



НГТУ им. Р.Е. Алексеева



А.Д. Кустиков, М.Г. Корчажкин

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЗОВНОГО РЕМОНТА



Нижний Новгород
2023 год

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р. Е. АЛЕКСЕЕВА»

А.Д. КУСТИКОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЗОВНОГО РЕМОНТА

*Рекомендовано Ученым советом Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева в качестве учебного
пособия для магистрантов всех форм обучения по направлению
подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов»*

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2023

© Кустиков А.Д., Корчажкин М.Г., 2023

Нижний Новгород 2023

УДК 629.331.083.4(075.8)

ББК 30.81я73

Кустиков, А.Д. Современные технологии кузовного ремонта [Электронный ресурс] : учебник / А.Д. Кустиков, М.Г. Корчажкин – Электрон. дан. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2023. – 1 электрон. диск (CD-ROM): зв., цв., 12 см. – Систем. требования: ПК с процессором 486; ОЗУ 8 Мб.; операц. система Windows 95; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана. – 100 экз.

Содержит информацию по обзору конструкций кузовов современных автомобилей, технологий кузовного ремонта и технологического оборудования. Рассмотрена технология ремонтной окраски элементов кузовов автомобилей, а также технологии дополнительных работ при кузовном ремонте автомобилей.

Рекомендовано для магистрантов всех форм обучения по направлению подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Рецензент

доктор технических наук, профессор *Н.Н. Якунин*

Редактор Пугина О.В.

Электронное издание подготовлено ЦСТО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, компьютерная верстка С.А. Зубкова

ISBN 978-5-502-01613-1

Адрес издающей организации:

НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

**© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2023**

© Кустиков А.Д., Корчажкин М.Г. 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ТЕХНОЛОГИИ КУЗОВНОГО РЕМОНТА.....	5
1.1. Структура современного кузова.....	5
1.2. Измерение геометрии кузова.....	11
1.3. Восстановление геометрии кузова.....	18
1.4. Контактная сварка.....	20
1.5. Ремонт вмятин без окраски.....	31
1.6. Ремонт пластмассовых деталей.....	34
2. ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНОЙ ОКРАСКИ.....	41
2.1. Шпатлевание и шлифование.....	41
2.2. Подбор цвета при ремонте.....	51
2.3. Технология окраски кузова.....	60
2.4. Окраска методом плавного перехода.....	71
2.5. Причины возникновения дефектов лакокрасочного покрытия и методы их устранения.....	83
2.6. Проверка качества лакокрасочного покрытия.....	93
3. ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....	110
3.1. Ремонт автомобильных стекол.....	110
3.2. Защита от коррозии.....	118
3.3. Системы пассивной безопасности.....	124
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	136

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ключевых направлений бизнеса современных автомобильных дилерских центров является кузовной ремонт. Как правило, крупные холдинги имеют в своей структуре единый центр кузовного ремонта для автомобилей различных брендов. Направление кузовного ремонта тесно связано с работой страховых компаний, поставщиков запасных частей и специального оборудования. С клиентами и страховыми компаниями работают мастера-приемщики, поставки деталей обеспечивают сотрудники отделов закупок, за подбор оборудования отвечают мастера и руководители кузовных участков. Во всех случаях успешный специалист должен обладать хорошими знаниями об эксплуатации автомобилей и технологиях кузовного ремонта.

Большинство таких специалистов являются выпускниками технических вузов, прошедших подготовку по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Программа обучения, как правило, включает инженерные дисциплины, а выпускные работы посвящены совершенствованию технического обслуживания автомобилей. Выпускники отлично справляются с вопросами обслуживания, а вот когда у предприятий возникают потребности в специалистах кузовного ремонта, возникают затруднения.

Анализ работы дилерских центров показал, что кузовной ремонт может быть основным источником доходности предприятий, особенно при долгосрочной эксплуатации автомобилей их владельцами.

Лучшими становятся те специалисты, которые и разбираются в технологиях ремонта, и знают особенности оборудования. Именно поэтому лекции по новой дисциплине «Современные технологии кузовного ремонта» должны быть насыщены видео-примерами из ежедневной работы дилерских центров, а практические занятия следует проводить в интерактивном режиме – с применением специального оборудования.

На основании проведенного анализа работы дилерских предприятий программа дисциплины должна включать следующие вопросы: структура современного кузова, измерение и восстановление геометрии, сварка и шпатлевание, ремонтная окраска и защита от коррозии, ремонт пластиковых деталей и стекол, системы пассивной безопасности.

1. ТЕХНОЛОГИИ КУЗОВНОГО РЕМОНТА

1.1. Структура современного кузова

Сегодня наряду со стальными кузовными деталями в структуре современного кузова используются детали из алюминиевых сплавов: литые, пресованные профили и листовые. Благодаря применению различных материалов достигается оптимальное распределение веса по осям. Это напрямую влияет на характеристики автомобиля, такие как динамика и ускорение, тормозной путь и управляемость [13,15,17,18].



Рис. 1.1. Структура современного кузова

На протяжении второй половины XX века инженеры работали над проблемой совмещения деталей из различных сплавов. Поверхность алюминия покрыта пассивирующим оксидным слоем, предохраняющим его от воздействий окружающей среды. По этой причине неокрашенная деталь из алюминия, как правило, не подвержена коррозии. Однако, если алюминий соприкасается с другим металлом, который в электрохимическом ряду напряжений металлов обладает большим электрическим потенциалом по сравнению с алюминием, и, если присутствует электролит, например, соленая вода, то происходит контактная коррозия. Эффект будет тем сильнее, чем больше будет разница в потенциалах. Так как алюминий является неблагородным металлом, то он разлагается [13].



Рис. 1.2. Контактная коррозия

Избежать контактной коррозии можно в том случае, если принять меры, чтобы между металлами не проходил ток, который может быть вызван разницей в потенциалах. Самый простой выход – нанести слой лака на поверхность. Однако в этом случае сохраняется опасность коррозии в случае появления мельчайших повреждений лакировочного слоя.

В современных автомобилях принимаются следующие меры для предотвращения контактной коррозии: нанесение покрытия на все стальные болты и соединительные элементы, например, заклепки; оцинковка всех листовых деталей из стали (потенциалы цинка и алюминия различаются не так сильно, как потенциалы стали и алюминия); изоляция при помощи клеящих веществ; герметизация соединений из стали и алюминия.

Одной из основных задач при разработке кузова является соединение изготовленной из листовой стали задней части автомобиля с алюминиевыми деталями кузова. Термические методы соединений, как, например, сварка в среде инертного газа здесь неприменимы, поскольку этим способом нельзя создать соединения, обладающие соответствующей статической и динамической прочностью и не служащие источником контактной коррозии.

К таким соединениям алюминиевых и стальных узлов кузова предъявляются высокие требования по прочности и антикоррозийной защите. Чтобы удовлетворить поставленным требованиям, используются нетермические методы соединений, как например, заклепки со специальным покрытием и специальные болты в комбинации со склеиванием.

Соединения из стали и алюминия при недостаточной антикоррозийной защите могут быть сильнее подвержены коррозии по сравнению с соединениями только из алюминия или только из стали. Поэтому на производстве и во время сервисного обслуживания необходимо обеспечить соблюдение высоких требований к качеству соединений на каждом кузове.

Основой антикоррозийной защиты на местах соединений алюминия и оцинкованной стали, подверженных коррозии, является использование

клеящих веществ на кузовных деталях. Благодаря этому создается изолирующий слой, препятствующий возникновению коррозионных процессов в месте контакта. Дополнительно все разнородные соединения после катодного погружного окрашивания обрабатываются воском.

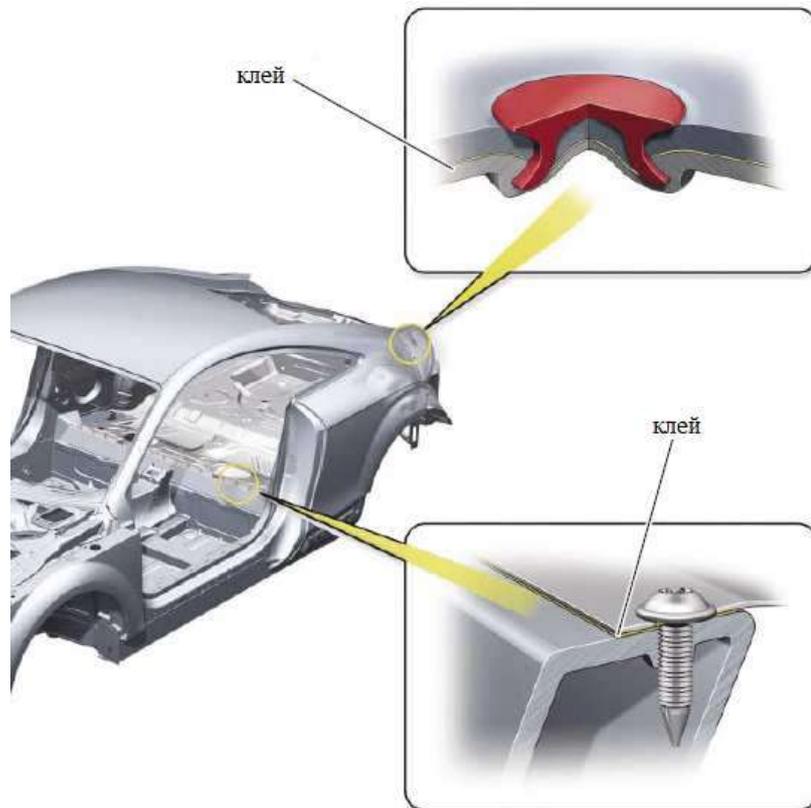


Рис. 1.3. Изоляция клеящими средствами

На рис. 1.4 четко видно, что происходит в случае, если были допущены ошибки в нанесении антикоррозийной защиты: уплотнение фланца было произведено без использования клеящих веществ, видна массивная контактная коррозия листовой детали из алюминия, в результате которой произошло даже механическое нарушение заклепочного соединения [13].



Рис. 1.4. Контактная коррозия листовой детали

Заклепочные соединения – одна из важнейших технологий соединения деталей кузова. Эта технология находит свое применение не только при соединении алюминиевых деталей, но и при соединении деталей из алюминия и стали.

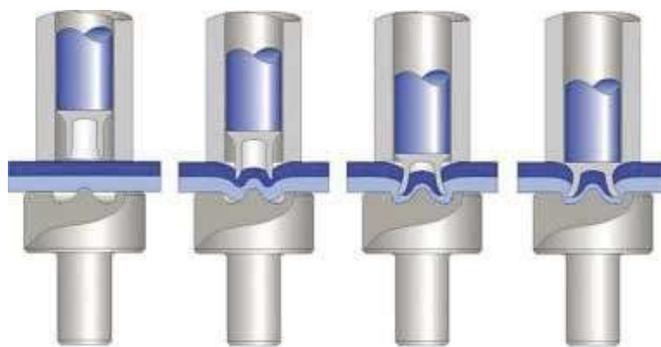


Рис. 1.5. Порядок заклепывания



Рис. 1.6. Точки применения заклепок

Штифтовое соединение представляет собой соединение, устойчивое к изменению формы под воздействием силы, образованное частичным продавливанием скрепляемых деталей с последующим свариванием их давлением; полученное таким образом соединение обладает, однако, меньшей прочностью по сравнению, например, с заклепочными соединениями.

Эта технология используется на навесных деталях, например, дверях, капоте, крышке багажного отсека. Некоторые штифтовые соединения расположены также в районе задней стойки или задней арки колеса. В

этой области между собой соединяются не только алюминиевые детали, но и детали из стали и алюминия.

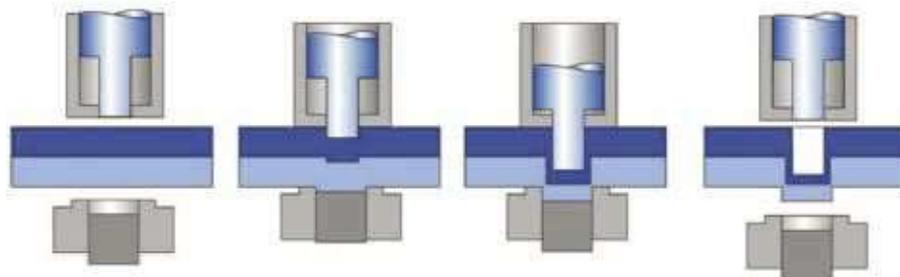


Рис. 1.7. Порядок изготовления штифтового соединения



Рис. 1.8. Точки применения штифтовых соединений

Для соединения деталей кузова из листовой стали используется обычный метод точечной сварки. Помимо точечной сварки в автомобилестроении применяются другие виды контактной сварки: роликовая (для выполнения герметичных соединений баков, глушителей и т. д.) и стыковая (для ободов колес и некоторых панелей).

Контактную сварку называют также сваркой сопротивлением. Заметим, что именно она своей высокой производительностью и отсутствием деформаций после сварки позволила обеспечить в свое время массовое производство кузовов легковых автомобилей [13,15,17].

Контактная сварка – это процесс образования неразъемного сварного соединения путём нагрева металла проходящим через него электриче-

ским током и пластической деформации зоны соединения под действием сжимающего усилия.



Рис. 1.9. Точки применения точечной сварки

Наряду с соединениями при помощи заклепок, штифтов, а также точечной сварки в некоторых случаях используется метод склеивания. Благодаря этому методу повышается прочность соединения. Швы, как например, в случае задней арки колеса, также проклеиваются. На других соединениях клеевые валики используются в качестве уплотнения, изоляции между алюминием и сталью, а также шумоизоляции [13].

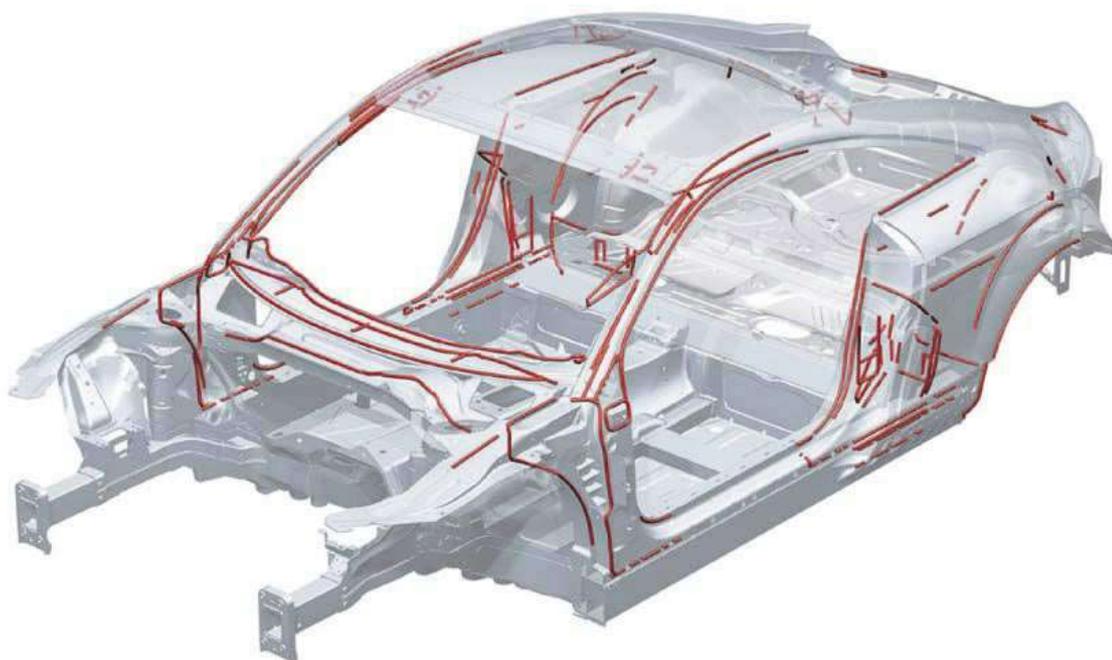


Рис. 1.10. Точки применения структурного склеивания

1.2. Измерение геометрии кузова

Обязательным этапом восстановления кузова или рамы автомобиля является измерение его геометрических размеров. Осуществляется с помощью различных измерительных систем, которые подразделяются на механические, шаблонные и электронные [3,15,17,18].

Механические измерительные системы отличаются простотой устройства и низкой стоимостью. Применение таких систем требует достаточно высокой квалификации оператора. К ним относятся измерительные (телескопические) линейки, линейки на стойках и направляющих, а также обычная рулетка.

В качестве примера рассмотрим особенности механической измерительной системы Autorobot. Система представляет собой сборную конструкцию, состоящую из направляющих рельс и измерительной арки, к которым закрепляются измерительные мостики и линейки с комплектом наконечников различной формы (рис. 1.11).

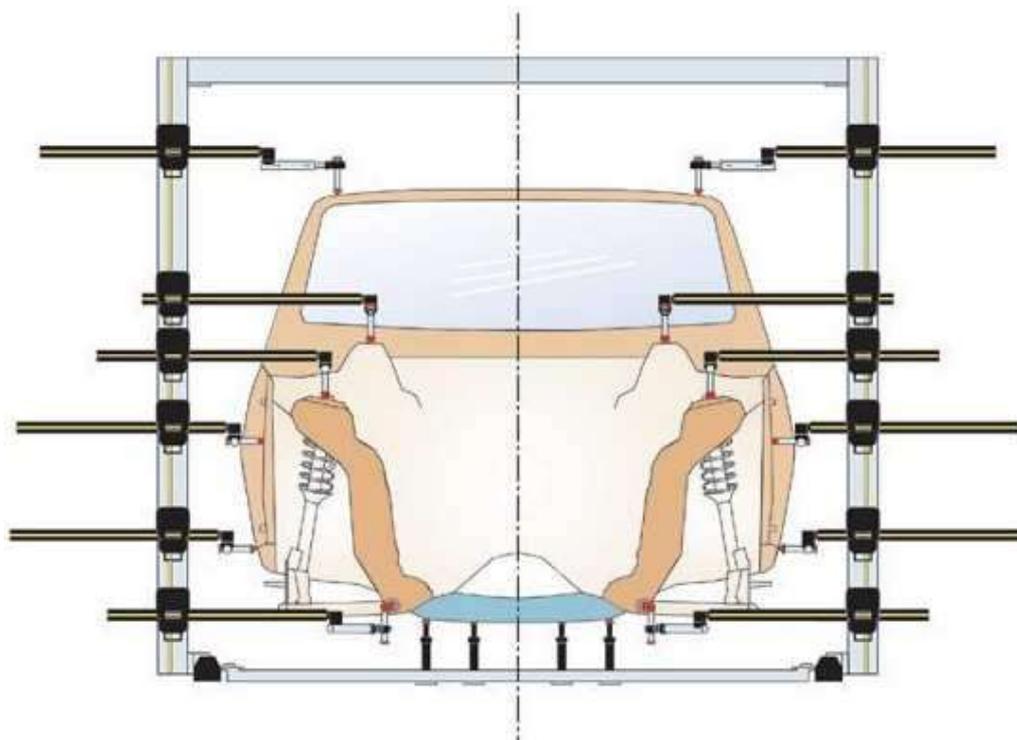


Рис. 1.11. Измерение геометрии кузова механической системой Autorobot

Механическая измерительная система может устанавливаться непосредственно на стапель и позволяет провести точное измерение геометрии как нижней, так и верхней части автомобиля. Последовательность измерения и пространственное положение точек замеров на кузове (раме) указываются в карточках замеров (рис. 1.12), составленных для большинства выпускаемых моделей автомобилей. Также в карте указано, какие измери-

тельные насадки и наконечники применяются для измерения различных точек [3,15,18].

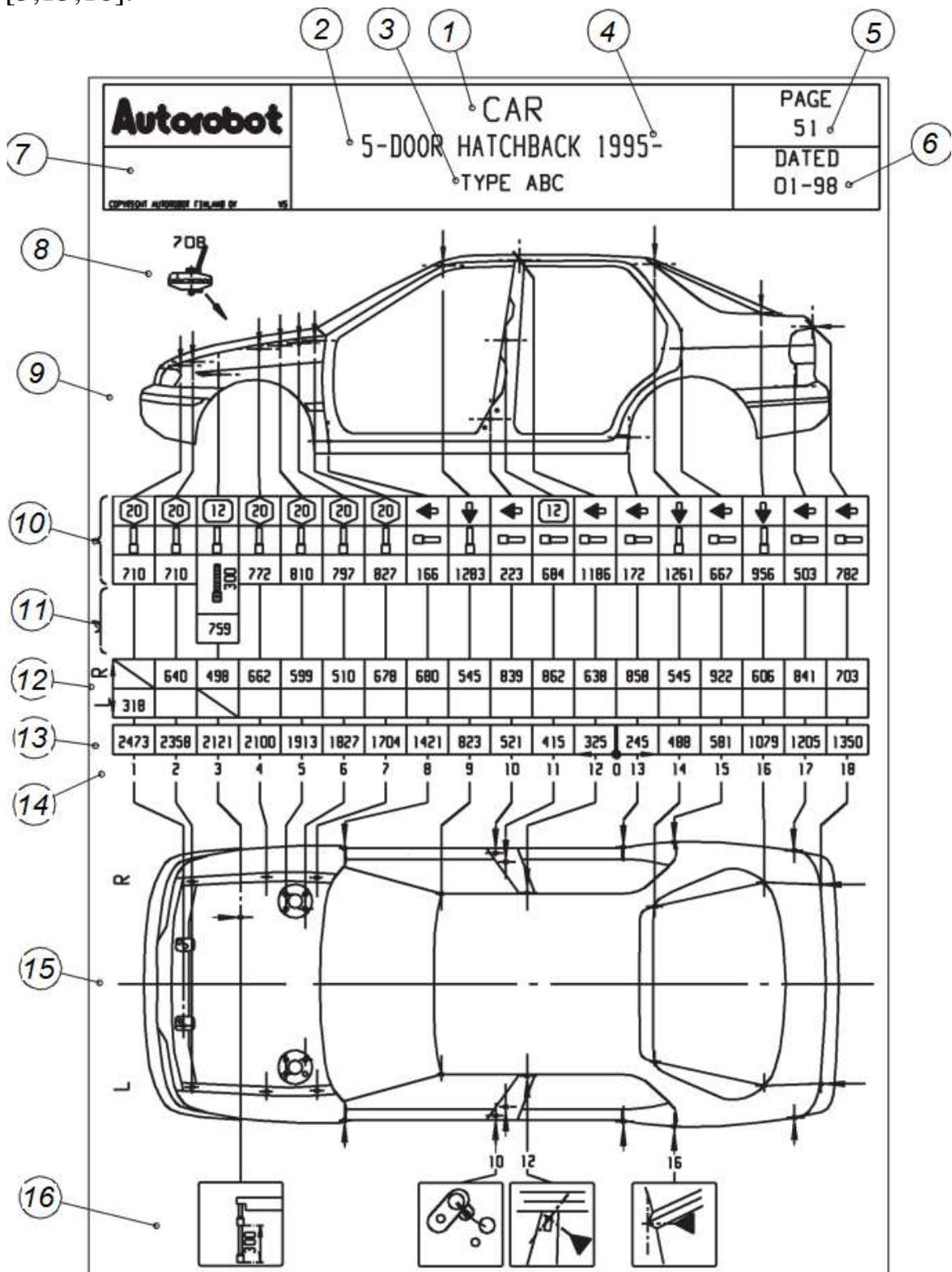


Рис. 1.12. Карта замеров:

1 - модель автомобиля, 2 - модель кузова, 3 - Тип, 4 - год выпуска, 5 - номер страницы, 6 - дата, 7 - банк дополнительных данных, 8 - специальные рабочие инструменты, 9 - кузов сбоку, 10 - параметры высоты, 11 - разобранные параметры высоты, 12 - параметры ширины (L-левая, R - правая), 13 - параметры длины, 14 - нумерация точек, 15 - кузов с верхней позиции, 16 - вспомогательные чертежи

Шаблонные измерительные системы функционируют на основе специальных устройств, называемых шаблонами, которые крепят на раме станда (рис. 1.13). При помощи этих устройств кузов автомобиля крепят и фиксируют в контрольных точках.

Работа данной системы основана на принципе несоответствия, когда измерять ничего не надо, а отклонение контрольной точки от установленного крепежа чётко показывает направление вытяжки деформированной части кузова. Основное преимущество таких систем – в скорости установки и измерения, высокой точности измерения, кроме того, не требуется высокой квалификации оператора.

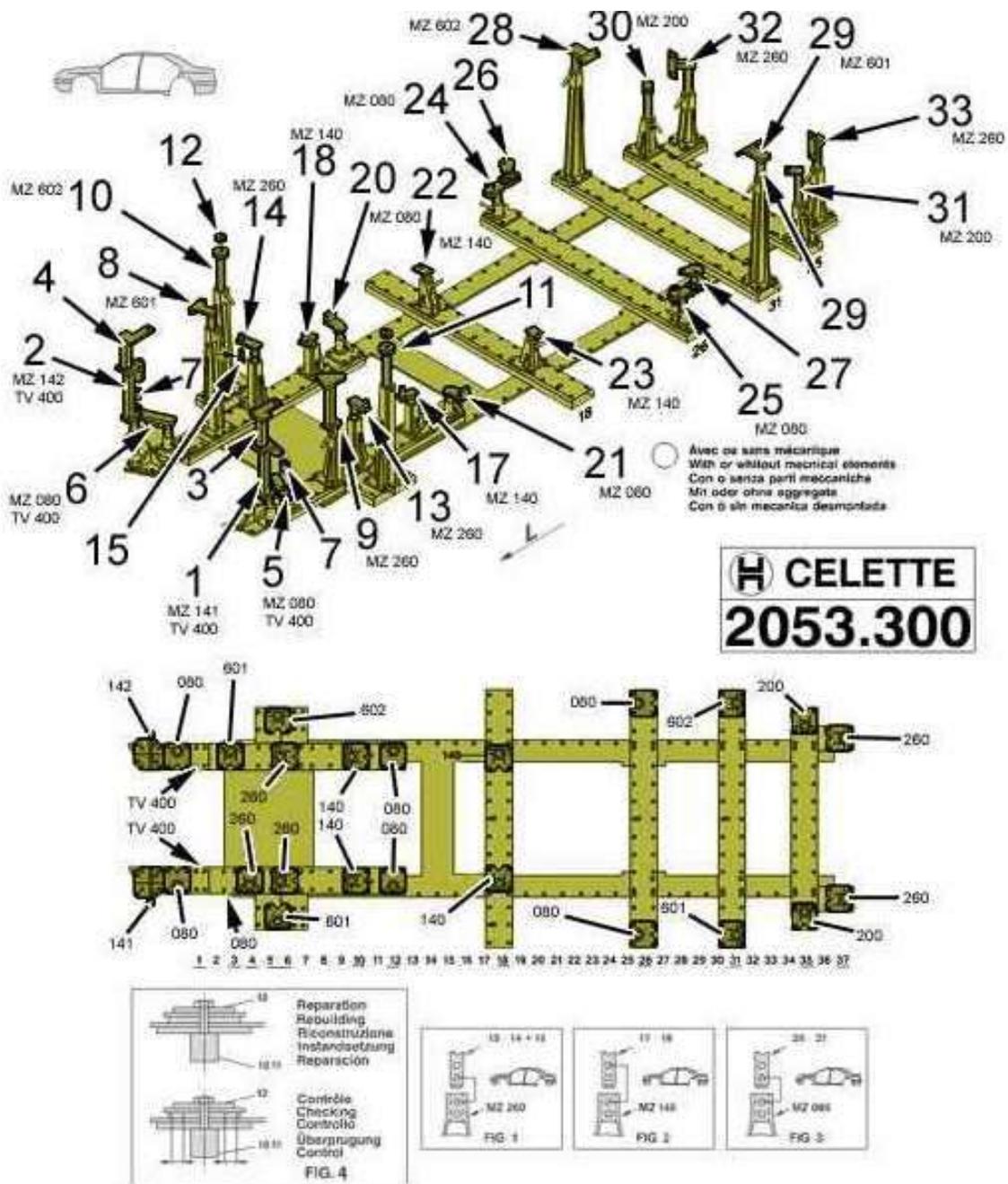


Рис. 1.13. Шаблонная измерительная система

К раме могут поставляться шаблоны практически на весь модельный ряд автомобилей любой марки (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Шаблонная измерительная система

Электронные измерительные системы. Являются наиболее точными и производительными, в то же время не требующими высокой квалификации персонала системами. Электронные системы позволяют значительно снизить влияние человеческого фактора на процесс измерения геометрии кузова. Подразделяются на контактные, оптические и лазерные.

Электронные линейки (контактные) сочетают преимущества механических и электронных измерительных систем. На рис 1.15 показана линейка Autorobot EzCalibre и примеры применения [3].

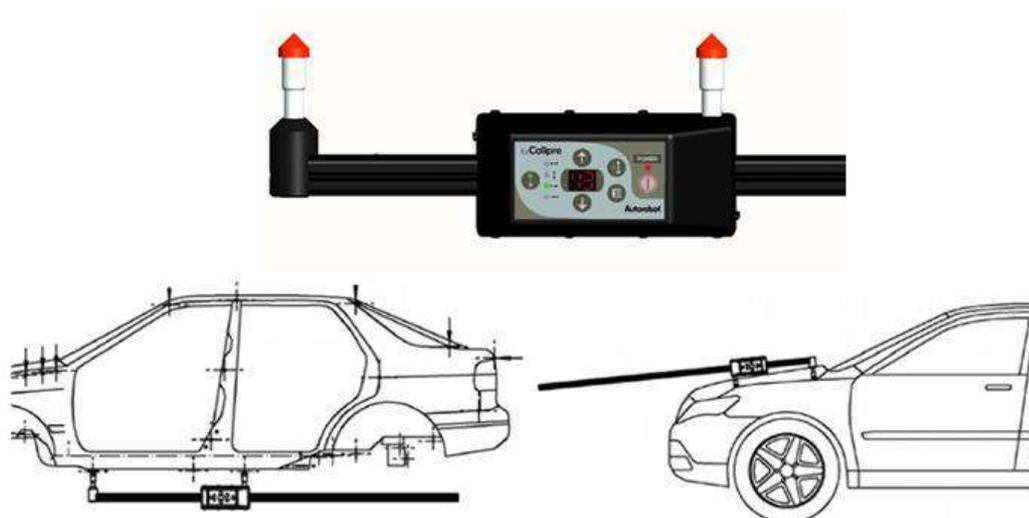


Рис. 1.15. Электронная измерительная линейка Autorobot EzCalibre

Электронная линейка позволяет проводить 3D-измерения – информация с датчиков длины и наклона линейки передается в установленную в компьютере измерительную программу беспроводным способом, посредством соединения WLAN (беспроводная локальная сеть). Быстрое прямое

соединение упрощает работу и исключает ошибки, возникающие от ручного ввода данных. Результаты замеров сразу видны на мониторе компьютера и на дисплее линейки EzCalipre. Линейка поставляется в комплекте с электронной базой данных, в которой содержатся технологические карты для проведения измерений координат контрольных точек (рис. 1.16) [15].

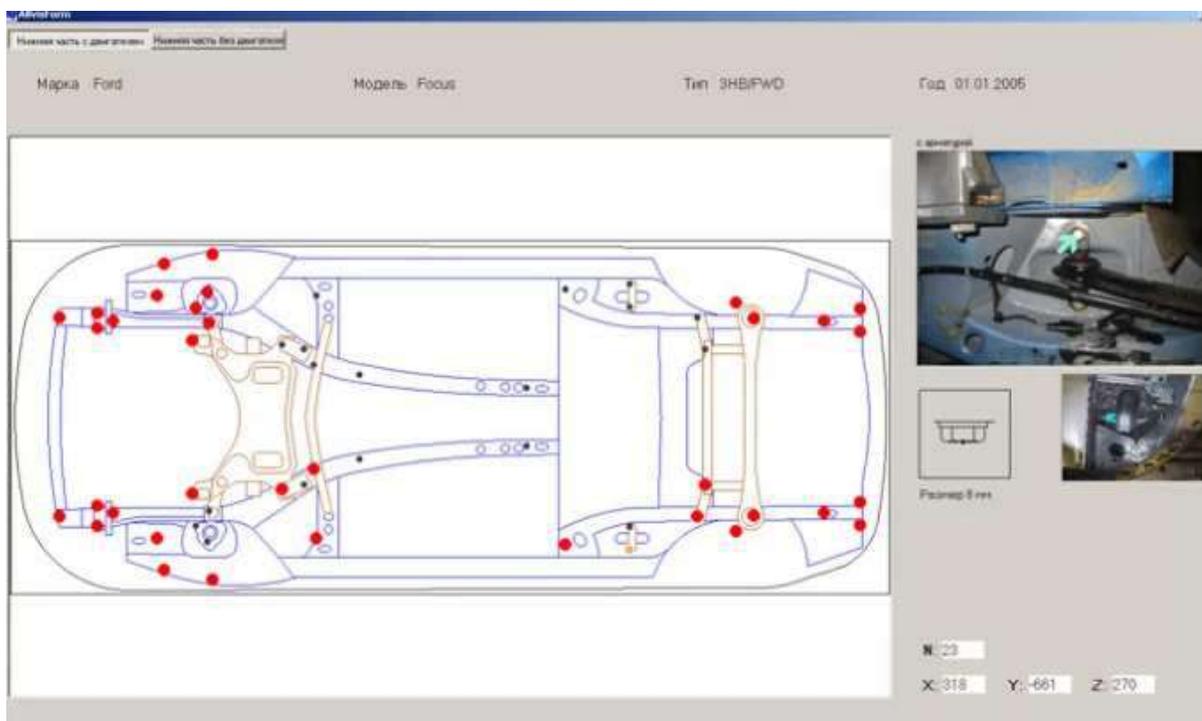


Рис. 1.16. Технологическая карта измерений

Оптические системы построены на принципе бинокулярного зрения: если в поле зрения двух камер оказывается четко различимый предмет, то получив фотографии с обеих камер, можно точно определить координаты предмета (рис. 1.17).

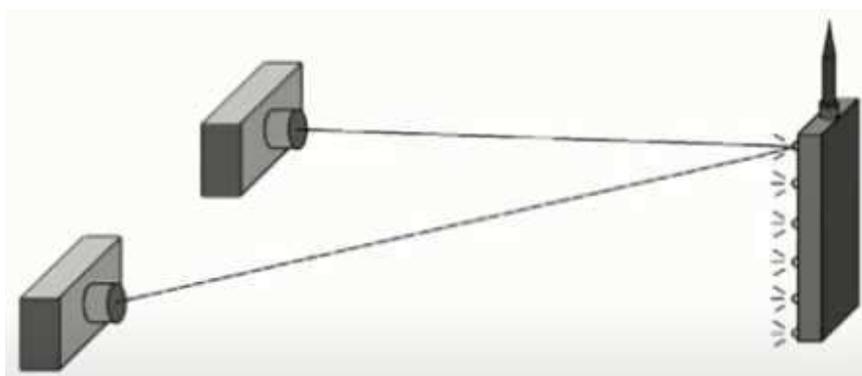


Рис. 1.17. Принцип бинокулярного зрения

В системе используется указка, на боковой поверхности которой расположены яркие светодиоды. Достаточно сфотографировать такую указку

двумя камерами, чтобы однозначно определить положение в пространстве каждого светодиода в отдельности, а, значит, всей указки в целом.

Работа измерительной системы заключается в определении стереопарой пространственного положения точки, к которой приложен щуп указки и занесением данных по данной точке в программу с наложением на спецификацию контрольных точек кузова аварийного автомобиля данной модели или по методу «симметрия» или «диагональ».

Недостатком системы является малая рабочая зона, в результате чего приходится проводить повторные измерения (рис. 1.18).

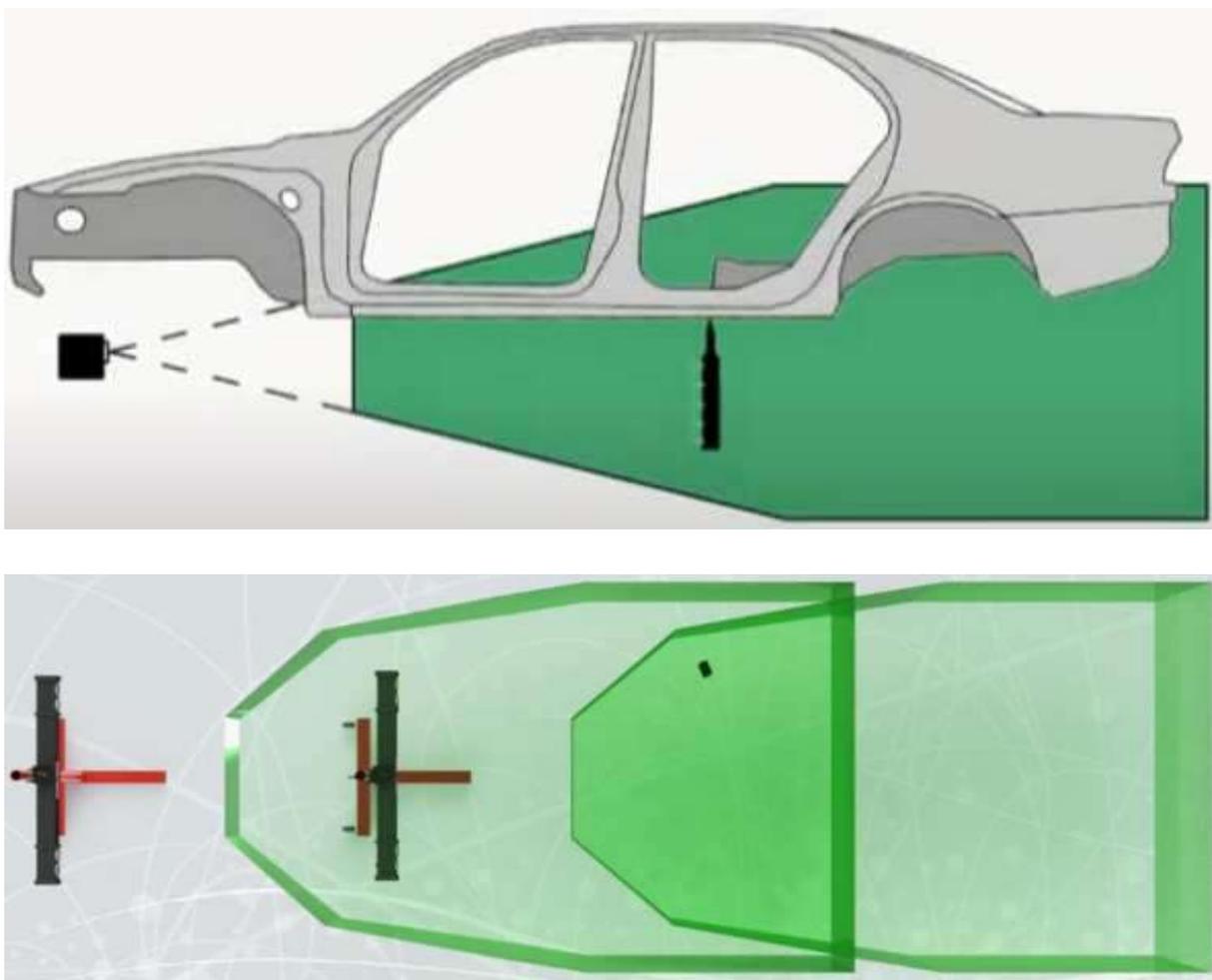


Рис. 1.18. Рабочая зона стереопары

Лазерные системы имеют в комплекте сканеры и отражатели с набором крепежных элементов (рис. 1.19). Сканер, снабженный четырьмя лазерами, подводится под любое место кузова автомобиля, причем высокая точность при монтаже излучателя и отражателей не требуется. Затем в соответствии с рекомендациями программы оператором стенда подбираются и устанавливаются крепежные элементы и с ними зеркала.

При работе сканера перемещающийся в горизонтальной плоскости луч, отражаясь от зеркал, поступает в приемник. Углы излучения и приема

фиксируются сканером, и при этом программа рассчитывает горизонтальные проекции положения контрольных точек кузова или рамы. Каждое зеркало имеет свой штрих-код (набор вертикальных черных полос), позволяющий его идентифицировать. При этом имеется возможность визуального контроля как имеющихся дефектов геометрических параметров кузова или рамы, так и процесса их восстановления [15].



Рис. 1.19. Лазерная измерительная система CHIEF GENESIS VECTOR:
1 - лазерный сканер, 2 - зеркала

В всех электронных системах результаты измерений выводятся в графическом и цифровом виде, а также могут быть сохранены для передачи владельцам автомобилей (рис. 1.20) [15].

