
За рулем
VOGEL
РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЬНЫХ
КУЗОВОВ

ДК 629.113.011.5.004.67
ВК 39.33-08
Д16

Производственно-практическое издание

Карл Дамшен

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ КУЗОВОВ

Редактор Николай Щербаков

Художественное оформление
Обложка, макет Ольга Шиян
Верстка Наталья Дородницына
Наталья Овчинникова
Технический редактор Лариса Рассказова
Корректор Ирина Чистякова

Подписано в печать 14.03.07. Формат 70x100 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 19,35. Тираж 5000 экз. Заказ 339. Цена свободная.

ООО «Книжное издательство «За рулем»
107045, Москва, Селивёрстов пер., д. 10, стр. 1
Для писем: 107150, Москва, 5-й проезд Подбельского, д. 4а
http://knigi.zr.ru

Отпечатано в ООО «Чебоксарская типография №1»
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 15

Карл Дамшен
Д16 Ремонт автомобильных кузовов.
Серия «Автомеханик». Сокр. пер. с нем. В.С. Турова под ред. А.Ф. Синельникова. — М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. — 240 с.: ил.

ISBN 978-5-9698-0138-7

В книге профессионально и доступно описана всесторонняя практика ремонта кузовов легковых автомобилей: виды повреждений кузовов из обычной и высокопрочной стали, алюминиевого сплава и пластмассы, подробно рассмотрена технология ремонтных работ по восстановлению первоначальной формы и ремонтному окрашиванию кузова. Описано, как рационально организовать рабочее место и оснастить его оборудованием.

Книга адресована широкой аудитории ремонтников-практиков мастерских автосервиса (от небольшой до хорошо оснащенной крупной), организаторам автосервиса, продавцам инструментов и оборудования, преподавателям и учащимся курсов, учебных заведений.

Редакция и/или издатель не несут ответственности за несчастные случаи, травматизм и повреждения техники, произошедшие в результате использования данного издания, а также за изменения, внесенные в конструкцию заводами-изготовителями.

Перепечатка, копирование и воспроизведение в любой форме, включая электронную, запрещены.

УДК 629.113.011.5.004.67
ББК 39.33-08

© Copyright of the Original German language edition: by Vogel und Druck GmbH & Co KG, Würzburg (Germany).

СОДЕРЖАНИЕ

К РОССИЙСКОМУ ЧИТАТЕЛЮ 6

1. КОНСТРУКЦИИ КУЗОВОВ 7

1.1. Типы конструкций кузовов легковых автомобилей 7

2. ТРЕБОВАНИЯ К КУЗОВАМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ 11

2.1. Безопасность автомобильного кузова 12

2.2. Аэродинамическое сопротивление автомобильного кузова 13

2.3. Влияние формы автомобильного кузова на окружающую среду 13

2.4. История совершенствования конструкции автомобильных кузовов 14

3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ КУЗОВОВ 15

3.1. Подготовка к ремонту кузова 15

3.2. Контроль геометрических параметров кузова 16

3.2.1. Стенд для правки с комплектом угольников 17

3.2.2. Стенд для правки со сварочными шаблонами 18

3.2.3. Стенд для правки с комплектом угольников со сменными наконечниками .. 19

3.2.4. Стенд для правки с механической системой измерения 22

3.2.5. Стенд для правки с оптической системой измерения 24

3.2.6. Стенд для правки с электронно-механической и электронно-оптической системами измерения 27

3.2.7. Стенд для правки с ультразвуковой системой измерения 27

3.2.9. Практическое применение систем измерения 28

3.2.10. Различные ситуации при монтаже измерительной системы 37

3.3. Восстановление формы поврежденного кузова 49

3.3.1. Изменение направления усилия, прилагаемого для восстановления формы кузова 50

3.3.2. Восстановление формы кузова при значительном повреждении 51

3.3.3. Восстановление формы кузова при боковом повреждении 52

3.3.4. Заключение 55

3.4. Правка кузова 55

3.4.1. Упругость и пластичность листовой стали 55

3.4.2. Рихтовочные инструменты и принцип их действия 58

3.4.3. Контропоры 62

3.4.4. Техника рихтовки 64

3.4.5. Обработка отрихтованной поверхности ... 73

3.4.6. Пример правки кузова 80

4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВА ЗАМЕНОЙ ДЕТАЛЕЙ 83

4.1. Направление реза 86

4.2. Сварка в среде защитного газа 90

4.3. Контактно-точечная сварка 93

4.4. Обозначение способов сварки и типов сварных соединений 96

4.5. Пайка твердым припоем 98

4.6. Защита от коррозии 101

5. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЗОВА 103

5.1. Высокопрочная кузовная сталь ... 103

5.1.1. Восстановление кузовов из высокопрочной стали 105

5.1.2. Правка панелей кузова из высокопрочной стали 105

5.1.3. Восстановление формы кузова из высокопрочной листовой

5.1.4. Особенности ремонта кузова из высокопрочной листовой стали 107
5.1.5. Стойкость фрез для устранения сварных точек различных листовых сталей 109
5.1.6. Заключение 109
5.2. Кузова из алюминиевых сплавов .. 110
5.2.1. Общие сведения о листовом алюминии 111
5.2.2. Рихтовка и поверхностная обработка 112
5.2.3. Восстановление формы алюминиевого кузова 114
5.2.4. Сварка при восстановлении алюминиевых кузовов 115
5.2.5. Контроль сварочного шва на отсутствие трещин 122
5.2.6. Указания по восстановлению алюминиевого кузова 122
5.3. Оцинкованная кузовная сталь 129
5.5. Элементы наружной обшивки кузова из синтетических полимеров 134
5.5.1. Терминология, используемая в технике синтетических полимеров 134
5.5.2. Основные представления о синтетических полимерах ... 136
5.5.3. Идентификация синтетических полимеров 137
5.5.4. Восстановление с применением двухкомпонентных ремонтных комплектов 139
5.5.5. Восстановление полимеров сваркой 144
5.5.6. Устранение повреждений кузова с использованием клеев и стекломатериалов 147
5.5.7. Восстановление деталей УФ-отверждаемыми полимерными смолами 150
5.5.8. Оценка качества восстановления полимерных деталей 152
5.5.9. Что выгоднее — замена детали из полимера или ее восстановление? 157
5.5.10. Полимерные материалы и окружающая среда 157

6. ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВАРИЙНОГО КУЗОВА 159
6.1. Осмотр повреждений кузова и составление плана последовательности восстановления 159
6.2. Восстановление кузова 160
6.3. Особенности технологии устранения боковых повреждений кузова 162

7. РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КУЗОВА, ПОДВЕРГШИХСЯ КОРРОЗИИ 166
7.1. Приваривание ремонтных вставок из листового материала 167
7.2. Приклеивание ремонтных вставок из листового материала 171
7.3. Оценка качества восстановления . 175

8. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВА СКЛЕИВАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ 176
8.1. Инструменты и вспомогательные материалы 177
8.2. Технология склеивания деталей .. 177

9. ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ВКЛЕИВАНИЕ СТЕКОЛ 180
9.1. Разрезание клеевого соединения нагреваемой проволокой, заранее уложенной в клей 183
9.2. Разрезание клеевого соединения проволокой 183
9.3. Разрезание клеевого соединения режущей проволокой с применением наматывающего устройства (автомобили Audi) 184
9.4. Разрезание клеевого соединения нитью, заранее уложенной в клей 185
9.5. Разрезание клеевого соединения способом холодной механической резки 185
9.6. Разрезание клеевого соединения способом термической резки 187
9.7. Вклеивание нового стекла 188

10. РЕМОНТ ТРЕХСЛОЙНОГО СТЕКЛА ..190

11. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ..193
11.1. Требования к оснащению мастерской 193
11.1.1. Взаимосвязь между характером повреждения кузова и ремонтным оборудованием 193
11.1.2. Взаимосвязь между конструкцией автомобиля и ремонтным оборудованием 193
11.1.3. Рекомендации изготовителей автомобиля ... 194
11.2. Рабочее место-2000 для ремонта кузовов 194
11.3. План ремонтной мастерской 196
11.4. Оборудование ремонтной мастерской 198
11.5. Оборудование и инструменты, применяемые для ремонта кузова 199
Результаты испытания универсальных электронных и обычных измерительных систем 203
Результаты испытания универсальных измерительных систем без электронного блока 204
Результаты испытания универсальных электронных измерительных систем 210
11.6. Оптимизация рабочего места-2000 213
11.7. Компактное рабочее место-2000 214

12. РЕМОНТНОЕ ОКРАШИВАНИЕ КУЗОВОВ 220
12.1. Окрашивание кузова при изготовлении 220
12.2. Терминология, используемая при ремонтном окрашивании ... 221
12.2.1. Ремонтное окрашивание автомобиля, подлежащего продаже 221
12.2.2. Окрашивание кузова эксплуатируемого автомобиля 221
12.2.3. Предпродажное окрашивание или окрашивание подержанного автомобиля ... 221
12.2.4. Техника окрашивания Blend-In 222
12.3. Типы лакокрасочных покрытий и способы их идентификации 222
12.3.1. Контроль цветового тона 222
12.4. Ремонтное окрашивание металлической поверхности 223
12.4.1. Подготовка поверхности к окрашиванию 223
12.4.2. Шпатлевание 224
12.4.3. Нанесение промежуточных покрытий 226
12.4.4. Нанесение покрывной краски 230
12.4.5. Заключение по восстановительному окрашиванию металлической поверхности 231
12.4.6. Виды дефектов покрытий, нанесенных на металлическую основу 232
12.4.7. Виды работ по окрашиванию кузова (из памятки для маляра 1993 г.) 233
12.5. Окрашивание полимерных деталей 237
12.5.1. Подготовительные технологические операции .. 237
12.5.2. Шлифование полимерной детали и снятие статического электричества .. 238
12.5.3. Нанесение средства, повышающего адгезию, и порозаполнителя 239
12.5.4. Нанесение покрывной краски 239
12.6. Защита органов дыхания 240

К российскому читателю

Как технически грамотно и в то же время экономично отремонтировать кузов легкового автомобиля после аварии? Вопрос «жестянки» и «малярки» сейчас актуален для автомобильной России более чем когда-либо: с одной стороны неудержимо растет количество транспортных средств, с другой — этому, увы, сопутствует рост аварийности...

Чтобы в условиях конкуренции мастерским автосервиса и мастерам-ремонтникам обеспечить качественное обслуживание, необходимо совершенствовать технологию ремонта, постоянно повышая свой профессиональный уровень. Ведь в результате ремонта должно быть восстановлено первоначальное состояние поврежденного автомобиля с соблюдением конструктивных и технологических параметров.

Навыки проведения ремонтных работ должны гармонично дополняться знанием современных конструкционных материалов, используемых для изготовления кузова, в том числе высокопрочной листовой стали, алюминия и пластмасс.

Издательство «За рулем»

глава 1

КОНСТРУКЦИИ КУЗОВОВ

В данной главе приводится классификация кузовов легковых автомобилей (рис. 1.1) по основным конструктивным признакам и разъясняется терминология.

1.1. ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ КУЗОВОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Тем или иным моделям автомобилей часто присваивают весьма звучные наименования, например Carretta, Taifun, Pallas или, напротив, деловито сухие, сокращенные типа GTI, S-класс, M3. Однако это ничего не говорит о конструктивном типе автомобильного кузова.



Рис. 1.1. Терминология, используемая при классификации кузовов легковых автомобилей по конструктивному исполнению, согласно промышленному стандарту ФРГ DIN 70 010 (раздел 5/90)

1.1.1. Лимузины*

Название «лимузин» происходит от латинского слова limes, которое переводится как «ограниченный» или «закрытый». С точки зрения конструкции кузова это означает, что он характеризуется закрытым исполнением и имеет неподвижную крышу (рис. 1.2). Однако в эту категорию могут входить и автомобили со сдвигаемой крышей. Количество дверей (и, соответственно, окон), предписываемое стандартом DIN 70 010, составляет две или четыре. В дополнение к ним возможно наличие одно- или двухстворчатой задней двери. Допускается наличие четырех и более боковых стекол со стационарными рамками. Стекла полностью или частично опускаются, поворачиваются, но могут быть неподвижными. Салон автомобиля может быть оборудован четырьмя или более сиденьями, причем задние сиденья могут откидываться или быть полностью съемными, чтобы создавать грузовую платформу.

Есть еще одно толкование слова «лимузин». Речь идет о непромокаемых плащах (накидках) с длинным разрезом, которыми когда-то пользовались извозчики в южном французском графстве Лимузен. Такой плащ представлял собой своеобразную закрытую конструкцию, надежно защищающую от дождя и ветра.

В последние годы все большей популярностью стали пользоваться так называемые лимузины повышенной вместимости*. Речь идет о комфортабельных легковых автомобилях (рис. 1.3) с числом посадочных

* В большинстве стран кроме Германии — седан. Термином «лимузин» во многих странах мира обозначают автомобиль со стеклянной перегородкой за первым рядом сидений. Средний ряд сидений может быть складным. В Германии это — пульман-лимузин (см. далее). Терминология, применяемая в Германии, отличается от принятой во многих странах мира, в том числе и в России. Поэтому в тексте, сносках

мест, достигающим, как в микроавтобусах, восьми. Они удобны не только для поездок большой семьей. Скорее, они предназначены для того, чтобы водители имели возможность с комфортом организовать свой досуг. В связи с наличием большого грузового отсека в них удобно, например, транспортировать оборудование для кемпинга. Подобная машина легко превращается в жилой автомобиль, так называемый «караван». Его характерные особенности: закрытая конструкция; жесткая крыша, которая у некоторых моделей имеет люк; наличие четырех и более сидений, расположенных как минимум в два ряда, причем задние сиденья должны быть съемными; число боковых дверей составляет от двух до четырех, а также возможно наличие задней двери; четыре или более боковых стекла.



Рис. 1.2. Лимузин (седан) BMW 540i



Рис. 1.3. Лимузин повышенной вместимости (универсал повышенной вместимости — УПВ) Renault Espace с кузовом универсал, предназначенным для грузопассажирских перевозок

1.1.2. Легковые автомобили с кузовом комби (комби-лимузин)*

Одна из главных особенностей универсала — наличие просторного грузового отделения (рис. 1.4). В соответствии с этим рассматриваемые автомобили вызывают интерес как водителей-профессионалов, так и больших семей. Обычно изготовители особое значение придают оснащению автомобилей с кузовом универсал дополнительным оборудованием, а также мощности двигателя, чтобы полностью сохранить характерные особенности лимузина (седана). Для облегчения погрузочно-разгрузочных работ возможно наличие одно- или двустворчатых задних дверей.

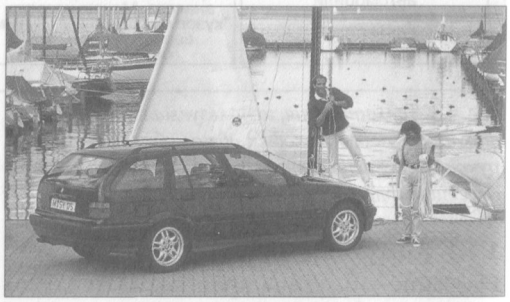


Рис. 1.4. Комби или комби-лимузин (универсал) BMW 3-ей серии

1.1.3. Легковые автомобили с кузовом кабриолет

Название «кабриолет» происходит от французского слова cabriole, означающего «упругий ветер». Название объясняет характерную особенность конструкции кузова такого автомобиля: он может двигаться как с открытым, так и закрытым верхом, то есть крыша складывается, боковые стекла опускаются, а в прежнем положении остается лишь ветровое стекло (рис. 1.5). Возможно наличие дуги безопасности.



1.1.4. Легковые автомобили с кузовом купе

Термин «купе» происходит от французского coupes, что означает «укороченный» («купированный»). Этот термин используется прежде всего на железнодорожном транспорте для обозначения отсека в пассажирском вагоне. Автомобилестроители приняли это слово на вооружение, называя им усеченный (купированный) лимузин (седан), превращенный в купе. Основой конструкции купе почти всегда бывает лимузин (седан) аналогичного конструктивного ряда. Благодаря тому что задняя часть крыши автомобиля с подобным кузовом более полога, чем передняя, машина обычно имеет спортивный облик (рис. 1.6). Иногда расстояние до потолка в задней части салона уменьшается настолько, что вместимость задних сидений приходится сокращать. Поэтому такой тип кузова часто называют «2+2»*.



Рис. 1.6. Купе Daimler-Benz 134-й серии

1.1.5. Родстеры

Термин «родстер» является производным от английского слова road («дорога»). Речь идет о спортивном автомобиле (рис. 1.7, 1.8), который может двигаться как с открытым, так и с опущенным верхом. Часто родстеры имеют стационарно устанавливаемую крышу, обозначаемую английским термином «Hardtop», что означает «жесткая цельносъемная крыша кузова без боковых стоек». Позади передних сидений обычно располагается дополнительное сиденье, иногда оно отсутствует.

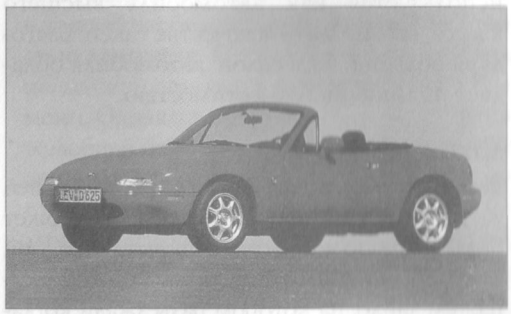


Рис. 1.7. Родстер Mazda MX-5



Рис. 1.8. Родстер BMW Z3

1.1.6. Легковые автомобили с кузовом пульман-лимузин**

Американский предприниматель Пульман сконструировал первый в истории железнодорожного транспорта цельнометаллический вагон, получивший имя своего создателя. Этим именем был впоследствии назван и огромный лимузин (рис. 1.9), оборудованный восемью сиденьями. Обычно он



Рис. 1.9. Пульман-лимузин (лимузин) Mercedes

* То есть 2 взрослых, полноразмерных места впере-



Рис. 1.10. Внедорожник Opel Frontera



Рис. 1.11. Автомобиль Opel Combo

используется как автомобиль высшего класса, но иногда — в качестве такси. Благодаря большой базе салон автомобиля обладает повышенной вместимостью.

1.1.7. Ландо

Речь идет об автомобиле с открытой задней частью, которая при необходимости может быть, подобно кабриолету закрыта складной крышей. Назван по аналогии с конным экипажем ландо, на котором разъезжали когда-то жители немецкого городка Landau.

1.1.8. Автомобили повышенной проходимости (внедорожники)

Эта машина — своеобразный гибрид легкового автомобиля с кузовом универсал и грузовика малой грузоподъемности (рис. 1.10) ее мосты обладают повышенным запасом прочности. Чаще всего такой автомобиль конструируют в полноприводном варианте. По внешнему виду он напоминает машину с кузовом универсал. Его скоростные параметры близки к параметрам легкового автомобиля среднего класса.

1.1.9. Специальные легковые автомобили

Речь идет о легковых автомобилях, оснащенных специальными устройствами, например об автомобилях «скорой медицинской помощи», технической помощи, о машинах для инвалидов (рис. 1.11).

глава 2

ТРЕБОВАНИЯ К КУЗОВАМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Автомобиль должен быть сконструирован так, чтобы в экстремальных ситуациях обеспечить безопасность находящихся в салоне водителя и пассажиров. Достаточно привести такой пример. Автомобиль массой около 1 т, движущийся со скоростью 50 км/ч, обладает такой же энергией, какую имеет обломок скалы массой 100 т, перемещающийся со скоростью 1 м/с.

На скоростных автомагистралях допускается движение с повышенной скоростью. Высокая скорость обгона желательна и для автомобилей с ограниченной мощностью двигателя. К тому же процесс обгона не должен занимать слишком много времени. Однако в прежние годы переход автомобиля на полосу обгона означал потерю скорости вследствие высокого лобового сопротивления воздуха. Для снижения аэродинамического сопротивления (коэффициента c_w) потребовалось усовершенствовать геометрическую форму автомобильного кузова (рис. 2.1).

Нефтяной кризис начала 70-х годов вызвал необходимость принятия экстренных мер в направлении экономии топлива. Были разработаны экономичные автомобильные двигатели, созданы легкие кузова, позволяющие значительно снизить расход топлива (рис. 2.2), потребляемого во время разгона. Снижение расхода топлива одновременно

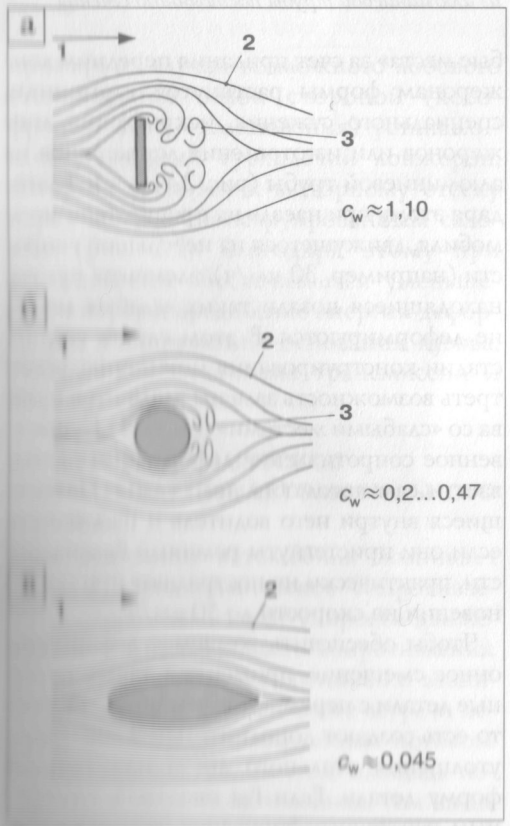


Рис. 2.1. Линии воздушного потока при обтекании тел различной геометрической формы:
а – отрывание за тонкой пластиной;
б – отрывание за сферической поверхностью;
в – плавный поток, обтекающий каплеобразное тело (1 – направление воздушного потока; 2 – линия отрывания; 3 – ламинарный

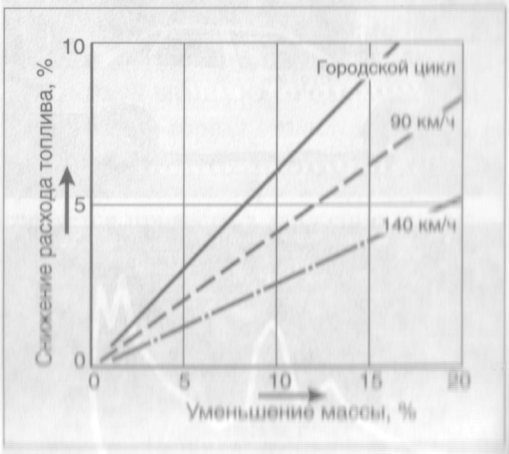


Рис. 2.2. Влияние относительного уменьшения

означает и уменьшение вредного воздействия автомобиля на окружающую среду.

2.1. БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО КУЗОВА

Любой водитель автомобиля и его пассажиры должны учитывать, что они могут попасть в аварию не по своей вине. Идеальные условия безопасности можно создать, снабдив автомобиль тяжелым жестким кузовом. Но это привело бы к резкому снижению скорости движения и увеличению вредного воздействия на окружающую среду. Для уменьшения последствий аварии конструкторами была увеличена длина деформируемой части кузова (до 0,6 м согласно рис. 2.3), что обеспечило наибольшее гашение энергии деформации, и повышена жесткость конструкции салона. Кроме того, для уменьшения энергии деформации соответствующим образом конструируют поясную линию кузова. Благодаря этим мероприятиям не каждое столкновение вызовет деформацию салона. Такие своеобразные конструктивные барьеры вызывают деформацию лишь тех элементов кузова, которые принято называть зонами деформации. Величину деформации первого или второго подобного барьера можно варьировать. Таким образом, сознательно создаются «слабые места» за счет придания передним лонжеронам формы растянутой гармоники, специального сужения, искривления лонжеронов или изготовления лонжеронов из алюминиевой трубы (рис. 2.4) и т. п. Благодаря этому при наезде на препятствие автомобиля, движущегося на небольшой скорости (например, 30 км/ч), элементы кузова, находящиеся позади таких «слабых мест», не деформируются. В этом случае уже на стадии конструирования можно предусмотреть возможность замены элементов кузова со «слабыми местами» (см. гл. 4). Существенное сопротивление деформации оказывает и сам автомобильный салон. Находящиеся внутри него водитель и пассажиры, если они пристегнуты ремнями безопасности, практически не пострадают при столкновении на скорости до 50 км/ч.

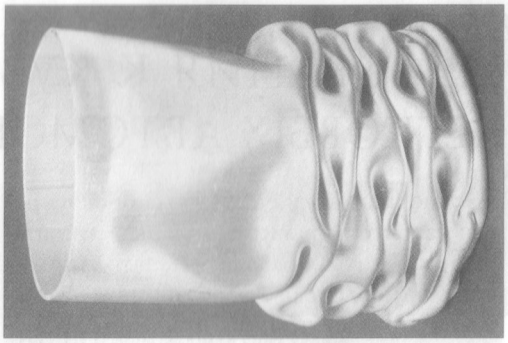
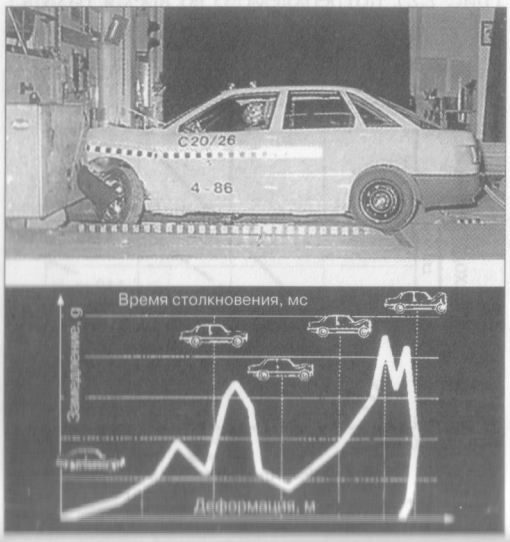


Рис. 2.4. Деформация лонжерона, выполненного из алюминиевой трубы постоянного сечения



Чтобы обеспечить желаемое деформационное смещение, применяют также кузовные детали с переменной толщиной стенки, то есть создают дополнительные локальные утолщения стального листа или меняют форму детали. Если бы оказалось возможным рентгенографирование автомобильного кузова, то на рентгенограмме были бы хорошо видны жесткие зоны кузова.

В результате исследований последствий столкновений накоплен большой объем статистических данных, анализ которых позволяет сделать вывод, какие части автомобиля повреждаются чаще всего. В зависимости от обстоятельств аварии чаще

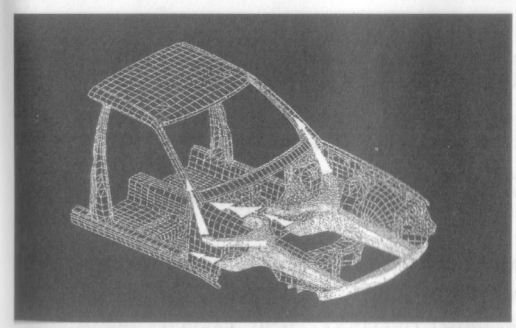


Рис. 2.5. Вильчатая опорная конструкция передка кузова, расположенная перед жестким остовом салона

пример, на случай возможного лобового столкновения левой стороной (кософронтального столкновения) устанавливает усиленный трехплечий лонжерон, который крепится к моторному отсеку перед жестко сконструированным салоном (рис. 2.5). Благодаря этому при столкновении обеспечивается уменьшение и перераспределение энергии деформации в направлении основания кузова, туннеля для механизма трансмиссии и боковых стоек.

2.2. АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО КУЗОВА

При движении автомóбиля возникает [illegible] аэродинамическое сопротивление, которое зависит от скорости движения (рис. 2.6) и лобового сопротивления. Аэродинамическое сопротивление возникает главным образом в месте встречи передней части автомобиля с воздушным потоком. Таким образом, чем больше площадь поперечного сечения автомобиля, тем выше [illegible] аэродинамическое сопротивление и тем выше коэффициент аэродинамического сопротивления (c_x), который является [illegible] величиной и определяется [illegible]

$$[illegible]$$

[illegible] аэродинамическое сопротивление [illegible] площади поперечного сечения [illegible] плотности воздуха; V_0 —

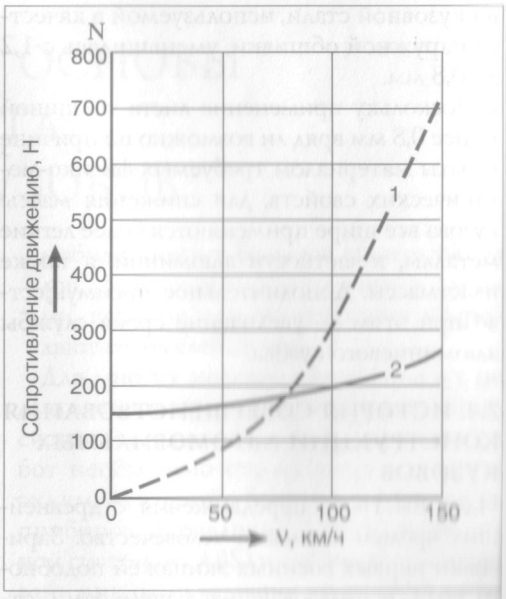


Рис. 2.6. Зависимость сопротивления движению автомобиля H от его скорости V:
1 — аэродинамическое сопротивление;
2 — сопротивление качению

Площадь поперечного сечения автомобиля зависит от характера линий обтекания встречным воздухом, поэтому кузову стремятся придать гладкую форму с плавными переходами, чтобы максимально исключить завихрение линий обтекания, ибо любое завихрение оказывает тормозящий эффект (см. рис. 2.1).

2.3. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО КУЗОВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Движение по городу — постоянно повторяющиеся остановки автомобиля и его троганья с места. При каждом разгоне требуется привести в движение всю массу автомобиля. Чем больше масса, тем больше энергии затрачивается на трогание и разгон автомобиля, тем выше расход топлива и тем больший ущерб окружающей среде. Меньше расход — меньший ущерб. В связи с этим конструкторы постоянно стремятся облегчить кузов, что достигается, главным образом, благодаря

на кузовной стали, используемой в качестве наружной обшивки, уменьшилась с 1,2 до 0,8 мм.

Поскольку применение листа толщиной менее 0,8 мм вряд ли возможно по причине утраты материалом требуемых физико-механических свойств, для снижения массы кузова все шире применяются более легкие металлы, в частности алюминий, а также пластмассы. Дополнительное преимущество при этом — увеличение срока службы алюминиевого кузова.

2.4. ИСТОРИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КУЗОВОВ

Идея быстрого передвижения с древнейших времен занимала человечество. Зарисовки первых военных экипажей подобного рода, использовавшихся шумерами, относятся к третьему тысячелетию до новой эры. В дальнейшем в качестве персонального средства передвижения предлагались самые фантастические конструкции на четырех колесах, пока наконец не был изобретен первый автомобиль. Одна из проблем при этом состояла в том, чтобы оптимально соединить кузов с ходовой частью. Прошло не одно десятилетие, прежде чем придумали нынешнюю конструкцию автомобильного кузова.

2.4.1. Ненесущий кузов

Первым вариантом решения проблемы было несущее шасси. Рама автомобиля воспринимала массу прикрепленного к ней кузова как отдельного элемента общей конструкции автомобиля (рис. 2.7).

2.4.2. Полунесущий кузов

В ходе дальнейшего совершенствования конструкции автомобиля предпринимались попытки перераспределить нагрузку тяжелого кузова между рамой и самим кузовом. На первых порах несущую функцию передали лишь части кузова: от сплошной рамы шасси оставили ее переднюю и заднюю части. Средняя часть шасси была удалена и заменена кузовом. Такой конструкции присвоили название полунесущий кузов (рис. 2.8).

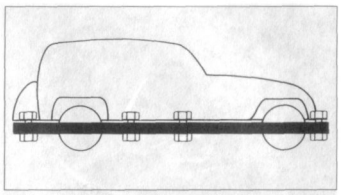


Рис. 2.7. Ненесущая конструкция кузова, соответственно — несущее шасси

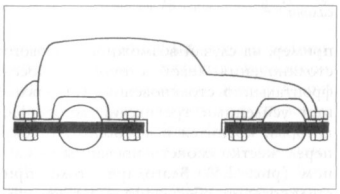


Рис. 2.8. Полунесущая конструкция кузова

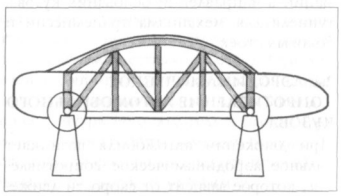


Рис. 2.9. Несущая конструкция кузова

2.4.3. Несущий кузов

Дальнейшей целью конструкторов стал полный отказ от использования полунесущего кузова со сложной рамой. Для решения этой задачи пригодился опыт мостостроителей. Железнодорожный мост, поддерживаемый двумя опорами, является не чем иным, как несущей конструкцией. Сам по себе автомобильный кузов должен быть настолько жесткой конструкцией, что для восприятия нагрузки оказалось достаточно, чтобы кузов опирался непосредственно на мосты (рис. 2.9). Совершенствование сварки позволило дополнительно детализировать технический принцип несущего кузова.

глава 3

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ КУЗОВОВ

Хотя грамотному ремонту автомобильных кузовов лучше обучаться на практике, тем не менее сначала целесообразно ознакомиться с его теоретическими основами. Так, для того чтобы иметь верное представление о тех или иных рабочих операциях, необходимо знать свойства обрабатываемых материалов. Кроме того, прежде чем приступать к ремонту, следует наметить правильную последовательность рабочих операций, которая обычно определяется характером деформации кузова. Поэтому при изложении материала конкретным примерам технологических операций предшествуют пояснения.

3.1. ПОДГОТОВКА К РЕМОНТУ КУЗОВА

Прежде всего следует рассмотреть мероприятия, обеспечивающие защиту автомобиля и его агрегатов от последствий вредного влияния ремонтных воздействий. Причем речь идет в первую очередь об электрооборудовании. При нормальной эксплуатации автомобиля все потребители питаются постоянным током от аккумуляторной батареи и в качестве «массы» (минусового полюса) используется стальной кузов.

Внимание! У некоторых автомобилей старой конструкции, прежде всего производства США, обратная полярность, т. е. кузов связан с положительным выводом аккумуляторной батареи. Однако для подготовки к ремонту это не имеет значения. При сварке в среде защитного газа или контактно-точечной сварке через кузов в направлении, обратном по отношению к потребителям электроэнергии, протекают токи большой силы, в связи с чем весьма велика опасность нарушения исправности электрооборудования автомобиля. В современных автомобиле имеется большое количество узлов, снабженных электронными схемами, которые при эксплуатации потребляют очень слабый ток.

Для многих моделей автомобилей с целью защиты электрических/электронных систем, перед проведением сварочных работ необходимо отсоединить выводы от аккумуляторной батареи, генератора, приборов управления антиблокировочной системой (ABS) и системой регулирования привода ведущих колес (ASR), прочих аналогичных устройств, а также от аккумулятора энергии системы надувных подушек безопасности, если таковые имеются. Необходимо знать, что отсоединение от аккумуляторной батареи некоторых современных электронных систем невозможно, так как электронные блоки во избежание стирания хранящейся в их памяти информации вообще нельзя отключать от сети. Поэтому неукоснительно соблюдайте соответствующие предписания изготовителей автомобиля!

Прежде чем приступить к ремонту, следует удалить из полостей кузова проложенные через них электрические провода (рис. 3.1, а) и шланги для циркуляции охлаждающей жидкости.

После выполнения перечисленных подготовительных мероприятий нужно защитить не подлежащие ремонту элементы кузова. Это, в частности, относится к стеклам, которые можно легко повредить искрами, образующимися при шлифовке и сварке (рис. 3.1, б, в). Если ремонт требует снятия дверей, следует защитить салон автомобиля. Необходимо придерживаться указаний по ремонту данной автомобиля из руководства изготовителя, а также соблюдать правила техники безопасности.

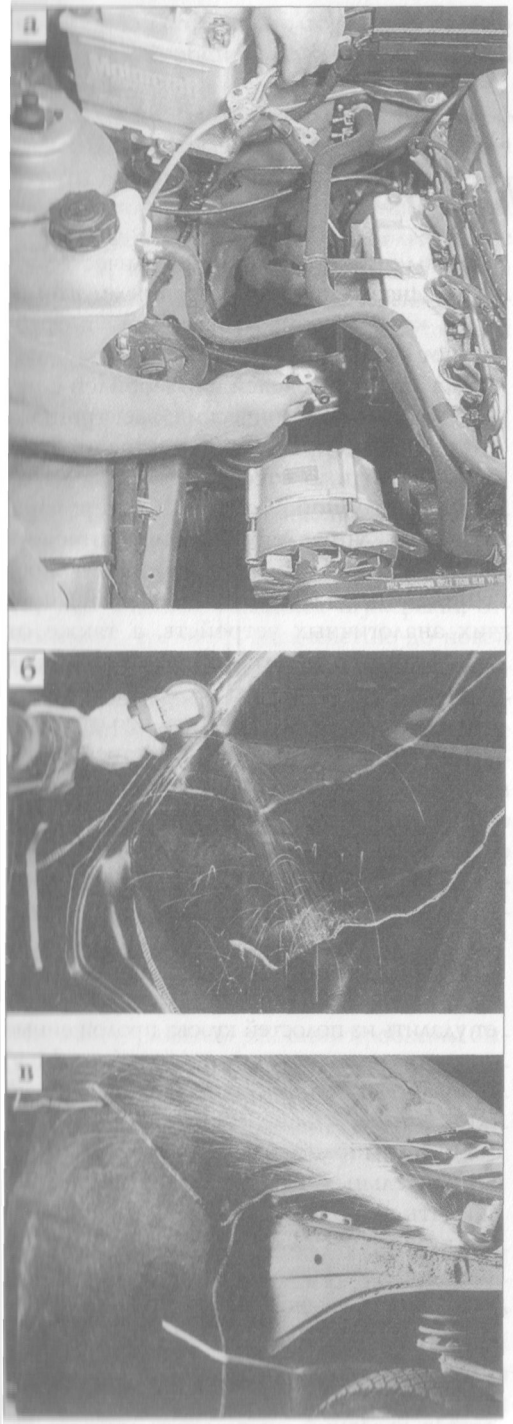


Рис. 3.1. Отсоединение трехфазного генератора (а) и защита не подлежащих ремонту элементов кузова тентом из искусственного

По завершении ремонта кузова необходимо восстановить все разъединенные соединения, не забыв, в частности, правильно установить время на часах, подключить бортовой компьютер и т.п.

3.2. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КУЗОВА

Для контроля геометрических параметров кузова используют различные измерительные устройства, классификация которых представлена на рис. 3.2.

Рассмотрим конкретный пример. Клиент обращается к консультанту ремонтной мастерской: «Сегодня утром, пропуская машину, я случайно заехал на высокий бордюр. После этого изменили свое положение (относительно существовавшего ранее) спицы рулевого колеса. Вы не посмотрите, что произошло?». Подобная ситуация известна любому, кто знаком с буднями автосервиса. Что же делать? Прежде всего следует проверить геометрические параметры передней подвески (рис. 3.3). В качестве примера можно привести значения углов продольного наклона оси поворота колеса для некоторых моделей автомобилей. Угол продольного наклона назад имеют автомобили: Citroen 2CV — 13° и BMW — от 8 до 9°. Нулевое или близкое к нулю значение угла имеют автомобили NSU Ro-80 и переднеприводные. Угол наклона вперед имеют автомобили Citroen CX 2000, Renault R5 — от 0 до −1°. Для приведенного выше случая было установлено значительное отклонение углов продольного наклона оси поворота колес от регламентированного значения вследствие смещения точки крепления стойки амортизатора к кузову.

Следующая задача персонала ремонтной мастерской состоит в том, чтобы наряду с проверкой геометрических параметров основания кузова точно установить местоположение точки верхнего крепления амортизатора. На рис. 3.4, а изображен куб с градуированными длиной, шириной и высотой. Этот куб позволяет наглядно продемонстрировать точное пространственное положение места крепления амортизатора, кото-

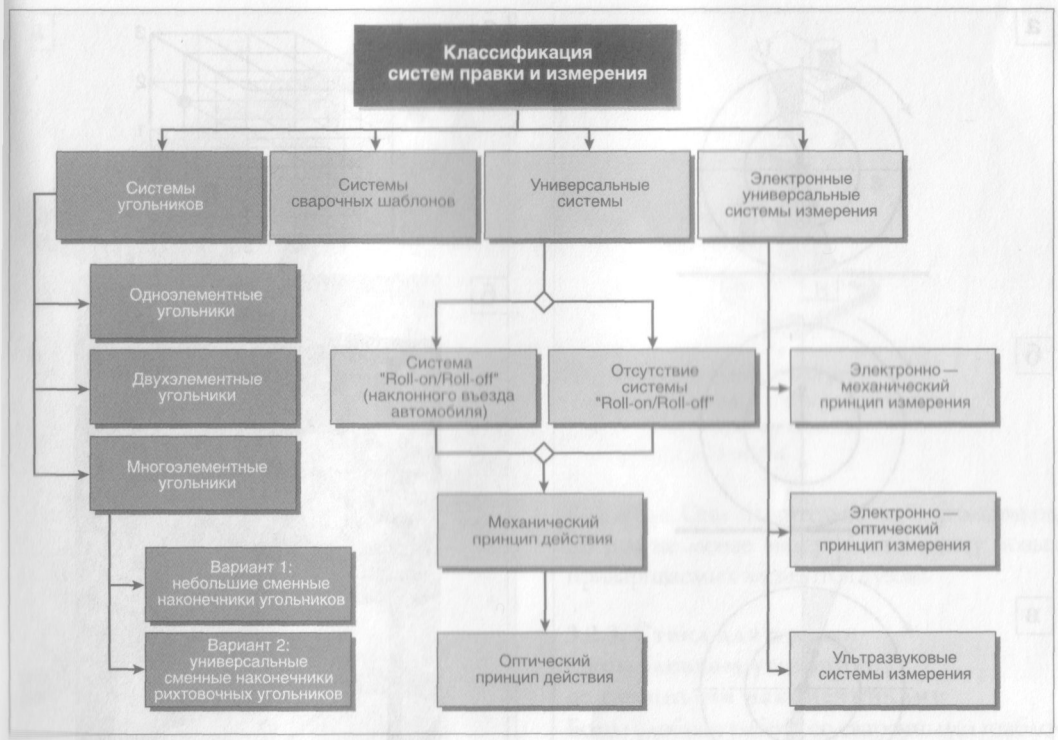


Рис. 3.2. Структурная схема классификации систем правки и измерения параметров кузова

Этой точке соответствуют следующие координаты (в условных единицах): длина = 2, ширина = 3, высота = 2. Нижняя грань куба (базовая поверхность) располагается под основанием кузова и параллельна горизонтальной плоскости.

Для определения реальных координат точки крепления амортизатора необходимо воспользоваться отвесом с градуированной шкалой, как показано на рис. 3.4, б. Длине и ширине соответствуют расстояния от нулевых линий на измерительной (базовой) поверхности до точки соприкосновения острия отвеса с этой поверхностью. Высота определяется по градуированной шкале отвеса.

3.3.1. Стенд для правки с комплектом угольников

В реальной ситуации вместо описанного отвеса создается жесткое соединение между контролируемой точкой кузова и базовой поверхностью. Измеряемое положение точки по высоте определяется не по градуированной шкале отвеса, а жесткой и прочной измерительной линейкой (ее называют также контрольным шаблоном), которая еще и воспринимает нагрузку, создаваемую массой автомобиля. Роль измерительной базовой поверхности выполняет жесткое рамное основание (рис. 3.5, а), к которому привинчивают линейки для измерения высоты, соединенные с угольниками (рис. 3.5, б). Для повышения точности измерения угольник должен быть жестко присоединен к контролируемой точке кузова. Для определения геометрических параметров кузова может потребоваться комплект, состоящий более чем из 20 различных угольников.

При работе на данном стенде следует учитывать следующие особенности: подлежащие контролю точки кузова должны быть доступны, что может потребовать демонтирования отдельных узлов автомобиля, например амортизатора; для каждой конкретной модели автомобиля не-

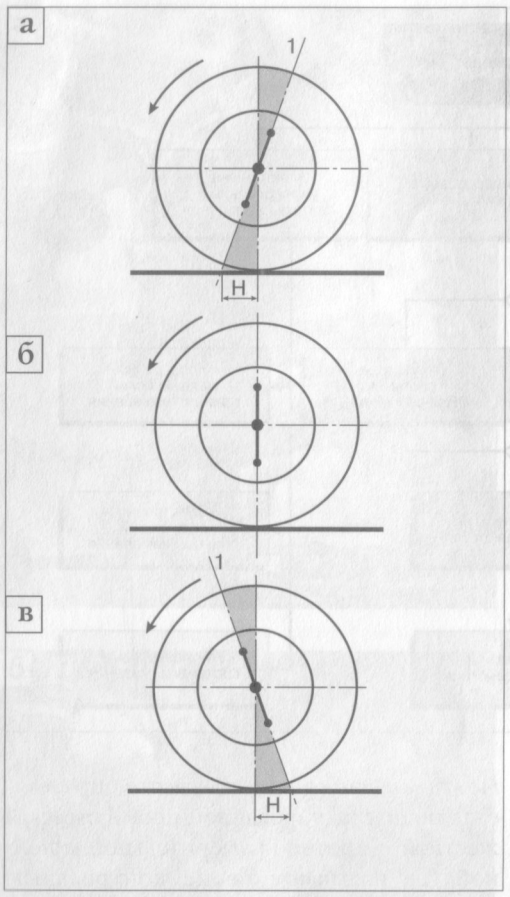


Рис. 3.3. Углы продольного наклона оси 1 шкворня поворотного кулака:
а — назад;
б — нулевое положение;
в — вперед.
H — расстояние в продольной плоскости между вертикалью, проходящей через центр колеса, и точкой пересечений оси шкворня с опорной поверхностью

угольников; к угольнику нельзя прикладывать усилий бóльших, чем необходимо для восстановления первоначальной формы кузова. Для проведения такой работы следует жестко зафиксировать автомобиль посредством специальных креплений; угольники, предназначенные для определения геометрических параметров отдельных точек кузова, могут также использоваться в качестве шаблонов для точного

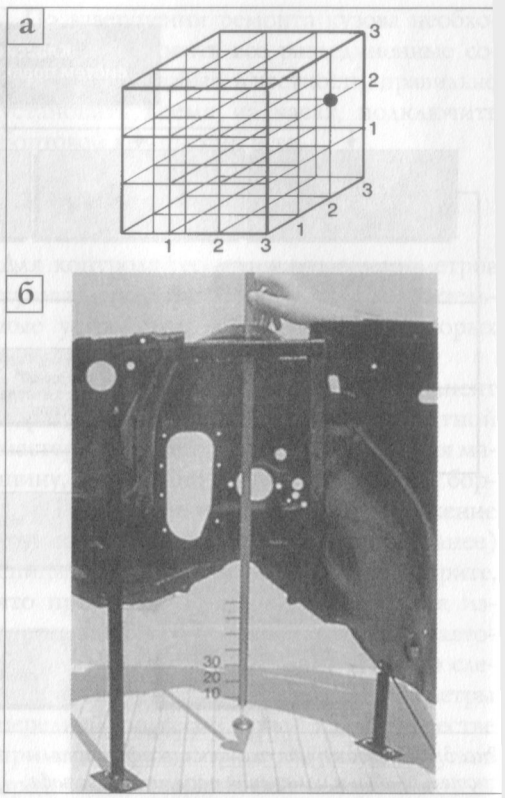


Рис. 3.4. Определение пространственного положения контрольных точек кузова

3.2.2. Стенд для правки со сварочными шаблонами

Основной целью дальнейших разработок в области правильного и измерительного оборудования явилось усовершенствование тяжелых угольников. В результате было создано оборудование, которое используется следующим образом. Автомобиль фиксируется на стенде посредством четырех универсальных креплений. Проверка соответствия реальных геометрических параметров кузова заданным значениям осуществляется с помощью относительно легких сварочных шаблонов 2 (рис. 3.5, в), которые крепятся на специальном держателе 1. Последний может подниматься или опускаться, благодаря чему все сварочные шаблоны можно привести в соприкосновение с соответствующими точками кузова. Шаб-

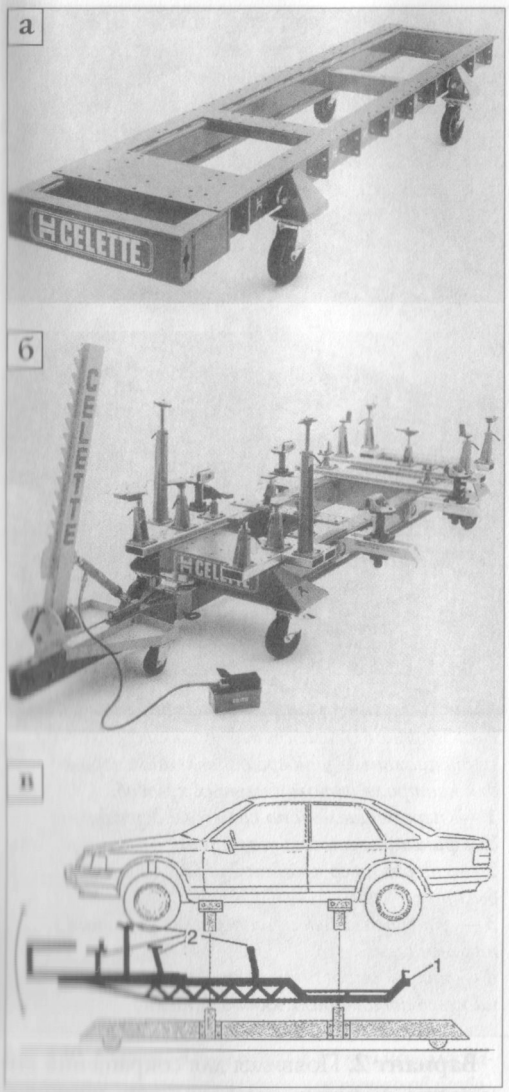


Рис. 3.5. Рамное основание стенда (а);
стенд с комплектом угольников в сборе (б);
стенд со сварочными шаблонами (в):
1 — держатель сварочных шаблонов;
2 — сварочные шаблоны

Основные особенности, которые следует учитывать при работе на стенде со свароч-ными шаблонами, — необходимость свободного доступа к точкам кузова, пространственное положение которых подлежит контролю и сварке, для конкретной марки автомобиля должен использоваться индивидуальный ком-

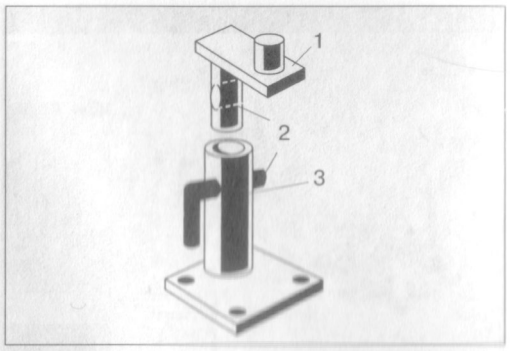


Рис. 3.6. Двухэлементный угольник:
1 — наконечник (головка) угольника;
2 — фиксирующий стержень;
3 —стойка угольника

томобиля. Они значительно легче угольников, но тем не менее выдерживают массу новых привариваемых элементов кузова.

3.2.3. Стенд для правки с комплектом угольников со сменными наконечниками

Более удобная работа со сварочными шаблонами по сравнению с одноэлементными угольниками привела конструкторов к созданию подобного стенда, однако они не отказались и от жесткой конструкции. В итоге появились два исполнения стенда (А и Б), различающихся по конструкции угольников.

А. Комплект двухэлементных угольников, прикрепляемых к раме стенда в нужном положении. Каждый угольник состоит из стойки 3 (рис. 3.6) и сменного наконечника 1. Стойка постоянно закреплена на раме стенда. В отверстия стойки 3 и наконечника 1 вставляют фиксирующий стержень 2. Если необходимо отремонтировать кузов автомобиля другой модели, то заменяют, соответственно, наконечник 1. Пример плана монтажа комплекта двухэлементных угольников приведен на рис. 3.7.

Б. Угольник состоит из трех или более элементов и работает по принципу универсальной механической системы. Возможны два приводимых ниже варианта исполнения такой системы.

Вариант 1. Стойка перемещается по на-

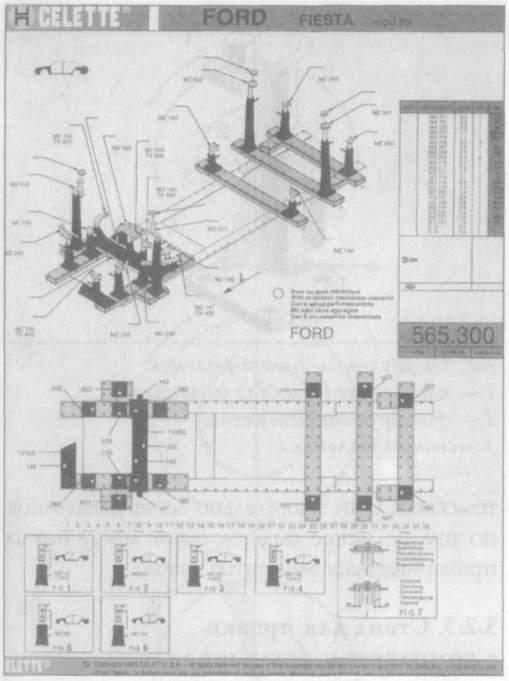


Рис. 3.7. Пример плана монтажа комплекта двухэлементных угольников (из руководства производителя)

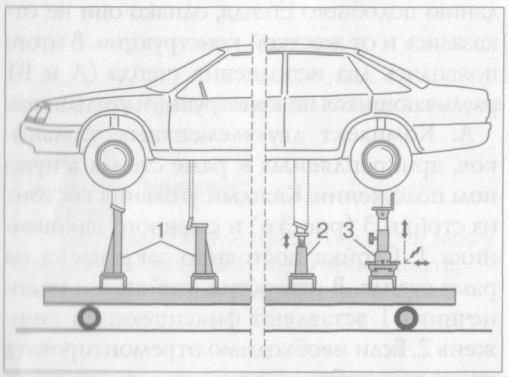


Рис. 3.8. Угольники:
1 — одноэлементные;
2 — двухэлементный;
3 — многоэлементный

ется с помощью фиксирующего стержня, вставляемого в отверстия угольника. Чтобы обеспечить присоединение этой системы к любым контрольным точкам кузова, необходим индивидуальный для каждой марки

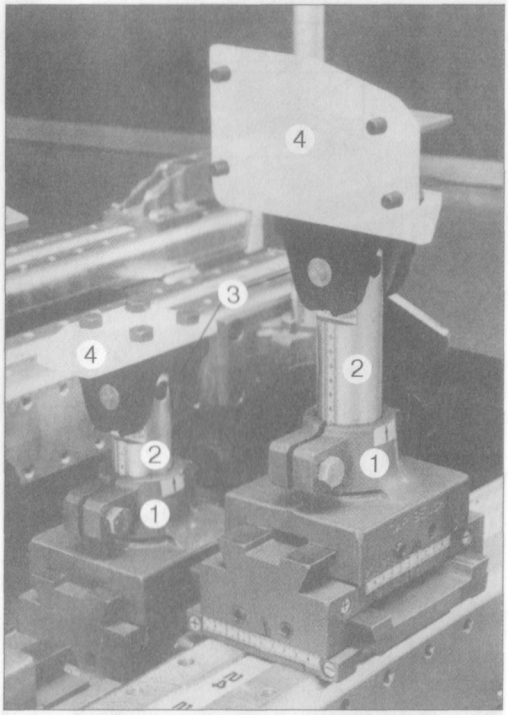


Рис. 3.9. Многоэлементный угольник со специальным универсальным адаптером для контроля автомобильных кузовов:
1 — перемещаемый по салазкам держатель для фиксации стойки угольника;
2 — стержень со шкалой для регулирования высоты;
3 — универсальный адаптер для крепления наконечника;
4 — наконечник (подходит для установки на кузов автомобиля любой модели)

Вариант 2. Появился для сокращения количества сменных наконечников, прикрепляемых к кузову. Применяются лишь несколько различающихся формой наконечников, которые могут использоваться для ремонта кузова любого автомобиля. Они соединяются со стержнем, снабженным шкалой для измерения высоты, посредством специального крепления (универсального адаптера) кубической формы (рис. 3.9). Одна из граней куба используется для его прикрепления к измерительному стержню, свободными остаются пять граней, к которым могут быть присоединены универсальные наконечники.

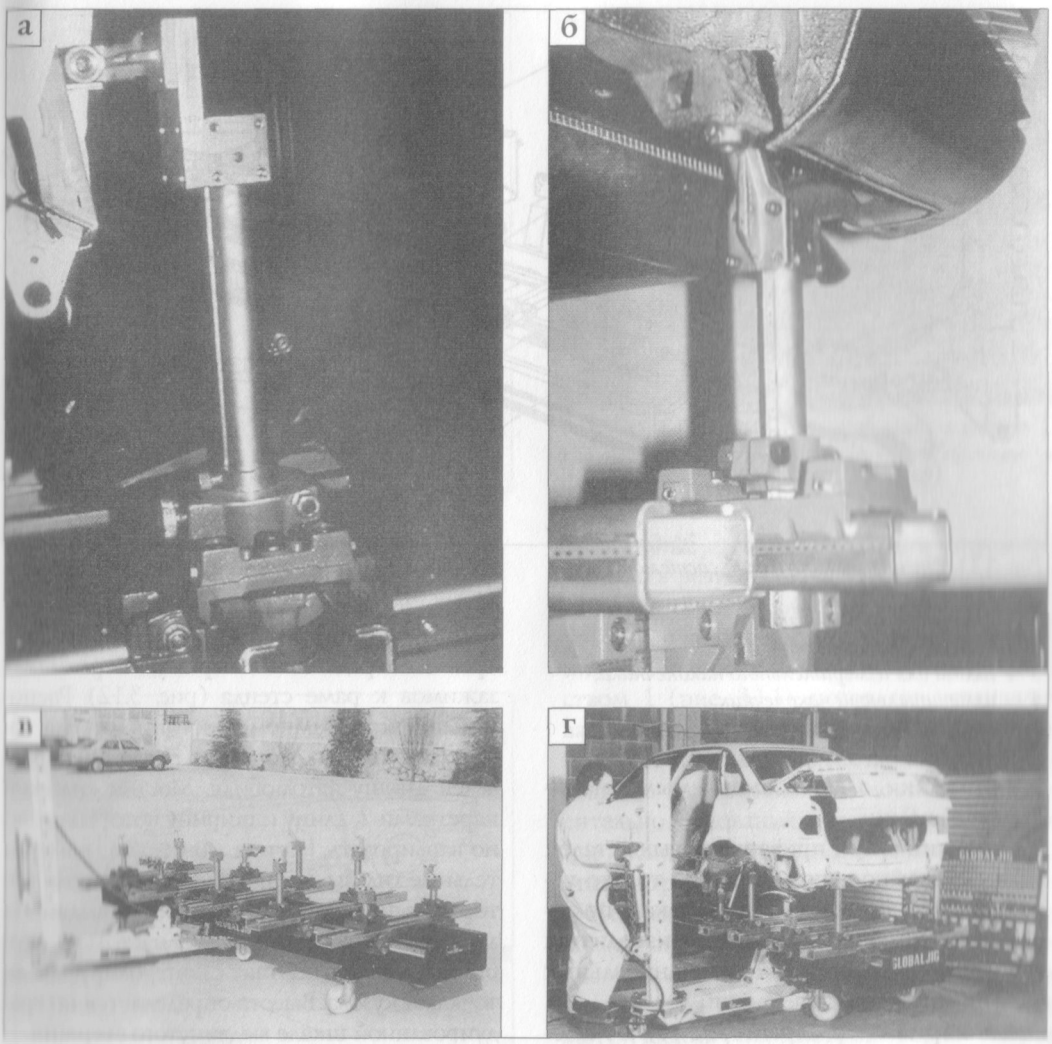


Рис. 3.10. Адаптер в виде куба (а, б) при использовании нескольких универсальных наконечников позволяет выполнять контроль размеров кузова в нужных местах; универсальный стенд Globaljig (в), основными рабочими элементами которого являются уголники, установленные на салазках; силовое устройство для правки поврежденного кузова (г)

просто кубом. Наконечники могут быть укреплены в четырех разных положениях на каждой из пяти гранях куба. Таким образом, для каждого наконечника возможны 20 разных положений (4 х 5). Угольники в сборе скользят по салазкам и могут быть передвинуты по ширине в любое положе-

направлении поперечинах (рис. 3.10, в). Положение наконечника в продольном и поперечном направлениях может быть установлено по соответствующим шкалам с точностью до 1 мм. Такой стенд, по мнению разработчиков, можно использовать для непосредственного восстановления первоначальной формы кузова (рис. 3.10, г).

Специфические особенности стенда по **варианту 1** заключаются в следующем:

- возможен доступ к любой точке кузова (в некоторых случаях требуется демонтаж соответствующих агрегатов);

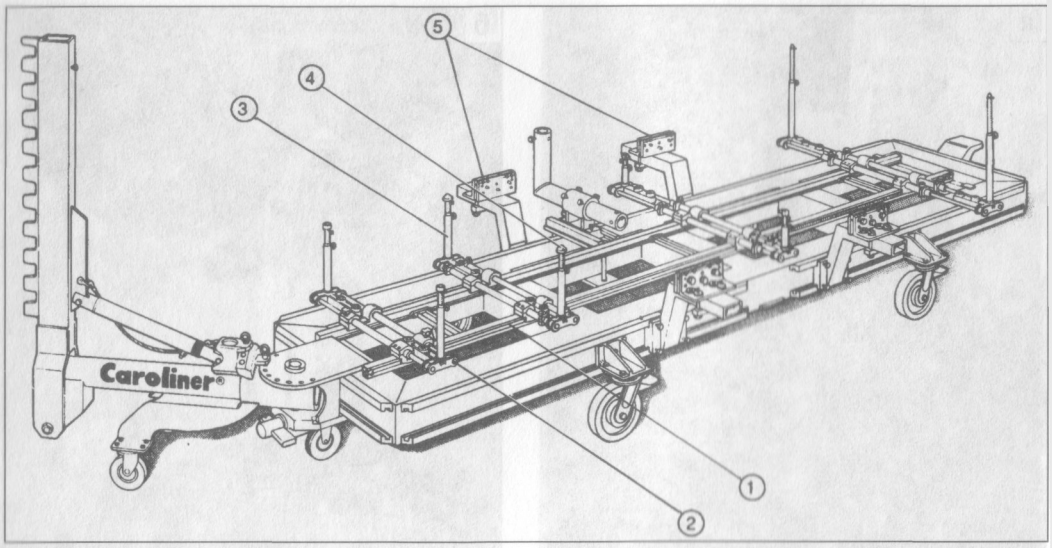


Рис. 3.11. Стенд с механической системой измерения:
1 — измерительный мостик;
2 — измерительная каретка;
3 — гильза для измерительного наконечника;
4 — измерительный наконечник;
5 — зажимы для крепления кузова

угольники с легкозаменяемыми наконечниками;

- угольники при приварке новых деталей кузова выполняют функцию только установочных элементов. Правка с помощью этого стенда может производиться лишь при установке дополнительных универсальных креплений.

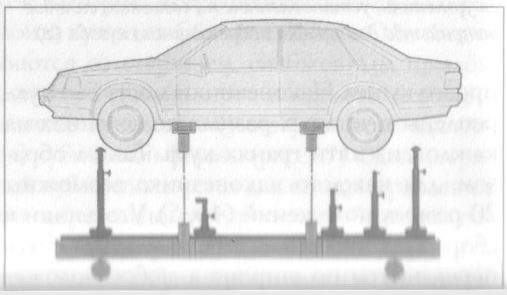
Для **варианта 2** характерно то, что вместо комплекта специальных угольников, используемых для кузова автомобиля определенной модели, применяется несколько универсальных адаптеров, входящих в состав основной оснастки.

3.2.4. Стенд для правки с механической системой измерения

Угольники с легкими сменными наконечниками и относительно легкие сварочные шаблоны продолжают использовать при восстановлении кузовов автомобилей единственного типа, а именно гоночных, предназначенных для участия в гандикапе.

мер, универсальная, работающая по механическому принципу (3.11). Шасси автомобиля крепят посредством четырех универсальных зажимов к раме стенда (рис. 3.12). Расположенный на рамном основании стенда измерительный мостик 1 (см. рис. 3.11) параллелен днищу автомобиля. Мостик снабжен каретками 2, длину и ширину которых можно варьировать. На них монтируют измерительные гильзы 3 и наконечники 4, роль которых выполняют телескопически выдвигаемые стержни. Их выдвигают настолько, чтобы они вошли в контакт с контролируемыми точками кузова. Высота определяется по градуированной шкале выдвинутого стержня.

Основному положению системы измерения соответствует точное совпадение средних линий мостика и автомобиля. Для установки системы измерения в это положение



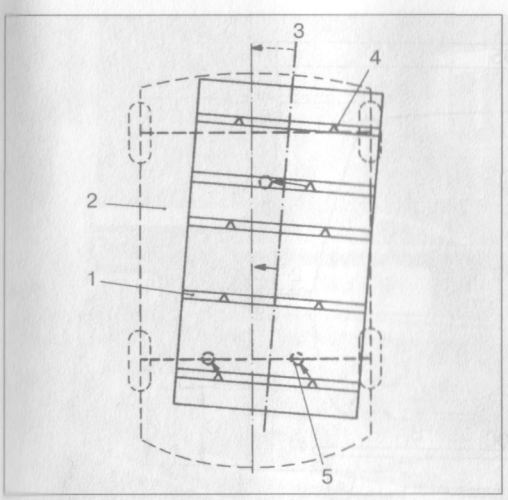


Рис. 3.13. Установка кузова на стенд по трем неповрежденным точкам в его основании: 1 — измерительный мостик; 2 — основание кузова; 3 — измененное положение средней линии; 4 — измерительный наконечник; 5 — три неповрежденные отверстия в основании кузова

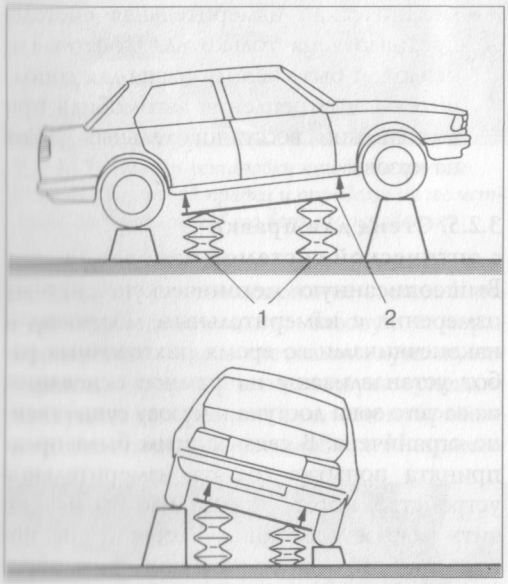


Рис. 3.14. Установка автомобиля на измерительном стенде с пневматическим устройством для контроля основания кузова в продольном (а) и поперечном (б) направлениях: 1 — пневматическое устройство; 2 — измерительный мостик

для точно двух (лучше трех) неповрежден-

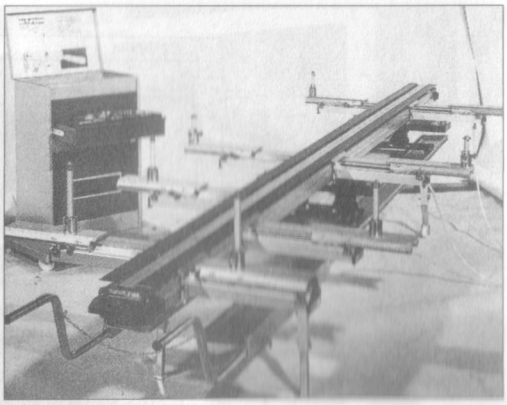


Рис. 3.15. Конструкция измерительного универсального стенда с пневматическим устройством для контроля основания кузова

не, ширине и высоте, подводят их к этим точкам, в результате чего мостик неизбежно окажется точно в среднем положении.

Стенд с механической системой измерения, снабженный пневматическим устройством 1 (рис. 3.14), позволяет устанавливать автомобиль в наклонном положении, при котором сохраняется параллельное состояние измерительного мостика 2 относительно основания кузова. Конструктивное исполнение данного универсального стенда представлено на рис. 3.15.

Ценным дополнением к измерительному устройству, работающему по механическому принципу, является специальная арка, предназначенная для определения геометрических параметров верха кузова (рис. 3.16). Кузова современных автомобилей благодаря облегченной конструкции все менее подвержены перекосу. Однако если речь идет об установленном на стенде старом автомобиле, то демонтаж двигателя и коробки передач приведет к тому, что точки крепления двигателя могут сместиться по вертикали на величину, достигающую 5 мм. Такой «увод» кузова будет сопровождаться деформацией его верхней части, в результате чего изменится величина зазоров в проемах дверей и капота. Места крепления двигателей современных автомобилей выполняют из высокопрочной

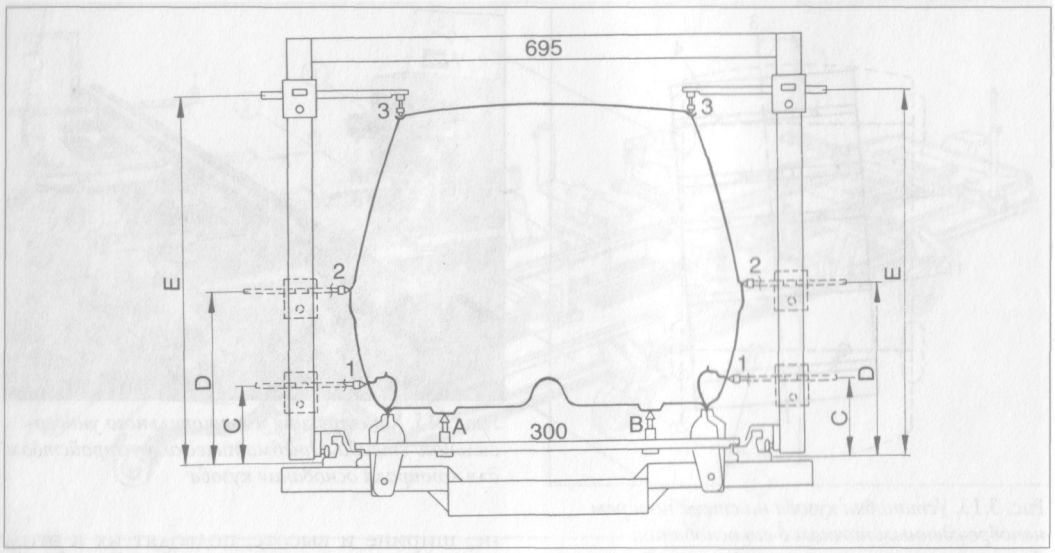


Рис. 3.16. Комплектное определение геометрических параметров верха и основания кузова

геометрии верхней части кузова могут произойти и в процессе восстановления его первоначальной формы. Постоянный контроль положения базовых точек верха кузова позволяет предупредить неприятный «сюрприз», которого можно ожидать, когда восстановленный кузов снимут со стенда и автомобиль поставят на колеса. Кроме того, по положению контрольных точек верха кузова можно сразу установить перекос, вызванный закреплением автомобиля на стенде. На рис. 3.17 показана установка кузова на стенде при одновременном выполнении правки и контроля его геометрических параметров верха и основания.

Особенности стенда для правки с механической системой измерения заключаются в следующем:

- любые точки кузова доступны без демонтажа агрегатов с автомобиля;
- для автомобиля конкретной модели необходим индивидуальный лист контроля, в котором должны быть приведены сравнительные данные измерений элементов кузова, расположенных по левую и правую стороны относительно средней продольной оси;
- зовать универсальные держатели, положение которых регулируется посредством универсальной системы измерения;
- механическая измерительная система предназначена только для контроля и не может быть использована для дополнительного крепления автомобиля при выполнении восстановительных работ на кузове.

3.2.5. Стенд для правки с оптической системой измерения

Вышеописанную механическую систему измерения с измерительным мостиком и наконечниками во время рихтовочных работ устанавливают на рамное основание, из-за чего зона доступа к кузову существенно ограничена. В связи с этим была предпринята попытка создать измерительное устройство, которое позволило бы исключить рамное основание. Чтобы лучше понять суть найденного решения, вновь обратимся к рассмотрению приведенной в начале данной главы модели измерения геометрических параметров кузова (рис. 3.18). Координаты той или иной контролируемой точки на базовой поверхности (длина и ширина) определяются с помощью отвеса, причем базовая поверхность должна быть



Рис. 3.17. Пример установки кузова на стенде для одновременной правки и определения геометрических параметров его верха и основания

от жесткое рамное основание стенда. Конструкторы решили, что базовую поверхность можно задать световыми лучами, которые должны исходить от двух перпендикулярных направляющих, смонтированных вне основания автомобиля. Направляющие можно представить себе так, будто от жесткой измерительной плиты остались лишь наружные края и на них установлены источники света. Поскольку световые лучи идут в строго прямом направлении, после нивелирования положения направляющих, смонтированных перпендикулярно друг другу, лучи будут проходить параллельно основанию автомобиля (рис. 3.19, а). Элементы оптической системы измерения показаны на рис. 3.19, б.



