку после истечения времени годности после смешения с отвердителем

1	2	3
Нанесение	Включение воздуха вызвано использованием пистолета со слишком большим диаметром сопла	Используйте пистолет с рекомендуемым диаметром сопла
	Наносимый материал слишком вязок	Смешивайте компоненты в правильном соотношении с применением линеек
	Превышено время годности после смешения	Не применяйте препарат по истечении времени годности
	Время подсушки между слоями слишком мало. Остающийся разбавитель собирается под пленкой в капли. После шлифования поры открываются и, не заполненные покрытием, образуют ноздреватость	Обеспечивайте рекомендованное время подсушки в соответствии с: 1) температурой при нанесении, 2) скоростью движения воздуха, 3) типом разбавителя

**Исправление:** просушите участок при рекомендованной температуре. Если это не помогает, удалите мягкие слои растворителем и шлифовальной бумагой. Нанесите систему заново.

## 15.21. Ржавление

Покрытие на небольших участках отходит от подложки, почти как пузырение. Если проткнуть эти пузыри, то обнаружим на металле ржавчину и влагу.



Рис. 77. Ржавление

**Причины и предотвращение ржавления**

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Поверхность была плохо обезжирена, что привело к плохой адгезии антикоррозионного грунта	Всегда обезжиривайте поверхность перед напылением. Используйте один из рекомендованных обезжиривателей Sikkens
Шлифование	Ржавчина не была полностью удалена в ходе зачистки	Тщательно удалите всю ржавчину, особенно углубленную коррозию
Отвердитель	В коррозионно-защитный грунт внесено слишком мало отвердителя	Добавляйте рекомендованное количество отвердителя
Нанесение	Недостаточная толщина слоя	Наносите слои рекомендованной толщины

**Исправление:** обезжирьте участок, удалите всю систему покрытия, тщательно удалите ржавчину, обезжирьте и нанесите систему заново.

**15.22. Подтеки**

Непостоянная толщина покрытия в некоторых местах, видны подтеки, в основном на вертикальных плоскостях. Накопление препарата настолько велико, что покрытие начинает подтекать, не высыхая.



Рис. 78. Подтеки

**Причины и предотвращение подтеков**

	Причина	Предотвращение
Обезжиривание	Подложка не была тщательно обезжирена. Покрытие подтекает, т.к. нет достаточной адгезии с подложкой	Тщательно обезжиривайте кузов перед напылением
Разбавитель	Выбранный разбавитель слишком быстрый для условий в покрасочной камере	При выборе разбавителя принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка
	В материал добавлено слишком много разбавителя	Для смешивания компонентов в рекомендованных соотношениях используйте мерную линейку
Нанесение	Расстояние от окрасочного пистолета слишком мало или материал нанесен неравномерно	Используйте правильную технику нанесения
	Наносятся слишком толстые слои	
	Диаметр сопла окрасочного пистолета слишком велик	Обращайтесь к технической документации относительно правил нанесения каждого продукта
	Рабочая температура слишком мала и разбавитель испаряется слишком медленно	Идеальная температура при нанесении – около 20°C. Если необходимо, используйте более быстрый растворитель
	Кузов автомобиля слишком холоден	Если необходимо, дайте автомобилю «акклиматизироваться» в покрасочной камере
	Наносится слишком холодный материал	Храните материалы при температуре не ниже 15°C

**Исправление:** уже высохшие подтеки могут быть удалены шлифованием и полированием. Значительные подтеки должны быть тщательно зашлифованы, а затем покрытие наносится еще раз.

## 15.23. Царапины

На отделочном покрытии видны тонкие царапины. Дефект может проявиться или сразу, или через несколько дней. Часто можно узнать в них следы обработки шлифовальной машиной или шлифовальным блоком.



Рис. 79. Царапины

Таблица 23

### Причины и предотвращение царапин

	Причина	Предотвращение
Шли- фова- ние	Использована слишком грубая марка абразива для обработки покрытия	Тщательно подбирайте марку абразива для обработки покрытия
	Область, окружающая участок ремонта, была обработана слишком грубо	Используйте для обработки марку абразивного материала на 100 единиц тоньше (максимум), т.е. P180 → P280
	Грунтовка или шпатлевка недостаточно затвердела для шлифования	Необходимо достаточное отверждение перед обработкой
	Частицы грязи или песка вызывают образование царапин в ходе обработки	Перед обработкой тщательно удалите загрязнения постукиванием и обдувом
	Слишком грубый абразив вызвал образование царапин при ручной обработке	Для ручной обработки всегда используйте абразив более тонкой марки

**Исправление:** после окончательного отверждения отшлифуйте отделочное покрытие, используя шлифовальную бумагу подходящей марки, и нанесите покрытие заново.

## 15.24. Прорыв пузырька

Небольшие пузырьки видны на свежевывсохшем покрытии.