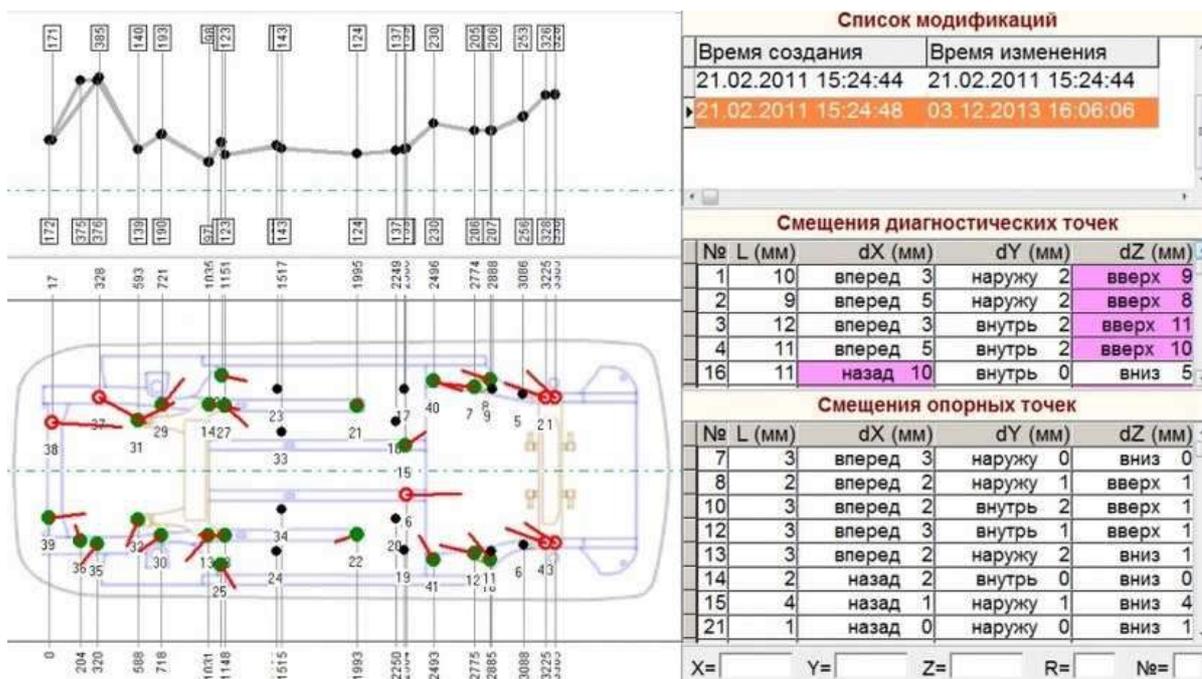


Рис. 1.20. Результаты замеров с указанием направлений смещений

1.3. Восстановление геометрии кузова

Возможные искажения геометрической формы кузова или рамы автомобилей устраняются с помощью различных стенов. На рис. 1.21 показан пример рихтовочного стенов для восстановления геометрических размеров кузова или рамы [3,15].



Рис. 1.21. Стенов для восстановления геометрических размеров кузова или рамы - стенов Autorobot XLS++

Стенов представляет собою стенов, на котором при помощи зажимов, фиксирующихся за отбортовки порогов, закрепляется автомобиль. Стенов по своему типу и устройству подразделяются на рамные (рис. 1.22), платформенные (рис. 1.23) и напольные (рис. 1.24) [16].



Рис. 1.22. Рамный стенов:

1 - анкерные зажимы для фиксации за пороги, 2 - отверстия для установки поперечных элементов измерительной системы, 3 - элементы для установки аксессуаров, 4 - силовая рама, 5 - мобильное силовое устройство

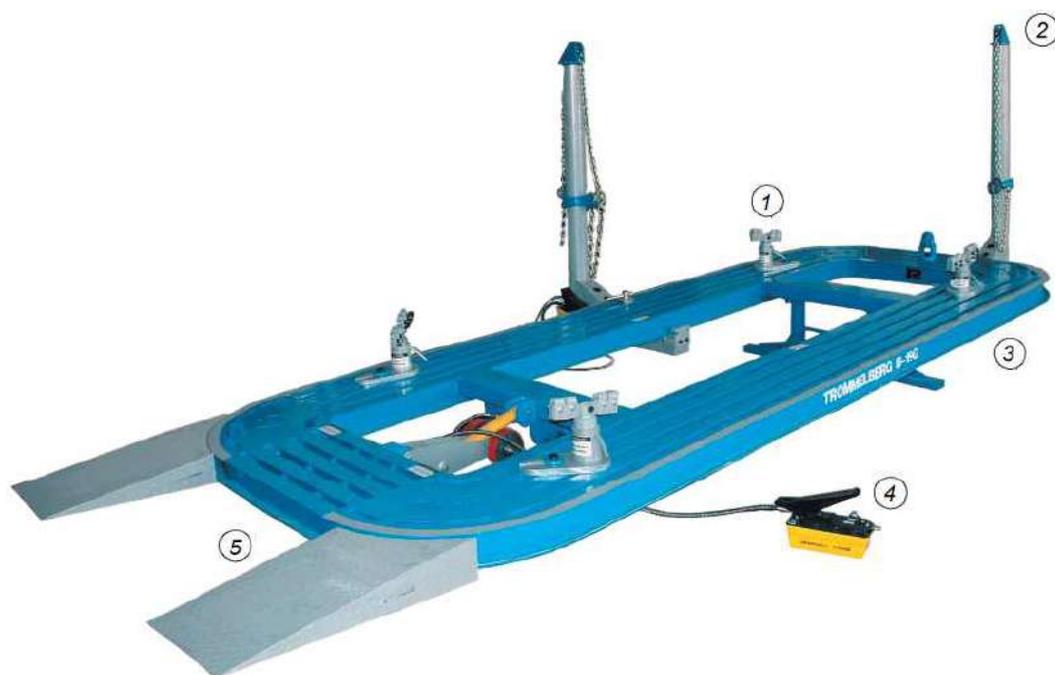


Рис. 1.23. Платформенный стапель:

1 - анкерные зажимы для фиксации за пороги, 2 - силовые башни, 3 - силовая платформа, 4 - подъемный насос, 5 - заездные аппарели

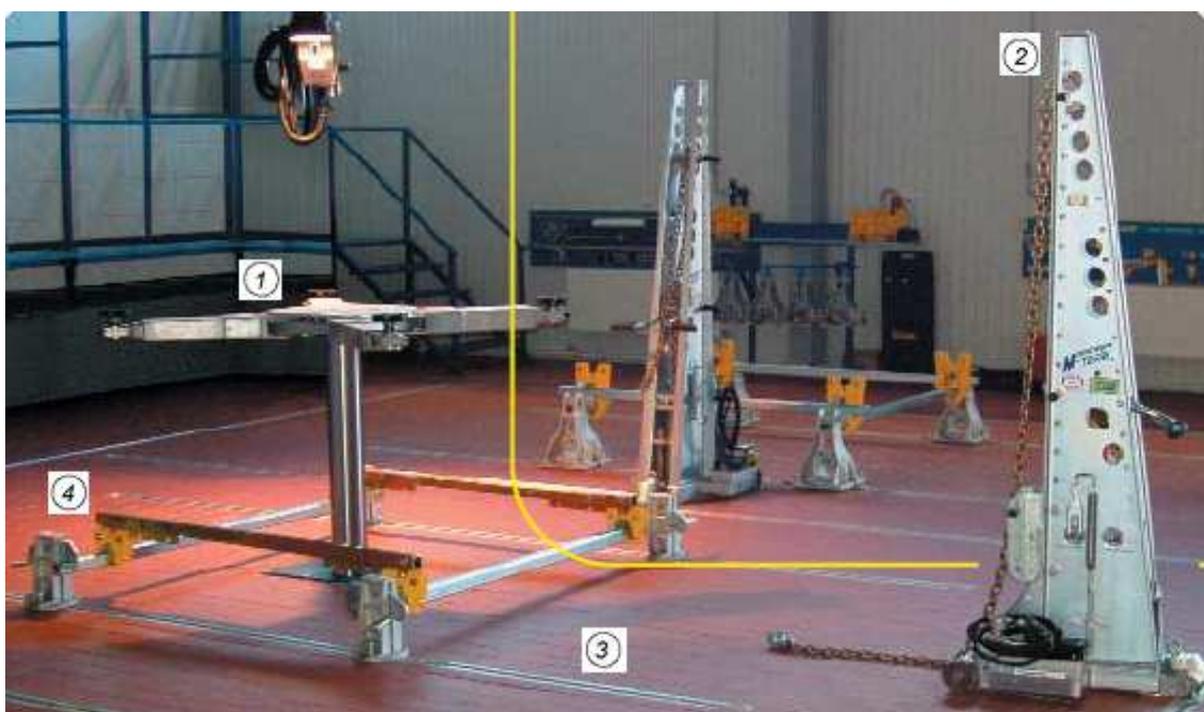


Рис. 1.24. Напольная рихтовочная система:

1 - подъемник, 2 - силовые башни, 3 – направляющие рельсы, 4 – анкерные зажимы

К стапелю закрепляется силовое устройство, обеспечивающее приложение усилия выправки элемента кузова в необходимом направлении. Силовые устройства, в свою очередь, подразделяются на рычажные (основ-

ное применение в рамных стапелях), башенного типа (платформенные стапели), векторные (рельсовые системы) [3,15].

Конструктивные варианты стапелей и их силовых устройств разнообразны. Выбор определенных моделей зависит от следующих факторов: весогабаритные характеристики и тип кузова (несущий/рамный) автомобиля, компактность стапеля, требования по его размещению в цехе - встраиваемый или перекатной, требования к мощности силового устройства.

В зависимости от технического состояния кузова или рамы применяют следующие способы ремонта:

- правка механическим воздействием (рихтовка, вытяжка) в холодном состоянии или с применением местного нагрева;
- вырезка разрушенной части детали с изготовлением ремонтной вставки и подгонки ее по месту;
- использование бывших в употреблении деталей, или блоков таких деталей, или части детали для замены поврежденного участка из выбракованных аварийных кузовов;
- замена поврежденной части кузова ремонтными вставками, изготовленными из номенклатуры запасных частей завода изготовителя (частичная замена);
- замена поврежденной детали или блока деталей запасными частями из номенклатуры завода изготовителя;
- сварка кузовных элементов в зависимости от конструкции узла, которую выполняют встык, внахлестку или с использованием промежуточной вставки [3].

1.4. Контактная сварка

Машины для сварки сопротивлением могут выполняться:

– **стационарными** для сварки отдельными точками или многоточечной сварки, роликовой сварки, стыковой сварки. Свариваемые детали перемещаются под машину, чтобы произвести на ней сварку;

– **переносными**, которые называют сварочными клещами. В этом случае свариваемые детали также закрепляют, а сварочная машина перемещается для установки в положение сварки. Портативные машины осуществляют только точечную сварку. При ремонте обычно применяют точечную сварку с помощью сварочных клещей [5,15,17].

Сварочную машину регулируют и устанавливают в рабочее положение. Концы свариваемых листов накладывают внахлестку, затем они устанавливаются между электродами и сжимаются. Между электродами пропускают низковольтный ток большой силы (рис.1.25).

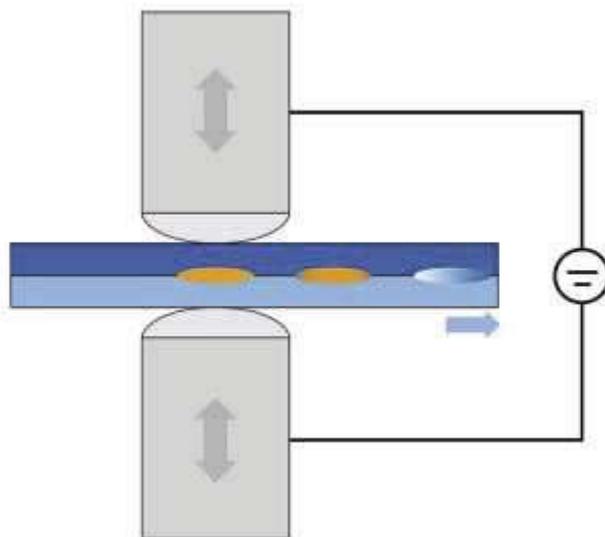


Рис. 1.25. Процесс точечной сварки

Металл, сжатый между электродами, представляет собой проводник электрического тока, обладающий определенным сопротивлением. Если производится сварка листов из мягкой стали толщиной 1 мм и диаметром сварной точки 4 мм, что дает площадь, равную $12,5 \text{ мм}^2$, то необходимая сила тока будет около 5000 А (при напряжении 4 В), а интенсивность или плотность тока будет 400 А/мм^2 сечения точки. Такая нагрузка вызывает быстрый нагрев листов. Однако максимальный нагрев происходит в плоскости контакта листов между собой, так как теплота, создаваемая в точках контакта с электродами, частично отводится в медь электродов, которые часто подвергаются охлаждению проточной водой. Металл свариваемых листов разогревается до плавления, которое мгновенно распространяется на всю его толщину. Однако реле времени, настроенное на момент включения тока, выключает электрический ток. Расплавленный сжатый металл образует сплошной стержень, который быстро затвердевает. По окончании затвердевания усилие сжатия листов можно снять. Небольшое углубление на поверхности листов определяет положение точки сварки.

Основными частями машины для точечной сварки независимо от ее типа являются:

- трансформатор тока, вторичная обмотка которого соединена с электродами. К вторичной обмотке подключается прибор для регулирования силы тока в соответствии с выполняемыми точками сварки;
- механизм сжатия электродов;
- прибор, обеспечивающий включение сварочного тока.

Момент выключения тока регулируется с помощью реле времени. Для облегчения сварочные клещи обычно состоят из двух частей, соединенных между собой гибким электрическим кабелем:

- сварочного зажима, состоящего из плеч держателей электродов и самих электродов, механизма сжатия электродов и трансформатора тока;
- шкафа управления, обеспечивающего регулирование силы тока вторичной обмотки и времени протекания сварочного тока.

У некоторых сварочных машин небольшой мощности, не требующих высокой точности, а также с целью снижения их стоимости шкаф управления отсутствует. В этом случае рабочий сам определяет время пропускания сварочного тока опытным путем [5,15].

Регулирование времени прохождения тока, а также силы тока вторичной обмотки обеспечивается посредством многопозиционного контактного переключателя. Регулировка усилия сжатия электродов осуществляется натяжением пружины с помощью гайки с накаткой, навинчиваемой на тягу управления подвижного электрода. Одно плечо держателя электрода является неподвижным, другое подвижное. Острия электродов имеют угол при вершине, приблизительно равный 120° . Конец электрода выполнен в форме усеченного конуса с плоской круговой поверхностью, диаметр которой выбирается равным диаметру сварочной точки и является функцией толщины свариваемых листов.

В процессе работы острия электродов раздавливаются, что приводит к увеличению их диаметра. Результатом этого является уменьшение концентрации тока сварки, приходящегося на 1 мм^2 площади. Следовательно, необходимо осуществлять постоянный контроль за состоянием электродов. Плоскость контакта электродов с листами следует многократно зачищать либо полотняной шлифовальной шкуркой, либо плоским напильником, которые слегка зажимаются между электродами и перемещаются возвратно-поступательно в направлении, перпендикулярном электродам.

Практичнее применить небольшой напильник, толщина которого соответствует толщине свариваемых листов. С помощью напильника удаляются налипы металла и других материалов, оседающих на остриях электродов. Далее правят диаметр острия путем опилования конической части. Из-за более сильного нагрева электродов быстрее сплющиваются острия электродов у сварочных клещей, не охлаждаемых водой.

Применяются два варианта расположения электродов:

- друг против друга. Электроды одновременно сжимают листы и создают точку сварки. При этом плечи держателей электродов и сами электроды могут иметь различные формы;
- параллельное (рядом друг с другом). Электроды опираются на одну сторону листа. Такие сварочные клещи называют двухточечными, так как они выполняют одновременно две точки сварки. Электрический ток частично проходит по верхнему листу, являясь током утечки, не

производящим сварку. Другая часть тока течет по нижнему листу и называется рабочим током, производящим сварку. При необходимости применяют контрэлектрод из массивной медной пластины, которую устанавливают в нижней части листов. Контрэлектрод поддерживает и облегчает протекание сварочного тока.

В большинстве случаев производится точечная сварка листов из мягкой стали. В равной степени можно сваривать коррозионно-стойкие стали, латунь и легкие сплавы. При достаточной мощности сварочного аппарата можно производить сварку круглых стальных прутков, прутков крестообразного сечения или других профилей. Необходимо, чтобы металлы могли деформироваться, чтобы их можно было установить друг относительно друга, исключая тем самым получение двух элементов литьем. Желательно, чтобы металлы на сопрягаемых поверхностях были зачищены и обезжирены. Нормальное напряжение сварки в несколько вольт настолько слабое, что даже тонкий слой краски (а в некоторых случаях – даже мела) является достаточным препятствием прохождению электрического тока.

При ремонте окрашенных листовых деталей их зачищают до металла. Чтобы свариваемые металлы были надежно установлены друг относительно друга, их следует удерживать в закрепленном состоянии с помощью струбцин или ручных тисков, так как рычаги сварочных клещей не обладают большой жесткостью. Такое крепление разгружает сварочные клещи от большого усилия для обеспечения сжатия.

Как и во всех других процессах сварки, сначала необходимо произвести регулировку сварочного аппарата, а после этого производить сварку.

Речь идет об обычных сварочных аппаратах, в которых производится регулировка следующих параметров:

- усилия сжатия;
- силы сварочного тока;
- времени сварки.

Регулировка усилия сжатия клещей. Если свариваемые черные металлы имеют чистые поверхности, то нет необходимости прикладывать очень большие усилия сжатия, за исключением случаев, когда время сварки маленькое. Если металлы недостаточно хорошо зачищены, надо увеличить усилие сжатия.

При работе со сварочными клещами усилие сжатия определяется вручную, что требует большого практического опыта. Однако на стационарных сварочных аппаратах, пневматических или гидравлических, эти усилия показаны цифрами.

Можно применять большую **силу тока**, если свариваемые черные металлы хорошо зачищены и плотно прилегают друг к другу. Если металлы

плохо зачищены, следует уменьшить силу сварочного тока, компенсируя это увеличением усилия сжатия и времени сварки.

Время сварки. Для хорошо очищенных и подогнанных металлов принимают очень небольшое время сварки. Если же металлы недостаточно хорошо зачищены, то время сварки увеличивают, компенсируя его одновременно соответствующим регулированием силы сварочного тока и усилия сжатия.

При использовании наиболее простых сварочных клещей, время сварки приблизительно определяется сварщиком, который включает, а затем выключает контактный переключатель. Если сварочные клещи снабжены шкафом управления, то предварительное регулирование времени прохождения тока производится с помощью реле времени. Включение тока осуществляется с помощью контакта, управляемого рычагом механизма сжатия в процессе сварки. Однако остановка процесса сварки производится автоматически по истечении установленного времени прохождения тока [5,15,17].

Раньше сварку сопротивлением производили с большим временем прохождения тока, что приводило к сильному нагреву деталей и их деформации. В настоящее время существует тенденция к уменьшению времени сварки, что снижает нагрев соседнего со сварными точками металла и уменьшает деформацию. Время сварки измеряется долями секунды.

Если сила тока и время прохождения тока отрегулированы правильно, то при отключении сварочного тока поверхность наиболее тонкого из свариваемых листов на короткое время слегка краснеет. Если покраснение металла сохраняется более длительное время, значит, что время прохождения электрического тока слишком большое (либо очень большая сила тока).

Выполнение сварки производится в три этапа.

1. Стыковка – свариваемые листы зажимаются между двумя электродами. Имеется возможность подгонки их расположения.

2. Сварка – электрический ток пронизывает толщину свариваемых металлов в течение определенного времени, необходимого для плавления стержня металла.

3. Прессование – после выключения электрического тока усилия сжатия продолжают действовать на затвердевающий металл и при охлаждении.

Прессование необходимо производить при увеличении усилия сжатия. Сварочные клещи не позволяют обеспечить такого прессования, но могут удержать усилие сжатия, предотвращающее нарушение точки сварки. Действительно, при снятии сжимающего усилия листы стремятся сдвинуться друг относительно друга. Если же усилие сжатия снимается в

тот момент, когда металл сварной точки жидкий или пастообразный, то происходит разрушение точки сварки. При точечной сварке необходимо точно определить расстояние между последовательно расположенными по одной линии точками, т. е. шаг сварки, и расстояние между осью точки сварки и краем листа.

Использование дорогостоящих многофункциональных сварочных станций не всегда экономически целесообразно, сфера их применения ограничена и зависит от загрузки и видов работ на сервисе. Поэтому выпускаются аппараты с меньшим набором функций - **споттеры** (рис. 1.26). Значительную часть операций по выправке вмятин навесных панелей кузова можно осуществить методом односторонней приварки.



Рис. 1.26. Споттер GS-7000

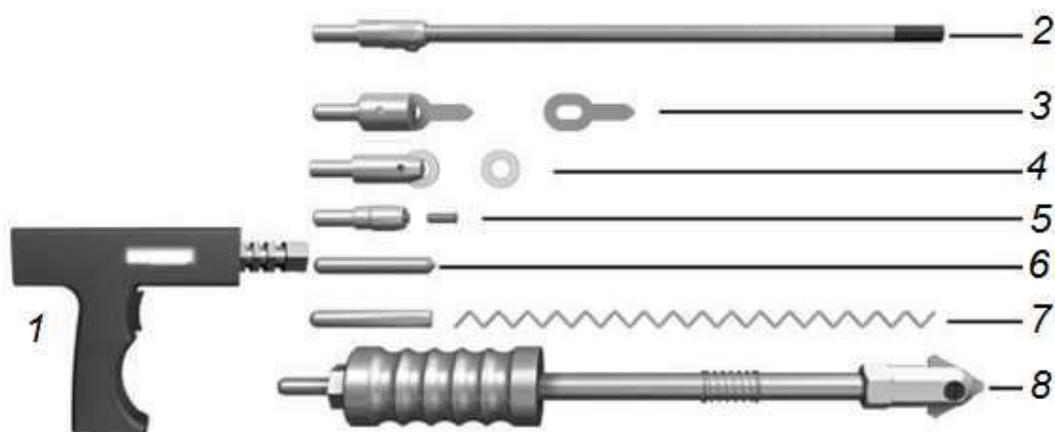


Рис. 1.27. Принадлежности споттера:

1 - сварочным пистолет, 2 - угольный электрод, 3 - приварочные шайбы с петлями, 4 - приварочные круглые шайбы, 5 - приварочные винты, 6 - электрод для односторонней сварки, 7 - волнообразная приварочная проволока, 8 - обратный молоток для использования со сварочным пистолетом

Благодаря автоматизации управления и наличию широкого ряда принадлежностей, споттер позволяет очень точно проводить выправку самых различных повреждений листовых панелей кузова.

Выправка производится методом приварки определенных расходных элементов, при этом используются различные принадлежности, как правило, находящиеся в комплекте (рис. 1.27) [3,15].

Метод контактной сварки является одним из самых эффективных и быстрых способов кузовного ремонта за последние годы. Он позволяет быстро и без существенных затрат производить кузовной ремонт, точечную сварку металла, фиксирование деталей и укрепление тонколистового металла.

На рис. 1.28 представлено крыло автомобиля, повреждённое от удара тупым предметом в процессе транспортировки [15].



Рис. 1.28. Повреждение тупым предметом

Технологический процесс выглядит следующим образом.

1. Сначала необходимо зачистить место повреждения до металла при помощи специального круга.

2. Также необходимо зачистить место, куда будет подсоединён провод на массу.

3. Далее поверхность очищается сжатым воздухом и выбирается нужный способ выравнивания поверхности.

Возможны два способа выравнивания с применением аппаратов контактной сварки: методом обратного молотка и при помощи тянущего приспособления.

В первом случае шайбы (их использование возможно до 4...5 раз) привариваются к зоне повреждения и мастер добивается ровной поверхности, контролируя рукой результаты работы (рис. 1.29, 1.30).



Рис. 1.29. Шайбы для обратного молотка



Рис. 1.30. Выравнивание в режиме обратного молотка

При узких и длинных вмятинах используется тянущее приспособление и шайбы с петлями (рис. 1.31, 1.32).

Специальные петли привариваются к поверхности вмятины. Расстояние между ними составляет 10 мм. В шайбы вставляется штифт и при помощи тянущего приспособления вмятина вытягивается.



Рис. 1.31. Шайбы с петлями

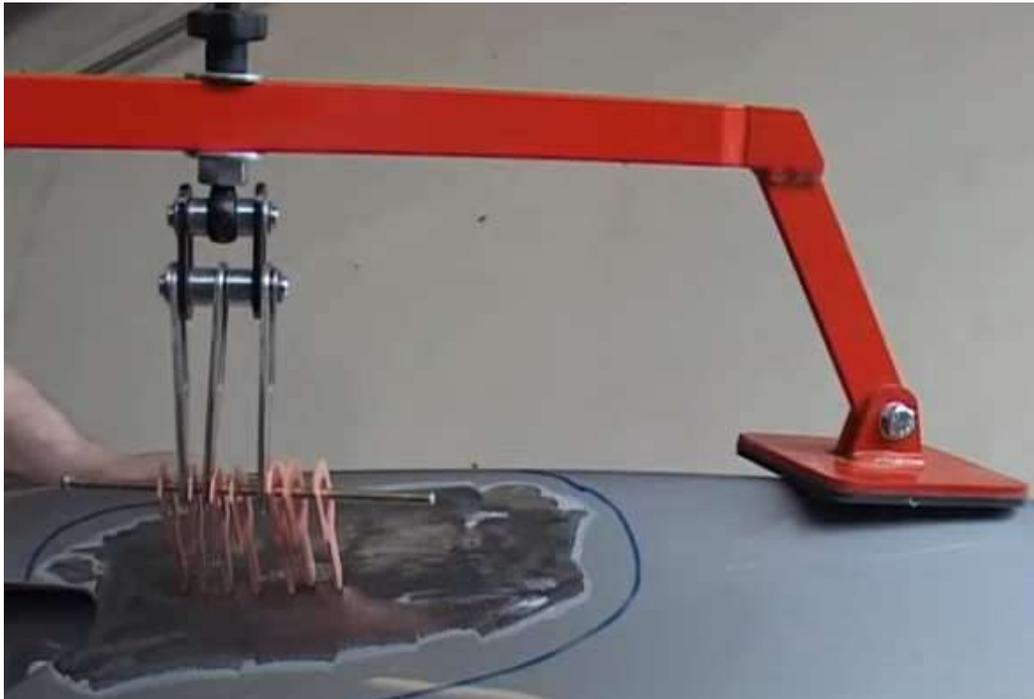


Рис. 1.32. Выравнивание тянущим приспособлением

Шайбы удаляются скручивающим движением. Использовать их можно 3...4 раза. В случае возникновения выпуклостей металл осаживается специальным электродом, установленным в пистолет сварочного аппарата (рис. 1.33). Работа проводится круговыми движениями.

Кроме того, при помощи пистолета возможно приваривать к кузову различную фурнитуру. К примеру, болтики для крепления подкрылок (рис. 1.34). Для этого болтик заряжается в пистолет, а на аппарате выставляется соответствующий режим [3,15].



Рис. 1.33. Осаживание металла

Среди инструментов, которыми оснащён сварочный аппарат, имеются пневматические клещи, которые сжимаются под давлением воздуха и позволяют осуществлять точечную сварку кузовных деталей (рис. 1.35).



Рис. 1.34. Приваривание фурнитуры



Рис. 1.35. Пневматические клещи

При сварке встык зазор между кромками не должен превышать 1,5 диаметра сварочной проволоки. Сварку внахлестку осуществляют точечным, прерывистым или сплошным швом с перекрытием краев 10-20 мм. Сварку промежуточной вставки производят в соответствии с применяемым способом ее соединения (встык или внахлестку). Сварные швы на лицевых поверхностях панелей кузова зачищают до основного металла (допускается наличие сварочных швов на закрытых поверхностях, не мешающих монтажу деталей).

При сварке поврежденных мест рамы следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- обработать при помощи отрезной машинки трещину и поверхность вокруг нее. Шлифовать необходимо до удаления краски с поверхности металла, а также до того момента, как станет возможно визуально

определить расположение концов имеющейся трещины. Затем следует разделить края трещины таким образом, чтобы при дальнейшем ее заваривании сварной шов проварил всю толщину профиля;

- для того, чтобы остановить возможный дальнейший рост трещины, необходимо на ее краях просверлить сквозные отверстия сверлом с диаметром примерно 10 мм;

- заварить обработанную ранее трещину сплошным швом;

- обработать при помощи отрезной машинки поверхность заваренной ранее трещины. Шлифовать необходимо до выравнивания зоны сварки с поверхностью окружающего металла. Заглублять не рекомендуется;

- изготовить пластину специальной формы (только в виде ромба) для усиления заваренной ранее трещины. Следует отметить, что профиль поверхности пластины должен совпадать с профилем поврежденного участка. Приварить эту пластину сверху.

Для сварки тяг или сложных профилей также есть рекомендации:

- в случае сварки труб или сложных профилей необходимо сначала зафиксировать концы предварительно подготовленных к сварке деталей в кондукторе. Затем необходимо выполнить сварку;

- после проведения ремонта в образованных скрытых полостях необходимо провести противокоррозионную обработку [3,15].

Сварочные полуавтоматы MIG/MAG обеспечивают сварку сталей (в том числе нержавеющей) и алюминиевых сплавов автоматически подаваемой электродной проволокой в среде защитного инертного (аргона или гелия) или активного (углекислого) газа. Данный метод сварки широко применяется в сфере кузовного ремонта автомобилей, так как характеризуется простотой использования, минимальным нагревом свариваемых элементов, высоким качеством шва. Кроме того, он позволяет вести работы в любом пространственном положении [3,13,15].

Процесс сварки плавящимся электродом в среде защитного газа происходит за счет электрической дуги, возникающей между проволокой-электродом и свариваемыми металлами. Проволока одновременно является и электродом и присадочным материалом.

В зависимости от вида защитного газа реализуются три метода сварки:

- 1) *MIG (Metal + Inert Gas)*, он требует применения аргона или гелия;
- 2) *MAG (Metal + Aktiv Gas)*, здесь используется углекислый газ;
- 3) *MIG / MAG* с использованием смеси газов – аргона и двуокиси углерода, например, для сварки стальных листов требуется 80% аргона и 20% углекислого газа.

Сварочные полуавтоматы типа *MIG*, *MAG* и *MIG / MAG* выпускаются в отдельном корпусе, внутри которого размещены: привод подачи проволоки, источник сварочного тока и блок управления (рис. 1.36).

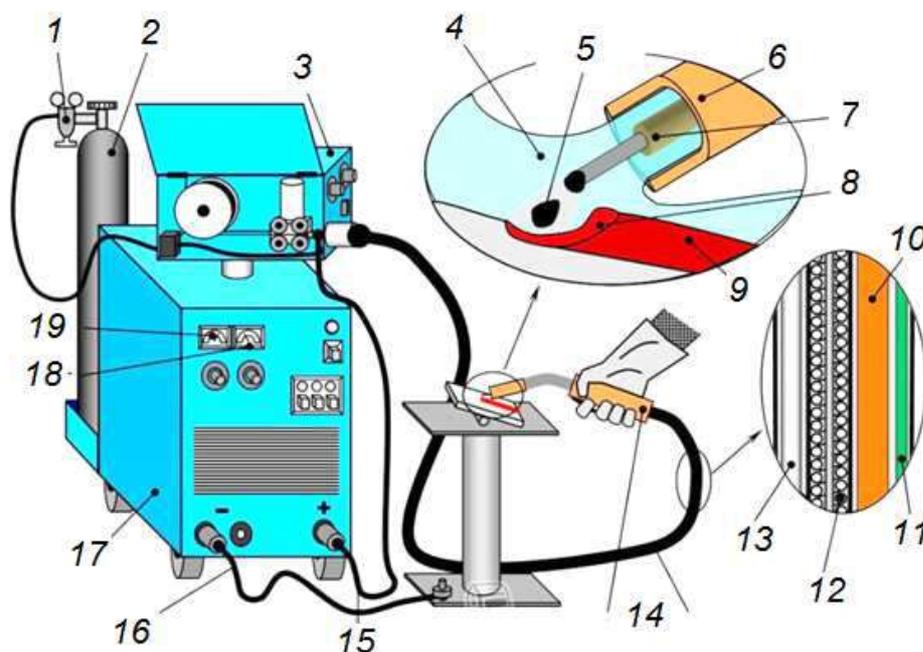


Рис. 1.36. Сварочные аппараты для сварки плавящимся электродом в среде защитного газа: 1 - газовый редуктор, 2 - баллон с защитным газом, 3 - подающий механизм, 4 - защитный газ, 5 - капля жидкого металла, 6 - газовое сопло, 7 - контактный наконечник, 8 - сварочная ванна (жидкий металл), 9 - сварной шов, 10 - сварочный кабель, 11 - шланг защитного газа, 12 - направляющая, 13 - кабель управления, 14 - сварочная горелка с кабелем, 15 - электродный кабель, 16 - обратный кабель, 17 - источник питания, 18 - вольтметр, 19 - амперметр

Проволока с бобины сматывается принудительно вращающимися роликами. Вращение роликов осуществляет мотор-редуктор с автоматически регулируемой скоростью в зависимости от вида свариваемых металлов, толщины проволоки и вида защитного газа [3,4].

1.5. Ремонт вмятин без окраски

Технология по выправлению вмятин без покраски *Painless Dent Repair* (PDR) была изобретена на заводе *Mercedes-Benz* в 1952 году. Её изобретателем был О. Флайг (*Oskar Flaig*) [14,16].

Впервые данная технология была продемонстрирована на автомобильных выставках *Genfer Autosalon* в Америке и *IAA Frankfurt* в Германии. О. Флайг ночью убирал вмятины на автомобилях *Mercedes-Benz*, которые появлялись от посетителей в ходе выставки за день.

Суть данной технологии в том, что мастер, прошедший специальное обучение и обладающий необходимым комплектом инструмента, может восстановить поверхности элементов кузова, не прибегая к жестяным и покрасочным работам. В процессе удаления повреждения специальными рычагами различной конфигурации применяется давление на внутреннюю поверхность металла. Также применяются различные методы подтяжки металла с внешней стороны.

Позднее было налажено производство специализированных инструментов для PDR-выравнивания, а также появились компании, которые осуществляли удаление повреждений с кузова этим методом.

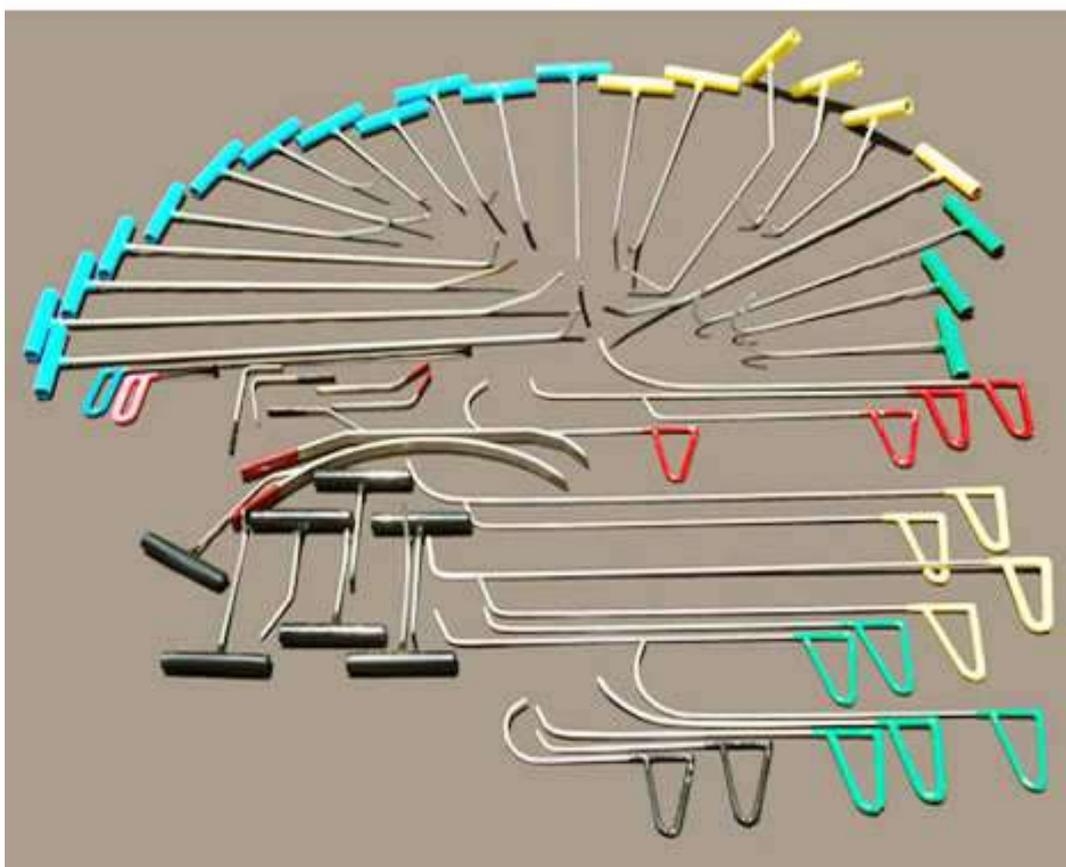


Рис. 1.37. Набор рычагов PDR

В комплекте инструментов обязательно присутствует светильник с рассеивателем, который позволяет оценить размеры, глубину вмятины, а также состояние лакокрасочного слоя. Ремонт проводится с помощью крючков, которыми выдавливается вмятина изнутри наружу (рис. 1.37), и клеевой системы (рис. 1.38), позволяющей исправить геометрию детали с ее наружной стороны, если нет доступа к внутренней [15,17].

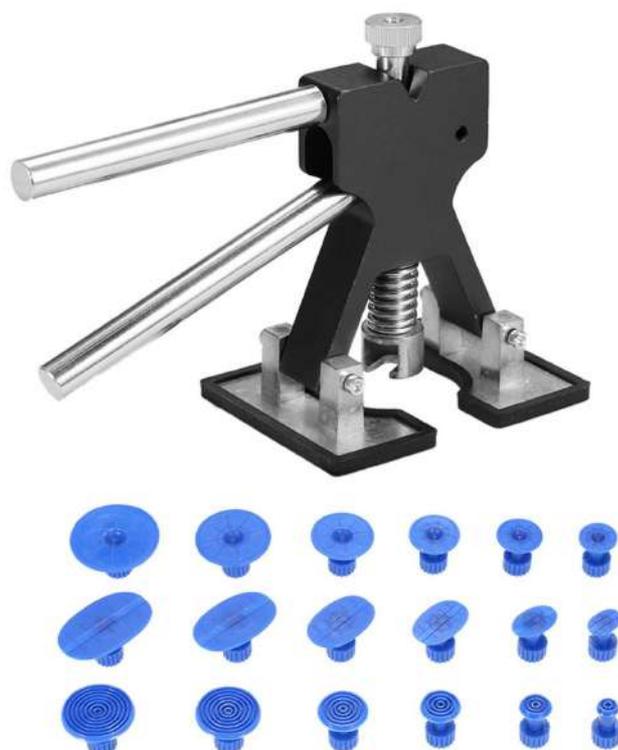


Рис. 1.38. Минилифтер с набором пистонов для приклеивания

Основные преимущества технологии PDR:

- сохранение оксидной пленки на металлических деталях, что предохраняет его от поражения коррозией, особенно в скрытых полостях;
- сохранение целостности заводского покрытия, благодаря чему удастся сэкономить на процедуре покраски, а также в дальнейшем выставить автомобиль на продажу по более высокой цене;
- оперативное удаление вмятин.

Удаление вмятин без покраски по современной технологии PDR, к сожалению, нельзя назвать универсальным. Существуют некоторые ограничения по ее применению, связанные с характером и расположением вмятин, а также особенностями кузова авто и состоянием его лакокрасочного покрытия. К ограничениям первого типа можно отнести следующие:

- повреждения кромки багажника, капота, дверей, так как доступ внутрь этих деталей практически невозможен;
- автомобильные пороги, за исключением лишь тех вмятин, у которых нет острых заломов;
- стойки крыши с острыми заломами;
- перекося кузова и ремонт повреждений от не прямых ударов.

Также нецелесообразно прибегать к PDR-выравниванию, если кузов или его элементы соответствует одному из следующих пунктов:

- очень сильно повреждены;

- нарушена целостность заводского лакокрасочного покрытия, так что не обойтись без дальнейшей покраски;
- имеющийся лакокрасочный слой недостаточно прочный и может не выдержать механического воздействия PDR-инструментов;
- автомобиль произведен более 15 лет назад;
- ранее уже производился ремонт с применением традиционной рихтовки, шпатлевки и покраски.