Рис. 3.18. Сущность способа работы оптической

Координаты, соответствующие длине и ширине, можно определить по местоположению источников света на направляющих. Высота определяется с помощью измерительных флажков, подвешенных в точках кузова, подлежащих контролю. Градуированная шкала флажка, на которую попадает световой луч, прозрачна. Лазерный луч, используемый здесь, если контролируемая

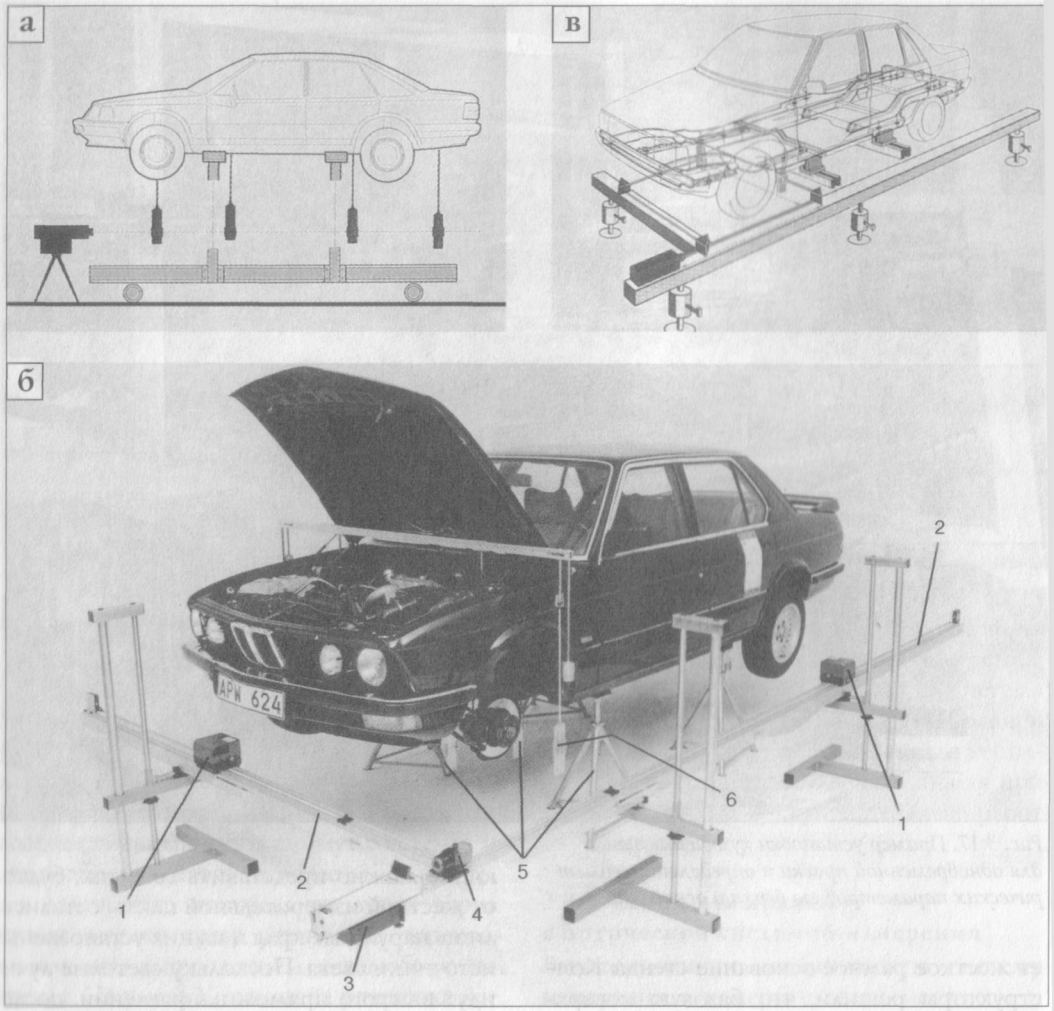


Рис. 3.19. Установка автомобиля на стенд с оптической системой измерения (а); элементы оптической системы измерения (б)): 1 — поворотный элемент (призма); 2 — направляющие; 3 — источник света; 4 — делитель лазерного луча; 5 — измерительные флажки; 6 — градуированная шкала; направление лазерного луча при проведении измерений на стенде с оптической системой (в)

измерительного флажка в виде небольшого красного пятна. Чтобы ограничиться единственным источником света, в пазы направляющих вставляют подвижные поворотные элементы (призмы), которые изменяют направление луча под основанием автомобиля на 90°. Взаимная параллельность световых рых установлен источник света. Для того чтобы правильно установить по шкалам на направляющих длину и ширину, необходимо определить среднюю линию кузова в продольном направлении, а также нулевую линию, перпендикулярную направлению движения автомобиля, для чего достаточно иметь три неповрежденные контрольные точки кузова. На рис. 3.19, в показан пример контроля основания кузова с использованием лазерного луча.

Особенности стенда с оптической системой измерения состоят в следующем:

- доступны любые подлежащие контро-

- для каждой модели автомобиля необходим индивидуальный лист контроля;
- для фиксации новых элементов кузова при сварке следует использовать специальные держатели, присоединяемые к системе измерения;
- система измерения имеет незначительную массу;
- оптическую систему измерения можно использовать только в целях контроля геометрических параметров основания кузова.

3.2.6. Стенд для правки с электронно-механической и электронно-оптической системами измерения

Появление первых электронных систем измерения геометрических параметров кузова означало существенный прогресс. Они позволяют с точностью до 1 мм устанавливать положение подлежащих контролю точек кузова, передают соответствующую информацию на экран монитора и наряду с данными, характеризующими отклонение параметров кузова от регламентированных значений, дают персоналу ремонтной мастерской рекомендации по направлению вытяжки при восстановлении исходной формы кузова. Чаще всего электронные системы являются результатом усовершенствования ранее созданных базовых механических (рис. 3.20, а) или оптических (рис. 3.20, б) измерительных устройств. Предлагается и электронный измерительный блок в качестве дополняющего устройства (рис. 3.20, в). Этим устройством может быть оснащена обычная механическая система.

В каждом конкретном случае можно выбрать систему для измерения — электронную или обычную, механическую. Преимуществом электронной системы является также возможность обеспечения постоянного контроля положения одновременно нескольких точек кузова.

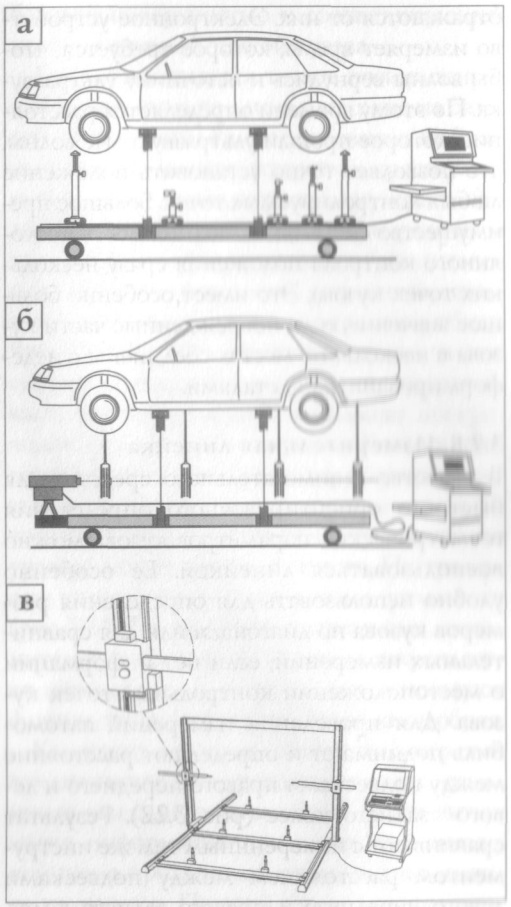


Рис. 3.20. Устройства с системами измерений: а — с электронно-механической; б — с электронно-оптической; в — с механической, с дополнительным электронным блоком для измерения геометрических параметров верха кузова

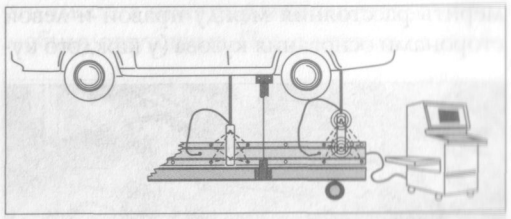


Рис. 3.21. Универсальная ультразвуковая система измерения

3.2.7. Стенд для правки с ультразвуковой системой измерения

мощью ультразвука (рис. 3.21), под основание автомобиля помещают источник ультразвука. Ультразвуковые волны направля-

отражаются от них. Электронное устройство измеряет время, которое требуется, чтобы волны вернулись к источнику ультразвука. По этому времени определяется расстояние, которое прошли ультразвуковые волны, что позволяет точно установить положение любых контролируемых точек. Большое преимущество системы — возможность постоянного контроля положения сразу нескольких точек кузова. Это имеет особенно большое значение, если поврежденные части кузова в нескольких местах соединены с недеформированными деталями.

3.2.8. Измерительная линейка

В качестве вспомогательного средства для быстрого ориентировочного определения геометрических параметров кузова можно воспользоваться линейкой. Ее особенно удобно использовать для определения размеров кузова по диагонали или для сравнительных измерений, если нет информации о местоположении контрольных точек кузова. Для проведения измерений автомобиль поднимают и определяют расстояние между подвесками правого переднего и левого заднего колес (рис. 3.22). Результат сравнивают с измереннным тем же инструментом расстоянием между подвесками левого переднего и правого заднего колес. Если разницы нет, почти с полной уверенностью можно утверждать, что перекос основания кузова между передними и задними мостами отсутствует. Для подтверждения этого целесообразно дополнительно измерить расстояния между правой и левой сторонами основания кузова (у каждого кузова имеются контрольные точки с левой и правой сторон, отстоящие от продольной оси автомобиля на одинаковое расстояние).



Рис. 3.22. Определение размеров кузова с помощью

Точные измерения, осуществляемые любой из вышеописанных систем, не могут быть заменены сравнительными измерениями линейкой, поскольку этим инструментом можно установить лишь плоскостные параметры (длину и ширину). Встроенный в линейку уровень, подобный ватерпасу, позволяет приблизительно оценить разницу положения по высоте точек, между которыми измеряется расстояние.

3.2.9. Практическое применение систем измерения

Итак, для определения параметров кузова необходимо установить точное положение контролируемых точек в пространстве, то есть определить все три координаты: длину, ширину и высоту. В практике ремонта кузовов применяют разные системы измерения:

- комплект обычных угольников;
- комплект угольников с заменяемыми сменными наконечниками;
- сварочные шаблоны;
- универсальную механическую систему измерения;
- универсальную оптическую систему измерения;
- электронную систему измерения.

Данные системы отличаются друг от друга следующими особенностями:

- степенью универсальности использования;
- необходимостью демонтирования отдельных агрегатов автомобиля или ее отсутствием;
- способностью во время ремонта воспринимать нагрузку, обусловленную собственной массой отдельных узлов системы;
- необходимостью использования дополнительных креплений автомобиля при восстановлении первоначальной формы кузова;
- способом фиксирования положения новых деталей кузова;
- наличием или отсутствием листа конт-

Быстро провести предварительные изме-
ения основных геометрических парамет-
в кузова можно с помощью линейки.
рочем, этим инструментом достаточно
чно можно измерить лишь длину и ши-
ну основания кузова.

Каждый из рассмотренных выше способов
змерения геометрических параметров ку-
ва находит свое индивидуальное примене-
е в практике ремонта, и будет неправиль-
ым утверждать, что та или иная система из-
ерения обладает решающими преимуще-
твами по сравнению с другой. Это относит-
я и к электронным системам, которые пока
е нашли практического применения.

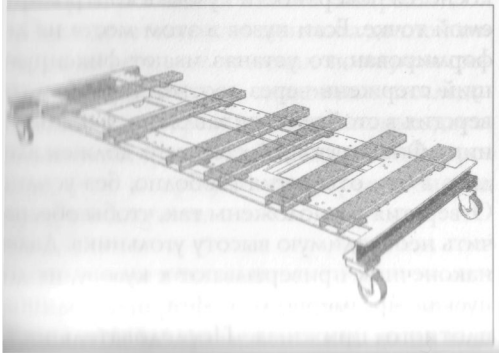
Ниже рассказывается о том, как пра-
льно пользоваться этими системами из-
ерения. Для большей ясности в ряде слу-
аев в качестве примера рассматривается
абота с применением того или иного кон-
ретного контрольного оборудования.

тенд для правки
комплектом рихтовочных
гольников

ункцию базовой поверхности, с помощью
оторой должны измеряться координаты
онтролируемой точки (длина и ширина),
ыполняет жесткое рамное основание пря-
оугольной формы размерами примерно
х 1 м (рис. 3.23). На нем укрепляют линей-
и со шкалой, предназначенные для изме-
ения высоты, которые называют угольни-
ами. На рамном основании жестко укреп-
ют автомобиль. Высота каждого угольни-
а точно соответствует расстоянию между
базовой поверхностью и соответствующей
контролируемой точкой кузова.

Как осуществляется точное позиционирование угольника по длине и ширине на базовой поверхности? Рамное основание снабжено большим числом отверстий, просверленных в направлении, перепендикулярном базовой поверхности. Отверстия упорядочены таким образом, что в них может быть установлен любой из комплекта угольников, предназначенных для данной модели автомобиля. Чтобы не ослабить рамное основание за счет сверления большого количества отверстий, часть их сверлят в дополнительных поперечинах, называемых траверсами. Каждая траверса прикреплена к рамному основанию четырьмя болтами. В зависимости от длины автомобиля, подлежащего ремонту, количество траверс может достигать шести. На траверсах укрепляются рихтовочные угольники (рис. 3.24). Посредством специальных дополнительных креплений на стенде закрепляется автомобиль. Для крепления используют фланцы, приваренные к порогам автомобиля.

Как узнать, какие из множества отверстий предназначены для крепления траверс, угольников или самого автомобиля? Соответствующая информация приведена на монтажной схеме, прилагаемой к каждому комплекту угольников. По этой схеме можно разобраться, какая часть отверстий в раме стенда и угольников предназначена для измерения геометрических параметров основания кузова и не должна использоваться для его правки. Если правка проводиться не будет, необходимость в демонтировании агрегатов автомобиля отсутствует. После крепления необ-



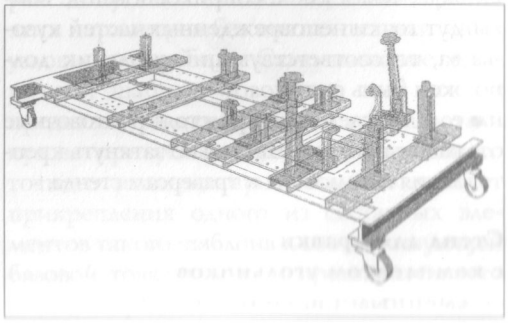


Рис. 3.24. Рамное основание стенда с траверсами

ходимых угольников к траверсам автомобиль следует установить на стенд с помощью подъемника с двумя гидравлическими колонками. Для этого лучше воспользоваться специальным подъемником, который позволяет установить автомобиль на угольники подобно автопогрузчику с вильчатым захватом.

Последовательность рабочих операций состоит в следующем:

- проверить, имеется ли в наличии комплект угольников, предназначенный для автомобиля данной модели;
- убедиться во взаимном соответствии монтажной схемы и комплекта угольников;
- установить траверсы согласно монтажной схеме;
- установить на стенд угольники. Внимание! Тип используемых угольников зависит от того, демонтируются или нет какие-либо агрегаты автомобиля;
- очистить от грязи приваренные к порогам фланцы в местах крепления автомобиля и удалить антикоррозионное покрытие;
- осторожно установить автомобиль на угольники, соблюдая требуемое взаимное положение контролируемых точек и наконечников угольников;
- проверить положение контролируемых точек кузова. В случае правильного положения соответствующий угольник свободно войдет в контакт с поверхностью кузова. Примечание. Если те или иные подлежащие контролю точки кузова в результате аварии изменили свое положение и они могут войти в контакт с соответствующими угольниками прежде, чем в такое соприкосновение войдут точки неповрежденных частей кузова, то соответствующий угольник должен быть снят;
- если впоследствии предстоят рихтовочные работы, следует тщательно затянуть крепления автомобиля к траверсам стенда.

Стенд для правки с комплектом угольников со сменными наконечниками

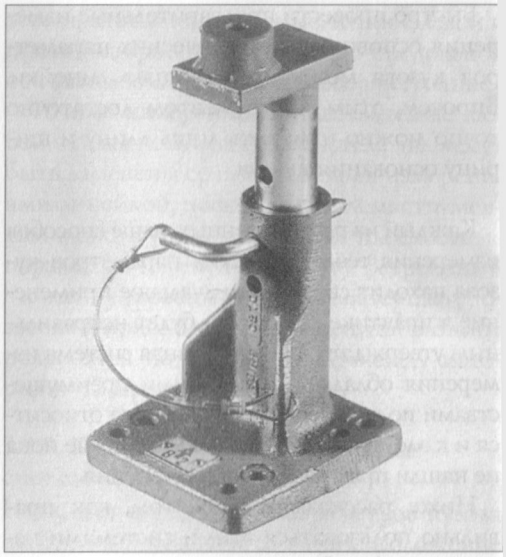


Рис. 3.25. Конструкция двухэлементного угольника

положении в такой же последовательности, как и при использовании обычных угольников. Сначала к стенду привинчивают траверсы, а затем на них фиксируют стойку, являющуюся нижней частью угольников. Наконечники, расположенные в верхней части угольников (рис. 3.25), вставляют в стойку, используя телескопический принцип, а затем присоединяют к кузову автомобиля в контролируемых точках. После этого закрепляют автомобиль на стенде посредством универсальных или специальных крепежных элементов.

Для измерения вытягивают вставленный до упора в стойку наконечник, пока он не коснется поверхности кузова в контролируемой точке. Если кузов в этом месте не деформирован, то устанавливают фиксирующий стержень через соответствующие отверстия в стойке и направляющей наконечника. Фиксирующий стержень должен входить в эти отверстия свободно, без усилия. Отверстия расположены так, чтобы обеспечить необходимую высоту угольника. Далее наконечник привертывают к кузову, не допуская чрезмерного люфта или излишне

угольников и порядок измерений с их помощью геометрии кузова такие же, как для обычных угольников.

Б. Угольник, состоящий из трех и более элементов, регулируется в соответствии с инструкцией по использованию стенда с механической универсальной системой. Монтаж такого угольника также начинают с крепления траверс к стенду. Затем на траверсах закрепляют стойки, которые состоят из нижней опорной части и установленной на ней подвижной каретки. В зависимости от конструкции каретка может смещаться в одном или двух (по длине и ширине) направлениях. Смещение возможно благодаря использованию соединения типа «ласточкин хвост». Линейка для измерения высоты представляет собой массивный стержень, вставляемый в каретку. Точная установка угольника по высоте осуществляется благодаря измерительной шкале, нанесенной на стержень. Заданные размеры приводятся на монтажной схеме или содержатся в листе контроля, прилагаемом к каждому комплекту угольников. На верхнем конце измерительного стержня фиксируют наконечник угольника, который без особых проблем можно соединить при помощи резьбового элемента с соответствующей точкой кузова, если последний в этом месте не деформирован. Используя такую систему, можно с точностью до 1 мм измерить отклонение той или иной контролируемой точки кузова от регламентированного значения. Коробление кузова устанавливается как отклонение измеренных в этой точке значений длины, ширины и высоты от соответствующих параметров, указанных в листе контроля.

Последовательность монтажа данной системы измерения, включая позиционирование наконечников, аналогична последовательности сборки вышеописанных двухэлементных угольников. Аналогично производится и процесс непосредственного измерения кузова.

Смешанные системы

В период перехода от одноэлементных

нения угольников нового поколения, применимых для автомобилей любой модели, у некоторых изготовителей возникла весьма привлекательная на первый взгляд идея: создать измерительную систему, соединяющую в себе многообразие особенностей имевшихся в то время систем. Попытались скомбинировать наконечники угольников, выпускаемых одним производителем, со стойками угольников другого (рис. 3.26). Подобной комбинации присвоили название «смешанная система». Утверждалось, что для компенсации различия основных геометрических параметров кузовов следовало лишь использовать унифицированную плиту для крепления стоек угольников. Но при практическом применении смешанной системы смонтированный угольник зачастую не занимал должного для данного кузова положения. Разница могла не превышать нескольких миллиметров, и ее невозможно было заметить на глаз. Последствия же неправильно отрихтованного кузова понятны любому специалисту: такая «правка» лишь дополнительно деформирует кузов и вызывает нарушение динамических свойств автомобиля, что может даже привести к аварии.

Применять смешанные измерительные системы не допускается ни при каких обстоятельствах! (рис. 3.27).

Стенд со сварочными шаблонами

Системы сварочных шаблонов с точки зрения их применения не относятся к тем устройствам для контроля геометрических параметров деформированного кузова, которые допускают возможность измерения этих параметров без снятия тех или иных узлов с автомобиля. Само название «сварочный шаблон» говорит о том, что он предназначен для приварки новой детали кузова при условии ее предварительного точного позиционирования, что требует прикрепления одного из составных элементов такого шаблона к соответствующей базовой точке кузова и предварительного снятия определенных частей автомобиля.

Иначе обстоит дело при использовании

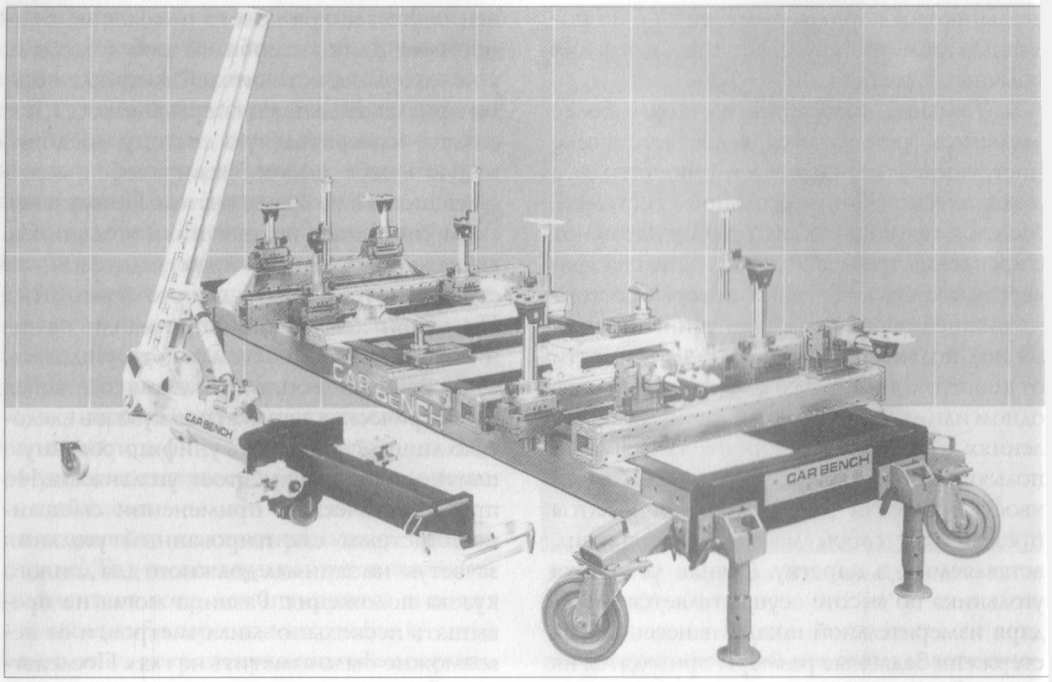


Рис. 3.26. Комплект многоэлементных угольников со специальными наконечниками, подходящими для кузовов автомобилей любой модели

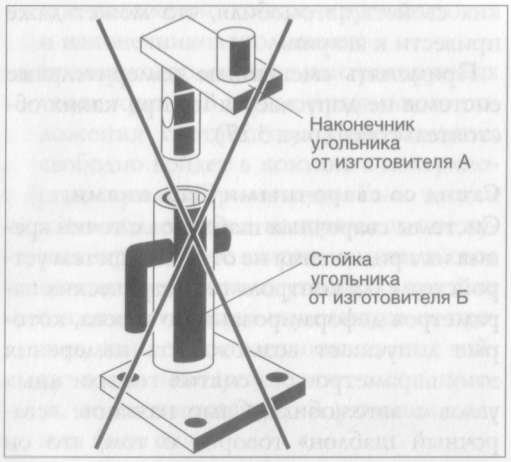


Рис. 3.27. Недопустимое смешивание элементов угольников, используемых из разных систем измерения

рам. Речь идет об устройствах, которые в сборе присоединяют к основанию автомобиля. При этом бывают шаблоны, которые предназначены лишь для контроля геометрии его узлов (диагностические шаблоны). Другие шаблоны данного вида позволяют проверять регламентированные геометрические параметры всего основания кузова и по своей конструкции аналогичны сварочным шаблонам.

Вернемся к рассмотрению системы сварочных шаблонов. Она обычно состоит из правильной плиты, укомплектованной четырьмя универсальными или специальными узлами крепления. Эти узлы расположены так, чтобы можно было надежно зафиксировать основание кузова автомобиля в местах, находящихся под стойками дверей.

Комплект сварочных шаблонов монтируют на держателе шаблонов. Шаблоны чаще всего состоят из двух элементов, благодаря чему сокращается число специфических для каждого автомобиля деталей. Держатели сварочных шаблонов, установленные на общее рамное основание, позволяют использовать любой комплект сварочных шаблонов (аналогично вышеописанным базовым элементам двухэлементных рихтовочных угольников).

Монтаж сварочных шаблонов довольно

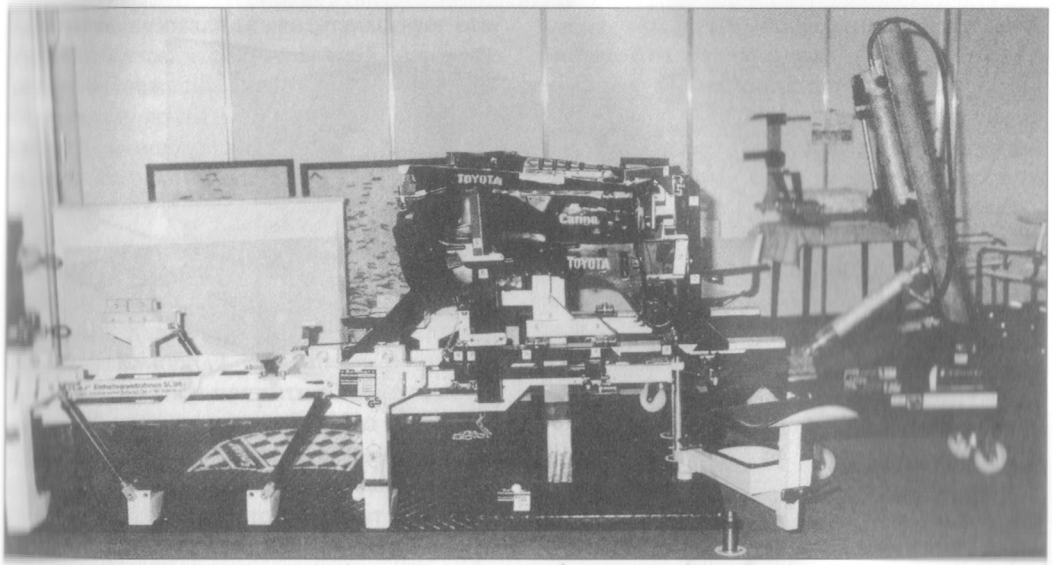


Рис. 3.28. Система сварочных шаблонов с держателями, установленными на едином рамном основании

ность, достаточно посмотреть на фото системы в сборе (рис. 3.28). Поскольку в большинстве ситуаций ремонту подлежит либо передняя, либо задняя части кузова, комплекты шаблонов различают и по этому признаку, при этом почти всегда стенд бывает укомплектован держателями лишь наполовину. На одной стороне держатель имеет поворотную опору. Противоположная сторона держателя, укомплектованная сварочными шаблонами, располагается под основанием автомобиля. Таким образом, держатель в нерабочем состоянии подвешен под основанием кузова наклонно, имея опору лишь с одной стороны.

Для приварки новых деталей или контроля отрихтованных элементов кузова держатель поворачивают таким образом, чтобы он оказался параллелен основанию кузова. Тем самым одновременно задается правильное позиционирование сварочных шаблонов по отношению к контролируемым точкам кузова. Для подъема и опускания держателя служит быстродействующий подъемный механизм. Параллельное расположение держателя проверяется уровнем.

Последовательность операций при работе

- убедиться, что полученный от поставщика набор шаблонов подходит для автомобиля данной модели и полностью укомплектован, а прилагаемый к нему снимок пригоден для монтажа;
- демонтировать узлы автомобиля в зоне повреждения кузова;
- приваренный фланец очистить от остатков антикоррозионного покрытия и грязи;
- установить автомобиль на стенд и закрепить его;
- восстановить первоначальную форму деформированных элементов кузова;
- удалить не подлежащие правке детали кузова;
- присоединить держатель сварочных шаблонов к тому мосту автомобиля, который остался неповрежденнным в результате аварии;
- смонтировать комплект сварочных шаблонов на держателе;
- прежде чем приступить к проверке положения базовых точек кузова, установить держатель в горизонтальное положение по уровню.

Стенд с механической системой измерения

Для определения геометрических парамет-

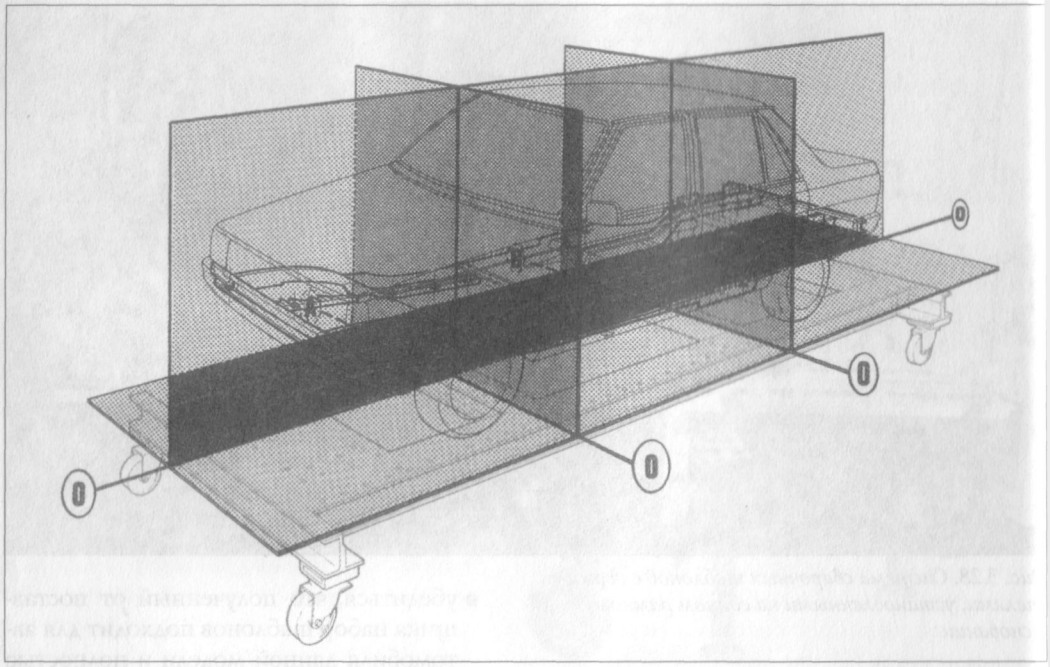


Рис. 3.29. Нулевые линии для определения геометрических параметров кузова: средняя продольная линия; средняя линия, проходящая в поперечном направлении вдоль оси заднего моста; средняя линия, проходящая в поперечном направлении вдоль оси переднего моста

использоваться следующие линии отсчета (нулевые линии), на которых располагаются нулевые точки: средняя продольная линия автомобиля; поперечные линии, проходящие вдоль переднего и заднего мостов (рис. 3.29). Для непосредственного измерения основания кузова выбирается, как правило, продольная линия и одна из поперечных в неповрежденной части кузова.

Для определения геометрических параметров кузова с помощью комплекта угольников производят последовательное смещение кузова, пока он не окажется в таком положении, что контролируемые точки будут совмещены с наконечниками неподвижных угольников, изменяют положение кузова, подстраиваясь под систему измерения. Когда речь идет об универсальных измерительных системах, выравнивание частично или полностью осуществляют в обратном порядке, то есть изменяют положение кузова. На практике оба эти подхода реализуются следующим образом.

А. Измерительная система расположена на плоской базовой поверхности стенда. После закрепления автомобиля основание кузова должно быть параллельно базовой поверхности. В процессе дальнейшего выравнивания автомобиль остается неподвижным, меняют лишь положение системы измерения.

Б. Положение измерительной системы изменяют посредством пневматических устройств таким образом, чтобы она оказалась параллельна основанию кузова. Перекос основания кузова по отношению к поверхности стенда не оказывает никакого влияния на измерение (см. подразд. 3.2.4).

Пояснения к пункту А. Прежде чем приступить к монтажу автомобиля и измерительной системы, следует убедиться, что приведенные в листе контроля данные относятся именно к той модели автомобиля, параметры кузова которой предстоит установить. Далее необходимо определить положение базовой точки, которую называют также точкой отсчета (нулевой точкой), —

ной части кузова. Как свидетельствует статистика автомобильных аварий, наиболее редки повреждения в области заднего моста, поэтому почти всегда нулевую точку выбирают именно в этой части кузова. Этой точкой определяется положение креплений, фиксирующих автомобиль.

Лист контроля должен содержать указание, следует ли воспользоваться специальными креплениями для фиксирования автомобиля. Прежде чем приступить к установке автомобиля, необходимо удалить грязь и защитное покрытие в местах крепления. Установку автомобиля на стенд следует осуществлять таким образом, чтобы его средняя продольная линия совпала со средней линией стенда, что позволит избежать асимметричного положения автомобиля относительно измерительной системы.

Далее к автомобилю присоединяют элементы крепления. Если применяется измерительная система Autorobot (рис. 3.30), стол стенда с платформой рамного типа с креплениями подводят подъемником точно под основание кузова. Поскольку стол стенда при этом оказывается параллелен основанию кузова, а измерительная система расположена на нем, требование параллельности почти всегда выполняется автоматически.

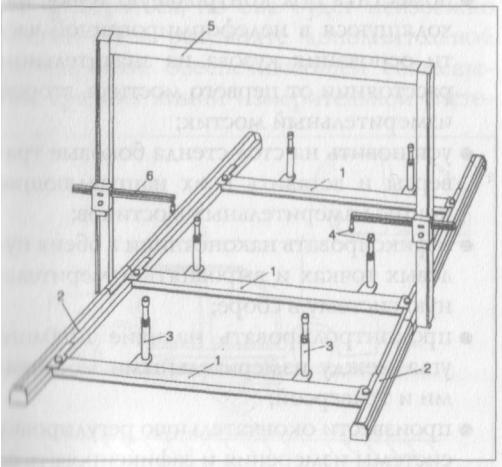


Рис. 3.30. Измерительная система Autorobot:
1 — измерительные мостики;
2 — боковые измерительные траверсы;
3 — гильзы измерительных наконечников;
4 — измерительные наконечники;
5 — измерительная арка

После закрепления автомобиля в заданной позиции приступают к монтажу системы измерения. Прежде всего по листу контроля определяют положение нулевой точки и убеждаются, что оно после аварии осталось неизменным. Допустим, нулевая точка находится в области заднего моста. На стол стенда укладывается первый измерительный мостик. Он имеет два гнезда для гильз, в которые, в свою очередь, вставляются измерительные наконечники. Гнезда для гильз взаимосвязаны, то есть если одно гнездо смещается наружу или внутрь, второе смещается точно в такое же положение и на такую же величину. Благодаря этому после установления первой нулевой точки автоматически определится положение и другой точки крепления заднего моста, т.к. они отстоят по разные стороны от средней линии автомобиля на одинаковом расстоянии. Одновременно гарантируется, что измерительный мостик будет располагаться под основанием кузова соосно заднему мосту. Прежде чем установить измерительные наконечники, необходимо смонтировать второй измерительный мостик, введя его под основание кузова как можно дальше от заднего моста, но не допуская, чтобы он оказался под поврежденной частью кузова. В качестве базовых из листа контроля выбирают те точки, которые находятся перед передними местами креплениями автомобиля, если смотреть со стороны заднего моста.

Чем дальше относительно друг друга будут находиться измерительные мостики, тем более точными окажутся результаты измерения (см. рис. 3.13). С левой и правой стороны автомобиля на стол стенда укладывают длинные боковые траверсы, предназначенные для перемещения измерительных мостиков. В случае фронтального повреждения кузова траверсы должны выступать наружу от передка автомобиля примерно на 100 мм.

Затем приподнимают измерительные мостики и вставляют их концы в соответст-

Далее на мостиках монтируют гильзы с измерительными наконечниками. Длина гильз и форма наконечников для каждой контролируемой точки регламентирована в листе контроля. Как только первая нулевая точка будет зафиксирована наконечником, всю систему измерения следует сместить таким образом, чтобы второй наконечник встал в правильное положение. После этого, воспользовавшись обычным упорным угольником, необходимо проверить, соблюдается ли прямой угол между измерительным мостиком и боковой траверсой (рис. 3.31). Убедившись в правильности монтажа, следует затянуть регулировочные винты заднего измерительного мостика. Шкала мостика выставляется на ноль, чтобы результаты измерений могли отсчитываться от нулевой точки, не требуя пересчета. Аналогичные манипуляции следует произвести со вторым измерительным мостиком, расположенным в зоне передней подвески. Как только наконечники зафиксируют все четыре точки, следует убедиться в совпадении средних линий автомобиля и измерительной системы. За счет соответствующей установки наконечников проверяется положение контрольных точек по высоте. Если будут обнаружены недопустимые отклонения, следует сместить автомобиль, на время ослабив его крепление. Чтобы в процессе последующей работы случайно не сбить отрегулированное положение измерительной системы, ее следует укрепить на столе стенда с помощью специальных скоб. Для более полного контроля геометрических параметров основания кузова могут быть смонтированы один или два дополнительных измерительных мостика.

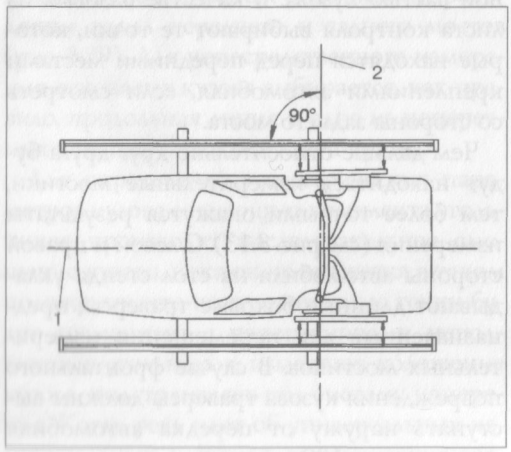


Рис. 3.31. Положение заднего мостика измерительной системы по отношению к боковой траверсе: 1 — средняя линия автомобиля;

Последовательность описанных операций при работе на стенде следующая:

- убедиться, что лист контроля соответствует модели данного автомобиля;
- установить автомобиль с помощью Roll-on (наклонного въезда) на стол стенда, при этом должно быть обеспечено совпадение соответствующих средних линий;
- очистить от грязи и антикоррозионного покрытия те места кузова, где будут установлены элементы крепления автомобиля;
- затянуть элементы крепления предварительно установленного в заданном положении автомобиля;
- определить положение нулевой точки в неповрежденной части кузова;
- подвести под нулевую точку первый измерительный мостик таким образом, чтобы он оказался как можно ближе к своему нулевому положению;
- поместить под контрольную точку, находящуюся в недеформированной части основания кузова на значительном расстоянии от первого мостика, второй измерительный мостик;
- установить на стол стенда боковые траверсы и вставить в их направляющие концы измерительных мостиков;
- зафиксировать наконечники в обеих нулевых точках и выровнять измерительную систему в сборе;
- проконтролировать наличие прямого угла между измерительными мостиками и траверсой;
- произвести окончательную регулировку системы измерения и зафиксировать ее положение на столе стенда посредством специальных скоб;
- при необходимости дополнительно смонтировать один или два мостика и определить геометрические параметры

3.2.10. Различные ситуации при монтаже измерительной системы

Параллельное выравнивание автомобиля относительно системы измерения

Как указывалось выше, зажимы измерительного устройства, предназначенные для крепления кузова (см. поз. 5, рис. 3.11), обычно присоединяют к приваренным к порогам ушкам. Принудительное позиционирование автомобиля на рамном основании стенда, осуществляемое посредством таких зажимов, позволяет почти во всех случаях сразу же установить его строго параллельно поверхности стенда при условии высокой точности изготовления кузова (рис. 3.32). Принудительное позиционирование означает, что эти зажимы не регулируются по высоте, позволяют перемещаться кузову без зазора на рамном основании стенда, оставаясь под прямым углом к нему, и их затяжка не приводит к изменению заданного положения. Поэтому если на поверхности стенда смонтировать универсальную измерительную систему, она автоматически займет параллельное положение относительно основания кузова.

Разумеется, параллельность всегда должна проверяться, но она будет неизбежно достигнута в результате дополнительной регулировки, обеспечивающей совмещение средних линий измерительной системы и автомобиля. Регламентированные параметры по высоте основания кузова должны обеспечиваться измерительными наконечниками стенда (рис. 3.33). Параллельное выравнивание автомобиля относительно измерительной системы важно потому, что иначе придется иметь дело с неправильными параметрами по высоте кузова. Это особенно важно для средней зоны основания кузова, где обычно производится основная настройка измерительной системы перед непосредственным контролем.

Как быстро произвести корректировку кузова по высоте, если, например, обнаружилось, что область порога со стороны сиденья водителя опущена на несколько мм? Такая ситуация может быть характерна для нового кузова, если при его сборке какой-либо элемент, имеющий предельный допуск «в плюс», приварили к детали с минимальным значением допуска «в минус». Регламентированный размер по высоте в том месте, где основание кузова оказалось занижено, восстанавливают с помощью комплекта специальных зажимов и рихтовочных инструментов. Осуществляя такую правку основания в зоне А (рис. 3.34, а), восстанавливают равное положение по высоте установочных элементов кузова и стенда. Одновременно осуществляют выравнивание кузова и по контрольным точкам в его верхней части (рис. 3.34, б). Такая

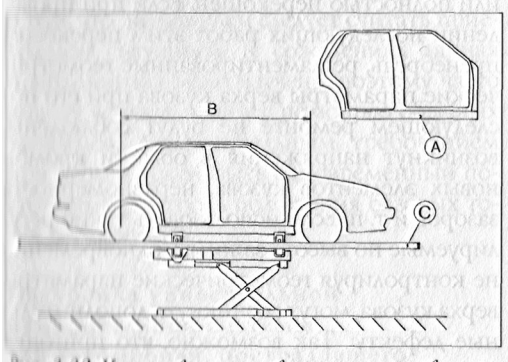


Рис. 3.32. Установочные поверхности кузова при базировании его на стенде для контроля:
А — размеры боковин;
В — продольные расстояния между различными точками кузова;
С — размеры основания кузова, позволяющие

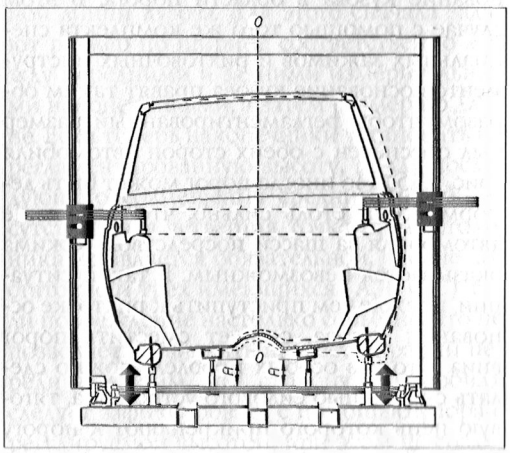


Рис. 3.33. Положение кузова (показано пунктиром) при использовании зажима для его крепле-

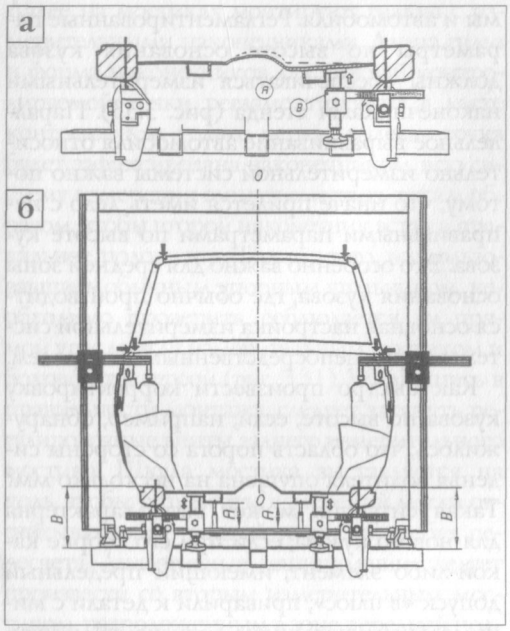


Рис. 3.34. Рихтовка поверхности основания кузова в зоне А для достижения одинаковой высоты установочных элементов кузова и стенда (а); контроль положения кузова по расположению базовых точек верхней его части (б)

двойная юстировка кузова гарантирует, что основание действительно заняло положение, параллельное измерительной системе.

Кроме того, корректировка по высоте может потребоваться, если в результате аварии сильно деформировалось вверх основание кузова в области порога. В этом случае с помощью того же комплекта специальных зажимов и рихтовочных инструментов основание кузова правят таким образом, чтобы регламентированный размер был обеспечен с обеих сторон автомобиля (рис. 3.35). Но иногда порог может быть деформирован столь сильно, что крепление автомобиля за шасси посредством зажима оказывается невозможным. В такой ситуации, прежде чем приступить к рихтовке основания кузова, следует сместить порог вниз. Это без особых проблем можно сделать с помощью силового устройства, тяговую цепь которого прикрепляют к порогу кузова. Во время такой операции остальные узлы кузова должны быть зафиксированы

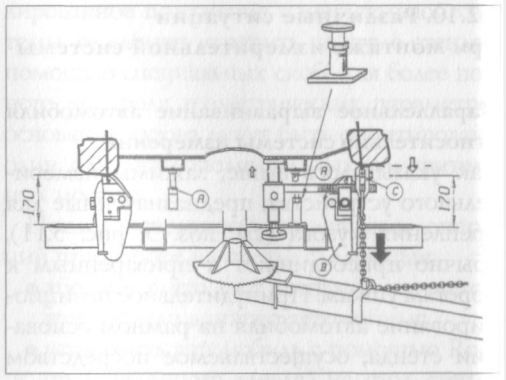


Рис. 3.35. Правка деформированного порога кузова (правого) силовым устройством для обеспечения требуемого размера с обеих сторон кузова

В прочих измерительных системах, которые не способны обеспечить принудительное позиционирование основания кузова должны использоваться специальные зажимы, регулируемые по высоте. Но в этом случае могут возникнуть проблемы. Рассмотрим такую ситуацию: область порога со стороны сиденья водителя опущена и укрепленный обычными зажимами автомобиль стоит с перекосом. Тогда точное положение основания кузова устанавливают при помощи регулируемых зажимов. Однако, хотя геометрические параметры основания кузова при этом будут приведены в соответствие с регламентированными значениями, верх стоящего на стенде кузова окажется частично или полностью перекошен. Если при проведении последующих работ этим перекосом пренебречь, регламентированные геометрические параметры верха кузова при его последующем ремонте не будут соблюдены, возникнут напряжения в области кромок новых элементов кузова, неравномерность зазоров и т. п. Если использовать такие регулируемые по высоте зажимы, одновременно не контролируя геометрические параметры верха кузова, могут возникнуть дополнительные дефекты. Так возможно, что пригонка по высоте перекошенного основания кузова, необходимая для его выравнивания по отношению к измерительной системе, обеспечивается лишь за счет усилия, создаваемого силовыми зажимами. Хотя основание кузова

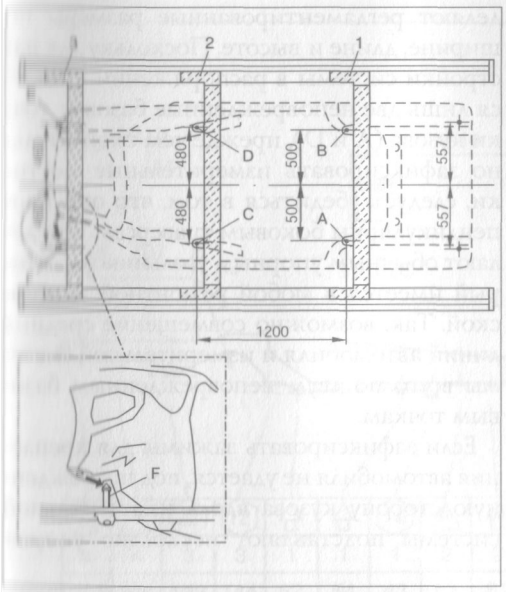


Рис. 3.36. Выравнивание измерительной системы относительно продольной линии автомобиля по четырем базовым точкам кузова (A, B, C и D)

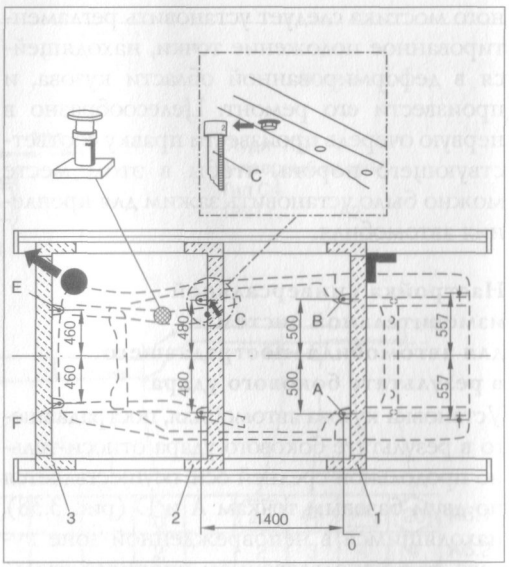


Рис. 3.37. Выравнивание измерительной системы относительно продольной средней линии автомобиля по трем базовым точкам (A, B и C), находящимся на неповрежденных частях кузова

измерительной системы, но вследствие достаточно большого расстояния между зажимами в основании кузова возникнут настолько значительные упругие силы, что кузов будет находиться под огромным напряжением. Это случается, когда, например, передний правый зажим поднят, а передний левый опущен. Проблему коробления основания кузова усугубляет и то, что отсутствуют параметры, могущие дать представление о том, что же все-таки следует считать приемлемой ситуацией. К сожалению, данная проблематика мало изучена, поэтому часто высоту устанавливают с помощью обычных зажимов. Дополнительным требованием при этом должен быть одновременный постоянный контроль положения базовых точек верха кузова.

Настройка универсальной измерительной системы для автомобиля, пострадавшего в результате одностороннего фронтального столкновения

Установку кузова автомобиля на измерительную систему выполняют, как правило,

Однако не всегда в распоряжении оказываются все четыре базовые точки, необходимые для установки измерительной системы в рабочее положение. Так, в рассматриваемом случае (рис. 3.37) четвертая базовая точка C, находящаяся в передней правой части кузова, в результате аварии оказалась смещена. Несмотря на это, можно произвести точное совмещение средней линии измерительной системы и продольной линии кузова. Для этого сначала задают размер по ширине соответственно между передними и задними измерительными наконечниками, а затем размер по длине. Если теперь наконечники установить на регламентированную высоту, то для последующего совмещения средних линий отсутствующая четвертая точка прямоугольника не является обязательной, вполне достаточно и трех имеющихся (A, B и C). Если повреждение настолько серьезно, что не позволяет установить на место правый передний зажим, эту сторону автомобиля следует зафиксировать с помощью упора с регулируемой высотой, при этом не создавать какое-либо дополнительное напряже-

ного мостика следует установить регламентированное положение точки, находящейся в деформированной области кузова, и произвести его ремонт. Целесообразно в первую очередь произвести правку соответствующего порога, чтобы в этом месте можно было установить зажим для крепления автомобиля.

Настройка универсальной измерительной системы для автомобиля, пострадавшего в результате бокового удара

Установка кузова автомобиля, пострадавшего в результате бокового удара относи-тельно продольной средней оси, осуществляется по двум базовым точкам A и D (рис. 3.38), находящимся в неповрежденной зоне кузова, и с использованием упорного угольника для установки прямого угла между боковыми траверсами и измерительными мостиками. В данной ситуации оказались смещены обе базовые точки на правой стороне основания кузова (B и C), что, однако, не мешает установить измерительную систему в рабочее положение. Для этого определяют регламентированные размеры по ширине, длине и высоте. Поскольку для настройки системы в распоряжении имеются лишь две неповрежденные базовые точки кузова (A и D), прежде чем окончательно зафиксировать измерительные мостики, следует убедиться в том, что они перпендикулярны боковым траверсам. Это делают обычным упорным угольником, который имеется в любой ремонтной мастерской. Так, возможно совмещение средних линий автомобиля и измерительной системы всего по двум неповрежденным базовым точкам.

Если зафиксировать зажимы для крепления автомобиля не удается, под поврежденную сторону кузова вдоль измерительной системы подставляют несколько упоров.

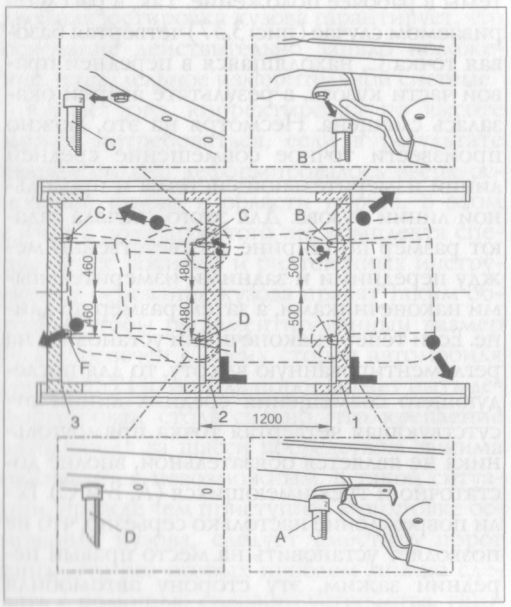
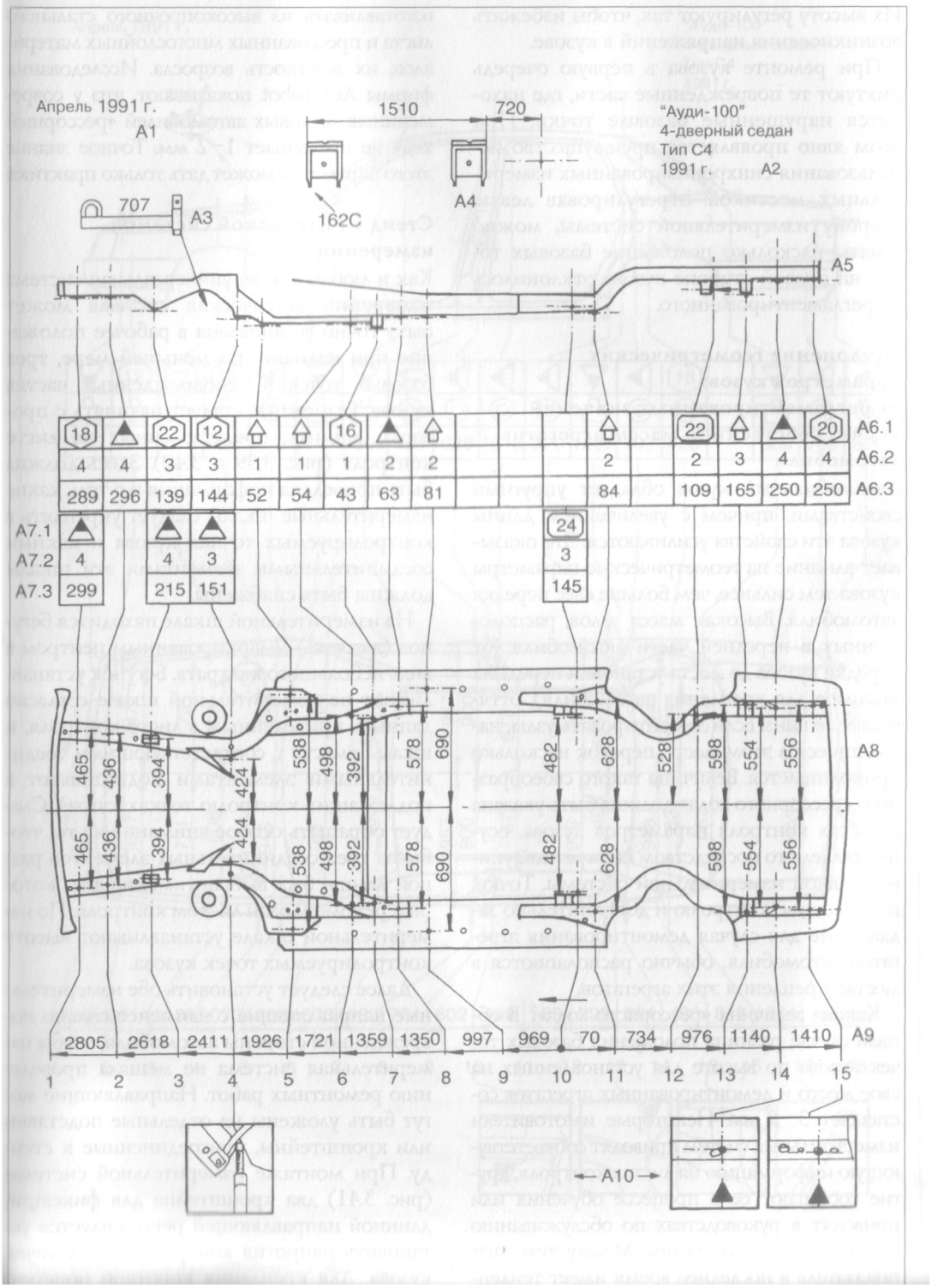


Рис. 3.38. Выравнивание измерительной системы относительно продольной средней линии автомобиля по двум базовым точкам (A и D), нахо-

Рис. 3.39. Пояснения к листу контроля геометрических параметров основания кузова:
A1 — в верхнем левом углу — дата последнего издания данного листа (апрель 1991 г.);
A2 — в верхнем правом углу — сведения, необходимые для идентификации данной модели (Audi-100, 4-дв. седан, тип C4, 1991 г. выпуска);
A3 — указания об используемом для рихтовки данной части кузова специальном инструменте;
A4 — тип креплений автомобиля с указанием установочных размеров (в качестве точки отсчета — нулевой точки — принимается центр заднего колеса);
A5 — вид основания кузова сбоку;
A6 — символы для обозначения измерительных гильз и наконечников, которые следует использовать, при демонтаже агрегатов автомобиля;
A6.1 — измерительные наконечники или колпачки (дополнительные разъяснения — при покупке измерительной системы);
A6.2 — измерительные гильзы (дополнительные разъяснения — при покупке измерительной системы);
A6.3 — положение контролируемых точек по высоте, мм;
A7 — аналогично A6, но для автомобиля с демонтированными узлами и без навесного оборудования;
A8 — общий план основания кузова с указанием положения контролируемых точек в мм (слева и справа от продольной средней линии);
A9 — положение контролируемых точек на основании кузова вдоль продольной линии в мм (нулевая точка определяется задней осью);
A10 — особые указания относительно измерения


Апрель 1991 г.
A1
1510
720
"Ауди-100"
4-дверный седан
Тип C4
1991 г.
A2
707
A3
162C
A4
A5
A6.1
A6.2
A6.3
A7.1
A7.2
A7.3
A8
A9
A10
2805
2618
2411
1926
1721
1359
1350
997
969
70
734
976
1140
1410
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Их высоту регулируют так, чтобы избежать возникновения напряжений в кузове.

При ремонте кузова в первую очередь рихтуют те поврежденные части, где находятся нарушенные базовые точки. При этом явно проявляется преимущество использования синхронизированных измерительных мостиков: отрегулировав левую сторону измерительной системы, можно узнать, насколько положение базовых точек на правой стороне кузова отклонилось от регламентированного.

Отклонение геометрических параметров кузова от регламентированных значений за счет собственной массы агрегатов автомобиля

Автомобильный кузов обладает упругими свойствами, причем с увеличением длины кузова эти свойства усиливаются. Это оказывает влияние на геометрические параметры кузова тем сильнее, чем больше свес передка автомобиля. Высокая масса узлов, расположенных в передней части автомобиля (от передка кузова до места установки передних зажимов для крепления автомобиля), оттягивает ее вниз. Если демонтировать узлы, находящиеся в этом месте, передок несколько приподнимется. Величина такого своеобразного «рессорного хода» должна быть указана в листах контроля параметров кузова, осуществляемого посредством конкретной универсальной измерительной системы. Точки, подлежащие контролю и дополнительно задаваемые для случая демонтирования агрегатов автомобиля, обычно располагаются в местах крепления этих агрегатов.

Какова величина «рессорного хода»? В общем случае разница положения базовых точек кузова по высоте для установленных на свое место и демонтированных агрегатов составляет 3–5 мм. Некоторые изготовители измерительных систем приводят соответствующую информацию на листах контроля, другие сообщают ее в процессе обучения или приводят в руководствах по обслуживанию выпускаемых ими систем. Между тем этот показатель в последнее время имеет тенденцию изготавливать из высокопрочного стального листа и прессованных многослойных материалов, их жесткость возросла. Исследования фирмы Autorobot показывают, что у современных легковых автомобилей «рессорный ход» не превышает 1–2 мм. Точное знание этого параметра может дать только практика.

Стенд с оптической системой измерения

Как и любая другая универсальная система измерения, оптическая система может быть точно установлена в рабочее положение при наличии, по меньшей мере, трех базовых точек в неповрежденных частях кузова. Ее монтаж следует начинать с проверки данных, представленных на листе контроля (рис. 3.39 и 3.40). Здесь должна быть приведена информация и о том, какие измерительные шкалы следует укреплять в контролируемых точках кузова и какими соединительными элементами эти шкалы должны быть снабжены.

На измерительной шкале находится бегунок (движок) с маркированным центром в виде небольшого квадрата. Бегунок устанавливают на измерительной шкале согласно данным, приведенным в листе контроля, и шкалы вместе с соответствующими соединительными элементами подвешивают в подлежащих контролю точках кузова. Следует обращать особое внимание на то, чтобы из трех соединительных элементов разной длины был выбран именно тот, который рекомендован листом контроля. По измерительной шкале устанавливают высоту контролируемых точек кузова.

Далее следует установить обе измерительные направляющие с наименее сильно поврежденной стороны автомобиля, чтобы измерительная система не мешала проведению ремонтных работ. Направляющие могут быть уложены на отдельные подставки или кронштейны, присоединенные к стенду. При монтаже измерительной системы (рис. 3.41) два кронштейна для фиксации длинной направляющей рекомендуется установить напротив контролируемых точек кузова. Для крепления короткой попереч-

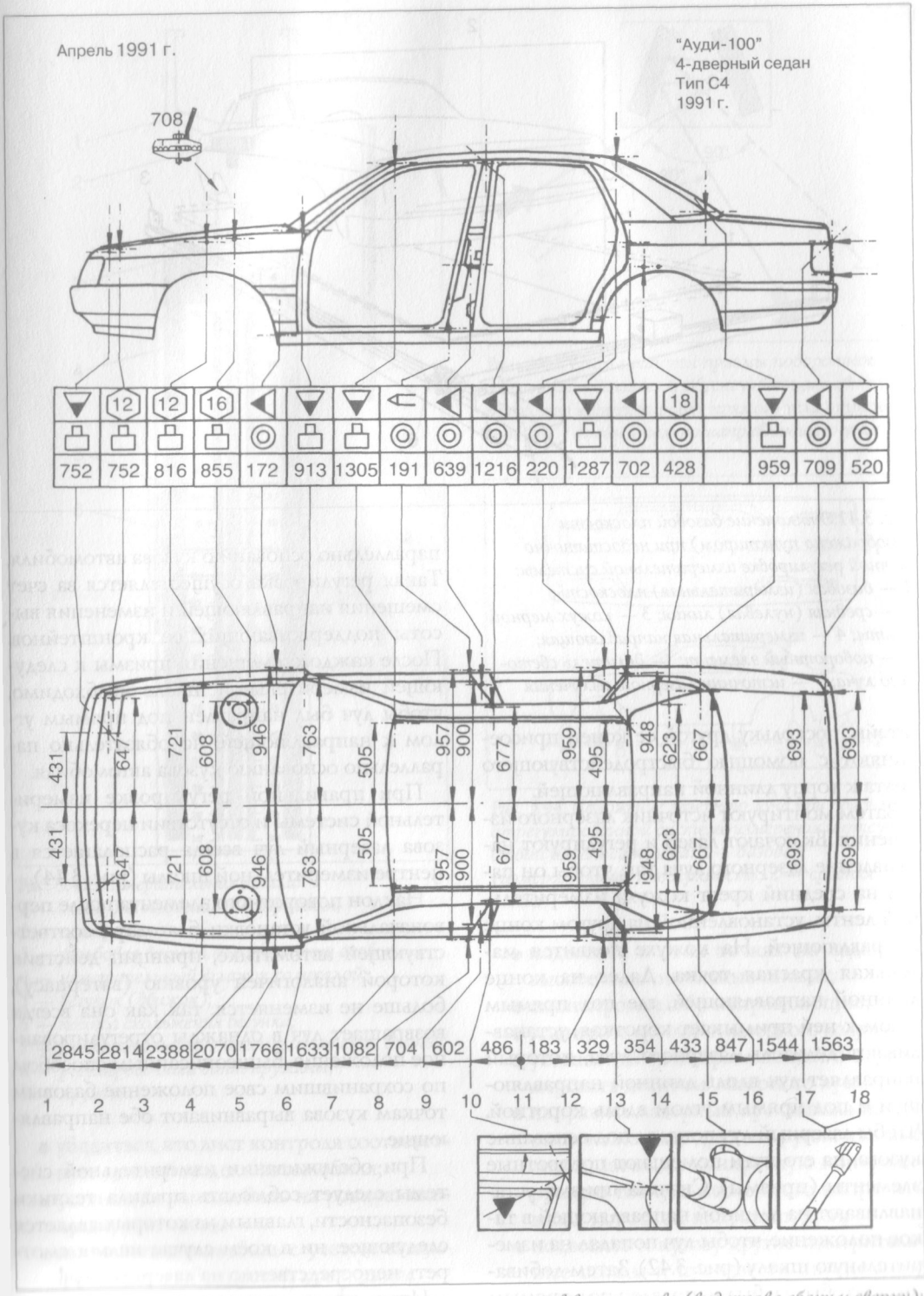


Рис. 3.40. Данные для определения геометрических параметров верха кузова (вид кузова сбоку и сверху);

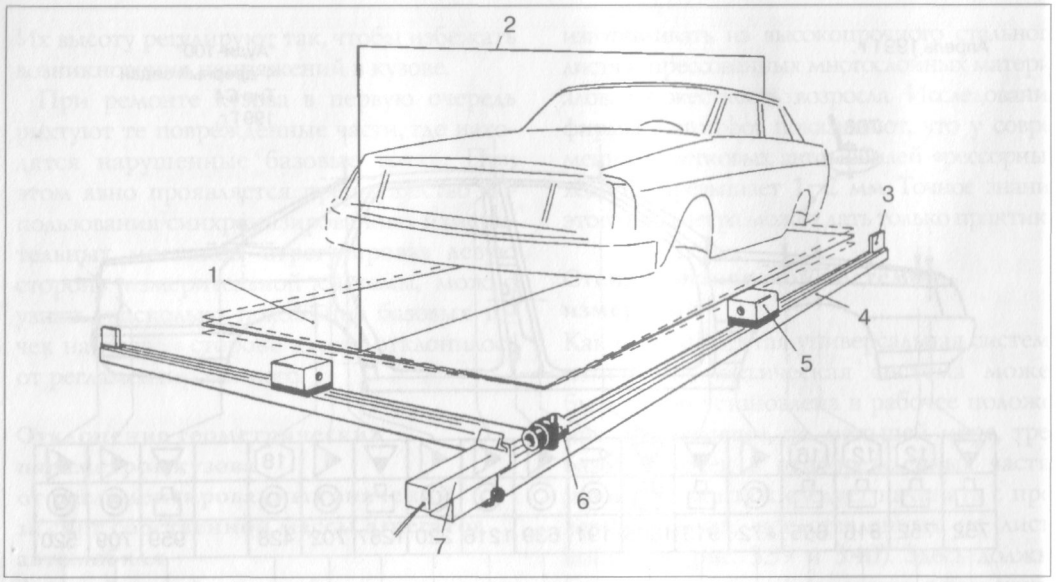


Рис. 3.41.Отклонение базовой плоскости (изображено пунктиром) при недостаточно точной регулировке измерительной системы: 1 — базовая (измерительная) плоскость; 2 — средняя (нулевая) линия; 3 — кожух мерной ленты; 4 — измерительная направляющая; 5 — поворотный элемент; — делитель светового луча; 7 — источник лазерного излучения

штейн, поскольку другой ее конец присоединяют с помощью быстродействующего болта к торцу длинной направляющей.

Затем монтируют источник лазерного излучения. Включают лазер и регулируют направление лазерного луча так, чтобы он падал на средний крест кожуха измерительной ленты, установленной на другом конце направляющей. На кожухе появится маленькая красная точка. Далее на конце длинной направляющей, где под прямым углом к ней примыкает короткая, устанавливают делитель лазерного луча, который направляет луч вдоль длинной направляющей и под прямым углом вдоль короткой. Чтобы лазерный луч попадал под основание кузова, на его пути помещают поворотные элементы (призмы). Сначала призму устанавливают на длинной направляющей в такое положение, чтобы луч попадал на измерительную шкалу (рис. 3.42). Затем добиваются, чтобы луч был направлен под прямым параллельно основанию кузова автомобиля. Такая регулировка осуществляется за счет смещения направляющей и изменения высоты поддерживающих ее кронштейнов. После каждого смещения призмы к следующей измерительной шкале необходимо, чтобы луч был направлен под прямым углом к направляющей, но обязательно параллельно основанию кузова автомобиля.

При правильной регулировке измерительной системы и отсутствии перекоса кузова лазерный луч всегда располагается в центре измерительной шкалы (рис. 3.44).

Наклон поворотного элемента после первоначальной установки благодаря соответствующей автоматике, принцип действия которой аналогичен уровню (ватерпасу), больше не изменяется, так как она всегда возвращает луч в однажды отрегулированное положение. Вышеописанным способом по сохранившим свое положение базовым точкам кузова выравнивают обе направляющие.

При обслуживании измерительной системы следует соблюдать правила техники безопасности, главным из которых является следующее: ни в коем случае нельзя смотреть непосредственно на лазерный луч!

Итак, последовательность технологиче-

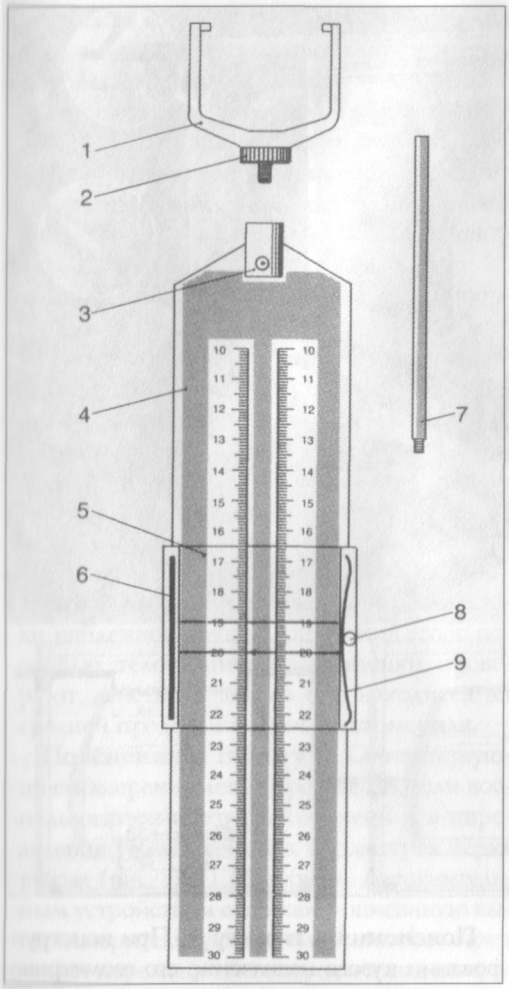


Рис. 3.42. Измерительная шкала:
1 — скоба для подвешивания флажка;
2 — контргайка;
3 — резьбовая втулка для крепления скобы;
4 — измерительный флажок со шкалой;
5 — бегунок (движок);
6 — полоса скольжения бегунка;
7 — соединительный элемент изменения длины;
8 — регулировочный винт пружины;
9 — пружина

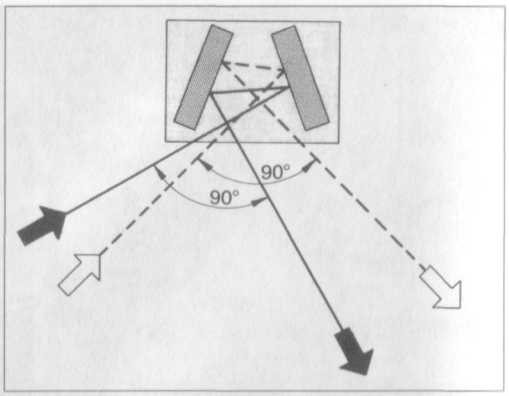


Рис. 3.43. Схема работы призмы поворотного элемента и делителя, обеспечивающих автоматическую корректировку прямого угла отражения (90°) относительно направляющего угла

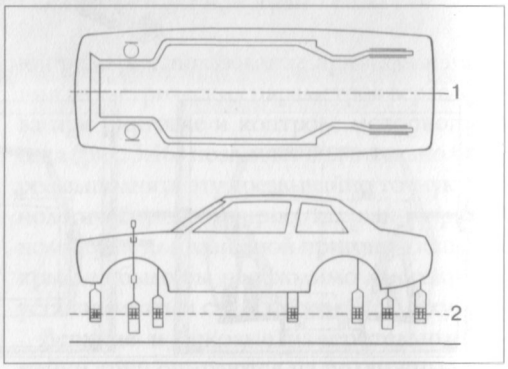


Рис. 3.44. Положение лазерного луча при правильно отрегулированной системе измерения и отсутствии перекоса кузова: 1— базовая (измерительная) поверхность; 2 — средняя линия

- убедиться, что лист контроля соответствует данной модели автомобиля;
- установить автомобиль на ровную площадку или стенд;
- закрепить автомобиль с учетом специфических особенностей крепления;
- выбрать три или четыре базовые точки
- подвесить в этих точках на заданной высоте измерительные шкалы;
- смонтировать обе направляющие;
- установить источник лазерного излучения;
- установить на направляющей и отрегулировать делитель лазерного луча;
- направить лазерный луч сначала на две расположенные друг за другом нулевые точки, затем на конкретную контролируемую точку, а после этого направить вдоль короткой направляющей;
- подвесить к кузову другие измерительные шкалы и произвести определение оставшихся геометрических парамет-

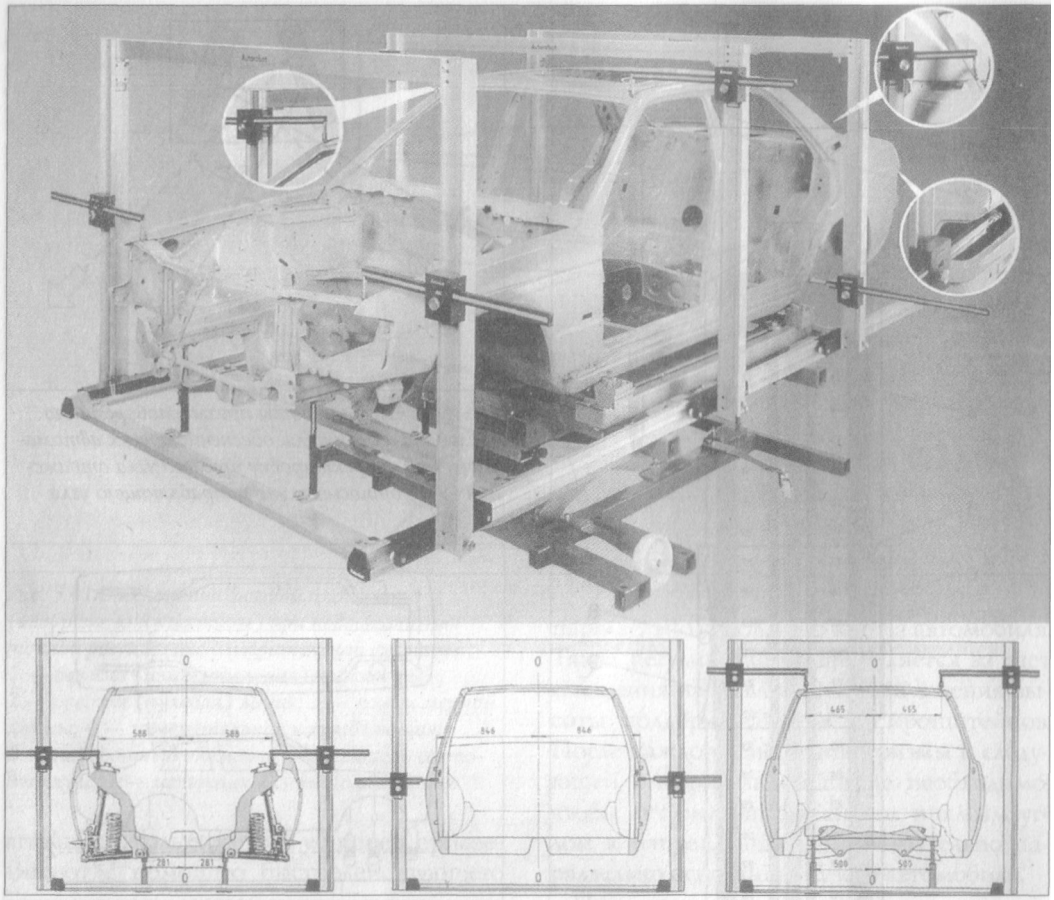


Рис. 3.45. Измерительная система с устройством для контроля основания и аркой для контроля верха кузова

Контроль положения базовых точек верха кузова

До сих пор речь шла об измерении геометрических параметров лишь основания кузова. Каким образом следует действовать, если произошло опрокидывание автомобиля с деформацией передней, средней или задней стоек?