Рис. 80. Прорыв пузырька

Таблица 24

### Причины и предотвращение прорыва пузырька

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Разбавитель	Использован низкачественный разбавитель	Используйте только рекомендованные разбавители Sikkens
	Использован слишком быстрый разбавитель	При выборе разбавителя принимайте во внимание температуру и скорость движения воздуха, а также размер окрашиваемого участка
Нанесение	Неправильное рабочее давление или диаметр сопла пистолета	Обращайтесь к технической документации
	Слишком толстые слои нанесены через непродолжительное время подсушки между слоями	Используйте правильную технику нанесения и выдерживайте достаточное время просушки
	Игнорируется время подсушки между слоями	Всегда соблюдайте рекомендованное время подсушки
Сушка	Нагрев был включен немедленно после окраски	Следует выдержать некоторое время после нанесения последнего слоя перед включением нагрева
	Температура сушки слишком высока	Проверьте терморегулятор окрасочной камеры, снизьте температуру сушки

1	2	3
Сушка	Инфракрасная сушка применена слишком рано или софит ИК-сушки расположен слишком близко к поверхности	Следует выдержать некоторое время перед началом инфракрасной сушки. Устанавливайте софит на рекомендованном расстоянии от поверхности

**Исправление:** зачистите покрытие до полного удаления следов пузырьков и нанесите его заново.

### 15.25. Водяные метки

На покрытии видны следы испарившихся капель воды.



Рис. 81. Водяные метки

Таблица 25

#### Причины и предотвращение водяных меток

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Отвердитель	В продукт внесено неправильное количество отвердителя	Для смешивания компонентов в рекомендованных соотношениях используйте мерную линейку
Нанесение	Был нанесен чрезвычайно толстый слой, который недостаточно высох в течение рекомендованного времени	Не наносите слишком толстые слои
Сушка	Покрытие недостаточно высохло	Проводите сушку в течение рекомендованного времени при рекомендованной температуре

1	2	3
	На охлажденное покрытие попали капли воды	Избегайте попадания капель воды на охлажденное покрытие кузова или мойки охлажденного автомобиля

**Исправление:** отполируйте покрытие до полного исчезновения водяных меток. Если полирование неэффективно, или метки самопроизвольно возникают снова, следует зачистить дефектный участок и нанести покрытие заново.

## 15.26. Сморщивание

Поверхность отделочного покрытия приобретает волнистую форму (сморщивается).



Рис. 82. Сморщивание

Таблица 26

### Причины и предотвращение сморщивания

	Причина	Предотвращение
1	2	3
Отвердитель и разбавитель	Использован неподходящий отвердитель или разбавитель	Используйте рекомендованные отвердители и разбавители Sik-kens в соответствии с технической документацией
Нанесение	Отделочное покрытие было нанесено на недостаточно высохшую подложку	Перед обезжириванием или зашкуриванием следует убедиться, что покрытие высохло

1	2	3
	Не было выдержано время подсушки между слоями, последующее покрытие нанесено на еще мокрую подложку	Выдерживайте рекомендованное время подсушки между слоями, убедитесь в достаточной циркуляции воздуха в камере

**Исправление:** в случае слабого сморщивания подвергните покрытие усиленной сушке, зачистите и нанесите краску заново. Если сморщивание сильное, следует удалить покрытие и нанести всю систему заново.

### Контрольные вопросы

1. Виды дефектов, исправляемых полировкой.
2. Этапы процесса полировки.
3. Назначение защитной полировки кузова.
4. Дефекты, наиболее часто встречающиеся в кузовном ремонте.

## 16. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИКОВ. РЕМОНТ ПЛАСТИКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

### 16.1. Общая характеристика

В настоящее время существует огромное количество разнообразных пластических масс, при этом более 30 видов используются в изготовлении кузовных деталей серийных автомобилей.

Положительные свойства пластика: легкость, прочность и эластичность. Благодаря положительным свойствам пластика уже существуют перспективные разработки цельнопластмассовых кузовов для серийных автомобилей, многие кузова спортивных автомобилей изготавливаются из пластика.

В большинстве автомобилей из пластмасс изготовлены декоративные элементы кузова, внутренние панели в салоне, корпуса боковых зеркал и бампера.

Существуют модифицированные природные полимеры, но большинство используемых пластмасс являются синтетическими. Сырьем обычно являются простые, легкодоступные побочные продукты угольной и нефтяной промышленности или производства удобрений. При производстве пластмасс имеют дело с полимеризацией. Полимеризация – метод синтеза полимеров, при котором взаимодействие мономеров и (или) олигомеров не сопровождается обычно выделением побочных низкомолекулярных соединений.

Пластмассы различаются по химическому составу, реакции на нагрев, жирности и жесткости.

В зависимости от характера превращений, происходящих в полимере при формовании изделий, пластмассы подразделяют на термопласты и реактопласты (термореактивные или термоотверждающиеся пластики).

Термопласты могут многократно размягчаться при нагревании и затвердевать при охлаждении.

**К термопластам** относятся: полиэтилен (PE – в международной классификации); полипропилен (PP); поли-метилметакрилат (PMMA); поливинил-хлорид (PVC); полиоксиметилен (POM); полиамиды (PA); поликарбонаты (PC); сополимеры акрилонитрила-бутадиена-айрола (ABS) и т.д.