Иногда даже при повреждении лакокрасочного слоя можно вернуть деталь к первоначальному виду при помощи восстановительной полировки. Если же в районе вмятины есть следы коррозии, а само повреждение довольно большое и глубокое, лучше прибегнуть к традиционной рихтовке и последующей покраске [15].

1.6. Ремонт пластмассовых деталей

В современном автомобиле присутствует множество элементов, изготовленных из пластмассы [3,16].

Полимеры (от греч. *polys* – многочисленный, обширный и *meros* – доля, часть) - вещества, молекулы которых состоят из большого числа повторяющихся звеньев.

Пластические массы (пластмассы, пластики) – материалы, представляющие собой композицию, связующую основу которой составляет полимер. Они могут содержать наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, пигменты и др. В зависимости от характера превращений, происходящих в полимере при формовании изделий, они подразделяются на термопласты и реактопласты. Для производства пластиковых бамперов используются оба вида пластмассы.

Термопласты (термопластичные пластмассы) – материалы, сохраняющие способность многократно плавиться при нагревании. Поэтому детали, изготовленные из термопласта, **поддаются сварке**.

Реактопласты (термореактивные пластмассы) – материалы, в которых при формовании изделия происходят необратимые химические реакции, приводящие к потере способности плавиться при нагревании. Они стойки к растворителям или незначительно набухают под их воздействием. Детали из этого вида пластмасс **НЕ поддаются сварке**.

Адгезия (от лат. *adhaesio* – прилипание) – способность одного материала удерживаться на другом при различных механических и климатических воздействиях. Например: лакокрасочного покрытия на стали, клея на пластмассе и т.д.

Различают следующие виды повреждений пластиковых деталей.

Царапины – несквозные дефекты поверхности в виде борозд. Бывают поверхностные – нарушающие только ЛКП, и глубокие, из-за значительной глубины которых при дальнейшей эксплуатации возможно образование трещин.

Вмятины – изменение формы поверхности (деформация) из-за местного растяжения пластмассы.

Трещины – узкие сквозные повреждения различной длины и конфигурации. Они не только снижают прочность и жесткость конструкции, но и увеличивают свою длину ("растут") под действием вибрации.

Проломы – сквозное разрушение, при котором происходит отламывание фрагментов и образуется отверстие.

Перед ремонтом необходимо определиться к какому типу пластмасс принадлежит материал, из которого изготовлена наша деталь. Полимер обозначают с помощью буквенного кода на внутренней стороне детали (рис. 1.39).



>PP+EPDM-TD15<

PP+EPDM - обозначение типа пластмассы
TD - наполнители или усилители
15 - доля наполнителей или усилителей

>PA66-GF33<

PA - обозначение основного компонента пластмассы
66 - вариант основного компонента
GF - наполнители или усилители
33 - доля наполнителей или усилителей

Детали кузова	Тип пластика
Бампер	PP, PP+EPDM, ABS, PC, RIM PU
Сидения	PUR, PP, PVC, ABS, PA
Панель приборов	PP, ABS, SMA, PPE, PC
Топливная система	HDPE, POM, PA, PP, PBT
Кузов и кузовные панели	PP, PPE, UP, ABS/MAT
Подкапотные компоненты	PA, PP, PBT
Внутренняя отделка салона	PP, ABS, PET, POM, PVC
Электрические компоненты	PP, PE, PBT, PA, PVC
Внешние пластиковые элементы кузова	ABS, PA, PBT, POM, ASA, PP
Светотехника	PP, PC, ABS, PMMA, UP
Обшивка салона	PVC, PUR, PP, PE
Бачки для жидкостей	PP, PE, PA

Рис. 1.39. Обозначение полимера

Как наиболее часто встречающиеся можно выделить следующие типы полимеров:

- **ABS** – акрилонитриловый бутадиен стирол,
- **PA** – полиамид,
- **PC** – поликарбонат,
- **PE** – полиэтилен,
- **PP** – полипропилен,
- **PP/EPDM** – полипропиленовая/ этилен-пропиленовая резина,
- **PC/PBT** – поликарбонат/терефталат полибутилена,
- **PBT/PC** – терефталат полибутилена/ поликарбонат,
- **PUR** – полиуретан,
- **GF** – усиленный стекловолокном.

От характера повреждения детали и ее материала зависит способ ремонта. Если царапины неглубокие и нарушают только ЛКП, ремонт сводится к восстановлению внешнего вида. Глубокие царапины зашпаклевают перед покраской. В тех случаях, когда из-за значительной глубины повреждения при дальнейшей эксплуатации возможно образование трещин, дефект подвергают сварке или склеиванию.

Ремонт нагревом используется для устранения вмятин на термопласте. После постепенного прогрева деформированной поверхности (желательно чтобы температура не превышала 200 градусов), прикладывается механическое усилие до восстановления первоначальной формы изделия. Не рекомендуется откладывать ремонт, особенно в теплое время, так как пластмассе будет сложнее придать первоначальную форму.

Склеивание – это процесс создания неразъемного соединения за счет адгезии клеящего состава (клеевой композиции) к соединяемым деталям. Ремонт склеиванием не менее распространен, чем сварка, и является единственно возможным способом ремонта изделий из термореактивных пластмасс. Использование современных клеевых композиций позволяет ремонтировать как термопласты, так и реактопласты.

Клеевые композиции (клеи) для ремонта пластмассовых деталей представляют в своем большинстве высокомолекулярные соединения, которые после затвердевания превращаются в полимерный материал.

Правильный выбор клея необходим для высокого качества ремонта. Это обеспечит лучшую адгезию клеевой композиции к данному типу пластика и одинаковые физические свойства материалов бампера и шва после его отверждения. Для проверки желательно производить контрольное склеивание.

При склеивании двух частей детали важно правильно создать замок: края трещины стачиваются под 45 град (рис. 1.40) [15].

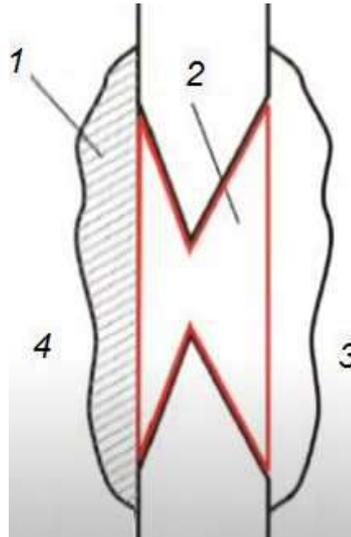


Рис. 1.40. Замок склеивания деталей: 1 - удаляемые излишки, 2 - замок, 3 - внутренняя сторона, 4 - внешняя сторона

Сначала обрабатывают внутреннюю сторону трещины, чтобы замок не разошелся. При обработке краев трещины используют абразив Р80.

Далее шлифовальной машинкой с кругом Р180 доводят края трещины и снимают старое ЛКП на 5...6 см с каждой стороны. Обработку пластика нельзя проводить на высоких оборотах, так как это влечет за собой перегрев и деформацию.

Перед нанесением шпатлевки поверхность обезжиривается. При этом необходимо давать обезжиривателю испариться, так как пластик способен впитывать некоторые фракции.

Помимо волокнистых армирующих сеток (рис. 1.41) существуют металлические сетки, которые применяются при скреплении отколовшихся элементов.

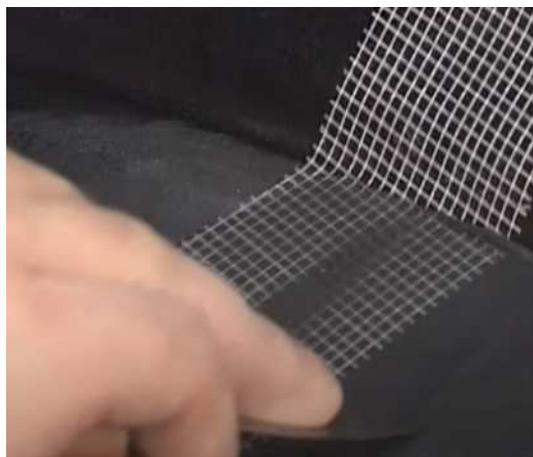


Рис. 1.41. Нанесение шпатлевки на мягкую армирующую сетку

Шлифование шпатлевки проводится в три этапа: P180-P240-P360 [15].

Сварка пластмасс – процесс получения неразъемного соединения фрагментов (осколков) поврежденного участка путем их местного сплавления. Сварка – более прочный способ ремонта, чем склеивание, поэтому она предпочтительнее для изделий из термопластов.

Можно выделить три типа нагрева (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Параметры нагрева пластмасс при сварке

Тип материала	Температура плавления, град.	Температура разрушения пластика, град.	Рекомендуемая температура сварки, град.
<i>ABS</i>	350	380-400	350-370
<i>PA</i>	400	450-470	400-440
<i>PC</i>	350	380-400	350-370
<i>PP</i>	300	350-370	300-340

1. Нагрев до температуры пластичности – материалу можно придать определенную форму, изгиб в нужном направлении.

2. Нагрев до температуры плавления – можно сваривать поврежденные участки, добавлять недостающие вставки.

3. Нагрев до температуры разрушения – материал после этого остынет и внешне вам даже будет казаться, что процесс пайки увенчался успехом, однако шов будет хрупким и будет содержать продукты разложения пластмассы, что естественно скажется на его прочности.

Деталь зачищают по обе стороны от будущего сварного шва на ширину 15 мм. Концы трещин засверливают для предотвращения их роста, а кромкам придают V-образный профиль с углом 90° глубиной до 5 мм специальной фрезой (рис. 1.42).



Рис. 1.42. Подготовка к свариванию

Подбирают присадочные прутки из пластика соответствующего состава – идентичного материалу детали. Желательно производить пробную сварку для проверки однородности (совместимости) материалов прутка и детали, а также для подбора температуры нагрева, скорости перемещения фена и усилия вдавливания.

В течение 5...10 минут прогревают фен, чтобы температура горячего воздуха стабилизировалась. Обломки проще всего закрепить в нужном положении при помощи специальных струбцин-прищепок. Чтобы облегчить начальную стадию сварки, нужно заострить конец прутка (рис. 1.43).

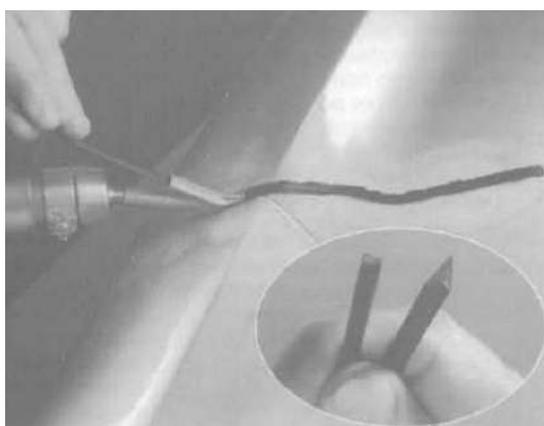


Рис. 1.43. Подготовка сварочного прутка

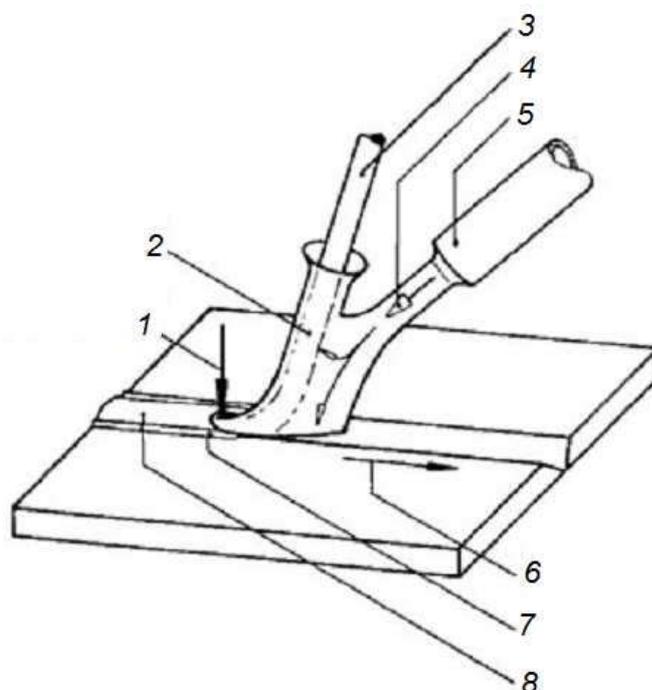


Рис. 1.44. Приспособление для сварки пластмасс:

1 - прижим прутка носиком сопла, 2 - сопло быстрой сварки, 3 - сварочный пруток, 4 - горячий воздух, 5 - аппарат горячего воздуха, 6 - направление сварки, 7 - грат, 8 - сварной шов

При сварке нужно наклонить пруток под углом 45° (или использовать насадку для быстрой сварки) и придавливать его в сторону шва с усилием. Поток горячего воздуха направлять больше в сторону прутка припоя.

Термопласты не имеют явно выраженной точки плавления, а постепенно переходят из твердого состояния в вязкотекучее. Поэтому для получения сварного шва необходимо упереть пруток в зону плавления и после размягчения пластика вдавить в шов до требуемого сечения. Для сохранения первоначальных свойств пластика нагрев при сварке должен быть кратковременным и производиться потоком воздуха строго определенной температуры [3,16].

Сварку проводят в два этапа. Сначала скрепляют края поврежденного участка с помощью предварительной (скрепляющей) сварки. Она позволяет зафиксировать взаимное положение соединяемых фрагментов и исправить их небольшую деформацию. Для облегчения операции используют струбцины. Скрепляющая сварка выполняется короткими швами (прихватками) по всей длине будущего соединения. После нее производят окончательную сварку. Получаемый шов должен незначительно возвышаться над свариваемой поверхностью и быть гладким.

В зависимости от характера повреждения и доступности места ремонта сварку производят с внутренней или лицевой стороны. При толщине стенки 5 мм и более с двух сторон. После того как место сварки остынет производят окончательную доводку и подготовку под покраску - шлифованием (P100-120, потом P180, доводка P320), шпаклеванием (специальной шпатлевкой для пластмассы) [3,15,16].

2. ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНОЙ ОКРАСКИ

2.1. Шпатлевание и шлифование

Шпатлевки получили широкое применение в конце 50-х годов. Ранее для ремонт вмятин и выравнивания поверхностей использовали легкоплавкие припой. Сначала деталь рихтовали при помощи молотка и подкладного штампа (ранее это было допустимо, так как кузовные панели были значительно толще), затем повреждения заливали доведенным газовой горелкой до жидкого состояния припоем, а окончательную подгонку по форме выполняли специальными напильниками (рис. 2.1) [6,10,11,17].



Рис. 2.1. Заливка повреждений припоем

При таком способе ремонта невозможно сделать поверхность абсолютно ровной, что значительно снижает эффективность антикоррозионной защиты. Также оловянная пыль и кислота, которая используется при наплавке, опасны для здоровья специалистов.

Согласно ГОСТ 28246-89, **шпатлевка** – это продукт пастообразной или жидкой консистенции, применяемый для устранения небольших дефектов поверхности перед ее окраской.

Любая шпаклевка состоит из смеси наполнителей с пигментами в связующем веществе с различными добавками.

Наполнители отвечают за наполняющие свойства: прочность, легкость в обработке, степень усадки, эластичность.

Пигменты определяют цвет.

Связующее вещество отвечает за адгезию к поверхности, скорость полимеризации, степень усадки, прочность и эластичность.

В настоящее время распространение при ремонте автомобильных кузовов получили **полиэфирные шпатлевки**. По сравнению со шпатлевками на акриловой и нитроосновах полиэфирные обладают наименьшей усадкой (при относительно большой толщине наносимого слоя) и наибольшей скоростью полимеризации.

Как процесс выравнивание поверхности состоит из двух стадий: наполнения и доводки.

Сначала выполняется предварительное выравнивание глубоких неровностей для создания плоскости, от которой будет уже идти восстановление окончательной формы, после чего – окончательная доводка.



Рис. 2.2. Предварительное выравнивание

По этому принципу все шпаклевки делятся на две большие группы: наполняющие и доводочные. Наполнительные шпаклевки быстро заполняют глубокие неровности, но чаще всего имеют крупнозернистую структуру, и создать гладкую, непористую поверхность они не способны (например, стекловолоконная шпатлевка), поэтому нуждаются в последующем нанесении доводочных шпатлевок [6,10,11,17].

Доводочные шпатлевки – это мелкозернистые материалы. Они эластичны, прекрасно наносятся и легко шлифуются. Такие шпатлевки применяются как отделочные после крупнозернистых шпатлевок, так и в качестве самостоятельной единицы для устранения мелких дефектов. Существуют и универсальные шпатлевки, обладающие свойствами наполняющих и доводочных одновременно.

Если необходимо восстановить значительно деформированную после рихтовки деталь, то используют шпатлевку, усиленную стекловолокном или другими армирующими элементами. Добавки коротко рубленного стекловолокна обеспечивают этой шпатлевке высокие прочностные и армирующие характеристики, а также высокую наполняющую способность. Такую шпатлевку можно наносить толстыми слоями, быстро устраняя даже очень глубокие неровности. Эту же шпатлевку, но уже с длинным волокном, применяют в случаях заделки различных сквозных повреждений детали, мест разрыва металла. Стекланные волокна здесь играют роль своеобразных мостов, армируя и предотвращая проваливание материала над пустыми местами.

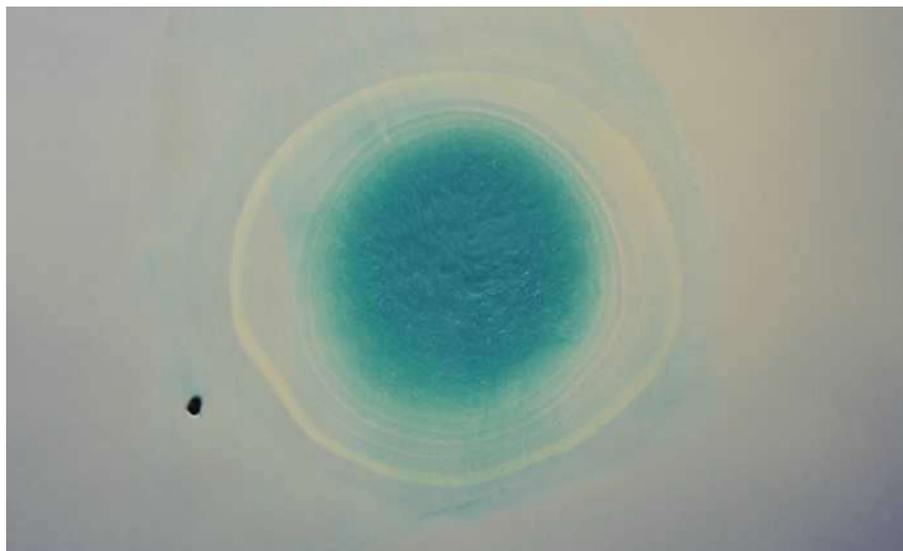


Рис. 2.3. Применение шпатлевки со стекловолокном

Смесь стекловолокна с облегчённым наполнителем может так же содержать волокна карбона или кевлара.



Рис. 2.4. Применение шпатлевки с кевларом

Такая шпатлевка хорошо наносится, практически не имеет пор, отлично шлифуется и может выступать как окончательный слой перед грунтованием. Лучше всего подходит для больших плоскостей. Имеет плавный сход на поверхность, более высокую усадку и механическую прочность.

Наполняющие классические шпатлевки обладают прекрасными наполняющими свойствами и отличной шлифуемостью, вследствие чего идеально подходят для сплошного заполнения плоскостей и дальнейшего их выведения с помощью рубанка. Обычно имеют наименьшую усадку. В качестве наполнителя содержат природные минералы и тальки, придающие этой шпаклёвке высокую твёрдость и низкую усадку. Из-за наличия минеральных наполнителей является гигроскопичной, поэтому не реко-

мендуется её применять на неподготовленный металл, если ремонт занимает большую площадь или места, подверженные коррозии (арки крыльев, капоты, пороги и т.д.)



Рис. 2.5. Применение классической наполняющей шпатлевки

Чаще всего это крупнозернистые материалы, поэтому для достижения максимального качества поверхности должны перекрываться доводочной мелкозернистой шпатлевкой. Из-за грубого наполнителя получаются резкие сходы и без применения финишных материалов могут позднее привести к оконтуриванию (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Проявление оконтуривания

Наполняющие облегченные – это самое быстроразвивающееся направление, все современные шпаклёвки уже имеют облегчённый наполнитель, а самый новые практически полностью из него состоят. Наверняка многие сталкивались с ситуацией, когда поднятие капота становится занятием сродни тяжелой атлетике. Как раз в тех случаях, когда объем работ

высок, а увеличение веса детали не должно быть заметным и рекомендуется облегченная шпатлевка. Такая шпатлевка легче обычных на 30...40%. Такой низкий удельный вес обеспечивается специальным наполнителем. Чаще всего это микроскопические пустотелые стеклянные или пластиковые шарики.

Такие шпатлёвки имеют очень плавные сходы из-за того, что наполнитель разрушается более равномерно, но есть и проблема, сход получается плавным, но микропористым, для заполнения этих пор разработали специальный наполнитель.

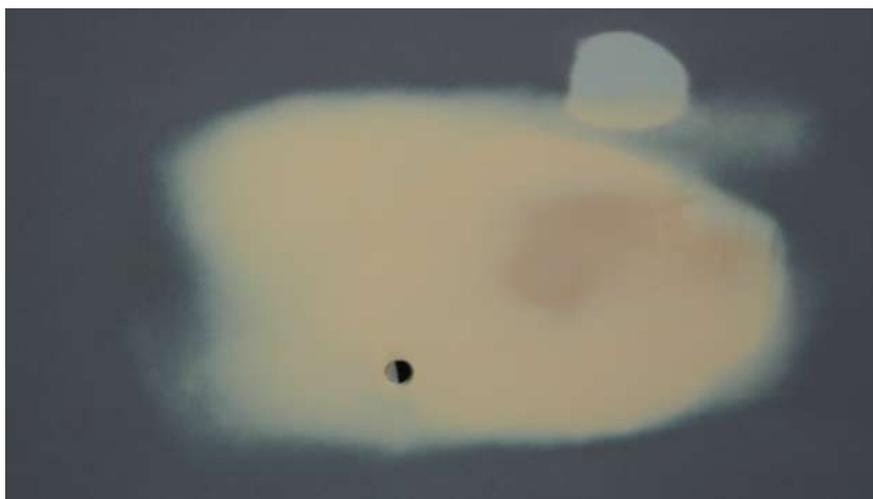


Рис. 2.7. Применение наполняющей облегченной шпатлевки

Универсальные (*MULTI, UNI, UNIVERSAL*) – применяются для получения как относительно толстых слоев, так и тонких. Не требуют применения финишных шпаклёвок. После полимеризации обладают высокой эластичностью и отличной шлифуемостью. Но несмотря на все эти плюсы, безусловно обладают большей усадкой чем предыдущие типы, потому такие материалы рекомендуются для незначительных, мелких работ, чтобы избежать применения нескольких шпаклёвок, применяя всего одну.

Доводочные (*FEIN, FINISH*) – применяются для устранения микронеровностей возникших из за схода с одного материала на другой, небольших рисок и т.д., имеет очень плавные сходы на поверхность.

Напыляемая шпатлевка может стать эффективным средством устранения дефектов на поверхностях большой площади. Благодаря высокому содержанию сухого остатка обладает хорошими наполняющими свойствами по сравнению с акриловыми наполнительными грунтами. Быстро высыхает в течение 1...2 часов и гарантирует абсолютное отсутствие пор на поверхности. Легко шлифуется. Следует помнить, что несмотря на способ нанесения, эта шпатлевка все-таки остается шпатлевкой и нуждается в перекрытии грунтом-наполнителем [11,17].

На рис 2.8. видно как белая финишная шпаклёвка заполнила все мелкие неровности формы, которые остались на поверхности.



Рис. 2.8. Применение доводочной шпатлевки

Жидкие (SPRAY) позволяют получить действительно ровную поверхность после ремонта. Напыляемая шпатлевка может стать эффективным средством устранения дефектов на поверхностях большой площади.



Рис. 2.9. Нанесение жидкой шпатлевки

Для устранения дефектов на пластиковых поверхностях (бамперах, спойлерах, в местах спайки и склеивания пластмассовых элементов) применяются **специальные шпатлевки по пластику (FLEX, PLASTIC, BUMPER FIX)**. В их основе смесь смол с измельченными частицами резины и пластмассы, что обеспечивает таким шпатлевкам исключительную эластичность и адгезию к пластиковым деталям.

Если необходимо исправлять дефекты на поверхностях, подверженных температурным воздействиям и вибрации (крыша, капот, моторный отсек), то рекомендуется использовать **металлизированную шпатлевку**. Благодаря наполнителю из алюминиевой пудры эта шпатлевка имеет близкий к показателю металла коэффициент температурного расширения, что позволяет ей многократно выдерживать циклы нагрева и охлаждения без трещин и отслоения и отводить тепло от проблемных мест. Несмотря на статус наполнительной, эта шпатлевка обладает мелкозернистой структурой и может использоваться и для устранения мелких дефектов.



Рис. 2.10. Серая шпатлевка с алюминием

Перед применением шпатлевки место повреждения обрабатывается наждачной бумагой низкой градации (Р40) для удаления старых покрытий и получения риски на металле нужной глубины (для лучшего прилипания шпатлевки). Необходимо помнить, что шпатлевка наносится только на чистый металл, поэтому края повреждения нужно зачистить с запасом.

Полиэфирные шпатлевки наносятся на чистый металл, так как не имеют адгезии (прилипания) к отделочным покрытиям. Полиэфирные шпатлевки перед применением смешиваются с отвердителем. Реакция с отвердителем начинается немедленно, поэтому время нанесения шпатлевки ограничено (примерно 5 мин). Далее шпатлевка начинает терять свои пластичные свойства и должна быть оставлена в покое, иначе внутренняя структура будет разрушена (при дальнейшем размазывании шпатлевка скатывается комками, как сухая глина).

Способы нанесения показаны на рис. 2.11-2.13.

Далее следует период ожидания, пока шпатлевка набирает твердость, достаточную для шлифования (время готовности к обработке). Это занимает примерно 20... 30 мин (у порозаполнителей и шпатлевок с волокном все периоды гораздо больше). После твердения шпатлевка должна быть

обработана примерно в течение часа, так как дальше твердость будет еще расти и обработка затруднится. Максимальную твердость и прочность шпатлевки набирают через несколько часов [6].

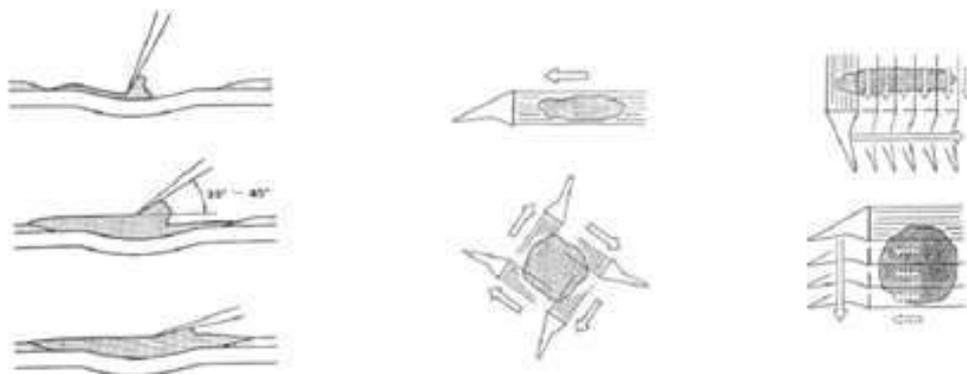


Рис. 2.11. Движения шпателя при укладке шпатлевки

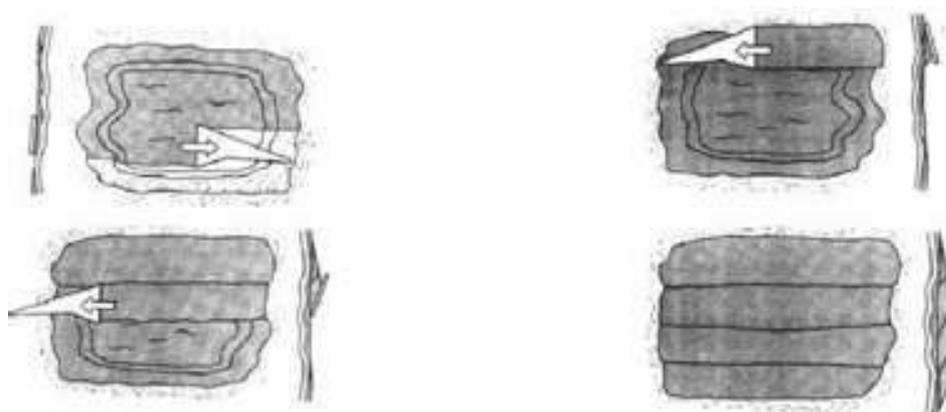


Рис. 2.12. Нанесение шпатлевок на вертикальную поверхность

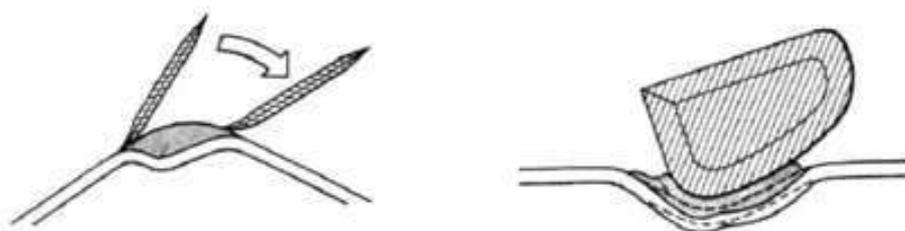


Рис. 2.13. Нанесение шпатлевок на изогнутую поверхность

Различают два способа обработки шпатлевки – мокрое и сухое шлифование. Мокрое шлифование производится водостойкой наждачной бумагой со смачиванием водой. При этом эффективность шлифовки выше, а, главное, пыль от шлифовки сразу смывается. Однако шпатлевка впитывает влагу, что создает дополнительные проблемы. Сухое шлифование требует пылеотвода и защиты органов дыхания. Однако технологически та-

кой путь надежнее – он страхует от многих проблем в дальнейшем и сохраняет технологическое время (отсутствует сушка).

По средствам шлифования на поверхности создается риска. Глубина риски – это критерий качества обрабатываемой поверхности (табл. 2.1). Она измеряется в мкм и показывается отклонение профиля поверхности от идеального. Глубина риски зависит от размера зерен и плотности их размещения [15].

Шлифовальные материалы классифицируются по размеру используемого зерна. При этом применяются ряды *P*. Размер зерен устанавливается по сетке, устроенной в дюймовом формате (рис. 2.14). Номер зернистости обозначает количество ячеек стороны квадрата размером один квадратный дюйм, через который просеиваются зерна. Также наряду с зернистостью ряды *P* определяют допуски на наличие мелких и крупных зерен.

Таблица 2.1

Размер зерен шлифовальных материалов

	Глубина риски	Качество поверхности
Мелкое зерно	Малая	Высокое
Крупное зерно	Большая	Низкое
Открытое размещение	Большая	Низкое
Плотное размещений	Малая	Высокое

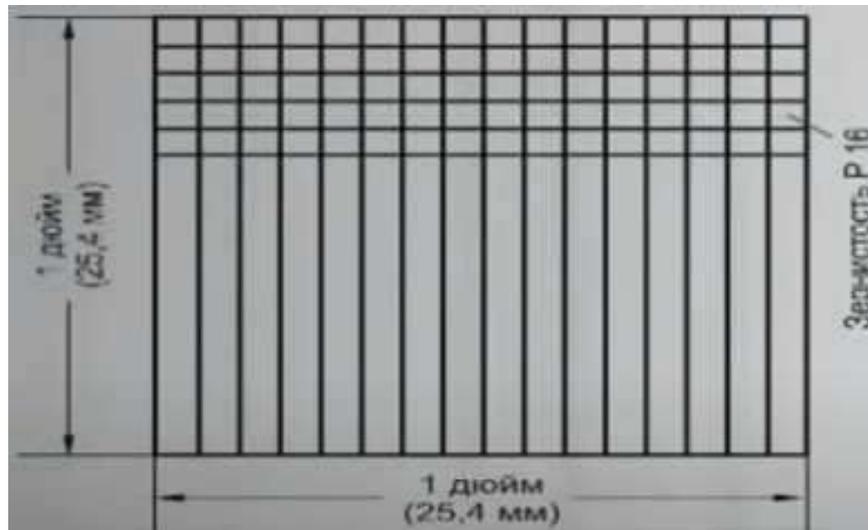


Рис. 2.14. Сетка размеров зерен

В зависимости от вида выполняемых работ материал выбирают по степени концентрации шлифовальных зерен на несущем материале. Различают плотное, закрытое и открытое размещение.

При открытом размещении зерна (рис. 2.15) уложены равномерно и покрывают 50...70% поверхности бумаги, поэтому сохраняется большое пространство между отдельными зернами, куда может попадать шлифо-

вальная пыль. Материал с таким размещением подходит для вязких, мажущихся материалов и рекомендуется к применению при вероятности закаливания абразива. Такие материалы оставляют риски большой глубины.

При плотном (закрытом) размещении шлифовальные зерна (рис. 2.16) плотно сконцентрированы и покрывают 90...100% поверхности. Такой материал отличается высокой стойкостью и позволяет достичь более высокого качества обрабатываемой поверхности при чистовой обработке.

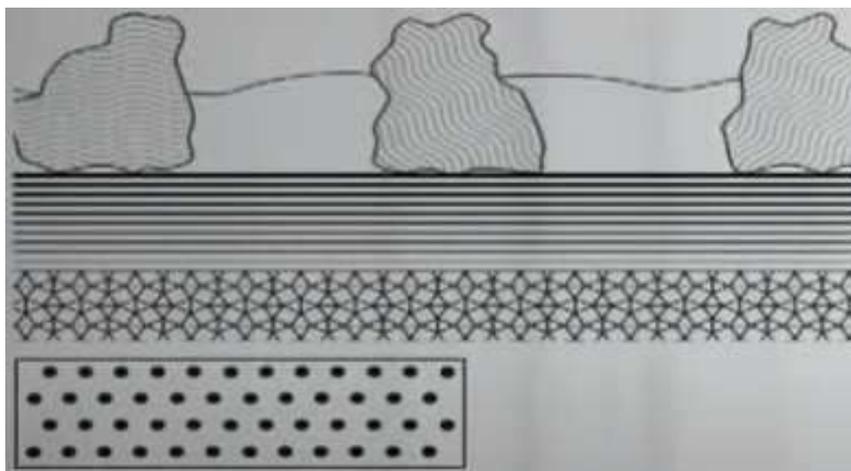


Рис. 2.15. Открытое размещение зерен

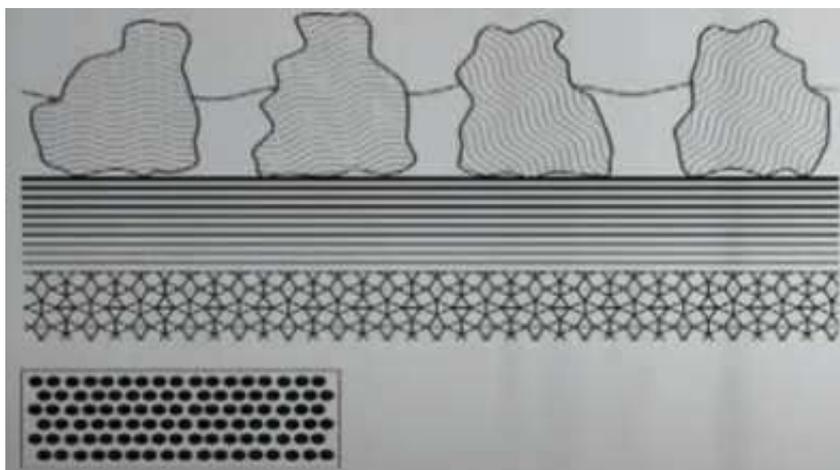


Рис. 2.16. Плотное размещение зерен

Шлифование шпатлевок осуществляется в 2–3 этапа наждачными бумагами различных градаций (в сторону увеличения градации и уменьшения зерна). Начинают шлифовку бумагой Р80, затем продолжают Р180 и заканчивают от Р240 до Р400 в зависимости от условий. Движение шлифа должно быть возвратно-поступательным, по одному направлению. При переходе на следующую градацию направление меняют на 90° [15].

Следует помнить, что при мокрой шлифовке агрессивность наждачной бумаги выше и градацию нужно выбирать на 100 единиц выше.

2.2. Подбор цвета при ремонте

Автомобильная краска является высоковязкой жидкостью, содержащей четыре компонента: пигмент, смолу, растворитель и добавки.

Пигмент – порошкообразное вещество, нерастворимое в воде и растворителях, придающее краске цвет и наполненность.

Смола связывает пигменты между собой и обеспечивает блеск, твердость, гладкость и клейкость краски. Смола является прозрачной, вязкой жидкостью, которая обеспечивает структурность краски.

Растворитель – чистая, прозрачная жидкость, которая растворяет смолу и способствует смешиванию смолы и пигмента.

Добавки служат для сохранения качества краски и пленки в течение длительного периода и облегчают работу с краской.

Мы воспринимаем цвета благодаря сетчатке глаза, которая преобразует падающий на нее свет в сигнал и посылает его по зрительным нервам в мозг. **Свет** – это разновидность электромагнитных волн (рис. 2.17). Существуют волны разной длины, от гамма-лучей до волн с очень большой длиной (длинные волны). Свет можно разделить на два вида: видимые лучи, которые мы воспринимаем как цвет, и невидимые лучи, которые мы не воспринимаем. Диапазон длин волн видимого света от 380 до 780 нм; все волны, длина которых находится за пределами данного диапазона, называются невидимыми [8,10].

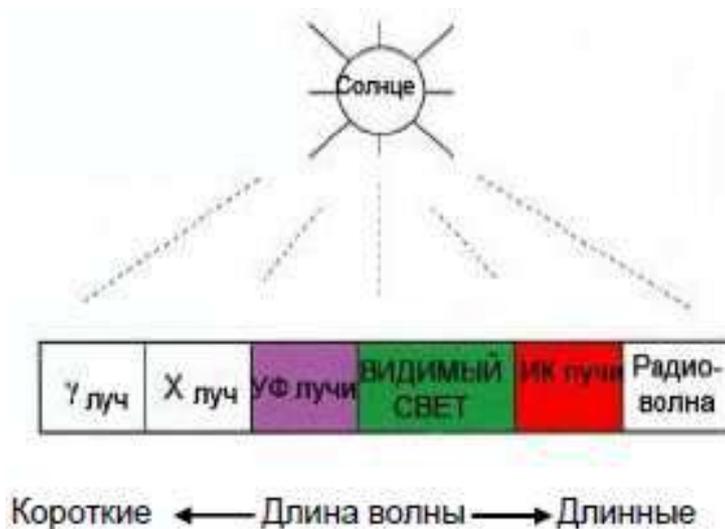


Рис. 2.17. Волны света

При попадании лучей полного спектра на сетчатку глаза мы видим свет белого цвета. Однако при разложении света при помощи призмы, мы можем видеть спектр цветов – от красного до фиолетового. Это называется **цветовым спектром** (рис. 2.18).

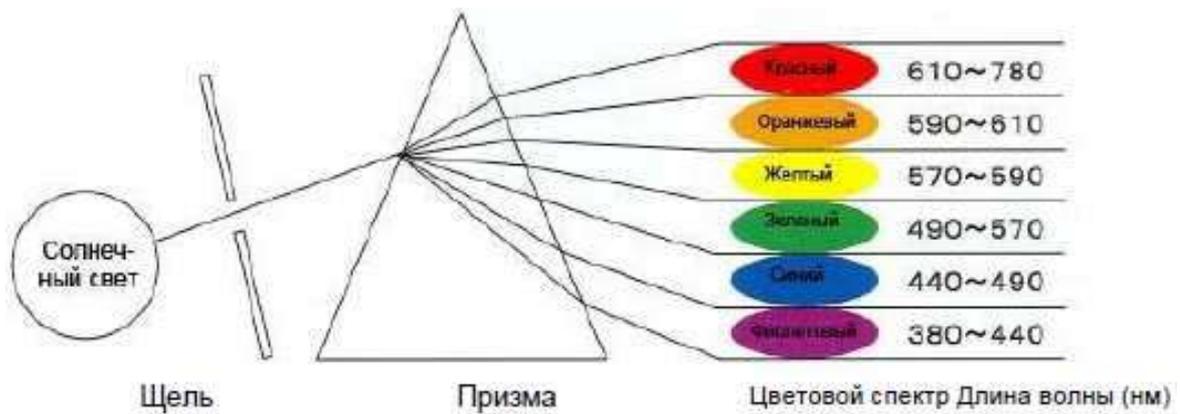


Рис. 2.18. Цветовой спектр

Цвета можно разделить на два типа, в зависимости от того, каким образом мы их воспринимаем: **цвета источника света** и **цвета объекта**.