Существует два возможных способа проверки геометрических параметров верха кузова.

А. Обмер салона автомобиля изнутри, для чего предварительно нужно установить положение центрального отверстия в основании кузова.

Б. Наружное измерение геометрических

Пояснения к пункту А. При конструировании кузова назначение его геометрических параметров производят от нулевой точки, которая располагается точно на средней продольной оси автомобиля и представляет собой отверстие диаметром около 10 мм в туннеле для карданного вала или на поперечной балке в основании кузова. Чтобы обеспечить доступ к этому отверстию, нужно удалить обивку с пола. Для повышения точности результатов измерения следует, кроме того, удалить и прочую внутреннюю обшивку салона: обивку крыши, уплотнения дверных проемов, боковые облицовочные панели. Далее посредством телескопической линейки или штангенциркуля нужно замерить геометрические параметры кузова и сравнить их с соответствующими регламентированными значениями, приведенными в листе контро-

струмента вставляют в центральное отверстие, а другой устанавливают в контролируемую точку кузова. Если данные внутренних размеров кузова относительно центрального отверстия отсутствуют, то, поскольку центральное отверстие располагается на средней линии, измерения телескопической линейкой левой и правой частей позволят установить, насколько асимметричен кузов.

Но как обнаружить центральное отверстие, если листа контроля нет? Прежде всего следует установить положение средней продольной линии, воспользовавшись для этого обычным складным метром. Измеряют расстояние между противоположными дверными проемами (верхними краями находящихся друг против друга порогов) и результат измерения делят пополам. Затем ищут отверстие, которое должно располагаться в основании кузова впереди или сзади найденной точки. Обнаружив его, с помощью телескопической линейки проверяют, действительно ли оно находится на средней продольной линии автомобиля.

Пояснения к пункту Б. Соответствующие измерения легко произвести, если воспользоваться специальной аркой для определения геометрических параметров верха кузова (рис. 3.45). Подобным дополнительным устройством снабжают описанную выше измерительную систему Autorobot. Арка может перемещаться вперед и назад по траверсам системы измерения параметров основания кузова. Таким образом, оба измерительных узла оказываются взаимосвязанными. На практике это означает, что с помощью такой комбинированной измерительной системы можно одновременно контролировать положения точек кузова, расположенных как в его основании, так и в верхней части. Например, требуется произвести рихтовку кузова с деформированным основанием, причем в результате аварии оказался нарушен зазор между крылом и дверью. При восстановлении первоначальной формы кузова благодаря использованию комбинированной системы измерения можно одновременно контролировать положение точек, находящихся как в основании, так и на боковых элементах кузова. Так,

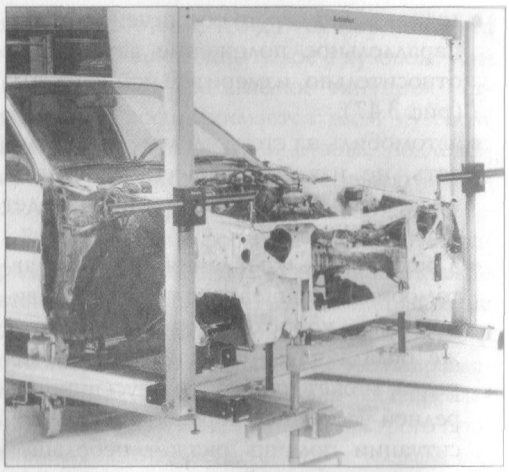


Рис. 3.46. Использование арки для измерения геометрических параметров верха кузова при рихтовке и контроле моторного отсека

например, использование арки для измерения геометрических параметров верха кузова при рихтовке и контроле моторного отсека (рис. 3.46) позволяет значительно быстрее выполнять эту чрезвычайно точную технологическую операцию, так как в противном случае для взаимной пригонки капота и крыльев было бы необходимо многократно устанавливать и снимать эти детали кузова.

Верхние и боковые измерительные линейки арки опираются на подвижные крепления. На прилагаемом к системе листе контроля указывается расположение базовых точек верха кузова, а также сообщается, какими измерительными наконечниками следует пользоваться. Поскольку при выравнивании узла контроля основания кузова автоматически центрируется и положение измерительной арки, с помощью последней можно легко произвести измерение симметрии относительно средней продольной линии любой части верха кузова даже в отсутствие листа контроля. Точность измерения посредством полностью укомплектованной системы может быть проверена на основании соответствующих рекомендаций изготовителя этой системы.

Дополнительные рекомендации

При измерении геометрии кузова обращайте особое внимание на следующие моменты:

- должно быть строго обеспечено плоскопараллельное положение автомобиля относительно измерительной системы (рис. 3.47);
- автомобиль на стенд следует устанавливать, не извлекая вклеенные стекла, иначе при его закреплении произойдет перекос кузова;
- в результате закрепления на стенде автомобиля, оснащенного тяжелыми двигателем и коробкой передач и к тому же обладающего большим свесом передка, может произойти опускание передней части и ее перекос. В подобной ситуации помощь окажет небольшой домкрат, который следует установить между передком автомобиля и рамным основанием стенда;
- прежде чем присоединить предназначенные для позиционирования автомобиля крепления к ушкам, приваренным к порогам, следует удалить грязь и антикоррозионное покрытие в местах крепления. Это позволит повысить точность позиционирования автомобиля и предотвратить его возможное соскальзывание во время правки деформированных частей кузова;
- при отсутствии базовых данных по геометрии кузова во многих случаях большую помощь может оказать контроль симметрии кузова;
- даже массивные угольники при неумелом обращении можно деформировать. Если возникли подобные подозрения, следует проконтролировать параметры соответствующей части кузова на измерительной плите;
- при лобовом столкновении может произойти смещение крепления рулевого механизма к передней стенке кузова. Если точка крепления рулевого механизма к кузову не указана на листе контроля, необходимо направить соответствующий запрос изготовителю данной измерительной системы;
- по окончании измерений следует восстановить антикоррозионное покрытие

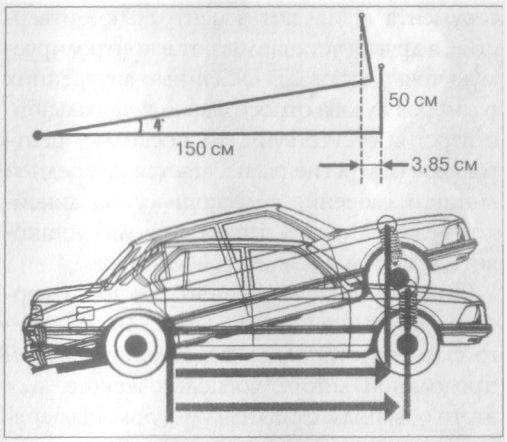


Рис. 3.47. Схема искажения продольных геометрических параметров кузова при неточной установке автомобиля относительно измерительной системы стенда

Обучение навыкам обращения с инструментами

Тот, кто хочет самостоятельно обучиться некоторым приемам, используемым при ремонте автомобильных кузовов, может поупражняться в обращении с соответствующими инструментами и оборудованием.

Измерительный циркуль. Установите наконечники инструмента на ровной поверхности на расстоянии 1,5 м друг от друга и пометьте точку контакта одного из них с поверхностью. Поднимите второй наконечник примерно на 50 см, раскройте циркуль на 90°, опустите его до соприкосновения с поверхностью и пометьте соответствующую точку. После этого измерьте расстояние между обеими точками. Оно должно соответствовать ошибке измерения размера кузова в длину, которая возникает при определении геометрических параметров, если автомобиль закреплен на стенде в наклонном положении.

Комплект угольников. Отдельные элементы комплекта угольников, получаемого от поставщика, обычно уложены вперемешку в одном большом ящике. Для сокращения времени монтажа угольников комплект следует разложить в соответствии с определенной системой. Хотя отдельные элементы в составе таких комплектов индивидуальны

них, которые предназначены для контроля одних и тех же точек кузова внешне похожи. Например, наиболее длинные элементы всегда используются для контроля места крепления амортизаторной стойки к кузову. Цель тренировки — научиться определять предназначенные для тех или иных точек элементы угольников, чтобы в дальнейшем быстро монтировать их на кузов.

Сварочные шаблоны. Для комплекта сварочных шаблонов справедливы те же рекомендации, что и для угольников.

Механическая измерительная система. Несколько раз произведите полный монтаж системы без проведения измерений. Разложите переходные элементы (адаптеры) и изучите соответствующие обозначения. Информацию, приводимую на листе контроля, следует знать на память.

Оптическая измерительная система. Несколько раз произведите сборку измерительных шкал. Поупражняйтесь в регулировке лазерного луча. Далее попытайтесь определить геометрические параметры верха кузова с помощью лазерного луча и магнитов, крепящих измерительные шкалы.

Внимание! Ни в коем случае нельзя смотреть непосредственно на лазерный луч!

Измерение параметров верха кузова

Определите положение центрального отверстия в салоне автомобиля. Проведите сравнительные измерения параметров кузова с помощью измерительной арки, проверьте соответствие геометрических параметров верха кузова данным, приведенным в листе контроля. Проанализируйте отклонение результатов измерения от регламентированных значений.

3.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФОРМЫ ПОВРЕЖДЕННОГО КУЗОВА

Под этим подразумевается вытяжка кузова, прекращаемая в тот момент, когда начинается отрыв деформированной части. Если речь идет о тонкой правке, обычно пользуются термином «ремонт кузова». Почему восстановление формы кузова вытяжкой следует осуществлять, пока не начнется отрыв деформированной части? Объясняется это тем, что до тех пор, пока эта часть составляет одно целое с кузовом, усилие вытяжки, создаваемое тянущим устройством, воспринимается всем кузовом. Благодаря этому детали кузова, подлежащие последующей рихтовке, вытягиваются, занимая первоначальное положение.

Восстановление формы кузова требует определенных практических навыков. Прежде всего следует установить точное направление силы, которая вызвала деформацию кузова при аварии. Зачем? Дело в том, что направление усилия, необходимого для восстановления формы кузова, должно быть строго противоположно той силе, которая вызвала его деформацию. Только при этом условии гарантируется, что первоначальную форму кузова можно восстановить без дополнительных операций осаживания и вытягивания материала. Кроме того, при таком направлении вытяжки соответствующее усилие используется максимально эффективно. Это можно проиллюстрировать следующим примером (рис. 3.48). Идеальному направлению усилия вытяжки соответствует направление «А». Если же усилие приложить в направлении «Б», то

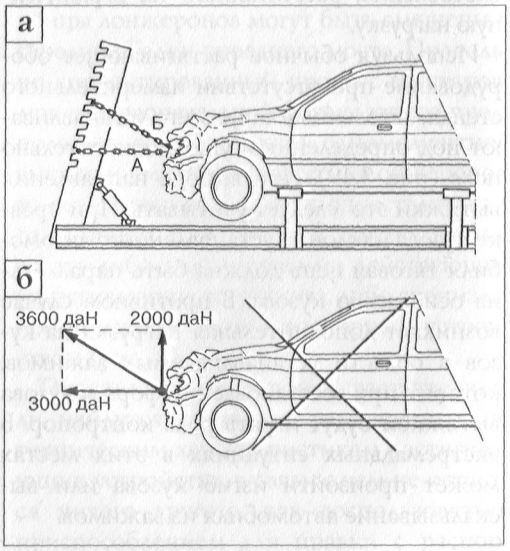


Рис. 3.48. Верное (а) и неверное (б) направления усилия, прикладываемого для восстановления формы кузова, который был деформирован вследствие горизонтально направленного удара: А — правильная вытяжка; Б — неправильная вытяжка

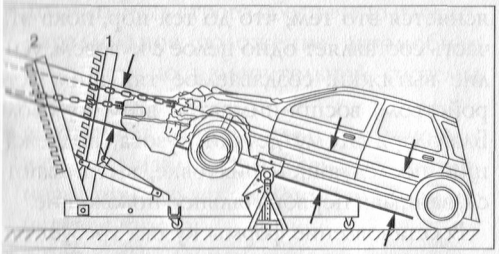


Рис. 3.49. Верное (1) и неверное (2) положения тяговой цепи при вытяжке кузова наклонно установленного автомобиля

произойдет разложение силы на две составляющие: вертикальную и горизонтальную. В рассматриваемом примере вертикальная составляющая силы достигает 2000 даН, хотя в данной ситуации она вовсе не нужна и, более того, вредна, поскольку приводит к дополнительной деформации кузова, которую впоследствии потребуется специально устранять. В желаемом направлении действует только горизонтальная сила, не превышающая 3000 даН. При этом общее усилие, развиваемое гидравлическим вытягивающим приспособлением, составляет 3600 даН, что является чрезмерно высокой величиной для этого приспособления, рассчитанного на ограниченную нагрузку.

Используя обычное растягивающее оборудование при отсутствии измерительного стенда, автомобиль чаще всего устанавливают под определенным углом относительно пола (рис. 3.49). При выборе направления вытяжки это следует учитывать. При правке кузова наклонно установленного автомобиля тяговая цепь должна быть параллельна основанию кузова. В противном случае возникает дополнительная нагрузка на кузов в области устанавливаемых зажимов, которые при восстановлении формы кузова вытяжкой будут играть роль контропор. В экстремальных ситуациях в этих местах может произойти изгиб кузова или выскальзывание автомобиля из зажимов.

3.3.1. Изменение направления усилия, прилагаемого для восстановления формы кузова

Столкновение легкового автомобиля с преградой кузова сместятся не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении. В такой ситуации сохраняет силу основное правило, которое должно постоянно соблюдаться при восстановлении формы деформированного кузова: угол, под которым следует производить вытяжку кузова, должен быть равен углу, под которым был направлен удар при столкновении. Реализовать этот принцип с помощью устройства для восстановления формы, непосредственно установленного на стенд для правки, не представляется возможным и следует смонтировать дополнительное приспособление в виде направляющего ролика. Правильный порядок вытяжки кузова показан на рис. 3.50, в. Направляющий ролик входит в состав оснастки стенда для правки и может быть установлен в требуемое положение посредством соответствующих рычагов управления. Центр поворота, происходящего при деформировании, для кузова, удовлетворяющего требованиям безопасности, обычно располагается непосредственно перед барьерами, повышающими безопасность (см. подразд. 2.1). При восстановлении формы кузова (см. рис. 3.50, б, г) смещенная вследствие аварии точка C′ должна быть возвращена в свое первоначальное положение C, то есть должно измениться как вертикальное, так и горизонтальное положение этой точки. Точка C′ при правке кузова поворачивается вокруг оси поворота «1», то есть перемещается по круговой траектории. Поворот точки именно по этой траектории осуществляется благодаря направляющему ролику. На параллелограмме сил (рис. 3.50, г) показано распределение прилагаемого к кузову усилия растяжения: горизонтальной составляющей соответствует 1000 даН, вертикальной — 2000 даН. Направленной по диагонали стрелке соответствует так называемое результирующее усилие, равное 2240 даН и необходимое, чтобы сместить точку C′ в ее первоначальное положение C.

Противоположная картина наблюдается, если вытяжка производится без направляющего ролика (рис. 3,50, а) соответствующий параллелограмм сил показан на

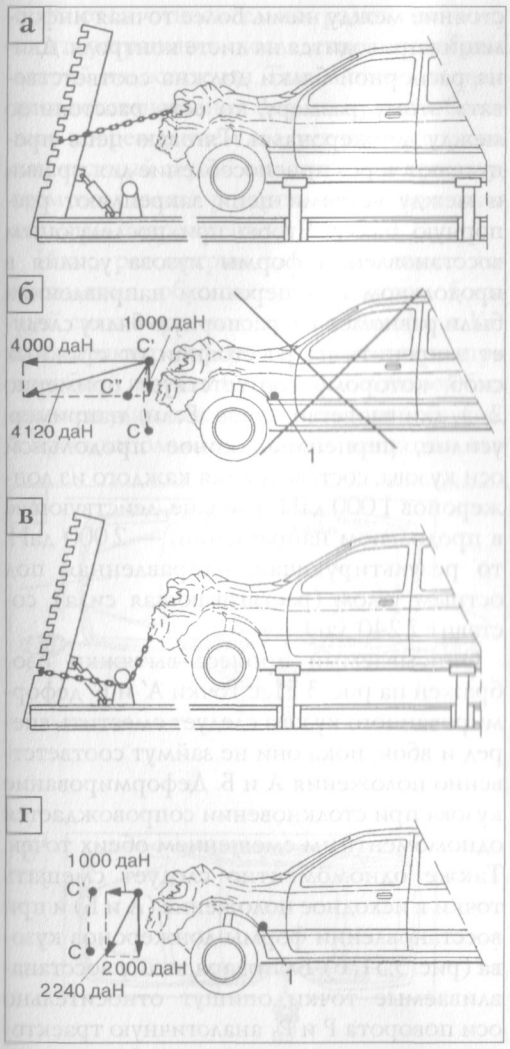


Рис. 3.50. Примеры использования направляющего ролика при восстановлении деформированного кузова на стенде: а — направляющий ролик не используется; б — разложение растягивающих сил при отсутствии направляющего ролика; (поз. а и б — неправильная вытяжка Б, см. рис. 3.48); в — направляющий ролик используется; г — разложение растягивающих сил при использовании направляющего ролика (поз. в и г — правильная вытяжка А, см. рис. 3.48)

в этом случае для смещения точки C′ в вертикальной плоскости, не превышает 1 000 даН, причем она может быть смещена лишь в положение C″. В то же время горизонтальная составляющая результирующей усилия достигает 4 000 даН.

На практике это означает, что точка C′ в результате неправильно реализованной вытяжки кузова оказалась далеко впереди и выше, чем требуется, и, чтобы перевести ее в первоначальное положение, необходима дополнительная правка кузова. Предположим, что предпринята дополнительная вытяжка, которая позволила, наконец, перевести точку из положения C″ в положение C. Однако такое растяжение, осуществляемое в два этапа, означает вторичную деформацию материала кузова. Последствия неоднократно повторяемого деформирования листового металла подробно описаны в подразд. 3.4: многократная холодная деформация приводит к упрочнению материала, а затем к его разрушению.

3.3.2. Восстановление формы кузова при значительном повреждении

Вследствие фронтального столкновения легкового автомобиля с препятствием при значительной площади повреждения передка могут быть погнуты оба лонжерона. Если при этом средняя часть автомобиля деформирована больше, чем крылья, то концы лонжеронов могут быть смещены к середине балки переднего моста. Правильно спроектированный процесс восстановления первоначальной формы кузова предполагает осуществление одномоментной вытяжки смятых и погнутых лонжеронов, то есть вытяжка должна осуществляться в один прием. Для вытяжки можно использовать либо два независимо действующих растягивающих устройства, либо специальное приспособление с распорным устройством (рис. 3.51, а).

Практика ремонта показывает, что вряд ли найдутся сразу два равноценных по техническим характеристикам растягивающих устройства, в связи с чем не остается ничего другого, как воспользоваться приспособлением для правки с распорным механизмом. Посредством стяжных скоб силовую цепь присоединяют к концам лонжеронов. Складным метром определяют, как далеко их следует развести, чтобы восстановить первоначальное рас-

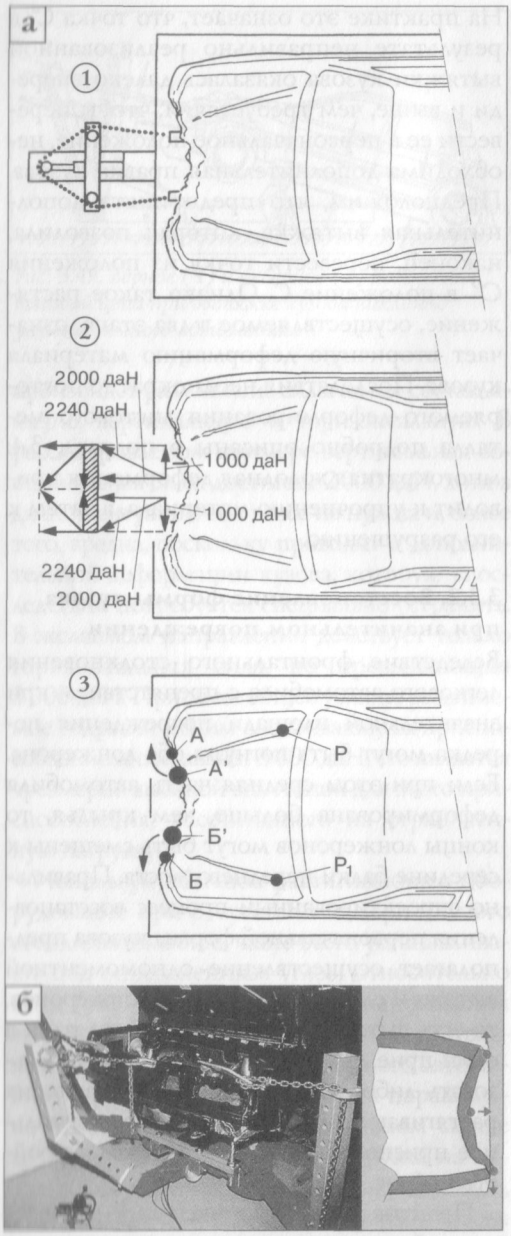


Рис. 3.51. Восстановление формы кузова, получившего значительное повреждение, с помощью силового приспособления с распорным устройством (а): 1 — установка распорного устройства; 2 — разложение растягивающих сил при использовании распорного устройства; 3 — смещение точек на поврежденных поверхностях при восстановлении кузова; Р и $Р_1$ — оси поворота при деформировании; многопозиционная траверса для восстановления первоначальной формы кузо-

стояние между ними. Более точная информация приводится на листе контроля. Длина распорной балки должна соответствовать этому размеру, то есть расстоянию между лонжеронами. Тяговую цепь пропускают через приспособление для правки и между ветвями цепи закрепляют распорную балку. Чтобы при последующем восстановлении формы кузова усилия в продольном и поперечном направлениях были равномерны, распорную балку следует закрепить на расстоянии от стяжных скоб, которому соответствует примерно 2/3 длины ветви цепи. Если, например, усилие, перпендикулярное продольной оси кузова, составляет для каждого из лонжеронов 1 000 даН, а усилие, действующее в продольном направлении, — 2 000 даН, то результирующая, направленная под острым углом (растягивающая сила), составит 2 240 даН.

Описываемый процесс вытяжки изображен на рис. 3.51,а. Точки А′ и Б′ деформированного кузова следует сместить вперед и вбок, пока они не займут соответственно положения А и Б. Деформирование кузова при столкновении сопровождается одномоментным смещением обеих точек. Также одномоментно следует смещать точки в исходное положение (А и Б) и при восстановлении формы лонжеронов кузова (рис. 3.51, б). Благодаря этому восстанавливаемые точки опишут относительно оси поворота Р и $Р_1$ аналогичную траекторию, что и при аварийном деформировании кузова. Восстановление формы кузова небольшими последовательно реализуемыми деформациями означает возникновение в нем дополнительных напряжений, при этом должная траектория перемещения точек вряд ли может быть обеспечена.

3.3.3. Восстановление формы кузова при боковом повреждении

Во многих случаях восстановление кузова, деформированного в результате бокового удара, бывает связано с определенными трудностями. Причина в том, что согласно

случаются относительно редко, поэтому опыт устранения последствий подобных аварий недостаточен. Таким образом, процесс восстановления формы кузова с боковым повреждением следует рассматривать как частный случай описанного в предыдущем подразделе ремонта кузова со значительным повреждением.

Итак, рассмотрим случай бокового повреждения, обусловленного ударом большой силы в среднюю часть автомобиля. Каков характер деформирования кузова при подобной аварии? Сторона, по которой был нанесен удар, как правило, бывает вогнутой, а противоположная сторона, напротив, выпуклой. На жаргоне специалистов такая деформация называется «эффектом банана». Для лучшего понимания материала сначала остановимся на рассмотрении технологии восстановления несущего кузова. Чтобы надлежащим образом отремонтировать такой кузов, следует воспользоваться тремя растягивающими цепями и одним гидравлическим силовым цилиндром (рис. 3.52, а). Два растягивающих устройства следует установить по углам кузова с деформированной стороны. Их роль состоит в том, чтобы восстановить первоначальную длину кузова. Третье растягивающее устройство устанавливается в месте наиболее глубокого вдавливания кузова. Гидравлический цилиндр жестко присоединяют к порогу. Благодаря синхронной работе всех трех растягивающих цепей и гидравлического цилиндра восстанавливаются как длина кузова, так и точное положение продольной оси автомобиля (рис. 3.53).

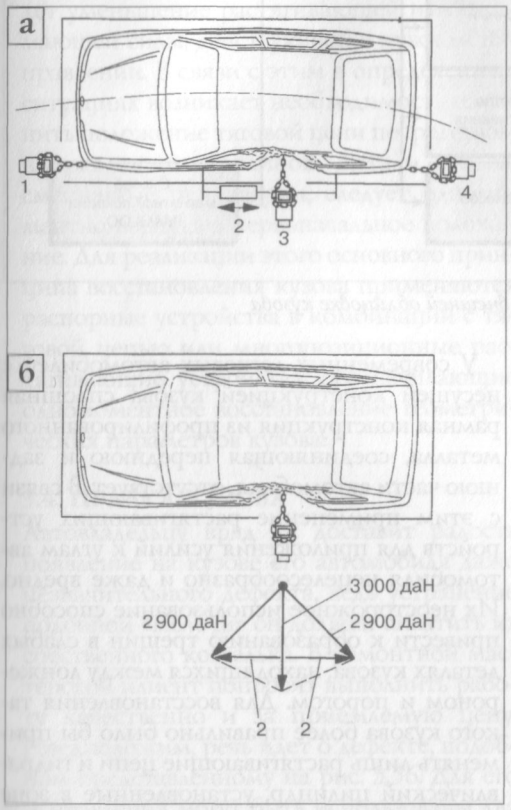


Рис. 3.52. Восстановление формы кузова при боковом повреждении посредством трех растягивающих цепей и гидравлического силового цилиндра, укрепленного на пороге (см. рис. 6.14): а — установка растягивающих цепей и силового цилиндра; б — разложение растягивающих сил при использовании данного устройства; 1,3,4 — растягивающие устройства;

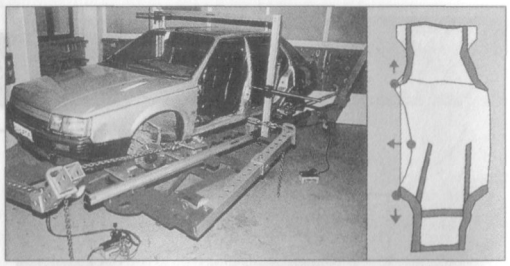


Рис. 3.53. Практическое осуществление восстановления формы кузова при боковом повреждении

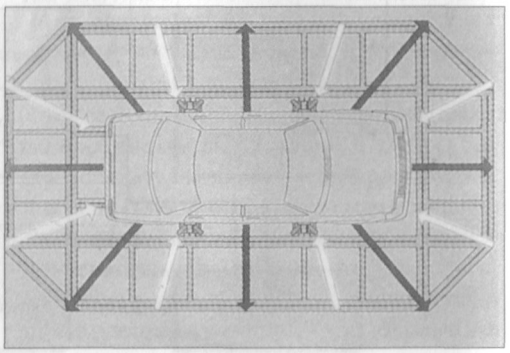


Рис. 3.54. Одномоментная вытяжка кузова в нескольких направлениях существенно облегчается благодаря креплению автомобиля к рамному основанию

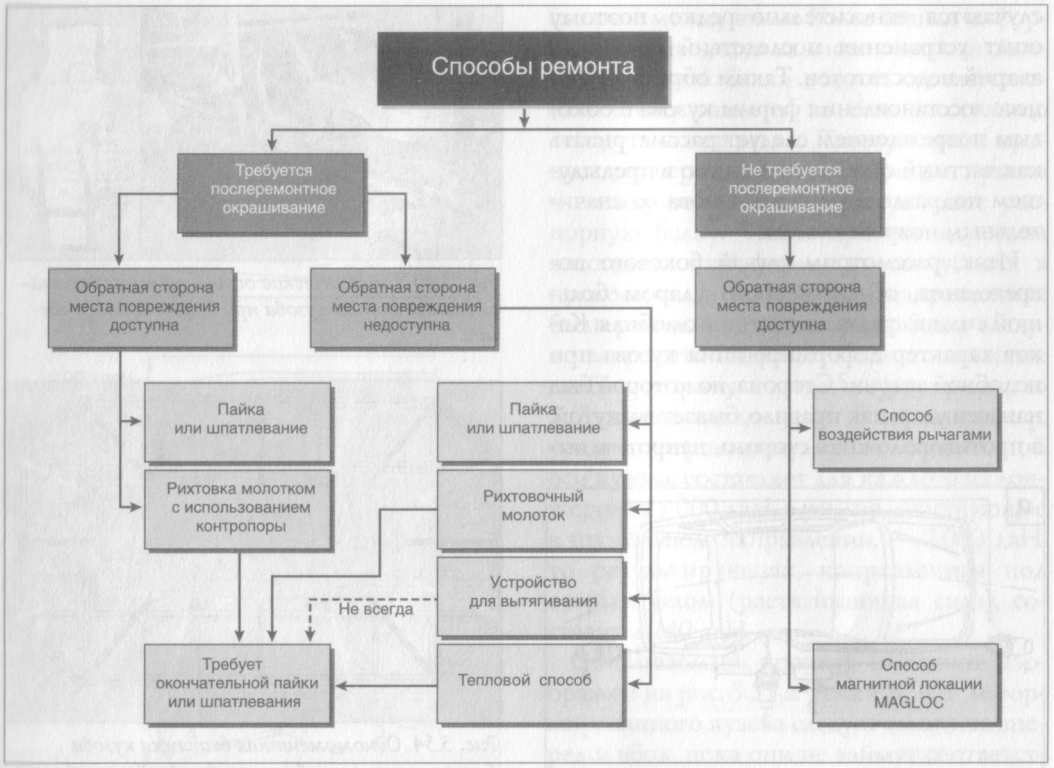


Рис. 3.55. Способы устранения небольших вмятин на внешней облицовке кузова

Примечание. Если автомобиль ремонтируют на универсальном стенде для правки, следует ослабить закрепляющие кузов зажимы, расположенные с поврежденной стороны, в противном случае они будут мешать восстановлению длины кузова. Зажимы противоположной стороны должны быть зафиксированы на концах выгнутой наружу поверхности порога.

Восстановление исходной формы жесткого автомобильного кузова требует применения значительного усилия. Направленная перпендикулярно продольной оси автомобиля сила раскладывается на две боковые силы. Чем больше угол, под которым направлены последние, тем выше должна быть перпендикулярно действующая сила, поскольку именно она играет преимущественную роль при восстановлении формы кузова. В приведенном на рис. 3.53 примере, для того чтобы перпендикулярно направленное усилие составляло 3000 даН, каждая из боковых сил

У современных легковых автомобилей с несущей конструкцией кузова сплошная рамная конструкция из профилированного металла, соединяющая переднюю и заднюю части автомобиля, отсутствует. В связи с этим применение растягивающих устройств для приложения усилий к углам автомобиля нецелесообразно и даже вредно. Их неосторожное использование способно привести к образованию трещин в слабых деталях кузова, находящихся между лонжероном и порогом. Для восстановления такого кузова более правильно было бы применять лишь растягивающие цепи и гидравлический цилиндр, установленные в зоне порога в том месте, по которому пришелся главный удар. Благодаря этому порог вновь примет прежнюю длину, а слабые листовые детали между порогом и лонжероном не будут подвергнуты деформации. После этого можно дополнительно задействовать два других устройства, растягивающих кузов в

поврежденного кузова в нескольких направлениях при установке его на стенде с рамным основанием приведен на рис. 3.54.

3.3.4. Заключение

Вытяжку кузова для восстановления его первоначальной формы производят в направлении, строго противоположном направлению силы, вызвавшей деформирование кузова. Если не соблюдать это правило, составляющие той силы, которую прикладывают для восстановления формы, будут иметь неверное направление, вследствие чего может произойти дополнительная деформация кузова. Кроме того, произойдет уменьшение растягивающей или сжимающей силы, действующей в нужном направлении. В связи с этим в определенных ситуациях возникает необходимость изменить положение тяговой цепи посредством направляющих роликов. Детали кузова, смещенные при аварии, следует одномоментно вернуть в первоначальное положение. Для реализации этого основного принципа восстановления кузова применяются распорные устройства в комбинации с тяговой цепью или многопозиционные растягивающие устройства, обеспечивающие одномоментное восстановление геометрических параметров кузова.

3.4. ПРАВКА КУЗОВА

Автовладельцу вряд ли доставит радость появление на кузове его автомобиля даже незначительного дефекта, ведь устранение подобной «мелочи» он должен оплатить из собственного кошелька. В ремонтной мастерской клиент попросит выполнить работу качественно и за приемлемую цену. Предположим, речь идет о дефекте, подобном представленному на рис. 3.56. Для его исправления могут быть использованы два способа (рис. 3.55):

- способ с использованием комплекта рычагов;
- способ MAGLOC.

Предпосылкой для применения именно этих способов является то, что данный дефект можно исправить с внутренней сторо-

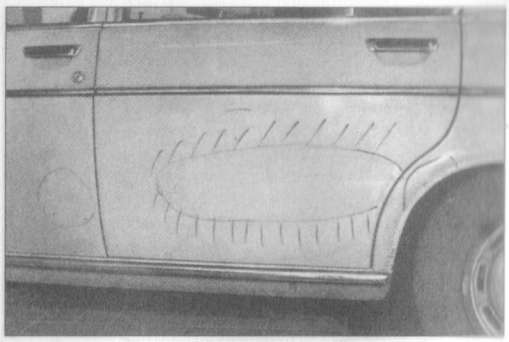


Рис. 3.56. Пример, иллюстрирующий способ устранения деформации внешней панели задней двери кузова, полученной в результате неудачной парковки

Более крупные вмятины можно выправить следующим образом (см. рис. 3.55):

- используя молоток и контропору;
- используя рихтовочный молоток;
- с помощью пневматических устройств;
- тепловым способом.

Любой из этих способов правки требует последующего окрашивания отрихтованной поверхности. Доступность к поверхности дефекта с обратной стороны потребуется лишь для его устранения с помощью рихтовочного молотка и контропоры.

К способам восстановления, требующим последующего окрашивания поверхности, следует отнести также поверхностную обработку кузова:

- нанесение шпатлевки;
- пайка (лужение).

Чтобы лучше усвоить суть перечисленных выше способов, перед дальнейшим изложением материала следует привести некоторые принципиальные сведения о специфических свойствах кузовной стали.

3.4.1. Упругость и пластичность листовой стали

При изготовлении кузова легкового автомобиля сваривают множество деталей из листовой стали. Одни из них, например панели крыши или дверей, мало изогнуты, другие, такие как пороги дверей или лонжероны, имеют гораздо более сложную конфигурацию. Если рукой нажать на середину панели крыши, она прогнется без со-

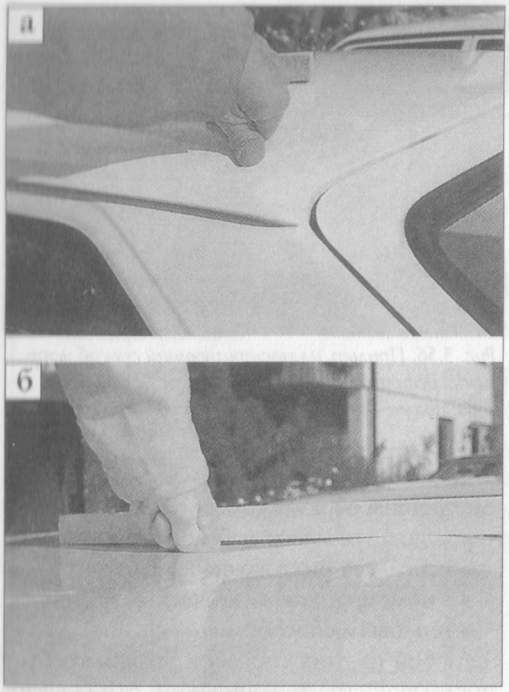


Рис. 3.57. Примеры неравномерной жесткости облицовочных панелей кузова: а — слабо изогнутая панель крыши при легком нажатии на середину обнаруживает малую жесткость; б — изогнутые профили панели придают ей повышенную жесткость

ной глубины (рис. 3.57, а). После прекращения нажатия произойдет упругое восстановление первоначальной формы крыши. Ее края (рис. 3.57, б), напротив, деформировать таким способом не удастся.

Каковы причины, лежащие в основе разного поведения одного и того же материала? Листовая сталь кузова сохраняет приданную ей форму благодаря наличию в ней внутренних напряжений (рис. 3.58, а). До тех пор пока эти напряжения будут превышать приложенное извне усилие, всегда будет наблюдаться упругое восстановление первоначальной формы: следовательно, материал — в данном случае панели крыши — обладает упругостью. Приложение более высокого усилия, превышающего величину внутренних напряжений, вызовет необратимую деформацию материала, и после прекращения воздействия силы лист сохранит новую форму. Впрочем, материал при

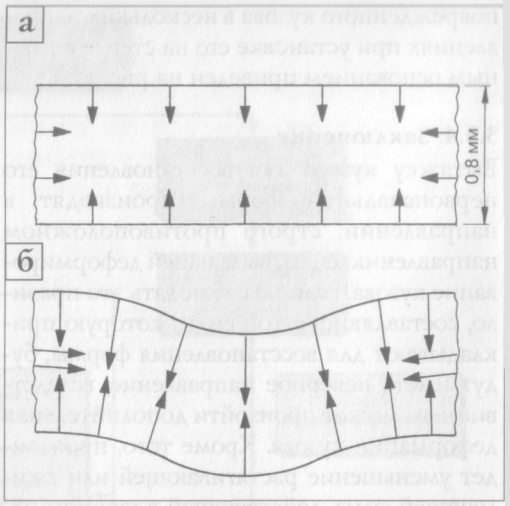


Рис. 3.58. Распределение внутренних напряжений в листовой стали толщиной 0,8 мм в недеформированном (а) и деформированном (б) состояниях

этом не разрушится, а новая форма также будет обладать упругостью. Теперь, правда, будет не так легко изменить эту вновь приобретенную форму или вернуть листу прежнюю конфигурацию, поскольку внутренние напряжения стали выше (рис. 3.58, б). Таким образом, за счет придания листовой стали той или иной формы ее жесткость повышается. Именно по этой причине края панели крыши невозможно деформировать рукой (см. рис. 3.57, б). Способность листа деформироваться и связанное с ней повышение жесткости имеют допустимые пределы. Если часто или слишком сильно деформировать материал, произойдет его разрушение.

Вышеизложенное можно резюмировать следующим образом:

- листовая сталь кузова сохраняет упругость до тех пор, пока прилагаемое к ней усилие не превысит допустимой величины;
- листовая сталь после превышения предела упругого сопротивления начинает деформироваться пластично;
- любое пластическое деформирование приводит к увеличению жесткости листа и возникновению в нем дополнительных внутренних напряжений;

- часто повторяемое пластическое деформирование приводит к разрушению материала.

Каким образом эти свойства связаны с поведением листовой стали при деформировании кузова и последующем восстановлении первоначальной формы? Когда на поверхности листовой стали в результате удара происходит образование вмятины, на границе перехода от нее к сохранившейся без изменения поверхности возникает зона сжатия (накопления материала), в то время как в остальной части вмятины образуются зоны растяженния (рис. 3.59).

Если отбить вмятину посередине, листовой материал в зонах растяжения немедленно покоробится. Это означает, что в результате каждого удара молотка будет происходить образование новых зон растяжения и сжатия. Чем больше возникнет таких зон, тем менее контролируемо будет происходить выравнивание поверхности. Поэтому при рихтовке поверхности нужно стремиться к тому, чтобы имеющиеся зоны растяжения/сжатия разрушились, а новые не могли образоваться, то есть рихтовку всегда следует осуществлять от краев вмятины к ее середине (рис. 3.60). Чтобы обеспечить выравнивание напряжений в материале, ударам рихтовочного молотка всегда следует подвергать большую поверхность.

В определенных ситуациях не удается восстановить первоначальную форму с помощью только молотка. Например, стальной лист на большой площади вокруг вмятины может настолько сильно пружинить, что удары молотком окажутся неэффективны, а увеличение силы этих ударов приведет лишь к образованию дополнительных неровностей. В подобных случаях говорят: молоток «не вытягивает». Ограниченные по силе и эффективные удары можно наносить, лишь подставив с обратной стороны листа опору (рис. 3.61). В связи с этим для выравнивания кузова почти всегда используют два инструмента: рихтовочный молоток и контропору.

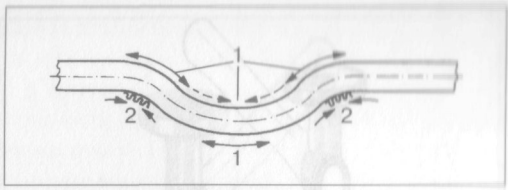


Рис. 3.59.Зоны деформации поврежденного листа кузова: 1 — растяжения; 2 — сжатия

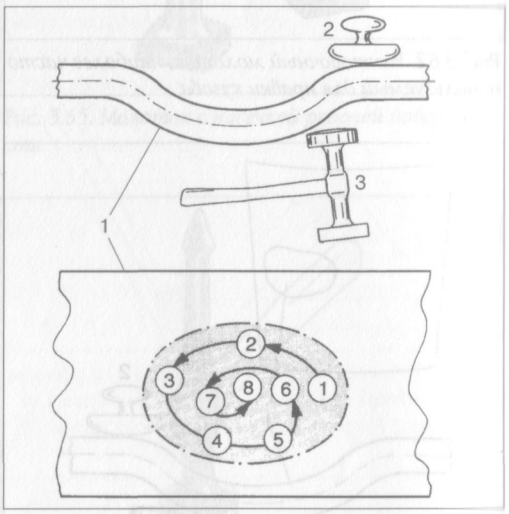


Рис. 3.60. Рихтовку всегда начинают от края вмятины, перемещаясь по спирали к ее центру (последовательность указана цифрами в кружках): 1 — восстанавливаемая деталь; 2 — контропора; 3 — рихтовочный молоток

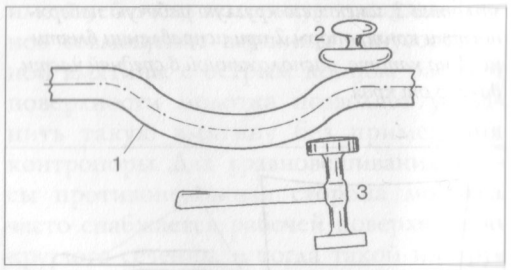


Рис. 3.61. Эффективность ударов рихтовочного молотка с использованием контропоры:
1 — восстанавливаемая деталь;
2 — контропора; 3 — рихтовочный молоток

Итак, рихтовка листовой стали имеет следующие принципиальные особенности:

- деформация листового материала сопровождается образованием зон растяжения и сжатия;

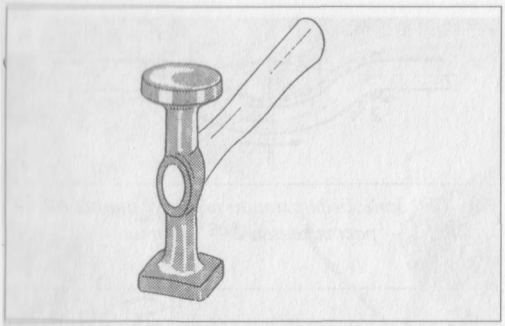


Рис. 3.62. Рихтовочный молоток, наиболее часто используемый для правки кузова

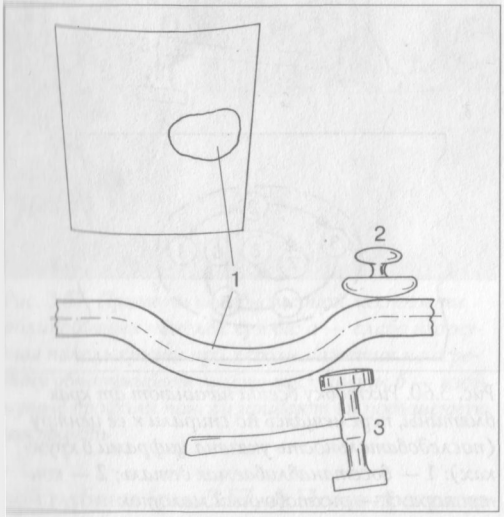


Рис. 3.63. Пример использования рихтовочного молотка 3, имеющего круглую рабочую поверхность и контропоры 2 при исправлении вмятины 1 на капоте, расположенной в средней части далеко от края

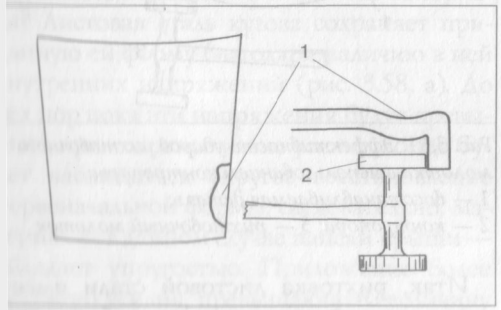


Рис. 3.64. Пример использования рихтовочного молотка 2 с квадратной рабочей поверхностью для рихтовки с высокой точностью вмятины 1 отбортованного края детали кузова

- при устранении вмятин следует избегать образования дополнительных зон напряжения, поэтому рихтовку следует осуществлять от краев вмятины к ее центру;
- чтобы рихтовочным молотком можно было наносить ограниченные по силе удары по нежестким поверхностям панелей кузова, используется контропора.

3.4.2. Рихтовочные инструменты и принцип их действия

Если кто-то захочет приобрести специальный инструмент для проведения кузовных работ, то будет поражен большим разнообразием предлагаемого ассортимента. Разобраться в нем поможет описание наиболее употребительных инструментов для правки кузова и специфики их применения.

Рихтовочный молоток

Дефект кузова в виде углубления можно устранить с помощью специального рихтовочного молотка (рис. 3.62) с достаточно большой площадью рабочей поверхности, имеющей круглую форму. Если случайно нанести удар краем такого инструмента, на поверхности обрабатываемого материала (рис. 3.63) вряд ли останется отпечаток, тем более если рабочей поверхности придана слегка выпуклая форма.

Рихтовочный молоток с круглой поверхностью непригоден для исправления дефектов в местах отбортовки листовой стали. В этом случае гораздо удобнее воспользоваться молотком с квадратной рабочей поверхностью (рис. 3.64). Если последняя будет слегка выпуклой, это позволит предотвратить возникновение дополнительных дефектов листовой стали, обусловленных случайным перекосом при ударе, однако точность правки кузова в зонах отбортовки станет недостаточно высокой.

Итак, описанный выше инструмент, который принято называть универсальным рихтовочным молотком, характеризуется следующими отличительными признаками:

- круглая или квадратная, плоская или выпуклая рабочая поверхность;
- изготовленная из древесины длинная и тонкая рукоятка, повышающая точность при рихтовке.

Примечание. Следует избегать повреждения полированной рабочей поверхности рихтовочного молотка, поэтому недопустимо его использование для работы с зубилом и проведения других аналогичных операций.

Молоток с насечкой

Для устранения вмятин размером около 10х10 мм, находящихся на ровной поверхности листовой стали, использовать ранее описанный рихтовочный молоток невозможно, так как площадь его рабочей поверхности перекроет площадь зоны повреждения. Обработка вмятины от ее края к середине будет практически невозможна: каждый удар рихтовочного молотка приведет к возникновению дополнительных напряжений на краях вмятины. В подобной ситуации применяют молоток, который имеет плоскую рабочую поверхность, снабженную, подобно напильнику, тонкой перекрестной насечкой (рис. 3.65). Благодаря этому при нанесении ударов обеспечиваются лишь точечные контакты молотка с восстанавливаемой поверхностью, что предотвращает появление дополнительных напряжений в обрабатываемой зоне.

Основные особенности молотка с насечкой:

- плоская круглая или квадратная рабочая поверхность;
- мелкая перекрестная насечка на рабочей поверхности.

Молоток с заостренной рабочей поверхностью

Во время движения автомобиля некоторые предметы, находящиеся в багажнике в незакрепленном состоянии, перемещаются по его дну и с большой силой ударяются о внутренние стенки, что может привести к образованию глубоких вмятин маленького диаметра. Попытка устранить подобный дефект с помощью обычного рихтовочного молотка, имеющего большую рабочую поверхностью, приведет к деформации неповрежденных участков. Для устранения подобных дефек-

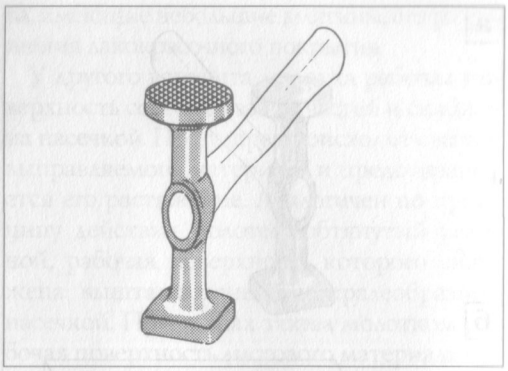


Рис. 3.65. Молоток с насечкой рабочей поверхности

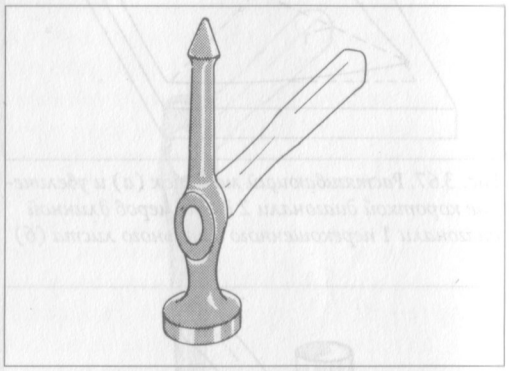


Рис. 3.66. Молоток с заостренной рабочей поверхностью

нечной рабочей поверхностью (рис. 3.66), имеющей очень маленькую площадь. Точное совмещение вершины конусообразной вмятины с острым концом рабочей поверхности молотка позволяет устранить такую вмятину без применения контропоры. Для уравновешивания массы противоположная сторона молотка часто снабжается рабочей поверхностью круглого сечения, и тогда такой инструмент может использоваться как обычный рихтовочный молоток.

Молоток с заостренной рабочей поверхностью имеет следующие особенности:

- наличие острой рабочей поверхности с одной стороны и круглой рабочей поверхности с противоположной стороны;
- круглая рабочая поверхность может

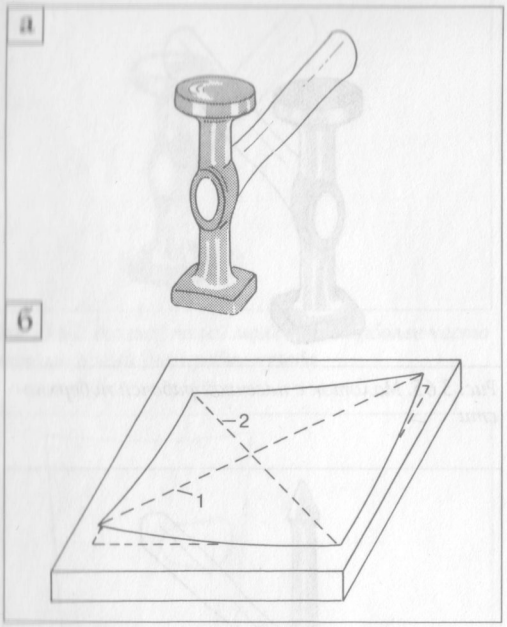


Рис. 3.67. Растягивающий молоток (а) и увеличение короткой диагонали 2 до размеров длинной диагонали 1 перекошенного стального листа (б)

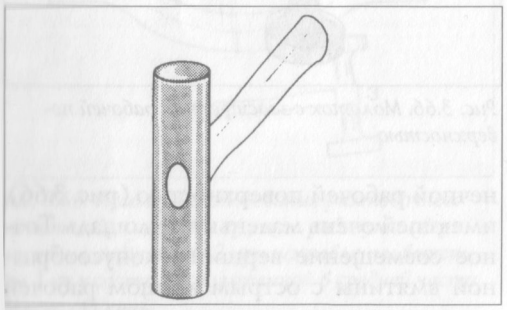


Рис. 3.68. Специальный алюминиевый разглаживающий молоток

Растягивающий молоток

Если размеры плоского квадратного или прямоугольного стального листа по диагонали различаются, то оба угла, соответствующие более длинной диагонали, окажутся приподнятыми. Профессионалы называют такой лист «перекошенным». Чтобы «перекошенный» лист вновь стал плоским, необходимо увеличить длину более короткой диагонали. Это достигается за счет вытягивания листа: растягивающим молотком (рис. 3.67, а) наносят удары вдоль короткой диагонали (рис. 3.67, б). Чтобы на восстанавливаемой поверхности не оставалось отпечатков, рабочей поверхности молотка придают слегка выпуклую конфигурацию.

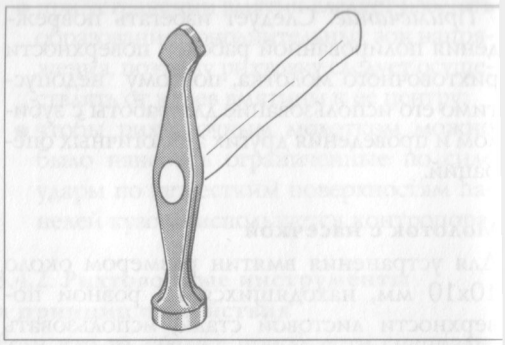


Рис. 3.69. Молоток для односторонней разгонки листовой полосы

Особенности растягивающего молотка:

- круглая и слегка выпуклая рабочая поверхность;
- противоположная сторона молотка зачастую выполнена в виде разглаживающей рабочей поверхности (см. описание следующего инструмента).

Разглаживающий молоток

После выравнивания листовой стали посредством рихтовочного молотка и контропоры на его верхней стороне образуются многочисленные микроуглубления, имеющие форму «кратеров». Их устраняют с помощью так называемого разглаживающего молотка, обладающего плоской рабочей поверхностью (рис. 3.68). Чтобы в процессе обработки не оставалось отпечатков, такой молоток часто выполняют из алюминия.

Особенности разглаживающего молотка:

- плоская круглая или квадратная рабочая поверхность;
- молоток выполнен из алюминия.

Молоток для односторонней разгонки

Под односторонней разгонкой подразумевается процесс превращения листовой полосы в S-образную заготовку, что не слишком часто встречается в практике правки кузовной стали. Разгонка осуществляется посредством молотка с заострением на рабочей поверхности, которая имеет овальную конфигурацию (рис. 3.69). Клинооб-

разное заострение «разгоняет» стальной лист. Глубина проникновения клина зависит от формы рабочей поверхности.

Особенности молотока для односторонней разгонки:

- рабочая поверхность снабжена коротким острием;
- круглая плоская рабочая поверхность противоположного конца молотка.

Молоток для правки глубокотянутых деталей кузова

Речь идет об инструменте с рабочей поверхностью специальной формы. Он используется в тех случаях, когда возникает необходимость устранять вмятины в труднодоступных глубокотянутых элементах кузова (в частности, в кожухе фары крыла), и имеет круглую и выпуклую рабочую поверхность (рис. 3.70).

Особенности молотка:

- по внешнему виду он напоминает топор;
- круглая рабочая поверхность имеет большую выпуклость;
- имеет рабочую поверхность с одной стороны.

Специальные молотки для выпрямления кузова

В зависимости от конкретной цели существуют самые разнообразные варианты конструктивного исполнения рихтовочных молотков (рис. 3.71). Различают молотки, предназначенные для растяжения и разглаживания листового материала, молотки, снабженные разглаживающей и заостренной рабочими поверхностями, и т. п. Эти инструменты изготавливают из самых разных материалов: алюминия, древесины, резины, пластмассы, но чаще всего из стали. Известны комбинированные конструкции, когда, например, пластмассовая рабочая поверхность молотка привинчивается или приклеивается к стальному основанию (рис. 3.72). Более мягкие материалы для рабочей поверхности следует использовать в тех случаях, когда не хотят создавать дополнительные напряжения в листе во время рихтовки. Применение такого молотка в сочетании с медной контропорой позволяет рихтовать детали кузова, имеющие небольшие вмятины, без разрушения лакокрасочного покрытия.

У другого варианта молотка рабочая поверхность состоит из двух частей и снабжена насечкой. При ударе происходит сжатие выправляемого материала и предотвращается его растяжение. Аналогичен по принципу действия молоток, обтянутый резиной, рабочая поверхность которого снабжена выштампованной спиралеобразной насечкой. При ударах таким молотком рабочая поверхность листового материала искривляется, благодаря чему снимаются внутренние напряжения.

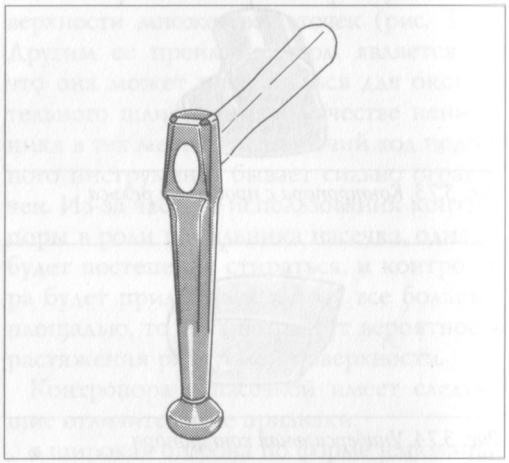


Рис. 3.70. Молоток для правки глубокотянутых деталей кузова

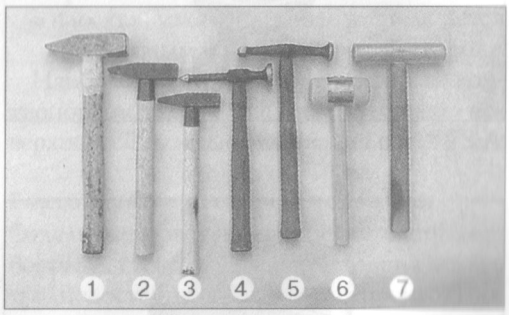


Рис. 3.71. Молотки, используемые для правки кузова: 1–3 — слесарные молотки массой 250–1000 г; 4 — молоток с разглаживающей и заостренной рабочими поверхностями; 5 — молоток с двумя рабочими поверхностями: одна — для рихтовки кузова, другая — для разгонки листовой полосы; 6 — деревянный молоток; 7 — алюминиевый молоток

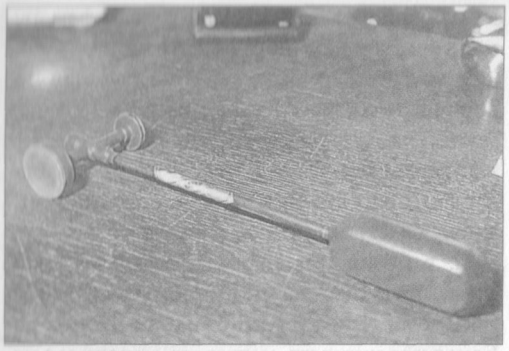


Рис. 3.72. Молоток с рабочей поверхностью из синтетического материала

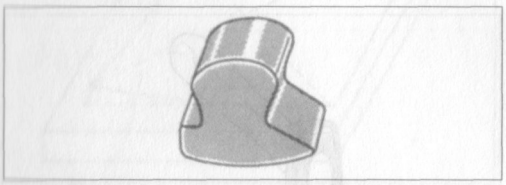


Рис. 3.73. Контропора с профилем рельса

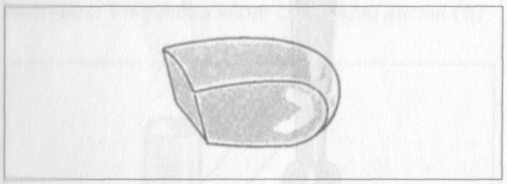


Рис. 3.74. Универсальная контропора

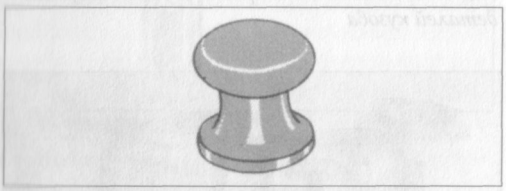


Рис. 3.75. Фасонная контропора

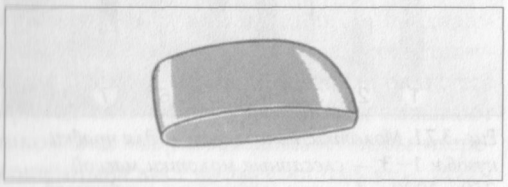


Рис. 3.76. Плоская контропора

Однако рассчитывать на то, что за счет применения рихтовочного молотка той или иной конструкции произойдет чудо, ни в коем случае не следует. Главная проблема выравнивания листового материала — постоянное возникновение новых зон растяжения и сжатия — все равно будет оставаться. В конечном итоге качество рихтовки определяется главным образом уровнем мастерства жестянщика.

3.4.3. Контропоры

Поскольку существует большое разнообразие форм поверхностей кузова, где обратная сторона подвергаемых правке деталей кузова доступна, прибегают к использованию большого числа разнообразных по своей конфигурации контропор, которые иногда называют также «ручными кулаками».

Контропора с профилем рельса

Если необходимо выправить крыло или боковину, чаще всего к обратной стороне этих деталей кузова имеется достаточно удобный доступ. В связи с наличием острых ребер и фасонных элементов для рихтовки подобных деталей следует использовать контропору с большой площадью граней и несколькими ребрами (рис. 3.73).

Контропора отличается следующими признаками:

- сечение напоминает железнодорожный рельс;
- рабочие поверхности полированные.

Универсальная контропора

Может оказаться, что поверхность подлежащего правке элемента кузова настолько глубоко деформировалась внутрь, что для ее возвращения в исходное положение не удается использовать рихтовочный молоток. В этой ситуации большую помощь может оказать контропора, которую удобно держать в ладони и которая достаточно тяжела, что позволяет ей уравновешивать силу удара рихтовочного молотка. Если к тому же такая опора имеет несколько ребер и закруглений, то ее можно использовать для рихтовки практически любой детали кузова. Именно по этой причине подобная контропора и получила название универсальной (рис. 3.74).

Характерные признаки универсальной контропоры:

- она представляет собой массивную колодку почти прямоугольной формы, один конец которой закруглен, а второй срезан под определенным углом;
- узкие стороны контропоры выпуклые, а широкие стороны плоские.

Фасонная контропора

Углы передних и задних крыльев имеют малый радиус закругления. Подобной конфигурацией должна обладать и контропора. В связи с этим была создана фасонная контропора (рис. 3.75) такой формы, что небольшой поворот позволяет использовать ее для рихтовки деталей кузова с самыми резкими переходами от одной конфигурации к другой.

Наиболее характерные признаки фасонной контропоры:

- широкие закругленные края поверхности;
- рабочие поверхности выпуклые.

Плоская контропора

Если правке подлежит дверь, доступ с обратной стороны обычно бывает частично ограничен. Кроме того, дверь обладает конфигурацией поверхности с довольно плавным рельефом. Следовательно, контропора для таких мест должна представлять собой плоское, легкое, выпуклое изделие (рис. 3.76).

Специфические признаки плоской контропоры:

- по внешнему виду она напоминает плитку;
- широкая поверхность слегка выпуклая и отполирована;
- одна из узких сторон закруглена, другая перпендикулярна широкой стороне.

Контропора обтекаемой формы с насечкой

Если правке подлежит капот, причем вмятина образовалась на ровной плоской его части, любое растяжение материала приводит к возникновению в этом месте вспучивания. Растяжение листовой стали может быть ограничено благодаря использованию контропоры, которая соприкасается с обратной стороной рихтуемой поверхности множеством точек (рис. 3.77). Другим ее преимуществом является то, что она может применяться для окончательного шлифования в качестве напильника в тех местах, где рабочий ход подобного инструмента бывает сильно ограничен. Из-за частого использования контропоры в роли напильника насечка, однако, будет постепенно стираться, и контропора будет прилегать к кузову все большей площадью, то есть возрастет вероятность растяжения рихтуемой поверхности.

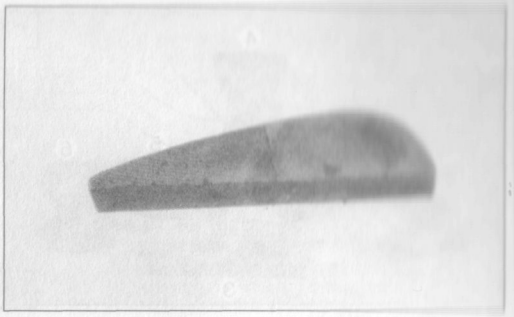


Рис. 3.77. Контропора обтекаемой формы с насечкой

Контропора с насечкой имеет следующие отличительные признаки:

- широкая сторона по форме напоминает поперечное сечение крыла самолета;
- на широкую сторону нанесена перекрестная насечка;
- плоская узкая сторона располагается под прямым углом к широкой стороне.

Наиболее распространенные формы контропор, используемые при рихтовке поверхностей кузова, показаны на рис. 3.78.

Рихтовочные рычаги и подложки

Отдельные поверхности кузова, например боковые стенки в области задних стоек, труднодоступны с обратной стороны. В подобной ситуации, пользуясь рихтовочным рычагом (рис. 3.79), устраняют наиболее глубокие вмятины. Для этого обеими руками нажимают на длинный конец рычага, возвращая поверхность в первоначальное положение. После устранения грубых неровностей правку продолжают с помощью

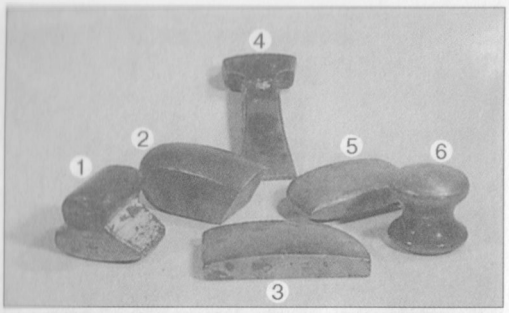


Рис. 3.78. Формы контропор: 1 — с профилем рельса; 2 — универсальная; 3 — обтекаемой формы с насечкой; 4 — клинообразная; 5 - плоская; 6 — фасонная

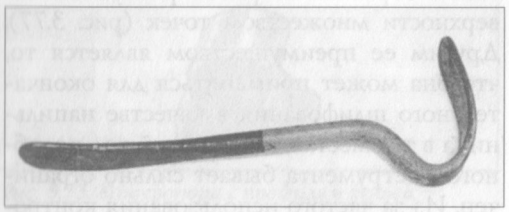


Рис. 3.79. Рихтовочный рычаг с изгибом и закруглением

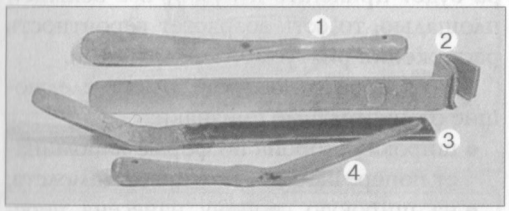


Рис. 3.80. Виды рихтовочных рычагов и подложек: 1 — рихтовочная подложка для правки по принципу пружинного молота; 2 — сильно изогнутый рихтовочный рычаг; 3, 4 — рихтовочные подложки с плоской рабочей поверхностью

рихтовочных подложек (рис. 3.80). Такая подложка представляет собой плоский инструмент, рабочий конец которого шире, чем область перехода к рукоятке. Рихтовочная подложка может иметь скрученную или изогнутую конфигурацию. Данной подложкой можно производить удары, в том числе и в ограниченном пространстве. Некоторые специальные рихтовочные подложки снабжены насечкой, предотвращающей сильное растяжение поверхности при ударе. Особое преимущество применения рихтовочных подложек проявляется при правке незначительно деформированных больших площадей. Подложку прикладывают к выпуклой части кузова и наносят сверху удары молотком. Благодаря этому поверхность панели кузова смещается в направлении удара (эффект пружинного молота).

Чеканы

Пороги автомобиля имеют длинные фасонные кромки. Восстановление формы деформированных кромок молотком — довольно трудная задача. Для этого приходится пользоваться одновременно двумя молотками, причем под кромку подставляют узкий боек одного из них, а рабочей поверхностью другого наносят удары сверху. Гораздо удобнее производить правку кромок с помощью чекана с длинной и узкой опорной поверхностью (рис. 3.81). Существуют разные варианты исполнения чекана для правки ступеней, кромок или мест стыка (рис. 3.82).

3.4.4. Техника рихтовки

Благодаря рихтовке деформированных поверхностей кузова они приобретают первоначальную форму. Рихтовка должна снимать внутренние напряжения, возникающие вследствие деформации кузова. Кроме того, в процессе рихтовки не должны образовываться новые зоны растяжения и сжатия. Исходя из этого, техника, используемая для рихтовки, выбирается с учетом характера деформации. Снятию напряжений способствует применение в качестве источника тепла сварочной горелки. Процесс рихтовки может быть выполнен и без применения рихтовочного молотка и контропоры, а только благодаря тепловому воздействию. Однако будьте осторожны! Подвод тепла может привести к потере прочностных свойств материала вследствие структурных превращений, что особенно относится к высокопрочным сортам стали (см. подразд. 5.1). Описанная ниже рихтовка способом теплового воздействия может использоваться лишь для восстановления формы наружной облицовки кузова.