**Реактопласты**, наоборот, хоть и размягчаются, нагреваясь при производстве формового изделия, но при последующем охлаждении они превращаются в твердые неплавящиеся тела, которые невозможно снова размягчить без химического разложения.

Такие материалы являются чрезвычайно термостойкими (в масштабах пластика), поэтому они используются, например, для производства деталей картера в подкапотном пространстве.

К реактопластам относятся: феноло-формальдегидные смолы (PF – феноло-формальдегид); эпоксидные смолы (EP); алкидные смолы и пр.

**Эластомеры** – это полимеры, обладающие при обычных температурах высокоэластичными свойствами, т.е. способные к огромным (до многих сотен процентов) обратимым деформациям растяжения. Типичные эластомеры – каучуки и резины.

По жесткости пластмассы варьируются от совершенно мягких на основе полиэтилена (PE) или пористых мягких (пенополиуретаны (PUR) до достаточно жестких поликарбонатов и полихлорвинилов.

По жирности пластмассы делятся:

- жирные;
- нежирные.

Это деление не зависит от химической формулы пластмассы, а зависит от технологии изготовления конкретной детали из пластмассы. Между составом пластмассы и жирностью имеется связь, так как для каждой технологии используют свои сорта.

Различие в технологии следующее:

Раньше для литья пластмассовых деталей использовали смазываемые формы, чтобы деталь можно было извлечь после отливки. В настоящее время используются не смазываемые формы, а смазка уже включена в состав пластмассы. Именно такие составы и называют «жирными» пластиками. Представителями жирных пластиков являются, например, полипропилен, полиэтилен и пластики на эпоксидной основе.

Разумеется, жирные пластики гораздо сложнее ремонтируются, так как их состав сам по себе отталкивает прочие вещества. Жирные пластики сложнее склеивать и окрашивать.

Для производства кузовных деталей применяется какой-либо определенный тип пластмассы, поэтому для ремонта пластмассовой детали в условиях сервисной станции надо знать, что за пластик перед вами, какими свойствами и характеристиками он обладает.

Важно знать, что представляет из себя бампер, молдинг или любой другой элемент обшивки по своим физико-химическим параметрам.

Сокращенное обозначение часто встречающихся пластмасс на легковом автомобиле:

- EPDM (сополимеры этилена, пропилена и диена),
- PP (полипропилен),
- PC (поликарбонат),
- PVC (поливинилхлорид),
- ABS (сополимеры акрилонитрила, бутадиена и стирола),
- PA (полиамид),
- TPU (термопластичный полиуретан), RTPU (термопластичный полиуретан усиленный),
- UP-GF (ненасыщенные полиэфирсы, армированные стекловолокном),

– PU (полиуретан), PU-RIM (полиуретан – отверждающаяся заготовка, полученная литьем под давлением, усиленная), PU-WEICHSCHAUM (эластичный ППУ).

Встречающиеся в легковом автомобиле пластмассы маркируются (как правило, подобные обозначения выштамповываются на внутренней стороне пластмассового изделия и забираются в галочки, например, >PP<).

Зачастую эта маркировка может отсутствовать, еще хуже – не соответствовать действительности, поэтому необходимо индентификация пластика потому, что в зависимости от химического состава, характеристики и способа производства необходима своя технология ремонта.

Существуют системы, предлагающие определить приблизительный химический состав пластика, например, по цвету пламени во время его горения, по выделяемому запаху, плавучести. В любом случае, принятая в обработку пластиковую деталь, необходимо определить ее химический состав! Необходимо выяснить свойства и хотя бы тип – термопласт или реактопласт.

Визуально и на ощупь нам никогда не определить, что за пластик перед нами, но в деле идентификации может помочь и тот факт, что для изготовления деталей в зависимости от их функциональности в силу различия нагрузок, которые на них накладываются в процессе эксплуатации автомобиля, применяются определенные пластмассы. Для бамперов – один вид пластиков, для внутренней обшивки – другой, для декоративных – третий и т.д.

Для соединения деталей из однородных материалов при ремонте применяют сварку, в ходе которой происходит диффузия частиц поверхностных слоев. Существуют три вида сварки полимерных материалов: за счет наружных, внутренних источников тепла и химическая сварка. Сварку с помощью внутренних и наружных источников теплоты используют для соединения термопластических материалов. Химическую сварку используют для соединения термореактивных материалов на основе фенолформальдегидных, кремнийорганических и эпоксидных смол. При сварке горячим воздухом используют специальные горелки или фены. Сварку производят с использованием присадочного материала или без него. Нагревают соединяемые детали настолько, чтобы при небольшом давлении произошло соединение. При сварке с использованием нагретого инструмента материал разогревается и под давлением соединяется. При сварке трением соединяемые детали доводят до вязкотекучего состояния и под действием сдвигания соединяют.

При сварке с использованием токов высокой частоты происходит равномерный прогрев соединяемых поверхностей, одновременно производится сдвигание.