Видимый свет можно условно разделить на три типа в зависимости от длины волны: коротковолновый (синий), средневолновый (зеленый) и длинноволновый (красный). Данные цвета называются основными цветами света. При сложении волн различной длины образуется белый цвет (рис. 2.19. а).

Основными цветами объектов являются красный, желтый и синий. Считается, что путем смешивания этих трех цветов в различных пропорциях можно получить любой цвет. Данные цвета называются основными цветами объектов (рис. 2.19. б) [8,10].

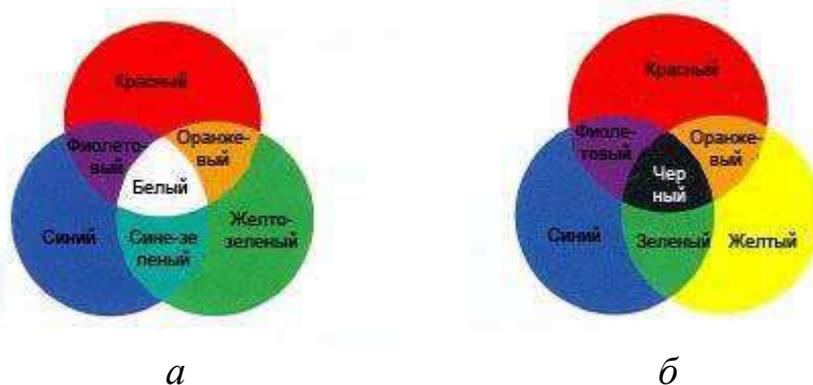


Рис. 2.19. Основные цвета

При попадании на объект света его поверхность отражает одну часть светового спектра и поглощает другую часть. Степень поглощения и отражения зависит от самого объекта, и это является причиной того, почему у разных объектов разные цвета.

При изменении освещения происходит изменение цвета. Данное явление называется **цветопередачей**. Так называется способность образца изменять цвет при изменении освещения на освещение с другим распределением длин волн.

Ремонтная краска автомобиля соответствует индивидуальному номеру цвета завода-изготовителя автомобиля, но было принято решение использовать символ Манселла стандарта JIS по стандартам страны.

Цвета подразделяются на **ахроматические** и **хроматические**. К ахроматическим относятся белый, серый и черный цвета, единственным атрибутом которых является яркость (сила света). К хроматическим относятся красный, синий, желтый цвета и т.д., которые обладают всеми тремя характеристиками: тон, яркость и насыщенность.

В данной системе цвета описываются тремя атрибутами (тон, яркость и насыщенность), каждый из которых состоит из комбинации буквы и числа. Данная модель известна как цветовой атлас Мансела (рис. 2.20. а).

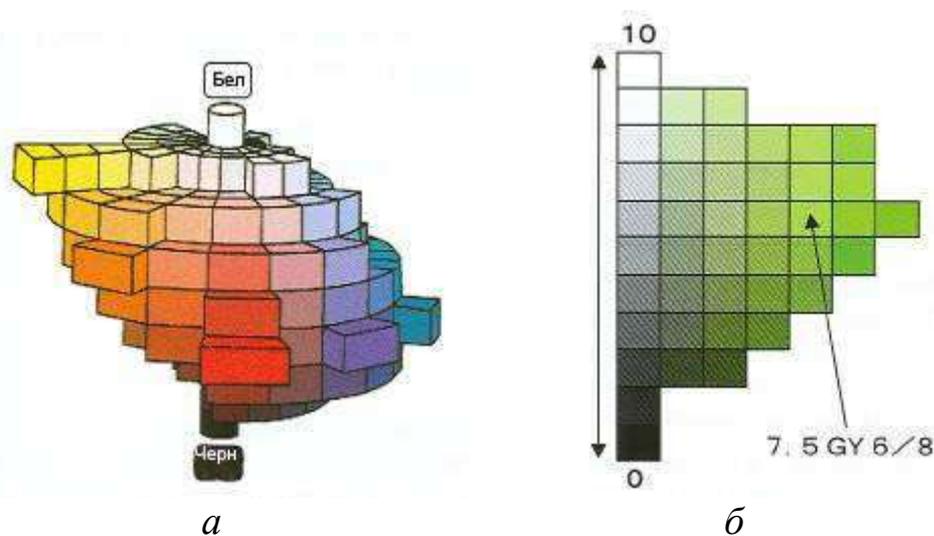


Рис. 2.20. Модель Мансела

Ахроматические (нейтральные) цвета обозначаются буквенным индексом N (средняя ось используется для нейтральных цветов) и цифрой (обозначающей яркость). Например: чистый белый → N10 чистый черный → N0 (рис. 2.20. б).

У хроматических цветов указываются тон, яркость и насыщенность (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Обозначение цвета

Существует множество цветов, отличающихся друг от друга: красный, синий, зеленый, желтый и пурпурный. Цвета, отчетливо отличающиеся друг от друга, такие как красный и синий, называются цветовыми тонами [8,10].

Цветовые тона образуются из трех основных цветов. Всего имеется 10 тонов, включая основные и промежуточные цвета. Каждый тон подразделяется на 4 полутона (которые обозначаются числами с интервалом 2,5), центр каждого тона обозначается цифрой 5 (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Цветовой круг

Иногда при смешении двух хроматических цветов получается ахроматический цвет (серый). Любые два цвета, при смешении которых образуется серый, называются дополнительными.

Цвета, находящиеся друг напротив друга в цветовом круге, относятся к дополнительным цветам.

Характеристика (свойство) цвета, указывающая на его интенсивность называется **яркостью** (рис.2.32).

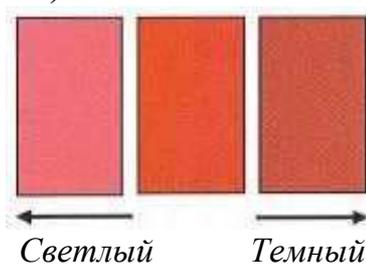


Рис. 2.23. Яркость цвета

Насыщенность – это характеристика (свойство) цвета, обозначающая его чистоту.

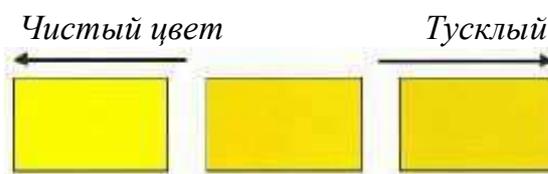


Рис. 2.24. Насыщенность цвета

В картах с указаниями по подбору цветов приводятся указания по смешиванию основных цветов для получения цвета с указанным номером. К таким картам относятся Formula, V Formula, и карты Auto Color. Карты используются для справок по основным цветам и содержат по три типа цветовых полосок для каждого цвета: цвет с добавлением белого, цвет с добавлением металлика и основной цвет (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Карты цветоподбора

Подбор цвета служит для создания требуемых или произвольных цветов путем смешения более двух цветов. Под основным цветом подразумевается цвет, который не может быть разделен на составные цвета или создан смешением двух и более цветов [8,10].

Обычно подбор цвета осуществляется в два этапа: измерение цвета и точный подбор цвета.

Помещая краску в емкость для подбора цвета, следует начинать с цвета, у которого количество для смешивания является самым большим, а затем добавлять последующие цвета по мере уменьшения количества. Следует быть осторожным при добавлении цветов, которые необходимы в малых количествах, особенно при наименьших количествах. Цвета, требуемое количество которых очень незначительно, следует добавлять по капле, тщательно перемешивая и периодически сравнивая цвета.

Перед выполнением подбора цвета важно понимать свойства цветов. Невозможно должным образом понять свойства цвета лишь при его наблюдении, но можно узнать, как будет изменяться цвет при его смешивании с белым цветом или цветом металлика. Важно иметь знания при подборе цветов, т.к. это позволяет предсказать изменения цвета с помощью карточек основных цветов. Необходима информация о кроющей способности, укрывистости и химической стойкости краски и т.п.

Даже при подборе цветов измерением по заданным формулам, редко удастся идеально подобрать цвета (рис. 2.26). Обычно имеет место изменение цвета.

Formula	
White	170
Mapico Yellow	26
Tinting Black	3
Indian Red	1
	200г

Рис. 2.26. Формула цвета

Обычно пигменты в красках склонны к оседанию со временем, поэтому их необходимо каждый раз тщательно перемешивать. Изменение концентрации краски основных цветов по карточке Formula достигается путем добавления краски с одинаковой концентрацией пигментов. Несмотря на плотно закрытую крышку емкости, растворитель испаряется, что приводит к загустению краски. Это, в свою очередь, приводит к изменению цвета.

С течением времени происходит изменение базового цвета. Цвета и их пропорции, перечисленные в карточках, служат для подбора необходимого цвета новой машины. Таким образом, по прошествии времени возможно небольшое расхождение между цветом на карточки и цветом машины [8].

При высыхании краски изменяется ее тон. Данный процесс происходит при смешивании основных цветов. Причина заключается в различном весе пигментов разных красок.

Синий (фталоцианин)	1.5~1.6
Черный (уголь)	1.8~2.0
Белый(диоксид титана)	3.7~3.9
Mapicoyellow (оксид железа)	4.0~4.1
Indianred(оксид железа)	4.3~5.2

Рис. 2.27. Вес пигментов

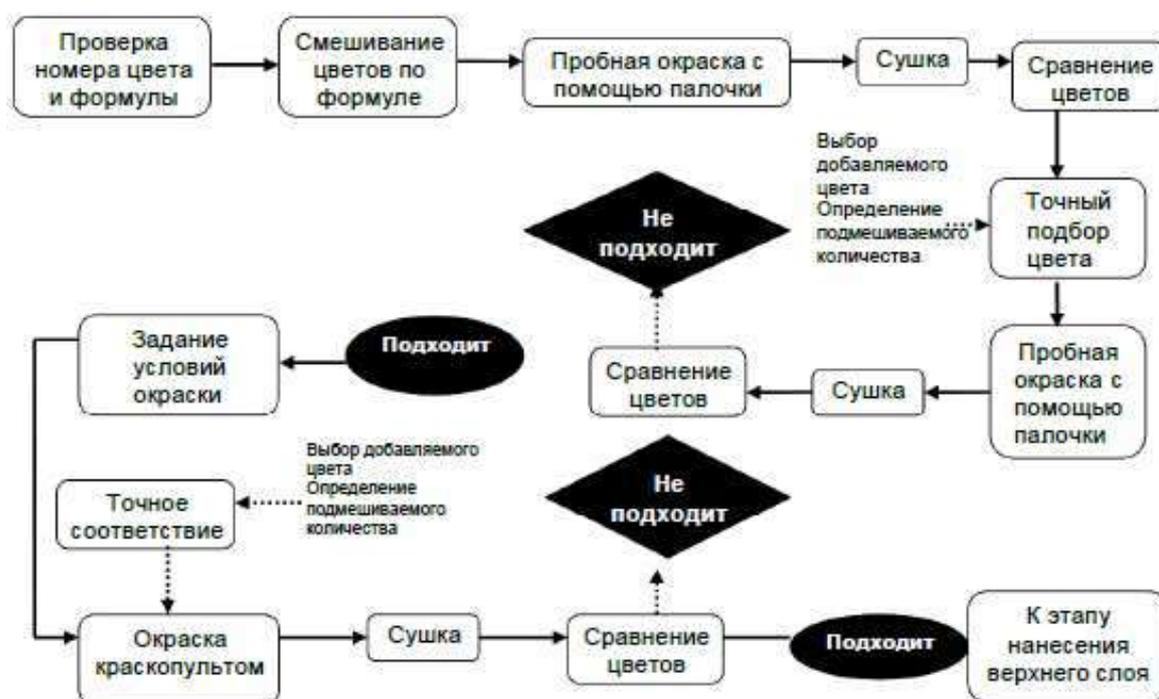
При высыхании после смешивания различных основных цветов и после окраски с помощью палочки или методом распыления, нанесенные равномерно пигменты начинают разделяться, при этом более тяжелые пигменты опускаются, а более легкие всплывают. По этой причине тона более легких пигментов лучше видны после высыхания. Данный эффект известен как **подъем цвета** [8,10].

Рекомендуется проводить пробное окрашивание палочкой при подборе цвета для уменьшения лишнего расхода краски, что обеспечивает высокую производительность и уменьшает вред, наносимый окружающей среде. При незнании степени изменения пробное окрашивание палочкой невозможно. Пример белого цвета показывает разницу между пробным окрашиванием палочкой и окрашиванием распылением (рис. 2.28).



Рис. 2.28. Пример окрашивания белым цветом

При подборе цветов необходимо следовать приведенным далее указаниям (рис. 2.29).



2.29. Процесс подбора цветов

1. **Выбор номера цвета.** Даже при соответствии номера цвета, цвет краски может отличаться у некоторых производителей новых автомобилей, поэтому всегда необходимо убеждаться в соответствии цвета краски с образцом цвета.
2. **Порядок действий при измерении** (с использованием цифровых весов):
 - проверить смешиваемые пропорции по карте подбора цветов или по другому источнику;

- определить, какое количество краски нужно для выполнения ремонтной окраски;
- подготовить краски необходимых основных цветов и в нужном количестве;
- отмерить краски, начиная с основного цвета, который используется чаще всего;
- после добавления всех цветов краски следует тщательно перемешать;
- весы следует в безветренном месте, на устойчивом основании.

3. **Пробная окраска с помощью палочки.** Выполнить окраску с помощью палочки с использованием специальной бумаги или жестяной пластины в качестве тест-пластины. Для выполнения сравнения будет достаточным покрасить участок площадью 3 см².

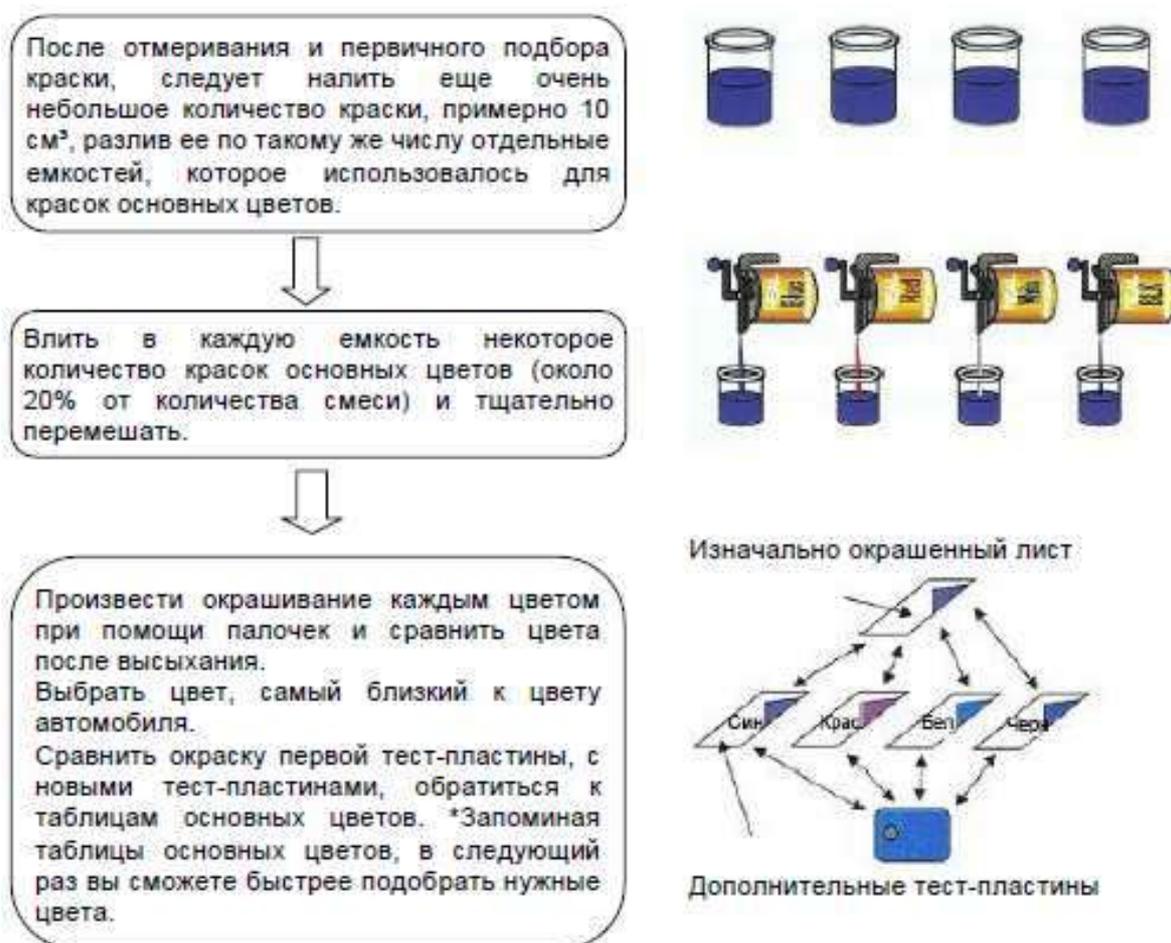


2.30. Пробная окраска

4. **Сушка.** Для задания температуры сушки следует пользоваться каталогом используемой продукции.
5. **Процесс сравнения цвета.** Выбрать помещение, в котором стены и пол не окрашены или окрашены в светло-серый цвет. Другие цвета стен и пола будут влиять на восприятие сравниваемых цветов. Идеальным освещением является солнечный свет, но во время дождя или ночью необходимо пользоваться источником искусственного освещения со спектром, идентичным солнечному свету.
6. **Очистка краски автомобиля.** Отполировать при помощи мелкозернистых абразивных паст панели вокруг участка, подлежащего ремонту, удалить поврежденную краску и грязь и придать участку нормальный вид.
7. **Углы обзора.** Краску необходимо осмотреть под тремя углами (под прямым углом, под углом в 45° и сбоку под острым углом).
8. **Расстояние обзора.** Расстояние может быть разным в зависимости от площади сравниваемого участка краски (окраска с помощью па-

лочки 30...50 см, участок площадью 10 x 20 см от 50 см до 1 м, панель двери: 3...5 м. Обзор должен производиться не более 10 секунд. Обзор краски в течение длительного времени приведет к усталости глаз, и будет трудно адекватно оценить цвет, поэтому для упрощения процесса оценки следует полагаться на первое впечатление (черный или белый, синий или красный).

9. Точный подбор цвета. После сравнения цветов, если подбираемый цвет отличается от цвета автомобиля, следует добавить недостающий краситель. Подбор недостающего цвета приведен на блок-схеме рис. 2.31.



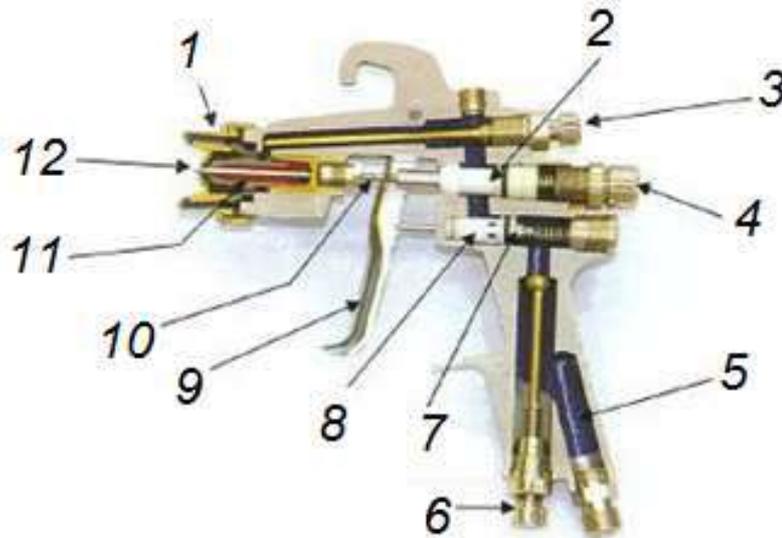
2.31. Подбор недостающего цвета

10. Сравнение цветов. После высыхания следует сравнить цвет тест-пластины (образец) с цветом автомобиля. При сравнении цветов образцы следует разглядывать, расположив рядом друг с другом [8].

2.3. Технология окраски кузова

Окрашивание выполняется красочным туманом, который образуется под давлением сжатого воздуха.

Существует три типа подачи краски: краска засасывается потоком воздуха, краска подается в струю воздуха самотеком под действием земного притяжения, краска подается под действием сжатого воздуха, однако наиболее распространенными являются первый и второй типы [8].



2.32. Устройство воздушного распылителя:

1 - распылительная головка, 2 - шток игольчатого клапана, 3 - винт регулировки формы распыла, 4 - винт регулировки подачи состава, 5 - воздуховод, 6 - винт регулировки подачи воздуха, 7 - воздушный клапан, 8 - корпус воздушного клапана, 9 - спусковой крючок, 10 - игольчатый клапан, 11 - канал для краски, 12 - красочное сопло

Винтом регулировки подачи красящего состава регулируется ход иглы игольчатого клапана, что позволяет задавать требуемую подачу краски. При отпуске винта подача краски увеличивается, а при закручивании подача краски уменьшается. Если винт полностью затянут, будет подаваться только воздух без краски.

При отпуске винта регулировки формы распыла получается большой эллипс, а при затягивании – меньший эллипс. Если винт полностью затянут, при распылении будет получаться небольшая окружность. Следует отрегулировать форму распыла в соответствии с окрашиваемой поверхностью.

При отпуске винта регулировки подачи воздуха поток воздуха увеличивается. При затягивании данного винта поток воздуха уменьшается, если винт полностью затянут, подача воздуха не осуществляется.

Соплом для краски называется отверстие, из которого подается краска. С внутренней стороны выходное отверстие сопла сужено таким образом, когда кончик иглы клапана касается его, подача краски прекращается. При деформации сопла для краски или игольчатого клапана поток краски не прекратится. Сопло для краски, игольчатый клапан и распылительная головка представляют собой единый узел.

Сжатый воздух, выходящий через распылительную головку, распыляет краску в виде тумана. В распылительной головке имеются несколько отверстий, служащих для различных целей [8,10].

Технология покраски автомобиля включает в себя несколько этапов, правил и действий, которые нужно выполнять последовательно, чтобы получить качественный результат [15,19].

Необходимо предварительно убрать пыль в помещении. Кроме того, важно очистить шланг, соединяющий краскопульт с компрессором. Грязь с него может попасть на свежеекрашенную поверхность.

Перед покраской важно правильно настроить краскопульт и разбавить краску. На процесс распыления влияет множество факторов. Даже если краскопульт настроен как надо, требуются определённые навыки, чтобы качественно покрасить кузов. Нужно знать, как держать, двигать, куда направлять покрасочный пистолет, а также когда нажимать и когда отпускать курок.

Удерживание краскопульта в правильном положении и на нужном расстоянии, на этапе обучения, требует концентрации, а с опытом нарабатывается навык делать это автоматически. Краскопульт нужно держать так, чтобы факел был перпендикулярен поверхности всё время. Расстояние должно быть 15...25 см от поверхности. Простой способ определить расстояние – красить на расстоянии ладони (рис. 2.33).

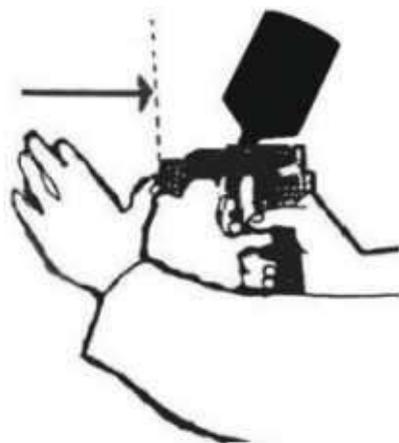


Рис. 2.33. Расстояние от поверхности

Проход краскопульта делается свободным движением руки. Нажатие на курок должно осуществляться, когда пистолет находится вне окраши-

ваемой поверхности. На поверхность должен попадать уже сформированный факел. При окрашивании нескольких смежных деталей можно применять технику покраски, при которой в конце каждого прохода курок нужно отпускать.

Во время распыления курок удерживается полностью нажатым и краскопульт нужно двигать одним продолжительным движением до противоположного края кузовной панели. Далее курок отпускается, прекращая распыление краски, но движение краскопульта продолжается примерно на 5 см, после чего начинается движение в противоположную сторону, со смещением вниз на половину факела и нажатым полностью курком.

Краскопульт удерживается под правильным углом к поверхности, на правильном расстоянии и движется с одинаковой скоростью. Для этого компрессор должен быть способен выдавать достаточно воздуха для одинакового потока краски при распылении. Если давление будет постоянно изменяться, то это повлияет на равномерности слоя краски, что будет особенно заметно при окрашивании красками с эффектами металликов и перламутров.

Никогда не нужно поворачивать покрасочный пистолет в конце прохода. Такой приём применяется только при покраске плавным переходом. Поворачивание краскопульта является причиной излишнего опила.

Сложные области, такие как углы и края должны окрашиваться в первую очередь. Эти области лучше прокрашивать на более близком расстоянии (ближе на 3...5 см), чтобы уменьшить ширину факела. При приближении краскопульта к окрашиваемой поверхности, нужно им быстрее двигать, чтобы не возникло подтёков.

Когда окрашивают выпуклые поверхности, пытаются удерживать покрасочный пистолет всегда перпендикулярно к поверхности. Краскопульт должен повторять все изгибы. Так лакокрасочное покрытие будет получаться равномерным по всей площади (рис. 2.34).

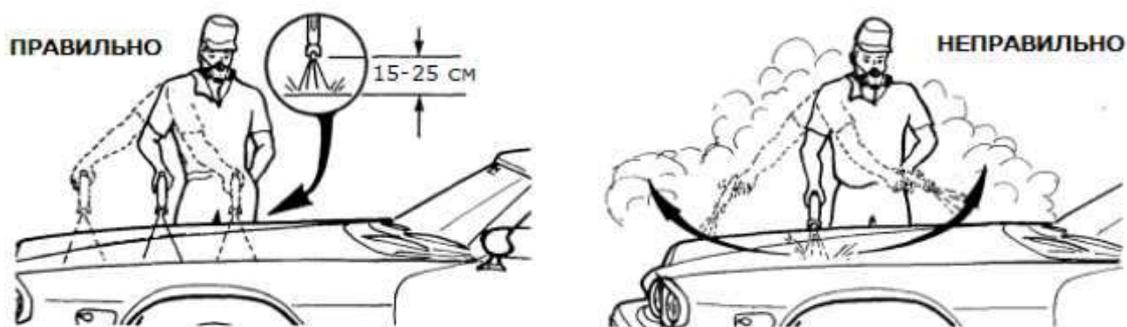


Рис. 2.34. Удерживание краскопульта

После окрашивания краёв и углов можно приступать к основной поверхности панелей автомобиля.

Каждый распылённый проход должен перекрываться последующим проходом на 50%. Это позволит краске равномерно распределиться по поверхности. Меньшее перекрытие может стать причиной появления видимых полос [15,19].

Рассмотрим процесс окрашивания вертикальной поверхности. Нужно начинать окрашивать с верхней части, нацеливая середину факела на край панели. То есть, дюза должна быть на одном уровне с верхним краем панели. Таким образом, часть краски от половины факела попадёт на маскировочную бумагу.

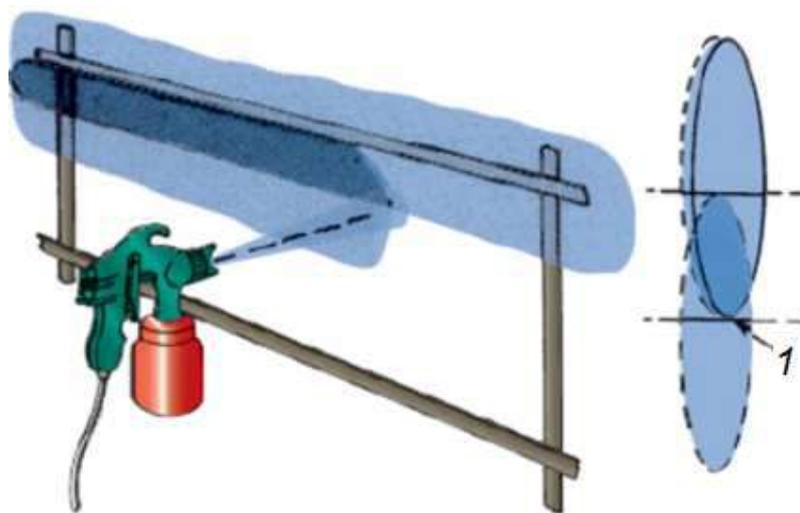


Рис. 2.35. Процесс окрашивания: 1 - место, куда нужно направлять центр факела (низ предыдущего прохода)

Второй проход делается в противоположном направлении, так, чтобы дюза была направлена на нижний край распылённой краски. Таким образом, 50% первого прохода перекрывается 50% последующего, а вторая часть факела уже красит новую, неокрашенную область.

Далее раз за разом продолжают проходы, с отпускание на границах панелей курка и поэтапным опусканием краскопульта ниже. Последний проход должен будет сделан наполовину вне поверхности панели.

Подтёки могут образовываться на краях панелей, из-за наложения нескольких слоёв краски. Для этого и нужно отпускать курок перед границей панели, чтобы краска не попала на соседнюю панель. Отпускают курок, когда доходят до зазора между панелями.

Отпускать курок краскопульта нужно в конце каждого прохода. Потом нажимать снова на курок, когда начинают новый проход с другого края панели. Это техника позволяет избежать подтёков на краях панелей, минимизирует переопыл и бережёт материалы.

Краскопульт должен быть в движении до того, как нажат курок и должен продолжать движение во время отпускания курка [15,19].

Лучше не заполнять краской или лаком бачок краскопульты полностью. Полный бачок сделает покрасочный пистолет тяжёлым и менее манёвренным. Это усложнит управление им и может отразиться на качестве покраски. К тому же возникает опасность случайно пролить краску или лак из бачка. Лучше заполнять бачок краскопульты наполовину и, при необходимости, добавлять лакокрасочный материал.

Количество слоёв зависит от цвета автомобиля и типа краски. Для двухкомпонентной краски, наносимой без лака, а также для самого лака обычно требуется 2...3 слоя с межслойной сушкой между ними. Некоторые слабоукривистые цвета, а также металлики могут потребовать большего количества слоёв.

Сначала наносится связующий слой, который даёт хорошее основание для последующих слоёв и снижает вероятность возникновения подтёков. Это тонкий поверхностный слой. Лучше чтобы он оставался немного липким. Обычно его достаточно просушить в течение 1...2 минут. Далее наносятся полноценные мокрые слои.

После нанесения каждого слоя нужно выждать нужное количество времени для испарения растворителя. Если выждать недостаточно, то растворитель останется в нижнем слое краски и после высыхания верхнего слоя начнёт выходить наружу, что приведёт к появлению дефектов.

Производители лакокрасочных материалов указывают необходимое время сушки при определённой температуре. Если окружающая температура ниже или плохая циркуляция воздуха в помещении, то время межслойной сушки нужно увеличить.

Последовательность окрашивания должна быть всегда спланирована заранее. Целью определённой последовательности является исключение пыли на поверхности и минимизация лишних, нежелательных движений во время покраски. Как уже упоминалось ранее, сначала нужно покрасить все края и углы. Существует множество различных схем последовательностей автомобиля.

Популярна последовательность покраски всего кузова, когда в первую очередь окрашивается крыша со стойками, далее идёт передняя дверь, а дальше по кругу (рис.2.36). Некоторые открывают переднюю дверь, чтобы закончить, обойдя круг, рядом с ней. Таким образом, сухой опыл на подсохшую краску двери не попадает [15,19].

Большие по площади панели (крыша, капот, крышка багажника) нужно всегда красить целиком. Нельзя оставлять покрашенную половину на какое-то время. Иначе образуется опыл на подсохшей стороне и вторая

половина в месте соединения с первой нормально не сольётся, образуя видимую полосу.

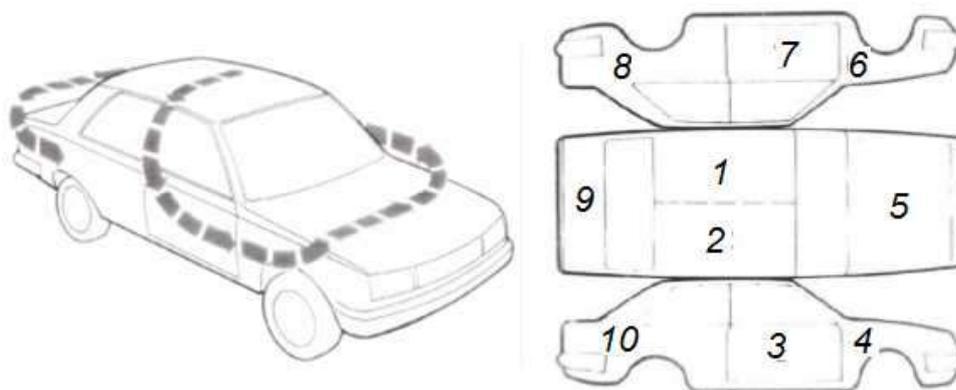


Рис. 2.36. Последовательность окрашивания

Иногда красят всю сторону машины целиком, перемещаясь вдоль всего кузова и делая длинные проходы краскопультотом. То есть, весь бок красится как одна панель. В этом случае не приходится постоянно нажимать и отпускать курок в конце каждой панели и плёнка краски на всех панелях получается одинаковой толщины. Это быстрый и эффективный способ покраски автомобиля. Чтобы так красить, пистолет настраивается на максимальную подачу краски. Размер помещения должен позволять свободно перемещаться вдоль машины, не спотыкаясь об какие-либо препятствия, так как краскопульт должен двигаться с одной скоростью. И, конечно же, нужен навык, чтобы так красить, ровно перекрывая половину одного прохода другим.

Приведем возможные нарушения технологии окрашивания:

- слишком узкий факел может привести к появлению полос при покраске металликами;
- такую же проблему может дать расположение покрасочного пистолета под неправильным углом к поверхности;
- неправильное перекрытие проходов станет причиной неравномерности толщины плёнки краски, видимых полос и подтёков;
- если расстояние от краскопультотом до поверхности слишком маленькое, то скорость выдуваемого воздуха может влиять на свеженанесённую плёнку краски. Слишком близкое расстояние может стать причиной появления крупной шагрени, подтёков и полос при окрашивании краской с эффектами металликов;
- если дистанция слишком большая, то краска будет долетать до поверхности сухой, что может влиять даже на оттенок цвета. Большое расстояние также влияет на потерю лакокрасочного материала при покраске из-за переопыла;

- медленный разбавитель позволит варьировать расстояние покрасочного пистолета от поверхности, но может стать причиной подтёков, если красить слишком близко к поверхности;
- если пистолет поворачивать в конце окрасочного прохода, то это будет причиной неравномерной лакокрасочной плёнки и опила по краям окрашенной панели [15,19].

Окрасочно-сушильные камеры является основным оборудованием малярного участка, создающим идеальные условия для качественной окраски и сушки автомобилей. Окрасочно-сушильные камеры (ОСК) являются оборудованием автономного действия, а их системы обеспечивают высокую степень пожарной и экологической безопасности. ОСК состоят из двух составных частей – собственно камеры и блока обеспечения функционирования (рис. 2.37).



Рис. 2.37. Окрасочно-сушильная камера для легковых автомобилей:
1 – камера; 2 – блок обеспечения функционирования

Корпус камеры представляет собой каркасную конструкцию, обшитую теплоизолирующими панелями типа «сэндвич-панель». Эти панели толщиной 40 мм состоят из двух оцинкованных стальных листов, покрытых снаружи пластиком, и находящегося между ними специального утеплителя.

Панели хорошо выдерживают значительный перепад температур воздуха внутри (до 80 °С) и снаружи камеры (до 0 °С) и позволяют эффективно поддерживать заданный температурный режим сушки. В ряде моделей ОСК используются двойные сэндвич-панели толщиной 60 мм, кото-

рые поддерживают температуру внутри камеры до 110 °С. Для въезда автомобилей в камеру имеются двух- или четырехстворчатые двери с остеклением [4].

Одним из параметров ОСК, определяющих их технический уровень, является уровень пыльности внутреннего воздушного пространства камеры, поэтому в конструкцию камеры вводится система двух- или четырехступенчатой очистки воздуха. На потолке камеры установлены фильтры тонкой очистки поступающего в камеру воздуха. Конструкция фильтров обеспечивает, с одной стороны, высокую герметичность камеры, а с другой стороны, быструю их смену одним человеком.

Система освещения камеры обеспечивает бестеневое освещение внутреннего пространства с освещенностью поверхностей автомобиля от 1000 до 3000 лк за счет применения одно- или двухъярусного расположения светильников с люминесцентными лампами.

В блоке обеспечения функционирования ОСК располагаются агрегаты следующих систем: воздухоподготовки, вентиляции, очистки отработанного воздуха, пожарной сигнализации и пожаротушения, очистки и хранения жидких стоков (эта система имеется только в отдельных моделях ОСК). Работа систем функционирования представлена на рис. 2.38.

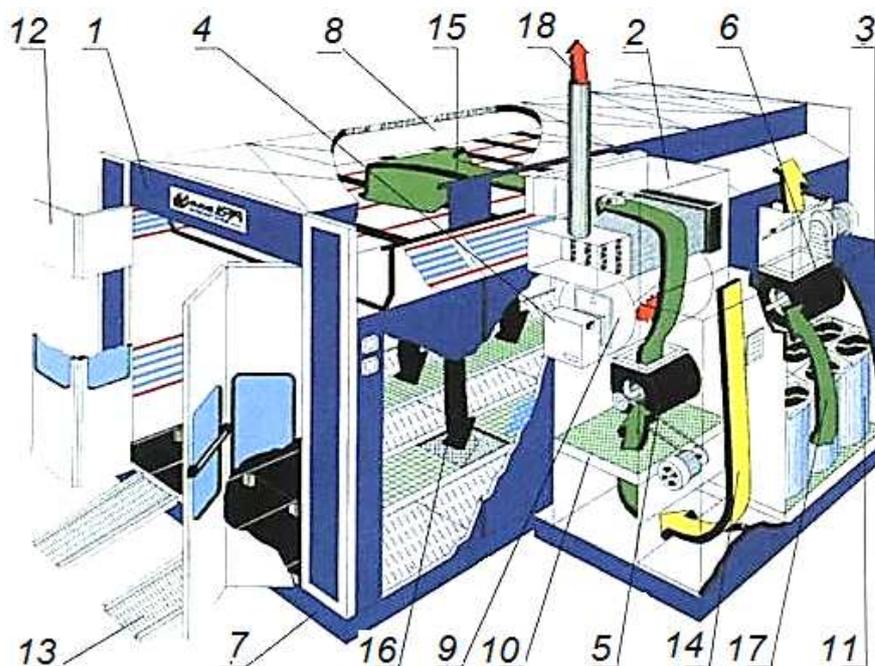


Рис. 2.38. Устройство окрасочно-сушильной камеры:

1 – камера; 2 – приточная группа; 3 – вытяжная группа; 4 – горелка; 5 – нагнетающий вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7 – сборное металлическое основание камеры; 8 – потолочная панель; 9 – теплообменник; 10 – предварительные фильтры; 11 – фильтры окончательной очистки воздуха; 12 – въездные ворота; 13 – въездные трапы; 14 – поток воздуха, входящий в камеру; 15 – поток воздуха, поступающий внутрь камеры; 16 – нисходящий поток воздуха внутри камеры; 17 – поток воздуха, выходящий из камеры; 18 – выхлопные газы

Система воздухоподготовки предназначена для подогрева воздуха до технологически необходимой температуры в процессе окраски и сушки автомобиля. Она включает в себя нагреватель и калорифер. Нагреватель представляет собой систему форсунок, работающих на жидком или газообразном топливе, устройство розжига и аппаратуру контроля и управления процессом горения топлива. Калорифер представляет собой прямоточный воздушный теплообменник с радиатором пластинчатого типа.

Вентиляционная система ОСК состоит из двух систем – приточной и вытяжной, которые могут функционировать как отдельно, так и в режиме с рециркуляцией воздуха. Системы включают вентиляторные установки, воздуховоды, фильтры предварительной и тонкой очистки воздуха, воздухораспределители для приточного воздуха и воздухозаборники для удаления загрязненного воздуха из камеры.

Система очистки отработанного воздуха предназначена для удаления из воздуха камеры частиц лакокрасочных материалов в процессе окраски и летучей фракции растворителя и краски в процессе сушки перед выбросом его в атмосферу. Система включает заборную решетку, установленную на полу камеры, водяной фильтр для удаления краски и адсорбционный фильтр – для летучих веществ.