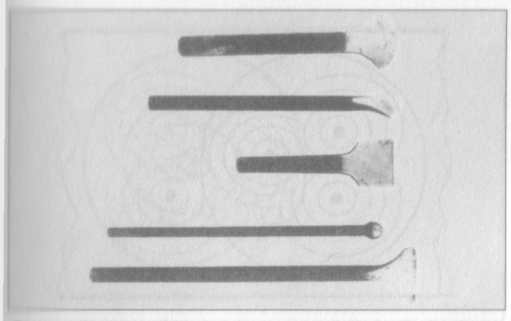


Рис. 3.81. Чеканы различной формы

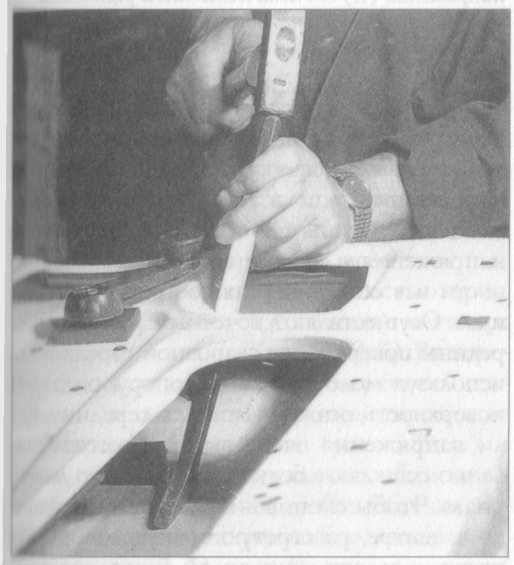


Рис. 3.82. Пример использования чекана

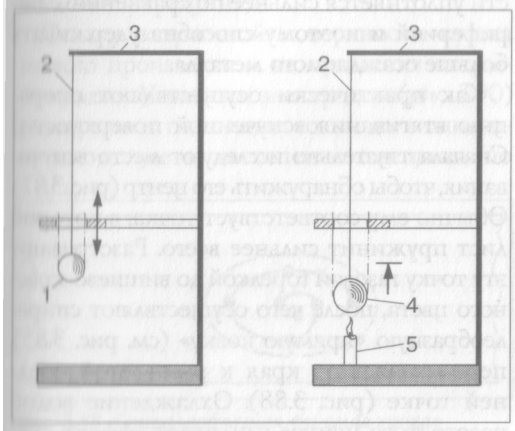


Рис. 3.83. Физический опыт для демонстрации расширения тел при нагревании:
1 — холодный шарик; 2 — нить; 3 — штатив; 4 — нагретый шарик; 5 — свеча

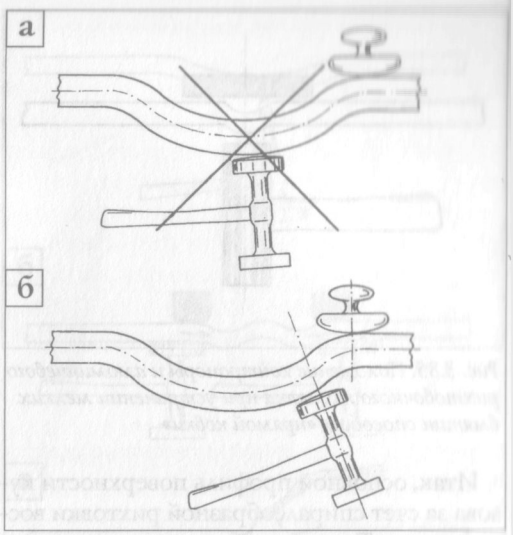


Рис. 3.84. Неправильное (а) и правильное (б) положение рихтовочного молотка и контропоры в момент начала процесса рихтовки

Преобразование крупных вмятин в плоскую поверхность

В обычной ситуации вмятину можно устранить с помощью рихтовочного молотка: по деформированному участку наносят легкие пружинящие удары, перемещаясь по спирали от края вмятины к ее середине (см. рис. 3.60). При выполнении данной операции контропора должна располагаться со смещением от центра вмятины, а молоток и контропора не должны располагаться на одной оси (рис. 3.84, б). В результате правильно проведенной рихтовки дополнительные напряжения, вызванные деформацией поверхности, устраняются и восстанавливается стабильная первоначальная форма кузова. Для правильного выполнения данной операции необходим определенный навык. Если первый удар рихтовочным молотком нанести по центру вмятины (рис. 3.84, а), произойдет смещение лишь средней ее части, в то время как края останутся на прежнем месте. Во вновь возникшей переходной зоне от середины вмятины к ее краю возникнут напряжения сжатия и растяжения, вследствие чего рихтуемое место станет более жестким и с трудом будет поддаваться дальнейшей обработке.

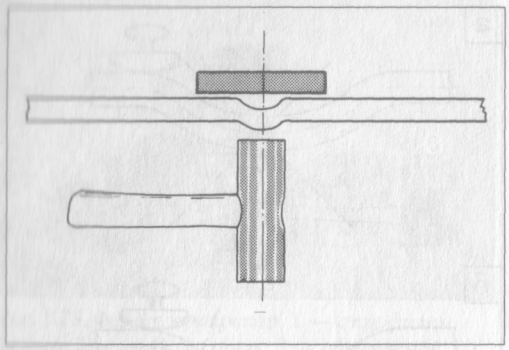


Рис. 3.85. Положение контропоры и алюминиевого рихтовочного молотка при устранении мелких вмятин способом «прямой ковки»

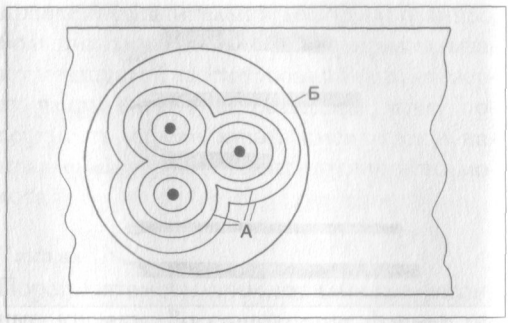


Рис. 3.86. Взаимное действие нескольких зон напряжений (А) от некачественной рихтовки углублений приводит к образованию обширной вспучины (Б)

Итак, основной профиль поверхности кузова за счет спиралеобразной рихтовки восстановлен. Теперь следует произвести разглаживание отрихтованной поверхности, то есть устранить имеющиеся углубления, которые настолько малы, что их нельзя отрихтовать описанным выше спиралеобразным способом. Создание ровной поверхности производится с помощью алюминиевого молотка и контропоры, имеющих плоские рабочие поверхности, причем обе они располагаются друг против друга (рис. 3.85). Эту операцию называют «прямой ковкой».

Втягивание вспученного участка поверхности кузова

В результате вышеописанного выравнивания поверхности способом «прямой ковки» в материале детали сохраняются напряжения. Их центрами являются точки на поверхности, где при выравнивании мелких углублений устанавливали молоток и контропору. По мере удаления от каждой из таких точек напряжения уменьшаются (рис. 3.86). При выравнивании вмятины обычно устраняют несколько мелких углублений. Близкое соседство центров устраненных углублений друг с другом при определенных обстоятельствах может препятствовать снижению соответствующих напряжений из-за их взаимного влияния. Вследствие этого образуется энергетически неустойчивая поверхность, которая при воздействии незначительного постороннего усилия способна чины, то есть выгнуться. На жаргоне немецких профессионалов-ремонтников такое явление называется «кукушка». Для снятия напряжений используется метод термического воздействия. Он позволяет уменьшить напряжения в центре вспученной поверхности и в общих чертах состоит в следующем. Осуществляют точечный разогрев середины поверхности сварочной горелкой и, используя молоток и контропору, рихтуют поверхность, осаждая металл в середину. Если напряжения очень высокие, соответственно осаждают большее количество материала. Чтобы скопившийся металл оставался в центре, разогретую точку подвергают резкому охлаждению водой. Благодаря этому середина восстанавливаемой поверхности уплотняется сильнее по сравнению с периферией и поэтому способна удерживать больше осаждаемого металла.

Как практически осуществляют операцию втягивания вспученной поверхности? Сначала тщательно исследуют место вспучивания, чтобы обнаружить его центр (рис. 3.87). Обычно ему соответствует точка, в которой лист пружинит сильнее всего. Разогревают эту точку газовой горелкой до вишнево-красного цвета, после чего осуществляют спиралеобразную «прямую ковку» (см. рис. 3.85), перемещаясь от края к разогретой средней точке (рис. 3.88). Охлаждение водой разогретого центра усиливает эффект втягивания.

Осадка вспученной поверхности кузова

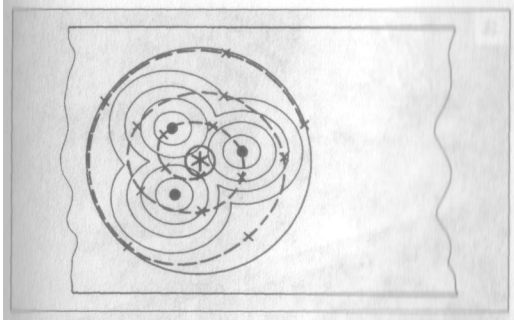


Рис. 3.87. Схема для определения центра вспучины

бом. Снова исходят из того, что имеется избыток металла, приводящий к дополнительному искривлению поверхности кузова. Смещаясь по спирали от края вспученной поверхности к ее середине, осаждают избыточный металл с помощью молотка и контропоры. Затем ударяют по середине искривленной поверхности молотком с заостренной рабочей поверхностью (рис. 3.89, а). Осаждают избыточный металл к центру вспучивания (рис. 3.89, б). Разогревают восстанавливаемую поверхность нейтральным пламенем сварочной горелки до вишнево-красного цвета (рис. 3.89, в) и сразу же осаждают металл способом «прямой ковки» (рис. 3.89, г). Охлаждение водой обеспечивает уплотнение металла в данном месте. Однако будьте осторожны! Охлаждение приводит к появлению в данном месте трещин.

Осадку вспученной поверхности кузова можно произвести и не применяя открытое пламя. Угольным электродом (рис. 3.90) разогревают отдельные точки до вишнево-красного цвета, постепенно смещаясь по

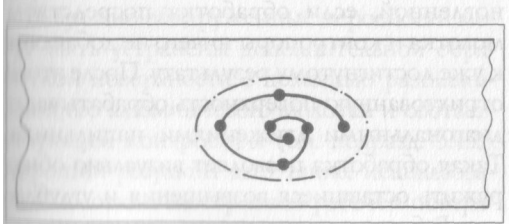


Рис. 3.88. Спиралеобразная «прямая ковка» от края дефекта к разогретой в середине точке приводит к уменьшению толщины детали и увеличению длины восстанавливаемой

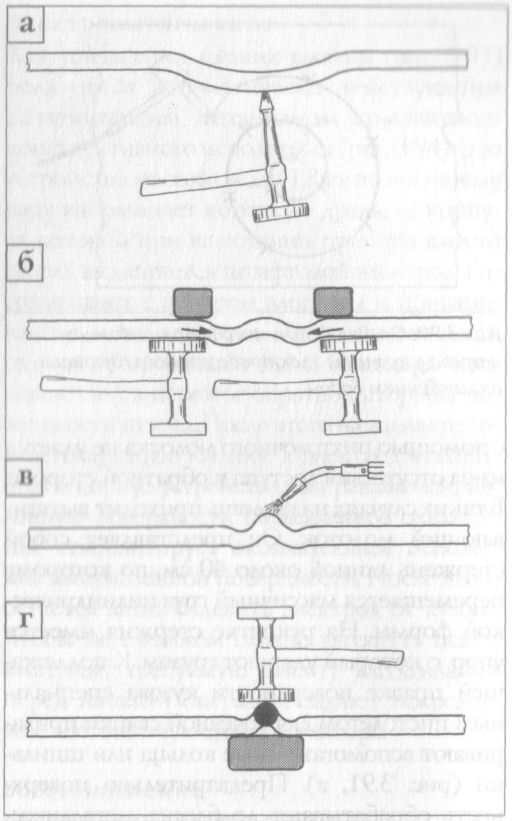


Рис. 7.89. Возможный вариант устранения: а — удар по центру вспучивания молотком с заостренной рабочей поверхностью; б — осадка избыточного металла к центру вспучивания; в — разогрев осажденного металла до вишнево-красного цвета; г — осадка разогретого металла способом «прямая ковка»

спирали от края к центру, как и при работе со сварочной горелкой. При очень большой поверхности вспучивания каждую точку после ее разогрева можно подвергнуть охлаждению с помощью мокрой губки. Небольшую поверхность разогревают спиралеобразно за один рабочий ход, а затем, также за один ход, спиралеобразно охлаждают. Однако только за счет разогрева и охлаждения невозможно осадить столько металла, сколько можно осадить, используя дополнительно способ «прямой ковки».

Правка вытягивающим молотком

Выправить вмятину на поверхности детали

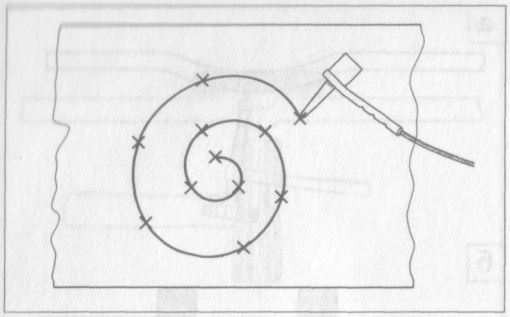


Рис. 3.90. Осадка вспучины с использованием нагрева угольным электродом и последующим охлаждением водой

с помощью рихтовочного молотка не удается из-за отсутствия доступа к обратной стороне. В таких случаях на помощь приходит вытягивающий молоток. Он представляет собой стержень длиной около 40 см, по которому перемещается массивный груз цилиндрической формы. На рукоятке стержня имеется упор, о который ударяют грузом. К подлежащей правке поверхности кузова специальным пистолетом для точечной сварки приваривают вспомогательные кольца или шпильки (рис. 3.91, а). Предварительно поверхность обрабатывают до блеска металлической щеткой. В направлении от края углубления к его середине приваривают несколько колец или шпилек. Вытягивающий молоток соединяют за кольцо или шпильку. Одной рукой берутся за рукоятку молотка и выбирают направление последующего удара. Другой рукой берут груз и резким движением смещают его вверх, ударяя по упору рукоятки (рис. 3.91, б). Вытягивание вмятины осуществляется от краев к середине. Деформированную поверхность следует вытянуть вверх несколько больше, чем требуется, чтобы в дальнейшем можно было произвести ее выравнивание с помощью обычного рихтовочного молотка. Вытягивающий молоток непригоден для правки больших упругих поверхностей, в частности наружной панели крыши.

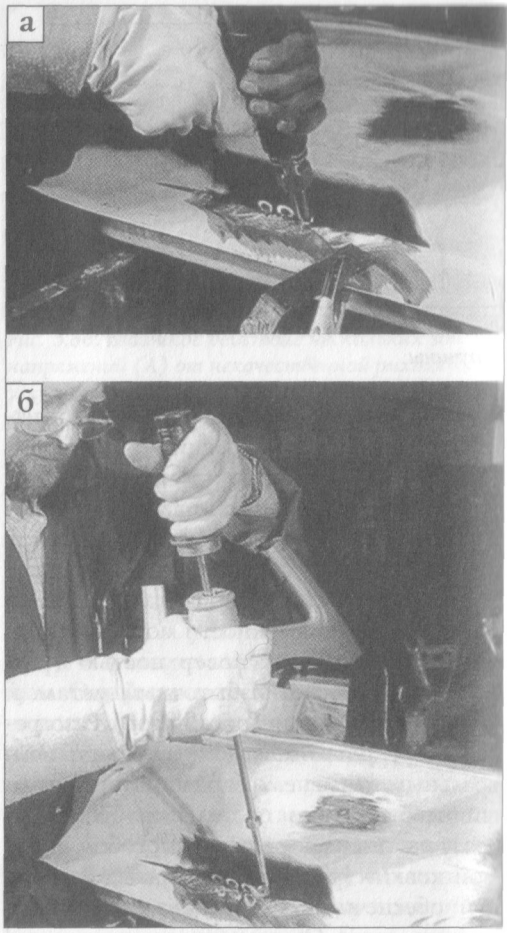


Рис. 3.91. Правка с использованием вытягивающего молотка: а —приварка вспомогательных колец или шпилек; б — правка вмятины вытягивающим молотком

Тонкая рихтовка кузова

Рихтовка кузова посредством молотка и контропоры включает два основных этапа:

- восстановление первоначальной геометрической формы кузова;
- устранение мелких неровностей выпрямленной поверхности.

Первоначальная форма считается восстановленной, если обработка посредством молотка и контропоры ничего не добавляет к уже достигнутому результату. После этого отрихтованную поверхность обрабатывают диагональными движениями напильника. Такая обработка позволяет визуально обнаружить оставшиеся возвышения и углубления. Работая с напильником, следует проявлять особую осторожность: рекомендуемые для обработки кузова напильники (рис. 3.92) имеют довольно грубую рабочую поверхность, поэтому перекос напильника или не-

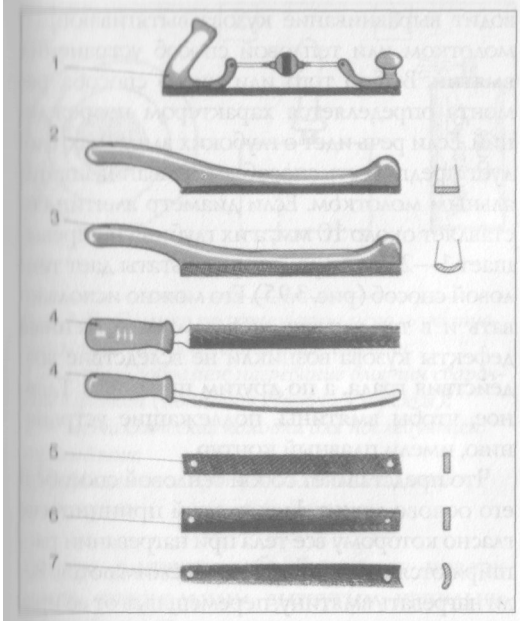


Рис. 3.92. Напильники для тонкой рихтовки кузова:
1 — металлический держатель напильника (регулируемый);
2 — деревянный держатель прямоугольного напильника;
3 — деревянный держатель полукруглого напильника;
4 — вид сверху и сбоку напильника с рукояткой (наиболее пригодна насечка 0-1-3);
5 — рабочая часть прямоугольного напильника с косой насечкой;
6 — рабочая часть прямоугольного напильника с радиальной насечкой;
7 — рабочая часть полукруглого напильника с косой насечкой

аккуратная обработка резких изгибов поверхности приведет к образованию новых дефектов.

Визуально обнаруженные неровности могут быть устранены дополнительной обработкой поверхности с помощью разглаживающего алюминиевого молотка и соответствующей контропоры (см. подразд. 3.4.2). Хороший результат дает также использование молотка с заостренной рабочей поверхностью. Следует помнить одно: качественная рихтовка напильниками приводит к гораздо лучшему результату, чем устранение дефекта путем нанесения другого материала (пайка припоем или шпатлевание).

Электровытягивание

Для устранения мелких вмятин (рис. 3.
пользуются автоматически действующ
вытягивающим механизмом компактн
конструктивного исполнения (рис. 3.94).
устройство массой около 1,8 кг по внешне
виду напоминает короткую дрель, из кор
са которой при включении прибора вме
сверла выдвигается штифтовой электрод.
совмещают с центром вмятины и прива
вают к металлу кузова. Продолжительно
сварки не превышает 0,3 с, благодаря че
исключается пережог обратной стороны
верхности кузова. После этого нажимают
ответствующую кнопку, и электрод втяги
ется в корпус устройства, выправляя искр
ленную поверхность. Немедленное охлаж
ние стабилизирует окончательное поло
ние выправленной поверхности. После эт
остается лишь отделить электрод от куз
Чтобы не слишком сильно вытянуть це
вмятины, требуемую высоту вытягива
перед началом операции задают посред
вом соответствующего регулятора.

Восстановление поврежденного градом кузова тепловым способом

На кузове автомобиля, особенно на его го
зонтальных поверхностях — крыше, кап
крышке багажника, в результате «бомбар
ровки» мелким градом возникают мно
численные вмятины небольшого разм
(см. рис. 3.93). Полное представление о м
штабе повреждений может дать лишь
мотр кузова с противоположной от источ

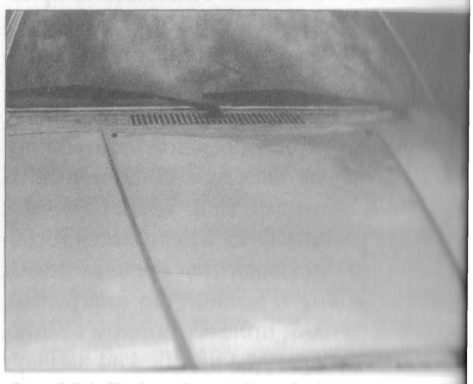


Рис. 3.93. Поврежденный градом капот

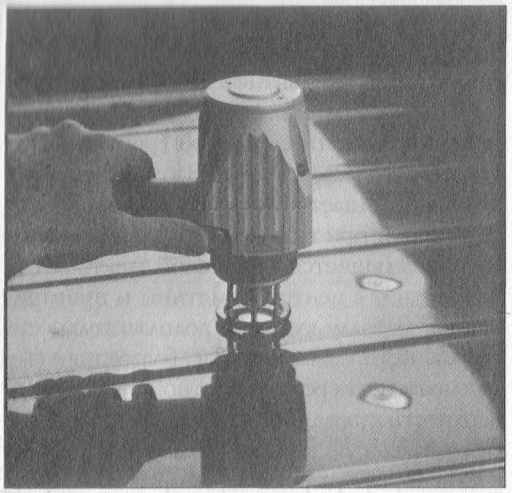


Рис. 3.94. Устройство для электровыпягивания

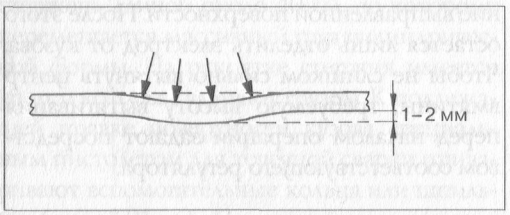


Рис. 3.95. Принципиальная схема устранения мелких вмятин глубиной 1—2 мм с плавным контуром тепловым способом

ка света стороны. Следует ли немедленно заменять поврежденные детали кузова? Что касается съемных элементов кузова — капота, крышки багажника, эта мера может оказаться экономически оправданной. Но стоит ли тратить деньги на полную замену панели крыши?

Существуют несколько технических приемов, позволяющих эффективно восстановить поврежденный градом кузов. Многие квалифицированные ремонтники предпочитают крышу зашпатлевать. Этот способ, однако, следует применять с большой осторожностью. Шпатлевка является синтетическим материалом, который при температурных колебаниях расширяется и сжимается гораздо сильнее, чем кузовная сталь. Если вмятины от града глубокие и количество шпатлевки, нанесенной за один прием, слишком велико, колебания температуры неизбежно вызовут ее отслаивание. К лучшим результатам приводит выравнивание кузова вытягивающим молотком или тепловой способ устранения вмятин. Выбор того или иного способа ремонта определяется характером повреждений. Если речь идет о глубоких вмятинах, следует предпочесть способ вытягивания специальным молотком. Если диаметр вмятин составляет около 10 мм, а их глубина не превышает 1—2 мм, хорошие результаты дает тепловой способ (рис. 3.95). Его можно использовать и в тех случаях, когда множественные дефекты кузова возникли не вследствие воздействия града, а по другим причинам. Главное, чтобы вмятины, подлежащие устранению, имели плавный контур.

Что представляет собой тепловой способ? В его основе лежит физический принцип, согласно которому все тела при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Если нагревать вмятину, перемещаясь от ее краев к середине, тепло будет концентрироваться в центре. Вся поверхность вмятины станет более упругой по сравнению с окружающим ее ненагретым металлом. Если затем резко охладить края вмятины, материал натянется и центр вмятины сместится вверх. В результате правильно организованного чередования операций «подвод тепла/охлаждения» вмятина исчезнет без каких-либо дополнительных мероприятий. Существует несколько путей практического осуществления такого подхода. Для подвода тепла лучше всего использовать горелку для автогенной сварки. Теплоотвод можно обеспечить за счет контакта вмятины с массивным металлическим цилиндром, снабженным рукояткой (поз. 2, рис. 3.96), который предварительно охлаждают противообледенительной жидкостью в аэрозольной упаковке (поз. 3, рис. 3.96).

К сожалению, данный способ теплоотвода эффективен лишь в редких случаях. В ремонтных мастерских тепло отводят, обрабатывая поверхности кузова напильником. Прежде всего, производят спиралеобразное нагревание вмятины пламенем сварочной горелки от краев к середине (поз. 1, рис. 3.96). В результате этого вмятина вместе с прилегающей к ней поверхностью немного приподнимается над общей плоскостью кузова. Далее, соблюдая симметрию относительно

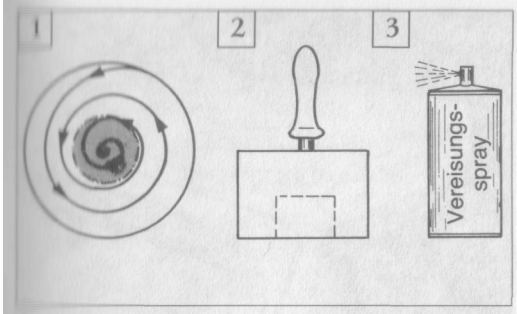


Рис. 3.96. Пример практического использования теплового способа устранения вмятин:
1 — спиралеобразное нагревание вмятин сварочной горелкой (показаны движения горелки);
2 — металлическая колодка для последующего охлаждения;
3 — баллончик с противообледенительной жидкостью

центра вмятины, обрабатывают поверхность специальным выгнутым напильником, который прилегает к краям вмятины и снимает основную часть тепла. Благодаря этому более низко расположенный материал оттягивается к периферии и центр вмятины поднимается. Напильник очень быстро нагревается, поэтому после нескольких движений его заменяют холодным инструментом. Поскольку лакокрасочное покрытие препятствует быстрому теплоотводу, сначала целесообразно использовать напильник с грубой насечкой, чтобы быстрее удалить это покрытие. Как только обнажится металл, следует продолжить работу, используя напильник с мелкой насечкой во избежание чрезмерного уменьшения толщины детали.

Почему тепловой способ устранения вмятин с применением напильника более эффективен по сравнению с охлаждением водой? В большинстве случаев вследствие внутренних напряжений края образовавшейся вмятины бывают слегка приподняты. Устранить такую деформацию, охлаждая вмятину водой, весьма затруднительно. Напротив, обработка напильником при минимальном удалении материала обеспечивает выравнивание и плавный переход к неповрежденной поверхности. Чтобы получить идеально ровную поверхность, достаточно нанести тонкий слой заполнителя или шпат'левки.

Как практически реализуют тепловой способ при устранении вмятины? Для этого нужны следующие инструменты: горелка для газовой сварки с соплом диаметром 1—2 мм и два специальных напильника: грубый и тонкий (насечка 1 и 3 соответственно). Пламя сварочной горелки регулируют, как для пайки твердым припоем, и нагревают вмятину, перемещаясь по спирали от ее края внутрь (рис. 3.97). При этом следят, чтобы пламя всегда было направлено перпендикулярно нагреваемой поверхности (см. рис. 3.9). Нагревание продолжают, пока не начнется температурное изменение цвета лакокрасочного покрытия. Если правильно уловить этот момент, лакокрасочное покрытие на обратной стороне кузова сохранится без изменения, противопожарная безопасность будет соблюдена и снимать обивку салона не потребуется, даже если она приклеена, как, например, у автомобилей Audi.

Вследствие нагревания вмятина не станет менее глубокой, однако она приподнимется вместе с расположенной рядом с ней поверхностью детали. Плавными движениями (см. рис. 3.97) грубого напильника обрабатывают края вмятины для удаления лакокрасочного покрытия, выполняющего роль теплоизоляции. Только теперь теплоотвод посредством напильника станет эффективным. После первичной обработки напильником в большинстве случаев вмятина сохраняется (рис. 3.99). Поэтому нужно повторить нагревание, а затем отвести тепло, воспользовавшись напильником с мелкой насечкой. Иногда операцию «нагревание/обработка напильником» требуется повторить не менее пяти раз, прежде чем вмятина будет ликвидирована (см. рис. 3.97 и рис. 3.100). Вследствие нагревания поверхность вокруг устраненной вмятины останется выгнутой. Лишь после естественного охлаждения металла на воздухе она примет первоначальную форму (рис. 3.101). Дополнительное охлаждение водой при этом недопустимо. Очередная вмятина, подлежащая устранению, должна находиться на таком расстоянии от предыдущей, что

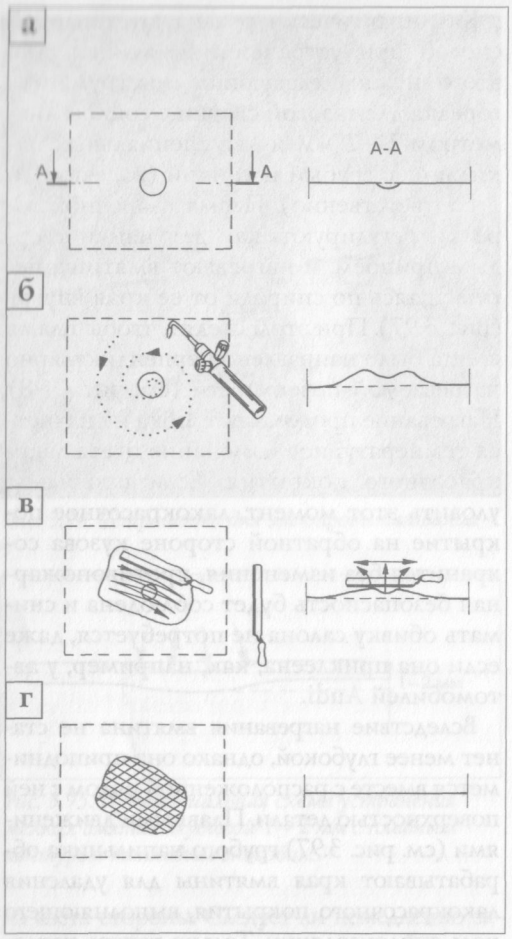


Рис. 3.97. Последовательность работ при выравнивании вмятин на кузове тепловым способом: а — место расположения вмятины 1 на панели (здесь и ниже: слева — вид вмятины сверху; справа — сечение А-А вмятины); б — направления прогрева вмятин горелкой и форма поверхности вмятины после прогрева; в — направления (показаны стрелками) обработки напильниками для отвода тепла и выравнивания поверхности; г — обработанное место (заштриховано) после выравнивания вмятины на окрашенной поверхности кузова

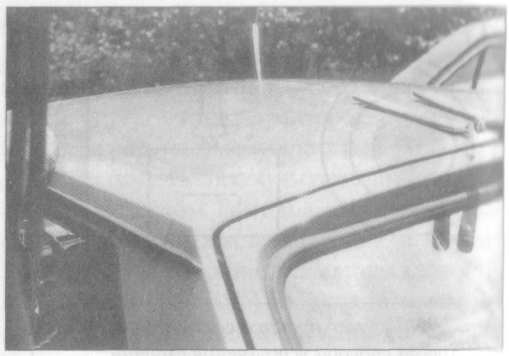


Рис. 3.98. Расположение конуса пламени сварочной горелки должно быть перпендикулярно обрабатываемой поверхности

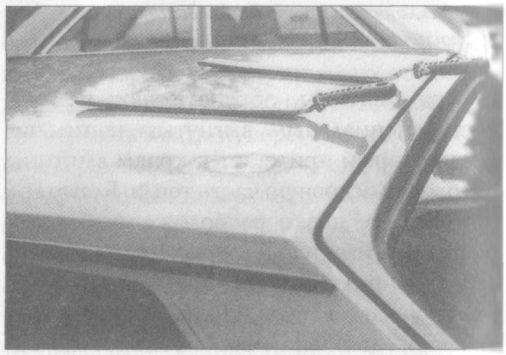


Рис. 3.99. Поверхность вмятины после первой обработки напильником (видны остатки вмятины)

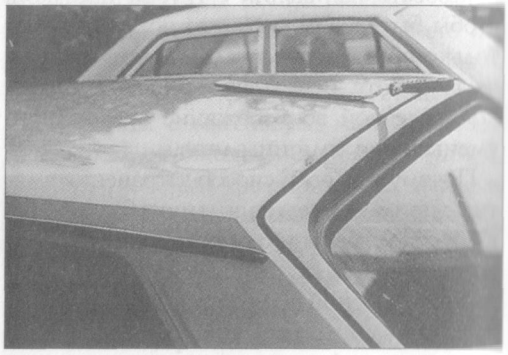


Рис. 3.100. Поверхность вмятины после нескольких нагреваний и обработок напильником (вмятина исчезла полностью)

сохранившая тепло поверхность кузова не могла оказывать какого-либо влияния.

Удаление вмятин тепловым способом может быть осложнено следующими обстоятельствами:

- если на панели крыши имеются углубления, как у модели Opel-Caravan, она будет деформироваться при каждом нагреве;
- очень тонкая панель крыши автомобилей Peugeot и Fiat вследствие чрезмер



Рис. 3.101. Тепловая деформация восстановленной поверхности кузова полностью исчезает после его полного охлаждения на воздухе

ного усилия, создаваемого напильником, может прогнуться. Чтобы вернуть ее в нормальное положение, следует прогреть вмятину сварочной горелкой по всей площади от краев к середине.

Насколько экономичен тепловой способ? Время, необходимое для устранения оставленной градом вмятины, составляет около 5 мин. Таким образом, за 1 ч (с учетом отдыха ремонтника) можно устранить около десятка дефектов. Если на поверхности много вмятин, использовать для их устранения тепловой способ нецелесообразно. Применять его имеет смысл лишь в том случае, если на площади 30х30 см находится не более десяти подлежащих устранению вмятин. Для легкозаменяемых деталей кузова (капота, крышки багажника) эту цифру следует уменьшить в зависимости от стоимости новой детали.

3.4.5. Обработка отрихтованной поверхности

Отрихтованная поверхность кузова визуально выглядит ровной, тем не менее она недостаточно подготовлена, чтобы на нее можно было нанести окрасочные материалы: грунтовку, краску и т. п. Глубина микронеровностей на поверхности, правильно подготовленной под окраску, не должна превышать 15 мкм. Эту задачу решают посредством шлифования предварительно отрихтованной поверхности шлифовальной машинкой с переменным углом шлифования, которая состоит из привода, шлифовальной тарелки и шлифовального круг Привод машинки может быть электрическим или пневматическим, оптимальна частота вращения составляет окол 5000 мин$^{-1}$. Шлифовальная тарелка явл ется комбинированной деталью, состо щей из жесткого и упругого элементов, диаметр составляет 125 или 175 мм. Опти мальная зернистость шлифовального кру составляет от «Р 60» до «Р 80». Прижима емой к поверхности кузова части шлифо вального круга соответствует около 1/3 ег диаметра. Варьируя усилие прижим можно легко согнуть диск, изменив уго прижима.

Как правильно произвести шлифова ние? Поскольку этот процесс сопровож дается выделением тепла, работа должн выполняться с соблюдением определен ных правил. Перемещение шлифовальной машинки по поверхности кузова должно быть равномерным, не слишком медлен ным, но и не слишком быстрым. Рекомен дуется сначала перемещать ее в горизон тальном направлении, а затем в верти кальном (рис. 3.102), причем началу соот ветствующих зигзагообразных линий должна соответствовать одна и та же точ ка на поверхности кузова. Благодаря это му происходит своевременное остывание шлифуемой поверхности, что позволяет избежать ее деформации вследствие пере грева. Очень хорошие результаты дает ис пользование 6- или 7-угольных шлифо вальных дисков, поскольку в этом случае на отшлифованной поверхности не оста ется ступенек.

При шлифовании особое внимание сле дует обращать на следующие моменты:

- не допускается перегрев металла с по явлением цветов побежалости;
- не следует сошлифовывать слишком много металла;
- нельзя производить резкое охлаждение отшлифованной поверхности.

Способ магнитной локации MAGLOC

Способ MAGLOC особенно пригоден для устранения небольших вмятин, образовав

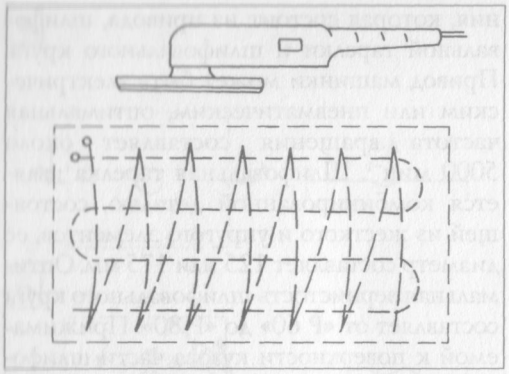


Рис. 3.102. Направление перемещения шлифовальной машинки при обработке

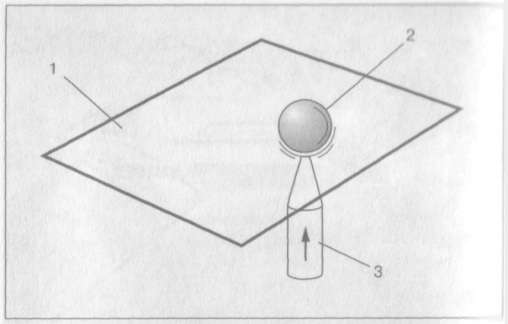


Рис. 3.103. Принципиальная схема способа магнитной локации MAGLOC: 1 — лист кузовной стали; 2 — стальной шарик диаметром 0,7 мм; 3 — выдавливающий инструмент с магнитной головкой

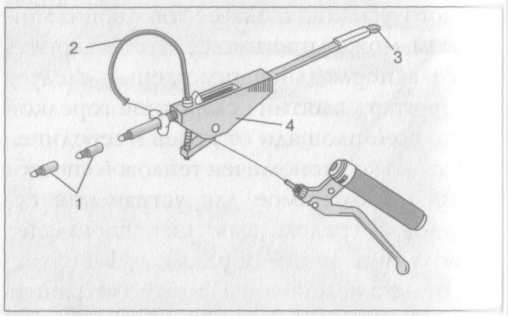


Рис. 3.104. Выдавливающее устройство MAGLOC: 1 — удлиняющие насадки; 2 — гибкая тяга; 3 — магнитная головка; 4 — выдавливающий инструмент

шихся в результате воздействия града или неудачной парковки автомобиля. Самое большое достоинство данного способа заключается в том, что после его применения не требуется окрашивания восстановленной поверхности кузова.

Название способа происходит от английского термина «magnetic location» («магнитная локация»). Его суть заключается в следующем. Миниатюрный стальной шарик 2 (рис. 3.103), помещенный в точку, подлежащую ремонту, указывает место на обратной стороне, в котором должен находиться специальный инструмент, предназначенный для исправления дефекта. Конец этого инструмента намагничен, поэтому шарик прочно удержится на листе, даже если обрабатываемая поверхность окажется в перпендикулярном положении относительно пола ремонтной мастерской. Выдавливающий инструмент 4 (рис. 3.104) упирается во вмятину снизу и приводится в действие устройством, напоминающим рукоятку ручного тормоза. Благодаря тонкой регулировке, это устройство обеспечивает именно такое усилие прижима, которое необходимо, чтобы устранить вмятину. Точки, к которым прикладывается выдавливающее усилие, должны располагаться в таком же порядке, как и при правке кузова посредством рихтовочного молотка и контропоры, то есть выдавливание вмятины осуществляется по спирали от ее края к середине. До тех пор, пока выдавливающий инструмент будет находиться в контакте с внутренней поверхностью детали, шарик будет перемещаться вслед за ним, указывая, в какой следующей точке поверхности следует произвести выдавливание. Если же шарик упадет и потеряется — под рукой наполненный магазин с насадкой для удобного извлечения очередного шарика. Контроль полноты правки производится с помощью обычной люминесцентной лампы, свет которой отражается от примыкающей к вмятине окрашенной поверхности.

Способ MAGLOC требует весьма длительного времени на проведение подготовительно-заключительных операций. Например, для восстановления панели крыши (рис. 3.105) должен быть обеспечен свободный доступ к ее внутренней стороне, то есть должна быть снята потолочная обшив-

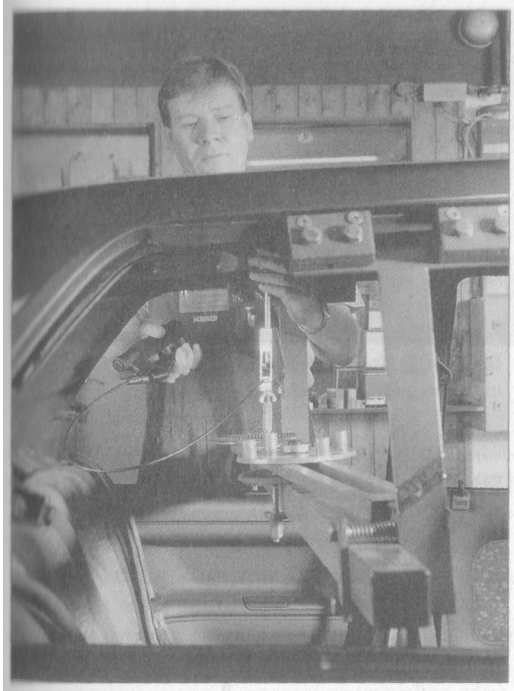


Рис. 3.105. Пример практического применения способа MAGLOC

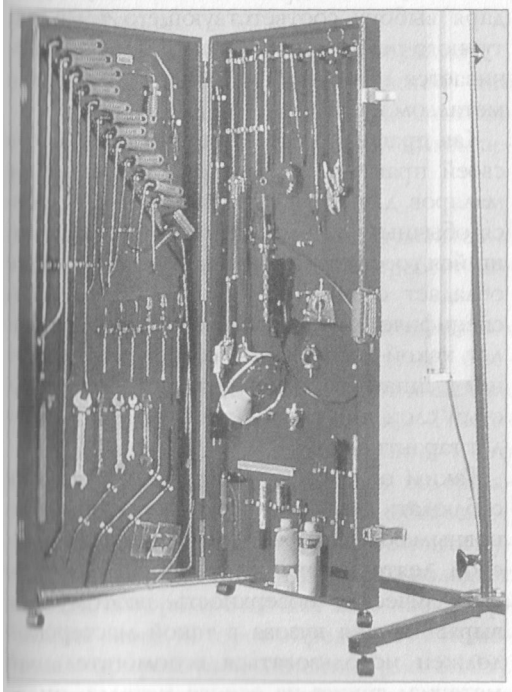


Рис. 3.106. Комплект инструментов для правки кузова, который может применяться в сочетании со способом MAGLOC

ка. По окончании ремонта ее необходимо установить на место. Если бы для восстановления использовался тепловой способ или ремонт проводили способом электровытягивания, то, хотя и потребовалось бы последующее окрашивание восстановленной поверхности кузова, общие затраты на ремонт были бы ниже, так как отсутствовала бы необходимость, как минимум, в снятии и установке обшивки крыши.

Набор инструментов для правки кузова

Речь идет об изготовленных из тонкого стального прутка инструментах особой конфигурации со сплющенными рабочими концами, длина которых может превышать 1 м (рис. 3.106). Благодаря большой длине и изогнутой форме такие инструменты используют для правки с внутренней стороны вмятин, расположенных в местах, недоступных для обычного рихтовочного инструмента. Правка кузова с их помощью требует особого умения и отличного глазомера, чтобы правильно установить точку приложения усилия. Эти инструменты могут использоваться как дополнение к рассмотренной выше системе MAGLOC, поскольку их концы можно намагничивать и они могут выполнять роль выдавливающего инструмента. Если устранение вмятины таким инструментом осуществляет профессионал, последующее окрашивание восстановленной поверхности может и не потребоваться.

Пайка кузова

Бывает, что, несмотря на все усилия по устранению вмятины, на поверхности все же остаются углубления, что в особенности относится к работам, проведенным с применением вытягивающего молотка (см. подразд. 3.4.5). В подобной ситуации не остается ничего иного, как прибегнуть к использованию вспомогательных выравнивающих материалов: синтетической шпатлевки или припоя с содержанием олова. Выравнивание шпатлевкой означает, что на поверхность кузова наносится синтетический материал, резко отличающийся по своим свойствам от материала подложки.

При использовании шпатлевки должны быть решены две основные проблемы:

- должна быть обеспечена долговременная прочная связь между пластмассой, являющейся основой шпатлевки, и металлом;
- шпатлевка и металл обладают разными коэффициентами теплового расширения, поэтому колебания температуры не должны вызывать отслаивание шпатлевки.

Наряду с температурными колебаниями во время эксплуатации автомобиля на его кузов воздействуют значительные нагрузки, что также отрицательно влияет на прочность соединения шпатлевки с основой. Исходя из этого, синтетические шпатлевки вряд ли пригодны для выравнивания боковых поверхностей кузова, если автомобиль подвергают жесткой каждодневной эксплуатации и частой мойке на автоматических моечных линиях.

Какому из двух вариантов выравнивания поверхности кузова следует отдать предпочтение? Тот или иной вариант следует применять там, где в максимальной степени проявятся его преимущества. Так, особенность синтетических шпатлевок состоит в том, что они допускают возможность быстрого устранения дефекта, причем работа может быть выполнена не самым квалифицированным жестянщиком. Шпатлевки особенно пригодны для устранения небольших дефектов. Если поверхность кузова подготовлена, соблюдена должная пропорция при смешении основного компонента с отвердителем и шпатлевка нанесена тонким слоем, никаких проблем, связанных с отслаиванием, возникать не должно. Прочное соединение шпатлевки с кузовом сохранится как при температурных колебаниях, так и при возникновении дополнительных напряжений между кузовом и отвержденным покрытием, так как тонкий слой шпатлевки обладает достаточной эластичностью, чтобы повторить любую конфигурацию кузова.

Другое дело, если для восстановления первоначальной формы кузова требуется нанести большое количество вспомогательного выравнивающего материала. В такой ситуации предпочтение следует отдать пайке (рис. 3.107), поскольку припой, как и основа кузова, является металлом, соответствующие коэффициенты термического расширения отличаются не слишком существенно и опасность отслаивания исключается, в том числе и при значительных вибрациях кузова. В этом случае не существует и проблемы прочного соединения покрытия с основой, поскольку благодаря выбору соответствующего температурного режима при пайке кузова обеспечивается надежное соединение припоя с металлом кузова.

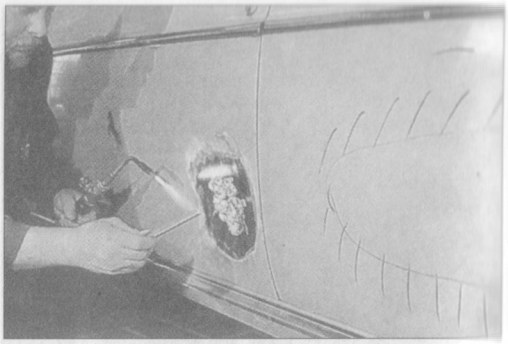


Рис. 3.107. Покрытие, образовавшееся в результате пайки, не отслаивается при вибрациях кузова

Как правило, жестянщик не использует в своей практике шпатлевок. В отличие от маляров, для которых шпатлевание является обычным делом, жестянщик, занимающийся восстановлением формы кузовов, не обладает соответствующими знаниями и специфическими навыками. Если, исправляя какой-либо дефект, он все же прибегнет к шпатлеванию, то нанесет такой толстый слой шпатлевки, что рекламация будет гарантирована.

Таким образом, настоятельно требуется соблюдать следующую рекомендацию. Основным объектом каждодневной практической деятельности жестянщика является металлическая поверхность, поэтому для выравнивания кузова в такой мастерской должен использоваться вспомогательный материал также на основе металла, иначе говоря, дефекты следует устранять только пайкой.

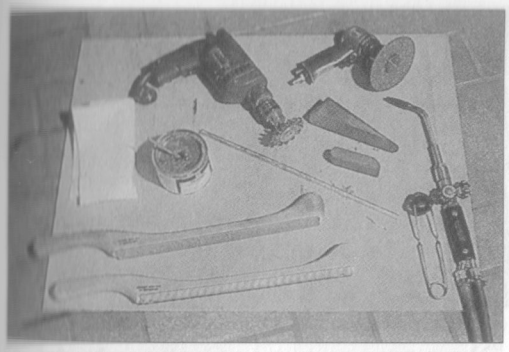


Рис. 3.108. Инструмент и вспомогательные материалы, используемые для пайки кузова

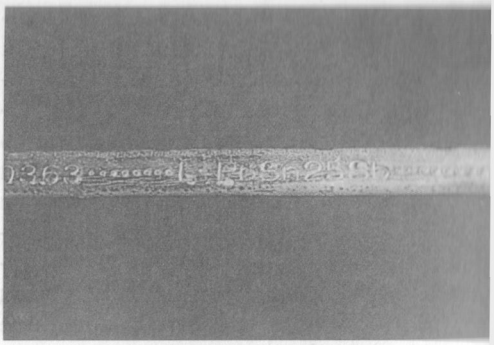


Рис. 3.109. Тарировочная линейка для сплава олова

Для пайки нужны следующие инструменты и вспомогательные материалы (рис. 3.108):

- вращающаяся проволочная металлическая щетка и шлифовальная машинка;
- горелка для газовой сварки с соплом диаметром 2 и 4 мм;
- средство защиты деревянных колодок от обгорания;
- комплект деревянных колодок различной формы;
- пастообразная полуда в комплекте с кисточкой;
- припой (25%-ное заливочное олово);
- ветошь из хлопчатобумажной или льняной ткани (присутствие синтетических волокон и свободных ниток недопустимо);
- напильник.

Назначение отдельных инструментов и вспомогательных материалов требует пояснения.

Припой. Основными компонентами припоя являются свинец и олово, смешанные в определенном соотношении. Смеси придают форму прутка. Температурный диапазон использования и его верхний предел определяются содержанием олова, которое может колебаться от 2 до 30 %. Однако в практике ремонта кузовов особыми преимуществами обладает состав, которому отвечает 25%-ное содержание олова, которое определяют с помощью тарировочной линейки (рис. 3.109). Переход из твердого состояния в жидкое происходит в широком температурном интервале. При соответствующей температуре сплав приобретает тестообразную консистенцию и очень легко принимает любую заданную форму. При содержании 25 % олова температура, допускающая возможность его использования для лужения, находится в диапазоне 186–260 °С. Такой материал имеет маркировку L-Pb Sn 25 Sb, где: L — припой; Pb — свинец; Sn — олово; 25 — содержание олова (25 %); Sb — сурьма.

Комплект деревянных колодок. Необходимую форму тестообразному олову придают с помощью деревянных колодок (рис. 3.110). Поскольку элементы кузова могут иметь самую разнообразную конфигурацию, колодки, входящие в состав комплекта, обладают различной формой, что упрощает процесс разравнивания жидкого олова. Колодки бывают изготовлены из древесины бука, боярышника или пальмы. В комплект обычно входят 5–6 колодок различной конфигурации.

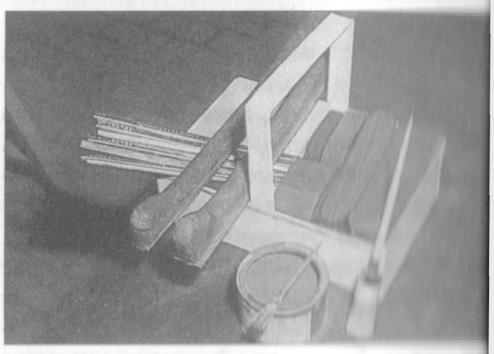


Рис. 3.110. Металлический ящик с принадлежностями для пайки кузова

Средство защиты деревянных колодок от обгорания. Деревянные колодки во время формования горячего олова могут обгореть, а расплавленный металл может к ним прилипнуть. Чтобы избежать этих нежелательных явлений, колодки хранят в специальной жидкости, которая препятствует их обгоранию и предупреждает налипание олова. Хорошим защитным эффектом обладают пчелиный воск (довольно дорогое средство), моторное масло или парафин.

Пастообразная полуда. Полуда предназначена для обеспечения прочного сцепления припоя с поверхностью кузова. Чтобы перевести пасту в рабочее состояние, ее следует разогреть. В полуде содержится флюсующая добавка, которая при достижении рабочей температуры начинает выделяться из основного состава, окрашивая его в кофейный цвет, что служит свидетельством, что рабочая температура достигнута.

Ветошь из хлопчатобумажной или льняной ткани. Прежде чем приступить к нанесению припоя, следует протереть поверхность, чтобы удалить выделившуюся флюсующую добавку, для чего используют ветошь из натуральных тканей. Присутствие в ветоши искусственных волокон недопустимо, иначе при контакте с горячей флюсующей добавкой они загорятся, и продукты сгорания загрязнят поверхность, препятствуя нормальной адгезии припоя. Аналогичная проблема может возникнуть, если в ветоши имеются свободные нитки.

Вращающаяся проволочная щетка и шлифовальная машинка. Прежде чем приступить к нанесению полуды, поверхность кузова с помощью этих инструментов шлифуют до блеска. Шлифовку поверхности производят и после нанесения припоя. В этом случае, однако, следует использовать лишь низкооборотные шлифующие устройства, поскольку металлическая пыль, содержащая свинец, очень опасна для здоровья.

Пайку поверхности кузова осуществляют так. Выправленную поверхность, включая прилегающую неповрежденную зону шириной около 50 мм, шлифуют вращающейся проволочной щеткой или шлифовальной машинкой до металлического блеска (рис. 3.111). Благодаря расширению области шлифования, обеспечивается отсутствие ступенек на границе перехода от луженой к неповрежденной поверхности кузова.

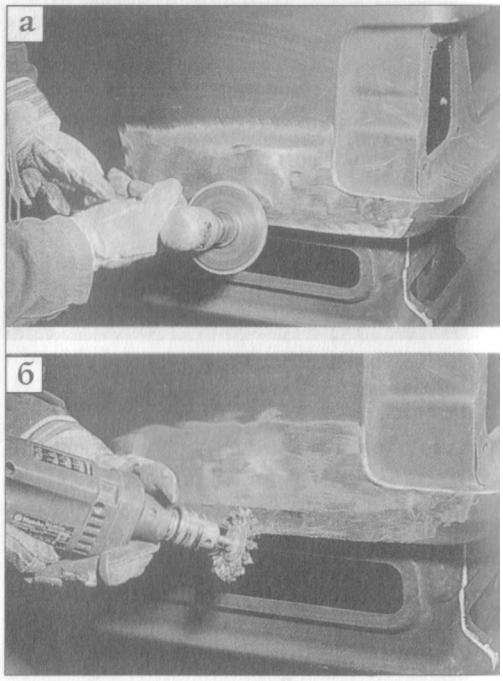


Рис. 3.111. Обработка поверхности шлифовальным диском (а) и проволочной щеткой (б)

На отшлифованную поверхность кисточкой наносят пастообразную полуду (рис. 3.112). Равномерно разогревают пасту горелкой для газовой сварки, перемещаясь от краев к середине (рис. 3.113). Ацетилен при настройке горелки следует подавать в избыточном количестве, чтобы получить светло-голубое пламя длиной около 5 см. По мере разогрева полуда начнет приобретать кофейный цвет, обусловленный «всплыванием» флюсующей добавки. Как только вся разогреваемая поверхность станет такого цвета, ее протирают чистой ветошью (рис. 3.114), в результате чего поверхность должна приобрести серебристый блеск.

Теперь можно приступить к непосредственному нанесению припоя. Конец прутка припоя разогревают одновременно с поверхностью кузова. Как только сплав

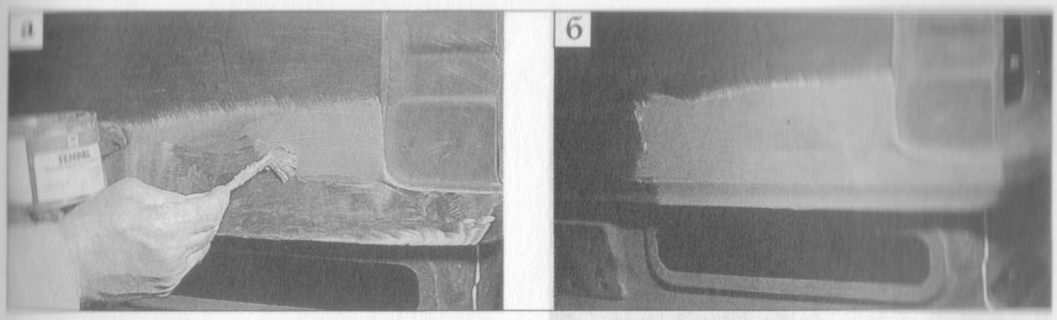


Рис. 3.112. Нанесение пастообразной полуды (а) и вид поверхности после окончания процесса (б)

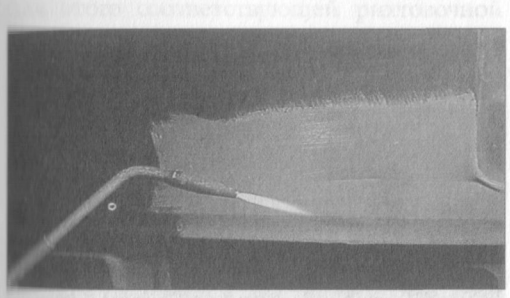


Рис. 3.113. Нагрев пламенем сварочной горелки

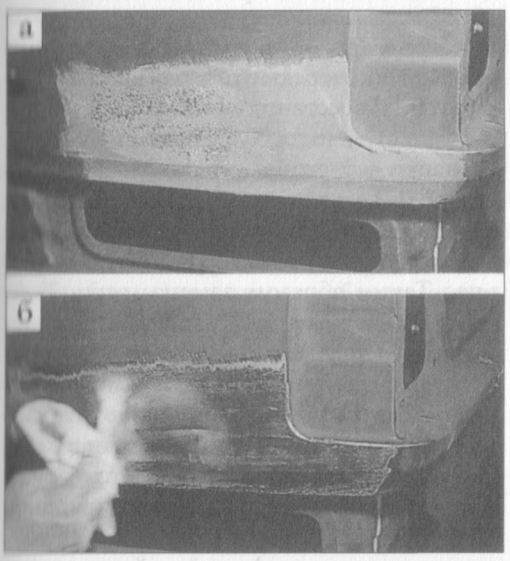


Рис. 3.114. Протирка обрабатываемой поверхности ветошью из натуральных материалов. Вид поверхности в начале (а) и в конце (б) процесса

приобретет тестообразную консистенцию, конец стержня прижимают к обрабатываемой поверхности (рис. 3.115). Эту операцию повторяют до тех пор, пока все имеющиеся на поверхности углубления не окажутся заполнены припоем.

Припой для равномерного распределения и уплотнения разравнивают деревянной колодкой (рис. 3.116), одновременно поддерживая его в расплавленном состоянии сварочной горелкой. Необходимо учитывать, что слишком большой подвод тепла приведет к стеканию припоя, а слишком слабый не позволит его разгладить. Именно в этой ситуации проявляет себя преимущество использования 25%-ной полуды, которая пребывает в расплавленном состоянии в очень широком температурном интервале.

После того как поверхности кузова придали надлежащую форму, ее необходимо охладить, однако к резкому охлаждению прибегать не следует. Далее нужно выровнять ее напильником (рис. 3.117). При этом важно позаботиться о том, чтобы переход к неповрежденной поверхности был незаметен (рис. 3.118). Итак, лужение можно считать завершенным, далее следует подготовить поверхность к окрашиванию.

При пайке необходимо использовать средства индивидуальной защиты: защитные очки, перчатки, средства защиты дыхательных путей (фильтр типа P2).

Кроме того, должны соблюдаться следующие правила техники безопасности:

- во время работы не допускается есть, пить и курить;
- по окончании работы следует тщательно вымыть руки.

Опилки, содержащие ядовитый свинец, подлежат утилизации согласно соответствующим нормам охраны окружающей среды.

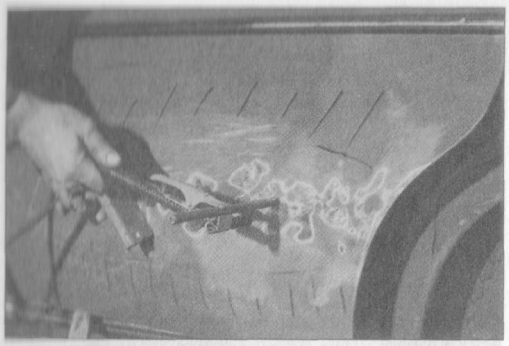


Рис. 3.122. Устранение вспучивания с помощью угольного электрода

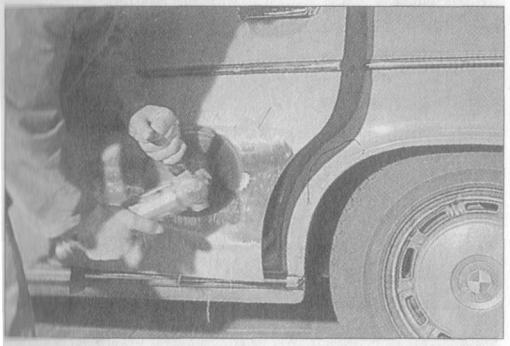


Рис. 3.123. Подготовки поверхности к окрашиванию шлифованием диском зернистостью Р80 (глубина микронеровностей должна быть не более 15 мкм)

димо ощупать и найти центр: ему соответствует самое пластичное место, которое при сильном нажатии мгновенно возвращается в нормальное положение. Тщательное исследование выровненной поверхности позволяет обнаружить несколько таких вспучиваний. Используя угольный электрод (рис. 3.122), следует спиралеобразно прогреть каждый из этих неустойчивых участков поверхности от его края к центру и тотчас охладить. Если повторить эту процедуру несколько раз, вся восстановленная поверхность станет устойчивой.

Поскольку выправленная описанным способом поверхность имеет минимальную неровность, необходимость в ее лужении отсутствует. Поверхность может быть сразу же обработана шлифовальной машинкой с переменным углом шлифовки (рис. 3.123), благодаря чему она будет приведена в состояние, пригодное для окрашивания. Прежде чем окрасить поверхность, ее следует зашпатлевать. Хотя шпатлевание и предусматривается технологией работ жестянщика, тем не менее опыт показывает, что лучше, если эту работу выполнит маляр.

Прежде чем установить обшивку двери, следует восстановить внутреннюю антикоррозионную защиту. Из-за ударов рихтовочной подложкой и контропорой на внутренней поверхности панели двери обнажился металл. Соответствующие места нужно обезжирить, загрунтовать и закрасить краской из аэрозольной упаковки. Далее следует наклеить изолирующий мат. Последней операцией является консервация полого объема двери. Прежде чем наклеить внутреннюю полимерную пленку, защищающую от проникновения дождевой воды, следует прочистить отверстия для стока водяного конденсата, находящиеся в основании двери.

Глава 4

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВА ЗАМЕНОЙ ДЕТАЛЕЙ

Для полной замены какой-либо детали кузова необходимо разъединить все ее сварные соединения и приварить взамен новую деталь. Из технологии производства кузовов известно, что отдельные детали кузова сначала сваривают в небольшие узлы, которые затем соединяют сваркой в общую конструкцию. В связи с этим во многих случаях к краю какой-либо детали кузова оказываются приварены сразу несколько других деталей. Кроме того, в процессе изготовления кузова могут привариваться дополнительные усиливающие элементы. Хотя, например, боковина легкового автомобиля и представляет собой наружный элемент кузова, непосредственный доступ возможен не ко всем сварным швам этого элемента, поскольку сверху к нему обычно приваривают панель крыши или заднюю стенку. Если попытаться заменить боковину, предварительно разъединив сварные швы, на это потребуется слишком много времени. На рис. 4.1 представлены кузов с вырезанной боковиной и порогом, типы фиксирующих клещей и примеры их использования при закреплении деталей за различные профили кромок.

Что произойдет, если заменить часть комплектного узла кузова, не нарушая оригинальные сварные швы? Все элементы кузова рассчитываются на прочность с помощью компьютера. Поэтому произвольное удаление и последующее соединение какой-либо части кузова недопустимо, ибо несущая способность в месте отсоединения может уменьшиться. Места отсоединения, где такой способ восстановления можно произвести без ущерба для прочности кузова, должны быть четко указаны изготовителями автомобиля. При наиболее простом способе присоединения новых деталей кузова соединением встык потенциальные возможности данного способа восстановления были бы быстро исчерпаны. Поэтому в зависимости от несущей способности той или иной детали кузова используются различные варианты соединения деталей.

Соединение кромок деталей встык. Несущая способность деталей из тонкого кузовного листа, сваренных встык, ограничена, поэтому такой способ соединения используется редко, например для крепления внешних панелей кузова (рис. 4.2), капота или крышки багажника. Недостатком данного способа сварки является необходимость тщательной подготовки места стыка: изготовление надежного сварного шва при приваривании новой детали кузова требует соблюдения точного зазора между стыкуемыми кромками. Кроме того, валик сплошного сварного шва наружных панелей кузова должен быть тщательно выровнен, что требует большой отделочной работы. Следует учитывать и возможное коробление тонкого листового материала детали, обусловленное его разогревом при сварке. В связи с этим описываемый способ применяется довольно редко. Типичными примерами использования стыковой сварки служат толстые детали или места со сложной конфигурацией свариваемых деталей.

Соединение деталей внахлест (рис. 4.3). Такое соединение обеспечивает увеличение прочности по сравнению с первоначальной, поэтому необходимость в создании сплошного сварного шва отсутствует: зачастую вполне достаточно сварки электрозаклепкой через соответствующие отверстия в верхнем листе, благодаря чему значительно сокращается объем отделочных работ и исключается обусловленное разогревом коробление близкорасположенных поверхностей кузова. При сварке внахлест требуется определенное время для предварительного

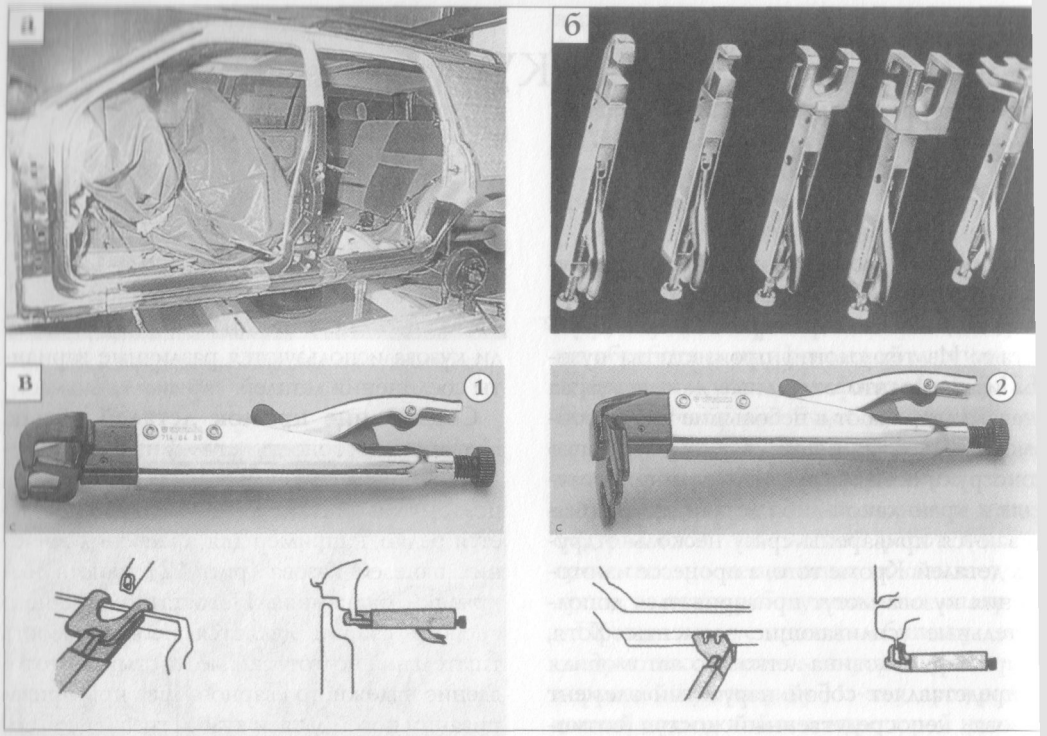


Рис. 4.1. Отрезаемые боковина и порог (а); виды клещей для фиксации заменяемых деталей (б); примеры использования клещей при сварке деталей способом электрозаклепок (в):
1 — тип LL — фиксация фланцев порогов, колесных ниш, облицовки крыши, боковин и др. сложных U-образных профилированных элементов;
2 — тип W — фиксация фланцев между пазами проемов дверей, боковин и др. фланцованных поверхностей

рихтования кромки оставляемой части элемента кузова. Зато отпадает необходимость в точном раскрое листового материала, так как небольшой зазор между отрихтованной кромкой и краем нового элемента устраняется благодаря последующей пайке. Труднее произвести рихтовку кромки в местах со сложным профилем. Поэтому в таких местах новую деталь зачастую приваривают встык к не подлежащему замене элементу кузова и, таким образом, прибегают к комбинированию соединений внахлест и встык (рис. 4.4). Как сказано выше, сваривание внахлест приводит к увеличению несущей способности элемента по сравнению с первоначальным состоянием. Поэтому такой способ соединения может быть использован не везде. В частности, если его применить при восстановлении зон безопасности (см. подразд. 2.1), то это приведет к нежела

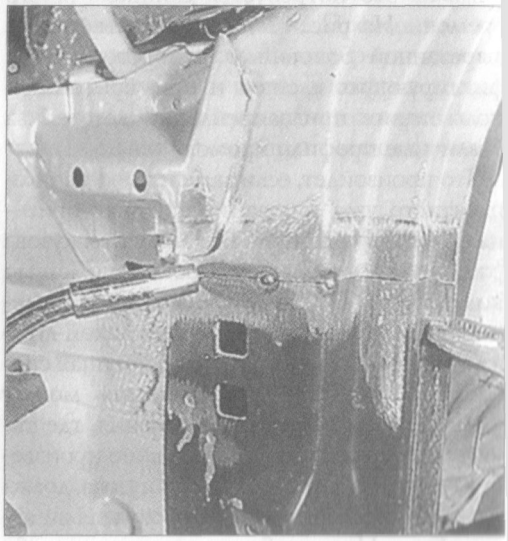


Рис. 4.2. Соединение деталей встык сваркой электрозаклепками в среде защитного газа по отверстиям

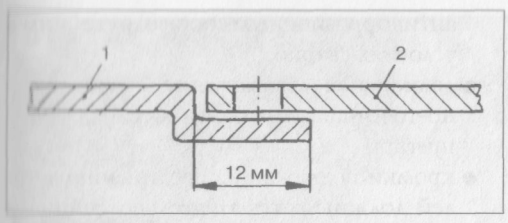


Рис. 4.3. Соединение кромок деталей кузова внахлест: 1 — остающаяся деталь; 2 — новая деталь кузова

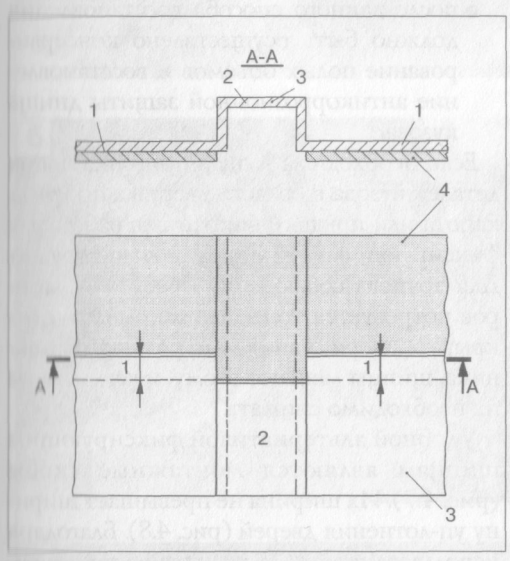


Рис. 4.4. Комбинированное соединение новой детали (3) с оставшимся элементом кузова (4): встык — по поверхности 2; внахлест — по поверхности 1

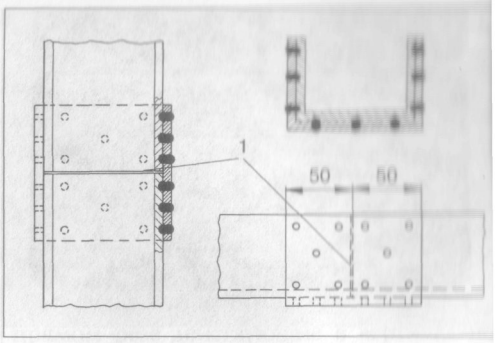


Рис. 4.5. Установка усилительной накладки снаружи при соединении U-образного профиля встык: 1 — сварка сплошным швом (раньше это был общепринятый способ восстановления, однако в настоящее время некоторые изготовители автомобилей им не пользуются)

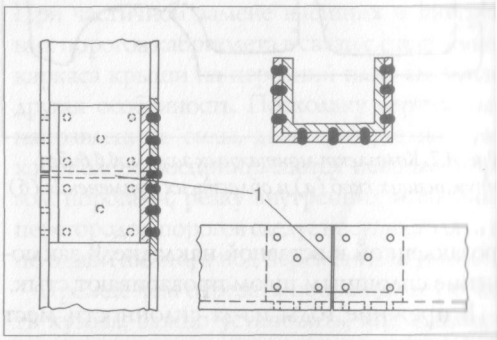


Рис. 4.6. Установка усилительной накладки внутри при соединении U-образного профиля встык: 1 — сварка сплошным швом (почти не используется, как и соединение на рис. 4.5)

тельному усилению воздействия аварийной нагрузки на каркас салона автомобиля при наезде на препятствие.

Комбинирование соединения с использованием дополнительной накладки. Такой способ соединения используется при восстановлении профилированных несущих элементов кузова, изготовленных из листовой стали толщиной около 2 мм. Создание фланцев по кромкам соединяемых элементов в этом случае требует применения слишком большого усилия или вообще оказывается невозможным. Поэтому в дополнение к простой стыковке снаружи (рис. 4.5) или изнутри (рис. 4.6) приваривают накладку U-образного профиля. Данная технологическая операция поясняется на примере лонжерона с U-образным замкнутым профилем.

Если дополнительная накладка располагается снаружи (см. рис. 4.5), сначала проваривают стык старой и новой деталей. Затем сверлят накладку в нескольких точках и соединяют оба элемента лонжерона электрозаклепкой. Во втором случае (см. рис. 4.6) сначала подрезают торцы старой и новой деталей, затем изготавливают U-образную дополнительную накладку, которую помещают внутрь. Перекрытие обеих соединяемых деталей должно составлять не менее 50 мм. Затем, просверлив отверстия в нескольких местах на боковых ребрах и основной поверхности обоих элементов лонжерона, осуществляют их приваривание элект

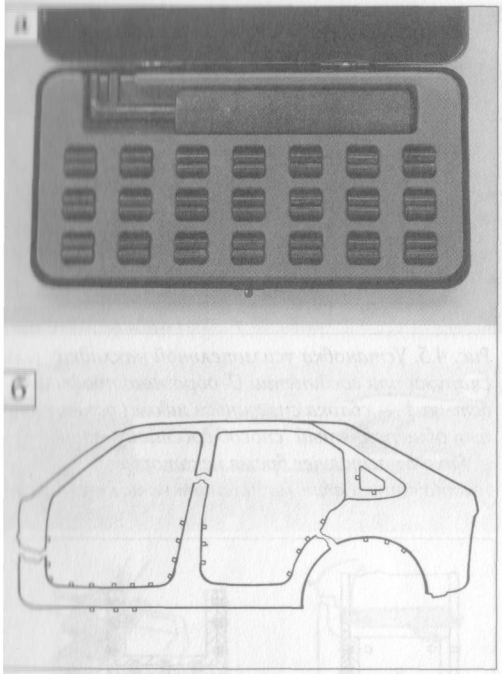


Рис. 4.7. Комплект монтажных зажимов в виде пружинящих скоб (а) и область их применения (б)

розаклепкой к вставной накладке. В заключение сплошным швом проваривают стык.

В прежние годы из-за склонности мест соединения к коррозии против этого способа восстановления выдвигались серьезные возражения: примерно через пару лет ржавчина в этих местах пробивалась через лакокрасочное покрытие наружу. Это происходило потому, что зона нахлеста не подвергалась антикоррозионной обработке. К тому же использовали газовую сварку, что сопровождалось окислением шва и снижением его упругости. Возникала жесткая переходная зона от шва к более упругому листовому материалу, которая обладала повышенной хрупкостью. Острые края соединяемых деталей кузова выступали наружу и нарушали лакокрасочное покрытие.