При проведении ремонта с использованием свариваемого куска или присадочного материала крайне важно определить химический состав

пластика, для того чтобы избежать несоответствия физико-химических свойств заплатки, присадочного материала и всей детали. Многие производители не считают такой ремонт технологичным и если без теплового вмешательства не обойтись, рекомендуют сменить деталь на новую. Хотя у сварки есть одно неоспоримое преимущество: ее можно проводить, не демонтируя детали, в то время как склейка практически всегда требует ее снятия – нужен доступ к детали изнутри.

Второй способ ремонта пластиковых деталей – склеивание. Существует несколько технологий ремонта (заклеивания) пластиковых деталей кузова и элементов обшивки, но все они похожи. Ведь все основные операции, проводимые в ходе восстановительного ремонта по этим технологиям, практически идентичны. Да и виды повреждений, которые с их помощью можно устранить, – всевозможные трещины, вызванные механическим воздействием, – говорят о близости этих технологий.

Не все производители клеящих составов для ремонта пластиковых деталей изготавливают универсальные материалы, поэтому на рынке, заполненном преимущественно универсальными системами, все-таки иногда встречаются узконаправленные составы, использовать которые можно только с определенными типами пластиков. Это, в свою очередь, существенно повышает вероятность ошибки.

Один из универсальных материалов, выпускаемый компанией 3М, – «FPRM». Данный материал представляет из себя бинарную смесь, поставляемую в виде двух отдельных упаковок. После смешивания состав твердеет с выделением тепла и превращается в аналог пластмассы, обладающий эластичностью и высокой прочностью. Состав FPRM может применяться для ремонта любых пластиков, в том числе жирных. Для некоторых видов пластиков применяется дополнительно катализатор адгезии (состав в виде аэрозоля), активирующий поверхностный слой.

С помощью состава FPRM возможно восстанавливать недостающие (утраченные) куски пластмассовой детали. Он не дает усадки, имеет твердость и гибкость пластиков, используемых в автомобилестроении. Но, как правило, на него краску не наносят, потому что он в некоторой степени напоминает по структуре грубую шпатлевку, которую желательно выровнять. В силу этого обстоятельства его подвергают предварительному грунтованию, покрывают наполнителем и только затем открывают.

## **16.2. Порядок подготовки детали к ремонту**

**Перед** началом работ пластмассовую деталь надо тщательно отмыть. Пластики очень статичны (и даже окрашенные, ведь они окрашиваются только с одной стороны), поэтому пыль к ним интенсивно липнет.

Некоторые производители лакокрасочных материалов советуют организовать для ремонта специальное рабочее место. Они рекомендуют установить в окрасочно-сушильной камере на железную решетку пола железный столик и только на нем проводить какие-либо работы. При этом, если столик на резиновых колесиках, к бамперу надо прикрепить металлическую нить либо проволоку, другой конец которой заземлить.

**Обезжиривание.** Обезжириватель несколько погасит статичность, но она все равно не уйдет полностью, если предварительно не устранили пыль. Масла, жиры, влага, смазки, битум и пр. вычищаются в районе повреждения с обеих сторон детали также при помощи обезжиривателя. Подходит любой стандартный обезжириватель, но есть и специальные жидкости, предназначенные именно для очистки пластмассовых изделий. Они в большей степени гасят статику и учитывают характерные особенности мягкой, пористой, структурной пластиковой подложки.

**После просушки** приступайте к расшлифовке краев трещины. Это нужно для того, чтобы создать пространство, впоследствии заполняемое клеящим составом. Для расшлифовки подойдет любой абразив градации P180–220 «на сухую».

Для предотвращения дальнейшего развития трещины и снятия напряжения рекомендуется засверлить ее конец.

Работая шлифовальной машинкой, не следует проводить обработку пластика, на высоких оборотах – это влечет за собой его перегрев и последующую деформацию.

После каждой операции в обязательном порядке обезжиривать деталь. Чтобы впитавшийся обезжириватель не проявился на покровном материале по окончании ремонта необходимо ему 5–10 минут на испарение.

Следующая операция – создание своеобразного «замка». Для этого надо обработать края трещины в виде клинышков (V-образно) абразивом с градацией P220, чтобы в профиль она представляла собой два заточенных карандаша, смотрящих друг на друга (рис. 83). Ширина созданных скосов снаружи и изнутри детали может составлять 1,5–2 см.



Рис. 83. Вид замка

Если не сделать скосов, то не получится «замка», и склеенный пластик, не выдержав эксплуатационных нагрузок, в конечном итоге разойдется.

После расшлифовки и обезжиривания необходимо нанести активатор адгезии на зачищенную поверхность, которым производители комплексов для ремонта пластиковых деталей автомобиля зачастую комплектуют свои системы. Это не совсем грунт в чистом виде, но он создает хорошую сцепляющую способность. Известно, что многие пластики «липнут», если по ним провести пламенем газовой горелки. Так вот, этот активатор оказывает в чем-то сходное воздействие.