Для контроля содержания взрывоопасных веществ в воздушной среде камеры оснащены датчиками пожарной сигнализации, включающими аварийную вытяжную вентиляцию. В отдельных ОСК предусмотрена автоматическая система газового пожаротушения.

Различают три режима функционирования систем ОСК – режим окраски, переходной режим и режим сушки [4].

Режим окраски. Подача приточного воздуха в камеру организована по схеме «сверху – вниз» с избыточным давлением воздуха в рабочей зоне, что является необходимым условием удаления взвешенных частиц лакокрасочных материалов и пыли из зоны окраски. Воздух из атмосферы, поступающий в приточную группу, проходит предварительную очистку в фильтрах грубой очистки, затем нагревается в калорифере до требуемой температуры и через воздуховоды подводится к потолочным фильтрам тонкой очистки и далее выбрасывается с небольшими скоростями в пространство камеры. Поток воздуха, обтекая автомобиль, уносит с собой взвешенные частицы краски и пары растворителя в приемную решетку вытяжной группы.

Вытяжные вентиляторы проводят загрязненный поток воздуха через фильтры и выбрасывают его в атмосферу. Для очистки воздуха от распыленной краски применяются фильтры типа «водяная завеса», от паров краски и растворителя – кассетные фильтры на основе активированного угля.

Переходный режим. Этот режим необходим для вентилирования камеры от взрывоопасных паров растворителя и включения систем ОСК в режим сушки. Время переходного режима задается в зависимости от количества распыленной краски. Как правило, при полной окраске автомобиля оно не превышает 10 мин. Основные параметры воздушной среды и схема воздухораспределения сохраняются такими же, как и в режиме окраски.

Режим сушки. В этом режиме вентиляционные системы притока и вытяжки работают как замкнутая приточно-вытяжная система, обеспечивая движение воздуха по замкнутому контуру. В режиме сушки обеспечивается 90%-я рециркуляция нагретого в калорифере воздуха, что обеспечивает, с одной стороны, лучшие условия для сушки окрашенного автомобиля за счет равномерного распределения температуры по всему объему камеры, а с другой стороны, позволяет экономить топливо, идущее на подогрев воздуха. Температура подогрева воздуха в калорифере устанавливается на пульте управления и поддерживается системой автоматического регулирования. Для снижения в воздушном пространстве камеры взрывоопасной концентрации выделяющихся при сушке паров краски и растворителя 10% рециркулируемого воздуха обновляется за счет притока его из атмосферы.

Оборудование для сушки автомобиля после окраски включает две группы – стационарное оборудование и мобильные установки.

Сегодня стационарное оборудование для сушки автомобиля после покраски выпускается двух типов – порталные и монорельсовые сушики. Это оборудование может устанавливаться либо в отдельных камерах, либо между камерами или же в отдельно выделенной площадке производственного участка.

Портальные установки представляют собой портал (арку), на внутренней поверхности которого на специальных держателях установлены панели с ИК-излучающими лампами (рис. 2.39). Лампы от перегрева охлаждаются вентиляторами, встроенными в панель. Панели могут менять свое пространственное положение за счет механизмов с электромеханическим приводом [4].

Портал передвигается возвратно-поступательно по рельсам, совершая несколько циклов движения, во время которых осуществляется полностью процесс сушки окрашенного автомобиля. Привод портала – электромеханический, управляемый по заданной программе. На портале установлена система автоматической идентификации окрашенных мест и определения размеров автомобиля. Полученная информация передается в управляющий компьютер, который определяет необходимое положение панелей излучателей и расстояние их установки до поверхности кузова. В память

компьютера также заложена информация о различных лакокрасочных материалах и цветах, что позволяет выбрать наиболее подходящую программу сушки.



Рис. 2.39. Камера для сушки автомобиля после покраски с сушильной установкой портального типа

Монорельсовые сушильные установки конструктивно выполнены иначе, чем порталные установки, однако принципиально они отличаются от порталных только тем, что панели с излучателями установлены на манипуляторе, который передвигается по монорельсу. В остальном же и по устройству панелей, и по управлению расположением панелей относительно окрашенного кузова, и по применению компьютера для управления процессом сушки это оборудование построено по такой же схеме, как и порталные сушилки.

Мобильные сушильные установки предназначены для сушки отдельных частей кузова при местной подкраске (рис 2.40). Они универсальны, могут применяться как в камере, так и в помещении кузовного цеха.

Панель с лазерными излучателями крепится на подвижном штативе. Коротковолновые излучатели с пульсирующим тепловым потоком обеспечивают равномерный прогрев всего слоя краски, грунтовки и шпаклевки до металла.

Лампы защищены металлической сеткой от механического повреждения и легко заменяемы. Для охлаждения ламп в панель встраивается вентилятор. Управление установкой осуществляется путем выбора наиболее подходящей программы [4].



Рис. 2.40. Различные модели мобильных сушильных установок

2.4. Окраска методом плавного перехода

Основное требование при ремонтной окраске кузовных элементов заключается в том, чтобы место слияния старого и нового покрытий, а значит, и факт произведенного ремонта, были абсолютно незаметными.

Что препятствует получать абсолютно точное совпадение оттенков при полной перекраске отдельного элемента? На это есть несколько причин и одной из них является уникальная цветовая чувствительность органов зрения [15-17]. Благодаря этой способности можно оценить многообразие цветовых комбинаций и эффектов, представляемых лакокрасочной индустрией.

Однако ни одна система цветоподбора не способна создать цветовую картотеку, содержащую хотя бы сотую часть вариантов цветов всех сходящих с конвейеров автомобилей. Вообще, повторить заводское покрытие со стопроцентной точностью не под силу никому, ведь это и совсем другая техника нанесения, и сушка, и другие эмали.

Цвет может иметь не один десяток оттенков, не говоря уже об использовании в автоэмалиях каких-то специфических компонентов.

Часто, например, даже автомобили одного производителя, одной и той же марки и с одним и тем же кодом цвета краски, но собранные на различных сборочных конвейерах, отличаются оттенками. Происходит так по той причине, что на различных заводах может использоваться различное покрасочное оборудование, различные технологии покраски, поставщики эмалей могут быть разными.

Конечно, если ни одна из карточек (рис. 2.41) не подходит к образцу идеально, колорист пытается доколорировать краску до приемлемого цвета. Он всегда стремится к максимальному попаданию в цвет, однако абсо-

лотно точного соответствия он выдать не сможет. Различие может быть едва заметным, но оно обязательно будет.



Рис. 2.41. Карточки с образцами выкрасов

Дело в том, что современные автомобильные эмали – это сложные многокомпонентные составы. Они могут содержать в своем составе до 12...15 пигментов, различных по своей массе, размеру, плотности, форме, структуре и так далее. Особенно это касается цветов с эффектами металликов, перламутров, ксиралликов и т.д. Даже незначительные отклонения в режимах нанесения этих эмалей (давления, толщины слоя, вязкости, температурных режимов) могут оказывать существенное влияние на оттенок.

И даже если колорист полностью доволен результатом подбора, сравнивая окрашенную им тест-пластину с образцом цвета автомобиля, это еще не значит, что маляр в точности повторит процесс нанесения и результат окраски будет удовлетворительным.

Даже в производстве нередко можно обнаружить различие в оттенках на разных участках кузова одного автомобиля (особенно могут отличаться горизонтальные детали от вертикальных). Причина этого в том, что при автоматической покраске не всегда соблюдается одинаковое расстояние от покрасочного оборудования до поверхности автомобиля.

И, опять-таки, на первый план выходит способность нашего глаза отличать малейшие несовпадения. Причем наиболее заметны эти несовпадения при непосредственном сравнении.

Если взять два образца, незначительно отличающиеся по оттенку и разместить их на некотором расстоянии друг от друга, увидеть различия будет сложно. Но стоит поднести их вплотную друг к другу – и почти каждый легко увидит разницу.

В подавляющем большинстве случаев даже предполагаемые временные затраты на корректировку оттенка, подходящего для покраски

«встык», всегда будут больше, чем вся работа по подготовке и покраске элемента «в переход».

Учитывая, что подавляющее большинство автомобилей сейчас окрашивается по двухслойной системе «база+лак», нужно различать и два перехода: **по базе** и **по лаку**. Оба перехода могут выполняться как отдельно, так и в сочетании. Часто на детали выполняется только один из переходов. Например, делают переход «по базе», а лаком покрывают всю деталь.

Покраска переходом применяется в следующих случаях: окрас с переходом на соседний элемент, подкрас в пределах элемента, незначительный подкрас.

Ремонтный **окрас с переходом на соседний элемент** считается наиболее сложным. На практике он чаще всего применяется при замене кузовных элементов. Например, при замене переднего крыла (рис. 2.42), если мы окрасить его «встык» с дверью, оттенок будет отличаться. Если же мы растянуть переход и на дверь, то удастся добиться плавного перехода цвета и получить совпадение цвета один в один с цветом оригинала. Так будет видится человеческому глазу [16].



Рис. 2.42. Окрас с переходом на соседний элемент

Подкрас в пределах элемента (рис. 2.43) является наиболее распространенным и часто применяемым на практике. Однако если выполнить качественный переход на соседний элемент представляется возможным практически всегда, то сделать то же самое в пределах одной детали зачастую проблематично. Все зависит от площади и расположения повреждения.

Наиболее целесообразен такой ремонт в том случае, если повреждение находится в наименее заметной части панельной детали, ближе к ее краю. Как правило, это края и нижние участки дверей и крыльев, бампера. Такие повреждения могут рекомендоваться для выполнения перехода в пределах одной детали.

Выполнять подкраску значительного повреждения в центре детали на сложных серебристых и золотистых цветах нежелательно. Если же принято подобное решение, то переход на капоте можно сделать по базе, но лакировать его надо только полностью.



Рис. 2.43. Подкрас в пределах элемента

Незначительная подкраска выполняется на неответственных или незначительных по размерам участках: стойках крыш и дверей, молдингах, участках бамперов и т.д. (рис. 2.44).



Рис. 2.44. Незначительный подкрас

В таком варианте переход всегда выполняется не только по базовой эмали, но и по прозрачному лаку. Если ремонтная зона не превышает по площади размер бумаги А4, такой ремонт еще называется локальным или точечным, и также выполняется по технологии плавного перехода.

Таким образом, метод покраски плавным переходом является наиболее передовым, так как обеспечивает незаметное для глаза слияние нового и старого покрытия, снимая при этом потребность в идеальном подборе краски и позволяя существенно снизить затраты времени на корректировку оттенка. А для современных эмалей, склонных к изменению оттенка в

зависимости от множества факторов, данный метод является единственным способом качественного ремонта.

Рассмотрим один из наиболее распространенных случаев - ремонт легкого повреждения заднего крыла автомобиля, которое не имеет границы с задней стойкой и крышей (рис. 2.45).

Так как покрытие у нас двухслойное (база+лак), переход делают и по базе, и по лаку.

Сначала нужно определиться, где будет располагаться переход по лаку (он всегда должен быть дальше, чем переход по базе). Для него желательно выбирать максимально незаметные участки детали, к которым относятся:

- наиболее узкие участки детали (сужение крыла на стойке, над колесной аркой и т.д.);
- рельефные и фактурные элементы (линия молдинга, различные углубления и границы) [16].

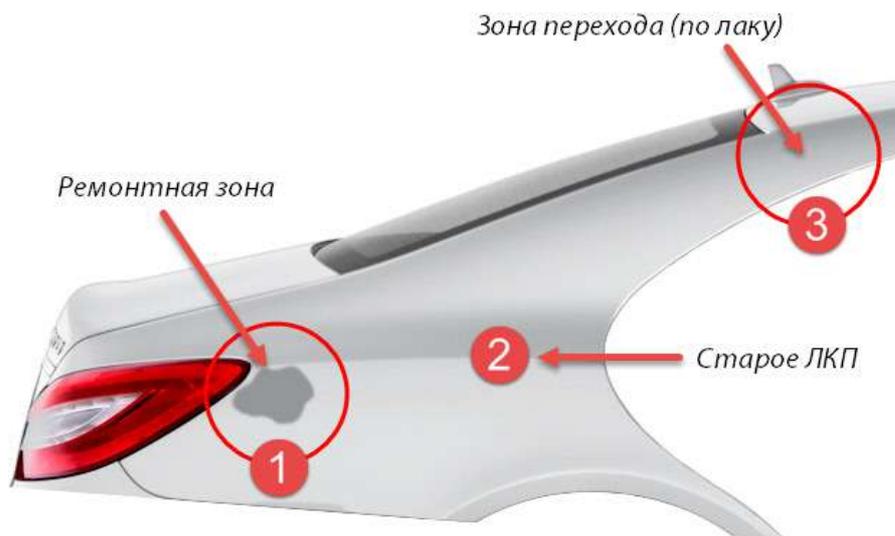


Рис. 2.45. Легкое повреждение заднего крыла

Если есть возможность, лаком лучше покрывать всю деталь. Ведь выполнение перехода по лаку на видном месте и его последующая полировка – процесс более сложный и дорогостоящий, нежели лакирование всей детали. К тому же нет никаких гарантий, что в процессе дальнейшей эксплуатации не проявится граница между старым и новым лаком. После нескольких механических моек такое вполне может случиться.

Вызвано это тем, что любое лакокрасочное покрытие имеет наибольшую прочность в его верхних слоях. А чем глубже, тем прочность слоя ниже. Именно этим объясняется тот факт, что каждое глубокое полирование менее долговечно. Вот и при полировке зоны перехода лака срезается верхняя, наиболее прочная его часть. И полной гарантии того,

что дальнейшие механические воздействия не проявят видимую границу между старым и новым покрытием, нет.

Но в некоторых случаях лакировать всю деталь нет абсолютно никакого смысла. Например, при устранении небольшой царапины на бампере или, как в приведенном случае с крылом, которое не имеет границы с крышей. Лакировать два задних крыла и крышу недопустимо, поэтому переход по лаку в таком случае выполнять нужно на участке сужения стойки.

Таким образом, есть три участка: зона ремонта (1); зона, в которой будет располагаться переход по лаку (3); и все остальное покрытие, что между ними (2). Важно определить эти участки, поскольку готовиться к окрашиванию они будут немного по-разному (рис. 2.46).

Одной из ошибок на этапе подготовки к окрашиванию является малая зона шлифования под нанесение новой эмали и лака, когда места под переход попросту нет. Нужно учитывать, что создание корректного перехода требует под себя достаточно большой площади. Если у вас возникают трудности с визуальным определением ремонтных зон, вы можете обозначить их фломастером на скотче по контуру элемента.

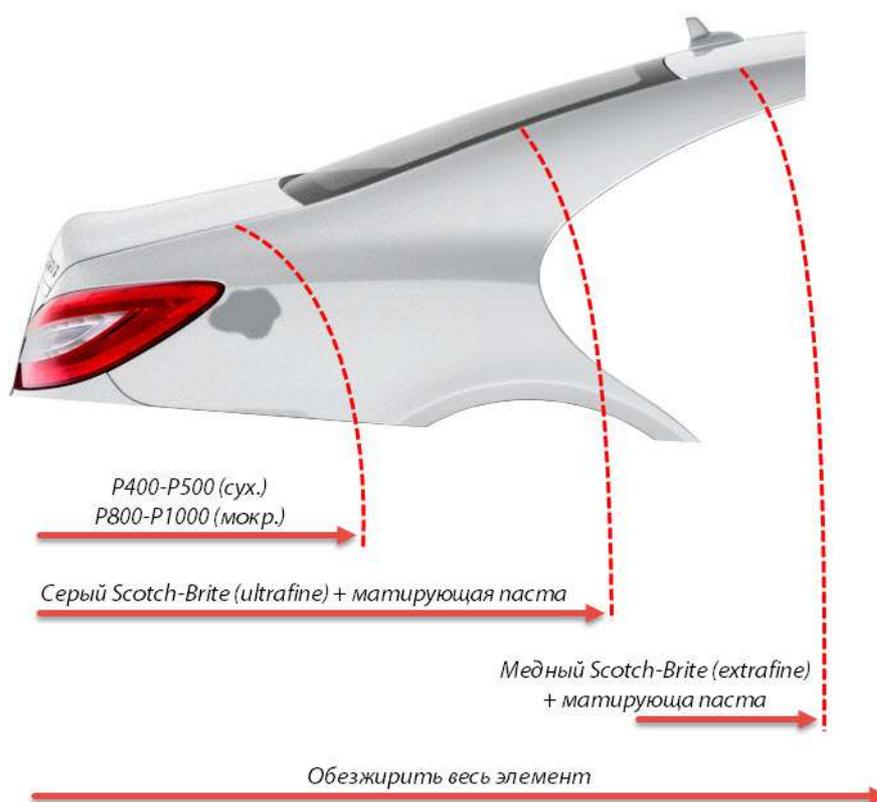


Рис. 2.46. Подготовка под покраску переходом

Сначала обрабатывается место грунтования. Для этого используется абразив с градацией P400-P500, если работа по сухому или P800-P1000, если по мокрому.

При работе по сухому рекомендуется использовать эксцентриковую шлифмашинку с небольшим ходом эксцентрика 3 мм и мягким шлифовальным диском (или специальным мягким диском-переходником).

Далее обрабатывается зона, примыкающая к отремонтированному участку (если перехода по лаку не будет, то это весь остальной элемент). Для матирования используется серый скотч-брайт (*ultrafine*). Удобнее работать с использованием пасты для матирования (например, Prep and Blend фирмы 3M) и небольшого количества воды. Подготовка поверхности в этом случае будет вестись не только за счет абразива скотч-брайта, но и за счет пасты. То есть и механическим и химическим способами.

При матировании особое внимание следует уделять профилям и кромкам детали. Если они будут плохо обработаны, в дальнейшем это может привести к отслаиванию и сколам покрытия.

Если элемент будет лакироваться полностью, то на его обработке серым скотч-брайтом подготовка завершается. Остается только удалить остатки пасты, промыв деталь водой, и обезжирить элемент.

В случае выполнения перехода по лаку, зону, в которой будет располагаться этот переход, необходимо обработать скотч-брайтом медной модификации (*extrafine*) с матирующей пастой либо просто губкой с матирующей пастой.

После шлифования нужно тщательно удалить остатки пасты (так как они препятствуют сцеплению нового покрытия со старым), высушить и обезжирить элемент. Затем протереть элемент липкой салфеткой, после чего можно приступить к выполнению перехода «по базе».

При создании перехода «по базе» главная задача заключается в том, чтобы сделать место слияния новой и старой краски максимально незаметным (рис. 2.47).

Чтобы этого добиться, необходимо следовать определенным правилам. Во-первых, при нанесении базовой эмали нужно постепенно расширять зону нанесения. Первый слой наносится на пятно грунта, а каждым новым слоем немного расширяется площадь нанесения, заходя на неповрежденное покрытие. Таким образом, поверхность укрывается и одновременно формируется плавный переход цвета.

Алюминиевые частицы могут правильно ориентироваться и создавать равномерный оптический эффект только в достаточно мокром базовом слое (в слое, в котором достаточно растворителя).

Создание же плавного перехода неизбежно сопровождается утоншением слоя краски на его границе. Та часть слоя, которая ложится на старое заматированное покрытие, практически не содержит в себе растворителя и алюминиевые частицы лишены возможности «плавать» и правильно ориентироваться. К тому же размер алюминиевых частиц старой и новой

краски может не совпадать. Все это приводит к появлению разнотона между старой и новой краской, и эта видимая граница, выдает факт произведенного на элементе ремонта. Особенно это заметно на светлых цветах с эффектом металликов.

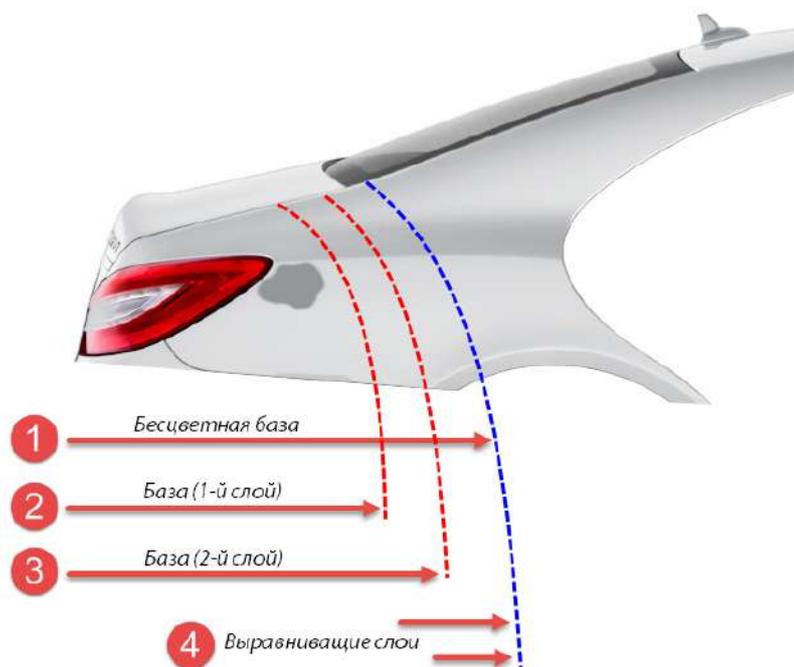


Рис. 2.47. Переход «по базе»

Поэтому производители лакокрасочных материалов предлагают решение данной проблемы в виде применения специальной подложки – бесцветной базы.

То есть перед нанесением обычной базы, на элемент наносится база бесцветная и практически сразу, на эту еще влажную подложку наносится база. В этом случае перепыл, попадая на свежую бесцветную основу не вызывает разнотона в месте перехода, так как металлическим частицам есть где правильно сориентироваться.

Бесцветную базу можно не наносить полностью на весь элемент, но зону перехода по базе она должна перекрывать с запасом. Базовая эмаль всегда должна оставаться внутри зоны нанесения бесцветной базы.

У разных производителей этот продукт может называться по-разному: бесцветная база, база для переходов, биндер – все это одно и то же. У некоторых он выпускается в виде специальной добавки, например у *Sikkens* это добавка *Blending Agent*. Приготовление бесцветной базы у разных производителей также может отличаться: у одних она поставляется уже готовой к применению, у других же перед применением требует разбавления. Тут уже зависит от конкретного производителя, поэтому нужно смотреть инструкцию [15,16].

Главная рекомендация при нанесении обычной базы – не наносить слишком толстые слои, пытаясь побыстрее перекрыть пятно грунта. Толщина слоя металлика оказывает достаточно сильное влияние на оттенок. К примеру, приготовленная эмаль несколько темнее окрашиваемого элемента, но эта разнооттеночность нивелируется качественным переходом. Однако при нанесении базы в одну толстую четкую границу она станет еще темнее, образуется темный ореол. И в этом случае даже переход не исключает видимой границы ремонта.

Вместе с тем слои не должны быть слишком сухими. Особенно важно это при работе со светлыми оттенками, содержащими большое количество крупного алюминиевого зерна. При малом размере зерна и меньшем его количестве это еще не так критично, а вот крупные единичные зерна, упавшие на границе перехода, будут ярко блестеть.

Поэтому после высыхания каждого слоя базы рекомендуется использовать липкую салфетку для удаления пыли в зоне ремонта.

Чтобы уменьшить распыл и выровнять зону перехода, последние два слоя рекомендуется нанести при пониженном давлении (до 1...1,5 атм) и немного увеличенной дистанции (капельный метод). Слои должны быть полумокрыми. Если пистолет с мягким окрасочным факелом, не создающим излишнего пыли, понижать давление не обязательно, однако в сочетании с варьированием дистанции это может улучшить цветное соответствие и ориентацию металлика.

Если работа проводится конвенциональным распылителем, входное давление которого 3 атм и более, давление также понижается. Эти пистолеты имеют довольно большой распыл и мастеру, особенно с небольшим опытом, иногда даже и не остается места на элементе, чтобы закончить переход.

Если зона перехода по лаку находится близко к зоне ремонта, то удаленный перепыл, попавший в эту зону боковым напылом при нанесении базы, может привести к образованию видимой границы при полировании зоны перехода. Чтобы такого не случилось, перед нанесением лака обязательно нужно удалить перепыл липкой салфеткой.

Переход между старой и новой краской по вертикальной границе выделяется наиболее сильно. Поэтому опытные мастера стараются напылять переход не в вертикальную линию, а по диагонали. Но здесь также нужно быть осторожным, чтобы не создать полос и облаков.

На результат влияет не только соблюдение рекомендаций производителя эмалей, но и внутреннее профессионализм маляра настройках пульверизатора, специфике его движений при нанесении краски, толщине накладываемых слоев и прочих факторах.

Необходимо сказать о специальных добавках в базу, которые предлагаются производителями для устранения видимых границ при покраске переходом и обеспечения правильной ориентации частичкам металлика. Такая добавка может помочь в том случае, если граница перехода все еще видна и ее никак не удается убрать.

Упомянутая добавка *Sikkens Blending Agent*, может использоваться не только в качестве бесцветной основы, но и в качестве добавки в саму базу. Сначала наносятся обычные кроющие слои базы, затем в краску добавляется эта добавка и полученная смесь напыляется на зону перехода, размывая видимую границу и помогая легче добиться плавного перехода цвета.

Применение таких добавок необязательно, но при работе со сложными цветами облегчает процесс.

После нанесения базового слоя, его выдержки (15...20 мин при 20 °С) и удаления пыли липкой салфеткой можно приступить к нанесению лака.

Если деталь лакируется полностью, то работа ведется по стандартной схеме: MS-лак наносится в два полных слоя с выдержкой между ними 5-10 мин, HS - в полтора: один легкий и практически сразу полный.

В случае, если ремонт требует выполнения перехода по лаку, действовать необходимо в несколько этапов, чтобы сделать ее невидимой для глаза (рис. 2.48).

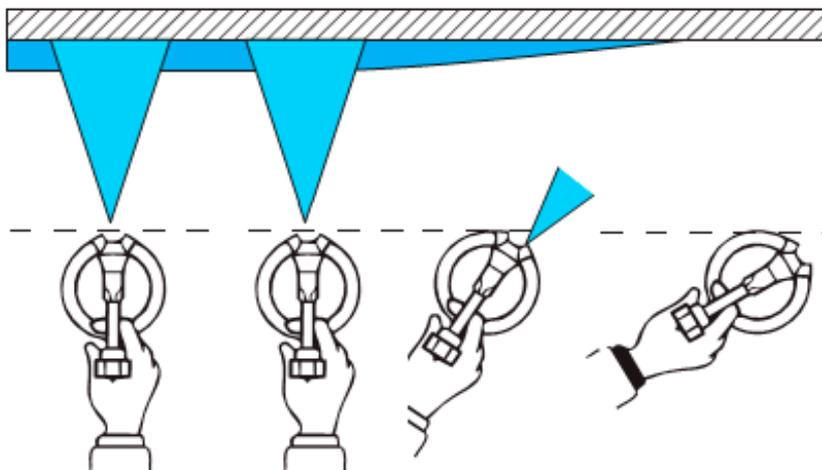


Рис. 2.48. Нанесение лака

Первый слой наносится только на окрашенный участок с небольшим запасом, а вторым слоем несколько расширяется площадь нанесения, формируя, таким образом, плавный выход лака. При этом второй слой нужно плавно оборвать в начале зоны, которая заматирована под переход медным скотч-брайтом. Ни в коем случае нельзя доходить лаком до края заматированной поверхности. Нужно оставить место для выполнения перехода [15,16].

После того, как стандартные полтора-два «укрывающих» слоя лака нанесены, на образовавшемся перепыле и остатке заматированной поверхности формируется переход «по лаку».

С растворителем для переходов делают невидимой границу перехода между старым и новым покрытием. Для этого к оставшемуся лаку (уже разбавленному) нужно добавить определенное количество этого растворителя, тщательно перемешать и нанести данную смесь на зону перехода. Обычно это делается в два слоя. Сначала первый, на меньшую площадь, и через 1...2 мин второй, расширяя площадь нанесения и доходя уже практически до границы матирования (рис. 2.49).

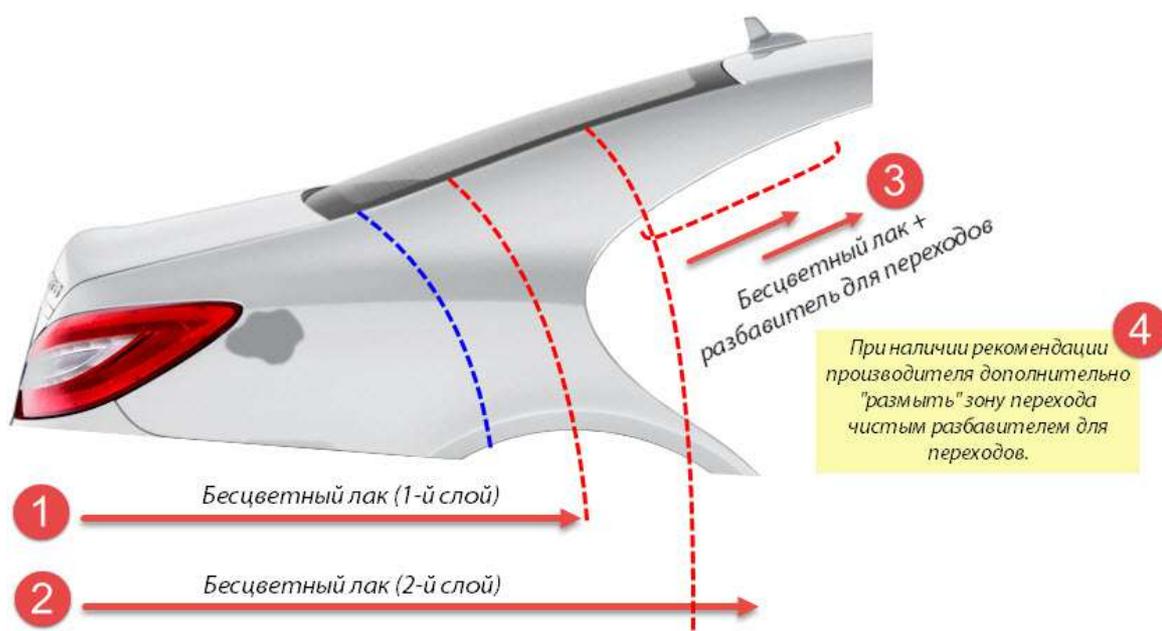


Рис. 2.49. Переход «по базе»

Свой собственный разбавитель для переходов предлагают практически все производители эмалей и лаков, поэтому пропорции его добавления у разных брендов разные. У кого-то 1:1, у кого-то 3:1 (3 части растворителя и одна часть лака), у кого-то 5:1 (5 частей разбавителя и одна лака) и т.д. Но в любом случае нужно помнить, что вязкость полученной смеси будет гораздо ниже, чем вязкость обычного лака, поэтому наносить ее нужно осторожно, тонкими слоями, чтобы не возникло подтеков.

Если кромка лака размывается недостаточно хорошо, некоторые производители рекомендуют увеличить количество разбавителя и повторить размывку границы. Другие же для этой цели рекомендуют использовать разбавитель для переходов в чистом виде. Наносить его нужно очень аккуратно, в 1...2 тонких слоя с выдержкой 15...30 с, и строго на границу старого и нового покрытия, на образовавшийся от предыдущего этапа перепыл.

После полного высыхания лака, в случае необходимости зону перехода можно отполировать – либо вручную с помощью салфетки и полировальной пасты (буквально несколько круговых движений), либо с помощью полировальной машинки (на небольших оборотах, не перегревая поверхность). Не рекомендуется в зоне перехода использовать шлифовальную бумагу, так как она может «потянуть» границу и место ремонта проявится. Полировать место перехода лучше только абразивными пастами.

Также частой причиной проявления места ремонта может быть полировка недосушенного лака. Необходимо помнить, что при 20 °С большинство лаков дает возможность полировки не ранее, чем через 24 часа. Поэтому нужно либо подождать, либо прибегнуть к искусственной сушке (инфракрасные лампы или нагрев в камере). Также для локальных ремонтов существуют специальные быстросохнущие лаки.

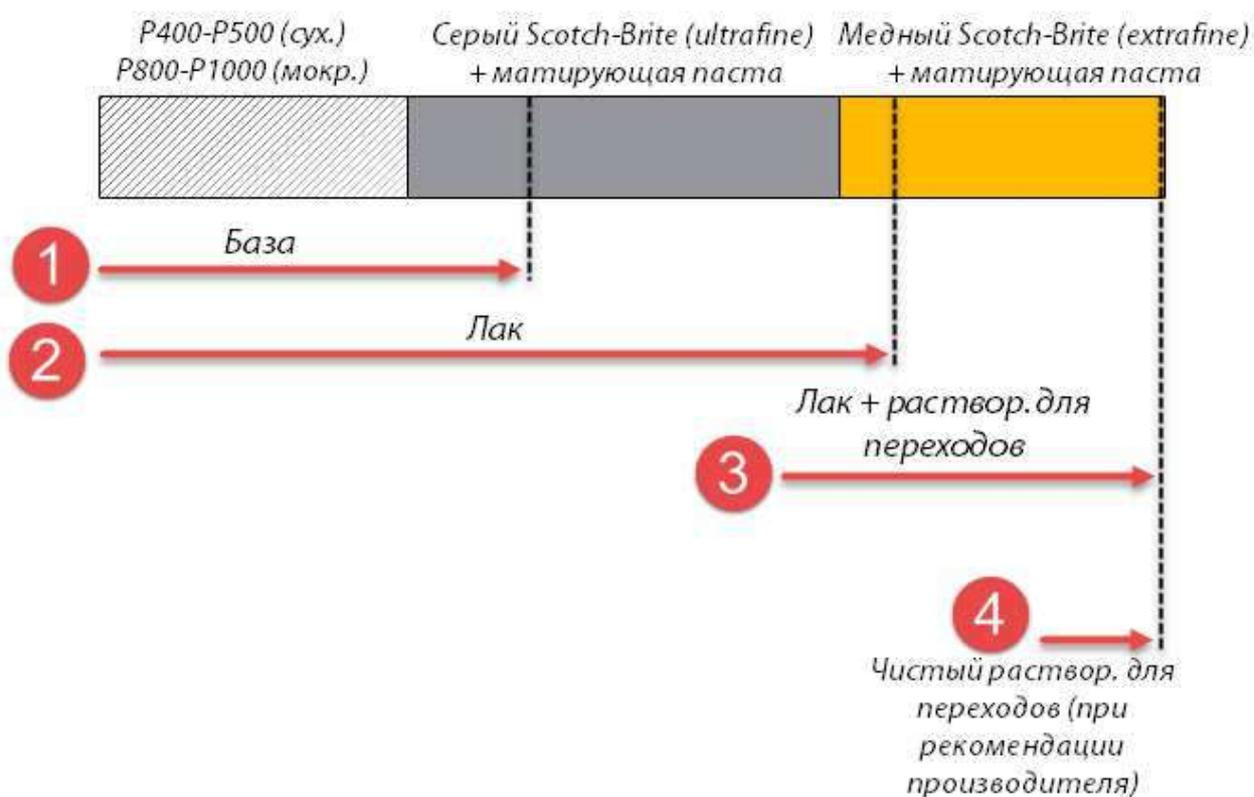


Рис. 2.50. Схема «плавного перехода»

Переход по акриловой одноцветной акриловой эмали ничем не отличается от перехода по лаку, ведь это тот же лак, только цветной.

Готовится эмаль в стандартных пропорциях и наносится два слоя: первый на пятно грунта, второй чуть дальше, соблюдая межслойную выдержку (5...10 мин при 20 °С).

Затем в рабочую смесь краски добавляется растворитель для переходов, эта смесь перемешивается и наносится на зону перехода, не выходя за

границу матирования. При наличии рекомендации производителя переход завершается чистым разбавителем. Все точно так же, как и с лаком.

Для одноцветных эмалей возможен еще один способ создания плавного перехода: с нанесением прозрачного лака в зоне перехода. Такой способ наиболее оправдан при ремонте некоторых специфических цветов, например темно-синего. Дело в том, что такие цвета содержат в своем составе большое количество цветных пигментов, различных по своей массе, что ведет к осаждению или, наоборот, поднятию тех или иных пигментов в лакокрасочном слое. Наиболее тяжелые пигменты (белые) оседают вниз, а самые легкие (синие) - всплывают вверх. Это явление называется флотацией.

При полировании места перехода на такой эмали могут проявиться нижние слои покрытия, которые будут более светлыми и зона перехода в этом случае может выглядеть белесой. Если же, после нанесения стандартных слоев эмали, переход выполнить с помощью прозрачного лака (с добавлением разбавителя переходов), его дальнейшее полирование не приведет к осветлению зоны перехода [15-17].

2.5. Причины возникновения дефектов лакокрасочного покрытия и методы их устранения

Появление дефектов красочного покрытия может быть вызвано различными причинами, и это зависит от технологического процесса, от состояния окружающей среды, от используемых для окраски материалов и от внешних факторов. Очень важно определить причину возникновения дефекта, чтобы избежать повторения подобных ошибок [8,10].

Загрязнение пылью: посторонние частицы внедряются в поверхность красочного покрытия (рис. 2.50). По большей части это происходит при попадании мелких частиц пыли из окружающей среды, но также при распылении красочного материала с содержащимися посторонними частицами.

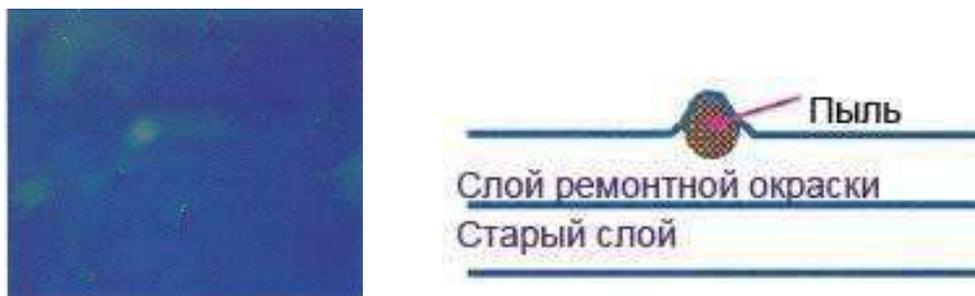


Рис. 2.51. Загрязнение пылью

Причинами могут быть: недостаточно очищенная поверхность для окраски, грязь на месте окраски, недостаточно чистый материал, краскопульт не прочищен, грязная или неподходящая для работы спецодежда, покрытая пылью, пушинками или нитками.

С только что нанесенного слоя можно аккуратно удалить посторонние частицы при помощи пинцета, иголки или клейкой ленты, чтобы не оставить следов. Если слой уже высох, его следует зачистить шлифовальной бумагой с зерном 1000...1500.

Маленькие округлые, похожие на кратеры, отверстия, появившиеся во время или после распыления.



Рис. 2.52. Кратеры

Причинами могут быть нанесение краски на поверхность, загрязненную маслом, воском, силиконом, смазкой, водой, клеем от защитной ленты и т.п., подаваемый из компрессора воздух загрязнен маслом и водой.

Если кратеры имеют небольшие размеры, и если они появились во время распыления, на поврежденную зону следует распылить небольшой слой краски.

Если кратеры появились в верхнем слое лака при окраске солид, если они достаточно крупные и их число невелико, следует после очистки краски от пыли заполнить кратер краской при помощи небольшой кисти или зубочистки.

Если кратеры крупные, их следует после высыхания краски отшлифовать шлифовальной бумагой с зерном 600 и выполнить повторное окрашивание.

Красочное покрытие имеет неровную структуру, которая напоминает кожуру апельсина.

Причина в недостаточном разбавлении и (или) слишком высоком давлении сжатого воздуха; разбавитель испаряется слишком быстро для данных условий нанесения; краскопульт размещался слишком далеко от поверхности; использование материала (двухкомпонентной краски) с истекшим сроком годности [8,10].



Рис. 2.53. Неровная структура

Несильно выраженную неровную структуру можно устранить путем шлифовки шлифовальной бумагой с зерном 1500...2000 после высушивания краски, с последующей полировкой для придания глянца.

При сильно выраженной неровной структуре следует отшлифовать поверхность шлифовальной бумагой с зерном 600 после высыхания краски, затем повторно окрасить.

Подтеки и наплывы: слои приклеиваются неравномерно, образуя пузыри, капельки или сдвиги всего красочного покрытия.

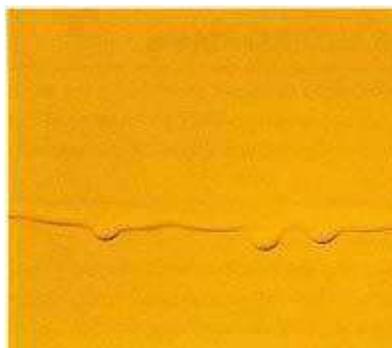


Рис. 2.54. Подтеки и наплывы

Причинами являются излишнее разбавление и (или) слишком медленное испарение разбавителя, нанесение чрезмерно жидких слоев, скорость распыления слишком низкая [8,10].