В связи с этим качественное восстановление кузова таким способом может быть выполнено лишь при соблюдении следующих требований:

- место соединения внахлест перед сваркой необходимо покрыть антикоррозионным составом, стойким в условиях сварки;
- должна использоваться только контактно-точечная или электросварка в защитной среде;
- кромки подлежащих соединению деталей должны быть тщательно очищены от заусенцев;
- область соединения сваркой должна быть подвергнута лужению;
- после данного способа восстановления должно быть осуществлено консервирование полых объемов и восстановление антикоррозионной защиты днища кузова.

Если необходима точная пригонка новых деталей кузова в области дверных проемов, капота или крышки багажника, работать с фиксирующими щипцами очень трудно. Для точного соблюдения требуемых зазоров потребуется то и дело закрывать и открывать двери, капот или крышку багажника, щипцы мешают этому, и каждый раз их необходимо снимать.

Удобной альтернативой фиксирующим щипцам являются монтажные скобы (рис. 4.7). Их ширина не превышает ширину уплотнения дверей (рис. 4.8). Благодаря использованию монтажных скоб пригоночная работа может быть выполнена без особых затруднений. После точной установки зазоров и окончательной сварки скобы легко удаляются специальным съемником. Существуют монтажные скобы для крепления свариваемых кромок нескольких (от двух до четырех) деталей.

4.1. НАПРАВЛЕНИЕ РЕЗА

Автомобилестроители обычно составляют схему, на которой указывают зоны (рис. 4.9, а) возможного отрезания при восстановлении деформированного кузова, предоставляя жестянщику возможность сравнить фактическую картину деформации кузова с этой схемой и определить линии предстоящего реза. При этом требует безусловного выполнения следующее правило: рез должен осуществляться в наиболее узком месте и иметь кратчайшую длину.

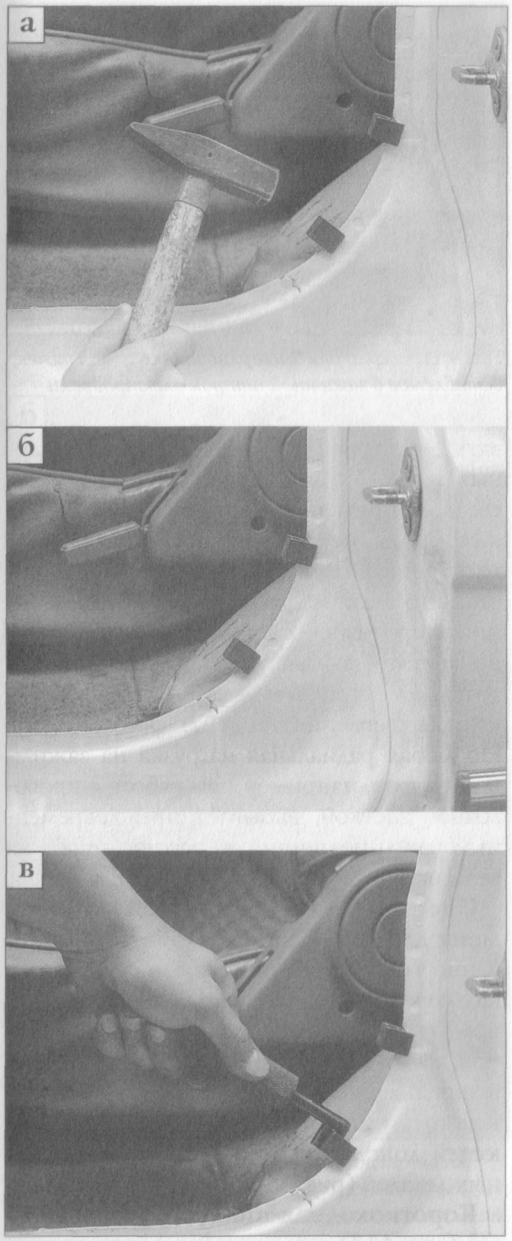


Рис. 4.8. Использование монтажных скоб для фиксирования соединяемых элементов кузова: а — установка скоб молотком; б — скоба в рабочем состоянии; в — снятие скобы с помощью специального съемника

элементам наружной обшивки большой площади, поскольку его соблюдение позволяет сократить затраты, связанные с окончалючение из этого правил составляют резы, которые должны быть произведены на элементах несущей части кузова. Для максимального сохранения прочности несущей части кузова соответствующие резы чаще всего бывают скошенными, а иногда (например, в области порогов кабриолета) ступенчатыми (рис. 4.9, б).

Почему скошенный или ступенчатый рез обеспечивает сохранение прочности? При прямом резе действующие в вертикальном направлении нагрузки будут полностью восприниматься сварным швом. В случае скошенного или ступенчатого реза новая деталь кузова получает возможность опираться через сварной шов на расположенный внутри незамененный элемент кузова (рис. 4.10). При частичной замене внешних и внутренних порогов кабриолета в связи с отсутствием каркаса крыши на передний план выступает другая особенность. Поскольку вертикально направленные силы, действующие на кузов кабриолета, воспринимаются главным образом порогами, резку внутренних и внешних перегородок порогов следует осуществлять не по одной линии, а под переменным углом.

Прежде чем отрезать поврежденную часть кузова, важно установить, как выглядит новая деталь и элементы кузова, находящиеся позади заменяемой детали. Благодаря этому можно избежать следующих недоразумений:

- прорезания задней перегородки элемента кузова с двойной стенкой;
- случайного прорезания усилительного элемента;
- чрезмерной обрезки сохраняемой и новой деталей кузова.

Если известно, что с обратной стороны подлежащего замене элемента кузова приварен усиливающий элемент, нужно попытаться отыскать на поверхности заменяемой детали соответствующие точки сварки, которые должны быть высверлены в первую очередь.

В практике восстановления кузова заменой деталей хорошо зарекомендовали себя четыре следующих инструмента:

- сверло, вставляемое в зажимной патрон электродрели и предназначенное для высверливания сварных точек;

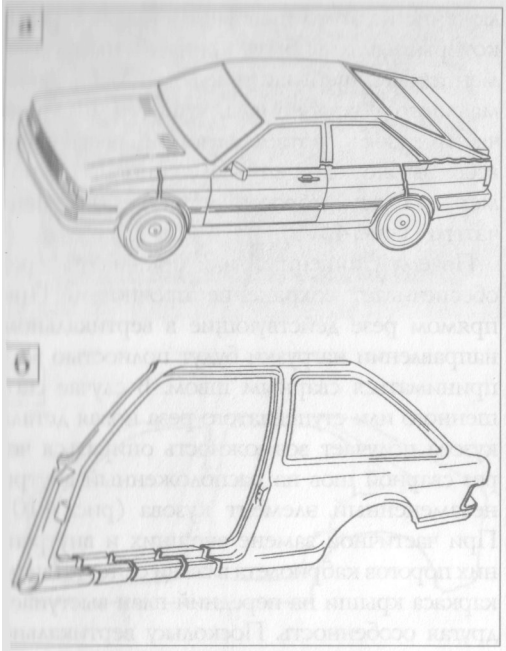


Рис. 4.9. Возможные зоны резки кузова, установленные изготовителем автомобиля (а); косой и ступенчатый рез порога (б)

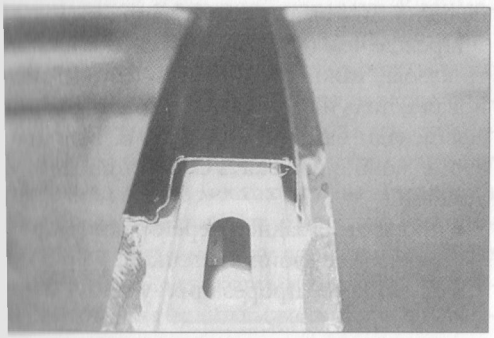


Рис. 4.10. Расположение внутренних и наружных элементов кузова

- специальный фрезерный инструмент для удаления сварных точек;
- короткоходная пила для резки кузова;
- вибрационная (маятниковая) пила для резки кузова.

Каждый из перечисленных инструментов имеет специфическую область применения, в которой наиболее полно проявляются те или иные его преимущества.

Сверло, вставляемое в патрон электродрели (рис. 4.11), очень удобно использовать для устранения любых доступных сварных точек. По сравнению со спиральным сверлом применение специального сверла или фрезы не требует предварительного раскернивания сварной точки. Предполагается, что электродрель работает без пульсации, в противном случае не будет обеспечено достаточно быстрое удаление сварной точки. Электродрель удобно использовать как для сверления, так и для фрезерования. Но любая радиальная нагрузка на зажимной патрон, например при работе с проволочной щеткой, вызывает преждевременный износ подшипника, рассчитанного на воздействие лишь осевых нагрузок.

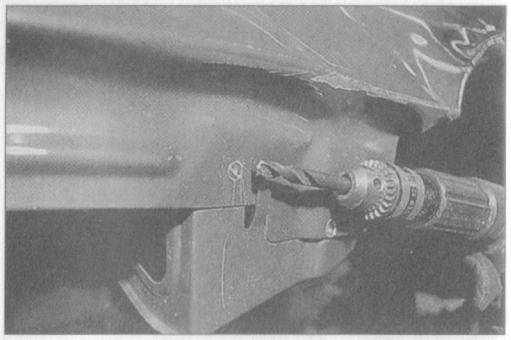


Рис. 4.11. Сверло для высверливания сварных точек, вставляемое в зажимной патрон электродрели

Специальный фрезерный инструмент для удаления сварных точек особенно удобен в тех случаях, когда доступны как передняя, так и обратная стороны сварной точки (рис. 4.12, а, б). Благодаря съемной контропоре и возможности регулирования положения фрезы по высоте, сварные точки могут быть удалены без последующей дополнительной обработки сваренных деталей (рис. 4.12, в).

Короткоходная пила для резки кузова (рис. 4.13) позволяет быстро распилить элемент кузова в самом труднодоступном месте. Ею очень удобно пользоваться, поскольку она легка и обладает небольшой длиной. С ее помощью могут быть выполнены как резы с небольшим радиусом закругления, так и длинные прямые резы. Если полотно пилы случайно наткнется под прямым углом на какое-либо препятствие, это не вызовет его поломки.

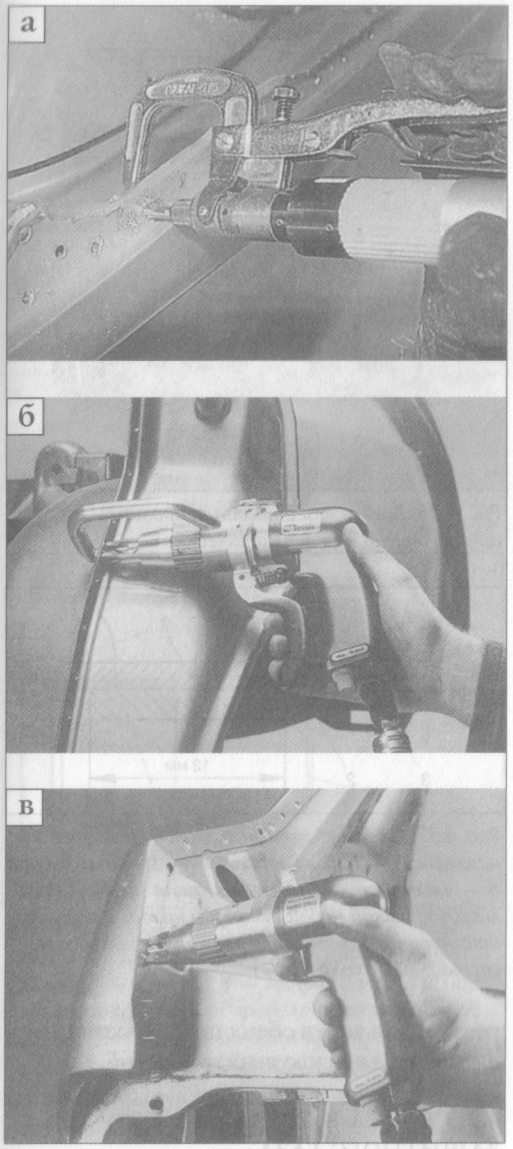


Рис. 4.12. Специальный фрезерный инструмент первого поколения для удаления сварных точек (а); специальный фрезерный инструмент со съемной контропорой для удаления сварных точек (б,в)

Вибрационная (маятниковая) пила (рис. 4.14) снабжена круглым рабочим элементом, который совершает быстрые возвратно-поступательные движения, при этом непосредственный рез производит лишь определенный круговой сегмент. Глубина реза регулируется с точностью до 0,1 мм, поэтому инструмент очень удобно



Рис. 4.13. Короткоходная пила для резки кузова

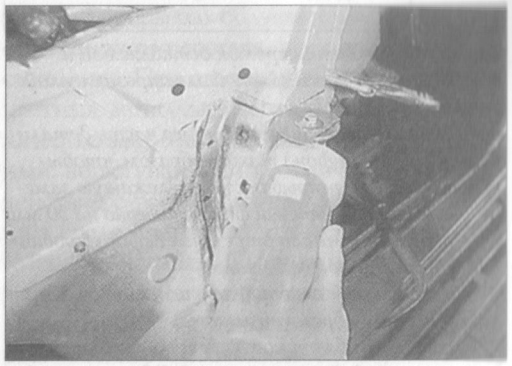


Рис. 4.14. Вибрационная (маятниковая) пила для резки кузова

использовать, когда два элемента кузова располагаются один над другим (например, для разрезания стойки кузова, снабженной усиливающим элементом).

Применять **зубило** в качестве инструмента для рубки деформированных элементов кузова не рекомендуется из-за сильного шума, сопровождающего работу. Кроме того, потребуется дополнительная обработка разъединенных кромок.

Обработка кромок оставшегося и нового элементов кузова (рис. 4.15) осуществляется в несколько последовательных шагов. Прежде всего уточняют место реза. Затем подрезают пилой оставшуюся и новую детали так, чтобы их перекрытие составило около 30 мм. Далее накладывают новую деталь и по ее краю проводят черту на поверхности поврежденной детали, подлежащей замене. Сняв новую деталь, с помощью линейки параллельно первой черте

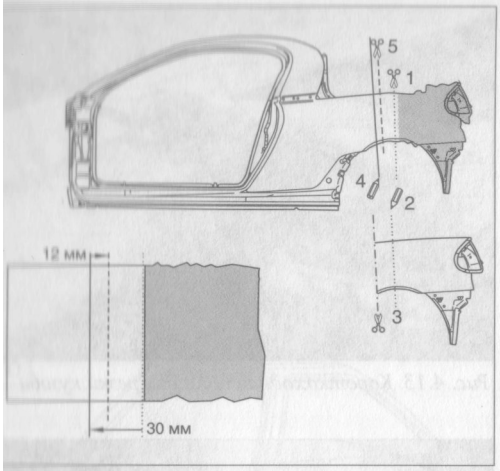


Рис. 4.15. Обработка кромок оставляемой и новой деталей перед сваркой электрозаклепкой автомобиля Opel Tigra:
1 — отрезают деформированную часть детали кузова (темный фон) таким образом, чтобы новая деталь перекрывала не подлежащую замене часть кузова (светлый фон) примерно на 30 мм;
2 — переносят линию отрезания деформированной детали на новую деталь;
3 — отступают от этой черты на новой детали на 30 мм и обрезают лишнее;
4 — устанавливают новую деталь на сварочной поверхности кузова и по кромке новой детали проводят черту на сохраняемой части кузова;
5 — отмеряют на сохраняемой части кузова 12 мм в направлении линии реза деформированной детали и отрезают лишний край;
6 — формуют кромку шириной 12 мм на сохраняемой части кузова

проводят вторую, уменьшив перекрытие о 12 мм. Вторая черта и является линией брезки оставшейся детали.

Формование кромок. Для этого пользуются ручными или пневматическими клещами (рис. 4.16). Как правило, формуют кромку остающейся детали 3 (рис. 4.17) кузова, причем высота перегиба, образуемого отогнутой вниз кромкой, должна соответствовать толщине новой детали. В профилированных местах кромку обрезают так, чтобы обе детали кузова могли быть сварены встык сплошным швом по всему периметру профиля. Иногда необходимо отогнуть кромку новой детали и установить ее под устанавливаемую деталь. Отформованную кромку притягивают к месту сварки само-

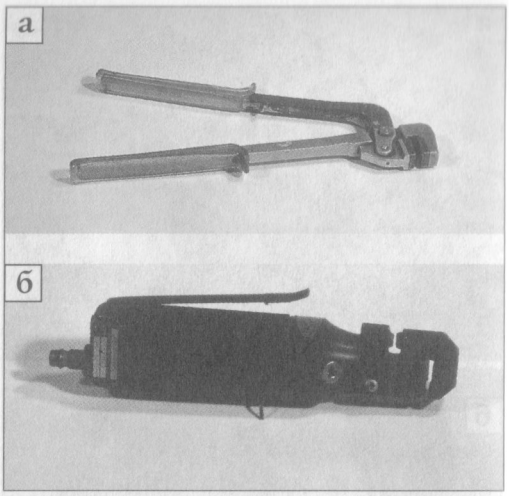


Рис. 4.16. Клещи для отгибания кромок: а — ручные; б — пневматические

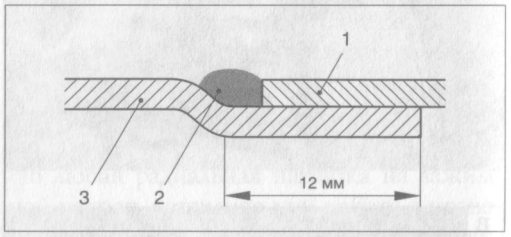


Рис. 4.17. Схема сварки внахлест в среде защитного газа: 1 — новая деталь; 2 — сварочная точка; 3 — часть детали, не подлежащая замене (зазор между кромкой новой детали и нижним радиусом отогнутой кромки оставляемой детали должен составлять около 2 мм)

резами, для чего в обеих поверхностях сверлят несколько сквозных отверстий.

4.2. СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА

Элементы кузовов 90 % изготавливаемых легковых автомобилей соединяют между собой сваркой, причем преобладает сварка в среде защитного газа. Общее число сварных соединений в зависимости от размеров кузова колеблется в интервале 3000–5500, а общая длина сварных швов составляет 0,5–10 м. Несмотря на тенденцию перехода к склеиванию, основным способом при восстановлении кузова остается сварка: в среде защитного газа и контактно-точечная. Газовая и ручная электродуговая свар-

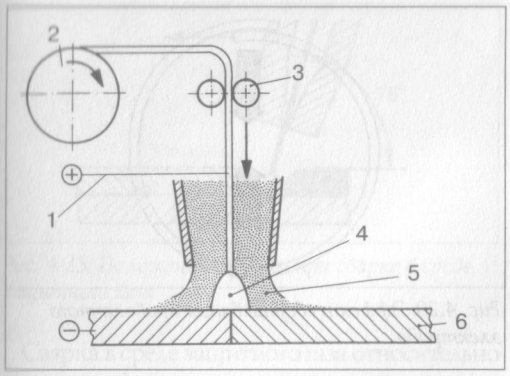


Рис. 4.18. Схема процесса сварки в среде защитного газа: 1 — электрод; 2 — катушка с проволочным электродом; 3 — механизм подачи проволочного электрода; 4 — электрическая дуга; 5 — защитный газ; 6 — деталь

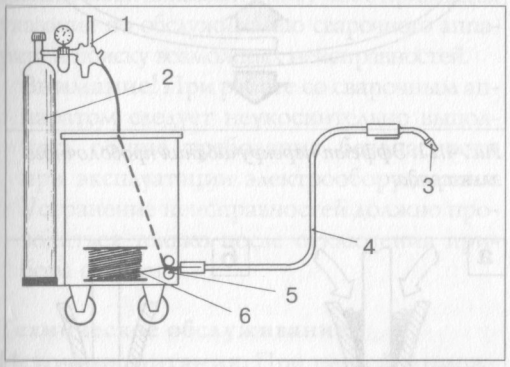


Рис. 4.19. Схема аппарата для сварки в среде защитного газа: 1 — редуктор; 2 — газовый баллон; 3 — горелка; 4 — направляющий шланг; 5 — механизм подачи проволочного электрода; 6 — катушка с проволочным электродом

ки не используются, поскольку при этом к деталям кузова подводится столь большое количество тепла, что может произойти коробление детали и плавление металла.

Принцип сварки в среде защитного газа (рис. 4.18) состоит в том, что между проволочным электродом и металлической поверхностью кузова горит высокотемпературная электрическая дуга. Это сопровождается плавлением как электрода, так и поверхности детали в точке ее контакта с дугой. Капли расплавленного электрода стекают на поверхность детали и соединяются с расплавленным металлом кузова. После охлаждения образуется сварной шов.

Механизм подачи равномерно перемещает проволочный электрод к поверхности детали и обеспечивает непрерывное протекание процесса сварки, который прекратится лишь при отключении питания или чрезмерном увеличении длины дуги.

Использование защитного газа обусловлено следующим. Металл в расплавленном состоянии без защитного газа немедленно вступает во взаимодействие с кислородом воздуха и прочими содержащимися в окружающей атмосфере соединениями, что приводит к увеличению хрупкости и загрязнению зоны сварки. Поэтому расплав металла непрерывно обдувается потоком газа определенного состава, предотвращающего окисление. При свариваний легких сплавов, цветных металлов и специальных сталей в качестве защитного газа применяют инертный, не вступающий в химическое взаимодействие с расплавленным металлом. Сварку в среде инертного газа обозначают MIG (Metall—InertGas). Слово «инертный» означает отсутствие реакционной способности. При сварке углеродистых сталей (из которых обычно изготовлен кузовной лист) функцию защитного газа выполняет углекислый газ (CO_2) или его смесь с инертным газом — аргоном. Поскольку в этом случае речь идет об использовании химически активного защитного газа, такой способ сварки называют MAG (Metall—AktivGas).

Основные узлы аппарата для сварки в среде защитного газа показаны на рис. 4.19. Главными параметрами, определяющими процесс сварки, являются напряжение электрического тока, скорость подачи проволочного электрода и расход газа.

Приводим некоторые указания относительно подачи защитного газа и сварочной проволоки.

- Регулирование расхода защитного газа редуктором не означает, что количество газа, проходящего через горелку, будет в точности соответствовать установленному посредством редуктора значению этого параметра. Фактический расход газа определяют по установленной на горелке измерительной трубке. Для определения требуемой подачи газа рекомен-

дуется следующее: если диаметр проволочного электрода составляет 0,8 мм (электрод такой толщины обычно используют при сварке кузова), расход газа должен составлять 8—10 л/мин.

- Подача проволочного электрода к горелке должна быть непрерывной. Внезапное прекращение подачи вызовет прожигание, то есть образование отверстия в металле кузова. Надежное функционирование механизма подачи зависит от того, как ведет себя проволочный электрод при разматывании катушки. Так, например, он может образовывать кольца слишком малого диаметра. Чтобы убедиться в отсутствии этого, следует отрезать кусок электродной проволоки длиной около 1 м и положить на ровную поверхность. Диаметр свернутого кольца должен быть не менее 30 см, в идеальном случае 45—50 см. Эффект свертывания проволочного электрода (рис. 4.20) обозначают термином Cast (англ.).
- Другой возможной причиной нарушения подачи проволочного электрода может оказаться эффект перекручивания (рис. 4.21) Helix (англ.). Это означает, что концы куска электрода, уложенного на ровную поверхность, приподнимаются, причем один конец оказывается выше другого. Такой электрод плохо перемещается по направляющему шлангу, вследствие чего возможно кратковременное прекращение его подачи.
- Для повышения коррозионной стойкости и улучшения скольжения через горелку проволочный электрод часто покрывают медью. Но, к сожалению, медное покрытие имеет склонность к отслаиванию, что приводит к накапливанию отслоившихся чешуек меди в воронкообразной направляющей горелки (рис. 4.22, а) и заклиниванию проволочного электрода (рис. 4.22, б). В таких случаях приходится менять горелку, а иногда и направляющий шланг. Использование неомедненных коррозионно-устойчивых проволочных электродов позволяет избежать указанной проблемы.

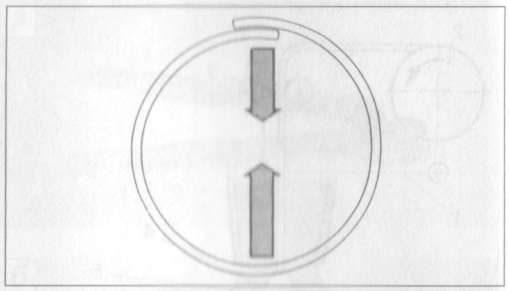


Рис. 4.20. Эффект свертывания проволочного электрода

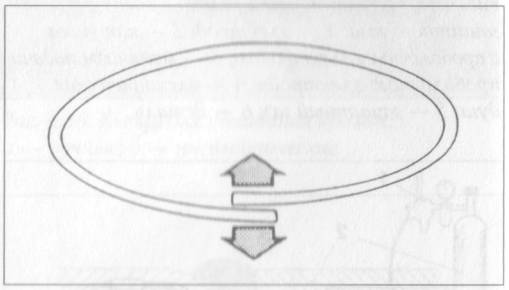


Рис. 4.21. Эффект перекручивания проволочного электрода

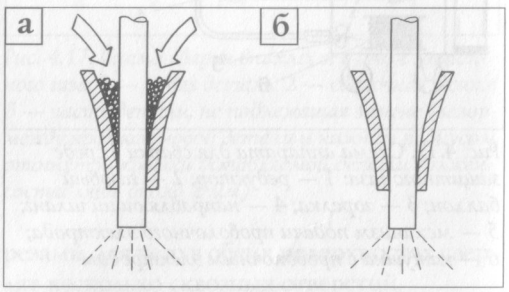


Рис. 4.22. Накапливание меди в воронкообразной направляющей (а) и заклинивание электрода в горелке (б)

Качество сварного шва при электрической сварке в защитной среде в значительной степени зависит от положения горелки (рис. 4.23). Для сваривания элементов кузова направление сварки должно быть справа налево, горелку следует держать под углом около 75° к горизонтали, расстояние между горелкой и поверхностью детали должно примерно в 8 раз превышать диаметр проволочного электрода

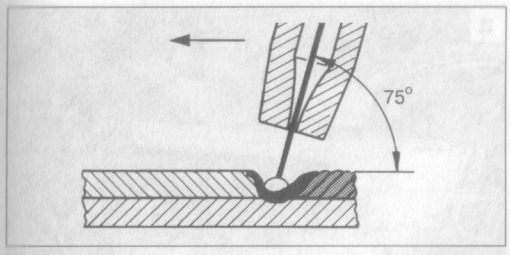


Рис. 4.23. Положение горелки при сварке в среде защитного газа

Сварка в среде защитного газа относительно проста и обеспечивает надежное соединение деталей кузова. Сварочное оборудование следует регулярно подвергать техническому обслуживанию. Если тем не менее возникают проблемы, большинство из них могут быть решены самим пользователем. Ниже приведены указания по обслуживанию сварочного аппарата и поиску возможных неисправностей.

Внимание! При работе со сварочным аппаратом следует неукоснительно выполнять общие требования безопасности при эксплуатации электрооборудования. Устранение неисправностей должно проводиться только после отключения прибора от сети!

Техническое обслуживание

Источник питания. При первой возможности следует удалять загрязнения, чтобы предотвратить электрический пробой и улучшить условия теплоотдачи.

Механизм подачи проволочного электрода. Необходимо ежедневно удалять продукты износа, контролировать степень износа и точность регулировки направляющих роликов механизма подачи проволоки.

Направляющий шланг. Шланг следует разматывать непосредственно перед сваркой. Необходимо постоянно контролировать надежность присоединения шланга к сварочному аппарату и горелке, проверять состояние наружной поверхности шланга.

Газовое сопло. Следует удалять отложения металла.

Токопроводящий мундштук. Необходимо проверять наличие отложений меди и при заклинивании проволоки производить

Направляющая спираль. Следует уд
лять возможные загрязнения и при необх
димости производить замену.

Возможные неисправности и их причины

Сварочный аппарат не функционирует. Сработала защита на общем вводе электр питания, перегорел предохранитель апп рата, неисправен провод или штепсельн разъем, нарушено заземление.

Не функционирует привод механизм подачи проволочного электрода. П регорел предохранитель привода, регул тор подачи установлен в нулевое положе ние, неисправен приводной электродвиг тель.

Привод механизма подачи проволоч ного электрода функционирует, но св рочный ток отсутствует. Неплотны контакт заземляющего провода с соответст вующего вывода, неисправны заземляющи провод или горелка, сработала защита от п регрузки.

Неравномерная подача проволочно электрода. Эффект свертывания или пер кручивания электрода, слишком высоко или слишком низкое давление прижим обратного ролика, забивка токопроводящ го мундштука или направляющей спирал перегиб направляющего шланга.

Прерывистая подача тока. Неплотны контакт заземляющего провода с соответст ющим выводом, слишком велико или загр нено отверстие токопроводящего мундштук

Пористый сварной шов. Неправил ный порядок сварки, неравномерная подач электрода, загрязнена поверхность детал слишком сильная воздушная тяга наруша подачу защитного газа, засорилось газово сопло, недостаточная подача газа (пустой г зовый баллон или негерметичны соответ вующие присоединения), неправильно р регулирован расход газа.

4.3. КОНТАКТНО-ТОЧЕЧНАЯ СВАРКА

В основу контактно-точечной сварки поло жен физический принцип, согласно которо му пропускание электрического тока чер

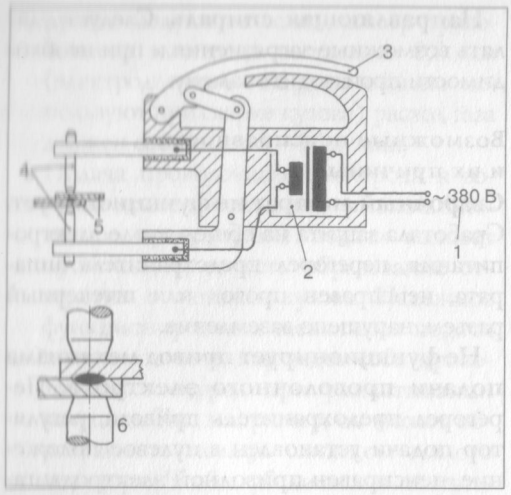


Рис. 4.24. Принципиальное схематическое изображение клещей для контактно-точечной сварки и сварной точки:
1 — источник напряжения 380 В;
2 — трансформатор;
3 — рычаг для прижима электродов;
4 — электроды;
5 — свариваемые детали;
6 — сварная точка

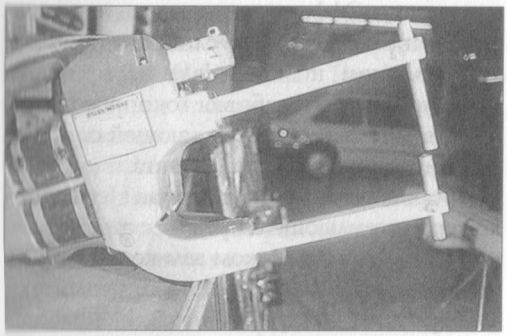


Рис. 4.25. Регулировка положения электродов

Практическая реализация этого принципа такова (рис. 4.24). В состав электрической цепи входит пара контактов, которые могут быть быстро разомкнуты специальным рычажным механизмом. Этот механизм позволяет зажать между контактами свариваемые листы металла. Для того чтобы создать повышенное сопротивление протеканию тока, поверхность перехода от электрода к внешним сторонам листов должна быть очень мала, поэтому примыкающие к листам электроды имеют закругленные или конусообраз-

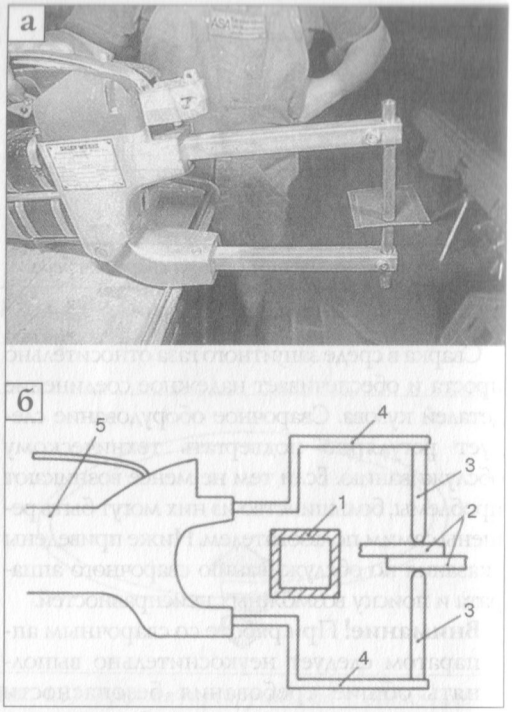


Рис. 4.26. Регулировка величины сжимающего усилия при контрольной точечной сварке (а); создание индуктивного сопротивления при контрольной точечной сварке (б): 1 — профилированная деталь кузова, например, элемент порога; 2 — соединяемые детали кузова; 3 — электроды; 4 — электрододержатели; 5 — сварочные клещи

ные торцы. Если электроды сильно сжать, цепь замкнется и по ней потечет электрический ток. Из-за высокого сопротивления прохождению тока листы металла разогреются столь сильно, что произойдет их сваривание. После этого подачу тока прекращают и сваренные заготовки охлаждают.

Сварочные клещи, несмотря на то что они довольно тяжелы, достаточно удобны в обращении. Прежде чем приступить к сварке, необходимо выполнить подготовительную работу. Следует отцентрировать электроды, освободив для этого соответствующие зажимы: оси электродов должны располагаться на одной линии (рис. 4.25). Далее следует отрегулировать величину сжимающего усилия, для чего между электродами поместить контрольные заготовки (рис. 4.26, а) такой же толщины, как и подлежащие сварке листы. По-

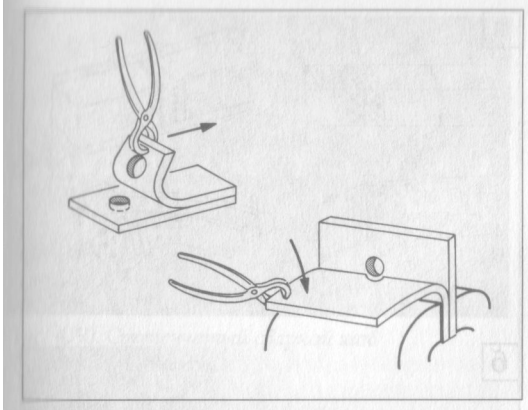


Рис. 4.27. Контроль качества сварки

скольку электроды при сварке сжаты, расплавленный металл из зоны плавления не вытекает. Сжимают рычаг сварочных клещей, пока заготовки не войдут в контакт с электродами. Усилие прижима, необходимое для качественной сварки, обеспечивается дополнительным перемещением рычага до упора. Далее производят контрольную сварку и проверяют ее качество (рис. 4.27): сваренные заготовки зажимают в тисках и клещами отделяют одну заготовку от другой («расстегивание» сварной точки). Сварка считается качественной, если сварная точка останется на одном из листов, а в другом листе образуется соответствующее отверстие. Диаметр сварной точки должен составлять по меньшей мере 4/5 от диаметра отверстия.

Внимание! При проведении сварочных работ внутри кузова, например в области лонжеронов/колесных ниш, возникает повышенное индуктивное сопротивление, в связи с чем качество сварки не может быть сравнено с результатом соответствующей контрольной сварки. В подобной ситуации рекомендуется использовать более сильный ток и увеличить продолжительность сварки. Аналогичная рекомендация справедлива и при использовании длинных электрододержателей или при большом расстоянии между сварными точками. Повышенное индуктивное сопротивление при контрольной сварке может быть создано, если между электрододержателями поместить профилированную деталь кузова (см. рис. 4.26, б).

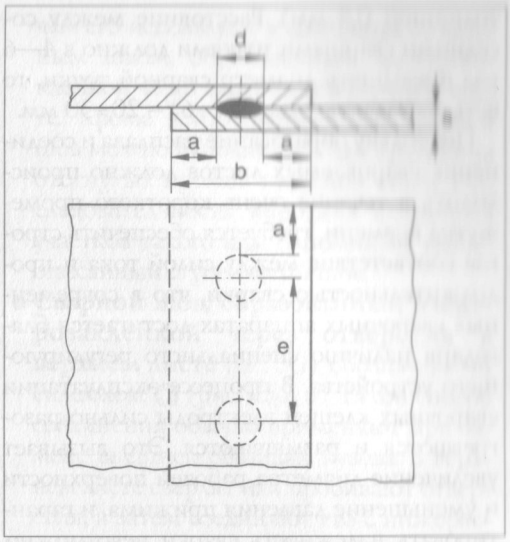


Рис. 4.28. Геометрические параметры контактно-точечной сварки: a — расстояние от края сварной точки до кромки деталей; b — внахлест; d — диаметр сварной точки; e — расстояние между центрами сварных точек; s — толщина листовой заготовки

При сварке следует соблюдать заданные геометрические параметры (рис. 4.28): диаметр сварной точки, расстояние от краев сварной точки до кромок свариваемых листов, нахлест листов и расстояние между соседними сварными точками. Диаметр сварной точки определяется диаметром электродов. Необходимо постоянно восстанавливать рабочую поверхность электродов, поскольку вследствие сильного разогрева торцы электродов постепенно изнашиваются и диаметр их увеличивается.

Диаметр сварных точек должен в пять раз превышать толщину одного из свариваемых листов. Например, если сваривают два листа толщиной 1 мм, диаметр сварной точки составит 5 мм. Расстояние от краев сварной точки до кромок листа не должно быть меньше диаметра сварной точки. Нахлест свариваемых листов должен соответствовать по меньшей мере тройному диаметру сварной точки (15 мм). Этим параметром, кстати, определяется ширина клещей, предназначенных для формования кромок детали при восстановлении кузова способом замены части детали (12 мм для материала

толщиной 0,8 мм). Расстояние между соседними сварными точками должно в 4—6 раз превышать диаметр сварной точки, то есть составлять 5 мм х (4÷6) = 20÷30 мм.

Поскольку образование расплава и соединение свариваемых листов должно происходить в течение очень короткого промежутка времени, требуется обеспечить строгое соответствие между силой тока и продолжительностью сварки, что в современных сварочных аппаратах достигается благодаря наличию специального регулирующего устройства. В процессе эксплуатации сварочных клещей электроды сильно разогреваются и размягчаются. Это вызывает увеличение диаметра рабочей поверхности и уменьшение давления прижима, и гарантировать надежность сварки невозможно. Чтобы это явление не наступило слишком рано, следует строго соблюдать рекомендуемое время охлаждения электродов. Так, после сварки каждых пяти точек обязательно должен быть сделан перерыв. На практике электроды часто охлаждают водой, однако использование такого приема сопряжено с опасностью для жизни сварщика (электрический ток+вода !). Кроме того, резкое охлаждение вызовет изменение структуры электродов (особенно медных), вследствие чего электроды могут полностью утратить свои первоначальные механические и термические свойства.

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ СПОСОБОВ СВАРКИ И ТИПОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Итак, в практике автосервиса используют два способа сварки элементов кузова: сварка в среде защитного газа (SG) и контактная точечная (RP), где R — электрическое сопротивление.

Чтобы облегчить взаимопонимание между автопромом и автосервисом, каждый из применяемых при восстановлении кузова швов имеет условное обозначение. Его расшифровку можно найти в выпущенном технической комиссией «Сварка в автомобилестроении» памятном листке 2505 (комиссия входит в состав «Немецкого союза по сварочной технике»).

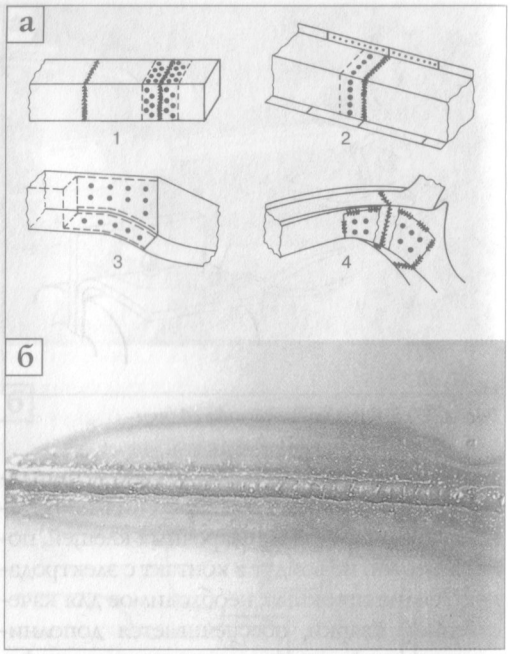


Рис. 4.29. Типы сварных соединений (а): 1 — сплошной сварной шов и шов, образованный электрозаклепкой через отверстия в верхнем сварном листе; 2 — шов в месте нахлеста образован электрозаклепкой через отверстия в верхнем листе, а в месте сгиба — сплошной сварной шов и шов, образованный точечной сваркой; 3 — шов, образованный электрозаклепкой через отверстия в верхнем листе; 4 — шов, образованный электрозаклепкой через отверстия, сплошной и прерывистый сварные швы; сплошной сварной шов, условно обозначаемый (б)

Ниже приводится расшифровка условных обозначений и сокращений, принятых в сварочной технике.

- **Сплошной сварной шов** (D, SG), обозначаемый символом ||||||| (рис. 4.29, б). Такой шов может использоваться при сварке встык и внахлест. Чаще всего его применяют при замене лонжеронов, порогов и продольных брусьев крыши. Эти элементы кузова выполнены из листа толщиной около 2 мм, поэтому опасность их коробления не очень велика.
- **Ступенчатый сварной шов** (S, SG), обозначаемый символом Ф (рис. 4.30). Речь идет о цепочке последовательно расположенных сварных точек. Для того чтобы ограничить коробление от на-

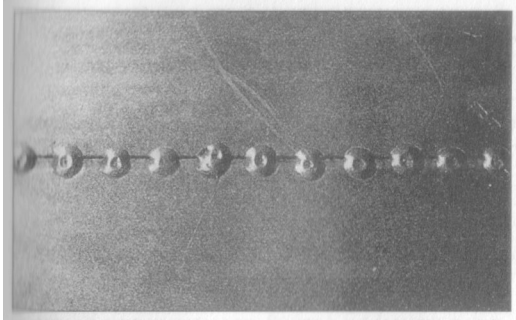


Рис. 4.30. Ступенчатый сварной шов (условное обозначение S)

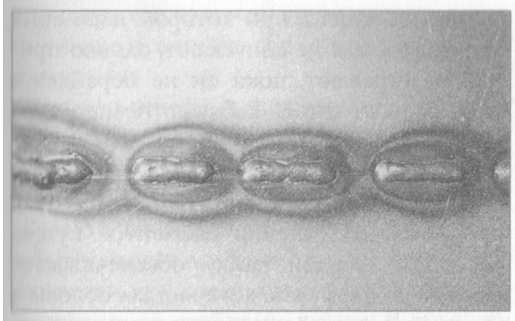


Рис. 4.31. Прерывистый сварной шов (условное обозначение R)

гревания, на первом этапе сварные точки следует располагать на большом расстоянии друг от друга. На следующем этапе сварку осуществляют в промежутках между первыми сварными точками и т. д. Благодаря осуществляемой в несколько ступеней сварке зоны разогрева каждый раз удалены друг от друга, тем самым предотвращается деформирование тонкой кузовной стали. Термин Steppen («стежка» — нем.) широко используют в текстильной отрасли. Что касается технологии сварки, термин Steppen является производным от слова step («шаг» — англ.). Ступенчатую технологию сварки называют также «сваркой обратноступенчатым способом».

- **Прерывистый сварной шов** (R, SG), обозначаемый символом ⫴ ⫴ (рис. 4.31). В данном случае речь идет о длинном шве, состоящем из отдельных коротких сплошных участков. Таким швом часто проваривают края накладных элементов при замене несущих деталей кузова, причем его используют в сочетании со сварным швом, образованным электрозаклепкой через отверстия в верхнем листе. Кроме того, прерывистый сварной шов можно использовать для крепления отогнутых кромок кузовной стали. Последовательность коротких сплошных участков такого шва напоминает вышеописанный ступенчатый шов.
- **Сварной шов, образованный электрозаклепкой через отверстия в верхнем листе** (LP, SG), обозначаемый символом ⊛ (рис. 4.32, а). Такой способ соединения обычно применяют при замене внешней обшивки кузова. В верхнем листе сверлят или пробивают отверстия, а затем соединяют его с нижерасположенным листом сваркой в среде защитного газа. Преимущество — в нанесении ограниченного количества материала, образующего сварные точки, благодаря чему существенно сокращается объем отделочных работ.
- **Сварной шов, образованный контактно-точечной сваркой** (P, R), обозначаемый символом ⨯⨯ (рис. 4.32, б). Благодаря последовательному расположению сварных точек в сравнении со сплошным сварным швом существенно снижается вероятность тепловой деформации элементов кузова. Кроме того, тепловыделение при контактно-точечной сварке значительно меньше по сравнению со сваркой в среде защитного газа. Поэтому таким швом обычно соединяют детали из тонкой кузовной стали, например сгибы боковин, присоединяемые фланцы элементов задка и передка. Сварка таким швом должна применяться везде, где это возможно.
- **Отдельная сварная точка** (SP). Подразумевается односторонняя контактно-точечная сварка, которая далеко не всегда обеспечивает достаточную прочность соединения. Поэтому она используется лишь для фиксации малонагруженных элементов кузова, крепящихся за счет резьбы.
- **Стыковой шов** (I, SG). Данный термин относится скорее не к способу сварки, а к взаимному расположению деталей

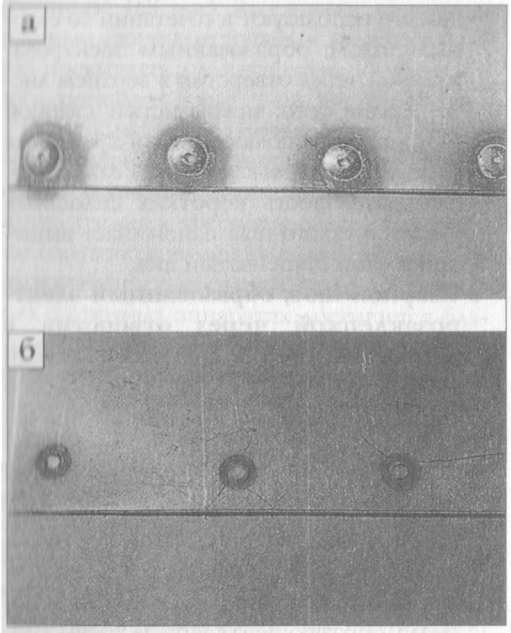


Рис. 4.32. Сварной шов, образованный электрозаклепкой через отверстия в верхнем листе (а, условное обозначение «LP»); сварной шов, образованный контактно-точечной сваркой (б, условное обозначение P, R)

мых деталей. Что касается сварного шва, то состыкованные (расположенные в одной плоскости) детали кузова обычно сваривают сплошным швом.

Типы сварных соединений деталей кузова, используемые при восстановлении кузовов с применением различных видов электрических сварок, приведены на рис. 4.29, а.

4.5. ПАЙКА ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ

Чаще всего пайку твердым припоем (твердую пайку) используют при восстановлении перехода от внешней панели крыши к ее каркасу в области передней, средней и задней стоек (рис. 4.33). При изготовлении некоторых автомобилей твердую пайку применяют для крепления углов панелей задка, фиксирования элементов к порогам и крепления водоотводов в верхней части задка кузова.

Твердая пайка, имеющая соответствующий символ обозначения (рис. 4.34),

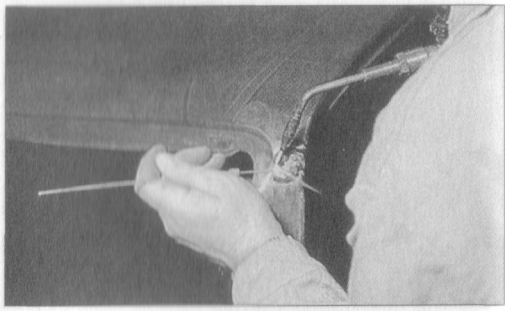


Рис. 4.33. Пайка твердым припоем передней стойки кузова к краю наружной панели крыши

элементов кузова, при котором плавления металла кузова не допускают, однако припой разогревают, пока он не перейдет в жидкое состояние. Рабочая температура при пайке деталей из стали не должна превышать 900 °С (температура плавления стали составляет около 1450 °С). Высокая прочность соединения элементов кузова способом твердой пайки обеспечивается благодаря диффузии: хотя металл основы в месте пайки и не переходит в расплавленное состояние, происходит его смешивание с припоем за счет миграции атомов. Прочность соединения, образованного пайкой, в определенных случаях может быть даже более высокой, чем прочность самого припоя (см. табл. 1).

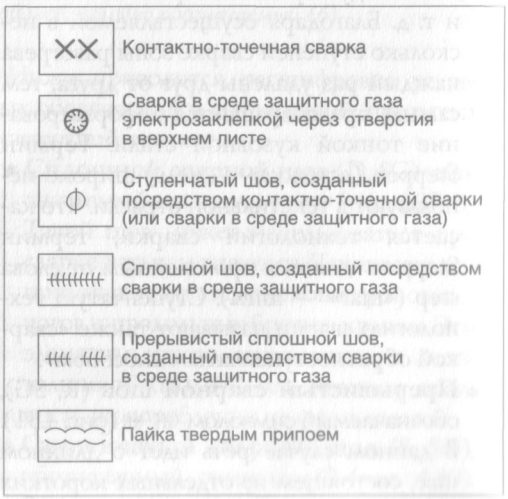


Рис. 4.34. Символы для обозначения сварных соединений и соединений пайкой твердым

Таблица 1. Предел прочности при разрыве

Твердый припой — медь с добавлением серебра	Сталь — St-52	Место соединения пайкой — сплав меди со сталью
Около 200 Н/мм²	Около 520 Н/мм²	Около 450 Н/мм²

На прочность соединения, образованного в результате пайки, наряду с шероховатостью поверхности соединяемых деталей, температурой пайки, шириной нахлеста и типом используемого флюса большое влияние оказывает зазор между краями соединяемых элементов. Можно однозначно утверждать, что чем меньше величина зазора, тем выше прочность образованного пайкой соединения.

Одно из основных достоинств пайки твердым припоем состоит в том, что она не вызывает трудноустранимой тепловой деформации соединяемых элементов, которая обычно происходит при сварке. Это обстоятельство имеет особенно важное значение, в частности при соединении наружной панели крыши со стойками кузова. К тому же отделка сварного шва обычно требует значительных трудозатрат. Другим преимуществом этого способа является высокая герметичность места пайки, препятствующая проникновению влаги. В то же время пайка обеспечивает настолько прочное соединение элементов кузова, что их взаимное смещение исключается, благодаря чему не происходит растрескивание лакокрасочного покрытия. В прошлом неоднократно предпринимались попытки заменить пайку твердым припоем сваркой с использованием бронзового проволочного электрода, что позволило бы быстрее и надежнее соединять детали кузова.

Ниже рассматривается последовательность операций, осуществляемых при пайке твердым припоем в мастерских по восстановлению кузовов.

Предположим, что необходимо произвести замену внешней панели крыши легкового автомобиля. После завершения всех сварочных работ должны быть пропаяны области перехода от панели крыши к стойкам, для чего потребуются следующие инструменты:

- вращающаяся проволочная металлическая щетка или шлифовальная машинка;
- ручная проволочная щетка;
- горелка для газовой сварки с диаметром сопла 1—2 мм;
- твердый припой с флюсующей добавкой (рис. 4.36).

Ниже рассматривается назначение перечисленных инструментов и материалов.

- Вращающаяся и ручная проволочные металлические щетки, шлифовальная машинка предназначены для подготовки мест пайки (рис. 4.37), которые следует зачистить до металлического блеска и обезжирить. Шлифовальная машинка используется на завершающей стадии обработки поверхности.

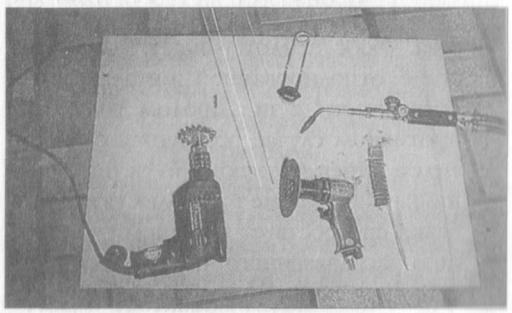


Рис. 4.35. Инструменты и вспомогательные материалы для пайки твердым припоем

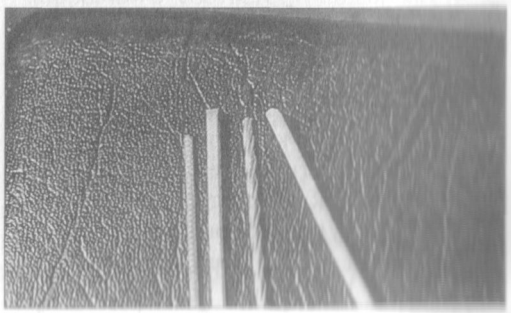


Рис. 4.36. Стержни из твердого припоя различной

- Горелка для газовой сварки должна быть укомплектована соплом диаметром 1–2 мм. Пламя голубого цвета длиной 2–3 см устанавливается за счет избытка ацетилена (рис. 4.38).
- Стержни твердого припоя могут иметь варьируемые конфигурацию и состав (см. рис. 4.36). Для соединения кузовных деталей обычно применяют твердый припой, представляющий собой сплав меди с цинком или никелем. Часто используют припой, содержащий добавку серебра, что благоприятствует снижению поверхностного натяжения расплавленного припоя и повышению капиллярного смачивания поверхности, подлежащей пайке, то есть жидкий припой легче проникает в зазоры. Однако это преимущество вряд ли может играть особую роль при восстановлении кузова, где преобладающим способом соединения деталей является пайка встык.
- Флюсующая добавка предназначена для повышения прочности связи твердого припоя с поверхностью материала кузова. Флюс предотвращает взаимодействие отполированной металлической поверхности с кислородом воздуха, в противном случае образуется слой оксидов, препятствующий осуществлению пайки. Кроме того, флюсующая добавка способствует хорошему растеканию расплавленного припоя. Для удобства применения флюс в жидком состоянии находится внутри стержня твердого припоя или в виде твердого порошка на поверхности стержня. Преимуществом обладает первая из указанных форм: жидкий флюс находится внутри тонкой полой проволоки, обвивающей стержень твердого припоя. Поэтому флюс не может вытечь даже при случайном перегибе стержня. Изгиб же стержня, покрытого порошкообразным флюсом, будет сопровождаться его отслаиванием. Другое преимущество жидкой флюсующей добавки заключается в следующем. Завершив пайку твердым припоем, необходимо протереть поверхность, чтобы удалить остатки флюса, иначе они вызывают коррозию. Жидкий флюс используется в столь незначительном количестве, что его удаления не требуется: он в процессе пайки претерпевает полное химическое превращение. Стержни с таким флюсом обычно маркируют «80 MF». Число «80» обозначает состав твердого припоя: медная основа с добавками цинка и никеля. MF — Minimaler Flußmittelanteil — «минимальное содержание флюса».

Итак, пайку твердым припоем осуществляют в следующей последовательности. Отшлифовывают участки поверхности шириной 3 см слева и справа от стыка до металлического блеска (см. рис. 4.37). Разогревают место пайки газовой горелкой (см. рис. 4.38) до температуры около 900 °С: поверхность пайки будет иметь характерный для раскаленного металла цвет. Далее, поддерживая температуру поверхности на указанном уровне, одновременно разогревают стержень твердого припоя и наносят рас-

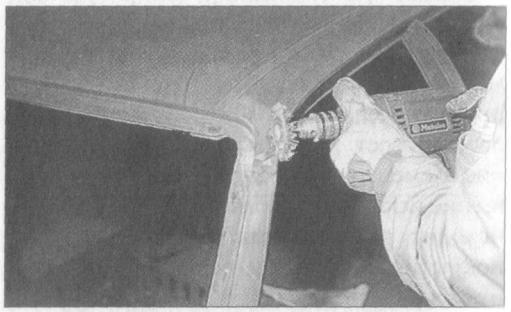


Рис. 4.37. Обработка подлежащей пайке поверхности до металлического блеска



Рис. 4.38. Регулирование пламени горелки для газовой сварки

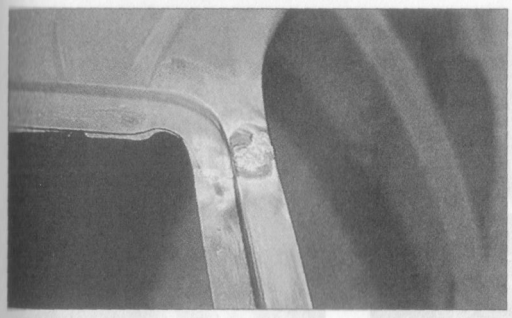


Рис. 4.39. Участок кузова после пайки

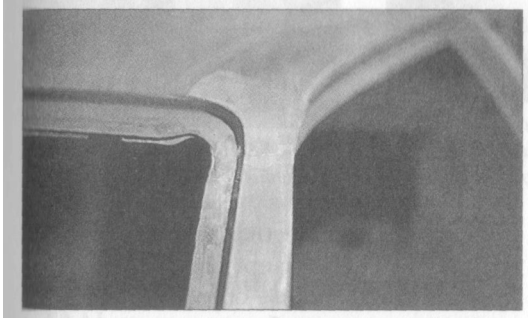


Рис. 4.40. Участок кузова после пайки твердым припоем и шлифования

плавленный припой на поверхность кузова в месте пайки. Следует следить за тем, чтобы зона пайки и припой были постоянно разогреты до рабочей температуры. Ни в коем случае не допускается плавление самой кузовной стали. После того как твердый припой будет равномерно распределен вдоль шва (рис. 4.39), место соединения деталей кузова охлаждают до комнатной температуры, а затем обрабатывают его шлифовальной машинкой до необходимой шероховатости (рис. 4.40).

4.6. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

В процессе изготовления современных легковых автомобилей обеспечивается весьма эффективная антикоррозионная защита кузова, однако частичного, а иногда и полного ее разрушения при восстановлении кузова избежать не удается. В связи с этим по завершении любых ремонтных работ на кузове необходимо восстановить первоначальную антикоррозионную защиту. Прежде чем приступить к этому, следует убедиться, что все материалы, предназначенные для восстановления защитного покрытия, совместимы между собой, то есть ни один из них не будет оказывать отрицательного влияния на эффективность действия другого, что относится и к лакокрасочному покрытию. Поэтому для восстановления антикоррозионной защиты кузова настоятельно рекомендуется использовать лишь материалы, поставляемые одним и тем же изготовителем, что гарантирует их взаимную совместимость. Если окрашивание кузова не может быть выполнено в той же мастерской, где было произведено его восстановление способами сварки и рихтовки, маляр, которому предстоит выполнить эту работу, должен быть осведомлен об использованных материалах.

Защита кузова от коррозии не ограничивается общей антикоррозионной послеремонтной обработкой. Она должна быть начата еще до приваривания новой детали, а закончена после нанесения лакокрасочного покрытия. Это можно проиллюстрировать на следующем примере. По завершении тонкой рихтовки кузова на поверхности не подвергнутых замене деталей остается несколько отшлифованных до металла участков, которые покрывают слоем антикоррозионной грунтовки (рис. 4.41), предварительно обезжирив поверхность растворителем.

Внимание! Ветошь, используемую для обезжиривания, не следует обильно смачивать растворителем. В зоне сварного шва не должно оставаться ни капли растворителя, в противном случае произойдет вымывание антикоррозионного грунта и будут созданы условия для инициирования коррозии в соответствующем месте. С первого раза не всегда удается равномерно обработать поверхность грунтовкой, поэтому ее рекомендуется наносить в два слоя. Прежде чем нанести второй слой, первый подсушивают не менее 1 мин.

Края, предназначенные для приваривания новых деталей кузова, не следует покрывать обычной грунтовкой. Например, края, где предстоит контактно-точечная сварка, покрывают специальной токопроводящей грунтовкой (рис. 4.42), причем

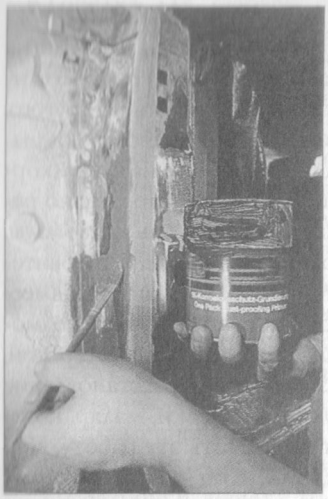


Рис. 4.41. Нанесение антикоррозионной грунтовки

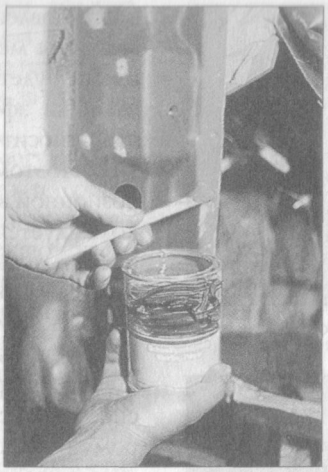


Рис. 4.42. Нанесение токопроводящей грунтовки на основе цинковой пудры

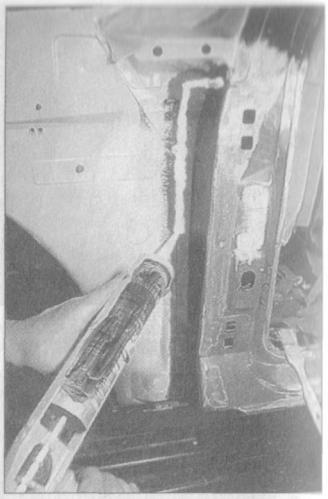


Рис. 4.43. Нанесение мастики, герметизирующей сварной шов

сти. Грунтовка образует вокруг сварной точки закрытую зону, куда не может проникнуть влага, и, следовательно, не происходит коррозия. Края для сварки в среде защитного газа следует обработать до металлического блеска: использование любой грунтовки приведет лишь к ухудшению качества сварки. Исключение составляет грунтовка на основе алюминиевой пудры, которая выгорает во время сварки, а вокруг сварного шва сохранится алюминиевое покрытие, препятствующее корродированию.

Перед приваривании новой детали кузова ее обратную сторону следует покрасить той же краской, которой предстоит покрыть кузов по завершении ремонта. Предварительно следует заклеить предназначенные для приваривания края. Благодаря этому можно избежать подготовки эталонного образца для сварки кузова (см. рис. 4.26, а). После приваривания новой детали все открытые участки кузова и места сварки следует покрыть антикоррозионной грунтовкой нужного типа. Затем приступают к герметизации сварных швов (рис. 4.43). Герметизирующий состав следует наносить таким образом, чтобы он полностью покрыл обнаженные до металла кромки. Особое внимание следует уделить типу используемого герметика. Так, существуют герметизирующие составы, которые удобно использовать, предварительно разбавив водой. Сварной шов после нанесения водоразбавляемой мастики следует тщательно просушить, поскольку оставшаяся влага будет способствовать интенсивной коррозии. При использовании силиконовых герметиков может возникнуть другая проблема: при последующем окрашивании кузова не будет адгезии между силиконом и лакокрасочным покрытием.

По завершении описанных антикоррозионных мероприятий на днище автомобиля наносят защитное покрытие и консервируют полости кузова. Предварительно закрывают тормозные диски, трубопроводы и уплотняющие манжеты тормозной системы, а в конце работы прочищают отверстия для стока воды из полых объемов.

глава 5

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЗОВА

Наряду с классической кузовной сталью в производстве автомобильных кузовов применяются и другие материалы, например пластмасса и алюминий. Относительно недавно разработаны материалы, позволяющие существенно облегчить конструкцию кузова и улучшить его антикоррозионные свойства. К таким материалам относятся высокопрочный стальной лист, алюминиевые сплавы, кевлар, который способен выдерживать очень высокие механические нагрузки, оцинкованный стальной лист.

5.1. ВЫСОКОПРОЧНАЯ КУЗОВНАЯ СТАЛЬ

В качестве кузовной стали до недавнего времени использовали обычные марки St-12, St-13 и St-14, то есть углеродистые сорта листовой стали, обладающие оптимальной штампуемостью.

Что означает термин «высокопрочный стальной лист»? Прочностные характеристики стального листа — предел прочности при растяжении, сопротивление разрушению, предел упругости обычно зависят от марки стали. Главным отличительным признаком высокопрочного стального листа является повышенный предел текучести при растяжении по сравнению с обычными марками. На диаграмме «напряжение — удлинение» (рис. 5.1) пределу текучести соответствует точка А на кривой, после которой дальнейшее удлинение образца происходит практически при постоянном напряжении. Судить о способе обеспечения высокого предела текучести данной стали можно по обозначению, которое часто бывает производным от английского или немецкого термина.

HSLA — «High Strength Low Alloy» (**высокопрочная сталь с легирующими добавками** — англ.).

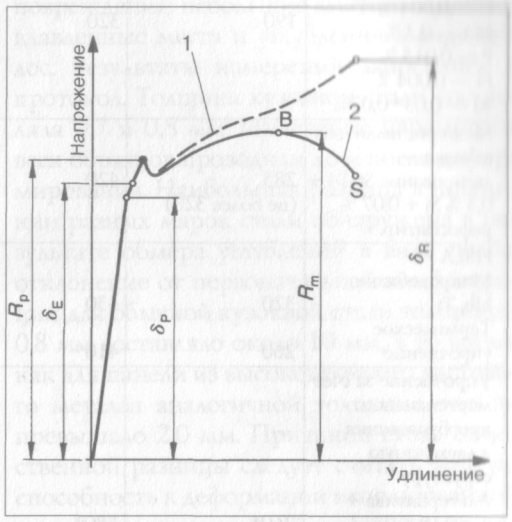


Рис. 5.1. Диаграмма «напряжение — удлинение» для мягкой стали: 1 — напряжение, отнесенное к фактическому поперечному сечению образца; 2 — напряжение, отнесенное к первоначальному сечению образца; R_p — предел текучести при растяжении; δ_Σ — предел упругости; R_m — сопротивление разрушению; δ_p — предел линейной зависимости между напряжением и удлинением

HSS — «High Strength Steel» (**высокопрочная сталь** — англ.)

MHZ — «Mikrolegierte Höherfeste Ziehgute» (**легированная высокопрочная прокатанная сталь** — нем.).

Легированная сталь. Сталь, содержащая очень малые количества (сотые доли процента) легирующих добавок: ниобия (NB) и титана (Ti).

Рефосфатированная сталь. При ее изготовлении сначала полностью извлекают фосфор, который обычно ухудшает свариваемость, а затем повышают уровень прочностных свойств за счет введения минимального (до 0,1 %) количества фосфора.

Двухфазная сталь (DP). Повышение прочности за счет образования мартенсита

Таблица 5.1. Способы увеличения прочности кузовной стали и наиболее характерные механические показатели упрочненных материалов

	Предел текучести при растяжении R_p 0,2, Н/мм²	Предел прочности: при растяжении $R_м$2, Н/мм²	Относительное удлинение при разрыве A_{80}, %	Коэффициент глубокой вытяжки $R_м$	Коэффициент обтяжной вытяжки $N_м$
Исходный материал: St-14 Содержание: C — 0,004 % Mn — 0,2 % P — 0,015 % N — 0,004 % Al — 0,03–0,07%	190	320	42	1,6	0,21
Межкристаллитная закалка — легирование St-14 + 0,3 % Si + 0,07 % рефосфатир.	285 (не более 320)	420	30	1,6	0,18
HSLA Микродобавки Nb, Ti	320	430	28	1,1	0,15
Термическое упрочнение	260	410*	28*	1,6	0,21
Упрочнение за счет мартенсивного преобразования в двухфазную структуру Альтернатива + + <0,18 % Ti	260*	580*	27* (около)	1,0	0,18–0,26<5 %

* Образцы, вырубленные в продольном направлении.

может быть реализовано в два этапа, первый из которых состоит в затвердении смешанного кристалла в результате принудительного растворения атомов углерода. На втором этапе отверждение достигается благодаря дефекту кристаллической решетки, возникающему в процессе мартенситного превращения.

«Bake Hardening Steel» (термическое упрочнение стали — англ.) Эффект упрочнения (повышения предела текучести при растяжении) стального листа, насыщенного углеродом, достигается благодаря повторному нагреванию при 170 °C около 30 мин. Термическая обработка осуществляется в процесе отверждения краски при горячей сушке окрашенной поверхности кузова.

Упрочнение за счет формования. Необходимое упрочнение стального листа обеспечивается вальцеванием материала. Любое деформирование стали, каковым является и формование на валках, вызывает упрочнение материала. Однако чем выше качество проката листовой стали, тем более хрупкой она становится, в связи с чем для упрочнения кузовной стали данный способ применения не находит.

Область ниже предела текучести на диаграмме «напряжение — удлинение» (см. рис. 5.1) соответствует растяжению стального листа без остаточной деформации (упругому растяжению). Предел текучести для обычной кузовной стали составляет около 190 Н/мм², в то время как для высокопрочного стального листа он может достигать 350 Н/мм². Некоторые детали кузова еще могут быть отштампованы из высокопрочной стали в области ниже предела текучести. Дополнительное упрочнение листовой стали привело бы к очень сильному разбросу по толщине и образованию трещин вследствие процессов глубокой вытяжки. Степень допустимого в производстве де-

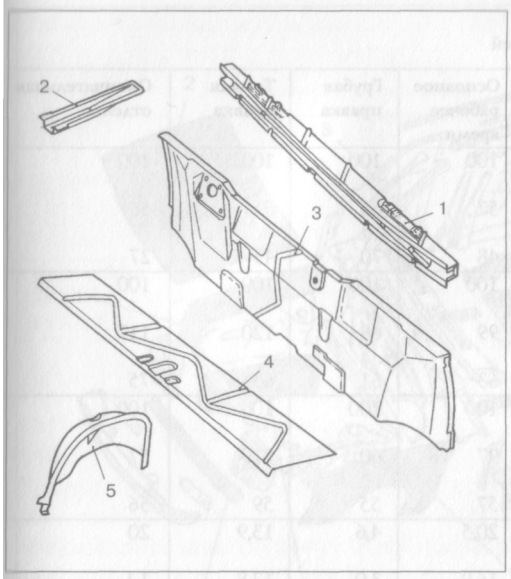


Рис. 5.2. Детали кузова, выполненные из стали HSLA и рефосфатированной стали: 1 — передняя нижняя поперечина рамы; 2 — центральный передний лонжерон; 3 — передняя панель; 4 — задний усилитель основания кузова; 5 — внутренний элемент задней колесной ниши

талей кузова предела текучести очень сильно зависит от придаваемой им конфигурации. Этим и объясняется, что в автомобилестроении в разной степени упрочненные марки стального листа (см. табл. 5.1.) применяют наряду с используемой в подавляющем большинстве случаев обычной листовой сталью. Примеры элементов кузовов, изготовленных из стали HSLA и рефосфатированной стали приведены на рис. 5.2.

5.1.1. Восстановление кузовов из высокопрочной стали

В академии DEKRA («Союз работников технического надзора за автомобильным транспортом ФРГ») были проведены исследования, цель которых состояла в сравнении особенностей восстановления кузова, изготовленного из высокопрочной и обычной листовой стали.

5.1.2. Правка панелей кузова из высокопрочной стали

Проводимые исследования предусматривали оценку времени, необходимого для устранения дефектов, и качества восстановления. Кроме того, проводился сравнительный анализ объема повреждений обычной и высокопрочной кузовной стали. В качестве объекта исследования использовали новые двери, которые подвергали деформированию практически в одинаковых условиях, в результате чего они получали следующие повреждения: небольшие вмятины (лунки), вдавленные места и углубления в виде полос. Результаты измерений заносились в протокол. Толщина кузовной стали составляла 0,7 и 0,8 мм. Измерение параметров всех образцов проводили до и после деформирования. Наибольшая разница в поведении разных марок стали обнаружена в результате обмера углублений в виде полос: отклонение от первоначальной конфигурации для обычной кузовной стали толщиной 0,8 мм составляло около 10 мм, в то время как для панели из высокопрочного листового металла аналогичной толщины оно не превышало 2,0 мм. Причиной столь существенной разницы следует считать низкую способность к деформации использованной в опытах высокопрочной, рефосфатированной, термически упрочненной стали (Bake Hardening Steel) с пределом текучести при растяжении, достигающим 260 Н/мм^2.

Дефекты устраняли, используя обычные инструменты: молотки, контропоры, рихтовочные подложки, чеканы и т. д. Сначала производили грубую правку (вытягивание и выстукивание наиболее глубоких дефектов), затем тонкую рихтовку посредством молотка с остроконечной рабочей поверхностью, контропоры обтекаемой формы с насечкой и алюминиевого разглаживающего молотка, а в заключение осуществляли окончательную отделку с помощью напильников и шлифовальной машинки. Работа считалась законченной, если поверхность была окончательно подготовлена к окрашиванию. Время, необходимое для восстановления двери из высокопрочного листового материала толщиной 0,8 мм, составляло не более 55 % от средней продолжительности восстановления аналогичной двери с панелью из обычной стали. При снижении толщины листовой стали до 0,7 мм этот пока-

Таблица 5.2. Время, затрачиваемое на восстановление дверей

Повреждение	Материал	Номер двери	Единица измерения	Основное рабочее время	Грубая правка	Тонкая правка	Окончательная отделка
Вдавленные места	St-14, 0,8 мм 260 P-BH,*	1–3	%	100	100	100	100
	0,7 мм	4–6	%	57	68	55	33
	260 P-BH, 0,8 мм	7–9	%	48	70	43	27
Углубления в виде полос	St-14, 0,8 мм 260 P-BH,	1–3	%	100	100	100	100
	0,7 мм	4–6	%	99	68	120	117
	260 P-BH, 0,8 мм	7–9	%	63	61	63	75
Лунки	St-14, 0,8 мм 260 P-BH,	1–3	%	100	100	100	100
	0,7 мм	4–6	%	97	60	119	57
	260 P-BH, 0,8 мм	7–9	%	57	55	59	56
Общее время устранения дефектов всех трех видов	St-14, 0,8 мм 260 P-BH,	1–3	мин	20,5	4,6	13,9	20
	0,7 мм	4–6	мин	16,9	3,0	12,8	1,1
	260 P-BH, 0,8 мм	7–9	мин	11,2	2,8	7,4	1,0
	St-14, 0,8 мм 260 P-BH,	1–3	%	100	100	100	100
	0,7 мм	4–6	%	82	64	92	58
	260 P-BH, 0,8 мм	7–9	%	54	61	53	49

* 260 — предел текучести; P-BH — «рефосфатирование — Bake-Hardening».