Если используется универсальная ремонтная система, входящий в ее состав активатор может оказаться неспособным к взаимодействию с определенными видами пластиков. Поэтому необходимо выяснить, что это именно тот пластик, адгезивную способность которого имеющийся в вашем распоряжении активатор может повысить!

Иногда встречается комбинированный пластик, главное, чтобы в его составе не было вещества, на которое активатор может не подействовать или подействовать не совсем корректно.

Но если нет такого активатора (зачастую именуемого праймером), можно использовать специальные грунты, имеющиеся в линейке практически каждого приличного производителя лакокрасочных материалов.

Кроме того, обычно у таких грунтов нет никаких ограничений по химическому составу пластиков (но это, опять же, надо обязательно проверять в каждом конкретном случае).

Изнутри детали наносим грунт тонким легким слоем на всю подготовленную площадь. Снаружи грунт наносится непосредственно по трещине и будущему «замку», затем сушится 10–15 минут.

Прежде чем заполнять трещину клеем, необходимо одну сторону заклеить пленкой, фольгой или жестким скотчем (желательно тем, что рекомендует изготовитель системы), который не будет давать материалу расползаться по поверхности.

Некоторые производители предлагают нанести ремонтный состав на армирующую сетку, а ее затем прижать с внутренней стороны детали. Другие, наоборот, сначала приклеить специальную армирующую сетку и потом через нее заливать все клеем. Конечно, надо придерживаться той последовательности действий, которую рекомендуют производители ремонтной системы.

Помимо волокнистых армирующих сеток существуют также специальные металлические сетки. Но в силу их крайней жесткости и неспособности максимально точно повторить рельеф ремонтируемой поверхности. Использовать их имеет смысл только тогда, когда надо, грубо говоря, приклеить небольшой отколовшийся кусок детали. Вообще же, в обычной практике гораздо удобнее работать с неметаллическими сеточками – они более гибки и эластичны.

Рекомендуется тщательно вдавить компаунд в трещину, чтобы он заполнил все полости, проник в самые недоступные места, – это обеспечит надежное соединение клеящего состава с пластиком.

После этого деталь сушится. В вопросе сушки опять же следует руководствоваться рекомендациями производителя системы. Это может быть сушка при комнатной температуре или при +50... +60°C, на протяжении 20–30 минут или же нескольких часов.

Можно будет воспользоваться инфракрасной сушкой – все известные современные ремонтные составы для пластика не боятся ее воздействия, но необходимо знать влияние инфракрасной сушки на пластик, пластмассовую деталь может деформировать. На этом у многих систем операция со склеиванием пластика заканчивается, и деталь начинает готовиться под окрашивание. Другие же системы предполагают еще и проклейку снаружи. В этом варианте надо снять с внешней стороны скотч, очистить обезжиривателем, обработать поверхность активатором адгезии (либо грунтом) и нанести клеящий состав по принципу шпатлевки. Опять просушить и по окончании сушки проводится итоговая обработка.

Под наполнитель готовится поверхность последовательно P180 – P280 – P320 абразивами.

Обработка пластика шлифовальной машинкой происходит в несколько раз быстрее, чем металла, можно нарушить контур детали, спилить ребра – пластик реагирует на малейшую ошибку мгновенно, ведь порой он бывает мягче, даже чем шпатлевка.

Если во время шлифования дошли до голого пластика, то на такие места надо нанести специальный грунт или специальный грунт-наполнитель, предназначенный исключительно для пластмассовых поверхностей.

Если после шлифовки остались поры, шероховатости, то их можно зашпаклевать специальной тонкой шпатлевкой. Она наносится нетолстыми слоями на предварительно загрунтованный пластик; такой продукт есть у многих производителей лакокрасочных материалов.

Какие варианты с пластиковыми деталями, поступившими в работу, возможны? Во-первых, может оказаться старая деталь, владелец которой решил ее окрасить. Подобные детали находятся в самом критичном состоянии, которые достаточно качественно очистить от накопившейся грязи невозможно, то есть придать подложке необходимые адгезионные свойства.

Такие детали красить нельзя, потому что краска в любой момент может слезть, облупиться и отслоиться.

Во-вторых, могут принести новую деталь, покрытую грунтом. Здесь важно удостовериться, что именно заводской грунт, качество ко-

того не вызывает никаких сомнений. Многое может сказать и упаковка. Заводская упаковка, как и с металлическими деталями, характеризует изделие с лучшей стороны. Внутри может оказаться даже ярлычок с аннотацией по окрашиванию. (А в некоторых случаях, например, вместе с оригинальным полиуретановым спойлером – и тюбик со специальным порозаполнителем, который следует нанести методом втирания).

Если такового не оказалось, то нельзя с достаточной степенью достоверности оценить пригодность детали к дальнейшей обработке.

Для этого следует провести всем хорошо известный сольвент-тест. Подержать тампон, смоченный растворителем, на детали 20–30 секунд. Если через две минуты материал растворился или стал мягким, то необходимо быть предельно аккуратными: потеря жесткости или растворение говорит о том, что покрытие реагирует. Если же через две минуты материал принял прежнюю жесткость или с прежней силой держится за поверхность, значит, все в порядке. Хуже всего, если начинается бурная реакция, тогда надо, не задумываясь отказаться от ремонта.