Незначительные подтеки/наплывы можно убрать шлифовкой шлифовальной бумагой с зерном 1000...2000 сразу после высыхания краски и последующей полировкой для восстановления глянца.

При крупных подтеках/наплывах следует отшлифовать поверхность шлифовальной бумагой с зерном 600 после высыхания краски, затем произвести повторное окрашивание.

Помутнение: мутно-серое пятно появляется на поверхности красочного покрытия сразу или непосредственно после нанесения краски, в результате конденсации влаги из воздуха.

Причина в слишком быстром высыхании или использовании несбалансированного разбавителя.

Незначительное помутнение после высыхания краски можно устранить обработкой составом для восстановления глянца.

При наличии сильного помутнения после высыхания краски отшлифовать поврежденную поверхность шлифовальной бумагой с зерном 600, затем выполнить повторную окраску.

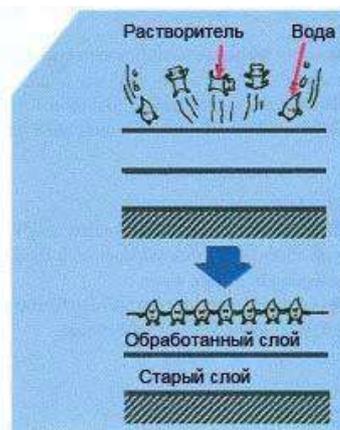


Рис. 2.55. Помутнение

Следы после шлифовки: видимые линии или следы, проявившиеся на покрытии после растворения растворителя из верхнего слоя, и происходящие от царапин, бывших на старом покрытии и (или) образовавшихся на нижнем слое в результате шлифовки [8,10].



Рис. 2.56. Следы после шлифовки

Причины: шлифовка с помощью шлифовальной бумаги с очень крупным зерном; плохое просушивание нижнего слоя (слой шпаклевки или грунтовки) перед шлифовкой и нанесением верхнего покрытия; нанесение слишком жидкой краски с низкой вязкостью.

Незначительные царапины от шлифовки можно устранить, отполировав поверхность после полного высыхания краски.

Если не удалось устранить дефекты полировки, необходимо после высыхания удалить краску шлифовальной бумагой с зерном 600 и произвести перекрашивание поверхности.

Полностью удалить краску с помощью шлифовальной бумаги с зерном 320 и выполнить повторную окраску, начиная с нижнего слоя.

Усадка: из-за проникновения растворителя из верхнего слоя краски в старую краску виден нижний ремонтируемый слой.



Рис. 2.57. Усадка

Причины: ухудшение качества старого покрытия, использование лака вместо использованного первоначально покрытия; нанесение следующего слоя до того, как предыдущий слой полностью высох в случае применения двухкомпонентной краски; нанесение верхнего слоя на слой лака, как показано на рисунке справа; недостаточное количество отвердителя.

Небольшую усадку можно устранить, отполировав поверхность с помощью шлифовальной бумаги с зерном 320, затем повторно нанести краску. В тяжелых случаях следует полностью удалить старое покрытие и выполнить повторную окраску.

Отслоение краев: между участком с нанесенной шпаклевкой и участком старого покрытия появляются возвышающиеся края на сухом или влажном красочном слое [8,10].

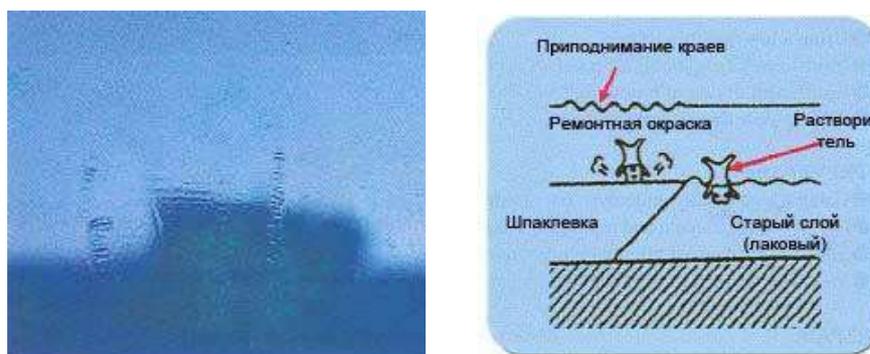


Рис. 2.58. Отслоение краев

Причины: плохое сглаживание краев старого покрытия; шпатлевка была нанесена прямо на старое покрытие; применение слишком жидкого грунта-выравнивателя или краски для верхнего слоя; слишком низкая вязкость краски; неполная сушка шпатлевки.

Незначительные подъемы краев могут быть устранены полировкой при помощи шлифовальной бумаги с зерном 1500...2000 только в случае использования покрытия солид.

Выполнить шлифовку поверхности с помощью шлифовальной бумаги с зерном 600, затем повторно нанести покрытие.

При наличии значительных подъемов краев следует отшлифовать поверхность при помощи шлифовальной бумаги с зерном 320, затем нанести грунт-выравниватель на уретановой основе [8,10].

Появление пятен: неравномерное распределение пигментов металлик и перламутр в слое краски. Данный дефект часто возникает вследствие неравномерного распыления или перемещения пигментов в верхний слой лака.

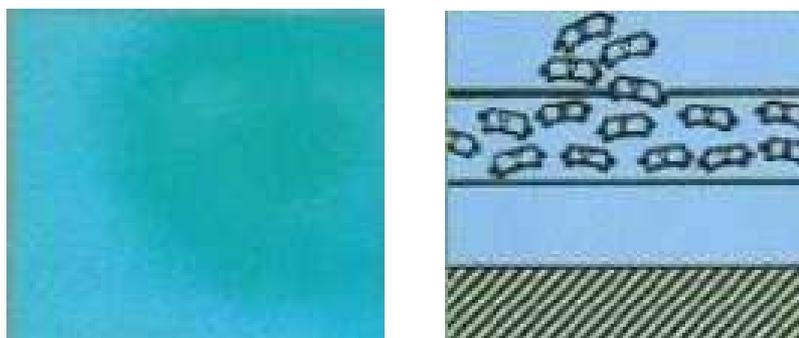


Рис. 2.59. Появление пятен

Причины: ненадлежащая вязкость краски; неправильная регулировка краскопульта или неправильная техника нанесения, приводящая к неравномерному распределению алюминиевых хлопьев; не выдержано время высыхания перед нанесением верхнего слоя лака; использовано слишком большое количество разбавителя.

Если пятна появились до нанесения верхнего лакового слоя, необходимо нанести красочное покрытие повторно. В случае появления пятен после нанесения верхнего лакового слоя, после высыхания зачистить дефектный участок с помощью шлифовальной бумаги с зерном 800 и повторно нанести основное покрытие.

Потеря блеска/адсорбция: после высыхания или по прошествии некоторого времени окрашенная поверхность тускнеет.

Причины: использование грунтовки низкого качества; не выдержано время сушки перед нанесением верхнего слоя; не выдержано время сушки верхнего слоя перед полировкой; добавление большого количества медленно сохнущего растворителя/разбавителя.

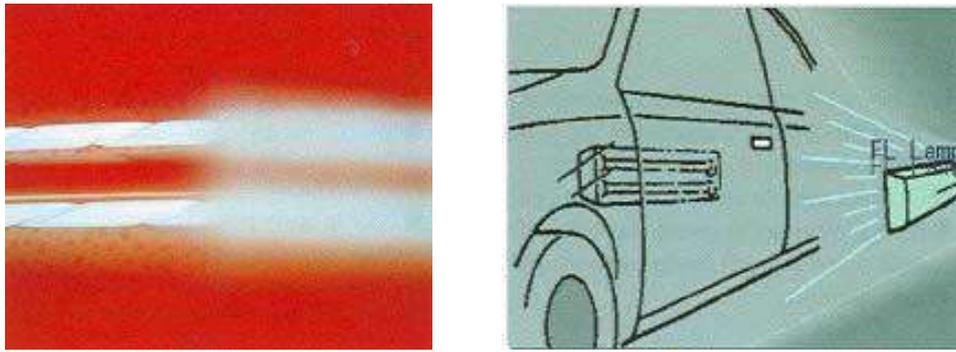


Рис. 2.60. Потеря блеска

Незначительное потускнение поверхности можно исправить с помощью полировки поверхности после полного высыхания краски. В серьезных случаях после полного высыхания слоя краски необходимо выполнить сглаживание дефектного участка с помощью шлифовальной бумаги с зерном 600, затем повторно нанести слой краски.

Пористость: маленькие пузырьки и маленькие отверстия появляются в красочном покрытии или на его поверхности в результате слишком высокой температуры сушки. Отверстия от лопнувших пузырьков возникают, когда при высыхании пленки воздух или пар выходят на поверхность.



Рис. 2.61. Пористость

Причины: нанесение очень толстых слоев краски с высокой вязкостью; использование слишком большого количества растворителя/разбавителя; недостаточное время высыхания шпаклевки, попадание воздуха/газа в шпаклевочное покрытие с последующим образованием небольших отверстий; нагревание окрашенной поверхности спустя непродолжительное время после нанесения краски.

Устранить незначительные отверстия от лопнувших пузырьков и восстановить блеск можно, отполировав поверхность после полного высыхания краски. В серьезных случаях необходимо отшлифовать поврежденный участок при шлифовальной бумаги с зерном 600, затем повторно нанести слой краски [8,10].

Мягкое покрытие: краска даже после полной принудительной сушки остается мягкой, покрытие недостаточно затвердевает (на поверхности не должны оставаться следы от пальца или от воды).



Рис. 2.62. Мягкое покрытие

Причины: в краску было добавлено слишком мало отвердителя; отвердитель длительное время подвергался воздействию влаги, в результате чего ухудшились его качества; использование слишком большого количества медленно действующего растворителя/разбавителя.

Следует повторно высушить поверхность, при достижении необходимой твердости покрытия отполировать поверхность и восстановить блеск. В серьезных случаях следует удалить краску с поверхности и затем повторно нанести новый слой краски.

Образование пузырей: участок, вздувшийся в результате ухудшения сцепления грунтовки со слоем краски или сцепления между двумя слоями краски, вследствие поглощения воды или масла. Обычно образование пузырей под пленкой происходит в условиях повышенной влажности и повышенной температуры [8,10].

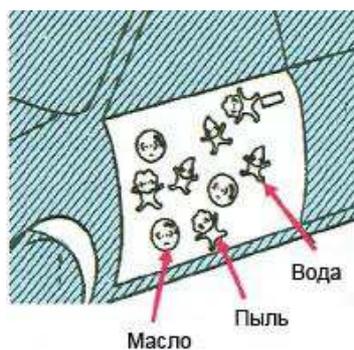
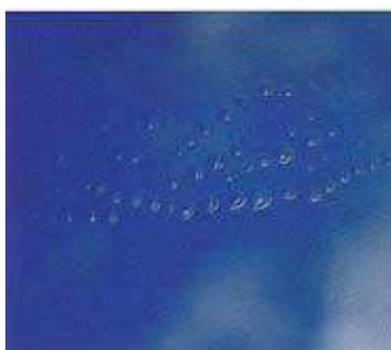


Рис. 2.63. Образование пузырей

Причины: плохое обезжиривание и плохая очистка поверхности, загрязнение поверхности маслом, водой и пылью; использование краски, имеющей плохое сцепление с поверхностью и (или) плохую устойчивость к воде; слой открытого металла в течение длительного времени подвергался воздействию окружающей среды; недостаточное время сушки меж-

ду нанесениями слоев краски и (или) верхнего покрытия; недостаточное количество отвердителя.

Необходимо зачистить дефектное покрытие до металла и произвести повторную окраску, начиная с грунтовочного покрытия.

Отслаивание: потеря сцепления слоя краски с грунтовочными покрытиями или нижними слоями краски.



Рис. 2.64. Отслаивание

Причины те же, что при образовании пузырей. Необходимо удалить поврежденный слой, отшлифовать поверхность с помощью шлифовальной бумаги с соответствующим размером зерна, затем повторно нанести покрытие.

Растрескивание: трещины различной длины и ширины на верхнем слое краски образуются в результате повреждения слоя краски под воздействием ультрафиолетового излучения и/или высоких температур, эти повреждения напоминают растрескавшуюся грязь.

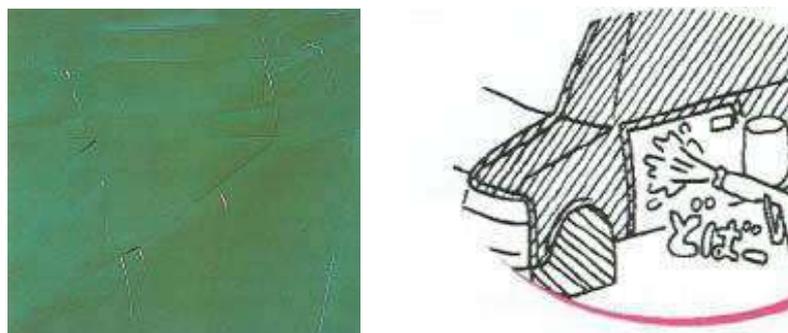


Рис. 2.65. Растрескивание

Причины: недостаточное количество отвердителя, слишком толстый слой краски, воздействие условий окружающей среды.

Необходимо снять слой растрескавшейся краски и произвести повторное окрашивание [8,10].

Потеря цвета: побеление или потемнение верхнего слоя краски в результате воздействия условий окружающей среды на первоначальный верхний слой (рис. 2.65). Это происходит от разрушения пигментов в результате атмосферного воздействия. Чаще всего данные явления возникают на кры-

ше, капоте, багажнике, дверцах и т.д. автомобиля, которые в большей степени подвергаются воздействию солнечных лучей в течение дня.

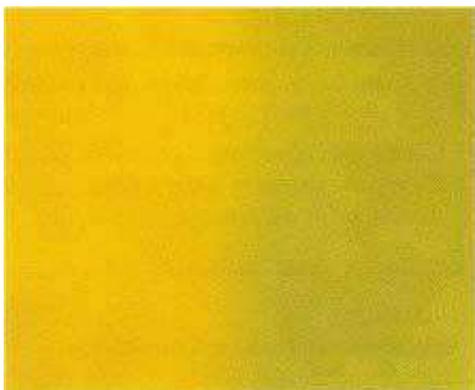


Рис. 2.66. Потеря цвета



Рис. 2.67. Известковый налет

Причина в использовании основной краски низкого качества и продолжительном воздействии окружающей среды.

При ремонте необходимо специальным составом удалить поврежденный слой краски, затем отполировать для восстановления блеска. В тяжелых случаях следует отшлифовать поврежденный участок с помощью шлифовальной бумаги с размером зерна 600 или меньше, заново нанести слой краски.

Известковый налет: появление на поверхности краски белого известкового налета в результате воздействия солнечных лучей, воды и т.д. (рис.2.66). Причина в нанесении верхнего слоя краски низкого качества. При ремонте необходимо специальным составом удалить поврежденный слой краски и выполнить полировку поверхности для восстановления блеска. В тяжелых случаях следует отшлифовать дефектный участок с помощью шлифовальной бумаги с размером зерна 600 или меньше, затем повторно нанести слой краски.

Пожелтение или появление участков коричневатого цвета на поверхности верхнего слоя краски по причине изменения естественных свойств смолы под воздействием солнечного света. Причина в нанесении верхнего слоя краски низкого качества и продолжительном воздействии окружающей среды. При ремонте необходимо специальным составом удалить поврежденный слой краски и выполнить полировку поверхности для восстановления блеска. В тяжелых случаях следует отшлифовать дефектный участок с помощью шлифовальной бумаги с размером зерна 600 или меньше, затем повторно нанести слой краски [8,10].

2.6. Проверка качества лакокрасочного покрытия

Для квалифицированной проверки качества ЛКП важно соблюсти следующие условия:

- при проверке окрашенная поверхность должна иметь температуру не ниже 15 °С и не выше 25 °С; нельзя производить проверку под прямыми солнечными лучами и при отрицательных температурах;
- процедура проверки ЛКП не должна затягиваться, растянутая на несколько дней проверка искажает результат;
- при проверке ЛКП оптимальной считается относительная влажность воздуха 50%, производить проверку при влажном ЛКП не следует [1].

Измерение толщины покрытия приборами, использующими механический контакт

Измерения проводят на покрытиях, которые могут выдержать действие зажимных элементов микрометра или наконечника датчика индикатора с круговой шкалой без образования видимых повреждений, чтобы исключить ошибки.

Микрометр или индикатор с круговой шкалой используют для измерения толщины покрытия по разности между суммарной толщиной (окрашиваемая поверхность + покрытие) и толщиной окрашиваемой поверхности [1,9].

Существуют два способа определения толщины покрытия:

- **метод разрушающего контроля** - измерения проводят до и после удаления покрытия с окрашиваемой поверхности; сначала на определенной площади испытания измеряют суммарную толщину, затем, после того как покрытие на данной площади удалено с помощью растворителя, смывки или механически (только для определения толщины покрытия, нанесенного на стекло), измеряют толщину окрашиваемой поверхности;

- **метод неразрушающего контроля** - измерения проводят до и после нанесения покрытия; сначала измеряют толщину окрашиваемой поверхности, а затем суммарную толщину окрашиваемой поверхности с покрытием на той же площади.

Используют микрометр и индикатор с круговой шкалой таким образом, чтобы сторона образца с покрытием или сторона окрашиваемой поверхности до нанесения на нее покрытия была обращена к измерительному стержню микрометра или наконечнику датчика индикатора. Все поверхности (покрытие, окрашиваемая поверхность с обеих сторон), которые контактируют с измерительным прибором, должны быть чистыми.

Любой микрометр с точностью измерения до 5 мкм должен быть оснащен храповым механизмом (трещеткой) для ограничения усилия, оказываемого измерительным стержнем на поверхность покрытия во время испытания. Микрометр может быть «ручным» или закрепленным на стойке, в этом случае головка микрометра с плоской измерительной поверхностью крепится на жесткой подставке с плоской опорной плитой так, чтобы можно было регулировать ее высоту. Измерительная поверхность должна располагаться параллельно верхней части опорной плиты.

Выбирают точки, в которых должны быть проведены измерения. Точки измерения не должны иметь дефектов поверхности и должны быть расположены на расстоянии не менее 20 мм от края покрытия и приблизительно 50 мм друг от друга, если нет других указаний.

При работе с большими окрашенными поверхностями количество точек измерения и их расположение на поверхности должно быть таким, чтобы получить достоверные данные, характеризующие толщину покрытия на всей окрашенной площади.

Вокруг каждой точки измерения легким нажимом мягкого карандаша очерчивают окружность диаметром приблизительно 10 мм и ставят рядом порядковый номер. Далее вычисляют среднеарифметическое значение толщины покрытия испытуемого образца с точностью до 5 мкм в зависимости от используемого прибора.

Магнитные методы измерения толщины покрытия

Магнитные методы относятся к разряду методов неразрушающего контроля и используются для определения толщины немагнитных покрытий на металлических окрашиваемых поверхностях (пластинках для испытаний и изделиях).

Толщина покрытия определяется взаимодействием магнитного поля с металлической окрашиваемой поверхностью. Толщина покрытия определяется усилием, необходимым для отрыва магнита от покрытия (метод 7А), или изменением магнитного поля (методы 7С и 7D). Пластинки для испытаний для методов 7А и 7С должны быть из ферромагнитного металла, для метода 7D – из неферромагнитного.

На магнитное поле, создаваемое прибором, могут влиять следующие факторы:

- геометрия окрашиваемой поверхности (размеры, кривизна и толщина);
- свойства материала окрашиваемой поверхности, например, проницаемость, проводимость и свойства, обусловленные какой-либо предварительной обработкой;

- шероховатость окрашиваемой поверхности;
- другие магнитные поля (остаточный магнетизм подложки и внешние магнитные поля).

Метод 7А – метод отрыва постоянного магнита. Приборы, используемые в этом методе, измеряют магнитное притяжение между постоянным магнитом и окрашиваемой поверхностью, при этом толщина покрытия влияет на величину магнитного притяжения (рис. 2.68).

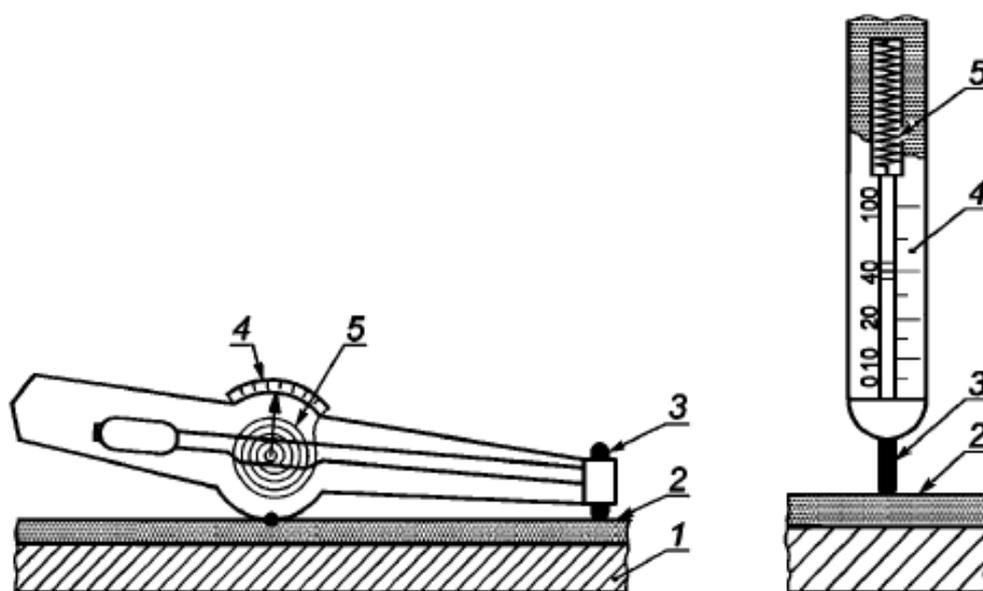


Рис. 2.68. Приборы для определения толщины покрытия методом отрыва постоянного магнита: 1 - окрашиваемая поверхность; 2 - покрытие; 3 - магнит; 4 - шкала; 5 - пружина

Метод 7С – метод магнитной индукции. Приборы, используемые в этом методе, измеряют изменение магнитного потока, проходящего через покрытие и окрашиваемую поверхность (рис. 2.69). Низкочастотное (НЧ, например, 60...400 Гц) переменное электромагнитное поле генерируется электромагнитом.

Метод 7D – метод вихревых токов (токи Фуко). Прибор содержит электромагнит для определения толщины покрытия по изменению магнитного поля, вызванного вихревыми токами в электропроводящей окрашиваемой поверхности (рис. 2.70). Высокочастотное (ВЧ, например от 0,1...30 Гц) переменное электромагнитное поле генерируется электромагнитом. Амплитуда и фаза этих токов соответствует толщине токонепроводящего покрытия, расположенного между проводником и датчиком [1,10].

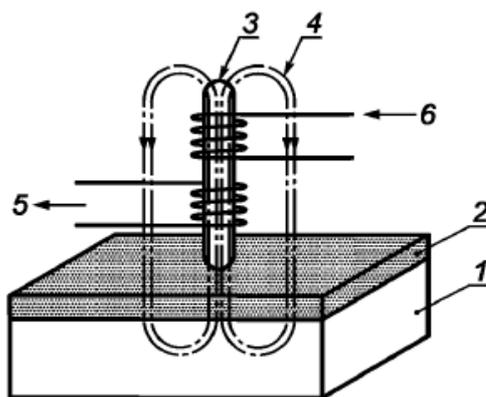


Рис. 2.69. Принцип индикатора магнитной индукции:

1 - окрашиваемая поверхность; 2 - покрытие; 3 - ферромагнитный сердечник;
4 - переменное магнитное поле (НЧ); 5 - сигнал измерения; 6 - ток

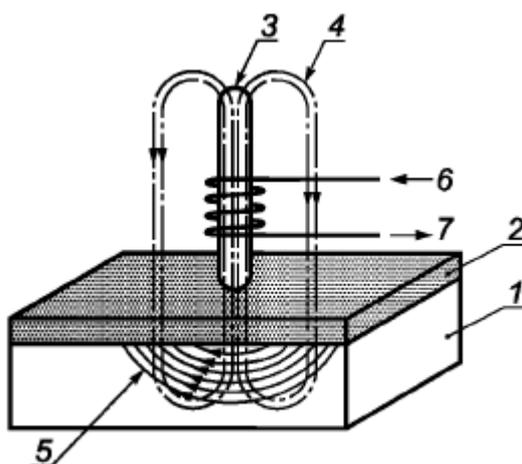


Рис. 2.70. Принцип индикатора вихревых токов:

1 - окрашиваемая поверхность; 2 - покрытие; 3 - ферритный сердечник;
4 - переменное магнитное поле (ВЧ); 5 - вихревые токи; 6 - ток; 7 - сигнал измерения

Оценка однородности цвета и внешнего вида

Однородный цвет и внешний вид являются ключевыми параметрами как до, так и после продажи. Зрительное восприятие в течение первых десяти секунд формирует наше оценочное суждение о качестве, и является основным фактором при принятии решения о покупке. Равномерность внешнего вида, которую также можно назвать гармоничностью или сочетаемостью отдельных частей многокомпонентного изделия, не менее важна. Это особенно важно, когда компоненты изделия производятся на разных промышленных площадках или изготовлены разными поставщиками. Для того, чтобы произвести визуальную и инструментальную оценку, необходимо стандартизировать источник освещения, внешние условия и наблюдателя [10, 20].

Цвета могут совпадать при одном источнике света (дневное освещение), а при другом нет (флуоресцентное освещение). Такой эффект называется метамерией, и он является одним из ключевых параметров качества внешнего вида многокомпонентных изделий. Таким образом, чтобы узнать, где можно продавать или использовать определенную продукцию, необходимо произвести проверку по типу источника света. Международная комиссия по освещению (CIE) стандартизировала несколько наиболее широко используемых источников освещения.

Стандарты ISO и ASTM определяют фон как часть поля зрения, непосредственно окружающего образец, а также зону обзора вокруг образца при осмотре его с некоторого расстояния, например, внутренняя поверхность камеры сравнения цветов. Ее цвет должен соответствовать системе классификации цветов по Манселлу N5-N7, блеск под углом 60° не должен превышать 15 единиц блеска.

При инструментальном измерении цвета определяются оптические свойства продукта. Спектрофотометр измеряет количество света, которое отражается от объекта по различным длинам волн в видимом диапазоне 400...700 нм (рис. 2.71). Кривая спектрального отражения является «идентификационным отпечатком» цвета объекта.

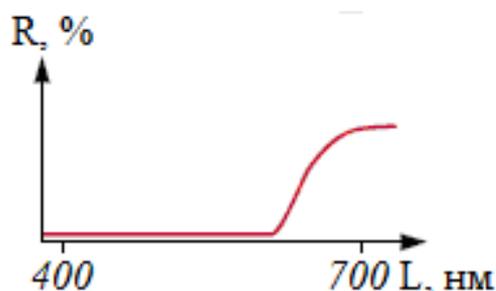


Рис. 2.71. Кривая спектрального отражения

Международные стандартизированные системы цвета, такие как широко известная система CIE Lab (рис. 2.72), объединяют данные стандартизированного источника света, стандартизированного наблюдателя и спектральные данные отражения в трех цветовых компонентах, описывающих степень светлоты, цветовой тон и насыщенность цвета [10, 20].

Допуски отклонений устанавливаются либо по каждому компоненту цвета, либо по общему цветовому различию ΔE^* .

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}. \quad (8.1)$$

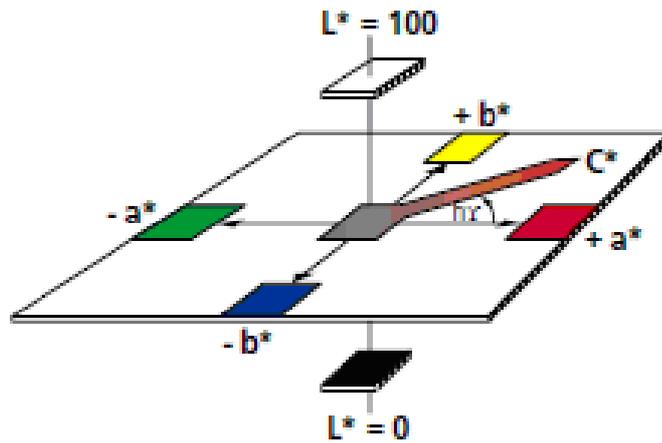


Рис. 2.72. Система CIE Lab

На основании многолетних исследований в области визуального сравнения простых цветов, которые проводились с целью уточнения систем расчетов допусков, которые бы максимально соответствовали эллипсоидной дифференциации оттенков человеком, были разработаны различные системы и уравнения (ΔE_{CMC} – ΔE_{94} – ΔE_{99} – ΔE_{2000}).

Стандартные геометрии спектрофотометров описаны международными стандартами (рис. 2.73).

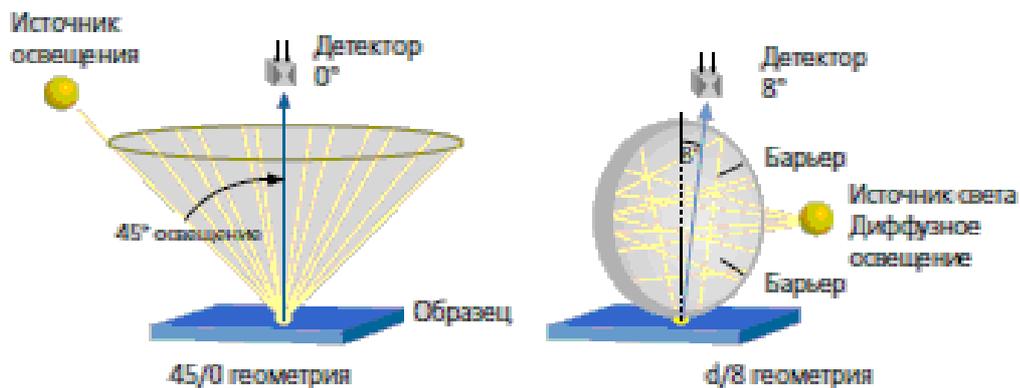


Рис. 2.73. Стандартные геометрии спектрофотометров

45/0 – измерение цвета так, как видит его человек. Для контроля качества конечной продукции, имеющей простой цвет, используется круговое освещение под углом 45° с целью получения воспроизводимых результатов для различных структурированных поверхностей.

d/8 – измерение и контроль цветового тона. Необходим при измерении цвета без учета блеска или текстуры поверхности, требует диффузного освещения.

В отличие от простых цветов, эффектные покрытия изменяют цвет и внешний вид в зависимости от угла обзора и условий освещения. «Металлики» демонстрируют изменение светлоты в зависимости от угла обзора.

Перламутровые цвета с особыми интерференционными пигментами могут не только изменять светлоту под различными углами, но и менять насыщенность и даже тон (эффект миграции цвета). Геометрии многоугольного измерения цвета определены международными стандартами для объективной оценки цвета «металликов». Научные исследования показали, что требуется как минимум три, а в зависимости от цветового эффекта, до шести углов измерения (рис. 2.74).

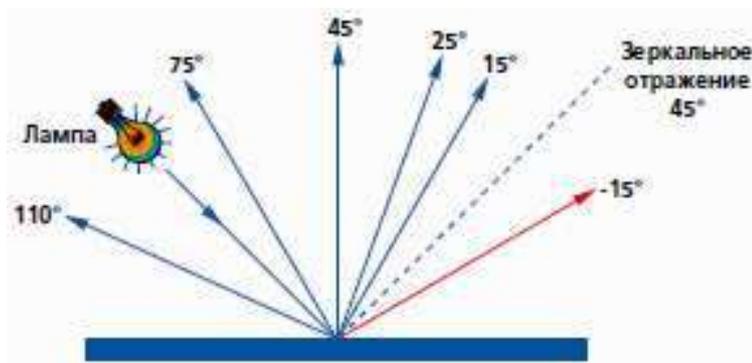


Рис. 2.74. Углы измерения цветов с эффектом «металлик»

Поскольку восприятие покрытий с эффектами меняется в зависимости от угла обзора, требуется определить допуски для каждого угла. Поэтому были выведены новые цветовые уравнения на основе исследований корреляции с визуальным восприятием [20].

Измерение блеска

Блеск – это зрительное восприятие, зависящее от характеристик поверхности. Чем больше прямого освещения отражается, тем более выраженным будет впечатление от блеска. Падающий свет отражается от поверхности преимущественно в прямом направлении (рис. 2.75). Угол отражения равен углу падения.

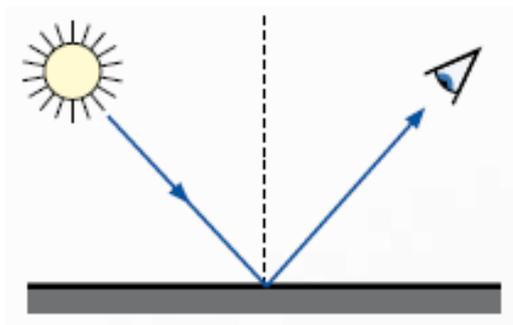


Рис. 2.75. Отражение света от поверхности

Международные стандарты предписывают выполнять измерения зеркального отражения с помощью блескомера. Интенсивность отраженного света измеряется в пределах небольшой зоны около отраженного луча.

Объект, имитирующий источник света, помещается в фокусе коллиматорного объектива. Объектив датчика с отверстием в фокусной плоскости и последующим детектором освещения завершает основную оптическую конструкцию.

Интенсивность отражения зависит от материала и угла освещения. Результаты измерений соотносятся с количеством света, отраженного от черного блестящего эталона с определенным показателем преломления. Значение измерения для этого эталона равно 100 единицам блеска. Материалы с более высоким показателем преломления могут иметь результаты измерений выше 100 единиц блеска [20].

Сильное влияние оказывает угол освещения. Чтобы получить четкое разграничение во всем диапазоне блеска – от блестящей до матовой поверхности были стандартизированы три геометрии, т. е. три различных диапазона:

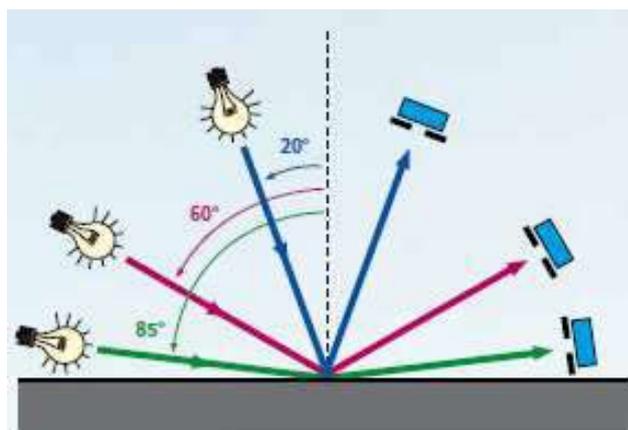


Рис. 2.76. Диапазоны блеска

Результаты, полученные при измерении с использованием единичной геометрии измерения, например, угол 60° , иногда плохо соотносятся с визуальными наблюдениями при сравнении образцов с различным уровнем блеска. Вот почему международные стандарты предусматривают измерения под время различными углами, а именно 20° , 60° и 85° . Каждая из трех геометрий использует одну и ту же апертуру источника, но разную апертуру сенсоров. Выбор геометрии зависит от того, проводится ли общая оценка блеска, необходимо ли сравнение сильно блестящих поверхностей или измерение матовых образцов. Геометрия 60° используется для измерения большинства образцов или для определения, какую геометрию (20° или 85°) лучше использовать. Геометрия 20° более подходит для сравнения образцов, имеющих величину блеска при 60° выше, чем 70

единиц. Геометрия 85° используется для сравнения матовых образцов под углом, почти близким к скользящему, со значением блеска при 60° менее 10 единиц блеска (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Выбор геометрии

Уровень блеска	Значение 60°, единиц	Рекомендуемая геометрия
Полуглянцевые	10...70	геометрия 60°
Высокоглянцевые	более 70	геометрия 20°
Матовые	менее 10	геометрия 85°

В целевом исследовании визуально оценивали 13 образцов с различным уровнем блеска от матовых до высокоглянцевых. Эти же образцы затем были измерены с помощью трех указанных геометрий. В средней части графика при крутом наклоне кривых можно четко увидеть различия между блеском образцов, в то время как в плоской части графика геометрия измерения больше не отражает визуальное восприятие (рис. 2.77).

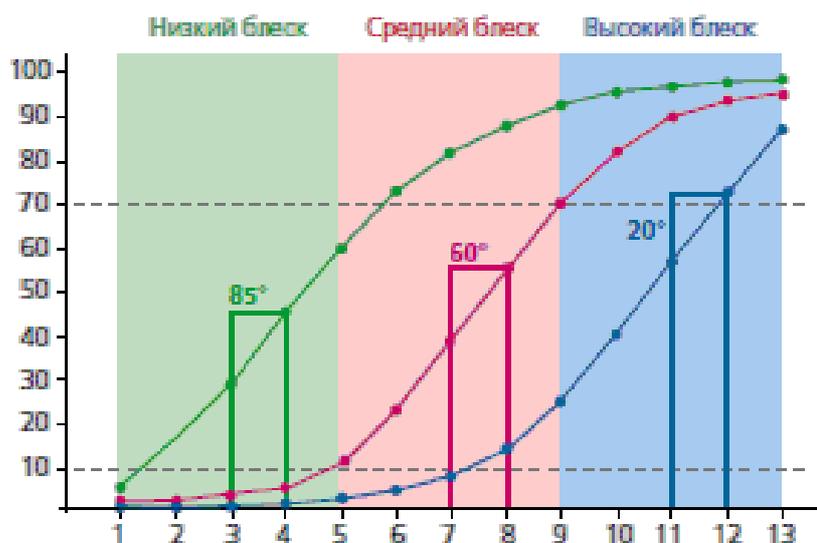


Рис. 2.77. Исследование образцов с различным блеском

Измерение шагрени

Видимость и внешний вид таких структур определяется размером, расстоянием наблюдения, а также индексом качества отражения, формируемого на поверхности покрытия (DOI).

Поверхности с различными структурами будут визуально казаться различными (рис. 2.78).

На поверхностях с высокоглянцевым покрытием шагреня выглядит как волнистый повторяющийся узор из светлых и темных участков. В за-

висимости от волнистости, свет отражается в различных направлениях (рис. 2.79). Только те элементы, которые отражают свет в сторону нашего глаза, мы воспринимаем как светлые участки.

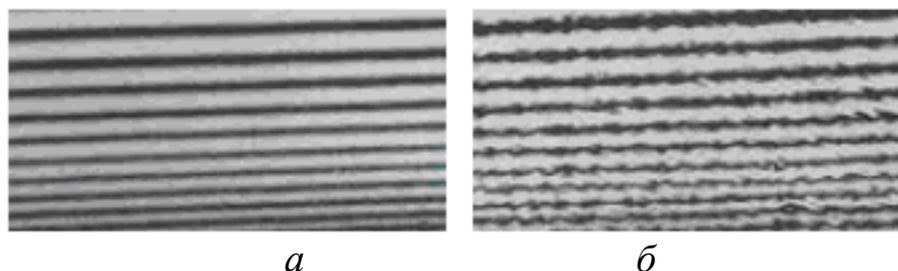


Рис. 2.78. Поверхности с различными структурами:
a – малые структуры, *б* – большие структуры

Видимость объекта снижается с увеличением расстояния наблюдения. Структуры размером от 10 до 30 мм лучше всего заметны с расстояния приблизительно 3 м. Мелкие структуры с длиной волны от 0,1 до 1 мм можно рассмотреть только с близкого расстояния. Очень мелкие структуры, неразличимые человеческим глазом (приблизительно 0,1 мм), уже не выглядят как узор из светлых и темных участков, но влияют на снижение качества формирования изображения, т.е. четкости.

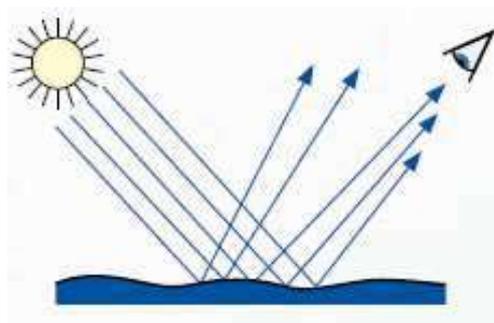


Рис. 2.79. Отражение света в зависимости от волнистости

Прибор для измерения шагрени перемещается по тестируемой поверхности, и точку за точкой сканирует ее оптический профиль на заданном расстоянии [20].

Сканер шагрени анализирует структуры в соответствии с их размерами (рис. 2.80). Чтобы смоделировать визуальную оценку шагрени человеческим глазом с учетом его разрешающей способности на различном расстоянии, сигнал, поступающий на детектор, раскладывается на несколько диапазонов с помощью математических функций.