затель возрастал до 80 %. Данные приведены в табл. 5.2

Сокращение времени восстановления следует объяснить меньшей глубиной дефектов дверей с панелью из высокопрочного металла. Преимущество высокопрочной стали в меньшей степени проявляется при более сильном повреждении дверей, то есть в этом случае для исправления дефекта требуется приложить более значительное усилие, вследствие чего может произойти разрушение материала. Кроме того, возрастает упругая отдача, в связи с чем правка листа требует нанесения более сильных и точных ударов рихтовочного молотка.

5.1.3. Восстановление формы кузова из высокопрочной листовой стали

Восстановление формы поврежденного кузова из высокопрочной стали, обладающего повышенной деформационной жесткостью, вызывает необходимость создания большего, чем для обычной стали, усилия гидравлического пресса, чтобы перевести восстанавливаемую деталь из этого материала в желаемое положение.

Внимание! Если сильно растянуть кузовной металл, его длина скачкообразно возрастет и станет большей, чем требуется.

Необходимость более сильного растягивания металла кузова означает создание более высокого усилия. Вследствие этого переходные места стыков деталей из обычного материала к высокопрочному также подвергаются более высоким напряжениям. Может случиться, что обычный стальной лист в таком месте потеряет прочность, прежде чем деталь из высокопрочного материала примет желаемую форму. В таких случаях потребуется создать дополнительное крепление в неповрежденной зоне детали из высокопрочного материала перед переходным местом.

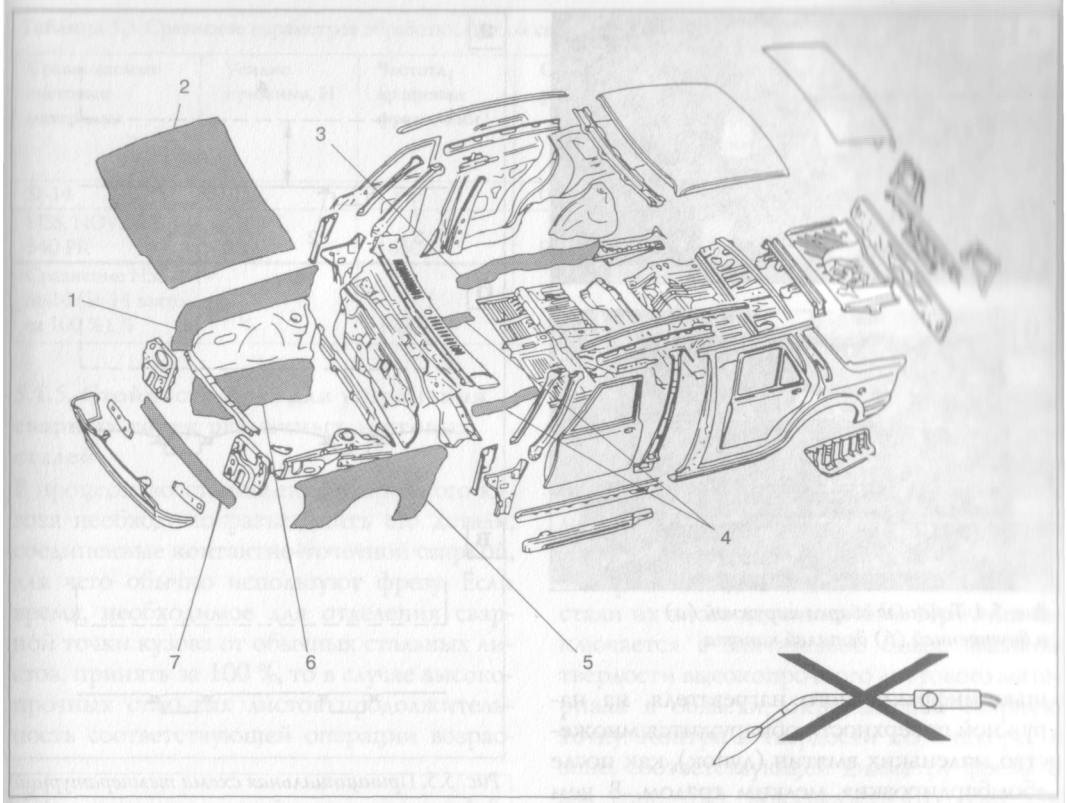


Рис. 5.3. Детали кузова, изготовленного из высокопрочной листовой стали, восстановление которых с нагревом сварочной горелкой при температуре до 400 °С приводит к значительной потере прочностных свойств: 1— боковой передний щиток; 2 — капот; 3 — порог; 4 — усилители туннеля для карданного вала; 5 — переднее крыло; 6 — нижний боковой передний щиток; 7 — усилитель бампера

При восстановлении формы сильно поврежденного кузова очень велик соблазн облегчить работу за счет разогрева металла.

Внимание! Некоторые марки высокопрочного стального листа (рис. 5.3) уже при температуре около 400 °С настолько существенно утрачивают прочность, что теряют жесткую форму, характерную для обычной стали.

Проконтролировать температуру по цвету разогретого металла в данном случае не удастся, поскольку в критической температурной области возникает лишь слабая голубоватая окраска. Справедливо следующее правило: восстановление формы деталей из высокопрочной кузовной стали следует производить в холодном состоянии! Если это не удалось сделать безукоризненно, деформированную деталь лучше заменить.

Предписываемое «холодное» восстановление формы справедливо и для обычной кузовной стали. Хотя температура, при которой в этом случае начинаются структурные превращения, и составляет около 740 °С, тем не менее визуальное определение цветов побежалости затруднительно. По соображениям безопасности нагревание не допускается и для восстановления формы кузова из обычной листовой стали.

5.1.4. Особенности ремонта кузова из высокопрочной листовой стали

Некоторые автомобилестроители используют высокопрочный стальной лист для изготовления наружной панели капота и дверей. При ремонте этих деталей можно столкнуться с неприятным сюрпризом. Если ради ускорения процесса окрашивания лакокрасочное покрытие высушить с помо-

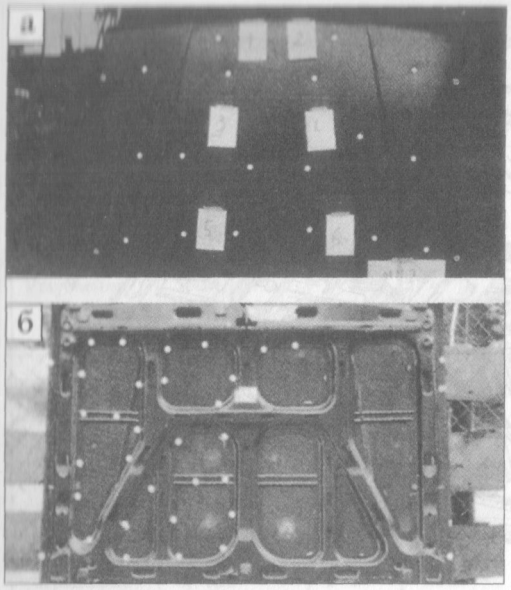


Рис. 5.4. Точечная сварка наружной (а) и внутренней (б) деталей капота

щью инфракрасного нагревателя, на наружной поверхности обнаружится множество маленьких вмятин (лунок), как после «бомбардировки» мелким градом. В чем же причина этого? Поясним на примере капота. Он состоит из жесткой рамной профилированной конструкции, к которой в нескольких точках приварена наружная панель (рис. 5.4 и 5.5, а). При одностороннем резком нагревании тонкого листового металла произойдет его растяжение и он будет стремиться выгнуться наружу, однако места сварки будут препятствовать полному выгибанию (рис. 5.5, б). Быстрое нагревание инфракрасным устройством для сушки с подачей большого количества тепла в короткое время вызовет очень сильное растяжение листовой стали в краевых зонах точек сварки (пики местных напряжений). Затем произойдет внезапное натяжение материала, однако небольшие углубления в местах сварки сохранятся. По охлаждении панели она в целом вернется в первоначальное положение, однако это не коснется указанных краевых зон: они останутся в деформированном состоянии и будут выглядеть как вмятины, оставленные градом (рис. 5.5, в).

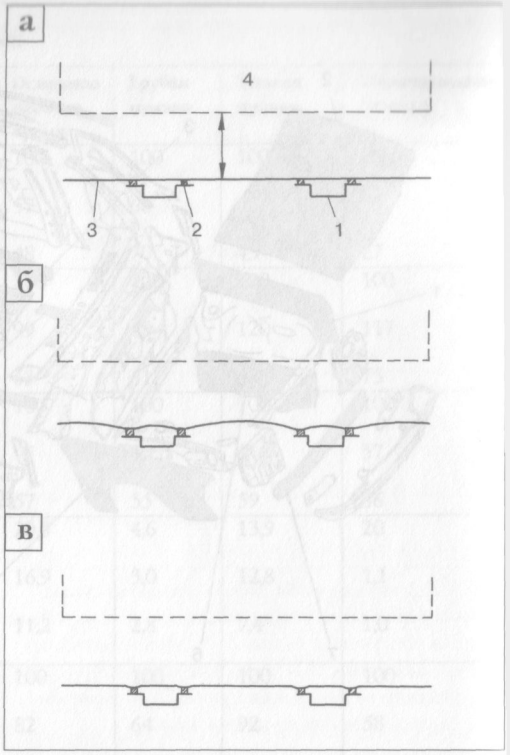


Рис. 5.5. Принципиальная схема температурной деформации наружной панели капота: а — исходное холодное состояние; б — стадия нагревания; в — панель после охлаждения: 1 — усиливающий элемент; 2 — точка сварки; 3 — панель; 4 — инфракрасный нагреватель

Какой должна быть последовательность лакокрасочного покрытия, чтобы избежать описанного явления?

- Инфракрасный нагреватель мощностью 3,2 кВт следует держать на расстоянии не менее 400 мм от поверхности кузова. Если мощность выше — минимальное расстояние 450 мм.
- Поверхность кузова следует нагревать равномерно, медленно повышая мощность потребляемой нагревателем электроэнергии. Скорость нагрева не должна превышать 10 °С/мин.
- Сушка отдельного элемента кузова, не вызывающая его деформирования, может быть реализована в сушильной камере при температуре около 60 °С. Возможное незначительное деформирование исчезнет при охлаждении.

Таблица 5.3. Сравнение параметров обработки фрезой сварных точек у различных материалов

Сравниваемые листовые материалы	Усилие прижима, Н	Частота вращения фрезы, мин$^{-1}$	Скорость резания, м/с	Время устранения одной сварной точки, с	Стойкость фрезы (кол-во точек, устраненных одной фрезой)
St-14	200	1300	0,54	2,5	450
HSS, NOVAR K 340 PR	200	1650	0,69	3,6	92
Сравнение HSS с St-14 (St-14 взято за 100 %), %	0 %	+27 %	+27 %	+44 %	−79 %

5.1.5. Стойкость фрез для устранения сварных точек различных листовых сталей

В процессе восстановления аварийного кузова необходимо разъединить его детали, соединенные контактно-точечной сваркой, для чего обычно используют фрезу. Если время, необходимое для отделения сварной точки кузова от обычных стальных листов, принять за 100 %, то в случае высокопрочных стальных листов продолжительность соответствующей операции возрастает более чем на 40 % (см. табл. 5.3). Еще более явно различие в свойствах этих металлов иллюстрирует сравнение стойкости режущего инструмента. Так, одной фрезой можно удалить не более 92 сварных точек, если кузов выполнен из высокопрочного материала, тогда как для обычной листовой стали их число достигает 450. Причина заключается в значительно более высокой твердости высокопрочного листового материала в области, окружающей сварную точку. Контроль твердости по Виккерсу в зоне, соответствующей диаметру фрезы 8 мм (рис. 5.6), показывает, что если для обычной стали она не превышает 120 HV, то для кузова из высокопрочной стали твердость достигает 210 HV. Что касается стоимости, то она возрастает как из-за необходимости использования большего количества фрез, так и вследствие дополнительного времени на более частую замену этого режущего инструмента.

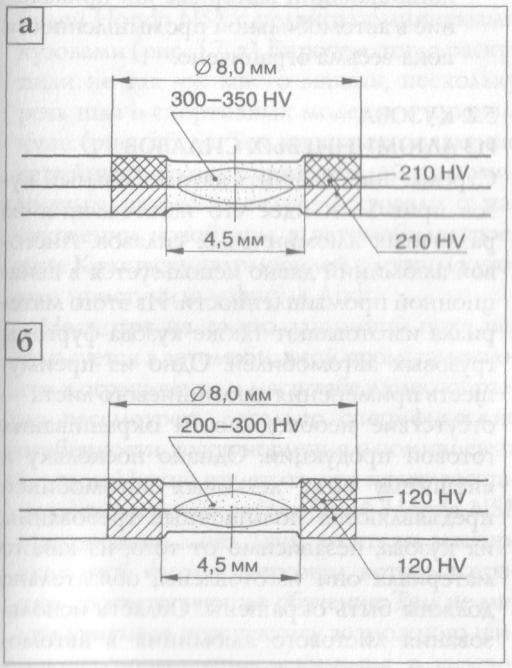


Рис. 5.6. Твердость (по Виккерсу — HV) поверхности в месте контактно-точечной сварки для различных сталей: а — высокопрочная листовая сталь HSS; б — сталь St-14

5.1.6. Заключение

«Высокопрочный стальной лист» — общий термин, используемый для обозначения большого количества разных марок листовой стали. Их основная отличительная особенность — высокий предел текучести при растяжении. Прочность, однако, нельзя увеличивать беспредельно, ибо формование деталей кузова из стального листа предполагает достаточную текучесть материала, которая с ростом прочности обычно уменьшается. В зависимости от конфигурации элементов кузова для их изготовления могут использоваться разные марки высокопрочного стального листа.

Пониженная деформируемость высокопрочной листовой стали по сравнению с обычными сортами обусловлена более высокой деформационной жесткостью. Чтобы на практике освоить все тонкости обращения с высокопрочным листовым металлом, жестянщику потребуется затратить много усилий и времени. Но узнав все особенности этого материала, наиболее простые операции, связанные с его обработкой, жестянщик будет выполнять без особого труда и затрат лишнего времени. Общая продолжительность работ по восстановлению формы кузова может возрасти в связи с тем, что автомобиль перед началом работ нужно особо тщательно закрепить на стенде для правки.

Правка кузова из высокопрочной листовой стали с нагреванием не допускается, поскольку в результате воздействия температуры до 400 °С можно нанести большой ущерб прочностным характеристикам материала кузова.

Стойкость фрез, используемых для удаления сварных точек высокопрочного листового материала, значительно ниже, чем при обработке обычной стали.

Следует очень осторожно производить нагревание наружной панели кузова при окрашивании. Более тонкие листы высокопрочной стали склонны к возникновению небольших вмятин в области точечных сварных соединений.

Дальнейший прогресс в области высокопрочной листовой стали должен отразиться на специфике работ по восстановлению кузовов следующим образом.

- Наружные панели кузова из высокопрочной стали можно будет обрабатывать, используя нагрев, аналогично обычному стальному листу (вытягивать, рихтовать и т. п.).
- При восстановлении кузова из высокопрочного стального листа, подвергаемого при эксплуатации автомобиля воздействию больших механических нагрузок, все в более широком масштабе будут использоваться холодные способы соединения (клепка, резьбовые соединения и т. д.).
- Наличие поверхностного покрытия материала кузова оказывает большое влияние на параметры сварки. Так, сварочный ток для оцинкованного стального листа должен быть на 30 % больше по сравнению со сваркой обычного материала. В будущем это может коснуться и высокопрочной листовой стали.
- Детали кузова, выполненные из стального листа сверхвысокой прочности, при аварии рвутся раньше, чем детали из обычной стали. Восстановление первоначальной формы и заваривание трещин в подобных случаях не представляется возможным. Такие детали подлежат замене.
- Высокопрочный стальной лист можно будет использовать для изготовления деталей кузова со структурой, подобной сэндвичу. Речь идет о двух параллельно расположенных листах, пространство между которыми заполнено пластмассой. Такие «бутерброды» конструируют главным образом как звукопоглощающий материал. Их применение в автомобильной промышленности пока весьма ограничено.

5.2. КУЗОВА ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Стремление облегчить автомобильный кузов привело к идее его изготовления из различных алюминиевых сплавов. Листовой алюминий давно используется в авиационной промышленности. Из этого материала изготовляют также кузова-фургоны грузовых автомобилей. Одно из преимуществ применения алюминиевого листа — отсутствие необходимости окрашивания готовой продукции. Однако поскольку к внешнему виду легковых автомобилей предъявляются повышенные требования, их кузова, независимо от того, из какого материала они изготовлены, обязательно должны быть окрашены. Область использования листового алюминия в автомобильной технике в перспективе, вероятно, будет ограничиваться главным образом теми деталями кузова, к которым предъявляются требования легкости и одновре-

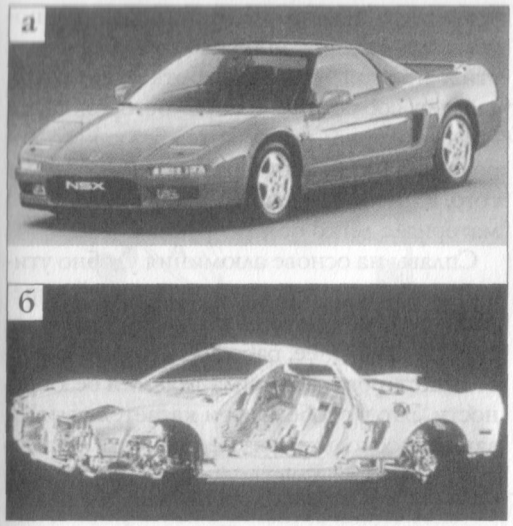


Рис. 5.7. Honda NSX с алюминиевым кузовом; а — внешний вид; б — кузов купе

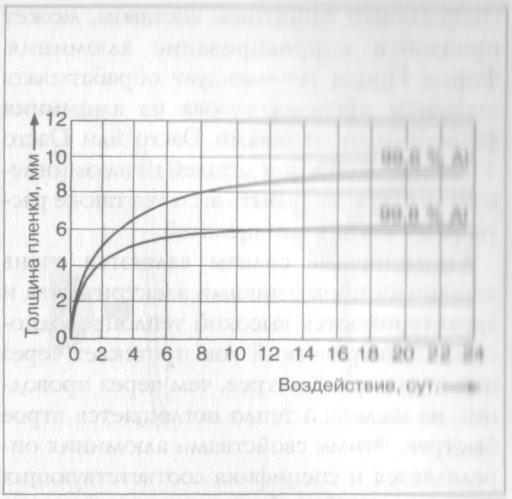


Рис. 5.8. Зависимость толщины оксидной пленки, нм (1 нм=10 м$^{-9}$) от времени пребывания на воздухе, сут.

менно жесткости (капот, двери, крышка багажного отсека и т. п.). Весной 1991 г. фирма Honda заставила усомниться в справедливости этой точки зрения, поставив на немецкий рынок партию легковых автомобилей Honda NSX с цельноалюминиевыми кузовами (рис. 5.7, а). Впрочем, тогда раскупили не так уж много машин, поскольку речь шла о спортивных моделях с кузовом купе (рис. 5.7, б). Тем не менее появление серийных легковых автомобилей с алюминиевым кузовом свидетельствовало о наступлении новой эры в автомобилестроении. К выпуску автомобилей с легким кузовом приступила и фирма Audi.

Несмотря на то что алюминий пока используется в автомобильной промышленности в ограниченном масштабе, целесообразно рассмотреть детально специфические особенности восстановления алюминиевых кузовов. Нужно отметить, что право восстановления кузовов автомобилей Honda NSX представлено лишь двум десяткам мастерских этой фирмы, персонал которых прошел соответствующее обучение. Тем не менее, учитывая перспективу возможного широкого применения алюминия в кузовостроении, следует задаться вопросом: каким моментам следует уделить особое внимание при восстановлении алюминиевого кузова?

5.2.1. Общие сведения о листовом алюминии

Листовой материал из чистого алюминия без специальных легирующих добавок, главными из которых являются магний и кремний, слишком мягок и поэтому не может применяться в производстве автомобильных кузовов. Несмотря на введение легирующих добавок, алюминий сохраняет преимущество перед стальным листовым материалом, поскольку удельный вес алюминиевых сплавов не превышает 1/3 от аналогичного показателя стали.

Сплавы на основе алюминия почти не подвержены коррозии. На их поверхности под влиянием кислорода воздуха образуется оксидная пленка (рис. 5.8), защищающая основной металл от разрушения. Если разрушить эту защиту, пленка образуется вновь. Но иногда разрушенный защитный слой бывает неспособен к восстановлению. Это происходит, если в непосредственный контакт с алюминием входит какой-либо другой металл. Вследствие разных электрических потенциалов этих металлов между ними возникает гальваническая пара, что приводит к коррозии алюминия. Таким образом, если при восстановлении алюминиевого кузова для соединения его деталей использовали болты и гайки, не покрытые

специальным защитным составом, может произойти корродирование алюминия. Фирма Honda рекомендует обрабатывать элементы крепежа кузова из алюминия фирменными составами Dacro или Dacro + Torquer. Коррозия деталей из алюминиевого сплава может быть вызвана также растворами кислот или щелочей.

Алюминиевые сплавы являются очень хорошими проводниками электричества и характеризуются высокой теплопроводностью. Электрический ток протекает через них в пять раз быстрее, чем через проводник из железа, а тепло поглощается втрое быстрее. Этими свойствами алюминия определяется и специфика соответствующих сварочных работ. Аппараты для контактно-точечной сварки не могут использоваться для соединения алюминиевых деталей, поскольку в этом случае потребуется ток в три раза большей силы. Если значительно увеличить продолжительность сварки, создать сварную точку все равно не удастся, поскольку тепло на границе контактируемых поверхностей будет слишком быстро рассеиваться в окружающую среду и подлежащий свариванию алюминий не будет плавиться.

Для соединения алюминиевых деталей практическое применение находит лишь сварка в среде защитного газа, причем в качестве последнего может быть использован лишь 100%-ный аргон. Высокая электро- и теплопроводность алюминиевых сплавов определяет и специфику правки алюминиевого кузова и его поверхностной обработки, о чем будет рассказано в следующих подразделах.

Алюминиевые сплавы не обладают магнитными свойствами. Вероятно, это вызовет улыбку у читающего нашу книгу жестянщика, но прикрепить к алюминиевому кузову магнитиком схему установки угольников или лист контроля, как это обычно делается при восстановлении стального кузова, ему не удастся!

Температура плавления алюминиевых сплавов составляет около 640 °С, то есть она значительно ниже температуры плавления стали (около 1500 °С). К тому же нагревание алюминия не сопровождается появлением цветов побежалости. В связи с этим при тепловой обработке алюминия следует соблюдать особую осторожность, иначе материал расплавится без какого-либо предварительного размягчения. Кроме того, в процессе тепловой обработки этого материала легко обжечь руки.

Сплавы на основе алюминия удобно утилизировать и подвергать вторичной переработке. Кроме того, этот металл не ядовит. Тем не менее, работая с ним, не следует игнорировать правила техники безопасности. Это в особенности касается шлифования, поскольку легкие частицы алюминия микроскопического размера обычно долго тают в рабочем помещении после прекращения работы. Поэтому при проведении подобной обработки алюминия в обязательном порядке следует использовать средства индивидуальной защиты: респираторы, очки, спецодежду и т. п. Кроме того, при сварке металла в среде защитного газа нужно чем-то прикрывать рабочее место во избежание разлетания мелких легких раскаленных частиц (брызг) в разные стороны.

Восстановление кузовов из алюминиевого сплава будет изложено в той же последовательности, что и ремонт стальных кузовов. Сначала рассмотрим мелкие рихтовочные работы и способы обработки поверхности, а затем вопросы, связанные с восстановлением формы и замены деталей кузова. Такая последовательность соответствует степени сложности указанных работ.

5.2.2. Рихтовка и поверхностная обработка

Кузов из алюминиевого сплава мягче стального. Каким образом это обстоятельство может влиять на процесс рихтовки? Прежде чем ответить, вспомним, как рихтуют кузов из стали. Вмятину в этом случае выправляют, перемещаясь от ее краев к середине. Как поведет себя лист из мягкого алюминия, если его подвергнуть такой рихтовке? Края вмятины еще можно было бы отрихтовать, однако они вряд ли потянули бы за собой центральную часть и приподнятый

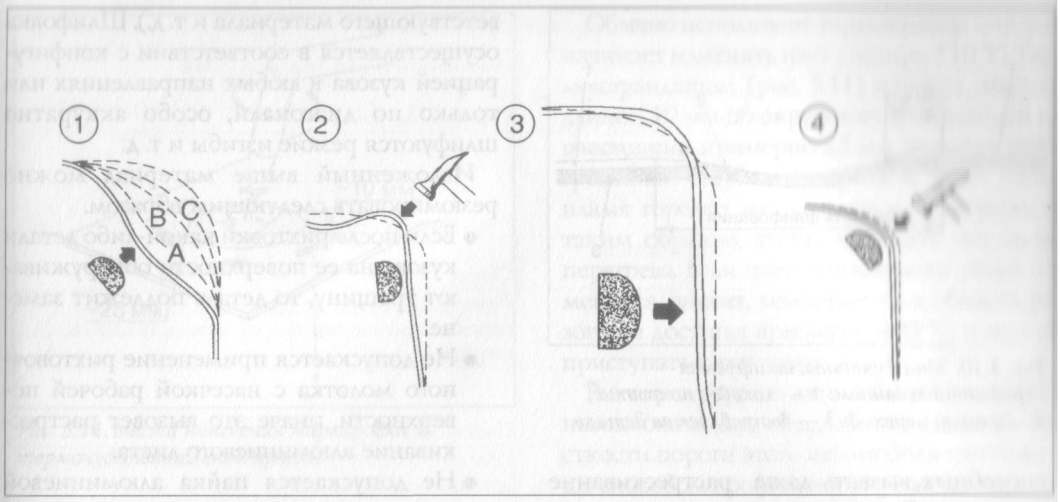


Рис. 5.9. Устранение вмятины на поверхности алюминиевого кузова: 1 — выдавливанием контропорой или легкими ударами сместить материал в положение «С»; 2 — выстукивая поверхность (рихтовочный молоток + контропора не должны находиться на одной оси), восстановить первоначальный радиус закругления; 3 — выдавливание неровностей контропорой; 4 — «прямая ковка» (молоток + контропора) для устранения небольших неровностей

няли бы ее до требуемого первоначального уровня. Результатом такой рихтовки был бы резкий переход от краев вмятины к ее середине, а внутренние напряжения и растяжение материала возросли бы, вместо того чтобы уменьшиться.

Рихтовку вмятины на поверхности алюминиевого кузова следует начинать не с краев, а с середины (рис. 5.9). Сначала наносят легкие удары контропорой по центру вмятины. Когда первоначальный контур кузова будет приблизительно восстановлен, продолжают выстукивать контропорой зоны перехода к краям вмятины (поз.1, рис. 5.9). Лишь теперь можно приступить к выравниванию контура снаружи посредством рихтовочного молотка (поз. 2, рис. 5.9). Работать одновременно молотком и контропорой следует очень аккуратно. В том месте, где по неосторожности будет произведена «прямая ковка» (поз. 4, рис. 5.9) (контропора окажется напротив молотка), лист станет тоньше. Для проведения следующей операции (поз. 3, рис. 5.9) рекомендуется воспользоваться деревянной контропорой, стараясь не ударять по листу, а выдавливать его.

Если необходимо выправить дефект, занимающий большую площадь, алюминиевый лист нужно разогреть. При этом следует соблюдать повышенную осторожность, учитывая высокую теплопроводность алюминия: при нагревании он расширяется почти в два раза сильнее, чем сталь, а при последующем охлаждении его усадка в полтора раза больше, вследствие чего при сварке листового алюминия в зоне шва могут образовываться трещины или точечные разрывы. Другая проблема, возникающая при воздействии тепла на алюминий, обусловлена его низкой температурой плавления. Поскольку цвет алюминия при нагревании не изменяется, следует воспользоваться специальной термочувствительной краской, позволяющей визуально обнаружить температурный переход.

Обычно после устранения вмятины молотком и контропорой бывает необходима отделочная обработка металлической поверхности. Когда речь идет о стальном кузове, для этого производят пайку поверхности. К сожалению, к листовому алюминию это неприменимо. Исследователи фирмы Honda показали, что коррозионная стойкость листа из алюминиевого сплава после пайки существенно уменьшается: пайка вызывает протекание химических реакций



Рис. 5.10. Зона вмятины, шлифуемая перед шпатлеванием: 1 — лаковое покрытие; 2 — резкий переход; 3 — выправляемая деталь

способных вызвать даже растрескивание материала. В связи с этим нужно твердо усвоить следующее правило: Листовой материал из алюминиевого сплава пайке не подлежит!

Итак, единственно возможным способом окончательного выравнивания алюминиевой поверхности является шпатлевание. Прежде чем приступить к нему, необходимо тщательно удалить остатки лакового покрытия, а затем отшлифовать поверхность. Грубой наждачной бумагой (зернистостью Р 80) следует отшлифовать зону непосредственного повреждения (рис.5.10), а затем более тонкой наждачной бумагой (зернистостью Р 120) обработать зону перехода к лаковому покрытию шириной около 20 мм. Затем отшлифованную поверхность нужно протереть ветошью, смоченной в бензине. Чтобы при шпатлевании не возникло проблем, поверхность следует высушить, прогрев инфракрасным нагревателем. Данная процедура особенно важна, если в рабочем помещении высокая влажность или температура воздуха ниже 20 °С. Далее наносят эпоксидную грунтовку в качестве средства, повышающего сцепление шпатлевки с металлом.

Нанесение шпатлевки производят в соответствии с принятыми для данной операции правилами (перемещение шпателя — снизу вверх; за один рабочий ход не следует наносить слишком много шпатлевки; шпатель должен быть выполнен из соответствующего материала и т. д.). Шлифовка осуществляется в соответствии с конфигурацией кузова в любых направлениях или только по диагонали, особо аккуратно шлифуются резкие изгибы и т. д.

Изложенный выше материал можно резюмировать следующим образом.

- Если после рихтовки какой-либо детали кузова на ее поверхности обнаруживают трещину, то деталь подлежит замене.
- Не допускается применение рихтовочного молотка с насечкой рабочей поверхности, иначе это вызовет растрескивание алюминиевого листа.
- Не допускается пайка алюминиевой поверхности.
- Для рихтовки алюминиевых деталей следует использовать специальный комплект рихтовочных инструментов. Если эту операцию производить инструментом, которым перед этим рихтовали стальной лист, частицы стали могут остаться на поверхности алюминия и вызвать его коррозию.
- Все, что касается рихтовочных инструментов, относится к материалам для шлифования и к наждачной бумаге. Их следует использовать для обработки одного и того же металла.
- Во избежание разогрева алюминия шлифовальная машинка должна работать с невысокой скоростью, иначе хлопьеобразные частицы металла будут засаливать поверхность абразивного материала и на шлифуемой поверхности появятся задиры и борозды.
- Если требуется обработать поверхность алюминия проволочной щеткой, она должна быть из нержавеющей стали.
- Прежде чем нанести шпатлевку, поверхность следует высушить нагревом, а затем обработать эпоксидной грунтовкой.

5.2.3. Восстановление формы алюминиевого кузова

При проведении подобной работы следует помнить два основных свойства алюминия, отличающие его от стали.

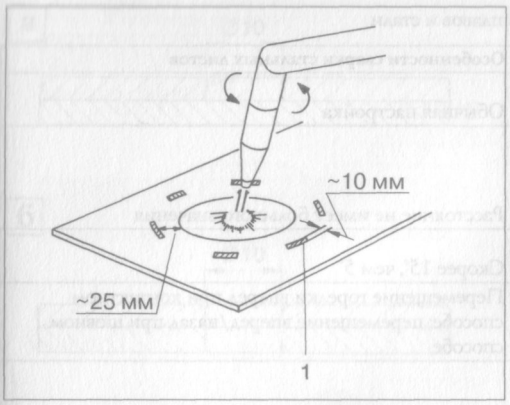


Рис. 5.11. Места нанесения маркировки 1 термочувствительной краски

Алюминиевые детали кузова, подвергаемые воздействию повышенной механической нагрузки, в частности лонжероны, изготавливают способом профильного прессования, и они обладают более высокой твердостью и жесткостью по сравнению с аналогичными стальными деталями. Следовательно, в процессе их рихтовки очень велика вероятность образования трещин.

Вследствие разогрева до температуры около 200 °С возрастает способность алюминия к удлинению.

Последним обстоятельством объясняется то, почему рихтовку деталей кузова из алюминия, в отличие от стального кузова, осуществляют после предварительного разогрева сварочной горелкой. Однако возникает проблема, о которой уже сообщалось выше, — степень разогрева алюминия невозможно определить визуально. Поэтому чтобы проконтролировать температуру металла, необходимо воспользоваться специальной термочувствительной краской. В ремонтных мастерских обычно пользуются термочувствительным карандашом (например, Tempilstik). Этот карандаш при обычной температуре имеет определенный цвет, который изменяется в зависимости от степени разогрева. При проведении рихтовочных работ предельно допустимая температура разогрева составляет 640 °С. Поскольку термокраску следует наносить вне зоны непосредственного разогрева, температура, при которой происходит изменение цвета, будет значительно ниже.

Обычно используют термокраску, которая начинает изменять цвет уже при 110 °С. Термокарандашом (рис. 5.11) наносят штрихи длиной 10 мм по окружности, отстоящей на расстоянии примерно 25 мм от краев разогреваемой сварочной горелкой зоны. Далее пламя горелки направляют на поверхность таким образом, чтобы избежать точечного перегрева. Если цвет термокраски резко изменится, значит, температура в области разогрева достигла примерно 400 °С, и можно приступать к рихтовке.

Рихтовка порогов автомобиля Honda NSX невозможна. Для обеспечения высокой жесткости пороги этого автомобиля изготовляют способом профильного прессования, а такие изделия вообще не подлежат рихтовке!

5.2.4. Сварка при восстановлении алюминиевых кузовов

Напомним, что соединение деталей алюминиевого кузова при восстановлении может быть осуществлено только сваркой в среде защитного газа. Основные требования, предъявляемые к сварочному аппарату, заключаются в следующем:

- выходной ток около 200 А при максимальной мощности;
- диаметр проволочного электрода 0,9–1,2 мм;
- возможные способы сварки: шовная, точечная и сварка прихватками;
- 100%-ный аргон в качестве защитного газа;
- расход защитного газа 14–24 л/мин (на 50 % выше по сравнению со сваркой стального листа);
- проволочный электрод на основе алюминиевого сплава (маркировка фирмы Honda: A 5356 W/Y);
- внутренняя часть направляющей выполнена из фторопласта.

Фирма Honda рекомендует использовать универсальный сварочный аппарат, который применим для сварки как стального, так и алюминиевого листов. Практика показывает, что потенциальные возможности такого аппарата никогда не используются полностью, поэтому удобнее иметь специальный сварочный аппарат, предназначенный только для сварки алюминия.

Таблица 5.4. Особенности сварки листов из алюминиевых сплавов и стали

Особенности сварки листов из алюминиевого сплава	Особенности сварки стальных листов
Обычный сварочный ток; сварочный электрод подается быстрее, чем при сварке стальных листов	Обычная настройка
Расстояние между токопроводящим мундштуком и поверхностью 8–15 мм; эффективность действия защитного газа повышается, если горелку расположить ближе к поверхности основы	Расстояние не имеет большого значения
Угол между сварочной горелкой и направлением сварки 5–15°	Скорее 15°, чем 5°
Поступательное движение горелки только при контактном способе сварки	Перемещение горелки вперед при контактном способе; перемещение вперед/назад при шовном способе
Скорость поступательного движения горелки выше по сравнению со сваркой стали, во время процесса сварки скорость становится еще выше	Постоянная скорость
Более быстрое накапливание расплавленного металла на конце газового сопла и токопроводящего мундштука по сравнению со стальным листом	Обычная частота сбоев вследствие накапливания расплавленного металла
Ускоренный износ газового сопла и токопроводящего мундштука по сравнению со сваркой стального листа	Обычный износ
Давление прижима подающего ролика должно быть несколько ниже по сравнению со стальным листом	Обычная настройка прижима ролика
Проволочный электрод следует хранить в пластмассовой упаковке, чтобы избежать загрязнения, попадания влаги и воздуха; он должен храниться в плотно намотанном состоянии	Проволочный электрод должен быть чистым и сухим, однако он менее чувствителен
Места сварки обрабатывают бензином, поверхность с обеих сторон шлифуют наждачной бумагой (зернистостью Р 80), чтобы удалить лакокрасочное покрытие и оксидный слой	Удалить загрязнения, остатки лакокрасочного покрытия и обезжирить поверхность
Дуга трудно воспламеняется, если конический конец сварочного электрода выступает слишком далеко	Отсутствие такой чувствительности

Таблица 5.4 наглядно демонстрирует специфические особенности сварки листов из алюминиевого сплава и стальных листов.

Разумеется, в процессе сварки должны быть учтены и те специфические особенности, которые не включены в табл. 5.4. Следует отдельно рассмотреть следующие виды сварки: сварка электрозаклепкой через отверстие в верхнем листе, стыковая сварка, сварка угловым швом, а также способы обработки сварных швов и контроль швов на отсутствие трещин.

Сварка электрозаклепкой через отверстие в верхнем листе

Сварить два алюминиевых листа можно двумя следующими способами (рис. 5.12, а, б). Первый из них предусматривает наличие отверстия только в верхнем листе, второй — в обоих листах. Если сварке подлежат три листа (рис. 5.12, в), также сверлят общее сквозное отверстие. Диаметр отверстий должен составлять 10 мм, в том числе и при удалении деформированной части кузова фрезерованием сварных точек.

Прежде чем приступить к сварке, нужно удалить лаковое покрытие в зоне сваривания. В отличие от стальных листов перед сваркой алюминия требуется устранить оксидную пленку, лучше всего — с помощью шлифовальной машинки или наждачной бумаги зернистостью Р 80. Непосредственно перед сваркой зону сварки рекомендуется еще раз очистить от оксидной пленки, обработав щеткой из нержавеющей стали.

Края вокруг отверстий верхнего и нижнего листов для удаления оксидной пленки следует отшлифовать до металлического блеска (диаметр обработанных участков —

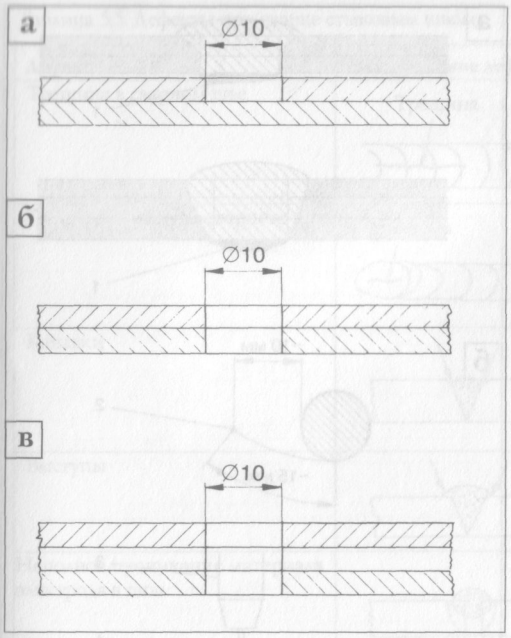


Рис. 5.12. Варианты расположения свариваемых листов: а — двухслойное (отверстие имеется только в верхнем листе); б — двухслойное (сквозное отверстие проходит через два листа); в — трехслойное (сквозное отверстие проходит через все три листа)

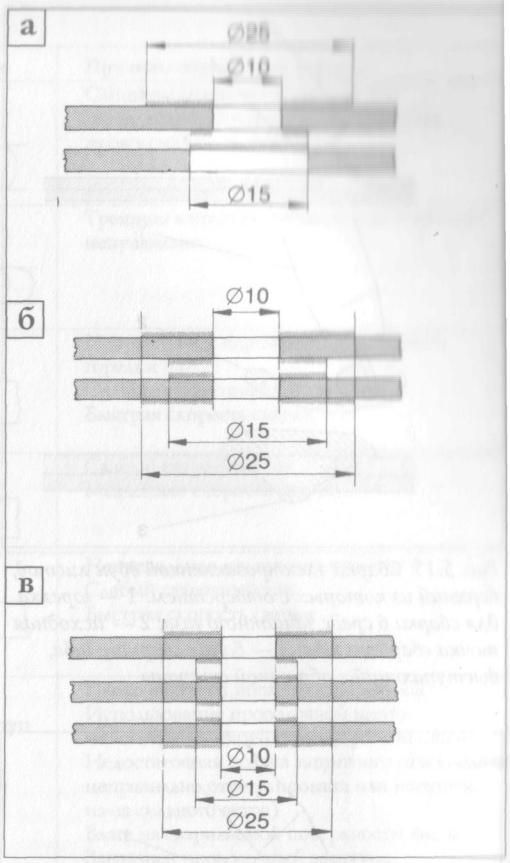


Рис. 5.13. Зоны алюминиевых листов, подлежащие шлифованию перед сваркой (заштрихованы) в зависимости от расположения листов и отверстий: а — отверстие только в верхнем из двух свариваемых листов; б — отверстие сквозь оба свариваемых листа; в — отверстие сквозь три свариваемых листа

25 мм, рис. 5.13). Для лучшего прилегания листов следует отшлифовать и располагающиеся вокруг отверстий участки внутренних поверхностей: диаметр отшлифованных зон поверхности — около 15 мм.

Исходная точка сварки в среде защитного газа должна располагаться на расстоянии 10–15 мм от отверстия (рис. 5.14). Благодаря такому внешнему зажиганию дуги осуществляется прогрев зоны сварки и обеспечивается хорошее проникновение материала электрода в исходной точке.

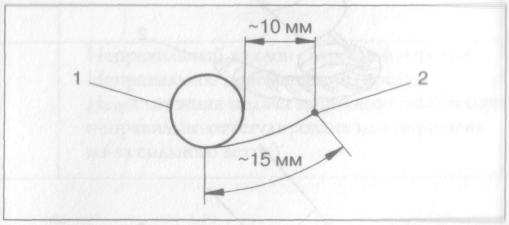


Рис. 5.14. Внешнее зажигание дуги при сварке в среде защитного газа электрозаклепкой: 1 — отверстие диаметром 10 мм; 2 — начальная точка сварного шва

Как только сварной шов достигнет края отверстия, при двухслойной сварке с отверстием только в верхнем листе (рис. 5.15) необходимо сразу перейти к донышку, где выполняют сварной шов по всей окружности. На обратной стороне нижнего листа при хорошем качестве сварки должен выступать валик сварного шва, величина которого должна составлять 1/3–2/3 от толщины листа.

При сквозном отверстии через несколько листов (рис. 5.16) также применяют внешнее зажигание дуги. Когда свариваются два листа, сварочную горелку по достижении края отверстия перемещают к месту смыкания листов внутри

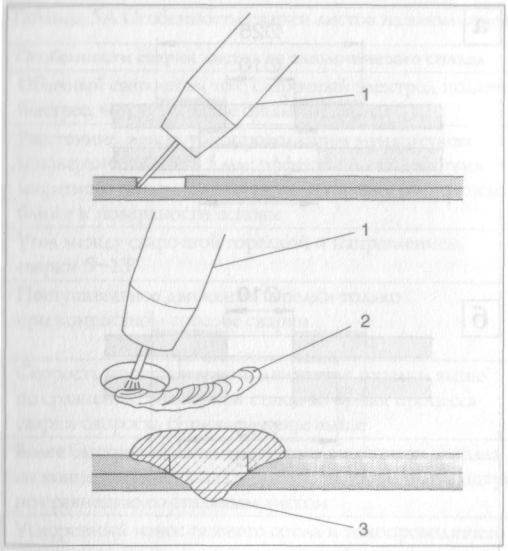


Рис. 5.15. Сварка электрозаклепкой двух листов, верхний из которых с отверстием: 1 — горелка для сварки в среде защитного газа; 2 — исходная точка сварного шва; 3 — валик сварного шва, выступающий с обратной стороны

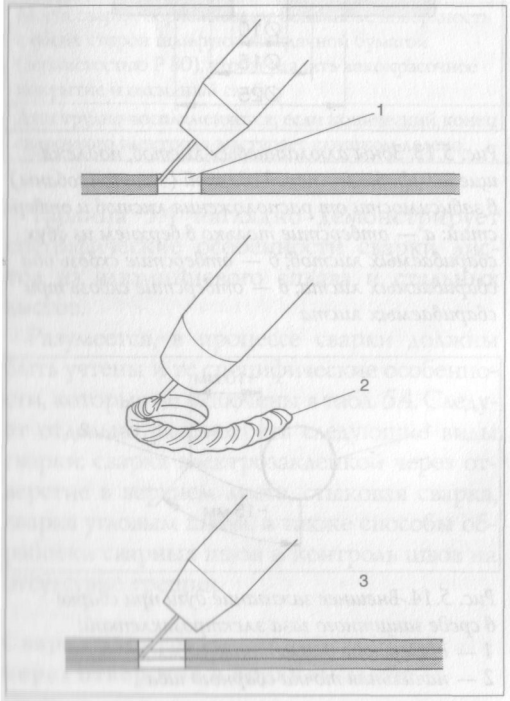


Рис. 5.16. Сварка электрозаклепкой двух и трех листов с отверстиями: 1 — отверстие сквозь два листа; 2 — исходная точка сварного шва; 3 — ...отверстие сквозь три листа

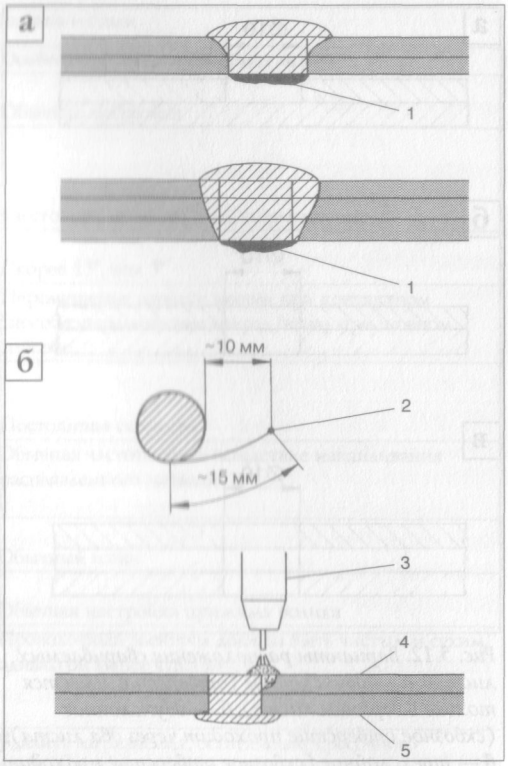
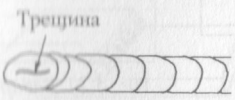
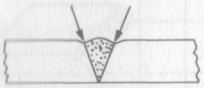
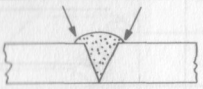
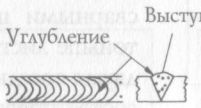
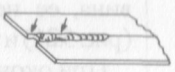
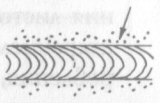


Рис. 5.17. Обработка сварочного шва соединенных двух и трех листов (а) и проварка листов отверстия с обратной стороны (б): 1 — сварочный валик, выступающий с обратной стороны; 2 — начальная точка сварки; 3 — горелка для сварки в среде защитного газа; 4 — внешняя сторона нижнего листа; 5 — верхний лист

отверстия. Отверстие будет заполнено материалом электрода, если соответствующую окружность обойти сварочным швом полтора раза. Когда сваривают три листа, горелку направляют к тому месту в отверстии, где смыкаются нижний и средний листы. В этом случае, чтобы отверстие оказалось заполнено достаточным количеством материала, следует обойти окружность сварочным швом дважды.

Далее сошлифовывают выступающий с обратной стороны сварной шов (рис. 5.17) и дополнительно обрабатывают обратную поверхность проволочной металлической щеткой. В заключение проваривают края отверстия с обратной стороны, располагая сварочную горелку перпендикулярно поверхности. При этом сварной шов также должен начинаться от внешней точки начала горения дуги.

Таблица 5.5. Дефекты при сварке стыковым швом

Дефект	Изображение дефекта	Причины образования дефекта
Трещина в сварном шве		Слишком сильный сварочный ток Неподходящий электрод (электродная проволока)
Трещина в кратере сварного шва		Трещина в кратере сварного шва устранена неправильно
Канавки		Неправильное перемещение сварочной горелки Сильный сварочный ток Быстрая скорость сварки
Выступы		Слабый сварочный ток Медленная скорость сварки
Неполное проникание материала электрода в шов		Неправильная подготовка кромок Слабый сварочный ток Быстрая скорость сварки
Выступы и углубления в сварном шве		Плохо очищена поверхность металла Использование проволочной щетки не из нержавеющей стали (простой стали) Недостаточная подача защитного газа (подача неправильно отрегулирована или нарушена из-за сильного ветра) Влага на свариваемой поверхности листа Загрязнен проволочный электрод
Сварной шов неоднороден		Неравномерная подача проволочного электрода Неравномерная скорость сварки
Оплавление кромок листового материала		Сильный сварочный ток Неправильно подготовлены кромки (слишком широкие)
Отложение сажи		Неправильный наклон сварочной горелки Неправильное перемещение горелки Недостаточная подача защитного газа (подача неправильно отрегулирована или нарушена из-за сильного ветра)

Сварка стыковым швом

Алюминиевые листы толщиной до 3 мм могут быть сварены без снятия фасок стыкуемых кромок. Если толщина листов превышает 3 мм, кромки необходимо выполнить под углом 30°, благодаря чему в месте стыка образуется канавка с углом 60° (рис. 5.18). Подлежащие сваркам листы следует состыковать так, чтобы их кромки примыкали друг к другу практически без зазора, а листы располагались в одной плоскости. Для устранения оксидной пленки следует отшлифовать края свариваемых листов (рис. 5.19). Поскольку алюминиевые листы при нагревании сильно расширяются, для уменьшения внутренних напряжений соединяемые кромки нужно прихватить

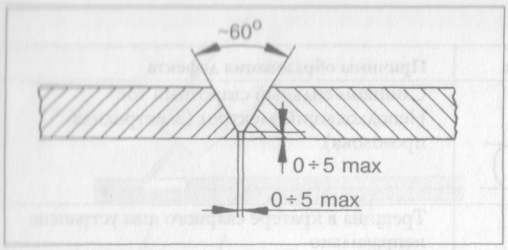


Рис. 5.18. Разделка кромок и положение свариваемых встык листов

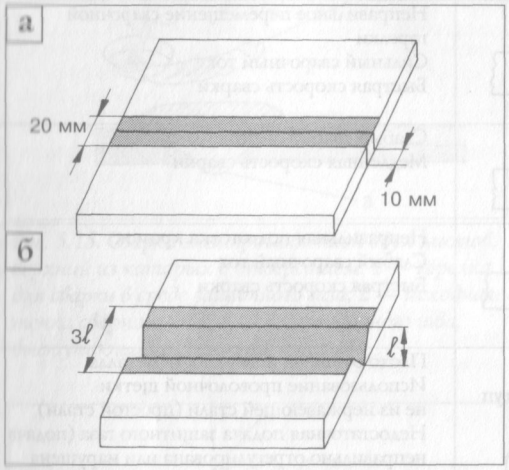


Рис. 5.19. Разделка кромок алюминиевых листов шлифованием перед сваркой встык: а — кромки расположены под углом 90°; б — V-образная форма кромок; в — размер 3l соответствует примерно трехкратной ширине кромки l

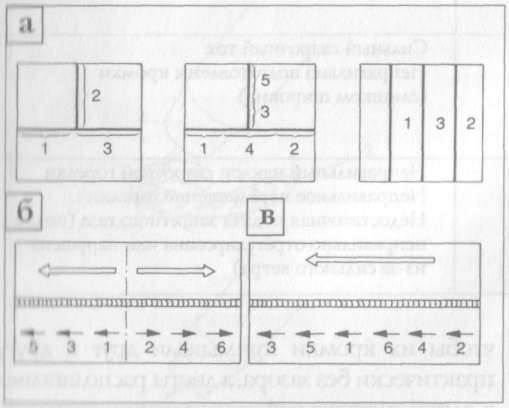


Рис. 5.20. Варианты последовательности сварки листового алюминия стыковым швом: а — поэтапная сварка; б — симметричное наложение шва в переменной последовательности в противоположных направлениях; в — ступенчатое наложение шва в одном направлении сварки

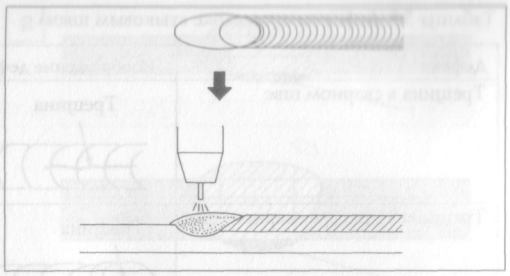


Рис. 5.21. Заварка раковины в сварном шве

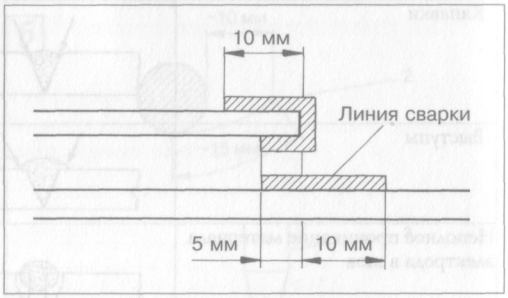


Рис. 5.22. Места, подлежащие шлифовке перед сваркой угловым швом

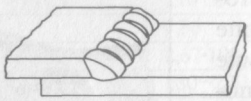
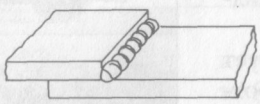
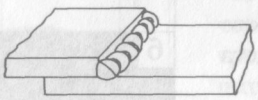
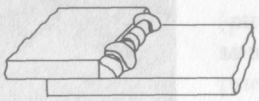
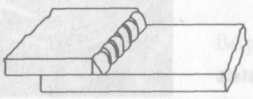
сварными швами, соблюдая правило: чем тоньше лист, тем меньше расстояние между двумя соседними прихватками и тем короче соответствующие сварные швы (рис. 5.20). По концам стыка прихваток быть не должно. Прежде чем наложить очередной шов, следует тщательно обработать поверхность проволочной щеткой из нержавеющей стали. Кроме того, необходимо контролировать отсутствие раковин в швах. Если обнаружена раковина, ее необходимо тщательно заварить (рис. 5.21) и только потом продолжить сварку.

При окончательном проваривании стыка следует учитывать возможность коробления листов, обусловленного тепловым расширением алюминия. Чтобы избежать коробления, при сварке следует перемещаться в направлении от середины стыка к его краям. Сварку следует производить короткими швами. В табл. 5.5 приведены типичные дефекты при сварке стыковым швом.

Сварка угловым швом

Как и в предыдущих случаях, наиболее важным моментом подготовки к сварке является устранение оксидной пленки шлифованием (рис. 5.22). Кроме того, сле-

Таблица 5.6. Дефекты при сварке угловым швом

Дефект	Внешний вид дефекта	Основные причины
Чрезмерное оплавление верхней поверхности шва		Неправильное положение горелки Слабый сварочный ток
Недостаточное количество материала электрода		Слабый сварочный ток
Прерывистый сварной шов		Неправильное перемещение горелки
Неравномерный сварной шов		Неравномерная скорость сварки Малое расстояние от горелки до поверхности сварки
Недостаточное количество материала электрода на нижнем листе		Неправильное положение горелки Слабый сварочный ток

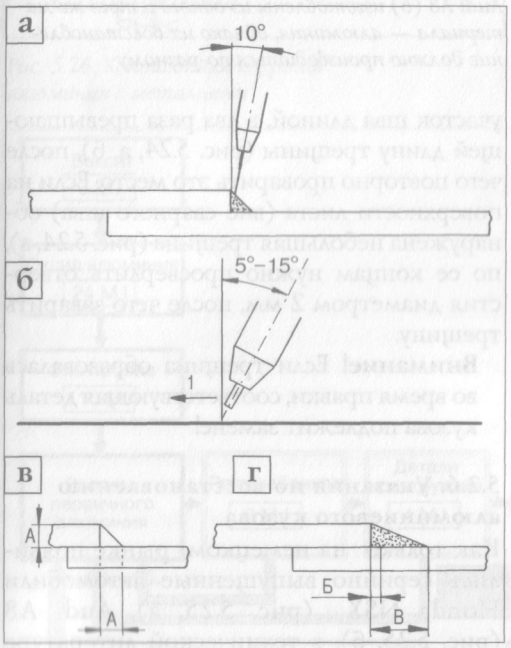


Рис. 5.23. Правильное угловое положение горелки при наложении углового шва в поперечном (а) и продольном (б) направлениях и примеры правильного А (в) и неправильного Б и В (г) исполнения шва: 1 — направление сварки; Б — расстояние слишком мало; В — расстояние слишком велико

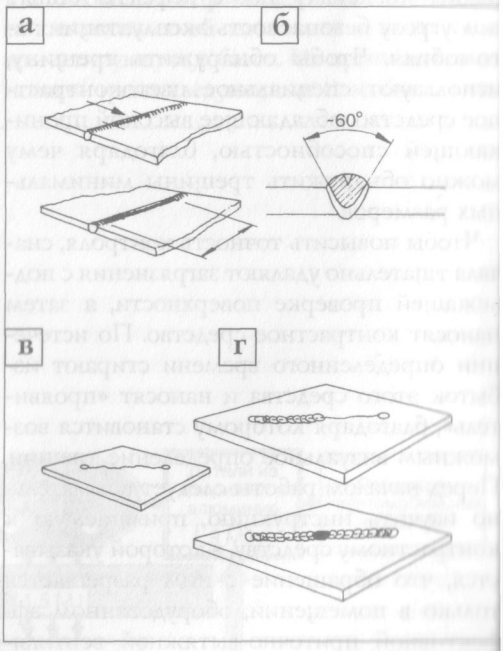


Рис. 5.24. Приемы работы по устранению трещин в сварном шве (а), на поверхности детали (в) и раковины (г): сверление отверстий по краям трещины диаметром 2 мм (в); шлифование трещины в шве на расстоянии примерно двух-кратной трещины (а, в); заварка раковины (г)

дует позаботиться о достаточно плотном прижиме подлежащих свариванию листов. Особенность сварки угловым швом состоит в том, что материал электрода лучше распределяется по вертикальной кромке верхнего листа, чем по горизонтальной поверхности нижнего листа, так как оксидная пленка плавится трудно.

Неоднородность распределения следует откорректировать за счет выбора соответствующего положения сварочной горелки (рис. 5.23, а, б). Толщина сварного шва должна быть больше толщины листа (5.23, в, г).

Таблица 5.6 включает в себя наиболее характерные дефекты, возникающие при наложении углового сварного шва и причины их возникновения.

5.2.5. Контроль сварочного шва на отсутствие трещин

Контроль наличия трещин по завершении сварки производится в обязательном порядке, поскольку такие дефекты ставят под угрозу безопасность эксплуатации автомобиля. Чтобы обнаружить трещину, используют специальное цветоконтрастное средство, обладающее высокой проникающей способностью, благодаря чему можно обнаружить трещины минимальных размеров.

Чтобы повысить точность контроля, сначала тщательно удаляют загрязнения с подлежащей проверке поверхности, а затем наносят контрастное средство. По истечении определенного времени стирают избыток этого средства и наносят «проявитель», благодаря которому становится возможным визуальное определение трещин. Перед началом работы следует внимательно изучить инструкцию, прилагаемую к контрастному средству, в которой указывается, что обращение с ним разрешается только в помещении, оборудованном эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Как поступить, если в результате проверки обнаружена трещина?

Если она находится в сварном шве (рис. 5.24, а) следует удалить шлифованием

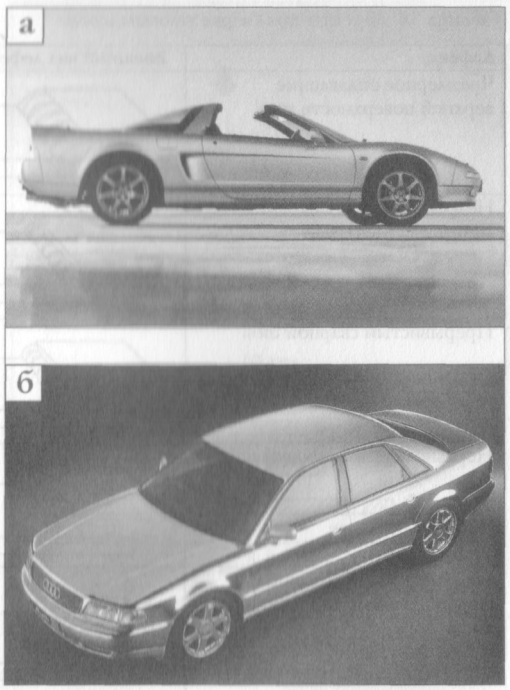


Рис. 5.25. Кузова автомобилей Honda NSX (а) и Audi A8 (б) изготовлены из одного и того же материала — алюминия, однако их восстановление должно производиться по-разному

участок шва длиной, в два раза превышающей длину трещины (рис. 5.24, а, б), после чего повторно проварить это место. Если на поверхности листа (вне сварного шва) обнаружена небольшая трещина (рис. 5.24, в), по ее концам нужно просверлить отверстия диаметром 2 мм, после чего заварить трещину.

Внимание! Если трещина образовалась во время правки, соответствующая деталь кузова подлежит замене!

5.2.6. Указания по восстановлению алюминиевого кузова

Как только на немецком рынке появились серийно выпущенные автомобили Honda NSX (рис. 5.25, а), Audi A8 (рис. 5.25, б), в технической литературе появилось множество публикаций по проблемам восстановления алюминиевого кузова. В них, главным образом, обсуждались особенности таких работ в сравнении с восстановлением автомобильных

Таблица 5.7. Сравнение физико-математических свойств стали и алюминия

Параметры	Стальной лист St-13/St-14	Алюминиевый лист 6009
Модуль упругости E, Н/мм²	210 000	70 000
Плотность, кг/дм³	7,86	2,7
Отношение модуля упругости к плотности	$2{,}67 \cdot 10^4$	$2{,}59 \cdot 10^4$
Предел текучести при растяжении R_p 0,2, Н/мм²	180–230	230–270
Предел прочности при растяжении R_m, Н/мм²	310–330	300

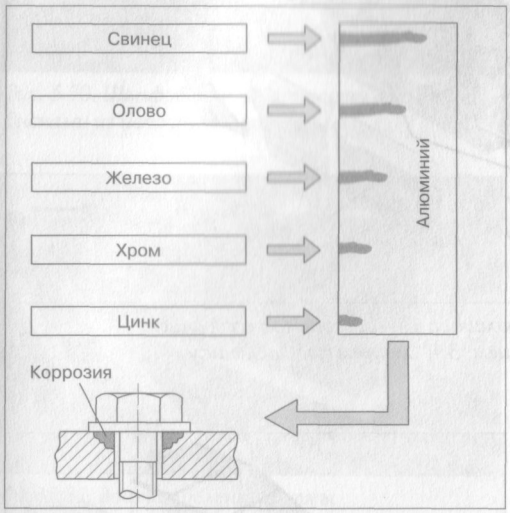


Рис. 5.26. Контактная коррозия алюминия с металлами

кузовов, изготовленных из стального ли та (см. табл. 5.7 и рис. 5.26).

Эти публикации производят впечатление что восстановление алюминиевых кузово чрезвычайно дорого и требует больших ка питаловложений для оснащения ремонтны мастерских специальным оборудование (рис. 5.27). Не касаясь вопросов производст ва кузова, мы лишь сравним способы, кото рые используются для изготовления деталей кузовов автомобилей той или другой формы

Варианты исполнения алюминиевых деталей кузова

Детали из алюминиевого сплава, используемы в автомобильной промышленности, отличают ся как технологией изготовления, так и соста вом легирующих добавок. Их производят в ос новном тремя следующими способами: лить

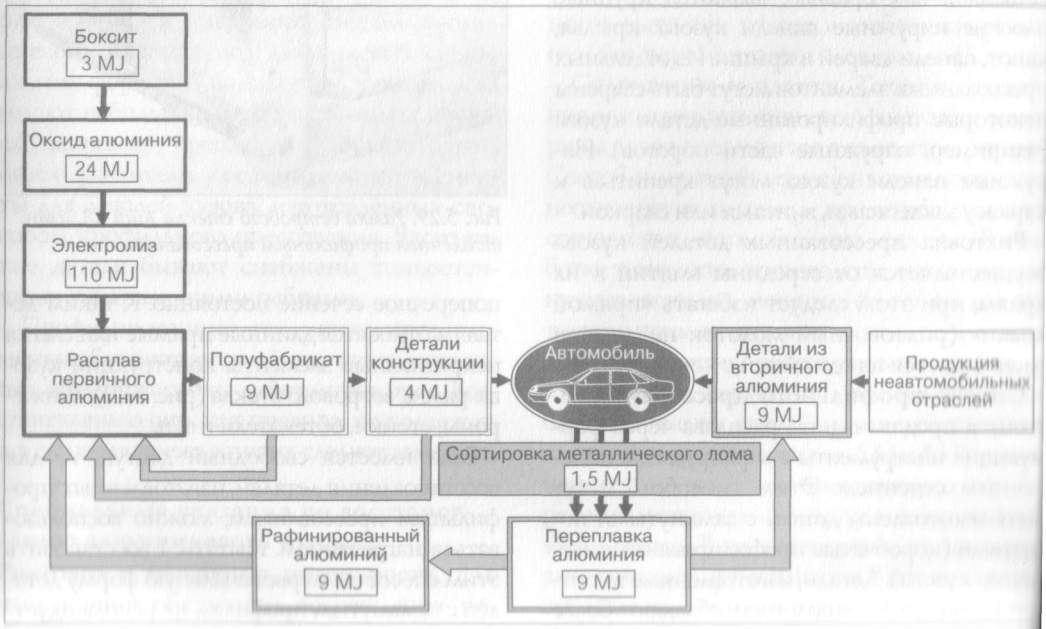


Рис. 5.27. Расход энергии в МДЖ/кг продукта на производство и вторичное использование алюминия

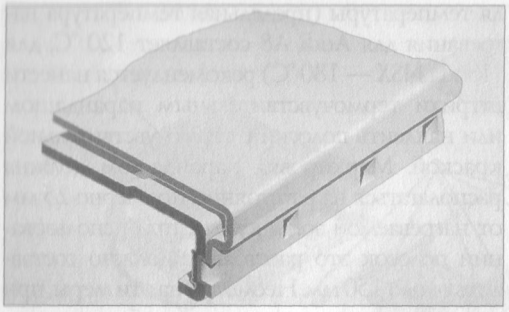


Рис. 5.32. Соединение деталей клепкой при изготовлении автомобильных кузовов

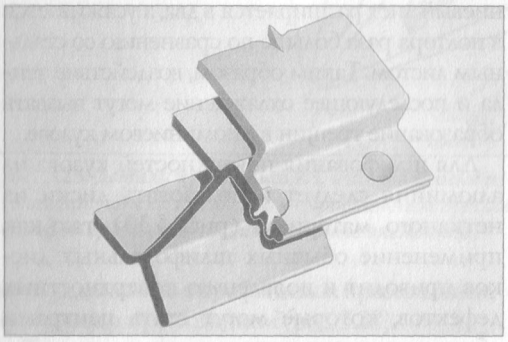


Рис. 5.33. Соединение деталей порога Audi A8 штампованными заклепками

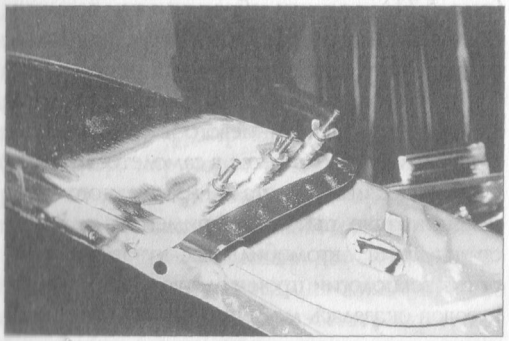


Рис. 5.34. Соединение кромок новой и остающейся деталей кузова алюминиевой полоской, отрезанной от новой детали

Поврежденную деталь отсоединяют от кузова по линиям отсоединения, установленным изготовителем. Для этого нужны следующие инструменты: короткоходная пила с алюминиевым полотном, отрезной шлифовальный круг и заклепочные клещи. В процессе отсоединения используют охлаждающие и смазывающие средства.

Заклепочные клещи служат для выпрессовки старых заклепок и расклепывания новых. В состав комплекта заклепочных клещей входят соответствующие заклепочные штампы. Выпрессованные заклепки обычно остаются на отсоединенной от кузова детали. Если заклепка провалилась в закрытое пространство, ее следует непременно извлечь, иначе она может спровоцировать коррозию алюминиевого кузова или стать причиной дополнительного шума во время движения автомобиля. Если достать заклепку не удалось, ее следует законсервировать, введя в соответствующую полость антикоррозионный состав.

После выпрессовки заклепок склеенные закраины деталей кузова рассоединяют с помощью зубила. Остатки клея на закраине кузова удаляют вращающимся диском из нетканого материала (см. рис. 5.30).

Вместо удаленной детали устанавливают новую. Оттибание кромок при этом не предусматривается: новую деталь соединяют с кузовом встык. Стыкуемые кромки должны быть снабжены фасками, чтобы в нанесенных позже слоях шпатлевки и лакового покрытия не возникали напряжения. Поверх стыка укладывают полоску листового алюминия необходимой конфигурации шириной около 50 мм, отрезанную от новой детали (рис. 5.34). Полоска должна быть соединена со старой и новой деталями кузова заклепками симметрично по отношению к стыку (по 25 мм на сторону).

Стыкуют соответствующие кромки, сверлят отверстия меньшего диаметра для заклепок и фиксируют соединяемые детали струбцинами. Рассверливают отверстия, чтобы они точно соответствовали диаметру стержня заклепок и выштамповывают гнезда под головки заклепок выдавливающими или заклепочными клещами. Если в области фланцев заклепок оказываются пустоты, отверстия рассверливают и зенкуют.

Подготовку поверхности кузова к склеиванию производят следующим образом.

- Специальным шлифовальным бруском создают требуемую шероховатость поверхности (одновременно возникает силикатное покрытие).

- Удаляют кисточкой абразивную пыль.
- Наносят грунтовку.
- Через определенное время специальным пистолетом наносят двухкомпонентный клей в виде валика шириной 3 мм (клей при 20 °С пригоден 2,5 ч).
- Грунтуют новую алюминиевую деталь, предварительно обезжирив поверхность.

Далее струбцинами прикрепляют новую деталь к кузову. Как только будет обеспечено точное совмещение кромок, вставляют заклепки в ранее подготовленные отверстия. В полых пространствах применяют потайные заклепки, а на фланцах, с двух сторон закрепленных струбцинами, — цельные. В процессе клепки клей выдавливается из-под деталей и прилипает к струбцинам и заклепочным штампам, поэтому по завершении клепки эти инструменты следует протереть растворителем, а остатки клея на соединенных деталях стереть ветошью.

Когда все заклепки будут расклепаны, фланцы, соединенные цельными заклепками, рихтуют с помощью молотка и контропоры. Клей сушат при температуре 80 °С в течение получаса. Если новая деталь имеет отбортованную кромку (например, соединение боковины с колесной нишей), сначала оттибают специальными гибочными клещами край с уложенным на него валиком клея (радиус закругления должен составлять примерно 2,5 мм), а потом производят окончательную рихтовку обоих элементов молотком и контропорой.

Далее покрывают клепаное соединение специальной двухкомпонентной шпатлевкой (рис. 5.35), шлифуют выступающую часть головок заклепок, а подлежащую шпатлеванию поверхность протирают ветошью, смоченной в бензине. Цель шпатлевания состоит в том, чтобы заполнить стыковой шов и закрыть головки заклепок. Во избежание образования трещин не следует ускорять отверждение шпатлевки нагреванием. Время естественной сушки шпатлевки должно составлять около 10 мин. Затем удаляют оставшийся внутри слоя шпатлевки растворитель, для чего нагревают поверхность феном, а лучше инфракрасным нагревателем, но не слишком сильно.



Рис. 5.35. Слой двухкомпонентной шпатлевки, нанесенной на полку профильного бруса крыши, и контрольная полоска с термочувствительной краской

от зашпатлеванного участка на расстоян около 150 мм приклеивают полоски с тер чувствительной краской (до температу 120 °С). Затем шлифуют поверхность ш левки. (Внимание! Во время шлифова должна работать вытяжная вентиляц В заключение производят окрашивание становленной поверхности (рис. 5.36).

Соединение деталей кузова комбини ванным способом (склеивание + клепка) довольно трудоемкая операция, однако у сейчас существуют клеи для стальных де лей, которые позволяют одновременно склеиванием скреплять детали лишь св ными точками, полностью отказавшись клепки.

Особенности ремонта алюминиевых кузовов автомобилей Audi A8 и Honda N

Многообразие видов готовой продукц называемой кузовным алюминиевым л товым материалом, обусловлено тем, что ее производства используются самые раз образные технологии и варьируемые по

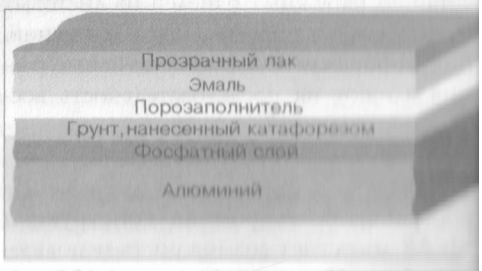


Рис. 5.36. Алюминиевый лист с двухслойным



Рис. 5.39. Детали полностью оцинкованного кузова автомобиля Audi A8

В чем причина высоких антикоррозионных свойств оцинкованной стали? Коррозия стального листа происходит в результате взаимодействия кислорода воздуха с железом в присутствии влаги. Следствием такого взаимодействия является образование пористого слоя ржавчины, свободно пропускающего кислород воздуха и влагу вглубь металла. Однажды начавшийся процесс коррозии не прекратится до тех пор, пока весь металл не превратится в ржавчину.

Корродированию стального листа можно воспрепятствовать, если покрыть его цинком. Антикоррозионный эффект, достигаемый благодаря цинкованию, обусловлен тем, что цинк образует прочно связанный с поверхностью стали оксидный слой (ZnO), препятствующий доступу кислорода воздуха к нижерасположенным слоям стального листа и, таким образом, выполняющий роль барьера (рис. 5.40). Если произошло механическое повреждение слоя цинка, нанесенного на поверхность стального листа (железа), в присутствии влаги оба металла образуют локальный гальванический элемент, и в результате электрохимической реакции разрушению подвергается не железо, а цинк.