Получив удовлетворяющий результат теста, применяется обычная технология. Очищается поверхность средством для удаления силикона, матируется, обезжиривается и наносится покровный слой.

В-третьих, могут принести окрашенную деталь и сказать, что покровной слой – заводской. Это нужно обязательно проверить. Помимо сольвент-теста уместно провести также тест на адгезию. Необходимо иметь специальное оборудование, это резак с колесиками, контролирующими глубину надреза, которым надо нанести решетчатые нарезы. Потом поверх них наклеивается скотч, а затем отрывается резким движением, выдергивая получившиеся квадратики. Вдоль дорожек обязательно появятся разрушения, но если сам материал не отслоился, значит, покрытие обладает удовлетворительными свойствами и с ним можно работать.

В случае больших повреждений деталь зачищается до пластика, чтобы нанести шпатлевку на пластмассу, а не на лакокрасочный слой. Это позволит избежать дальнейших усадок и просадок и достичь равномерной твердости. Когда же повреждения небольшие (неглубокие царапинки и потертости), просто шлифуется поверхность, выравнивая ее таким образом, чтобы не было мест прошлифовки до пластика, остальная поверхность матируется серым скотч-брайтом (не выпаривая), красится, а если нужен лак, то добавляется в него пластификатор. Если имеются сколы и глубокие царапины, не достигающие пластика, применяется наполнитель без грунта на предварительно отшлифованную поверхность. Гарантировать здесь что-то тоже не рекомендуется.

В четвертых, перед Вами неокрашенная деталь, изготовленная отвечающим за свою продукцию производителем.

Порядок работы следующий: промыть водой изнутри и снаружи, провести термическую обработку в окрасочно-сушильной камере в течение часа при +60°C. Без предварительного выпаривания не стоит браться за ремонт – его результат будет очевиден: даже если материал и ляжет, то через очень непродолжительное время под воздействием ряда причин непременно с пластика слезет.

Выпариванию в обязательном порядке подвергаются все неокрашенные пластиковые детали для того, чтобы максимально полно удалить с их поверхности многие виды загрязнений. В случае с новой деталью, главным образом интересуют специальные смазки наружные и внутренние. Наружные смазки обычно напыляются в пресс-форму при изготовлении и представляют собой воски, в случае необходимости модифицированные силиконом, растворимые в органических растворителях. Внутренние же смазки – это самоотделяющиеся материалы, являющиеся компонентом состава пластмассы.

Все они не растворяются и не удаляются водой!

Помимо удаления смазок прогревание еще и поможет уменьшить внутренние напряжения в пластмассе, которые впоследствии могут вылиться в непредвиденное растрескивание лакокрасочного материала.

После термической обработки – обезжиривание и обязательная сушка.

В большинстве случаев, особенно если имеем дело со структурной поверхностью или старым бампером, до этого долгое время где-то ездившим и собиравшим грязь, нужно не просто протереть пластик салфеткой, смоченной в очищающей жидкости, но и провести обработку поверхности механическим способом, с глубоким проникновением при помощи абразива.

Поэтому необходимо будет повторное выпаривание в камере при тех же +60°C в течение часа, чтобы обезжириватель полностью испарился. И потом – повторная процедура с салфеткой и обезжиривателем. Подобная многоступенчатость операции нужна главным образом для того, чтобы быть уверенными, что никакая грязь не мешает созданию нормальной адгезии, и лакокрасочный материал прочно сцепится с подложкой.

### **16.3. Окраска**

После выпаривания пластик готов к нанесению функциональных слоев лакокрасочного материала. В первую очередь его надо грунтовать. И даже если пользуетесь шпатлевкой, предназначенной для непосредственного нанесения на пластик, необходимо нанести тонкий слой грунтовки – адгезия будет лучше.

Используется только чистый грунт специально для пластика, применяемый не как грунт-наполнитель, а именно как грунт. Ведь лучшие адгезионные свойства у прямых грунтов. Зачастую такие грунты называются праймерами. Это подчеркивает тот факт, что материал не имеет свойств наполнителя (филлера). Как правило, праймеры прозрачны.

Если на детали имеются какие-то царапины, неровности, то необходимо их зашпатлевать. Есть специальные шпатлевки для пластмассы, рекомендуемые производителями лакокрасочных материалов для прямого нанесения на пластик. Их плюс заключается в том, что сама шпатлевка уже содержит пластик, поэтому два материала (подложки и шпатлевки) одинаково реагируют на шлифование, одинаково стираются, имеют примерно равные твердость и пластичность, что приводит к нивелированию границ между ними. То есть на готовом покрытии границы ремонта совсем не будут выражены.

Немаловажно и то, что такие шпатлевки одинаково с пластиками реагируют на температурный режим.

Кроме этого, есть и универсальные шпатлевки непрямого назначения, но с хорошими эластичными свойствами, наносимые в обязательном порядке на грунт. Это так называемые тонкие шпатлевки, применяемые на металлах для закрытия пор на основном слое шпатлевки. Они наносятся очень тонким слоем, отсюда и их название.