Сканер позволяет проводить детальный анализ шагрени и факторов, влияющих на ее возникновение. На примере рис. 2.81 показано влияние толщины слоя прозрачного лака на внешний вид. Увеличение толщины

улучшает растекание и выравнивание. На графике заметно снижение значений W_c и W_d [20].

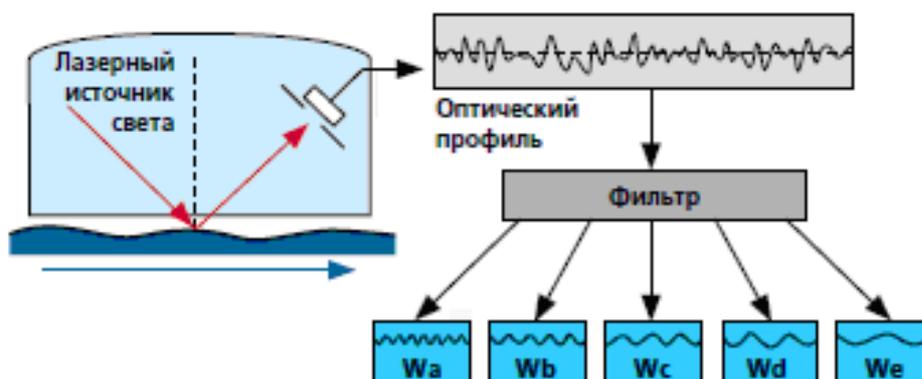


Рис. 2.80. Принцип работы сканера шагрени

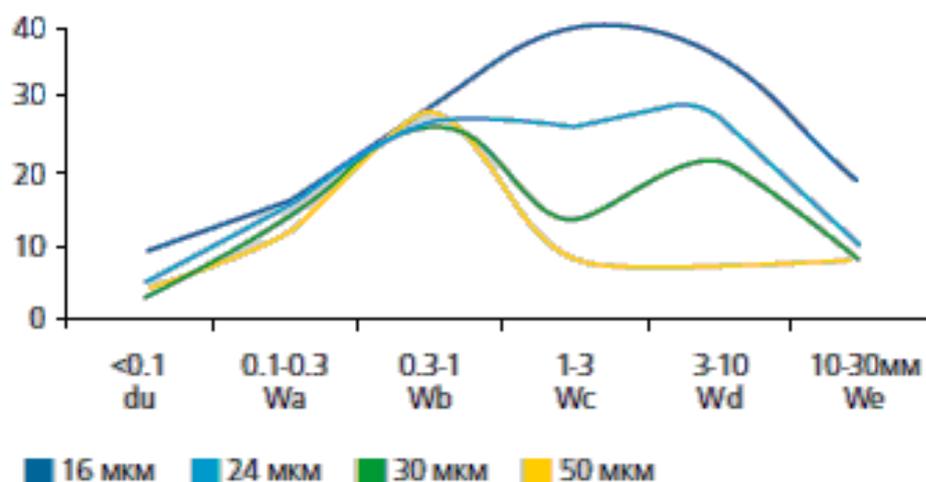
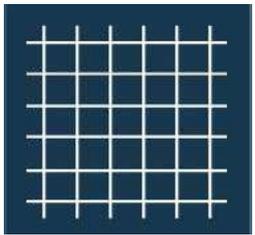
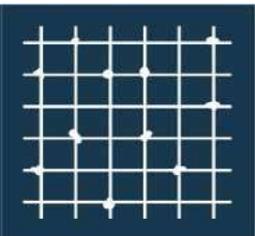
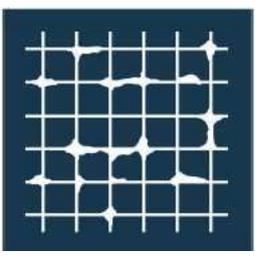
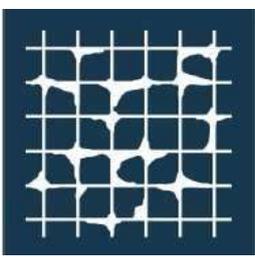
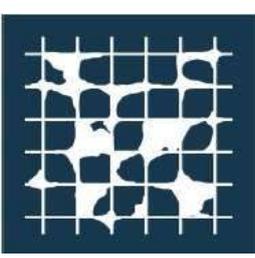


Рис. 2.81. Влияние толщины слоя лака на внешний вид

Проверка адгезии

Адгезия – это не только механическое свойство лакокрасочных материалов, характеризующее прочность сцепления покрытия с основой. Адгезия определяет также склонность окрашенной поверхности к коррозии, так как коррозия быстрее возникает там, где защитный слой легко отстает от основы. Метод решетчатого надреза уже много лет является наиболее известным и распространённым способом проверки адгезии лакокрасочных материалов на самых разных поверхностях (табл. 2.3). Стандартная проверка решетчатым надрезом удобна тем, что можно определить прочность сцепления покрытий с основой простыми средствами: покрытие надрезается до самой основы находящимися на определённом расстоянии друг от друга и пересекающимися под прямым углом линиями. Получившуюся решётку надрезов оценивают визуально, сравнивая картину отслоений и сколов на пересечениях линий) со стандартными схемами (табл. 2.3) [20].

Метод решетчатого надреза

<i>Разрез</i>	<i>Описание</i>	<i>Оценка</i>
1	2	3
	Абсолютно ровные, без отслоений и сколов края надрезов; идеальная решётка	0 (в норме)
	Небольшие отслоения на пересечениях линий, покрытие по всей площади решётки утрачено не многим больше, чем 5%	1 (в норме)
	Отслоения вдоль краёв надрезов и/или на пересечениях линий, занимающие заметно более 5% и примерно до 15% (или чуть больше) всей площади решётки	2 (в норме)
	Отслоения вдоль краёв надрезов и/или внутри квадратов (целиком + частично), покрытие утрачено заметно более чем на 15% и до 35%	3 (граница допустимого)
	Как при оценке «4», но утраты покрытия на площади решётки заметно превышают 35% и доходят до 65%	4 (не в норме)
	Отслоения, при которых утраты покрытия заметно превосходят 65% всей площади решётки	5 (не в норме)

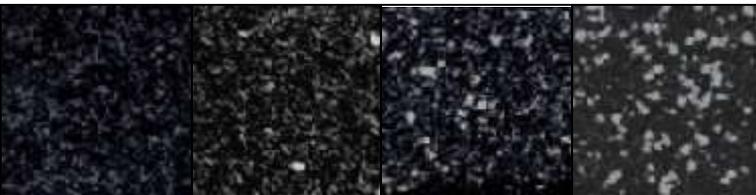
Проверка стойкости ЛКП кузова к ударам камней

Стойкость лакокрасочного покрытия кузова к ударам камней является важным критерием качества. Проверка производится при помощи стационарного тестера с повреждением детали [20].

Стойкость покрытия к ударам каменной мелочи проверяется с помощью мелкой острой дроби, которая рассредоточенно бьёт о покрытие порциями (табл. 2.4). Покрытие обстреливается дробью из пневмотестера под углом 90°. Масштабы повреждений зависят от рабочего давления, массы дроби, продолжительности обстрела и конструкции тестера. Отставшее покрытие удаляется клейкой лентой. Степень повреждения оценивается путём сравнения с оценочными таблицами.

Таблица 2.4

Образец оценочного листа стойкости ЛКП к ударам камней

Вид повреждения					
		Оценка 1	Оценка 2	Оценка 3	Оценка 4
Нарушение адгезии между лаком и базой	Нарушение когезии в базе	+	+	+	-
базой и порозаполнителем	порозаполнителе	+	+	+	-
порозаполнителем и грунтовкой	грунтовке	+	+	+	-
грунтовкой и основной		+	+	-	-

Учитываемое при оценке повреждение имеет место в том случае, если покрытие (неважно, какой слой) отслоилось. На пластмассовой основе покрытие часто не отслаивается, а сдвигается, обнажая расположенные под ним слои. Это тоже считается повреждением и принимается в расчёт при оценке. Царапины и отметины, оставленные дробью, повреждениями не считаются. Это касается также острых пробоев покрытия до основы.

По результатам проверки выставляется оценка (от 1 до 4) заметных повреждений с указанием их вида и оценка отслоений основы. При сравнении с контрольными изображениями руководствуются следующим:

- оценка 1: отсутствие видимых отслоений;
- оценка 2: повреждения аналогичны рисунку для оценки 2 (табл. 2.4);
- оценка 3: повреждения аналогичны рисунку для оценки 3 (табл. 2.4);
- оценка 4: повреждения значительно, чем при оценке 3.

При анализе предпочтительно придерживаться следующего порядка:

- оценка отслоений от основы, если таковые имеются (острые пробоины до основы в расчёт не принимаются);
- качественная оценка видов заметных повреждений; повреждения прозрачного лака в расчёт не принимаются;
- классификация и оценка остальных повреждений на основе вида самых заметных повреждений.

Если видны повреждения слоёв порозаполнителя и нанесённой методом катафореза грунтовки, доли отдельных слоёв визуальным способом суммируются и классифицируются заново как один общий слой.

Если кроме повреждения порозаполнителя и нанесённой методом катафореза грунтовки больше ничего не бросается в глаза (соответствует оценке 3), то качественно такое повреждение оценивается на «2».

Для оценки повреждений используют прилагаемую лупу. Повреждения прозрачного лака в расчёт не принимаются [1,10].

Определение твёрдости краски

Под твёрдостью понимают стойкость покрытия к механическому воздействию. Механическое воздействие – надавить, потереть, поскрести – используется во многих методах измерения для оценки твёрдости покрытия. Твёрдость – не физическая величина. Твёрдость относят к так называемым механическим свойствам покрытия. Поэтому в протоколе с результатами измерения твёрдости необходимо указывать метод и условия проверки. Необходимо помнить, что сравнивать допускается только значения, измеренные при равных условиях.

Для определения твёрдости покрытий автомобиля в условиях сервиса применение находят, прежде всего, следующие методы:

- метод Бухгольца (вдавливанием),
- твердомер DUR-O-Test,
- метод Вольфа-Вильборна (по карандашу),
- метод Кёнига (по уменьшению амплитуды колебаний маятника). Он

используется преимущественно в лабораторных условиях. Простой лабораторный прибор позволяет оценить твёрдость покрытия по стандартизированному методу Кёнига-Персоза.

Шкала твёрдости, определяемой методом царапания «Шкала Мооса» – это перечень, в котором эталонные минералы расположены в порядке возрастающей твёрдости: 1 Тальк / 2 Гипс / 3 Кальцит, краска / 4 Флюорит / 5 Апатит / 6 Полевой шпат / 7 Кварц (песок) / 8 Топаз / 9 Корунд / 10 Алмаз.

Применяемые в условиях сервиса методы проверки твёрдости ЛКП дают лишь ориентировочные значения. Но они достаточны для того, что-

бы в каждом отдельном случае можно было принять решение о возможности обслуживания по гарантии или по послегарантийной поддержке.

Карандашный метод определения твёрдости (твердомер по Вольфу-Вильборну) относится к группе склерометрических. Это простой и быстрый способ проверки стойкости покрытия к царапанию. Оперативность измерения позволяет использовать метод во время производства, например, при окраске на конвейере.

По окрашенной поверхности проводят заточенными карандашами различной твёрдости под углом 45° с силой прижима $7,5 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$.

Твёрдость покрытия по карандашному методу обозначается индексами твёрдости двух карандашей, из которых один уже оставляет царапины на поверхности, а другой ещё нет (рис. 2.82).



Рис. 2.82. Карандашный метод проверки твердости

Карандаши затачивают так, чтобы стержень выступал на 5 мм. Для этого можно использовать входящую в комплект точилку. После этого остриё графитового стержня стачивают, для чего карандаш держат вертикально и трут о наждачную бумагу с зернистостью 400. Подготовленный карандаш зажимают в держателе так, чтобы его конец выступал на 10 мм. Твердомер ставят на испытуемую поверхность. Тележку берут за колёса большим и средним пальцами и проводят по поверхности остриём карандаша вперёд со скоростью примерно 10 см/с. Карандаш подходящей твёрдости выбирается эмпирическим путём. Первые попытки рекомендуется делать среднемягкими/среднетвёрдыми карандашами, чтобы затем в зависимости от результата выбрать более мягкий или более твёрдый карандаш. При проверке нельзя принимать оставленную карандашом черту за царапину. При необходимости потереть поверхность влажной губкой или мягким ластиком. Описанный метод проверки не очень хорошо подходит для лакокрасочных покрытий с высоким содержанием чешуйчатых пигментов [9].

Проверка твёрдости вдавливанием по методу Бухгольца заключается в том, что в течение предписанного отрезка времени в испытуемый образец с определённой силой вдавливают имеющий заданную геометрию индентор (наконечник прибора для измерения твёрдости) (рис. 2.83).



Рис. 2.83. Твердомер по Бухгольцу

Спустя установленное время длину L отпечатка измеряют под микроскопом. По длине отпечатка L можно рассчитать:

- сопротивление вдавливанию по Бухгольцу $E = 100/L$;
- глубину отпечатка (мкм, приближённое значение) $h = 8 \times L^2$.

Метод Бухгольца применяется при наличии следующих условий.

- равномерное гладкое покрытие с чистой поверхностью на ровном, неподдающемся под контрольной нагрузкой основании;
- достаточная толщина слоя (минимум на 10 мкм больше, чем рассчитанная по 1 глубина отпечатка);
- при сравнительных испытаниях следует обязательно использовать контрольные образцы с одинаковой толщиной слоя; доведение их до кондиции и проверка должны производиться тоже при одинаковом температурно-влажностном режиме;
- поскольку при проверке вдавливанием покрытие повреждается существенно, такой проверке можно подвергать готовые детали.

Табл. 2.5 показывает взаимосвязь длины отпечатка и сопротивления вдавливанию. По ней можно рассчитать твёрдость ЛКП [1,10].

Таблица 2.5

Взаимозависимость длины отпечатка и сопротивления вдавливанию

Твердость	Длина отпечатка L, мм	Сопротивление вдавливанию по Бухгольцу Е	Глубина отпечатка, мкм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
норма	0,80	125	5
норма	0,85	118	6
норма	0,90	111	7
норма	0,95	105	7
норма	1,00	100	8
норма	1,05	95	9
норма	1,10	91	10
норма	1,15	87	11
норма	1,20	83	12
норма	1,30	77	14
норма	1,40	71	16
Крайнее со- противление вдавливанию	-	70	-
не норма	1,45	68	17
не норма	1,50	67	18
не норма	1,60	63	21
не норма	1,70	59	24
не норма	1,80	56	27
не норма	1,90	53	30

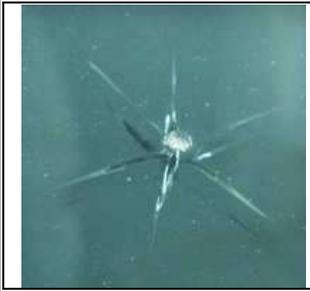
3. ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

3.1. Ремонт автомобильных стекол

Скол – это повреждение на лобовом стекле автомобиля, которое образовывается в результате попадания камня или шипа. Конфигурации и внешний вид повреждений стекол [7] приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Виды сколов на автомобильных стеклах

	<p>Звезда: Самый проблематичный скол. Иногда очень тяжело заполнить полимером каждую трещинку (луч звезды), а их бывает много. Причиной этому может быть «зажатость» трещины, старость или грязь попавшая в нее.</p>
	<p>Бычий глаз: Самый простой скол. Его легко заполнять, и визуальный эффект после ремонта достигает до 95%. Проблемой может возникнуть вода попавшая в скол. Ее обязательно нужно будет высушить перед ремонтом.</p>
	<p>Полумесяц: Чем то похож на «бычий глаз». При заполнении его полимером, также, не должно возникнуть проблем.</p>
	<p>Комбинированный</p>
	<p>Линейная трещина на лобовом стекле образуется, как правило, от сколов во время езды, или от температурного режима стекла.</p>

Во время движения кузов поддается небольшой деформации, особенно когда ездят по ухабистым дорогам и заезжают на бордюры. Такая деформация кузова не может не отразиться и на самом лобовом стекле, в результате чего в нем возникают напряжения (рис. 3.1.). На практике замечается такая закономерность, что самые большие силы напряжения возникают по периметру стекла и к центру уменьшаются. Поэтому, если скол на лобовом стекле образовался не далеко от кромки стекла, в скором времени проявится полноценная линейная трещина (исключения бывают очень редко).

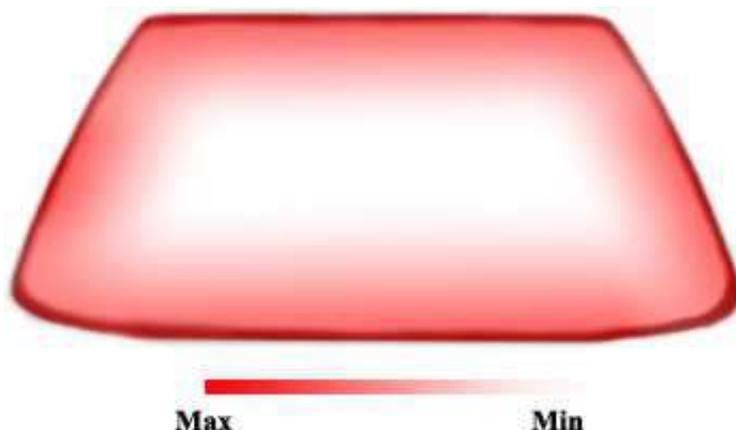


Рис. 3.1. Напряжение в стекле при езде

В жару некоторые автолюбители крепят отражатель солнца на лобовое стекло, чтобы защитить салон и панель приборов. Стекло нагревается до таких критических температур, что температурные расширения и деформации в самом стекле могут послужить причиной роста длинной трещины от маленького скола. Во избежание этого рекомендуется отражатель не использовать, или только с наружной стороны стекла [7,17].

Когда в скол попадает вода (майка, конденсат и т.п.), то при отрицательной температуре она замерзает и расширяется, при этом ломая трещину. Очень часто такое наблюдается в осенне-зимний период, когда днем температура плюсовая, а ночью минусовая. Выходом из данной ситуации является только своевременный ремонт сколов.

Все ремонтно-восстановительные работы представляют собой определенный комплекс работ по заполнению поврежденного участка специальным полимерным составом и дальнейшей его фотополимеризацией под ультрафиолетом.

Основная задача заключается в механическом восстановлении поврежденного участка при помощи полимера (адгезионной смолы) для стабилизации структуры материала и улучшения внешнего вида отремонтированного участка. Важно понимать, что основной задачей ремонта автостекла является обеспечение его прочности и продление срока службы, а

визуальное улучшение внешнего вида должно расцениваться скорее как дополнительное преимущество ремонтно-восстановительной системы.

Ни одна из представленных на современном рынке систем для ремонта и восстановления дефектов лобового стекла не может гарантировать 100 % визуального восстановления поврежденного участка стекла. Все автомобильные стекла отличаются между собой по химико-физико-оптическим свойствам. Так, есть обычные прозрачные, есть тонированные лобовые стекла, есть с отражающим покрытием (зеркальные), есть стекла окрашенные в массу в зеленый, голубой, серый или бронзовый тон, есть термальные стекла, а есть даже самоочищающиеся стекла с нанесенным слоем в 15 нанометров двуокиси титана, который под воздействием солнечного ультрафиолетового излучения вступает в реакцию (фотокатализа) с осевшей на стекле грязью, в результате которой последняя разлагается на растворимые компоненты. Поэтому практически нельзя создать полимер, который по своим свойствам идеально бы подходил ко всем стеклам. В результате чего после ремонта поврежденный участок становится еле заметным, но все же заметным. То есть при детальном рассмотрении, повреждение немного видно и наиболее заметные места – это зоны вдоль повреждения, где многочисленные искажения складываются. Грязь и пыль также могут попасть в трещину или скол, тем самым уменьшая светопропускание в месте дефекта.

При правильном проведении ремонтно-восстановительных работ и соблюдении всех условий улучшение внешнего вида дефекта лобового стекла достигает до 95 % (в зависимости от размера, конфигурации, давности и сложности повреждения).

В холодный период времени особое значение необходимо уделить температурному режиму как поврежденного стекла, так и температуре в рабочем помещении, т.к. это может значительно повлиять на качество ремонта повреждений на лобовых стеклах.

При выполнении работ в холодном помещении при заполнении трещин и сколов полимером, на стенках разломов может возникнуть конденсат, который будет способствовать плохой адгезии полимера к граням разломов (трещин), что приведет к плохому склеиванию повреждений, и в дальнейшем вероятной раскрываемости трещин. Рабочая температура для проведения работ +15...+30°C.

Если стекло холодное, нужно дождаться пока оно нагреется до рабочей температуры, или нагреть феном. Только при нагреве феном, необходимо избегать локального перегрева поврежденного участка, чтобы избежать дальнейшего роста трещины или скола. Греть нужно равномерно все стекло.

Летом, когда лобовое стекло под воздействием температуры имеет температуру выше рабочей, необходимо дать ему остыть. Ускорить этот процесс можно влажной салфеткой, протирая стекло (только не зону повреждения), которое при испарении влаги с поверхности остывает намного быстрее.

При плохом освещении иногда бывает тяжело качественно заполнить повреждение полимерным составом. Схожие оптические свойства полимера со стеклом могут послужить причиной того, что мы не можем увидеть разницу между заполненными участками и нет. Это особенно касается «зажатых» участков трещин и сколов, где очень трудно визуально определить, заполнена трещина или нет. Бывает часть трещины настолько зажата, что даже тяжело определить ее конец. В данном случае советом является использование дополнительно переносной лампы (светильника) дневного света с рассеивательным цоколем (крышкой), которая обеспечивает мягкий свет, дает хорошую видимость и не слепит глаза. Также для полного и качественного заполнения сколов и трещин полимеров, а также избегания визуального обмана, необходимо осматривать данные повреждения под разными углами [7,17].

Если на стекле обнаружено повреждение, его нужно протереть сухой тряпкой. Чтобы в него не попала влага и грязь, трещину нужно протирать вдоль, а не поперек.

Далее определяют причину возникновения повреждения: удар камня, удар дворником, неправильная установка стекла; перекос рамки, другое.

При помощи спирта можно определить, является трещина открытой или закрытой, а также наличие грязи в повреждении. Для этого взять ватный тампон, смоченный спиртом, и провести им по трещине. Если повреждение грязное, то грязь проявится в виде серых и черных вкраплений. Сколы не промывать. Для более точного определения степени загрязнения трещины задать несколько вопросов владельцу автомобиля:

- как давно существует трещина?
- пользовался ли дворниками?
- мылось ли стекло моющими средствами?

Даже после одной езды под дождем дворниками может забиться достаточно грязи в трещину, особенно если она раскрыта и больше 10...15см. Перед началом ремонта необходимо предупредить клиента, что полностью грязь из повреждения вычистить практически невозможно, и она останется в любом случае.

По результатам предыдущих пунктов можно определить, как будет выглядеть повреждение после ремонта. После ремонта так называемой «свежей» трещины повреждение будет иметь вид небольшой царапины

снаружи и незаметно изнутри. С увеличением количества грязи в трещине этот эффект снижается.

Если стекло холодное или внутрь повреждения попала вода или влага, то обязательно необходимо просушить феном, избегая локального нагрева поврежденного участка. Особое внимание уделить «зажатым» участкам трещин, где влага не особо охотно испаряется.

Сколы «звезда», как самые проблематичные и труднозаполнимые, рекомендуется заполнять полимером, который имеет самую меньшую вязкость (самый жидкий). В данном случае, это полимер специально разработанный для сколов такого типа.

Другие сколы можно заполнять также полимером *Pro Line*. Он имеет немного выше показатель по вязкости, чем *Star Line*, но более подходит для сколов «бычий глаз» и «полумесяц», а также для зажатых участков линейных трещин.

Ремонт скола

1. Скол сверлят бормашиной в месте удара камня (рис. 3.2). Далее устанавливается инжекторный мост на место сверления.

2. Цилиндр инжектора вкручивается так, чтобы уплотнительное кольцо слегка прижималось вокруг входа в повреждение (рис. 3.3). Удостовериться в точности установки инжектора по центру повреждения, заглянув в цилиндр или посмотрев на стекло из салона автомобиля, или посмотрев в зеркало размещенное с внутренней стороны стекла.



Рис. 3.2. Засверливание скола



Рис. 3.3. Установка моста

3. Шприцем в инжектор заливается полимер *Star Line* или *Pro Line* (в зависимости от типа скола).



Рис. 3.4. Засверливание скола



Рис. 3.5. Установка моста

4. Осторожно закручивается поршень, внимательно следя за повреждением.

5. Прекращается закручивание, как только появляется давление. Ожидание в течение нескольких секунд.

6. Медленно выкручивается поршень, чтобы дать воздуху выйти из повреждения.

7. Цикл "давление-вакуум" повторяется несколько раз, чтобы добиться полного замещения воздуха составом. При этом необходимо следить за тем, чтобы в повреждении не было пузырей воздуха.

8. Если трещинки (лучи) скола «звезда» плохо заполняются, необходимо металлическим скрайбером немного надавить на них с внешней стороны стекла. Таким образом, лучи скола немного раскроются, и в них легче заходит полимер. Обязательно нужно убедиться, что полимер заполнился полностью до конца трещинки. В противном случае необходимо будет засверлить этот конец и проделать процедуру заполнения полимером с точки сверления.

9. Инжекторный мост снимается, убедившись в отсутствии воздуха в повреждении.

10. Скол протирается салфеткой и устанавливается ультрафиолетовая лампа для полимеризации на 5 минут.

11. Ультрафиолетовая лампа снимается.

12. В высверленное отверстие необходимо капнуть самого густого полимера и наложить пластинку. При этом нужно следить, не осталось ли в повреждении пузырьков воздуха. В данном случае в роли запечатывающего полимера используем полимер Crack Bond, так как он более вязкий.

13. Установить ультрафиолетовую лампу еще на 5...10 мин.

14. После полного высыхания, снять лезвием пластинку и излишки полимера. При этом, чтобы не поцарапать стекло, лезвие должно быть острым и без зазубрин. Место сверления будет матового цвета.

15. Капнуть полировочной пасты на место сверления и отполировать его сухой тряпкой.

Ремонт трещины

Если лобовое стекло грязное и мокрое, необходимо сначала его высушить, и только потом протереть поврежденный участок сухой тряпкой от грязи. Протирать стекло необходимо вдоль трещины, а не поперек. С помощью данных манипуляций стекло очищается без попадания грязи в трещину. Сушить стекло и саму трещину можно феном при невысоких температурах, избегая локального перегрева стекла.

Приступать к ремонту трещины разрешается только после полного удаления с нее влаги. Сухая и чистая трещина имеет темно-зеленоватый оттенок. Трещина, в которую попала вода, имеет полупрозрачный вид.

С помощью ватной палочки, смоченной в спирте, можно попробовать промыть трещину. Это ускорит испарение влаги, а также обезжирит трещину (улучшит адгезию полимера).

1. Определить место сверления. Сверление производится на опережение (5...6 мм) от видимого края трещины, по траектории трещины. Кроме видимого края трещины существует невидимая глазом микротрещина (2..3 мм).

2. Сверление осуществляется под прямым углом к поверхности стекла, не давая перегреваться бору и стеклу. Этот процесс продолжается до тех пор, пока головка бора не утонет на 2/3 толщины стекла. Во время сверления нельзя сильно надавливать на стекло.

3. Легким ударом (нажимом) пробойника, который ставится в отверстие также перпендикулярно стеклу, пробейте конец сверления. В результате на стекле должно образоваться искусственное повреждение «бычий глаз» (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Искусственный скол

4. Установить инжектор на место остановки трещины. При этом важно следить за тем, чтобы присоска инжектора не попала на саму трещину.

5. Капнуть полимер *Pro Line*. Создавая поршнем "давление-вакуум", заполните "бычий глаз" и выход трещины из "бычьего глаза".

6. Добиться проникновения состава в трещину. Легкое нажатие на трещину изнутри способствует проникновению состава внутрь и замещению им воздуха. Если полимер заполняет трещину сам, т.е. без нажатия, это предвещает качественный ремонт.

7. Переставить инжектор на саму трещину в место окончания заполненного участка. Создать давление в инжекторе и постепенно ввести его вдоль трещины, тем самым заполняя трещину полимером.

8. Все заполненные полимером участки трещины необходимо накрывать целлулоидными пластинками (ультрафиолетовой пленкой). Пластинки необходимо накладывать встык с предыдущей. Если между пластинами останется промежуток, то в трещину будет попадать воздух, что помешает качественному заполнению трещины полимером. Лучше всего накладывать пластинки пинцетом, капнув перед этим на нее небольшое количество основного состава полимера.

Особое внимание необходимо обратить на используемый полимер. Первые 5...10 см трещины от края сверления, как правило, зажаты, их тяжело заполнить полимером. В данном случае необходимо использовать полимер *Pro Line*, который имеет высокую проникающую способность. Отдаляясь от места сверления, трещина все больше раскрывается и легче заполняется. Поэтому, если трещина легко и быстро заполняется выбранным полимером, значит необходимо переходить на более густой полимер. Следующим по вязкости полимером является полимер *Thick Formulation*. Если трещина длинная, более 20...30 см, есть необходимость переходить на следующий, еще более густой полимер *Crack Bond*.

9. После качественного заполнения трещины полимером установить ультрафиолетовую лампу на место ремонта на 10-15 минут для того, чтобы состав полимеризовался. Места сверления сушатся аналогично сколам в два этапа, во избежание возникновения пузырьков воздуха в отверстиях.

10. Счистить пластинки и затвердевший полимер лезвием.

11. Места сверления отполировать полировочной пастой.

В большинстве случаев линейная трещина одним своим концом доходит до края (кромки) стекла под резиновый уплотнитель, молдинг, накладку. В данных указанных местах скапливается много грязи, которая легко может попасть в трещину. Необходимо отодвинуть уплотнитель, или даже снять молдинг или накладку, чтобы был доступ к кромке стекла. Аккуратно очистить от грязи стекло (лучше очищать лезвием вдоль тре-

щины). Если грязь забьется в трещину, то этот участок плохо склеится и в последствии от него будет раскрываться вся трещина. Поэтому, необходимо обратить особое внимание на это. Также необходимо обеспечить доступ ультрафиолету до кромки стекла при сушке данного участка трещины. Часто причиной раскрываемости отремонтированной трещины служит не качественная сушка края трещины возле кромки стекла.

Если трещина зажата, и есть проблемы с ее заполнением, можно использовать расширитель трещин, который облегчает данный процесс.

Инжекторный мост лучше выбирать с небольшой присоской для удобства использования, т.к. большую присоску проблематично прикрепить на закругленных участках стекла (боковые края стекла, особенно на автобусах и грузовых автомобилях) [7,17].

3.2. Защита от коррозии

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде (рис. 3.7).

Коррозия является большой угрозой для кузова. Если вовремя не предпринять должные меры, в дальнейшем коррозия может привести в непригодное состояние [11,14].

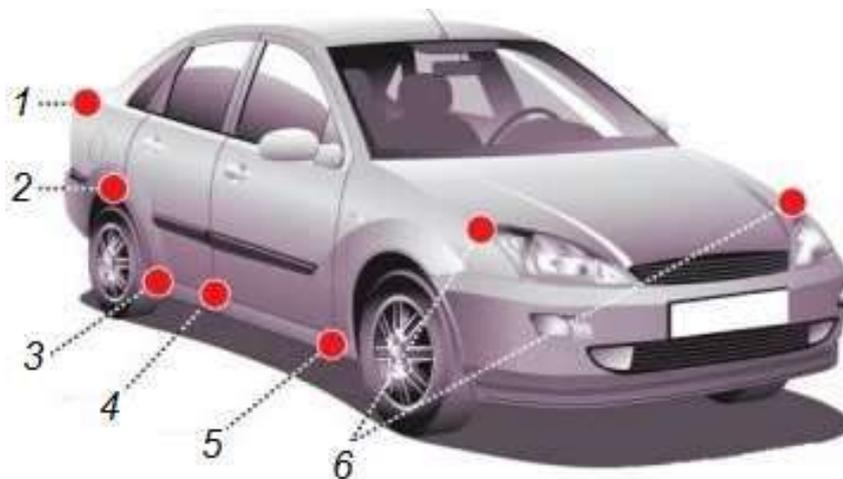


Рис. 3.7. Наиболее подверженные коррозии участки:

1 – крышка багажника или задняя дверь, 2 – заднее крыло/надколесная арка, 3 – порог (задняя часть), дверь, 4 – порог (передняя часть), 5 – капот

Причиной образования коррозионных процессов является сам кузов, так как изготавливается он из металла, структура которого в значительной степени подвержена окислительным процессам. В связи с этим большин-

ство владельцев автомобилей, с некоторой периодичностью, сталкиваются с подобными проблемами. Чтобы мелкий очаг не перерос в более значительный, осуществляется постоянный мониторинг состояния лакокрасочного покрытия кузова [11].

Одним из обязательных требований в эксплуатации автомобиля является проведение планового технического осмотра. Осматривая ЛКП на предмет повреждений, незамедлительной нейтрализации подвергаются даже незначительные царапины или сколы. Если отнестись к этому без должного внимания, то скорость износа кузова автомобиля, в значительной степени, увеличивается.

Выделяют следующие типы окислительных процессов:

Местное окисление – разрушение имеет точечный характер, развиваясь на небольшом участке. Подобный тип можно считать начальной фазой более значительных последствий;

Общее окисление – распространение ржавчины предполагает значительный охват металлической поверхности, с высоким уровнем разрушения. Согласно настоящим исследовательским данным, в области ремонта автомобильной техники, разрушительные процессы коррозии, в основном, отличаются по окислительному воздействию.

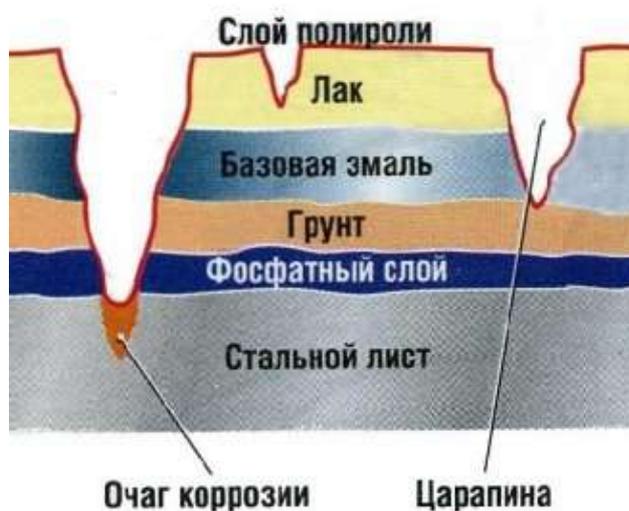


Рис. 3.8. Воздействие коррозии на кузов

Основными источниками возникновения коррозии являются:

- **Воздействие механического характера** - вид разрушения металлической структуры, вызванной взаимодействием процессов окисления с непосредственным присутствием вибраций и трения (рис. 3.8);
- **Воздействие химического характера** - подразумевает активное вмешательство в структуру корпуса транспортного средства химических элементов из внешней среды;

- **Воздействие электрохимического характера** - основным источником электрохимической коррозии является вода, которая, в большинстве случаев, содержит различные примеси. Природа происхождения подобных составов определяется уровнем загрязнения дорожного покрытия различного рода реагентами. Попадание этих веществ происходит в процессе изменения погоды. Здесь, главным образом, подразумевается дождь или резкое потепление, при котором активные вещества, находящиеся в растворенном состоянии, легко попадают на кузов транспортного средства. В результате этого запускается начальный этап окисления металлической поверхности.

Для защиты от коррозии в условиях современных дилерских центров применяются технологии ламинирования внешних кузовных деталей и обработки внутренних элементов антикоррозионными составами.

Процесс ламинирования кузова подразумевает нанесение на поверхность ЛКП специальной пленки, основу которой составляет полимерная структура (рис. 3.9). Использование такого способа защиты оправданно в местах с высокой степенью уязвимости поверхности. К ним относят двери, крылья и капот. Пленка отлично переносит резкие перепады температуры, позволяя тем самым сохранить поверхность автомобиля в первоначальном состоянии на длительный период времени.



Рис. 3.9. Процесс ламинирования капота

Наиболее распространенным способом защиты является обработка антикоррозионными составами, которая проводится в несколько этапов:

- подготовка (разборка, мойка, сушка, маскировка) (рис. 3.10),
- обработка скрытых полостей основания кузова (пороги, лонжероны, усилители пола...),
- обработка днища и колесных арок (нанесение мастик на днище, антигравийных составов и противоицносных материалов «жидкие подкрылки»),

- обработка скрытых полостей верха кузова (двери, стойки, усилители капота, багажника, швы моторного отсека, уплотнители, молдинги,...),
- сборка и удаление попавших на кузов материалов.



Рис. 3.10. Этап подготовки

На этапе подготовки автомобиль устанавливается на подъемник, снимаются колеса, демонтируются подкрылки, брызговики, защитные кожухи. Кузов тщательно промывается водой под высоким давлением, затем наносятся моечные растворы. Выдержав некоторое время, чтобы дать химии поработать, растворы смываются. Отдельно моются кожухи, подкрылки и т.д.[14]

Затем кузов сушится. Чаще это делается с применением тепловых пушек. Например, при использовании тепловых пушек мощностью 25...30 кВт, и потоком воздуха около 3000 куб. м./час, это занимает около 3...4 ч. Перед сушкой нужно убедиться, что из дренажных отверстий удалены заглушки.

В процессе сушки, кузов также продувается сжатым воздухом. Это делается с целью ускорения процесса сушки, а также что бы выгнать воду из швов, пазух, карманов и дополнительной прочистки труднодоступных мест, которые не промылись при мойке.

Просушенный кузов тщательно осматривается для определения состояния защитных покрытий и общего состояния кузова (наличие коррозии, деформаций, повреждений, отслоений защитных и декоративных покрытий и т. д.) визуально и с помощью бороскопа.

Далее укрываются детали, не подлежащие обработке (тормозные механизмы, двигатель, выхлопная система, некоторые элементы подвески). При маскировке нужно обратить внимание на датчики АБС, кислородные датчики на выпускной системе, различные электрические разъемы.

При обработке скрытых полостей основания кузова определяются точки обработки (на большинство автомобилей существуют рекомендо-

ванные производителем схемы обработки с указанием точек распыления (рис. 3.11)).



Рис. 3.11. Схема обработки скрытых полостей

Затем снимаются резиновые, пластиковые заглушки, в некоторых случаях (рис. 3.11), при невозможности доступа через существующие отверстия, сверлятся дополнительные отверстия, при сверлении необходимо использовать специальные сверла, которые не дают стружки, могущей попасть внутрь детали.



Рис. 3.12. Этап обработки скрытых полостей

Далее обрабатываются скрытые полости основания кузова: пороги, лонжероны, усилители пола. Обработка производится, следующим образом: внутрь детали вводится специальная насадка и под давлением распыляются защитные материалы: проникающие составы, пропитывающие сварные швы и формирующие на внутренней поверхности детали защитную пленку (рис. 3.12).

Следующим этапом производится нанесение износостойчивых покрытий на подверженные абразивному воздействию детали (колесные арки, нижние полки лонжеронов, нижние продольные швы порогов и т. д.)

Основной слой наносится кистью или шпателем, а затем подравнивается распылителем, для получения более гладкой поверхности.

В некоторых случаях, на лицевые поверхности наносят полимерные защитные материалы, так называемая антигравийная защита [14].

Далее производится обработка днища (рис. 3.13). Чаще всего, материалы на днище наносят безвоздушным распылением, под высоким давлением. На большинстве антикор-центров, для обработки днища применяют насосы с пневмоприводом, для высоковязких материалов, к коэффициентами гидравлического усиления 26...50 единиц, что позволяет создать давление на выходе (в форсунке распылителя) до 400 атмосфер.



Рис. 3.13. Этап обработки арок и днища

Устанавливаются на место подкрылки, кожухи, брызговики снимается маскировка, устанавливаются на место колеса.

Автомобиль опускается на пол для обработки скрытых полостей верхней части кузова (стоек, дверей, усилителей капота, багажника, уплотнителей и т.п.)

Для предотвращения попадания материалов на обивки салона, сиденья, переднюю панель, салон укрывается чехлами.

Далее, используя различные насадки, обрабатываются полые детали верхней части кузова: усилители капота, коробчатые, полые профили, швы и усилители моторного отсека, уплотнители, молдинги, усилители

крышки багажника, швы, полые профили, усилители багажного отсека, стойки, двери, уплотнители.