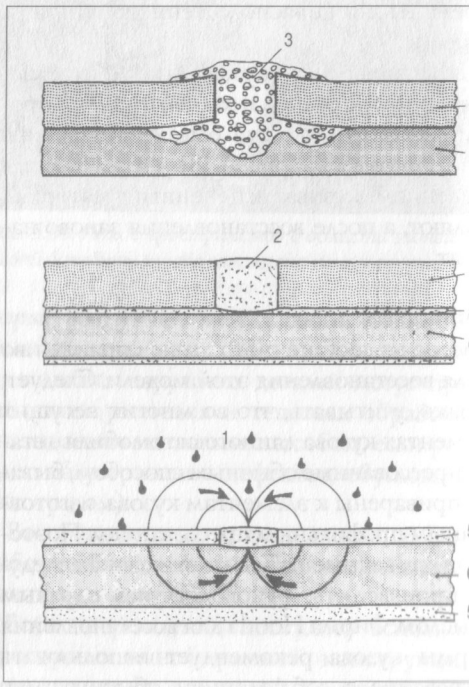


Рис. 5.40. Схема процесса коррозии и антикоррозионной защиты стального листа за счет двустороннего цинкования: 1 — электролит; 2 — оксид цинка; 3 — ржавчина; 4 — лакокрасочное покрытие; 5 — цинк; 6 — сталь

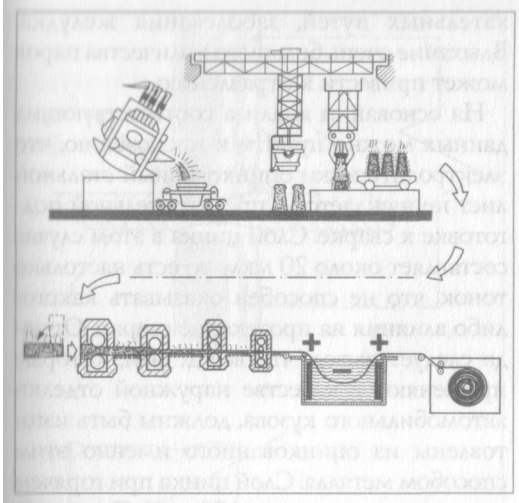


Рис. 5.41. Схема технологического процесса электролитического цинкования

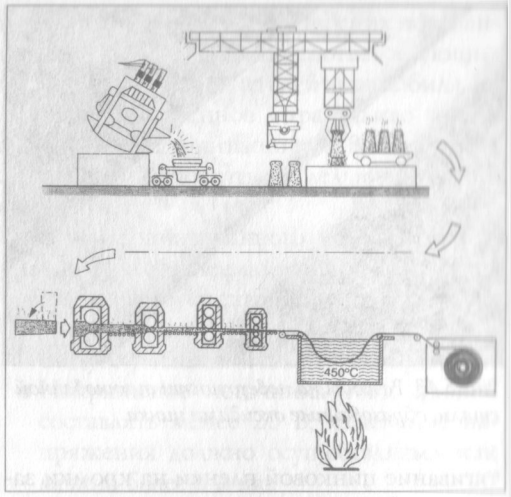


Рис. 5.42. Схема технологического процесса горячего цинкования

Барьерный эффект цинка проявляется также при соединении стальных листов контактно-точечной сваркой. Если внутренние поверхности двух наложенных друг на друга стальных листов оцинкованы, в момент точечной сварки цинк плавится, переходя в жидкое состояние. Электроды выдавливают расплавленный цинк наружу, вследствие чего вокруг сварной точки возникает скопление цинка. Расплав цинка после охлаждения образует кольцеобразную барьерную зону, которая будет препятствовать проникновению кислорода воздуха к центру сварной точки. Аналогичный эффект обеспечивает краска на основе цинковой пыли, которую обычно наносят на место предстоящей точечной сварки оцинкованных листов.

Оцинкованный стальной лист изготавливают двумя способами.

Электролитический способ цинкования (рис. 5.41) позволяет нанести тонкий, однородный по толщине слой цинка. Стальную ленту пропускают через ванну с электропроводной жидкостью, содержащей ионы цинка. В ванну помещают две положительно заряженные цинковые пластины — аноды. Протягиваемая над ними отрицательно заряженная стальная лента выполняет роль катода. Протекающая в ванне электрохимическая реакция приводит к осаждению цинка на поверхности стального листа. Материал, образующийся в результате электролитического цинкования, обычно используют для изготовления наружных деталей кузова.

Менее дорогим способом является **горячее цинкование** (рис. 5.42) стального листа. Стальную ленту пропускают через ванну с расплавленным цинком (температура плавления цинка около 450 °С). В результате горячего цинкования на поверхности стального листа возникает очень тонкий слой сплава железа с цинком, поверх которого образуется слой собственно цинка. Толщина нанесенного с обеих сторон покрытия составляет около 10 мкм. В результате горячего цинкования на поверхности металла появляются разводы (рис. 5.43), образованные оксидами цинка. Эти дефекты полностью устраняются благодаря последующему пропусканию оцинкованной стальной полосы через валки. Тем не менее оцинкованный горячим способом материал не может использоваться для изготовления наружных панелей кузова. Из него обычно выполняют внутренние, невидимые снаружи детали, например элементы основания кузова.

Преимущества оцинкованного листа проявляются при изготовлении штампованных деталей. При штамповании происходит на



Рис. 5.43. Разводы на поверхности оцинкованной стали, образованные оксидами цинка

тягивание цинковой пленки на кромки заготовок, благодаря чему создается хорошая защита этих особо подверженных коррозии поверхностей деталей кузова.

Восстановление оцинкованного кузова должно осуществляться таким образом, чтобы сохраняла свою силу заводская гарантия на эту важную часть автомобиля, срок службы которой может достигать 10 лет. С тех пор как оцинкованный стальной лист начал использоваться в серийном производстве кузовов, не прекращаются дискуссии по поводу особенностей сварки этого материала, его защиты от коррозии, а также по вопросам, связанным с охраной здоровья персонала ремонтных мастерских.

Какие проблемы возникают при сварке оцинкованного стального листа? При разогреве примерно до 420 °С цинк начинает плавиться. Дальнейшее нагревание (примерно до 900 °С) вызывает окисление чистого цинка и железоцинкового сплава и выделение обладающих сероватым оттенком паров оксида цинка. Это обстоятельство осложняет сварку, поскольку происходит разбрызгивание металла, видимость в зоне сварки ухудшается и т. п. В сварочном шве могут образовываться трубчатые поры и газовые пузырьки, в результате чего соответствующий элемент конструкции кузова потеряет прочность.

Кроме того, пары оксида цинка чрезвычайно вредны для здоровья. Их вдыхание может вызвать лихорадку, раздражение дыхательных путей, заболевания желудка. Вдыхание очень большого количества паров может привести к отравлению.

На основании анализа соответствующих данных можно прийти к заключению, что электролитически оцинкованный стальной лист не нуждается в предварительной подготовке к сварке. Слой цинка в этом случае составляет около 20 мкм, то есть настолько тонок, что не способен оказывать какого-либо влияния на протекание сварки. Отсюда следует вывод, что все детали, которые применяют в качестве наружной отделки автомобильного кузова, должны быть изготовлены из оцинкованного именно этим способом металла. Слой цинка при горячем цинковании достигает 170 мкм. Таким образом, цинк может препятствовать нормальному протеканию сварки и, следовательно, подлежит предварительному удалению, которое обычно осуществляют шлифовальной машинкой. Металл, оцинкованный горячим способом, используется главным образом для изготовления элементов основания кузова и некоторых небольших деталей, например петель дверей.

Важное значение при восстановлении деталей кузова, выполненных из оцинкованного стального листа, имеет ограничение количества подводимого тепла. Наиболее прочное сварное соединение при минимальном разрушении цинкового покрытия обеспечивается благодаря контактно-точечной сварке (рис. 5.44). При таком способе сварки цинковое покрытие практически полностью сохраняется, а вокруг сварной точки образуется защитное кольцо из цинка.

При сваривании деталей из оцинкованного стального листа не всегда может быть обеспечено такое же качество сварки, как для обычного стального листа. В связи с этим некоторые изготовители автомобилей рекомендуют использовать более высокий сварочный ток или более сильный прижим электродов, а также увеличить продолжительность сварки. Однако такое изменение режима сварки для оптимальным образом отрегулированного сварочного аппарата является практически невыполнимой задачей. Аппараты для контактно-точечной сварки

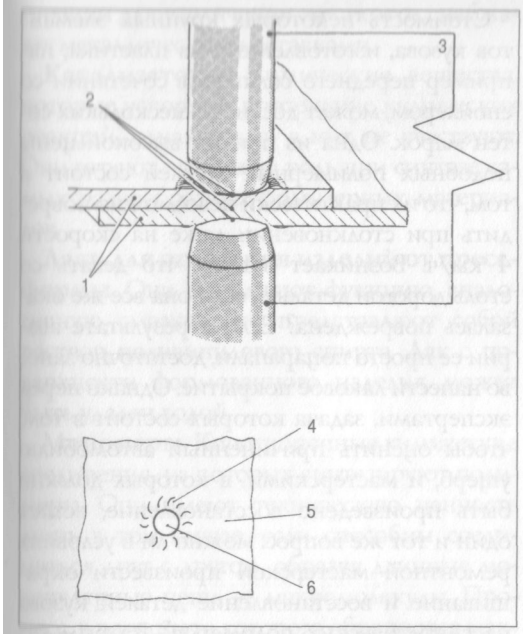


Рис. 5.44. Контактно-точечная сварка оцинкованной листовой стали: 1 — сопротивление свариваемого материала; 2 — контактное сопротивление; 3 — ток; 4 — кольцеобразное скопление цинка; 5 — оцинкованный лист; 6 — сварная точка

обычно работают в следующем режиме.

- Сила сварочного тока зависит от усилия прижима электродов.
- На электроды воздействует невысокое усилие прижима.
- Время сварки с увеличением потребляемой мощности автоматически возрастает.
- Электроды имеют закругленные рабочие торцы.
- Отсутствие скручивания и незначительный изгиб электродержателей.

Перед сваркой элементов кузова из оцинкованного стального листа всегда следует прибегать к описанной ранее пробной точечной сварке (см. подразд. 4.3). Кроме того, при работе с оцинкованным металлом необходим более тщательный уход за рабочей поверхностью электродов, который осуществляют с помощью специальных принадлежностей. В связи с тем, что сварка оцинкованного материала при восстановлении кузова представляет собой часто дискутируемую тему, настоятельно рекомендуем персоналу ремонтных мастерских постоянно ориентироваться на соответствующие предписания изготовителей автомобиля.

Все вышесказанное справедливо и для сварки в среде защитного газа. В этом случае следует придерживаться следующих рекомендаций.

- Сварка оцинкованного листового материала по сравнению с обычной листовой сталью требует снижения используемой мощности на 10–20 %; на столько же следует уменьшать скорость сварки.
- Напряжение источника тока должно составлять менее 20 В; изменение напряжения должно осуществляться как можно более плавно.
- Чтобы обеспечить стабильность электрической дуги, расстояние от токопроводящего мундштука до поверхности свариваемого материала не должно превышать 18 мм.
- Горелку при сварке следует вести в нейтральном или слегка прижатом положении.
- Проволочный электрод и защитный газ аналогичны используемым для сварки обычной листовой стали.
- По сравнению с неоцинкованным материалом возможно более сильное разбрызгивание металла. Поэтому следует применять газовое сопло большего диаметра и устанавливать более высокий расход защитного газа.
- Необходимо как можно быстрее проваривать узкие зоны.
- При подготовке края новой детали кузова к сварке слой цинка можно не удалять. Грунтовочное покрытие подлежит удалению с помощью растворителя. Внутренние поверхности перед сваркой внахлест следует покрыть краской на основе цинковой пыли.
- Несмотря на то что оцинкованная поверхность обладает особо высокими антикоррозионными свойствами, после восстановления кузова необходимо осуществить все обычные мероприятия по защите от коррозии. Чтобы избежать снижения адгезии, для антикоррозионной защиты следует использо-

вать лишь те материалы, которые рекомендованы для оцинкованных стальных листов.

5.4. ЭЛЕМЕНТЫ НАРУЖНОЙ ОБЛИЦОВКИ КУЗОВА ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

В производстве автомобильных кузовов все в большем объеме применяются синтетические полимеры как альтернатива традиционным кузовным материалам (рис. 5.45). Основным сырьем для изготовления этих полимеров является нефть. Даже резкое подорожание нефти в результате энергетического кризиса 1973 г. не смогло остановить тенденцию ко все более широкому использованию полимерных материалов в кузовостроении.

Какие преимущества дает замена обычных материалов, используемых в производстве автомобильных кузовов, синтетическими полимерами? Главными задачами при конструировании кузовов легковых автомобилей являются снижение их массы, уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления (c_W), повышение коррозионной стойкости и устойчивости к механическим воздействиям (минимальные повреждения при легких столкновениях, например при неудачной парковке), минимальные производственные издержки. Никакой другой материал, кроме полимеров, не способен в полном объеме удовлетворять комбинации перечисленных требований.

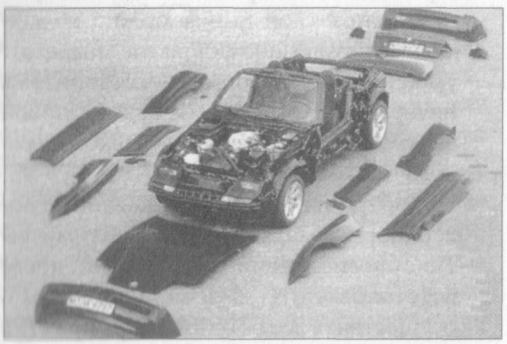


Рис. 5.45. Элементы наружной облицовки автомобильного кузова, выполненные из синтетических полимеров (BMW Z1)

Стоимость некоторых крупных элементов кузова, изготовленных из пластика, например переднего бампера в сочетании со спойлером, может достигать нескольких сотен марок. Одна из причин высокой цены подобных полимерных деталей состоит в том, что их практически невозможно повредить при столкновении даже на скорости 4 км/ч. Возникает вопрос: что делать со столь дорогой деталью, если она все же оказалась повреждена? Если в результате аварии ее просто поцарапали, достаточно заново нанести лаковое покрытие. Однако перед экспертами, задача которых состоит в том, чтобы оценить причиненный автомобилю ущерб, и мастерскими, в которых должно быть произведено восстановление, встает один и тот же вопрос: можно ли в условиях ремонтной мастерской произвести окрашивание и восстановление деталей кузова из синтетических полимеров? Вторым существенным моментом является оценка целесообразности ремонтных затрат. Например, если стоимость новой детали составляет 300 марок, нужно прикинуть, не дешевле ли обойдется устранение дефекта, нежели полная замена поврежденной детали.

5.4.1. Терминология, используемая в технике синтетических полимеров

Человека, мало знакомого с синтетическими полимерными материалами, может поразить огромное разнообразие специальных терминов и сокращений, используемых в этой области. Разобраться в данном вопросе поможет приведенный ниже перечень некоторых наиболее употребительных терминов, часть которых перешла из англоязычной технической литературы.

Дисперсия. Образуется в результате тонкого распределения одного продукта в другом без взаимного растворения (dispergere, лат. — рассеивать, рассыпать).

Интегральный пенопласт. Детали из этого вспененного синтетического полимера обладают мелкоячеистой структурой и характеризуются низкой плотностью. Они обладают гладкой поверхностью с закрытыми ячейками. Формуемые из интегральных пенопластов детали продолговатой конфи-

гурации для увеличения жесткости снабжают металлическими вставками.

Катализаторы. Химические вещества, которые ускоряют протекание химических реакций, однако сами в них не участвуют. Они играют огромную роль при синтезе самых разнообразных полимерных материалов.

Лаки для отделения изделий от пресс-формы. Они выполняют функцию, аналогичную смазкам, но представляют собой раствор поливинилового спирта. Лак с поверхности формованного изделия может быть удален водой.

Мономеры. Короткоцепные химические соединения, из которых синтезируют полимеры. Они имеют техническую ценность лишь в том случае, если способны соединяться друг с другом, образуя длинные молекулярные цепи — макромолекулы. Процесс, в результате которого образуются макромолекулы, называют полимеризацией или поликонденсацией (полиприсоединением, ступенчатой полимеризацией). В результате протекания этих процессов образуются полимеры.

Пластификаторы. Вспомогательные средства, позволяющие повысить эластичность лакового покрытия, нанесенного на поверхность полимерного изделия.

Ручное ламинирование. Простейший способ изготовления деталей из армированных стекловолокном полиэфирных и эпоксидных смол. Стеклянное волокно в виде стеклоткани укладывают в специальную форму и пропитывают жидкой смолой. Затем аналогичным образом изготавливают следующий слой и т. д., получая в конечном итоге типичный стеклопластик.

Смазки для отделения изделий от пресс-формы. Благодаря таким смазкам формованное полимерное изделие может быть извлечено из пресс-формы без повреждения. В общем случае смазки являются растворами восков и силиконов, которые после извлечения изделия остаются на его поверхности. Перед окрашиванием формованного изделия следует тщательно удалить остатки смазки, иначе не будет обеспечена адгезия лакового покрытия к его поверхности.

Сополимеры. Синтетические полимеры, полученные в результате полимеризации нескольких разных исходных продуктов — мономеров.

Термореактивные полимеры (реактопласты). Молекулы, из которых состоят эти полимеры, так называемые макромолекулы, соединены между собой поперечными связями, образующими общую пространственную сетку, в связи с чем изменение формы реактопластов невозможно.

Усадочные раковины. Воздушные пузырьки в деталях из синтетических полимеров чаще всего возникают вокруг частиц наполнителя. При тепловой обработке они, как правило, перемещаются к поверхности детали, где исчезают вследствие выгазовывания, однако на поверхности появляются раковины. Поэтому перед окрашиванием полимерные детали следует подвергать отжигу (нагреванию в сушильной камере в течение 1 ч при 60 °С).

Эластомеры. Эти полимерные материалы обладают резиноподобной эластичностью. Если эластомер деформировать, то после прекращения воздействия деформирующего усилия первоначальная форма полностью восстановится. Эластомеры обладают разной твердостью, которую измеряют в единицах твердости по Шору.

Alloy (англ. — сплав). Термин используют преимущественно для обозначения сплавов металлов. Тем не менее его используют и приминительно к синтетическим полимерам, состоящим из нескольких отдельных компонентов.

Blend (англ. — смесь). Смесь синтетических полимеров разного состава, например PP/EPDM (смесь полипропилена с этилен-пропиленовым каучуком).

BMC (B = Bulk, англ. — объем), M = Moulding англ. — пресс-форма), C = Compound англ. — составная часть, компонент). Способ формования полимерных деталей литьем под давлением при повышенной температуре (например, смеси полиэфирной смолы с мелом и короткими стеклянными волокнами).

RIM. Один из способов изготовления деталей из синтетического полимера. Находящийся в вязкотекучем состоянии полимер

смешивают с отвердителем непосредственно перед впрыскиванием в пресс-форму. Отверждение полимера под действием подводимого к пресс-форме тепла происходит в течение нескольких минут (R=Reaction, англ. — реакция, I=Injection англ. — впрыскивание, M=Moulding, англ. — пресс-форма).

RRIM. Так называют усовершенствованный, протекающий с более высокой скоростью RIM-способ формования (R=Reinforces, англ. — усиленный).

SMC. Этот способ изготовления деталей из синтетических полимеров напоминает ручное ламинирование, однако формование производится в пресс-формах: стекловолокнистый холст пропитывают полиэфирной смолой и последнюю отверждают под давлением и при нагревании (S=Sheet, англ — пропитанный слой, M=Moulding, англ. — пресс-форма, C=Compound, англ. — компонент, составная часть).

5.4.2. Основные представления о синтетических полимерах

«Синтетические полимеры» — общее наименование разнообразных материалов, изготовленных методом синтеза. Некоторые свойства, например отсутствие у большинства из них способности к биологической деструкции или относительно невысокая плотность по сравнению с металлами, являются общими признаками этих материалов. Одно из их главных достоинств состоит в том, что большинство из них могут быть подвержены модифицированию.

Свойства синтетических полимеров определяются их химической структурой. Все они состоят из длинных макромолекул, прочность связи между которыми различна. В зависимости от прочности этих связей различают три основные категории синтетических полимеров.

Термопласты

Термопласты (рис. 5.46) при нагревании размягчаются и приобретают способность к формованию. При охлаждении они затвердевают и сохраняют новую форму. Процесс формования может быть многократно повторен. Как объяснить это явление с химической точки зрения? Макромолекулы термопластов

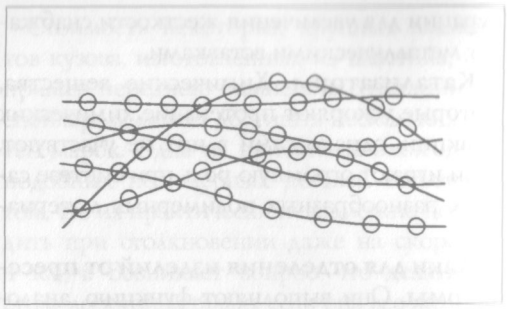


Рис. 5.46. Структура термопластов

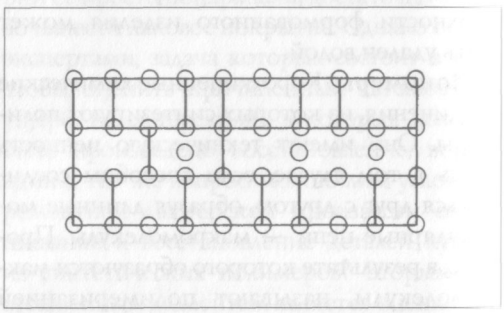


Рис. 5.47. Структура термореактивных полимеров

имеют варьируемую длину, они переплетены между собой и не соединены химическими связями. Вследствие нагревания макромолекулы приобретают способность свободно скользить относительно друг друга. Наиболее широко распространенным термопластом является поливинилхлорид (ПХВ).

Термореактивные полимеры

Термореактивные полимеры (реактопласты, рис. 5.47) при нагревании не размягчаются, следовательно, они не способны к формованию. Они хрупки и немедленно разрушаются под действием ударной нагрузки. Эти полимеры состоят из настолько прочно соединенных между собой (сшитых в двух- и трехмерную пространственную структуру) макромолекул, что отделить их друг от друга можно только за счет разрушения материала. Нагревание не способно ослабить прочную взаимосвязь макромолекул. Общеизвестными примерами использования термореактопластов являются выключатели света или корпуса электрических розеток. Наиболее широко используемым реактопластом является бакелит.

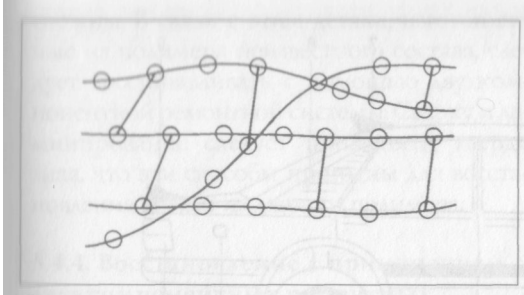


Рис. 5.48. Структура эластомеров

Эластомеры

Основной отличительной особенностью этих материалов (рис. 5.48) является резиноподобная эластичность, сохраняющаяся в довольно широком температурном интервале. При нагревании эластомеры не размягчаются настолько, чтобы они смогли принять новую форму. Что касается химической структуры, эластомеры представляют собой редко сшитые между собой длинные макромолекулы. Эти полимерные материалы способны сильно удлиняться и сжиматься, а после прекращения воздействия нагрузки возвращаться в исходное состояние. Наиболее широко используемыми торговыми марками являются полисилоксановый эластомер и хлоропреновый каучук (неопрен).

Повышенные требования к качеству наружной облицовки кузовов легковых автомобилей зачастую вынуждают применять смеси вышеперечисленных типов синтетических полимеров. Кроме того, в состав многих из них вводят добавки, изменяющие свойства полимерного материала. Такими добавками являются стекловолокно, мел, сажа, пластификаторы, пигменты, светостабилизаторы и т. д.

Поскольку к элементам кузова (рис. 5.49) предъявляются разные требования, для их изготовления используют синтетические полимеры самой разной химической природы. Соответствующие сокращения, приведенные на рис. 5.49, расшифровываются в табл. 5.8.

Таблица 5.8. Названия полимеров

Аббревиатура	Полное наименование
ABS	Сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола
EPDM	Этиленпропиленовый каучук
GFK	Стеклопластик
HP	Сополимер фирмы Honda
PA	Полиамид
PBTK	Полибутилентерефталат
PC	Поликарбонат
PE	Полиэтилен
PMMA	Полиметилметакрилат
POM	Полиоксиметилен, полиформальдегид, полиацеталь
PP	Полипропилен
PPO	Полипропиленоксид
PUR	Полиуретановый каучук
PVC	Поливинилхлорид
UF	Карбамидо-формальдегидная смола

5.4.3. Идентификация синтетических полимеров

В связи с широким диапазоном требований, предъявляемых к деталям наружной облицовки кузова, ассортимент используемых для их изготовления синтетических полимеров весьма велик. При этом, к сожалению, отсутствует какая-либо определенная система, которая позволяла бы определять тип полимера, использованного для изготовления той или иной детали. Если раньше, прежде чем приступить к восстановлению полимерной детали кузова, необходимо было точно идентифицировать тип полимера, то сейчас в распоряжении ремонтных мастерских имеются вспомогательные средства, которые позволяют произвести восстановление, имея лишь приблизительное представление о полимере, а иногда вообще обойтись без какой-либо информации. Причем, по мнению изготовителей этих восстановительных материалов, не имеет значения, какую лакокрасочную композицию следует использовать для окрашивания восстановленной поверхности. Практика ремонта, однако, показывает, что составу лакокрасочной композиции всегда следует уделять особое внимание: иногда рекомендуется даже поинтересоваться у изготовителя лакокрасочной продукции, какую композицию порекомендовал бы он применить для окрашивания детали, восстановленной с помощью того или иного материала.

В середине 80-х годов прошлого века для целей восстановления разработана двухкомпонентная система, которую, однако, можно было использовать лишь после предвари-

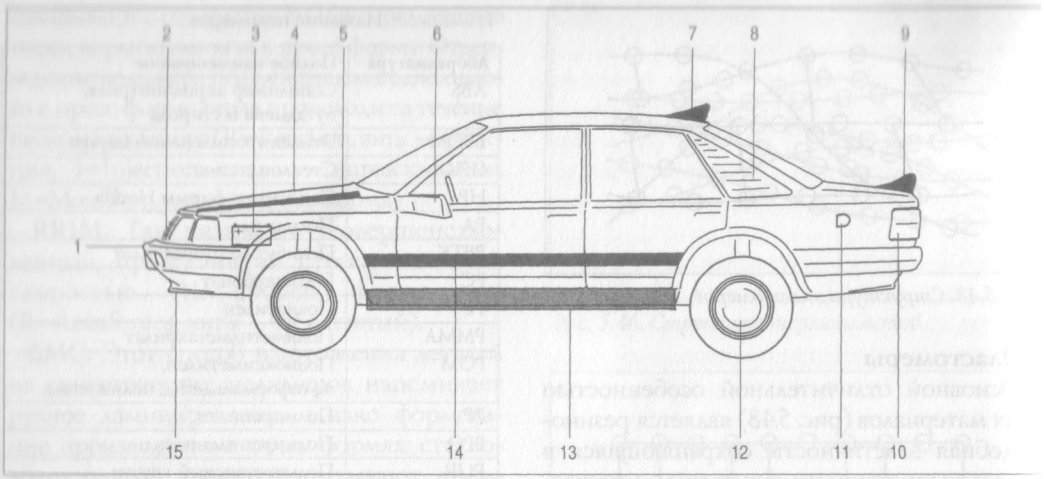


Рис. 5.49. Элементы наружной облицовки автомобильного кузова и других систем, выполненные из синтетических полимеров: 1 — передние и задние бамперы; 2 — решетка радиатора; 3 — корпус аккумуляторной батареи; 4 — капот (SMC-способ изготовления); 5 — рассекатель воздушного потока; 6 — наружное зеркало; 7 — спойлер, устанавливаемый на крыше; 8 — облицовка боковины; 9 — задний спойлер; 10 — рассеиватель фары и его герметизация; 11 — откидная крышка заливной горловины; 12 — колпаки колес; 13 — пороги дверей; 14 — декоративные накладки; 15 — передний спойлер

тельной идентификации типа полимера, из которого изготовлена подлежащая восстановлению деталь.

В 90-х годах предложено использовать принципиально новый способ восстановления, который требовал лишь предварительного определения, является подлежащий восстановлению полимер жестким, полужестким или гибким. Для каждого из перечисленных видов полимера следовало применять соответствующий комплект и определенную последовательность восстановления. Так появились ремонтные комплекты, не требующие точной идентификации полимера, то есть они настолько универсальны, что их можно использовать для восстановления элементов наружной облицовки кузова, выполненных из полимеров любого типа. Другое преимущество таких комплектов в том, что отпадает необходимость в применении разнотипных материалов и варьируемой технологии восстановления.

Восстановление полимерных деталей кузова может производиться, кроме того, с использованием ламинирования и сварки. При этом, однако, обязательна точная идентификация типа полимерного материала, поскольку сварку, например, можно применять для восстановления лишь термопластичных полимеров.

Проще и надежнее установить тип полимера, из которого изготовлена деталь по соответствующей маркировке, нанесенной на ее поверхности (рис. 5.50). Но, к сожалению, обозначать материал, из которого изготовлены полимерные детали кузова, начали лишь несколько лет назад. Как поступить, если такая маркировка отсутствует? Обычные для подобной ситуации способы идентификации — проверка растворимости полимера, его поведения в пламени горелки и др. — для неопытного ремонтника слишком

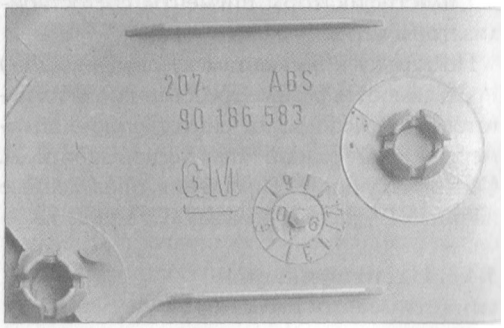


Рис. 5.50. Маркировка на обратной стороне пластмассовой детали («ABS» — сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола)

сложны. В связи с этим детали, изготовленные из полимера неизвестного состава, следует восстанавливать с помощью двухкомпонентной ремонтной системы. Сварку и ламинирование следует применять, твердо зная, что эти способы пригодны для восстановления детали из данного полимера.

5.4.4. Восстановление с применением двухкомпонентных ремонтных комплектов

Прежде всего следует подробно рассмотреть способ восстановления, не требующий идентификации типа полимера, из которого изготовлена поврежденная деталь кузова. Этим способом могут быть устранены трещины, сквозные отверстия, рубцы, а в отдельных случаях и разрывы (рис. 5.51). Ремонтный комоплект (рис. 5.52) состоит из двухкомпонентного полиуретанового клея, который помещен в двухкамерную гильзу и может быть перемешан посредством смесительной трубки. Клей наносят специальным ручным пистолетом. Кроме того, в ремонтный комплект входят две жидкости: праймер на полимерной основе и очиститель, а также кусок волокнистого материала и металлическая полоска. Для придания поверхности, окрашенной в черный цвет, гладкой

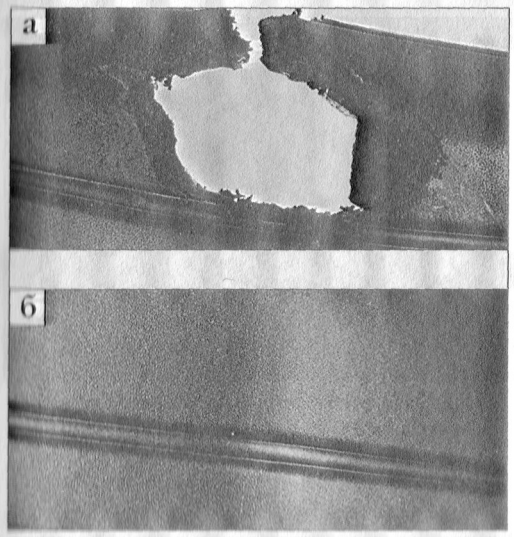


Рис. 5.51. Повреждение бампера, изготовленного из полимера: а — вид бампера до ремонта; б — после ремонта

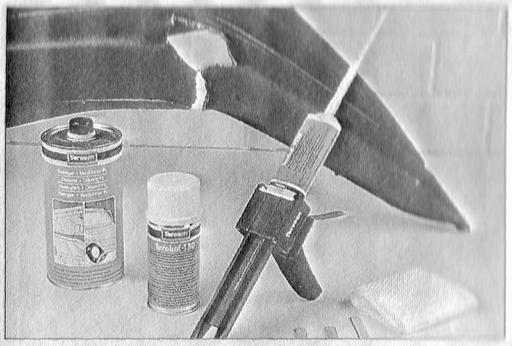


Рис. 5.52. Ремонтный комплект, не требующий идентификации полимера

или структурированной фактуры может использоваться входящая в состав комплекта специальная лакокрасочная композиция.

Основные технологические операции при устранении дефекта в виде разрыва заключаются в следующем.

- Очистка восстанавливаемой поверхности (рис. 5.53, 5.54, 5.57)
- Скашивание кромок разрыва (рис. 5.55) и шлифование восстанавливаемой поверхности с двух сторон (рис. 5.56).
- Нанесение праймера (рис. 5.58).
- Фиксирование кромок разрыва (рис. 5.59).
- Наклеивание волокнистого материала с обратной стороны (рис. 5.60) и сушка (рис. 5.61).
- Нанесение и разравнивание клея с лицевой стороны (рис. 5.62).
- Отверждение клея за счет нагревания лицевой стороны инфракрасным нагревателем (рис. 5.63).
- Шлифование и очистка лицевой поверхности (рис. 5.64).
- Нанесение праймера на лицевую сторону (рис. 5.65).
- Окрашивание восстановленной поверхности (рис. 5.66).

Альтернативный двухкомпонентный ремонтный комплект

Разработчик данного комплекта (рис. 5.67) поставляет его и изготовителям автомобилей (например, фирме BMW), и в свободную продажу.

Ингредиенты, входящие в состав компонентов комплекта, следующие: PUR — полиуретан; PA — полиамид; ABS — сополи-

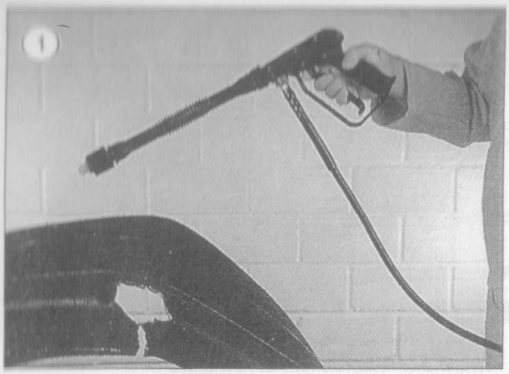


Рис. 5.53. Очистка поверхности детали и последующая сушка

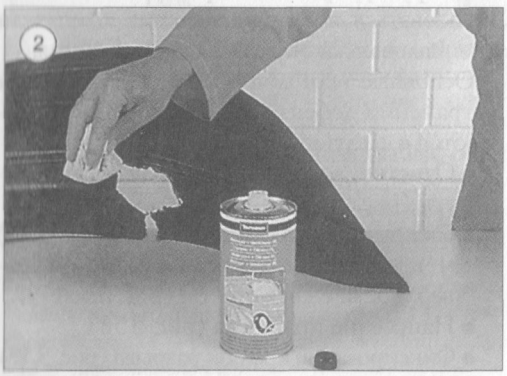


Рис. 5.54. Протирка восстанавливаемой поверхности с двух сторон чистящим средством

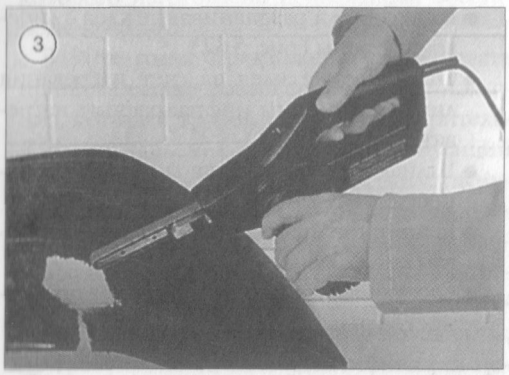


Рис. 5.55. Скашивание кромок по ширине (1—2 см) шлифованием абразивным материалом зернистостью Р120

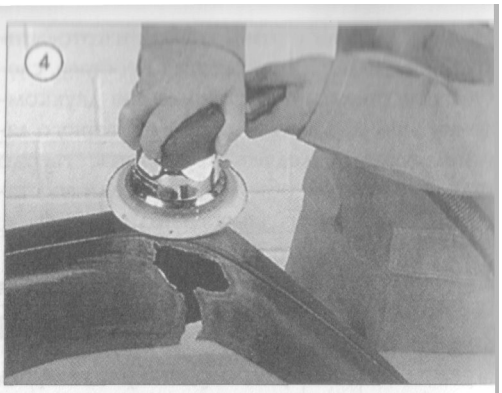


Рис. 5.56. Придание шероховатости лицевой и обратной поверхностям

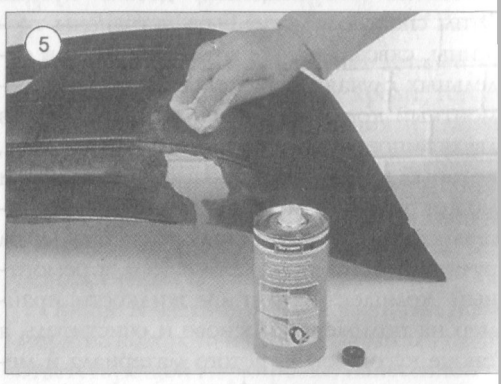


Рис. 5.57. Протирка восстанавливаемой поверхности с обеих сторон чистящим средством

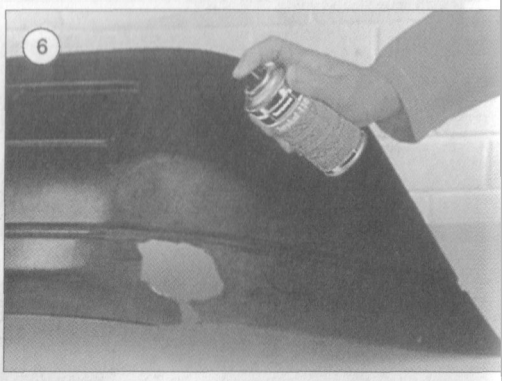


Рис. 5.58. Распыление праймера на полимерной основе с лицевой и обратной сторон

мер акрилонитрила, бутадиена и стирола; PVC — поливинилхлорид; PP/EPDM — смесь полипропилен/этиленпропиленовый каучук; UP-GFK — стеклопластик.

Создавая ремонтный комплект, изготовитель исходил из того, что материалы, входящие в его состав, должны обладать разной степенью жесткости в соответствии с варьи-

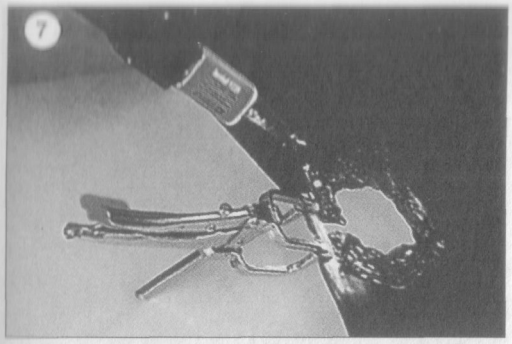


Рис. 5.59. Нанесение клея (к кромкам предварительно прикрепляют усилительную металлическую полоску)

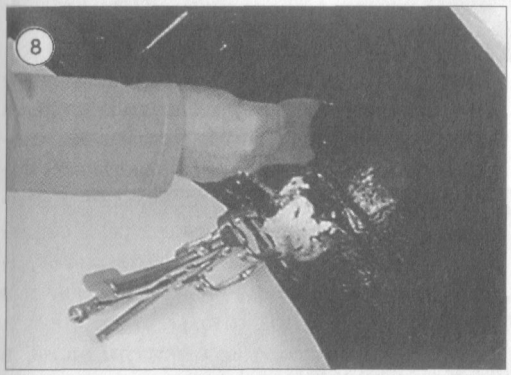


Рис. 5.60. Наложение волокнистого материала и промазывание клеем

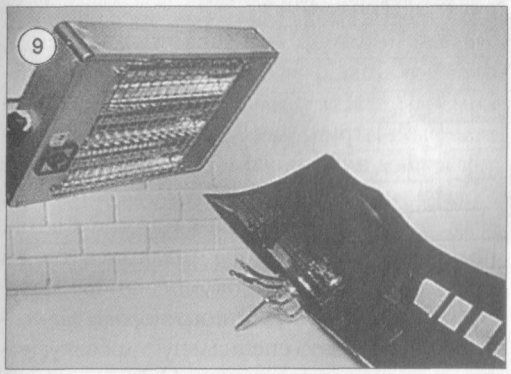


Рис. 5.61. Сушка клеевого слоя (при большом размере дефекта, имеющего вид трещины или разрыва, клей отверждают инфракрасным нагревателем в течение 15 мин при 60—70 °С)

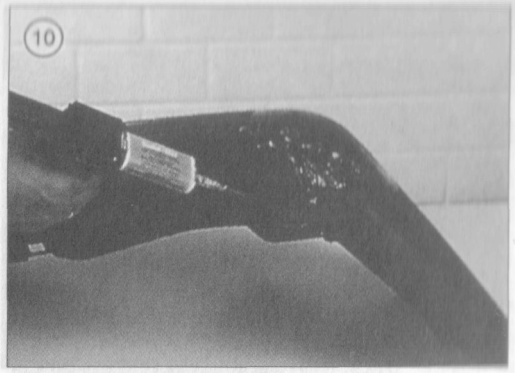


Рис. 5.62. Нанесение клея на лицевую сторону и его разравнивание

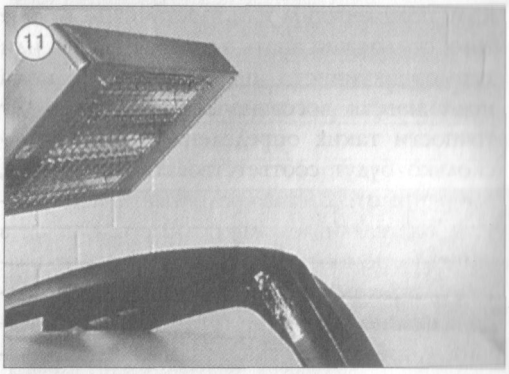


Рис. 5.63. Отверждение клея (инфракрасным нагревателем в течение 15 мин при 60—70 °С)

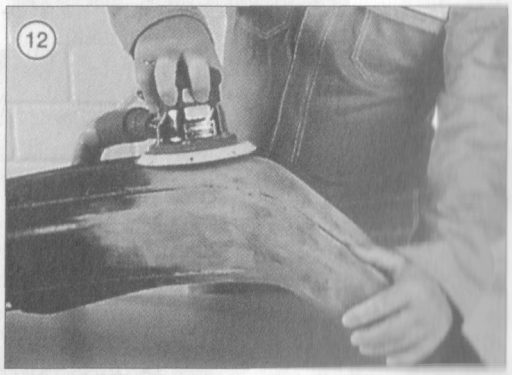


Рис. 5.64. Охлаждение восстанавливаемой поверхности до комнатной температуры водой, сошлифование избытка клея и удаление абразивной пыли

руемой жесткостью подлежащих восстановлению полимеров. Таким образом, перед ремонтником обычно стоит задача определить, какой из трех возможных степеней жесткости соответствует подлежащий восстановлению полимер, то есть является ли он жест-

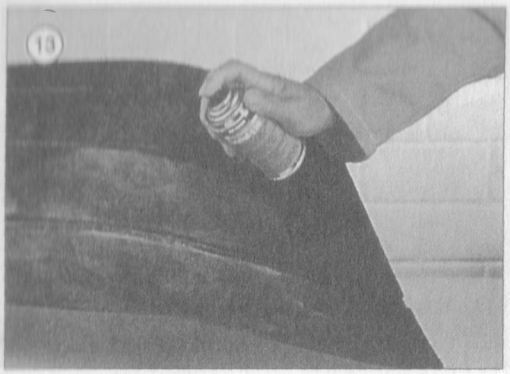


Рис. 5.65. Окончательная отделка напылением праймера

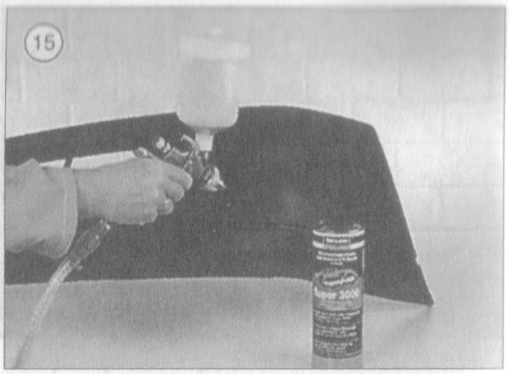


Рис. 5.66. Структурированную поверхность можно восстановить с помощью специального лака в смеси с отвердителем, входящим в состав двухкомпонентного ремонтного комплекта

ким, полужестким или эластичным. Кроме того, он должен знать, из термопласта или термореактивного полимера выполнена подлежащая восстановлению деталь. От точности таких определений зависит, насколько будут соответствовать материалы, выбранные из состава ремонтного комплекта, восстанавливаемому полимеру. Как же в условиях ремонтной мастерской узнать разницу, скажем, между полужестким и эластичным полимерами? Отнесение полимера к одной из трех указанных категорий является довольно простой задачей, если прежде выяснить, является он термопластом или термореактивным полимером, что можно быстро установить пробным шлифованием подлежащей восстановлению детали. Согласно изложенным выше основным представлениям о синтетических полимерах (см. подразд. 5.4.2) термопласты при нагревании сначала становятся пастообразными, а затем переходят в вязкотекучее состояние. Поскольку шлифование сопровождается тепловыделением, зона шлифования в результате непродолжительной обработки становится липкой. Термореактопласты, в отличие от термопластов, при нагревании, вызванном шлифованием, сохраняют первоначальную жесткость, при этом они хорошо шлифуются. Таким образом, если испытуемый полимер оказался термопластом, остается выяснить, является он полужестким или эластичным. При этом изготовитель рассматриваемого комплекта подразумевает под эластичными полимерами такие материалы, которые легко деформируются, если их сжимать большим и указательным пальцами. При выборе компонентов из комплекта для восстановления детали, изготовленной из полужесткого полимера, следует использовать специальную добавку, повышающую адгезию, которая не нужна для восстановления изделий из эластичных полимеров. Последние необходимо обработать входящим в ремонтный комплект эластичным заполнителем.



Рис. 5.67. Ремонтный комплект REPLAST

Поначалу идентификация подлежащих восстановлению полимеров и их категорирование могут показаться довольно слож-

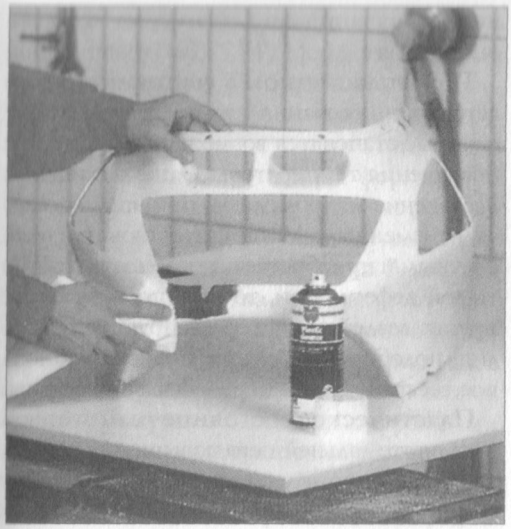


Рис. 5.68. Удаляют наиболее сильные загрязнения, шлифуют поврежденное место, протирают его очищающим средством, а затем чистой ветошью

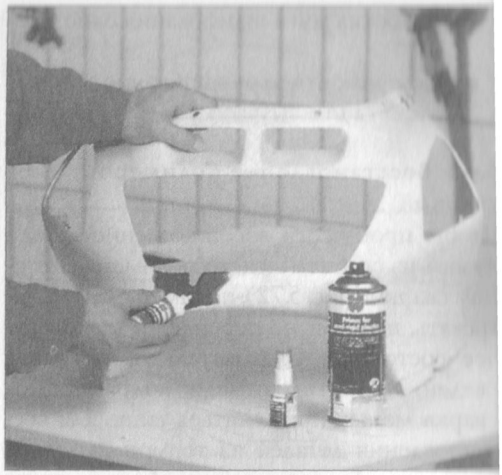


Рис. 5.69. Для устранения трещины на поврежденную поверхность напыляют активатор, на трещину наносят клей, производят кратковременное сжатие детали и повторно напыляют активатор

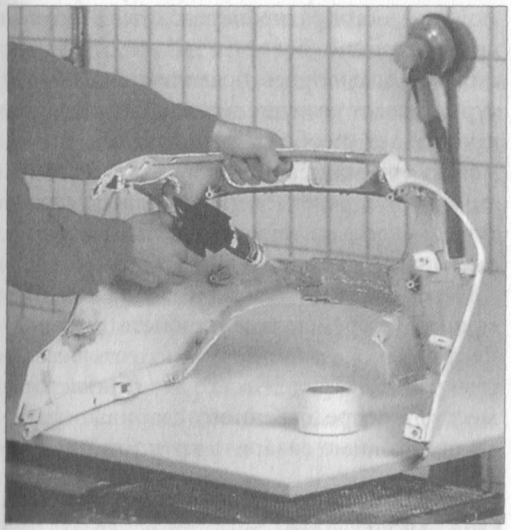


Рис. 5.70. К соединенному месту приклеивают отрезок самоклеящейся усилительной ленты, сверху наносят шпатлевку

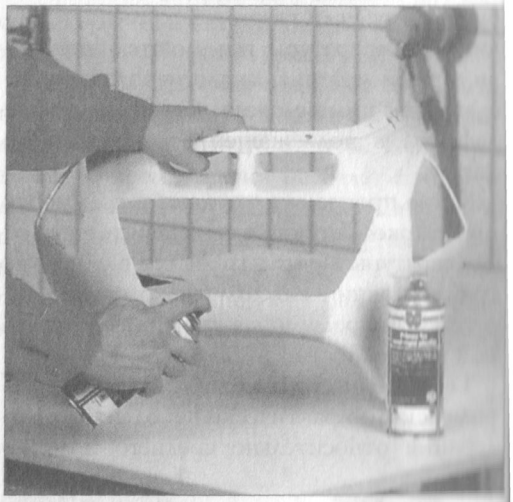


Рис. 5.71. Распыляют грунтовку; если необходимо восстановить оригинальную фактуру поверхности, рекомендуется использовать специальный структурообразователь

ной задачей. Однако ремонтные комплекты снабжаются столь наглядным информационным материалом, что уже после их непродолжительного практического использования не будет возникать никаких проблем.

Итак, основные стадии восстановления полимерной детали (например, устранение разрыва) заключаются в следующем.

- Идентификация полимерного материала.
- Очистка от загрязнений (рис. 5.68).
- Склеивание (рис. 5.69).
- Усиление (рис. 5.70).
- Нанесение и разравнивание клея с лицевой стороны.
- Отверждение клея.
- Шлифование лицевой поверхности.

- Обработка зоны шлифования очистителем.
- Послеремонтное окрашивание (рис. 5.71).

5.4.5. Восстановление полимеров сваркой

Чтобы произвести восстановление детали кузова из синтетического полимера способом сварки (рис. 5.72), полимер следует нагревать, пока он не перейдет в вязкотекучее состояние. Следовательно, учитывая сведения, приведенные в подразд. 5.4.2, сварка может применяться лишь для восстановления деталей из термопластичных полимеров. Если нагреть такой полимер, то длинные, не связанные между собой молекулы, из которых он состоит, приобретают способность скользить относительно друг друга. Теперь их как угодно можно перемешать и полимер способен принимать любую форму. Если разогреть до соответствующей температуры вспомогательный полимерный материал аналогичного типа, то с его помощью можно устранить любые дефекты в подлежащей восстановлению детали.

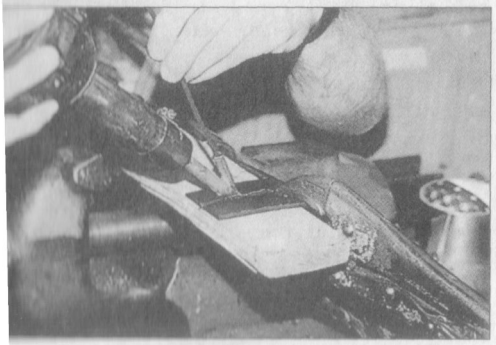
Какие процессы протекают в полимерах при сварке? Термопласты в зависимости от температуры могут находиться в одном из трех состояний, каждому из которых соответствует определенная степень молекулярной подвижности.

Твердое состояние, при котором макромолекулы практически неподвижны. Колебания относительно среднего положения совершают лишь атомы, из которых они состоят.

Термопластичному состоянию соответствуют колебания целых макромолекул, которые становятся возможны в результате повышения температуры. Однако основное положение макромолекул при этом остается неизменным. Материал становится эластичным и приобретает способность к обратимой деформации, то есть после прекращения воздействия деформирующего усилия, подобно эластомеру, происходит полное восстановление первоначальной формы.

Пластическое состояние реализуется в результате дальнейшего повышения температуры. Макромолекулы приобретают способность произвольно перемещаться и скользить относительно друг друга, а полимер становится вязкотекучим и липким. Сваривать термопласты следует, переведя их именно в это состояние. Термопласты можно многократно переводить в подобное состояние без утраты их основных свойств. Дальнейшее повышение температуры вызовет разрушение термопласта, ибо произойдет необратимый разрыв самих молекулярных цепей, в результате чего полимер приобретет совершенно иную структуру, а соответствующая деталь утратит первоначальную прочность.

Перед сваркой полимерных деталей с помощью инструментов и устройств (рис. 5.73) необходимо произвести подготовительную работу. Прежде всего это относится к месту непосредственного сваривания: если необходимо заварить трещину, ей сле-



ис. 5.72. Сварка полимера с использованием ощного термоэлектровентилятора (фена)

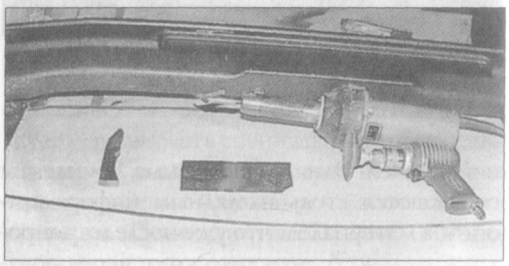


Рис. 5.73. Инструменты и устройства для сварки полимеров: мощный термоэлектровентилятор (фен), обеспечивающий разогрев до 650 °С; шлифовальная машинка; нож для зачистки поверхности полимера; присадочный пруток

дует придать конфигурацию клинообразной канавки (рис. 5.74). Используемый для сварки присадочный пруток имеет поперечное сечение в виде притупленного клина, причем широкой стороне этого клина придана слегка закругленная форма. Угол скоса канавки должен быть несколько меньше, чем соответствующий угол клинообразного присадочного прутка. Благодаря этому введение прутка в канавку в процессе сварки потребует применения определенного усилия (рис. 5.75), а сварной шов не будет проваливаться внутрь канавки. Канавку получают с помощью фрезы или шабера. Для предотвращения разрастания трещины по ее концам следует просверлить небольшие отверстия. Непосредственно перед сваркой поверхность присадочного прутка рекомендуется зачистить лезвием специального ножа, чтобы удалить препятствующий сварке окисленный верхний слой полимера. Если канавка в восстанавливаемой детали была получена за несколько часов до сварки, ее края непосредственно перед сваркой также следует зачистить, что в особенности касается полипропилена (PP) и полиэтилена (PE), поскольку эти полимеры склонны к очень быстрому окислению. Наряду с окисленным слоем сварке может помешать также замасливание свариваемых поверхностей.

Сварка осуществляется с помощью теплоэлектровентилятора (фена). Правильный выбор температуры, как сообщалось выше, имеет очень большое значение, поэтому фен должен быть оснащен термостатом для автоматического регулирования температуры воздуха, подаваемого в зону сварки. В зависимости от типа свариваемого термопласта температура сварки составляет 300–400 °C. Подлежащий свариванию материал и присадочный пруток подвергают плавному разогреву. Как только оба материала перейдут в вязкотекучее состояние, присадочный пруток вдавливают в канавку, применяя постоянное усилие (5–10 Н), под углом около 90° относительно свариваемой поверхности. Стабильное угловое положение фена и равномерное нагревание присадочного прутка лучше всего обеспечиваются благодаря использованию специальной насадки для высокоскоростной сварки, надеваемой на выходное отверстие фена (рис. 5.76).

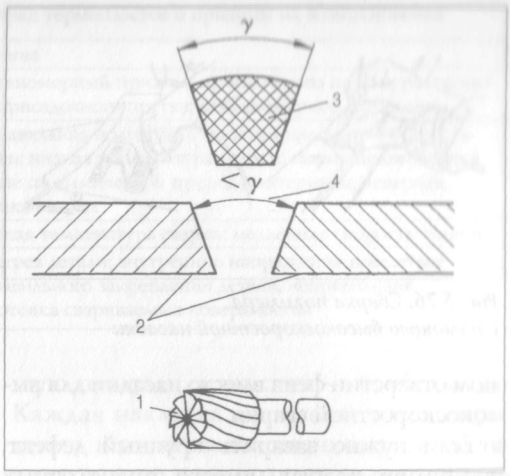


Рис. 5.74. Подготовка зоны сварки: 1 — фреза; 2 — подлежащие свариванию элементы; 3 — присадочный пруток; 4 — угол скоса свариваемых кромок

Перед сваркой рекомендуется соединить края канавки в нескольких точках без применения присадочного прутка. Благодаря этому во время сварки не будет происходить внезапного расширения канавки и проваливания присадочного прутка. Точечное соединение кромок легко произвести с помощью специальной клиновидной насадки (рис. 5.77), которую укрепляют на выход-

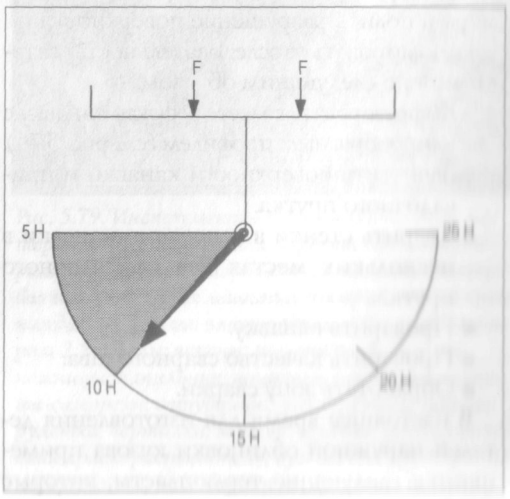


Рис. 5.75. Усилие прижима присадочного прутка

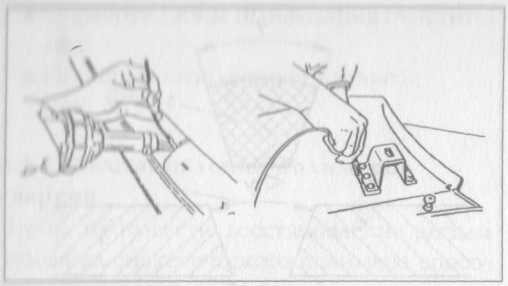


Рис. 5.76. Сварка полимера с помощью высокоскоростной насадки

ном отверстии фена вместо насадки для высокоскоростной сварки.

Если нужно заварить крупный дефект, например разрыв, вместо присадочных прутков следует использовать пластинки, которые вырезают из старых деталей, выполненных из аналогичного термопласта. Можно также воспользоваться специальными заготовками, поставляемыми изготовителем автомобиля.

По завершении сварки следует произвести визуальный контроль качества: наплавленный валик должен располагаться с обеих сторон сварного шва.

Чтобы выровнять поверхность в зоне сварки, ее обрабатывают шабером, напильником, дисковой или вибрационной шлифовальной машинкой (рис. 5.78). Ни в коем случае не допускается применение высокооборотных шлифовальных кругов, иначе может произойти сильный разогрев полимера и полное разрушение поверхности.

Резюмировать последовательность сварки можно следующим образом.

- Выфрезеровать в месте дефекта канавку с клинообразным профилем (см. рис. 5.74).
- Зачистить поверхности канавки и присадочного прутка.
- Сварить стенки в основании канавки в нескольких местах без присадочного прутка.
- Проварить канавку.
- Проверить качество сварного шва.
- Обработать зону сварки.

В настоящее время для изготовления деталей наружной облицовки кузова применяются следующие термопласты, которые можно восстанавливать применением

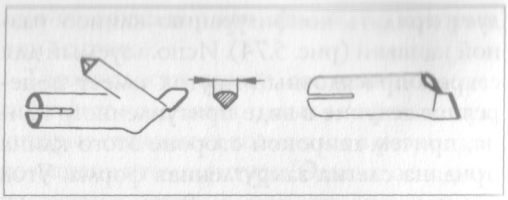


Рис. 5.77. Специальные сварочные насадки: а — насадка для высокоскоростной сварки и поперечное сечение присадочного прутка; б — клиновидная насадка для предварительной точечной сварки соединяемых деталей

сварки. ABS — сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола, PA — полиамид, PC — поликарбонат, PE — полиэтилен, PP — полипропилен. Наряду с ними сварке подлежат смеси: ABS/PC, PC/термопластичный полиэфир, HP (специальный полимерный материал фирмы Honda).

Типичные нарушения технологии сварки, ухудшающие качество сварки термопластичных полимеров, приведены в табл. 5.9.

Меры безопасности. Нагревание деталей, изготовленных из полимерных материалов, не вызывает изменения их окраски, поэтому визуально определить, разо-

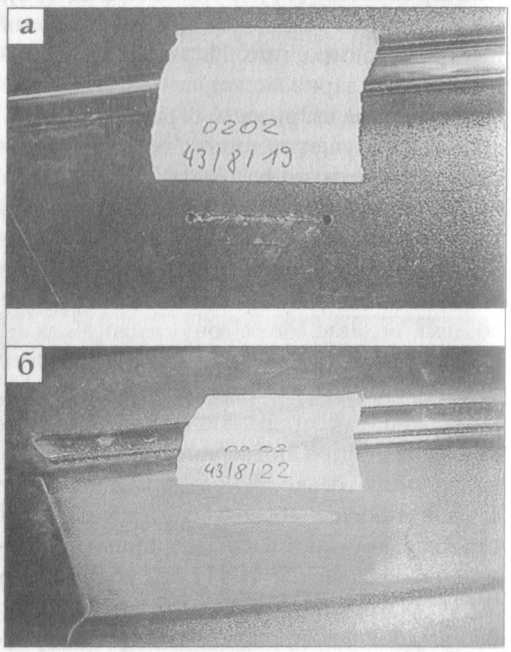


Рис. 5.78. Сварной шов: а — до шлифования; б — после шлифования

Таблица 5.9. Наиболее распространенные дефекты при сварке термопластов и причины их возникновения

Дефект	Причина
Неравномерная ширина сварочного валика	Неравномерный прижим присадочного прутка; растягивание присадочного прутка; неравномерное нагревание
Низкая прочность соединения или недостаточное проникновение полимерного расплава	Неправильная подготовка зоны сварки, велика скорость сварки; низкая температура сварки; сварке подвергаются разные по химической природе материалы; неверная техника сварки
Сварка сопровождается обугливанием	Высокая температура сварки; медленная скорость сварки
Изменение формы восстанавливаемой детали	Перегрев детали; внутренние напряжения вследствие неправильного закрепления детали; неправильная подготовка свариваемых поверхностей

грета деталь или нет, практически невозможно. Если взять нагретую полимерную деталь руками, можно сильно обжечься, поэтому подлежащие сварке детали фиксируют специальными вспомогательными инструментами.

Во время сварки полимеров выделяются вредные для здоровья газы. При перегреве — также очень опасные пары. В связи с вышеизложенным любые работы, связанные с восстановлением деталей кузова из полимерных материалов, следует производить в хорошо вентилируемом рабочем помещении.

5.5.6. Устранение повреждений кузова с использованием клеев и стекломатериалов

Ручной способ склеивания издавна используют в производстве и восстановлении судов, выполненных из пластика. Этот способ в практически неизменном виде применяют и для восстановления автомобильных кузовов с использованием инструментов и материалов (рис. 5.79). Место повреждения, например сквозное отверстие, тщательно обезжиривают и шлифуют таким образом, чтобы его края были скошены под тупым углом (рис. 5.80). После шлифовки удаляют абразивную пыль.

В зависимости от толщины детали, подлежащей восстановлению вырезают от одного до трех кусков стеклоткани, которые после их пропитки полимерной смолой будут играть роль усилительных накладок. В соответствии с геометрией отверстия, подготовленного для устранения, нижняя накладка должна иметь наименьшую площадь, а верхняя — наибольшую. Каждая накладка должна не только прилегать к нижерасположенному слою стеклоткани, но и примыкать по всему периметру к скошенным кромкам отверстия. Смешивают в нужной пропорции синтетическую смолу, предназначенную для последующего проклеивания стеклоткани, с отвердителем. Если температура окружающего воздуха слишком высока (восстановление производится летом), текучесть смолы окажется слишком высокой, и при нанесении на вертикально расположенную поверхность она будет стекать, не успев отвердиться. Чтобы избежать этого, смолу следует сделать более

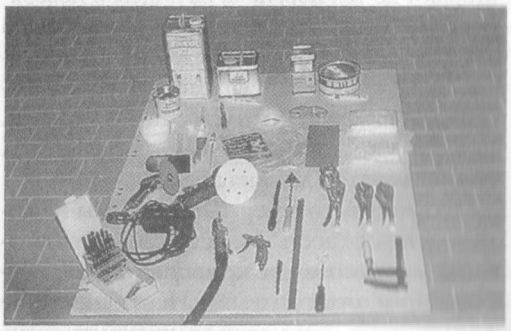


Рис. 5.79. Инструменты и вспомогательные материалы для устранения дефекта стекломатериалами: ручная шлифовальная машинка; торцевая шлифовальная машинка; шлифовальный круг; наждачная бумага; электродрель; сверла диаметром 2,5 и 3 мм; чеканы; коротконожовая пила; ножницы; напильник; шпатель; отвертка; шурупы-саморезы; струбцины; фиксирующие щипцы; рулетка; чертилка; мерный стакан; пневматический краскораспылитель; бумага для протирания поверхности; растворитель; средства индивидуальной защиты

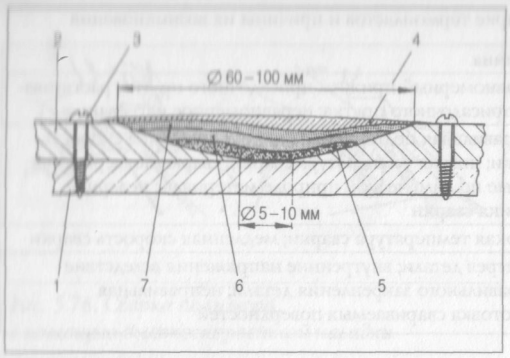


Рис. 5.80. Структура стекломатериалов в восстанавливаемой зоне кузова: 1 — опорная пластина; 2 — восстанавливаемая деталь; 3 — шуруп-саморез; 4 — шпатлевка; 5, 6, 7 — 1-й, 2-й и 3-й слои стеклоткани

густой, перемешав с измельченным стекловолокном.

Приготовленную смесь кистью наносят на восстанавливаемую поверхность, после чего укладывают первую усилительную накладку. Кисть окунают в смолу и тщательно промазывают стеклоткань, следя за тем, чтобы в покрытии не оставалось воздушных пузырьков (рис. 5.81). При необходимости укладывают следующий слой стеклоткани и также промазывают его смолой. Подобную процедуру повторяют до тех пор, пока на лицевой поверхности не останется небольшое углубление. В заключение в течение определенного времени смолу сушат и отверждают. Процесс отверждения может быть ускорен нагреванием поверхности инфракрасным нагревателем (температура не должна превышать 60 °С).

После полного отверждения смолы на лицевую поверхность наносят слой шпатлевки — смесь основного компонента с соответствующим отвердителем. Перемешивание компонентов шпатлевки должно быть очень тщательным. Чтобы визуально контролировать качество перемешивания, используют отвердитель красного цвета, благодаря чему сгустки плохо распределенного отвердителя будут хорошо заметны на сером фоне основного компонента шпатлевочной массы.

Толщина одного слоя шпатлевки не должна превышать 2 мм, в противном случае вследствие внутренних напряжений в отвержденном слое могут появиться трещины, и, кроме того, чрезмерно толстый слой шпатлевки будет проявлять склонность к отслаиванию. Далее отверждают шпатлевку, шлифуют поверхность эксцентриковой машинкой (рис. 5.82) и наносят следующий слой шпатлевки.

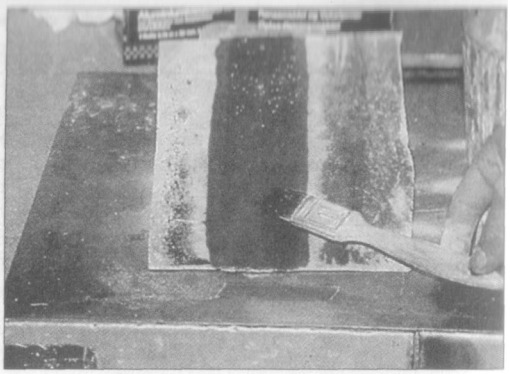


Рис. 5.81. Приклеивание стеклоткани и удаление воздушных пузырьков

Если отверстие в поврежденной детали очень большое, возникает опасность, что первый (самый нижний) слой стеклоткани провалится, прежде чем произойдет отверждение смолы. Во избежание этого с обратной стороны восстанавливаемой детали закрепляют жесткий металлический лист, который по окончании восстановления удаляют.

Детали, изготовленные из стеклопластика, могут быть восстановлены способом замены поврежденной части так же, как и детали из обычного стального листа. Поврежденную деталь отделяют от кузова с помощью короткоходной или вибрационной пилы, причем выбирают наиболее короткую линию реза. Пригонку новой детали осуществляют так же, как при восстановлении стального кузова (см. гл. 4). Концы обеих деталей, под-

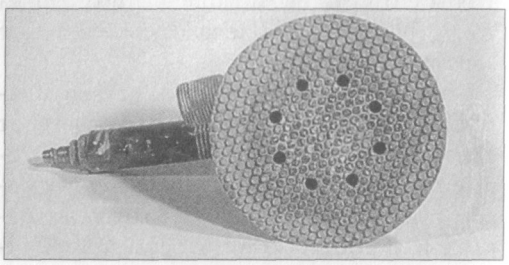


Рис. 5.82. Эксцентриковая шлифовальная машинка с отверстиями для удаления абразивной пыли

лежащих соединению, шлифуют под таким углом, чтобы ширина отшлифованных кромок составила 20–30 мм. В результате образуется такая же поверхность, как при устранении разрыва. Для повышения жесткости создаваемого соединения с обратной стороны крепят усилительный металлический или пластмассовый элемент с нахлестом на старую и новую детали, составляющим около 50 мм (рис. 5.83). Если соединяемые кромки имеют сложную конфигурацию, в качестве усилительного элемента применяют соответствующий элемент, отрезанный от старой или новой детали кузова.

Как при замене части полимерных деталей кузова добиваются точной пригонки новой детали? Она обеспечивается благодаря усилительному элементу. Половину его общей длины крепят с обратной стороны оставляемой детали кузова. Другая половина усилительного элемента временно остается свободной. Просверливают отверстия сквозь сохраняемую часть кузова и усилительный элемент и соединяют их шурупами-саморезами. Затем ими же соединяют свободный конец усилительного элемента с новой деталью, точно пригнанной к сохраняемой части кузова. После выполнения пригонки усилительный элемент демонтируют. Поверхности взаимного прилегания усилительного элемента, сохраняемой части кузова и новой детали очищают и обезжиривают. Смолу, выполняющую роль клея, смешивают с отвердителем, и смесь наносят на подготовленные поверхности. Усиливающий элемент шурупами-саморезами соединяют с оставляемой частью кузова, а затем с новой деталью, тщательно соблюдая точность пригонки кромок.

Как только новая деталь будет окончательно зафиксирована в должном положении, скошенные кромки заполняют смолой. При этом шурупы-саморезы оставляют незакрытыми (после отверждения смолы их следует удалить). Восстанавливаемой поверхности придают шероховатость, а затем выравнивают ее полиэфирной шпатлевкой. Шпатлеванию подлежат и отверстия под саморезы.

Примечания к восстановлению деталей из стеклопластиков заменой поврежденной части.

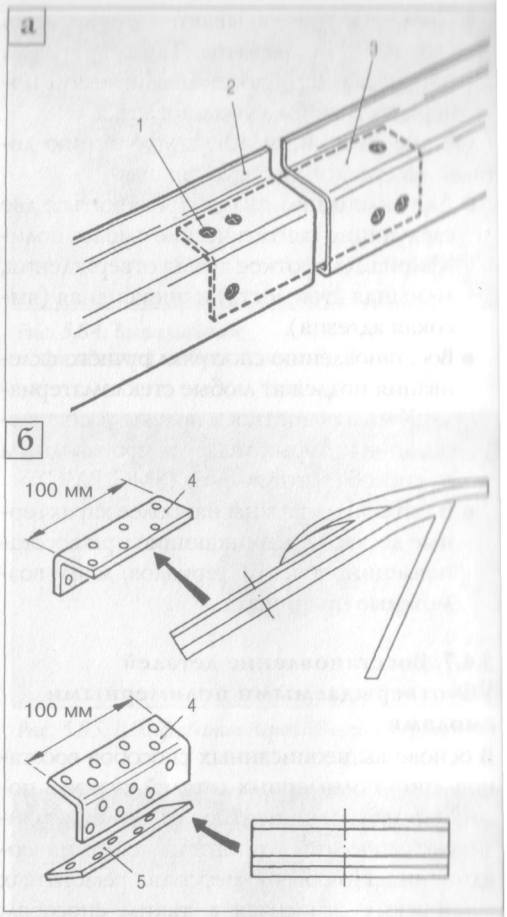


Рис. 5.83. Восстановление детали кузова из стеклопластика заменой поврежденной части с применением усилительного элемента (без скашивания кромок, а)): 1 — отверстие диаметром 10 мм; 2 — оставшаяся часть детали; 3 — усилительный элемент; формы усилительных элементов (б): 4 — уголок; 5 — пластина

- Если профилированная деталь для использования в качестве усилительного элемента отсутствует, можно наложить стеклоткань, как при описанном в предыдущем подразделе способе устранения разрывов. Для этого, однако, необходим доступ к восстанавливаемой поверхности с обратной стороны. Точная пригонка новой детали в данном случае оказывается более сложной.
- Если усилительный элемент вообще не может быть использован, скошенные кромки должны быть более плавными

Снаружи накладывают стеклоткань увеличенного размера. Таким образом общая площадь восстанавливаемой поверхности также увеличивается.