Под шпатлевку пластик можно готовить и достаточно жестким красным скотч-брайтом (ЗМ) либо эксцентриковой шлифовальной машинкой «по сухому» последовательно абразивами с градацией Р180 – Р280 – Р320.

*Небольшое замечание по шлифовке.* Если в процессе шлифовки пластика обнаруживается, что он начинает ворситься, тогда возможно отступление от приведенной градации. Если же деталь уже когда-либо подвергалась ремонту, то вполне можно обойтись и абразивной губкой.

Дальше идут наполнители. Если деталь не требовала ремонта и была новой не загрунтованной (изначальное условие), то можно значительно убыстрить процесс и после выпаривания сразу же нанести на нее грунт-наполнитель.

Грунт-наполнитель представляет собой тонкослойный материал, обладающий главным в данном случае свойством грунта – хорошей адгезией и вместе с тем пригодный для непосредственного окрашивания. Толщина его слоя при нанесении более близка к грунтам 30–35 мкм, нежели к толстослойным наполнителям.

Косвенно это может повлиять на сколообразование, поскольку вследствие тонкослойности данный материал обладает низкими амортизационными свойствами, но все-таки эти свойства весьма удовлетворительны, иначе его производители не рекомендовали бы такой материал

для использования. Он значительно убыстряет процесс, причем с ним, как правило, можно работать «мокрый по мокрому».

Под грунт-наполнитель готовим поверхность последовательно абразивами P220 – P280 – P320 – P360, и можно даже дойти до P400.

Если же идет ремонт «грунт – шпатлевка», тогда надо применить наполнитель, наносимый на загрунтованную шпатлевку.

Наполнитель – толстослойный материал, выравнивающий незначительные неровности (значительные заполняются шпатлевкой). Толстослойный (40–60 мкм) он потому, что после высыхания подвергается механической обработке.

Под него шлифуется либо вручную абразивами P240 – P400, либо эксцентриковой шлифовальной машинкой P180 – P280 – P400.

## **16.4. Пластификация**

Работая по пластику универсальными двухкомпонентными материалами, вынуждены каждый раз увеличивать их эластичные свойства путем добавления пластификатора (эластификатора). Он добавляется в лак, неважно MS или HS, в наполнитель и т.д.

Пластификатор – это вещество, придающее лакокрасочным материалам эластичность, чтобы ими можно было покрывать пластики. По сути, он приводит их гибкость в соответствие с гибкостью подложки. То есть это специальный модификатор, препятствующий образованию более твердого полимера.

Пластификаторы вводятся не во все материалы, необходимо следовать рекомендациям производителя лакокрасочной системы.

## **16.5. Структурируемость и матируемость поверхности**

Для того, чтобы придать фактуре ремонтируемого участка такую же (или похожую) структурность, как и у всей детали, используют специальные структурные добавки. Они бывают разными: грубыми, тонкими, мягкими и т.д. Каждый производитель лакокрасочных материалов премиум-сегмента предлагает в своей линейке несколько видов таких добавок, чтобы ремонтнику было легче подобрать нужную структуру.

Поэтому, если создается однослойное покрытие, добавку надо вносить в наполнитель, причем наносить его слой надо особым образом.

Ремонтируя поврежденной участок, сначала кладут основной слой наполнителя, когда он высохнет наносят следующий слой со структурной добавкой, работая им «мокрый по мокрому». Это естественно, ведь

надо обязательно шлифовать материал, и если отшлифуем наполнитель, смешанный со структурной добавкой, то моментально спилим всю структуру и опять получим глянец. Вот поэтому следуют такой последовательности действий, какая описана выше: основной слой наполнителя, шлифовка, слой наполнителя со структурной добавкой и окраска «мокрый по мокрому».

Но если используем двухкомпонентные материалы, то структурная добавка, внесенная в наполнитель, не работает.

В этом случае структурная добавка вносится прямо в краску.

Регулировать степень структурированности материала можно, используя те возможности, которые предоставляет метод пневматического нанесения. Например, чем больше слоев нанесем, тем грубее у нас получится структура. Можно попытаться увеличить шагрень, нанести «посуше», увеличив дистанцию распыления или уменьшив подачу материала.

Поверхность пластиков бывает не только структурной, но и матовой. Существуют специальные матирующие добавки, которые вносят не в лак, а в 2К краску. Если же сам автомобиль покрыт матовым лаком, то добавкой не обойтись и надо применить именно матовый лак. Как правило, ведущие производители лакокрасочных материалов имеют в своем ассортименте несколько таких лаков с различной степенью матовости. Их можно смело смешивать, чтобы получить именно ту матовость, которая необходима.

Что касается толщины слоя наносимых материалов, то он не должен превышать 100–120 мкм.

## 16.6. Покровной слой

Нанесение краски происходит так же, как и в случае с металлом. Используются специальные веера для определения цвета пластика, такое же оборудование, те же методы пневматического нанесения и пр. Единственное, всегда надо учитывать, что никогда не удастся на все сто процентов повторить оригинальный оттенок пластика. Разница будет заметна всегда, она проявляется, если внимательно приглядеться, даже на заводских деталях.