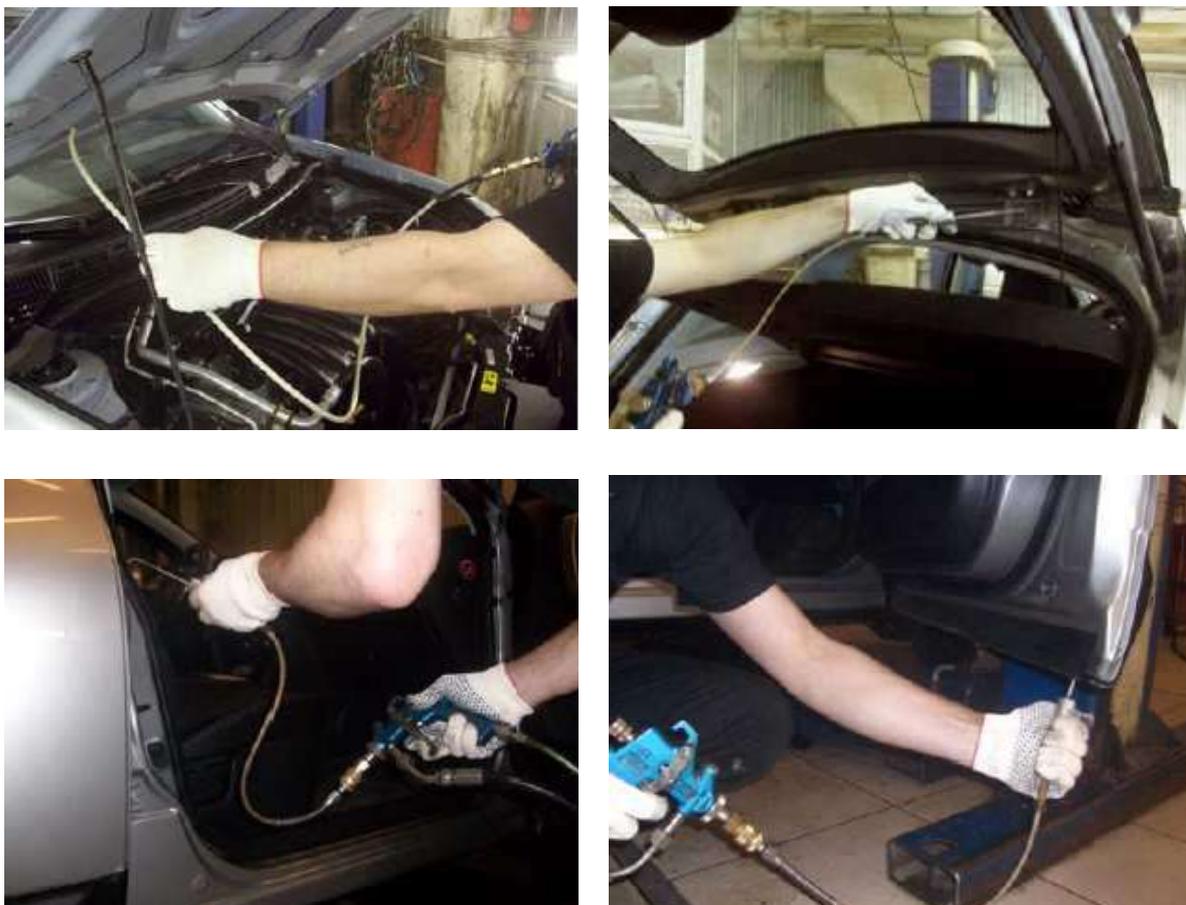


Рис. 3.14. Этап обработки верхних скрытых полостей

Сборка и удаление попавших на кузов антикоррозионных материалов производится специальным раствором, возможно удаление попавших на уайт-спиритом, не рекомендуется применение сильных растворителей.

После обработки желательно не ездить на машине в течение нескольких часов. Далее, в течение суток положен щадящий режим эксплуатации: рекомендуется избегать высоких скоростей, езды по грунтовым дорогам, буксования, при проезде луж нужно снижать скорость до 10...15 км/ч. Два-три дня не рекомендуется мыть машину.

Так же после обработки в течение двух, трех недель желательно не мыть днище, арки под высоким давлением [14].

3.3. Системы пассивной безопасности

Понятие пассивная безопасность относится к поведению автомобиля во время столкновения и учитывает защиту не только данного автомобиля, но и остальных участников дорожного движения. Важнейшие компо-

ненты системы пассивной безопасности современных автомобилей можно разделить на несколько групп:

- **удерживающие системы** – компоненты автомобиля, приближающие ускорения людей в салоне к ускорению каркаса безопасности кузова: ремни безопасности, натяжители (преднатяжители) ремней безопасности, ограничители усилия на ремнях безопасности, система подушек безопасности (передние, боковые и головные), системы удержания головы, система безопасности детей;
- **конструкции кузова, не допускающие изменение внутреннего объема салона, возникновения или проникновения в него опасных объектов:** устойчивый к деформациям каркас безопасности кузова, безопасные органы управления, ударопрочное остекление салона, система защиты при опрокидывании на кабриолете;
- **конструкции кузова, защищающие пассажиров путем целенаправленного поглощения энергии столкновения:** зоны деформации в передней, задней, боковой частях, аварийный выключатель аккумуляторной батареи, системы обеспечения безопасности пешеходов [9,12,17].

Ремни безопасности являются основным средством обеспечения пассивной безопасности, все остальные компоненты (в том числе подушки) лишь дополняют их.

Ремни безопасности можно разделить на две большие группы:

- регулируемые ремни – необходимо регулировать длину лямок под каждого человека; при этом рекомендуется обеспечивать такое натяжение, чтобы под ремень могли пролезть только два пальца; по количеству точек крепления регулируемые ремни могут быть: двухточечные, трехточечные, четырехточечные, пятиточечные и шеститочечные;
- инерционные (не регулируемые) – слабина ремня выбирается автоматически с помощью спиральной пружины, сматывающей избыток ремня на катушку; при замедлении автомобиля или при рывке ремня блокируется храповое колесо катушки; по количеству точек крепления инерционные ремни могут быть только двухточечными и трехточечными.

Наибольшее распространение на автомобилях серийного производства получили трехточечные ремни безопасности. Однако регулируемые ремни эффективны лишь при правильной регулировке. При неправильной регулировке (большая слабина) ремни могут повредить грудную клетку. Инерционные трехточечные ремни практически всегда имеют правильное натяжение. Но из-за большой длины ремня, намотанного на катушку, при блокировании последней инерционным механизмом, ремень все-таки выходит из катушки за счет уплотнения витков намотки при большой силе натяжения – катушечный эффект.

С этим эффектом борются фиксированием не катушки, а самого ремня на выходе из катушки или пиротехническими натяжителями ремней, которые бывают трех типов: наматывающие ремень на катушку (рис. 3.15, *а*), подтягивающие вниз и назад замок ремня или поясную ленту ремня со стороны порога автомобиля (рис. 3.15, *б*), комбинированные натяжители.

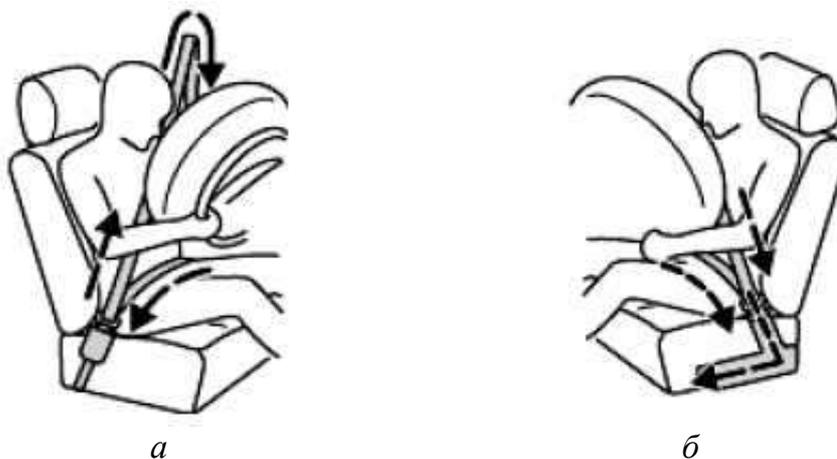


Рис. 3.15. Системы натяжения ремней: *а* - катушечная, *б* - замочная

Разнообразны конструкции, наматывающие ремень на катушку. Наиболее распространена конструкция, в которой ряд шариков выстреливается на зубчатое колесо катушки (рис. 3.16). Такая система способна наматывать большое количество ремня, так как катушка будет крутиться не только в момент прохождения шариков по зубчатому колесу, но и после этого взаимодействия – по инерции, до тех пор, пока натяжение ремня не остановит вращение катушки.

В последнее время вместо шариков стали применяться реечные натяжители ремня безопасности (рис. 3.17). Но такая конструкция не позволяет выбрать слаbinу более чем 150...200 мм по длине ремня и поэтому ее чаще применяют в комбинированных системах, когда натягивается и поясная, и грудная лента ремня.

Роторные натяжители ремней содержат три пиропатрона и поэтому имеют возможность регулировать силу натяжения ремня в зависимости от тяжести аварии.

Все катушечные натяжители имеют один существенный недостаток: натяжение поясной ленты происходит только после натяжения грудной ленты, что в некоторых случаях может привести к смещению пассажира под ремень, а это опасно травмами шеи из-за давления грудной ленты.

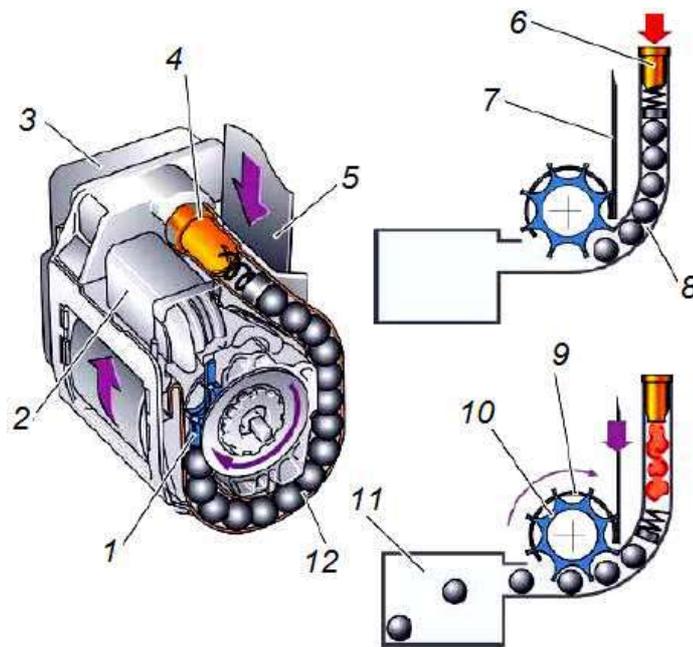


Рис. 3.16. Шариковый натяжитель и схема его работы: 1,10 - зубчатое колесо, 2,11 - баллон для шариков, 3 - приводной механизм (механический или электрический), 4,6 - пиротехнический выталкивающий заряд, 5,7 - ремень безопасности, 8,12 - трубка с шариками, 9 - механизм смотки ремня

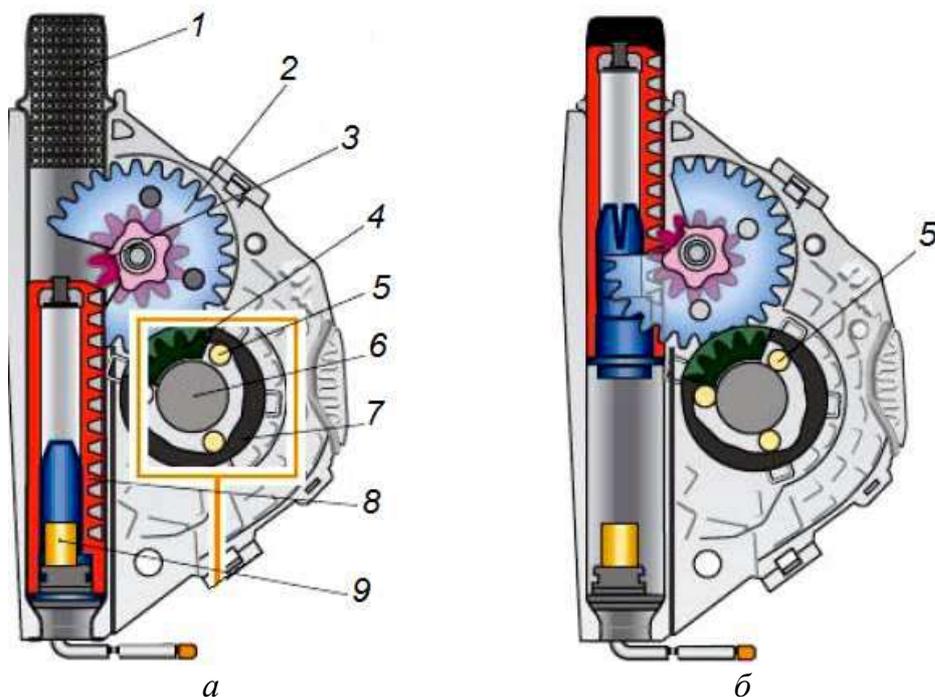


Рис. 3.17. Реечный натяжитель:
а - исходное положение, б - срабатывание пиропатрона, 1 - демпфер, 2,3,4 - шестерни, 5 - ролик, 6 - торсионный вал, 7 - наружное кольцо обгонной муфты, 8 - поршень с зубчатой рейкой, 9 - пиропатрон

Замочные натяжители тросового типа имеют малый ход поршня, а, следовательно, и натягиваемого ремня (рис. 3.18). Но так как натягивается

замок ремня, то натягиваются сразу обе ветви ремня и поясная, и грудная, что повышает эффективность системы. Известна также конструкция тросового натяжителя и для катушечного натяжителя (ремень натягивают вращением катушки за счет разматывания пиропатроном троса с ее оси).

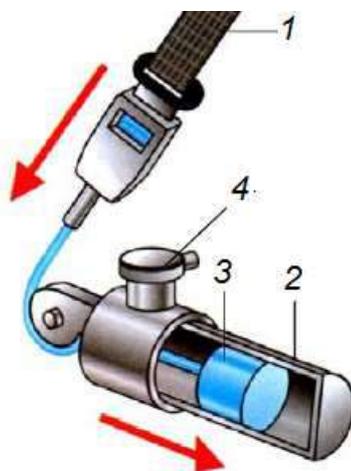


Рис. 3.18. Замочный натяжитель:
1 - ремень, 2 - цилиндр, 3 - поршень, 4 - пиропатрон

Наличие натяжителя позволяет существенно снизить силу постоянного натяжения спиральной пружиной катушки. Это повышает комфорт пассажира, снижает желание не пристегиваться. На автомобилях премиум класса устанавливают системы блокирования спиральной пружины, что делает ремни незаметными - они просто перестают давить на грудь. Разумеется, эта система работает согласованно с системой преднатяжения, воздействующей иногда на все три точки крепления ремня.

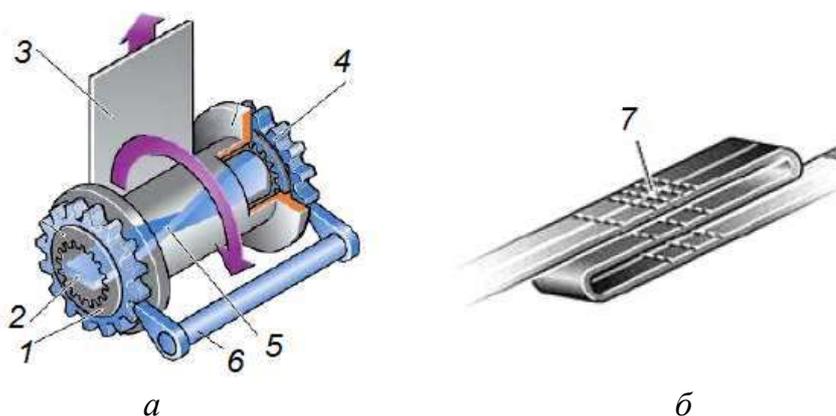


Рис. 3.19. Ограничители усилия на ремне безопасности:
а - торсионный, б - S-образный, 1 - ступица катушки, 2 - торсионный вал (уже скрученный), 3 - ремень безопасности, 4 - зубчатое колесо, 5 - катушка ремня, б - стопор, 7 - сквозная прошивка ремня

При тяжелой аварии (на высокой скорости или при лобовом столкновении с тяжелым автомобилем) возможны травмы в местах контакта организма и ремня. Поэтому применяют различные ограничители нагрузки на ремень: торсионный (рис. 3.19, *а*), *S* - образный (рис. 3.19, *б*), кронштейн крепления ремня заданной прочности и податливости [9,12,17].

При испытаниях автомобилей на пассивную безопасность предельная нагрузка на грудную клетку, при которой еще нет повреждений, составляет 600 кгс. С натяжителями ремней эту нагрузку уменьшают до 400 кгс.

В последнее время активно ведутся разработки по созданию ремней безопасности со встроенными в грудную ленту надувным элементом (рис. 12.6). Такие ремни работают по тому же принципу, что и подушки безопасности, распределяя силу удара по более широкой поверхности, нежели традиционные ремни, и снижая вероятность травм грудной клетки. Закрепленный на ремне мешок трубчатой формы наполняется газом после срабатывания датчиков удара одновременно с подушками безопасности.



Рис. 3.20. Ремни безопасности со встроенными надувными элементами

Длительность несимметричного лобового столкновения автомобиля (40% водительской стороны) на скорости 56 км/ч с неподвижным препятствием не превышает 120...150 мс. Причем после истечения этого времени автомобиль отскакивает от препятствия - движется в обратном направлении с заносом (скорее с забросом) в противоположную от барьера сторону. На разных этапах этого процесса должны работать разные средства защиты людей в автомобиле.

Исследования показали, что на 15-й мс от момента касания бампером препятствия пассажир еще перемещается в пространстве вместе с сиденьем автомобиля, а уже на 60-й мс, несмотря на пристегнутые ремни безопасности, ударяется головой об руль (водитель) или о переднюю панель (пассажир на переднем сиденье). Ремни безопасности позволяют удариться человеку о компоненты интерьера потому, что есть слабина в их натяжении по следующим причинам:

- всегда есть зазор между ремнем и телом человека, поддерживаемый складками одежды;
- при замедлении инерционные ремни, установленные на большинстве современных автомобилей, активируются с небольшой задержкой;
- даже после того, как катушка ремня заблокирована, ремень выходит из нее из-за «катушечного эффекта»;
- под действием высоких нагрузок ремень вытягивается (вытягивается даже сталь);
- прежде чем принять нагрузку, организм человека тоже деформируется.

Именно поэтому сначала останавливается автомобиль, и только потом, повиснув на ремнях, останавливается человек.

Первые три причины нивелируют натяжители ремней. Время их срабатывания – 10-я мс от начала столкновения. К 15-й мс полностью натянуты и заблокированы, человек прижат к сиденью.

Наличие натяжителей ремня резко снижает нагрузку на людей в салоне, но все-таки часто она оказывается недопустимо большой. Для снижения таких нагрузок в конструкцию автомобиля внедряют различные подушки безопасности: фронтальные для передних и задних сидений, боковые (встроенные в сиденье), головные (шторки, встроенные в потолок), коленные и т. д. (рис. 3.21) [9].

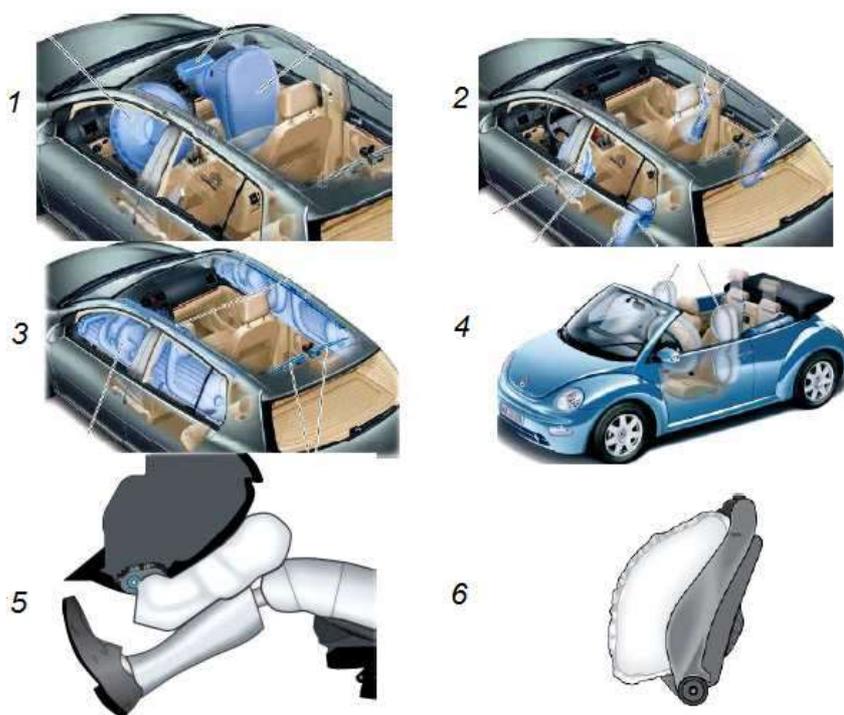


Рис. 3.21. Подушки безопасности:

- 1 - фронтальные (водителя и переднего пассажира), 2 - боковые, 3 - головные (шторки), 4 - комбинированные (боковые и головные), 5 - коленная, 6 - боковая водительская

В современных автомобилях подушки безопасности являются дополнением к ремням безопасности и без них подушки опасны не только для здоровья, но и для жизни.

У современных автомобилей пиропатрон подушки безопасности поджигается сразу после натяжения ремней – на 15-й мс и к 50-й мс подушка полностью надута и готова смягчить удар человека о руль (панель). К 80-й мс давление в подушке существенно снижается. Скорость раскрытия подушки составляет от 200 до 300 км/ч. Считается, что расстояние между человеком и подушкой в момент ее срабатывания в целях безопасности не должно быть меньше 250 мм. Водительскую подушку делают меньшего объема - порядка 50 дм³ (энергию удара гасит еще сам травмобезопасный руль), переднего пассажира - 130 дм³.

В начале эволюции подушек безопасности для их наполнения устанавливались только газогенераторы, которые работали по принципу сжигания твердого топлива. Позднее наряду с твердотопливными генераторами стали использоваться гибридные генераторы, вырабатывающие нейтральный, а главное, не горячий газ (температура пороховых газов опасно высока и может привести к ожогам) [9,17].

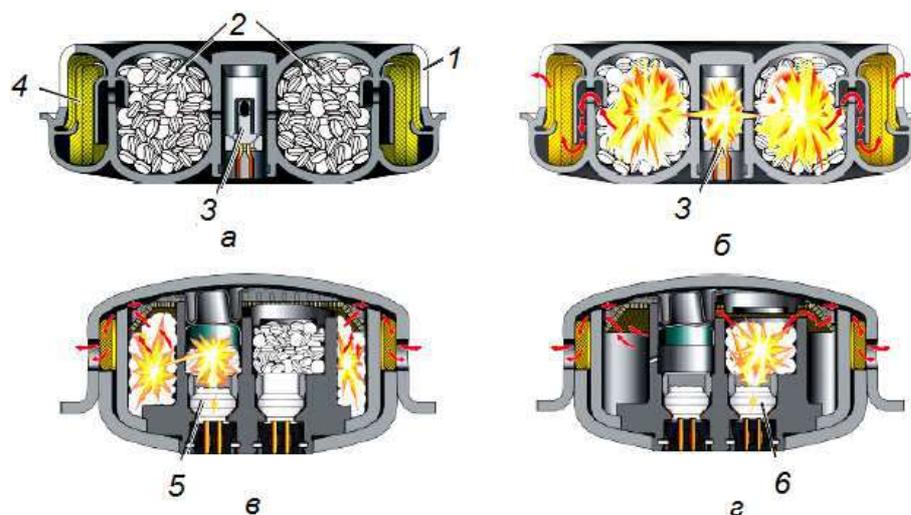


Рис. 3.22. Газогенератор водительской подушки:

а – одноступенчатый газогенератор, *б* – активирован одноступенчатый газогенератор, *в* – активирована первая ступень двухступенчатого газогенератора: *1* - корпус, *2* - заряд, *3* - активатор (запал) пороховой, *4* – сетка для фильтрования крупных частиц заряда, *5* – активатор первой ступени, *б* – активатор второй ступени

Современные подушки безопасности различны по объему и по времени удержания высокого давления. Фронтальные подушки практически полностью теряют внутреннее давление уже к 150-й мс. Но боковые подушки и шторки держат давление значительно дольше – по крайней мере, в течение нескольких секунд. Это связано с тем, что фронтальные подушки закрывают обзор спереди, а водитель и пассажир должны иметь воз-

возможность контролировать (если смогут) ситуацию перед автомобилем. Боковые подушки должны держать не только первый, но и последующие удары, например, при переворотах.

Газогенераторы подушек безопасности могут быть одно- или двухступенчатыми (рис. 3.23. *а*). Более сложные двухступенчатые газогенераторы позволяют обеспечить более высокий уровень безопасности при более тяжелых авариях. В подобных газогенераторах оба запала активируются последовательно. Но при более тяжелых авариях интервал между подрывом запалов меньше, в результате чего давление в подушке оказывается больше (рис. 3.23. *б*).

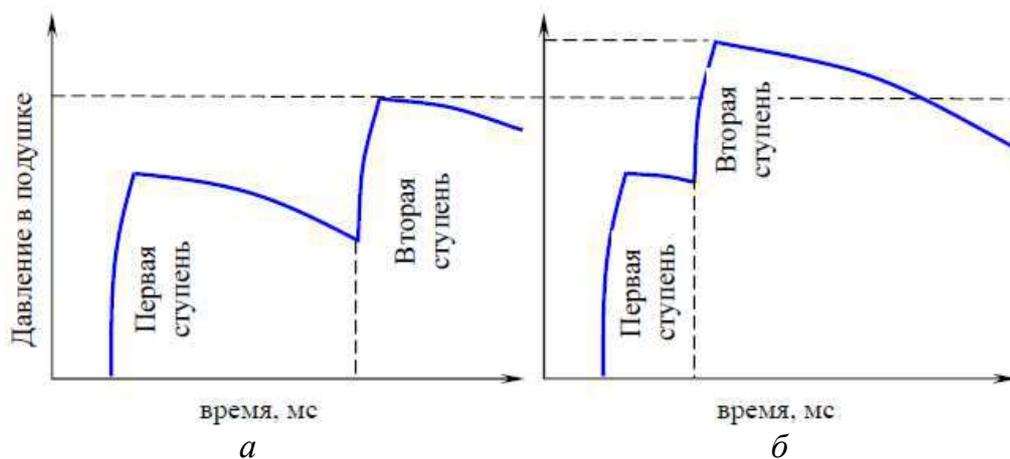


Рис. 3.23. Активация двухступенчатого газогенератора:
а - при легкой аварии, *б* - при тяжелой аварии

Сам факт необходимости срабатывания той или иной подушки безопасности определяется несколькими условиями.

1. Скорость автомобиля (или соответствующее замедление) не должна быть меньше 15...25 км/ч. При меньшей скорости подушки не нужны – достаточно ремней безопасности.

2. Вектор направления удара не должен отличаться от «направления главного удара» (продольной оси автомобиля) фронтальной подушки более чем $\pm 15^\circ$. При большем угле удара фронтальные подушки бесполезны или даже опасны.

3. Фронтальные подушки активируются на 15-й мс от начала удара, зарегистрированного одним или двумя датчиками, установленными на первой поперечине или в начале соответствующих лонжеронов. Натяжители ремней активируются на 10-й мс (рис. 3.24).

4. При угле удара более 15° к продольной оси, в частности, при боковом ударе, должны активироваться боковые и головные подушки со стороны удара (часто активируют и с другой стороны) и натяжители ремней всех пассажиров.

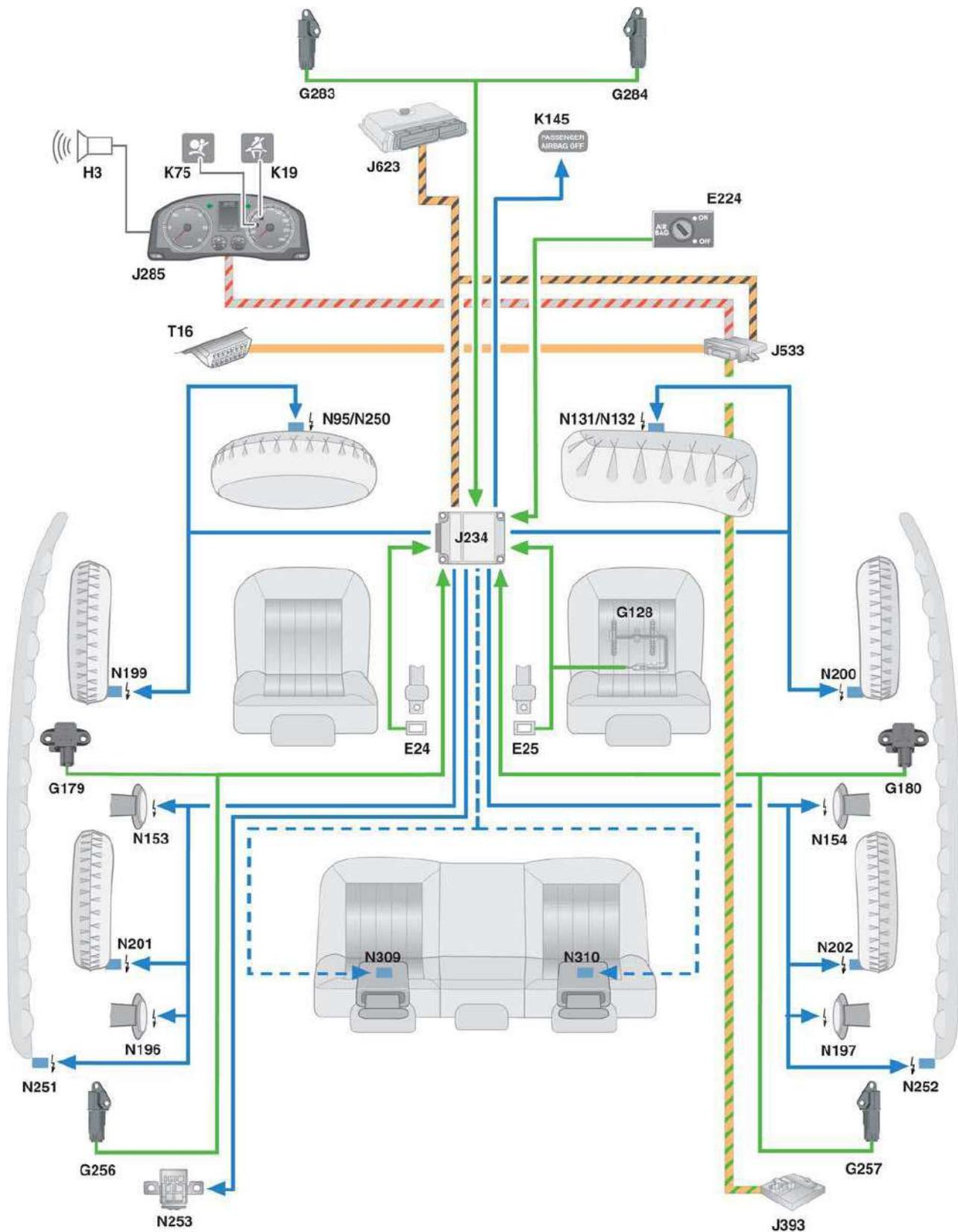


Рис. 3.24. Схема компонентов системы пассивной безопасности:

E24 - выключатель замка ремня безопасности водителя, E25 - выключатель замка ремня безопасности переднего пассажира, E224 - выключатель с замком для отключения подушки безопасности со стороны переднего пассажира, G128 - датчик занятости сиденья переднего пассажира, G179 - датчик удара боковой подушки безопасности водителя, G180 - датчик удара боковой подушки безопасности переднего пасса-

жира, G256 - датчик удара задней боковой подушки безопасности со стороны водителя, G257 - датчик удара задней боковой подушки безопасности со стороны переднего пассажира, G283 - датчик удара фронтальной подушки безопасности водителя, G284 - датчик удара фронтальной подушки безопасности переднего пассажира, H3 - зуммер и звуковой сигнал, J234 - блок управления подушек безопасности, J285 - блок управления комбинации приборов, J393 - центральный блок управления систем комфорта, J533 - диагностический интерфейс шин данных (Gateway), J623 - блок управления двигателя, K19 - контрольная лампа предупреждения о непристёгнутых ремнях безопасности, K75 - контрольная лампа подушек безопасности, K145 - контрольная лампа подушки безопасности переднего пассажира выкл. (PASSENGER AIRBAG OFF), N95 - пиропатрон подушки безопасности водителя, N131 - пиропатрон 1 подушки безопасности переднего пассажира, N132 - пиропатрон 2 подушки безопасности переднего пассажира, N153 - пиропатрон натяжителя ремня водителя, N154 - пиропатрон 1 натяжителя ремня переднего пассажира, N196 - пиропатрон натяжителя ремня заднего сиденья со стороны водителя, N197 - пиропатрон натяжителя ремня заднего сиденья со стороны переднего пассажира, N199 - пиропатрон боковой подушки безопасности водителя, N200 - пиропатрон боковой подушки безопасности переднего пассажира, N201 - пиропатрон задней боковой подушки безопасности со стороны водителя, N202 - пиропатрон задней боковой подушки безопасности со стороны переднего пассажира, N250 - пиропатрон 2 подушки безопасности водителя, N251 - пиропатрон головной подушки безопасности водителя, N252 - пиропатрон головной подушки безопасности переднего пассажира, N253 - пиропатрон аварийного отключения аккумулятора, N309 - электромагнит дуги безопасности со стороны водителя (только для кабриолетов), N310 - электромагнит дуги безопасности со стороны переднего пассажира (только для кабриолетов), T16 - штекерный разъём 16-контактный (диагностический вывод)

5. При боковом ударе, распознаваемом соответствующим датчиком в основании средней стойки с каждой стороны, боковые и головные подушки активируются немедленно, ведь они должны иметь максимальное давление уже к 15-й мс.

6. При ударе сзади активируются только натяжители ремней.

7. При угрозе переворота автомобиля, зарегистрированной датчиком в блоке управления системы безопасности, активируются все боковые и головные подушки и натяжители ремней.

8. Фронтальная подушка переднего пассажира на некоторых автомобилях не активируется:

- если нет пассажира;

- если она деактивирована ключом, что необходимо делать в случае установки на переднее сиденье детского кресла (ребенок до передней панели головой не дотянется, а подушка до него «дотянется» и ударит в голову, а не в грудь).

Датчики на лонжеронах для улучшения точности распознавания удара иногда дублируются датчиками, установленными в непосредственной близости от соответствующей подушки. Датчик бокового удара (датчик

ускорения) в средней стойке дублируется датчиком давления воздуха во внутренней полости двери и датчиком ускорения в задней стойке (для боковой подушки пассажира на заднем сиденье).

Наличие пассажира проверяется датчиком веса в подушке сиденья, обычно срабатывающего при массе 5 кг. В более современных автомобилях для исключения пропуска ремня за сиденьем проверяется усилие в замке ремня безопасности: вектор силы должен быть направлен вперед и вверх (а не назад). В противном случае подушки и натяжители в случае ДТП не будут активированы. Следует заметить, что блок управления системой безопасности, находящийся в районе центра масс автомобиля, кроме датчиков удара по осям координат и датчиков вращения вокруг осей (главным образом, продольной), имеет встроенный источник питания, способный снабжать энергией и сам блок, и подушки безопасности в течение нескольких секунд или даже минут после полного обесточивания автомобиля, которое этот же блок в случае необходимости и активирует: выключатель плюсовой клеммы аккумулятора (рис. 3.25) или отдельное устройство в моторном отсеке или в салоне.

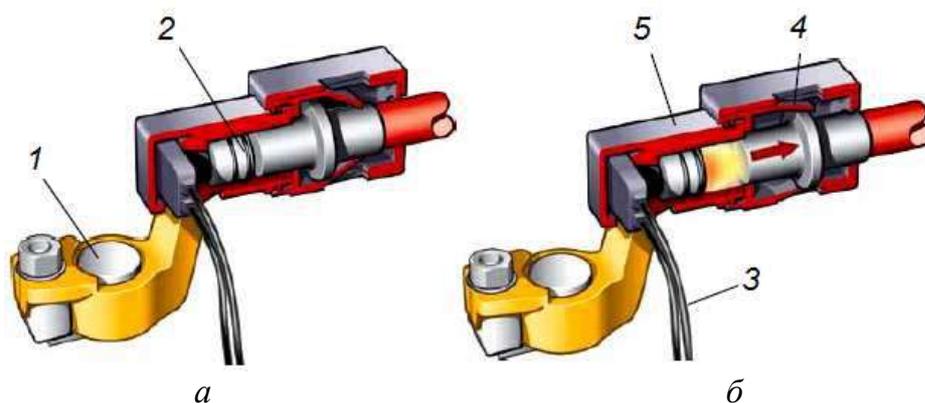


Рис. 3.25. Выключатель аккумуляторной батареи

а - исходное состояние, *б* - активированное состояние, 1 - плюсовая клемма АКБ, 2 - пиропатрон, 3 - привод управления пиропатроном, 4 - фиксатор отключенного положения, 5 - диэлектрический корпус выключателя

Возможны случаи, когда произошло касательное (боковое) столкновение автомобиля с препятствием (например, в заносе): активированы боковые подушки, во избежание пожара отключен аккумулятор. Но автомобиль скорость не загасил и продолжает двигаться (как правило, уже неуправляемый). Происходит лобовое столкновение: за счет энергии встроенного источника питания распознается лобовое столкновение и активируются фронтальные подушки. Таким образом, вероятность серьезных травм снижается. Все пиротехнические устройства одноразовые [9].

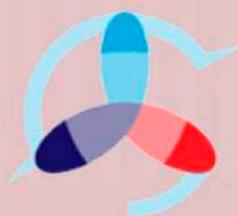
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ГОСТ 31993-2013** Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия. - М.: Изд-во стандартов, 2014. - 16 с.
2. **ГОСТ 28246-2006** Материалы лакокрасочные. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 2006. - 29 с.
3. **Гаврилова, К.Л., Трелина А.А.** Особенности восстановления геометрических размеров кузова и рамы, применяемое в кузовном ремонте сварочное оборудование/ Федеральная сеть обмена знаниями и технологиями в сельском хозяйстве - http://mcsx-consult.ru/osobennosti_vosstanovleniya_geometr
4. **Ильянов, С.В., Корчажкин М.Г.** Типаж и эксплуатация технологического оборудования предприятия автомобильного транспорта: учебное пособие/ С.В. Ильянов, М.Г. Корчажкин; Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 251 с.
5. **Кузовной ремонт: способы соединения деталей** - контактная сварка - <http://cargeometry.com/article/51-kuzovnoj-remont-sposoby-soedineniya-detalej-kontaktnaya-svarka.html>
6. **Партин, И.А., Панычев А.В.** Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Техническое обслуживание и текущий ремонт кузовов» Екатеринбург: УГЛТУ, 2014 - 37 с.
7. **Прошин, Д.Н., Кузьмин А.Н., Кустиков А.Д.** Анализ дефектов лакокрасочного покрытия кузовных элементов в местах примыкания лобовых стекол // Интеллект. Инновации. Инвестиции. - 2019. - №8. - С. 135-144. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2019-7-121>
8. **Ремонтная окраска: курс по подбору цвета для начинающих.** Nipp Paint Co., Ltd, Auto Reflfinishing Division. 102с.
9. **Система пассивной безопасности:** программа самообучения 353 Volkswagen AG 2006 г. – Вольфсбург: Volkswagen AG. 83 с.
10. **Средства и методы проверки качества ЛКП:** отчет Volkswagen AG по состоянию на 2008 г. – Вольфсбург: Volkswagen AG. 28 с.
11. **Старостин, К. В.** Защита кузова автомобиля от коррозии // Молодой ученый. - 2016. - № 25 (129). - С. 85-89. <https://moluch.ru/archive/129/35857/>
12. **Хусаинов, А.Ш., Кузьмин Ю.А.** Пассивная безопасность автомобиля: учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 2011 - 89с.
13. **Audi tt service training:** программа самообучения 383 Volkswagen AG 2007 г. – Вольфсбург: Volkswagen AG. 31 с.
14. антикор.пф
15. <http://www.abiznews.ru/news/autoremont/>

16. <https://artmalyar.ru/> плавный переход
17. <https://www.drive2.ru/o/b/2879202/>
18. <http://www.intercolor.ru/стапели>
19. <https://kuzov.info/tehnologia-pokraski-avto/>
20. <http://www.qualicont.ru/>



НГТУ им. Р.Е. Алексеева



ИТС
НГТУ