Причина – пластик статичен, зерно ложится иначе, чем на металл, и здесь ничего изменить нельзя. Такое происходит и при конвейерной окраске, и при ремонтной.

Под покровной слой готовится поверхность последовательно абразивами, начиная с P320 и заканчивая в случае двухкомпонентного покрытия P400 – P500, а в случае «металлик» – P500 – P600.

## 16.7. Сушка

Все материалы, предназначенные для обработки пластиковых поверхностей, равно как и все материалы с введенными пластификаторами, требуют гораздо более продолжительного времени сушки, но при более низкой температуре. Потому что, когда его выпаривали, пластик что-то отдавал, а при таком же прогреве после окраски пластик что-нибудь выделит, особенно старый пластик. Могут возникнуть дефекты: плохая адгезия, разворот зерна «металлика», появление «уникальных» узоров, очерчивание зоны ремонта и т.д.

Поэтому целесообразнее сушить материал при +40... +50°C. Нельзя забывать, что вследствие перегрева пластик может и повести. Соблюдение температурного режима – один из самых главных факторов, влияющих на результат ремонта!

По сути, ИК-сушки для пластика бессмысленны, поскольку не достигается такого эффекта, как при сушке металла. Поэтому лучше всего пластик сушить традиционным конвенциональным путем в обычной окрасочно-сушильной камере.

## 16.8. Инструкция Spies Hecker по ремонту пластика

### **11 золотых правил Spies Hecker по ремонту пластика:**

- Убедитесь, что поверхность полностью обезжирена.
- Наносите соответствующий материал достаточно тонкими слоями.
- Вам необходимо заблаговременно определить, имеете ли вы дело с малым или с большим ремонтом. В случае глубоких повреждений вы должны прошпатлевать поверхность для ее выравнивания, применяя 2К-шпатлевки специального назначения. После сушки и шлифования поверхности вы осуществляете те же действия, что и в случае небольшого ремонта.
- Увеличивайте время сушки между слоями (структурным, матирующим и эластичным).
- Увеличивайте время сушки эластичных продуктов.
- Смешивайте структурные и матирующие добавки вручную.
- Не фильтруйте краску со структурной добавкой.
- Используйте нужные материалы.
- Нельзя сократить процесс окраски при ремонте пластиков.
- Не сушите пенополиуретановые детали при помощи ИК-сушки.
- При матировании вокруг прошлифованного участка вы должны убедиться, что переход от ремонтного участка к старому лакокрасочному покрытию будет незаметен после полировки. При двуслойной окра-

ске отшлифованный участок должен быть достаточным для того, чтобы краска первого покрытия не попала в зону полировки.

### **Контрольные вопросы**

1. Свойства ластиков.
2. Характеристика термопластиков, реактопластов и эластомеров.
3. Почему пластики делятся на жирные и нежирные?
4. Как определяют вид пластиков? Маркировка пластика на деталях автомобиля.
5. Сварка пластика.
6. Технология и материалы для склеивания пластиков.
7. Порядок подготовки детали к ремонту.
8. Особенности разделки шва для склейки.
9. Чем улучшается адгезия пластика?
10. Технология нанесения клея.
11. Особенности грунтовки и шпаклевки пластиков.
12. Особенности сушки пластков.
13. Варианты работы с пластиковыми деталями (старые, новые покрытые грунтом, новые незагрунтованные, окрашенные).
14. Пластификация материалов для ремонта.
15. Структурируемость и матируемость при ремонте.
16. Нанесение покровного слоя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гордиенко В.Н. Ремонт кузовов отечественных автомобилей. М.: АТЛАС – ПРЕСС, 2003. – 256 с.

Карл Дамшен. Ремонт автомобильных кузовов. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 240 с.

Кузнецов Е.С., Воронов В.П., Болдин А.П. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.

Линдси Портер. Автомобильные кузова: Руководство по ремонту / Пер. с англ. Haynes and Co. Ltd., 2003. – 280 с.

Наумов А.В., Вольберг В.В., Кнауэр Е.Ю. Ремонт и восстановление кузовов легковых автомобилей. М.: Высш. шк., 1996. – 224 с.

Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1988. – 78 с.

Синельников А.Ф. Ремонт кузова легкового автомобиля: устранение коррозионных повреждений кузова. – М.: Машиностроение, 1993. – 208 с.

Синельников А.Ф., Штоль Ю.Л., Скрипников С.А. Кузова легковых автомобилей: обслуживание и ремонт. – М.: Изд-во «Транспорт», 2003. – 260 с.

Журналы: Новости АВТОремонта, Автосервис, КУЗОВ, Автомобиль и сервис.

ЗМ «Материалы для ремонта» Каталог «Руководство по ремонтному окрашиванию автомобилей» STANDOTHEK

«АВТОЭМАЛИ» Техническая документация. KANSAI PAINT.

Каталоги материалов SIKKENS.