Общие замечания к восстановлению деталей из стеклопластиков таковы.

- Для склеивания могут применяться две следующие синтетические смолы: полиэфирная (короткое время отверждения, меньшая стоимость) и эпоксидная (высокая адгезия).
- Восстановлению способом ручного склеивания подлежат любые стекломатериалы. К ним относятся и полимеры, наименование которых является производным от способа изготовления (SMC, BMC).
- В табл. 5.10. указаны наиболее характерные дефекты, возникающие при восстановлении стекломатериалов, и их возможные причины.

5.4.7. Восстановление деталей УФ-отверждаемыми полимерными смолами

В основе вышеописанных способов восстановления полимерных деталей кузова с помощью двухкомпонентного клея лежит физико-химический принцип создания соединения. Но обычно персонал ремонтных мастерских относится к таким способам восстановления с некоторым предубеждением, поскольку для их применения нужно владеть определенными навыками. В связи с этим фирмы, разрабатывающие подобную продукцию, пытались найти более простое техническое решение проблемы восстановления деталей из полимеров. В результате был создан однокомпонентный материал, отверждаемый под действием ультрафиолетовых (УФ) лучей. Он выпускается изготовителем в виде пластин толщиной от одного до нескольких миллиметров, так называемых «пластырей», которые служат для создания жесткости и полного перекрывания больших по площади повреждений. Восстановительные пластыри могут быть дополнительно усилены проволочной сеткой или синтетической тканью. Вместе с пластырями поставляется однокомпонентная наполненная стекловолокном УФ-отверждаемая шпатлевка, которая, с одной стороны, выполняет роль связующего между восстанавливаемой поверхностью и пластырем, а с другой, применяется для окончательного выравнивания восстановленной поверхности.

Отверждение осуществляется посредством ультрафиолетовых лучей. Это значит, что оно может происходить и под действием обычного солнечного света, однако для полного отверждения в этом случае потребуется несколько часов. Скорость отверждения существенно возрастает, а его продолжительность резко уменьшается (в отдельных случаях до 10 мин) благодаря облучению восстанавливаемой поверхности источником ультрафиолетового излучения. В качестве такого источника можно использовать и обыкновенную лампу для загара, однако, чтобы не нарушать нормы техники безопасности, принятые в мастерских, рекомендуется применять специальные лампы, которые, наряду с другими преимуществами, позволяют избежать ожогов.

Таблица 5.10. Дефекты, возникающие при восстановлении стекломатериалов, и их возможные причины

Дефект	Возможная причина
Воздушные пузырьки в усилительном слое из стеклоткани	Недостаточное разглаживание стеклоткани при укладке
Недостаточная адгезия клеевой композиции	При перемешивании со смолой введено много отвердителя; загрязнение склеиваемых поверхностей; низкая температура в рабочем помещении (ниже 15 °С)
Недостаточная адгезия лакового покрытия на восстанавливаемой поверхности	При проведении работ была высокая влажность воздуха
Смола не отверждается	Мало отвердителя
Порообразование в слое шпатлевки	К основному компоненту шпатлевки добавлено большое количество отвердителя; компоненты шпатлевки плохо смешаны друг с другом

Одно из преимуществ УФ-отверждения — в его экономичности: если во время восстановления прямые солнечные лучи не попадают на восстанавливаемую поверхность, избыток материала можно собрать и сохранить для восстановления другой детали (хранить материал следует в месте, защищенном от ультрафиолетовых лучей).

Наполненная стекловолокном шпатлевка весьма пригодна для восстановления мест вырыва крепежных элементов. Высокую рентабельность такого процесса можно пояснить на следующем примере. Восстановление капота автомобиля Citroen BX, у которого вырван штифт крепления шарнира, займет не более получаса, при этом затраты на материал составят около 10 марок. Альтернативным вариантом является полная замена капота — не менее 500 марок, не считая затрат на окрашивание.

Восстановление начинают с выпиливания при необходимости поврежденного места (рис. 5.84), очистки и шлифования (рис. 5.85) поверхности в зоне дефекта. Поврежденные ребра жесткости на восстанавливаемых поверхностях деталей кузова следует удалить (рис. 5.86). Затем удаляют абразивную пыль и наносят УФ-отверждаемую смолу в качестве средства, повышающего адгезию. Пока смола не начала загустевать, накладывают кусок гибкого восстановительного пластыря нужного размера (рис. 5.87). Пластырь обычно бывает защищен с обеих сторон тонкой фольгой, поэтому предварительно с прикладываемой стороны следует удалить фольгу. Пластырь плотно прикатывают к поверхности резиновым валиком и облучают восстанавливаемую зону ультрафиолетовой лампой. Отверждение материала происходит в течение нескольких минут. По его завершении снимают другую защитную пленку, шлифуют, шпатлюют (рис. 5.88) и снова шлифуют поверхность мелкозернистым абразивным материалом (рис. 5.89). Окрашивание осуществляют обычными лаковыми композициями. Наряду с восстановительными пластырями выпускается и УФ-отверждаемый восстановительный комплект. В его состав входит упаковка смолы, тонкая стеклоткань и кисть. Устранение дефекта с помощью такого комплекта осуществляют точно так же, как описанное выше ручное склеивание. Поскольку смола отверждается под действием ультрафиолетового излучения, отпадает необходимость в использовании отвердителя.

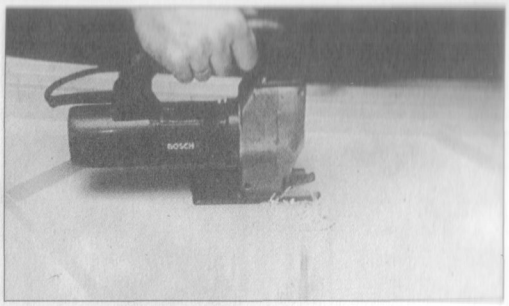


Рис. 5.84. Выпиливание поврежденной поверхности

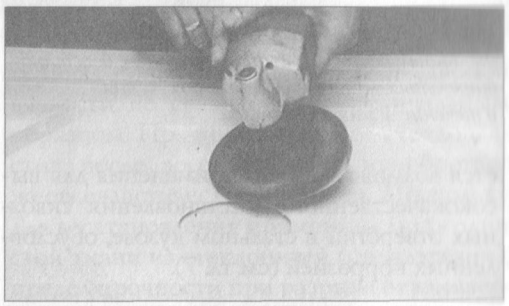


Рис. 5.85. Шлифование переходной поверхности

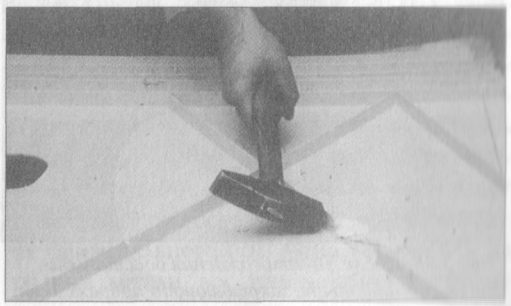


Рис. 5.86. Удаление поврежденного усилительного ребра молотком

Согласно информации изготовителя рассмотренный способ применим для восстановления деталей из стеклопластика, сополимера акрилонитрила, бутадиена и стирола, поливинилхлорида, полиамида, поликарбоната, полистирола и полиметилметакрилата. Другим преимуществом способа явля-

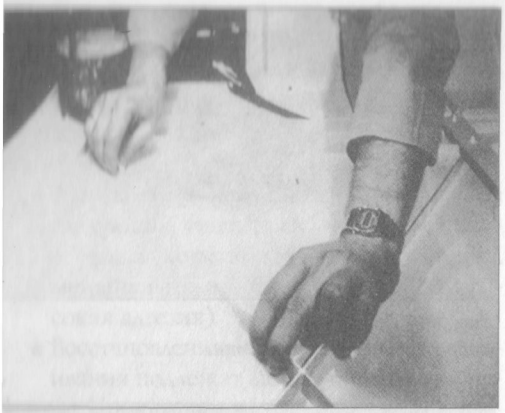


Рис. 5.87. Придание требуемой формы усилительному ребру из УФ-отверждаемых восстановительных пластырей после облучения в течение 1 мин УФ-лампой

ется возможность его применения для высококачественного восстановления сквозных отверстий в стальном кузове, обусловленных коррозией (см. гл. 7).

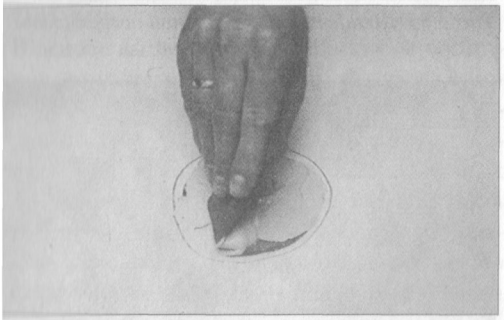


Рис. 5.88. После УФ-отверждения восстановительного пластыря, закрывающего повреждения поверхности капота, с лицевой стороны наносят слой УФ-отверждаемой шпатлевки

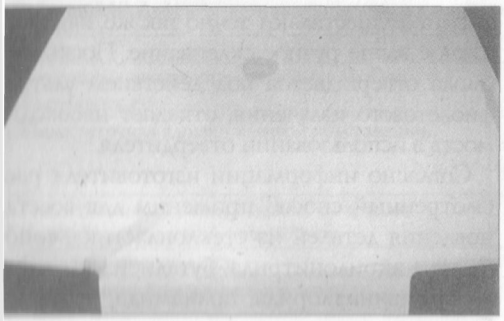


Рис. 5.89. Поверхности капота, отшлифованные после восстановления

Заключение

Восстановление деталей кузова из полимерных материалов может быть выполнено следующими основными способами.

Восстановление путем плавления полимера:

- сварка.

Физико-химический принцип соединения:

- восстановление с использованием клеев и смол (стеклопластиков);
- восстановление с использованием специальных восстановительных материалов;
- восстановление с использованием УФ-отверждаемых смол.

Детали внешней облицовки автомобильного кузова, изготовленные из любого полимера, могут быть восстановлены одним или несколькими из перечисленных способов. Во всех случаях необходимо предварительно обезжиривать восстанавливаемую поверхность. Восстановление полимерных деталей должно поручаться только специалистам, прошедшим соответствующее обучение. Такой работой ни в коем случае не должен заниматься персонал участков окрашивания кузовов. Этот принцип необходимо всегда закладывать в почасовую калькуляцию трудозатрат!

5.4.8. Оценка качества восстановления полимерных деталей

Хотя окрашивание полимерных материалов в настоящей книге не рассматривается, тем не менее следует пояснить, каким образом бывают связаны между собой восстановление полимерных деталей кузова и качество наносимого затем лакового покрытия. Результаты соответствующей работы, проведенной сотрудниками академии DEKRA, представлены на рис. 5.90. Испытания проводили в соответствии со следующими промышленными стандартами ФРГ.

- **Испытание на разрыв согласно стандарту DIN 53455.** Образцы восстановленных полимерных деталей готовили в соответствии с нормируемым этим стандартом порядком и фиксировали в зажимах разрывной машины та-

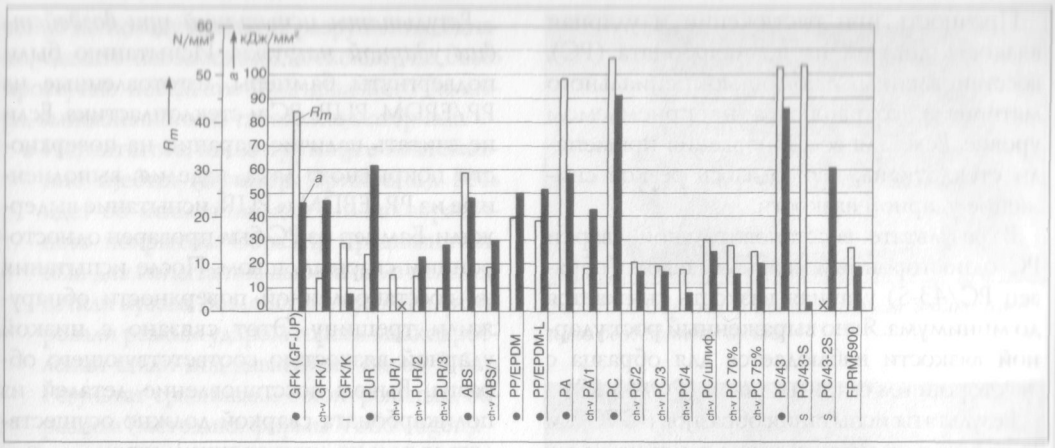


Рис. 5.90. Результаты испытания образцов отремонтированных полимеров на разрыв и ударный изгиб (испытание на разрыв согласно DIN 53455; испытание на ударный изгиб согласно DIN 53453; температура испытания 20 °C): R_m — предел прочности при разрыве, Н/мм²; a — ударная вязкость образцов без надреза, кДж/м²; × — образец отсутствует; ● — образец оригинальной детали; S — сваренная деталь; | — восстановление клеями и смолами, — ch-v — химическое соединение с применением специального восстановительного материала фирмы «3M»

ким образом, чтобы их продольные оси совпадали с направлением растяжения. Поверхности восстановления располагались посередине образцов перпендикулярно направлению растяжения.

- **Испытание на ударный изгиб согласно стандарту DIN 53453.** Из восстановленных деталей кузова вырезали образцы заданного стандартом размера. Хотя длина образцов и соответствовала регламентированному значению, их толщина зависела от способа восстановления и была различной для разных полимеров. Испытанию подвергали образцы без предварительного надреза.

Результаты испытаний на растяжение/ударный изгиб. Результаты испытаний представлены на диаграмме (рис. 5.90). Обозначенные точкой данные справедливы для оригинальных (не подвергавшихся восстановлению) образцов. Они служат для сравнительного анализа и принимаются за 100 %.

Итак, восстановление стеклопластика (GFK) с использованием специального материала приводит к повышению ударной вязкости по сравнению с оригинальным образцом. Причина в том, что стеклопластик после восстановления приобретает жесткоэластические свойства. Поскольку для восстановления применяли лишь один слой ткани из стеклонитей (стеклоткани), предел прочности при разрыве оказывается ниже по сравнению с оригинальной деталью.

Что касается полиуретана (PUR), ударная вязкость образцов детали, восстановленной с помощью специального материала, оказывается гораздо ниже по сравнению с соответствующим оригинальным полиуретаном. Предел прочности при разрыве восстановленной детали составляет более 60 % от соответствующего показателя оригинального полимера. Прочность на разрыв детали, восстановленной с применением прилагаемой стеклоткани, существенно ниже прочности оригинального полимера.

Механические показатели сополимера акрилонитрила, бутадиена и стирола (ABS) в результате восстановления хотя и снижаются, тем не менее остаются на вполне приемлемом уровне.

Окрашивание деталей, изготовленных из смеси полипропилен/этиленпропиленовый каучук (образец PP/EPDM-L), не оказывает влияния на их механические свойства.

Прочность деталей из полиамида (PA) после восстановления сохраняется на приемлемом уровне.

Прочность при растяжении и ударная язкость деталей из поликарбоната (PC), сстановленных с помощью специального атериала, сохраняются на приемлемом овне. Если для восстановления применя- стеклоткань, наблюдалось резкое сни- ение ударной вязкости.

В результате восстановительной сварки односторонним сварным швом (обра- PC/43-S) ударная вязкость снижается минимума. Явно выраженный рост удар- й вязкости наблюдается для образца с устороннim сварным швом (PC/43-2S).

Результаты испытания образцов PC 70 % и 75 % показывают, какое влияние на их ханические свойства оказывает влажность здуха в рабочем помещении (70 % и 75 % ответственно) во время восстановления с именением специального материала.

Шлифование места восстановления PC ред вторичным нанесением материала водит к повышению механической чности.

заключение было проведено испыта- прочности и ударной вязкости специ- ного восстановительного материала RM 5900), скомбинированного с при- емой к нему стеклотканью. Выясняет- ито механические свойства такой ком- ированной системы и свойства самого тановительного материала одинако- Прочность соединения данного вос- новительного материала с полимерны- деталями не зависит от типа этих по- еров.

Испытание при воздействии удар- ой нагрузки (метод DEKRA). Воз- ействию ударной нагрузки подвергали еликовую восстановленную деталь бампер) из синтетического полимера. Цель испытания состояла в воспроизве- нии ситуации, возникающей при ре- льном столкновении. Бампер укрепля- точно таким же образом, как он ук- еплен на автомобиле (рис. 5.91). Груз дал с расчетной высоты точно на вос- тановленное место. Условия испыта- ия соответствовали следующей реаль- ой ситуации: масса автомобиля 00 кг; скорость движения 4 км/ч.

Результаты испытаний при воздействии ударной нагрузки. Испытанию были подвергнуты бамперы, изготовленные из PP/EPDM, PUR, PC и стеклопластика. Если не считать наличие царапин на поверхности покрывного лака, изделия, выполненные из PP/EPDM и PUR, испытание выдержали. Бампер из PC был проварен односторонним сварным швом. После испытания на восстановленной поверхности обнаружили трещину. Этот связано с низкой ударной вязкостью соответствующего образца. Вывод: восстановление деталей из поликарбоната сваркой должно осуществляться только двусторонним швом.

Бампер из стеклопластика разрушился в восстановленном месте. Однозначное заклю-

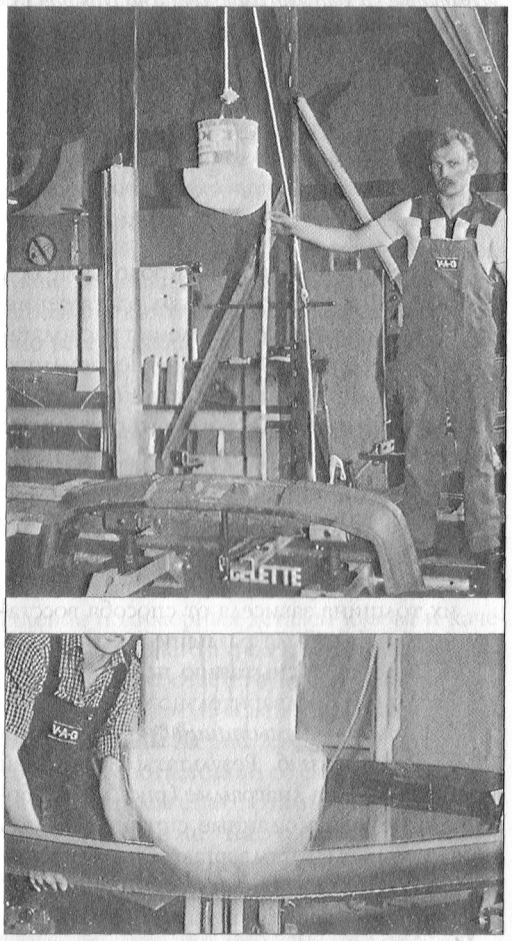


Рис. 5.91. Испытание при воздействии ударной нагрузки по методике DEKRA

чение по поводу причины разрушения, однако, сделать невозможно, поскольку не было проверено поведение оригинального бампера, выполненного из такого же материала.

- **Испытание, имитирующее воздействие щебня (прибор Эрихсена).** Речь идет об испытании адгезии лакокрасочного покрытия. Образец, предназначенный для испытания, вырезали из цельной детали кузова. Воздействие щебня имитировали резким ударом горсти мелкодробленой стали под давлением около 2 бар. Результат сравнивали с контрольным образцом (методика фирмы Volkswagen).

Результаты испытания. Испытанию подвергали детали кузова, выполненные из стеклопластика, PUR, PC, ABS и PP/EPDM и снабженные лаковым покрытием двух разных изготовителей. Результаты испытания (рис. 5.92) оказались вполне удовлетворительными (от 1 до 3 баллов по принятой для данного теста шкале). Как и следовало ожидать, у хрупкого стеклопластика было обнаружено наиболее сильное растрескивание лакокрасочного покрытия (отличие от остальных материалов 1 балл). Для сравнения испытывали образец, покрытый только одним реактивным грунтом. Такое покрытие обычно бывает матовым и нравится многим водителям больше, чем лаковое. Результат этого испытания оказался отрицательным, откуда следует вывод, что только полная система лакокрасочного покрытия обеспечивает надежную защиту.

- **Определение адгезии лакового покрытия методом решетчатого надреза согласно стандарту DIN 53151.** Этот метод обычно используют для оценки адгезии одно- и многослойных лаковых покрытий. Он позволяет установить как общую адгезию покрытия к основе, так и взаимное сцепление составляющих покрытие слоев. Образец для проведения испытаний вырезали из цельной детали кузова. Специальной циклей (рис. 5.93) с пятью лезвиями процарапывали лакокрасочное покрытие (длина царапин около 5 см). Затем, повернув циклю под прямым углом, осуществляли дополнительное процарапывание, перпендикулярное первому. В результате этого на поверхности образца появлялись 25 клеток, образующих так называемый решетчатый надрез, к которому приклеивали специальную липкую ленту, предназначенную именно для подобных испытаний. Затем резко отрывали ленту и сравнивали результат с контрольным образцом. В качестве основы для нанесения лакового покрытия использовали те же полимеры, что и при предыдущем испытании.

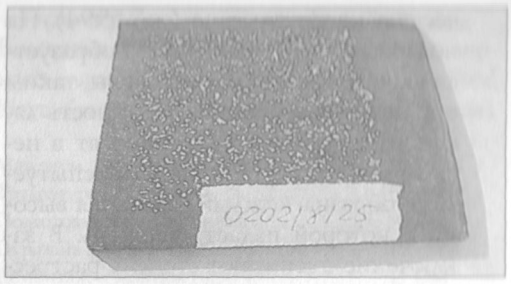


Рис. 5.92. Образец после испытания, имитирующего воздействие щебня

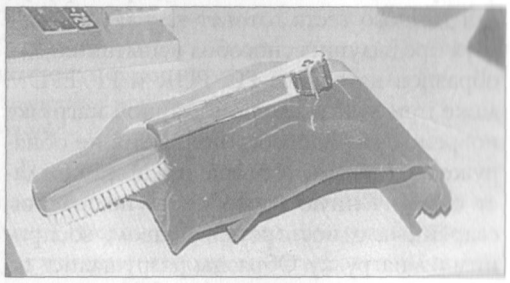


Рис. 5.93. Специальная цикля для приготовления образцов с решетчатым надрезом

Результат испытания по методу решетчатого надреза. В области решетчатого надреза наблюдалось более или менее сильное отслаивание покрытия. Результаты полностью совпадают с итогами испытания, имитирующего воздействие щебня. Наилучшая адгезия лакового покрытия характерна для образцов на основе ABS и PC.

- **Испытание на удар согласно стандарту DIN 533151.** Тест служит для определения склонности лакового покрытия к растрескиванию и отслаиванию. На поверхность образца с определенной высоты падает металлический стержень, торец которого имеет сфери-

ческую конфигурацию (рис. 5.94). На подложке в результате удара образуется углубление в виде полусферы, таким образом проверяется эластичность лакового покрытия. Удар наносят в нескольких точках поверхности испытуемого образца, каждый раз меняя высоту, с которой падает стержень. В заключение оценивают степень растрескивания и отслаивания лакового покрытия.

Результаты испытания на удар. Образцы для данного теста готовят так же, как для двух предыдущих способов испытания. Для образцов на основе PC, PUR и PP/EPDM даже при максимальной ударной нагрузке повреждения лакового покрытия не обнаружены. Данный тест еще раз подтверждает ограниченную способность полимеров, сваренных односторонним швом, воспринимать нагрузку. Образцы разрушались по месту сварки при ударе стержня даже с незначительной высоты. Довольно быстро разрушались под действием ударной нагрузки и образцы стеклопластика, обладающие повышенной хрупкостью.

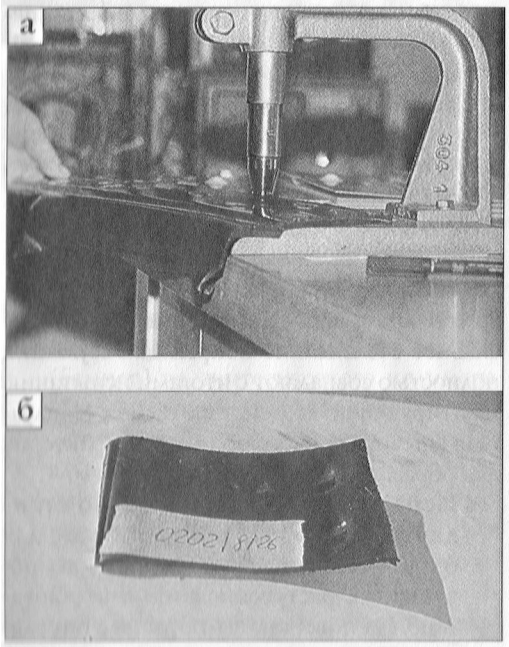


Рис. 5.94. Испытание на удар (а) и образец после испытания (б)

- **Испытание струей пара** (тест фирмы Daimler-Benz на целостность лакового покрытия автомобиля). Данный тест имитирует воздействие на лаковое покрытие струи пара при очистке поверхности окрашенных полимерных деталей от загрязнений. Условия испытания за исключением небольших изменений аналогичны тесту фирмы Daimler-Benz, разработанному для определения устойчивости лакового покрытия к воздействию струи пара на целостность:

Давление пара	11–13 бар
Температура пара на выходе из сопла	Не выше 96 °C
Температура горячей воды	8 °C
Напор горячей воды	Не более 50 бар

К используемой для очистки горячей воде (пару) добавляли необходимое количество специального очищающего средства. На испытуемую поверхность посредством широкоструйного сопла наносили вспомогательную маркировку. Расстояние от выходного отверстия остроконечного рабочего сопла до поверхности лакового покрытия составляло 10 см. Воздействие воды и пара осуществлялось в течение двух минут.

Результаты испытания струей пара. Испытывали те же полимеры, что и в предыдущих тестах. В очень жестких условиях испытания лаковое покрытие не отслаивалось лишь у двух образцов (PP/EPDM и PUR) из тринадцати подвергнутых тестированию. При двухслойном покрытии типа «металлик» зачастую происходило отслаивание лишь наружного бесцветного лакового покрытия.

Особые указания относительно восстановления деталей из вспененного полиуретана. На изделия из вспененного полиуретана (PUR), например спойлеры, во многих случаях распространяется гарантия, действующая в течение всего срока службы автомобиля. Это означает, что при выходе такой детали из строя, вызванном любой другой причиной, кроме аварии, ее изготовитель обязан предоставить аналогичную новую деталь. Дело в том, что если в результате аварии повреждены усиливающие металлические вставки, восстановление подобных из-

делий бывает весьма затруднительно. Если даже идеально восстановлена полимерная составляющая, поверхность изделия останется волнистой, поскольку вернуть первоначальную форму металлическим вставкам практически невозможно.

5.4.9. Что выгоднее — замена детали из полимера или ее восстановление?

В предыдущих подразделах сообщалось, что при наличии определенных предпосылок восстановление полимерных деталей кузова является вполне оправданным и технически выполнимым в условиях ремонтной мастерской. Однако всегда ли оно целесообразно с экономической точки зрения?

В основу приведенных ниже расчетов положены данные, которые были опубликованы в 1995 г. фирмой DEKRA и изготовителями ремонтных систем. В случае изменения цен требуется соответствующая корректировка результатов расчетов. Исходные условия для расчетов: один час рабочего времени оценивается в 90 марок, в стоимость материалов не входит налог на добавленную стоимость (НДС).

Пример 1

С помощью специального ремонтного материала осуществляется восстановление переднего бампера автомобиля VW Polo, имеющего повреждение в виде трещины 50x5 мм.

Ремонтный материал	35 DM
Трудозатраты (1,10 ч)	100 DM
Подготовка к окрашиванию	50 DM
Окрашивание	175 DM
Демонтаж и монтаж (0,40 ч)	36 DM
Итого:	396 DM

Для сравнения:

Стоимость нового бампера	385 DM
Окрашивание нового бампера	175 DM
Утилизация бампера	15 DM
Демонтаж и монтаж бампера (0,40 ч)	36 DM
Итого:	611 DM

Затраты, связанные с восстановлением поврежденного бампера, становятся еще более приемлемыми по сравнению с заменой на новую деталь, если восстановление может быть произведено без демонтирования бампера.

Пример 2

Восстановление изготовленного из полимерного материала бампера автомобиля Ford Sierra (заваривание трещины длиной 50 мм)

Материал для двусторонней сварки	25 DM
Трудозатраты (1,25 ч)	113 DM
Подготовка к окрашиванию	50 DM
Окрашивание	200 DM
Демонтаж и монтаж (0,50 ч)	45 DM
Итого:	433 DM

Для сравнения:

Стоимость нового бампера	363 DM
Окрашивание нового бампера	200 DM
Утилизация старого бампера	15 DM
Демонтаж и монтаж (0,40 ч)	45 DM
Итого:	623 DM

Пример 3

Восстановление боковины автомобиля Matra Pancho с помощью ламината и смолы (устранение сквозного отверстия диаметром около 100 мм).

Ремонтный материал	35 DM
Трудозатраты (3,50 ч)	315 DM
Подготовка к окрашиванию	330 DM
Окрашивание	220 DM
Итого:	900 DM

Для сравнения:

Стоимость новой детали	1450 DM
Трудозатраты (около 15,00 ч)	1350 DM
Подготовка к окрашиванию	330 DM
Окрашивание	250 DM
Итого:	3380 DM

Констатируем, что восстановление деталей кузова, изготовленных из полимерного материала, становится рентабельным, если цена новой детали приближается к 400 марок. Новые детали из стеклопластика обычно имеют очень сильные поверхностные дефекты (раковины, царапины и т. п.), поэтому к расходам следует приплюсовать трудозатраты на окрашивание всей облицовки (обвода передка, порогов, задка), требующее 3–5 ч.

5.4.10. Полимерные материалы и окружающая среда

Утилизация деталей автомобиля, выполненных из полимерных материалов, в условиях ремонтных мастерских представляет ещ

серьезную проблему, что в особенности относится к моделям, выпущенным до середины 1991 г. Суть этой проблемы заключается в том, что вторичное использование подобных деталей требует их предварительного сортирования по типу полимера, что предполагает наличие соответствующей маркировки (см. рис. 5.50). К сожалению, изготовители автомобилей лишь в редких случаях прибегали к маркированию своей продукции.

Начиная со второй половины 1991 г. ситуация стала изменяться в лучшую сторону: почти все крупные изготовители автомобильной продукции приступили к широкомасштабной реализации идеи утилизации и повторного использования полимерных материалов (рис. 5.95). В настоящее время на практике реализован полный производственный цикл: от выбора соответствующих полимерных материалов на стадии конструирования кузова до сбора старых полимерных деталей для последующего изготовления из них новых деталей кузова. Однако в связи с большим разнообразием полимерных материалов определенная часть бывших в употреблении деталей подлежит долговременному хранению в качестве не подлежащих переработке отходов.

Реальное воплощение идеи вторичного использования полимерных материалов позволяет существенно ограничить отрицательное воздействие на окружающую среду, связанное с производством и эксплуатацией автомобилей. Эта проблема касается и ремонтных мастерских, которые также должны заниматься утилизацией деталей, выполненных из полимеров, включая и те элементы кузова, которые не снабжены соответствующей маркировкой. Если тип полимера неизвестен, нужно выяснить, кем и когда был изготовлен автомобиль, а соответствующие детали следует сохранить. В дальнейшем, ориентируясь на эту скупую информацию и данные, приводимые в соответствующих справочниках, можно в первом приближении установить тип полимера, из которого выполнена та или иная сохраненная деталь. Возможно, что благодаря этому хранить потребуется не всю деталь в сборе, а только ее часть.



Рис. 5.95. Детали кузова автомобиля Opel Calibra, изготовленные из полимерного материала, пригодного для вторичного использования



Рис. 5.96. Переработка полимерных материалов фирмой Opel

Примером вторичного использования полимерного материала может служить автомобиль Opel Calibra (рис. 5.96). Защита колесных ниш этой модели выполнена из корпусов старых аккумуляторных батарей. Бамперы и боковые элементы порогов также изготовлены из вторичного сырья.

глава 6

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВАРИЙНОГО КУЗОВА

Ниже рассматривается порядок восстановления кузова легкового автомобиля после аварии. Поскольку согласно статистике при столкновениях чаще всего страдает передняя часть кузова, в качестве примера рассматривается устранение неисправностей средней сложности, обусловленных именно фронтальным ударом. Выбор в качестве объекта восстановления относительно нового автомобиля не случаен, поскольку восстановление не должно быть осложнено наличием других дефектов, например сильной коррозией кузова. В реальной ситуации коррозия кузова встречается довольно часто, но восстановлению прокорродировавшегося кузова посвящена глава 7.

6.1. ОСМОТР ПОВРЕЖДЕНИЙ КУЗОВА И СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Положим, в результате визуального осмотра кузова установлено, что повреждена лишь его передняя часть (рис. 6.1). Более четко обозначим зоны повреждения. Главный удар пришелся на правую переднюю сторону кузова, вследствие чего передок смещен влево (рис. 6.2). Зазор между правой дверью и крылом несколько увеличен. Левое крыло смещено относительно края двери внутрь.

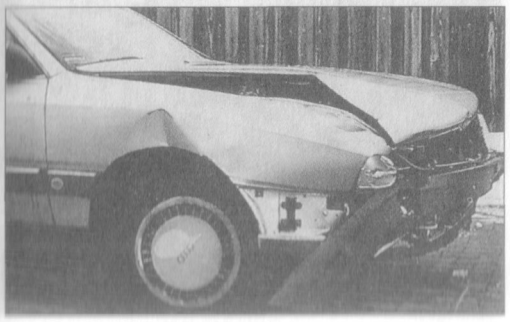


Рис. 6.1. Место основного удара

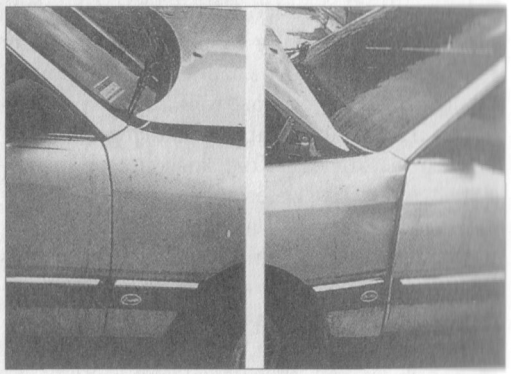


Рис. 6.2. Зазор между правой дверью и крылом несколько увеличен, в то время как левое крыло сместилось внутрь

Левый передний лонжерон выгнут наружу, правый передний лонжерон не только погнут, но и смят. Деформирование правой колесной ниши вызвало смещение шарнирной петли капота на передней стенке, но салон при этом не пострадал. Зазор между передней и задней дверями не изменился ни с той, ни с другой стороны. Линии изгиба с обеих сторон кузова точно совпадают с соответствующими защитными накладками.

По результатам осмотра сделаем следующее заключение. Передняя часть кузова сместилась в левую сторону, в то время как правая сторона оказалась вдавленной. Салон сохранил свою форму, следовательно, крыша осталась неповрежденной.

Далее следует определить состояние агрегатов, расположенных под капотом. Результаты осмотра таковы: сильно поврежден генератор, треснули обе опоры двигателя, разрушена опора вала коробки передач, деформирован всасывающий воздушный патрубок. Дополнительный контроль не выявил других повреждений.

Чтобы сэкономить время, картину повреждений анализируют методом электрон-

ной обработки данных (EDV). Благодаря его использованию можно немедленно получить рекомендации относительно необходимости замены тех или иных деталей и наметить правильную последовательность восстановления. При анализе методом EDV следует убедиться, что учтены все имеющиеся неисправности.

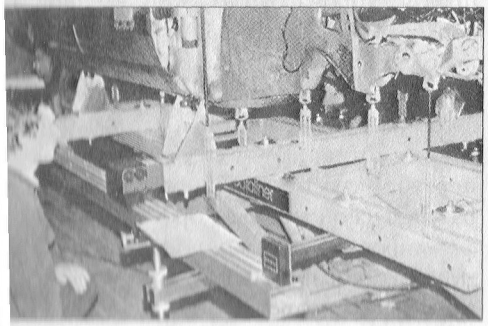
Восстановление согласно намеченному методом EDV плану предполагает замену концевых элементов обоих лонжеронов, включая передние брызговики, с отрезанием по предусмотренным конструкцией кузова линиям реза. Колесные ниши подлежат правке. Проведение этих работ требует полного снятия с автомобиля всех агрегатов, находящихся под капотом. Для восстановления следует воспользоваться стендом для правки. Сначала нужно точно измерить геометрические параметры кузова и положение базовых осей. Определение положения осей требует установки всех агрегатов автомобиля на свои места.

6.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВА

Для восстановления кузова необходимо воспользоваться универсальной системой правки и измерения, оснащенной подъемником параллелограммного типа (рис. 6.3). Автомобиль прикрепляют к ней за приваренные к порогам ушки посредством универсальных зажимов. Для измерения геометрических параметров кузова оптической системой в определенных точках, положение которых задано листом контроля, следует укрепить измерительные флажки. Благодаря лазерной оптике можно точно установить, насколько сильно деформировано основание кузова. Измерения показывают, что вся конструкция кузова смещена не только назад и влево, но и вверх.

Для восстановления первоначальной формы кузова необходимо совершить его целенаправленное смещение под действием усилий, действующих одновременно в разных направлениях. Отдельные растягивающие устройства следует смонтировать таким образом, чтобы тяговые цепи были присоединены к концам лонжеронов. Растягивающее усилие, прикладываемое к левому лонжерону, должно обеспечить его смещение в сторону и одновременно некоторое изгибание вниз. Тяговая цепь, прикрепленная к правому лонжерону, главным образом должна устранить его сжатие и сместить лонжерон в сторону и вверх. Усилие к обеим тяговым цепям передается от соответствующих гидравлических цилиндров. Восстановление формы лонжеронов осуществляют одновременным натягиванием обеих цепей (рис. 6.4).

Итак, в результате описанных выше действий лонжеронам возвращена первоначальная форма. Далее следует восстановить правильную конфигурацию колесных ниш. Измерение положения амортизаторных стоек показывает, что левую стойку необходимо отжать к середине кузова и вверх. Поскольку речь идет о незначительном отклонении геометрических параметров от заданных значений, дефект может быть исправлен последовательным приложением усилия в указанных направлениях. Отжатие амортизаторной стойки (рис. 6.5) к середине кузова целесообразно произвести непря-



...с. 6.3. Измерение геометрических параметров ...новання кузова

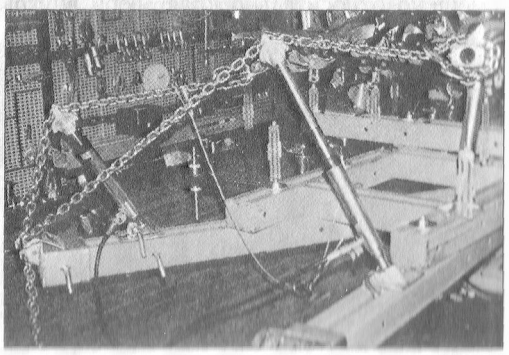


Рис. 6.4. Комбинированное вытягивание кузова

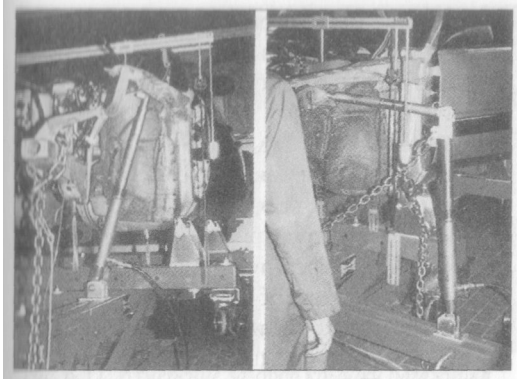


Рис. 6.5. Правка опоры амортизационной стойки

мым приложением усилия (давление соответствующего гидравлического цилиндра, направленное вдоль продольной оси автомобиля, за счет жесткого присоединения тяговой цепи к верхней части амортизаторной стойки преобразуется в боковое усилие).

Следующий шаг состоит в удалении деформированных частей лонжеронов. Сначала производят грубое отрезание, затем — более точное. Усиливающие листовые детали не следует разрезать заодно с подлежащими отделению частями лонжеронов, поэтому рекомендуется воспользоваться вибрационной пилой, которая позволяет регулировать глубину реза с точностью до 1 мм. Сварные соединения, изготовленные способом контактно-точечной сварки, доступны с обеих сторон и могут быть легко устранены с помощью фрезы (рис. 6.6).

Далее производится пригонка новых деталей. Поскольку универсальный стенд для правки не оснащен угольниками для закрепления новых деталей, их фиксацию следует осуществлять посредством коленчатого

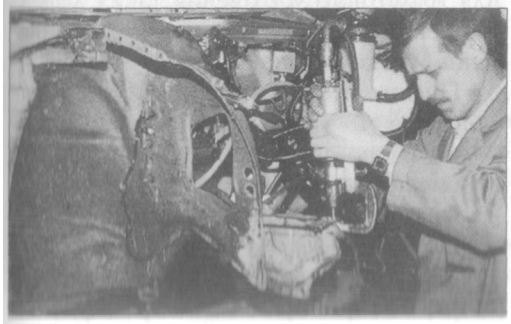


Рис. 6.6. Устранение сварной точки фрезой

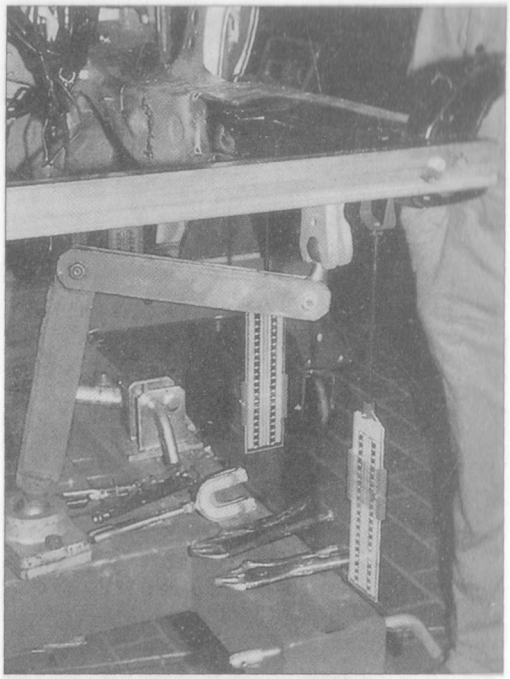


Рис. 6.7. Коленчатое шарнирное приспособление для фиксирования положения новой детали

шарнирного приспособления (рис. 6.7). Кроме того, для пригонки новых деталей необходим специальный шаблон, с помощью которого устанавливается правильное расстояние между концами лонжеронов. Для контроля размеров к новым деталям подвешивают измерительные флажки. Устанавливают правильное направление лазерного луча. Окончательная корректировка осуществляется соответствующим перезакреплением фиксирующих зажимов и рукояткой шарнирного приспособления.

Перед пригонкой новые детали окрашивают, а сварочные фланцы покрывают краской на основе цинковой пыли. Теперь можно воспользоваться аппаратом для точечной сварки. Здесь в полной мере проявляет себя характерная особенность конструкции кузова, заключающаяся в благоприятных условиях для восстановления: лонжероны, выполненные в виде U-образных профилированных элементов (рис. 6.8), закрывают лишь после приваривания листовых перегородок. Таким образом, сварка в среде защитного газа оказывается излишней, по-

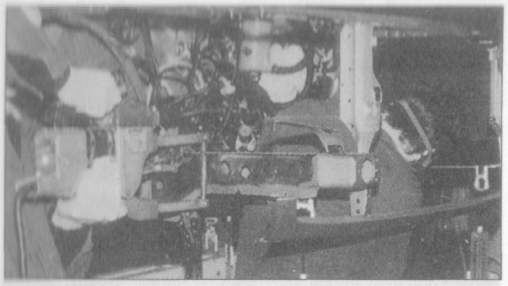


Рис. 6.8. Незакрытый U-образный профиль лонжерона позволяет быстро произвести необходимое восстановление

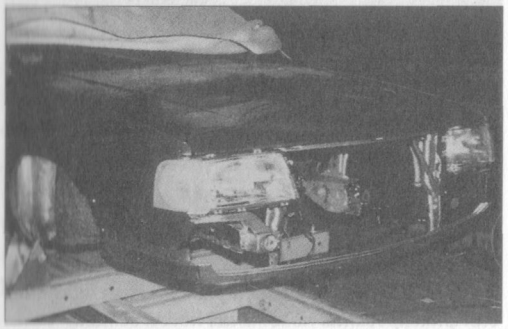


Рис. 6.9. Подгонка деталей кузова перед их приваркой

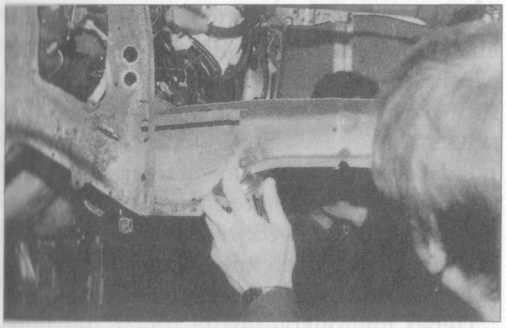


Рис. 6.10. Антикоррозионная обработка места сварки цинковой краской перед приваркой листовой перегородки (чтобы исключить вредное воздействие на окружающую среду, не рекомендуется использовать краску в аэрозольной упаковке)

скольку любое место хорошо доступно для точечной сварки.

После закрепления новых деталей несколькими прихватами для контроля геометрических параметров кузова следует привернуть к лонжеронам облицовку передка, крылья и панель для фар (рис. 6.9). Такой контроль должен производиться всегда независимо от типа стенда для правки и системы крепления автомобиля, чтобы не обнаружить впоследствии какой-нибудь неприятный сюрприз. На данной стадии восстановления еще сохраняется возможность достаточно простой корректировки размеров.

Прежде чем приварить перегородки, замыкающие внутренний объем лонжеронов, рекомендуется всю область сварки покрыть цинковой краской (рис. 6.10), благодаря чему существенно повышается коррозионная стойкость. По завершении сварки наносят антикоррозионную грунтовку. Если поблизости есть камера для окрашивания, грунт можно нанести пистолетом-распылителем. Соответствующее перемещение автомобиля не представляет особого труда, поскольку поперечины стенда для правки, к которым крепятся универсальные зажимы, снабжены колесами и могут быть отсоединены от стенда легко разъединяемыми резьбовыми креплениями. После грунтования следует произвести защиту сварных швов антикоррозионным герметиком и привернуть к лонжеронам соответствующие детали кузова, причем их внутренняя поверхность должна быть предварительно окрашена.

6.3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ БОКОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КУЗОВА

Задание устранить боковое повреждение кузова, как правило, не вызывает у персонала ремонтных мастерских большого энтузиазма. Дело в том, что на практике боковые повреждения встречаются довольно редко и опыт их устранения недостаточен. Для грамотного устранения таких дефектов рекомендуется следовать нижеприведенным рекомендациям.

- Прежде всего, нужно убедиться в отсутствии «эффекта банана», при котором основание кузова бывает сильно смещено к одной из сторон.
- Определенную информацию по поводу наличия «эффекта банана» могут дать результаты измерения некоторых зазоров. Например, если зазоры крышки багажника или задней двери (рис. 6.11)

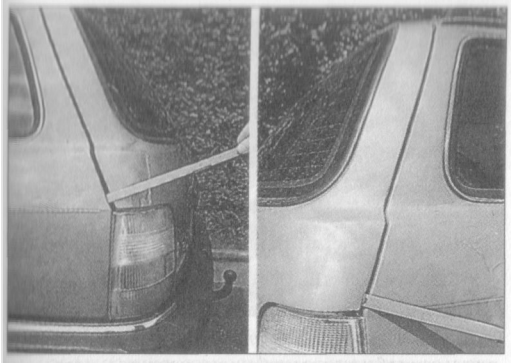


Рис. 6.11. Измерение зазоров крышки багажника

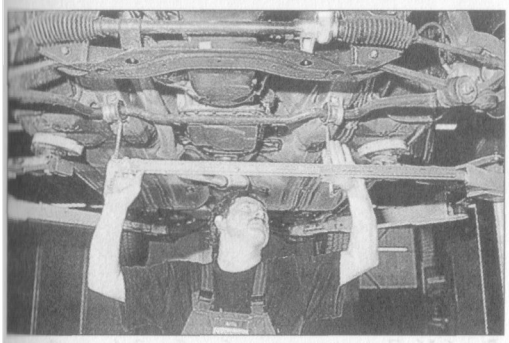


Рис. 6.12. Определение размеров с помощью измерительной линейки

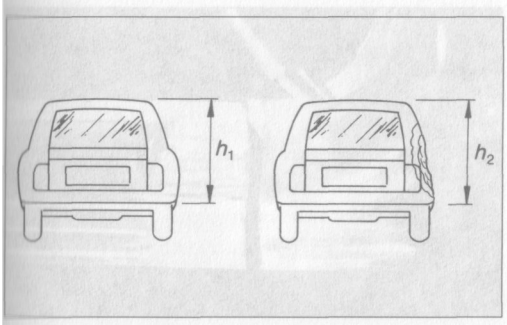


Рис. 6.13. При боковом повреждении кузова размеры по высоте не изменились и «эффект банана» отсутствует ($h_1 = h_2$)

автомобиля с поврежденной стороны гораздо меньше, чем с противоположной, подозрение о наличии такого эффекта имеет под собой все основания.

- Точный вывод о масштабах повреждения дают результаты соответствующих измерений. Если возникло подозрение о наличии «эффекта банана», измерительной линейкой (рис. 6.12) следует определить расстояние от средней оси кузова до левой и правой сторон.

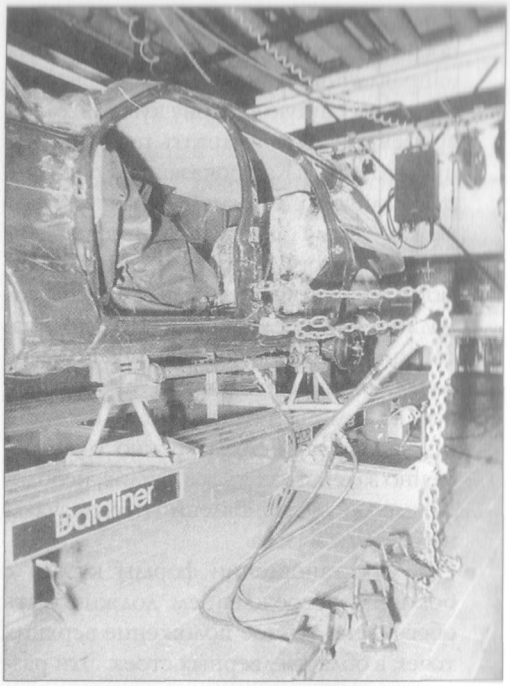


Рис. 6.14. Крепление тяговых цепей к приваренным ушкам для правки кузова растяжением/сжатием

- Во многих случаях первоначальное предположение о наличии «эффекта банана» оказывается ложным. Возникновение такого дефекта зависит от того, на каком уровне был произведен удар, вызвавший деформирование кузова. Чаще всего причиной основного повреждения является удар бампером другого автомобиля. В этом случае повреждение располагается примерно на 20 см выше основания кузова. Передняя, средняя и задняя стойки кузова у исправного автомобиля обычно слегка выгнуты наружу, в то время как в результате удара бампером они окажутся вогнуты внутрь, причем ни основание кузова, ни крыша не будут сильно повреждены. Такой удар не приведет к изменению ни ширины, ни высоты кузова (рис. 6.13).
- Восстановление формы кузова автомобиля, пострадавшего вследствие бокового

столкновения, должно осуществляться посредством сил, действующих в разных направлениях. Необходимо вытягивать наружу вогнутую сторону кузова и одновременно восстанавливать первоначальную его длину. Как показано на рис. 6.14, гидравлический цилиндр располагают между двумя зажимами, прикрепленными к порогу. Крепление самих зажимов к направляющим стенда для правки должно быть ослаблено настолько, чтобы зажимы могли смещаться по мере растяжения кузова вдоль продольной оси. Благодаря подключению насоса с педальным приводом можно одновременно задействовать все усилия, необходимые для восстановления первоначальной формы кузова.

- При восстановлении формы кузова с боковым повреждением должно быть обеспечено точное положение верхних точек в области дверных стоек. Эти размеры на листе контроля, как правило, не указываются, и их рекомендуется проверять измерительной линейкой. Для проведения измерений необходимо найти центральное отверстие (рис. 6.15), которое находится в основании кузова под покрытием пола. Чтобы обеспечить восстановление первоначальной конфигурации, следует при натянутых тяговых цепях ударять молотком по деформированным участкам, стараясь не создавать дополнительное напряжение в материале.
- Кузовные работы в области порогов следует производить, предварительно установив автомобиль на колеса (рис. 6.16). Это требование должно соблюдаться как при удалении деформированных элементов кузова, так и при вваривании новых деталей. Если не соблюдать его, в кузове могут возникнуть напряжения, которые способны повлиять на устойчивость автомобиля при движении.
- При большой площади бокового повреждения кузова деталь необходимую для замены, следует вырезать из комплектной (цельной) запасной боковины. Хотя изготовители автомобилей, руководствуясь соображениями экономии затрат на восстановление, и выпускают запасные детали в виде отдельных фрагментов, однако их невозможно отрезать с требуемой миллиметровой точностью (положению разделительных резов соответствуют определенные допуски). Тот, кто попытается произвести замену комплектной боковины, ис-

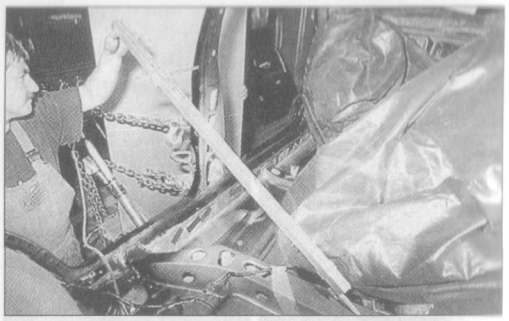


Рис. 6.15. Измерение внутренних геометрических параметров с использованием центрального отверстия в качестве точки отсчета



Рис. 6.16. При устранении боковых дефектов автомобиль должен стоять на колесах

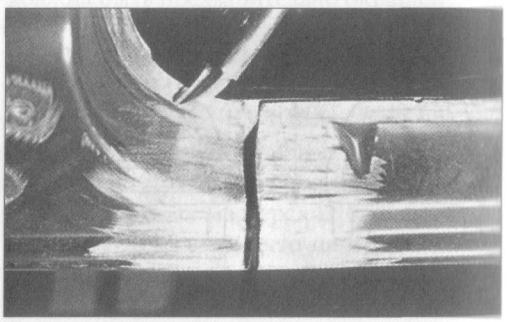


Рис. 6.17. Вырезание элемента кузова из цельной боковой детали

пользуя запасные элементы, быстро убедится, что между отдельными кусками окажутся слишком большие или слишком маленькие зазоры (рис. 6.17).

- Надежное крепление автомобиля к стенду для правки осуществляется с помощью специальных зажимов. При вытягивании кузова зажимы воспринимают большую долю прикладываемого усилия, в связи с чем их часто оснащают зубьями. Благодаря зубьям достигается следующее: чем сильнее тянуть за приваренные к порогам ушки, тем больше усилие, восстанавливающее форму кузова. При монтаже зажимов необходимо следить, чтобы косые зубья оказывали воздействие в направлении, противоположном растягивающей силе (следует соблюдать соответствующее указание, приведенное на листе контроля). Перед монтажом зажимов следует удалить антикоррозионную защиту в местах их крепления, а по окончании ремонта восстановить ее.

глава 7

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КУЗОВА, ПОДВЕРГШИХСЯ КОРРОЗИИ

Ежегодный ущерб от коррозии автомобильных кузовов чрезвычайно высок. Водители нередко узнают истинное положение вещей лишь после проверки состояния кузова в ремонтной мастерской. По результатам такой проверки составляют калькуляцию затрат, которая зачастую позволяет ответить на вопрос, «быть или не быть» автомобилю.

При калькулировании учитывают следующие технические аспекты:

- конструкция кузова (рис. 7.1);
- рекомендации изготовителя автомобиля по поводу специфики восстановления кузова;
- критерии приемки восстановленного кузова.

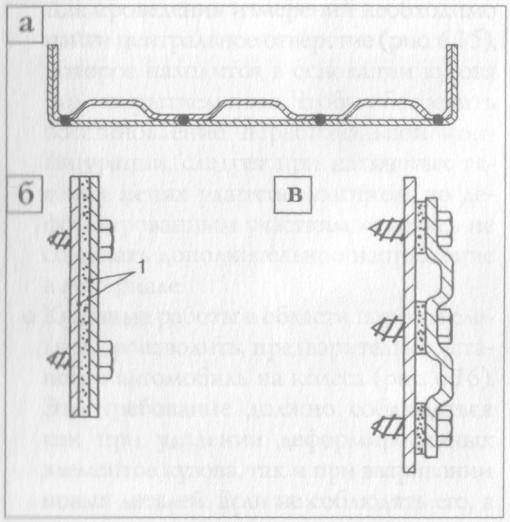


Рис. 7.1. Виды крепления деталей, обеспечивающие естественную циркуляцию воздуха: а — крепление деталей контактно-точечной сваркой; б — привинчивание крыла через герметизирующий элемент, применяемое ранее, не обеспечивает естественную вентиляцию, а создает капиллярный эффект (в местах 1); в — используемые сегодня конструктивные герметизирующие элементы

Затраты на восстановление ржавого кузова, определенные с учетом вышеприведенных критериев, могут оказаться весьма значительными. Тем не менее любой водитель заинтересован в том, чтобы его автомобиль эксплуатировался, не представляя опасности ни для него самого, ни для других участников движения.

Прежде чем приступить к рассмотрению способов устранения последствий коррозии, необходимо кратко пояснить причины появления ржавчины на листовой стали, из которой изготовлен кузов. С химической точки зрения кузовная сталь состоит из железа (Fe) и углерода (C). Если эти разные элементы (углерод инертен, а железо не инертно относительно коррозии) смочить раствором электролита (рис. 7.2), возникнет короткозамкнутая гальваническая ячейка (локальный гальванический элемент), в которой железо будет играть роль положительного полюса, а углерод — отрицательного; и начнется электрохимическая реакция, вызывающая коррозию железа.

Дождевая вода является типичным электролитом, поскольку с химической точки зрения она представляет собой слабый раствор угольной кислоты. Железо корродирует быстрее при повышенной температуре окружающего воздуха. Дополнительная активизация коррозии происходит за счет солей, содержащихся в растворе электролита.

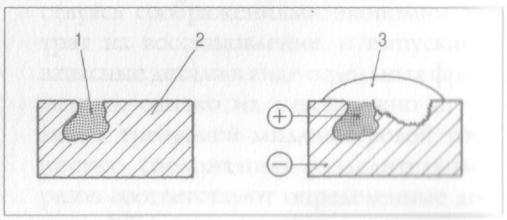


Рис. 7.2. Схема процесса коррозии железа: 1 — углерод; 2 — железо; 3 — электролит

Отрицательное воздействие солей усиливается вследствие того, что они обычно прочно соединяются с ржавой поверхностью и способны поглощать влагу. Условия для протекания коррозии бывают наиболее благоприятными, если после движения в зимний период по дорогам, посыпанным солью, автомобиль поставить в обогреваемый гараж.

Способ восстановления проржавевшего кузова зависит от того, в каком месте обнаружена коррозия. Например, главные несущие элементы, воспринимающие повышенную нагрузку, нельзя восстанавливать с применением полимерных материалов.

Итак, возникает вопрос, какие способы следует использовать для устранения последствий коррозии в тех или иных зонах кузова?

Основными способами восстановления проржавевших элементов кузова являются следующие:

- приваривание накладного листа (старую деталь оставляют) (поз. 1, рис. 7.3);
- приваривание оригинальной запасной детали кузова (старую деталь полностью удаляют) (поз. 2, рис. 7.3);
- приваривание элемента, самостоятельно изготовленного из листовой стали (частичное удаление старой детали) (поз. 3, рис. 7.3);
- приклеивание ремонтного накладного листа и его дополнительное приваривание в нескольких точках (старую деталь оставляют) (поз. 1, рис. 7.3);
- приклеивание оригинальной запасной детали кузова (старую деталь полностью удаляют) (поз. 2, рис. 7.3);
- ремонт с помощью УФ-отверждаемой пластины из полимерного материала (старую деталь оставляют).

7.1. ПРИВАРИВАНИЕ РЕМОНТНЫХ ВСТАВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Любые сварочные работы при восстановлении ржавого кузова осуществляют контактно-точечной сваркой или сваркой в среде защитного газа. По сравнению с этими способами зона разогрева при газовой сварке бывает гораздо больше (рис. 7.4), вследствие чего зона сварного шва приобретает повышенную хрупкость. Таким образом, предъявляемое к автомобильному кузову требование упругости не выполняется и в результате его незначительного деформирования в зоне сварного шва могут появиться трещины.

Указанные в предыдущем подразделе способы восстановления следует пояснить на конкретных примерах. Рассмотрению подлежат и некоторые альтернативные способы, а также некорректно выполненный ремонт. Подготовка к восстановлению ржавого кузова идентична описанной в подразд. 3.1. Для лучшей наглядности в качестве объекта для восстановления использовали один и тот же тип автомобиля.

Прежде всего следует сказать о мерах защиты от коррозии, предпринимаемых при рассматриваемом ремонте. В основном

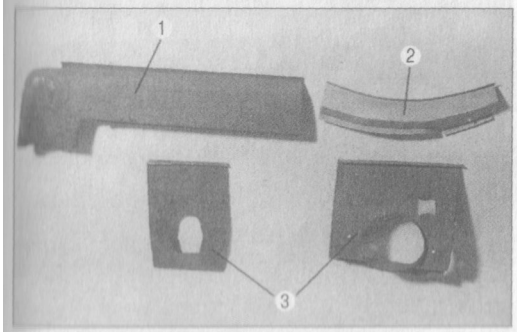


Рис. 7.3. Элементы кузова из листовой стали, используемые при восстановлении: 1 — накладной лист; 2 — оригинальная деталь; 3 — самостоятельно изготавливаемые листовые элементы

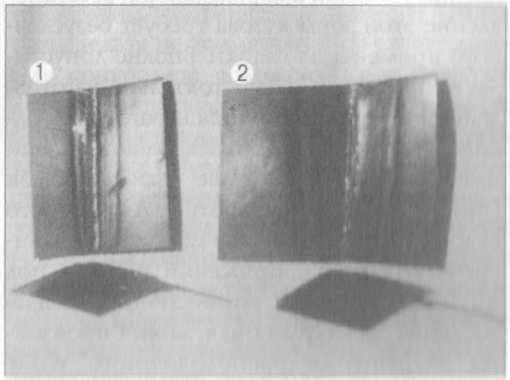


Рис. 7.4. Зоны нагрева при газовой сварке (2) и сварке в среде защитного газа (1)

справедливы все относящиеся к этой проблеме сведения, приведенные в подразд. 4.6. В дополнение к ним нужно отметить, что места соединения старой и новой деталей при восстановлении с использованием накладок должны быть обработаны цинковой краской, благодаря чему на длительный период гарантируется отсутствие в этих местах контактной коррозии.

Рассмотрим, как должен выполняться ремонт *нижней части рамки ветрового стекла*. Эта деталь при вклеенном ветровом стекле считается одной из наиболее сильно нагружаемых частей кузова, поэтому восстановление должно осуществляться только вариванием новой детали. Ветровое стекло предварительно следует демонтировать. Допускается восстановление с использованием дополнительной накладки. Если такая накладка приварена технически неграмотно, после сварки образуется заметный уступ (рис. 7.5), и результат восстановления считается неприемлемым, несмотря на то что по сравнению с полной заменой соответствующей детали удается сэкономить около получаса рабочего времени. Корректным является предварительное вырезание проржавевшей части стойки кузова по большому периметру, точная пригонка новой детали, последующее приваривание ее встык сплошным швом, пайка и шлифование стыков (рис. 7.6).

В связи с высокими механическими нагрузками, воспринимаемыми *верхним креплением стойки амортизатора*, восстановление этой зоны кузова требует безусловного применения сварки. Вполне допустимо приваривание самостоятельно изготовленной накладки. Если такая заготовка, однако, сварена из отдельных кусков, сплошные сварные швы в зоне изгиба кромок (рис. 7.7) не допускаются. Для любого сплошного сварного шва характерно наличие внутренних напряжений, поэтому под влиянием нагрузок, возникающих во время движения автомобиля, может произойти разрушение расположенного возле сварного шва материала. Правильная сварка должна быть осуществлена следующим образом. Ровные участки поверхности проваривают электрозаклепкой через отверстия в верхней детали, а зоны изогнутых краев — ступенчатым сварным швом. Следует напомнить, что расстояние между отдельными сварными точками (включая электрозаклепки) должно соответствовать



Рис. 7.5. Неквалифицированное восстановление с применением оригинальной усилительной накладки стойки кузова при сохранении старой детали



Рис. 7.6. Качественное восстановление с использованием оригинальной запасной детали кузова

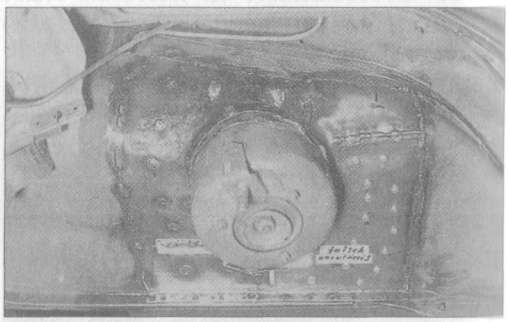
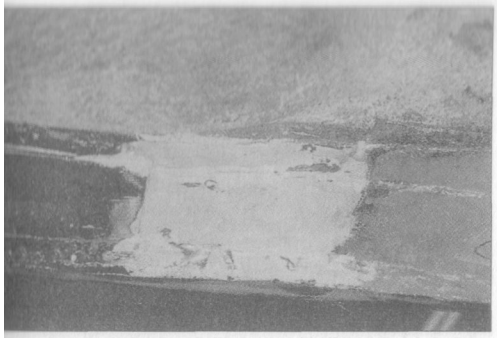
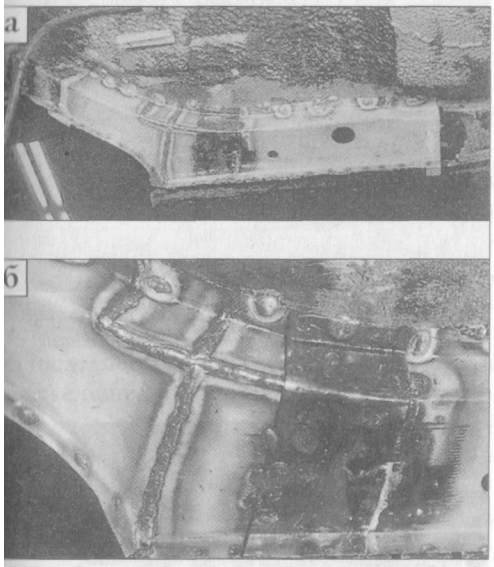


Рис.7.7. Правильно (на фото слева) и неправильно (справа) выполненная сварка верхнего крепления стойки амортизатора



ис. 7.8. Устранение сквозного отверстия лонжероне шпатлевкой следует рассматри-ать как чисто «косметический» прием



ис. 7.9. Ремонт выполнен корректно, за исклю-ением крестообразно наложенных сварных вов



ис. 7.10. Ремонт выполнен корректно, за исклю-ением накладки слишком малого размера

четырех-, шестикратному диаметру отверстий (см. подразд. 4.3).

Например:	
Толщина стального листа	0,88 мм
Диаметр отверстий	4,4 мм
Расстояние между сварными точками	(4÷6)x4,4=18÷26 мм

В доступных местах, разумеется, более предпочтительно соединение контактно-точечной сваркой.

Способом, аналогичным предыдущему, восстанавливают проржавевшие *пороги* и *лонжероны*. В этом случае можно воспользоваться как готовыми накладками, так и самостоятельно вырезанными. Если выбирают первый вариант, старая деталь кузова должна быть предварительно вырезана. Такой способ восстановления практически идентичен ранее описанному способу с заменой элемента, используемому для устранения последствий аварийного столкновения, включая сваривание новой и сохраненной частей кузова.

Далее рассмотрим *ремонт, осуществляемый с целью маскирования дефекта*, на примере зашпатлеванного лонжерона (рис. 7.8). Несмотря на то что закрытое снаружи смолой и стеклотканью сквозное отверстие внешне выглядит вполне благополучно, дефект можно легко обнаружить при контрольном испытании на звук (обстукивание основания кузова молотком). В рассматриваемом случае речь идет о грубом и небрежном ремонте, безответственном не только по отношению к владельцу автомобиля, но и к другим участникам дорожного движения. Нельзя не упомянуть и об утрате доверия контролера, обнаружившего скрытый дефект, к персоналу ремонтной мастерской.

Что касается *самостоятельно изготовленных накладок*, то они, как правило, состоят из отдельных кусков. В общем случае это не вызывает каких-либо возражений (рис. 7.9). Однако если речь идет о сварных швах, находящихся в зонах изгиба материала или в иных местах, подверженных высоким механическим нагрузкам, то использование накладок, состоящих из отдельных элементов, недопустимо. Кроме того, сварн-

вание отдельных элементов накладки должно производиться заранее, иначе качество соответствующих сварных швов не удастся проконтролировать с обратной стороны.

Причина еще одной некорректно выполненной работы заключается в *использовании ремонтной накладки слишком малого размера* (рис. 7.10). Часто это приводит к тому, что по краям приваренной накладки остаются сквозные отверстия и зазоры, а сварные швы располагаются слишком близко друг к другу. Такой ремонт считается неприемлемым, поскольку не обеспечивает достаточную прочность кузова. В этой связи следует упомянуть, какой должна быть *последовательность послеремонтной обработки сварного шва.* Слишком сильно выступающие сварные швы или швы с острыми краями подлежат шлифованию, при этом, однако, *нельзя допускать ослабления сварных швов.* Это особенно касается хорошо заметных швов на наружной обшивке кузова, требующих длительного шлифования, чтобы обеспечить идеальный внешний вид автомобиля.

Очень часто коррозия наблюдается *в местах присоединения колесных ниш к основанию кузова,* которые обычно бывают труднодоступны для восстановления с применением сварки. Кроме того, перед сваркой потребовалось бы снять приклеенное мастикой покрытие пола вместе с ковриками. Устранять подобные дефекты проще всего посредством полиэфирной смолы и шпателя (рис. 7.11). При контроле качества такого ремонта обстукиванием днища кузова будет слышен характерный звук.

Ремонт, показанный на рис. 7.12, выполнен корректно, за исключением верхнего сварного шва. Причину использования в этом месте сплошного сварного шва обычно формулируют следующим образом: такой шов, мол, нужен для обеспечения герметичности, иначе через это место будет проникать влага. Эта *предпосылка неверна,* поскольку в результате сварки сплошным швом нарушается упругость кузова. Герметизацию же рассматриваемого стыка можно обеспечить за счет нанесения соответствующей мастики.



Рис. 7.11. Колесная ниша отремонтирована с помощью заплаты из полиэфирной смолы

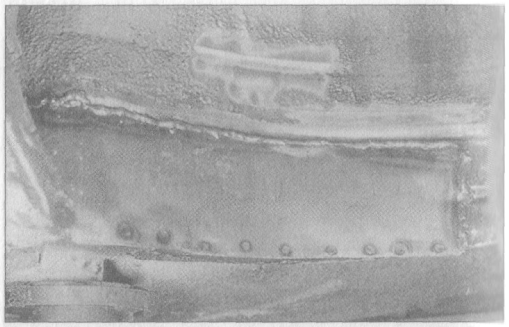


Рис. 7.12. Правильнее было бы вместо сплошного шва использовать прерывистый, состоящий из коротких швов

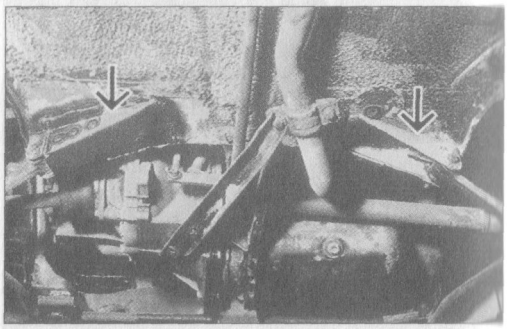


Рис. 7.13. Открытые профилированные детали по конструктивным соображениям не следует закрывать

Критическая ситуация возникает, если необходимо устранить последствия коррозии в сильно нагружаемых зонах кузова: *местах крепления продольных и поперечных рычагов подвески.* Прокорродировав-

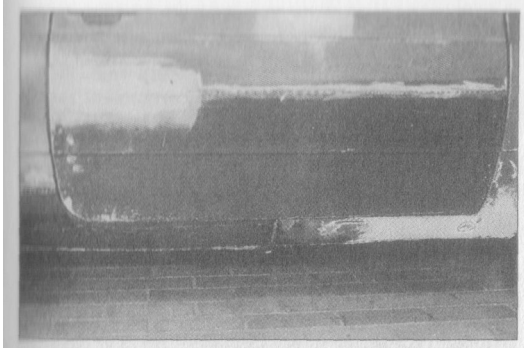


Рис. 7.14. Рентабельность ремонта съемных частей кузова весьма сомнительна

шие места днища должны быть усилены по большой площади. Для этого используют заводские ремонтные детали или вставки с уже готовыми точками крепления. Ни в коем случае не допускается поступать так, как показано на рис. 7.13. Открытое место крепления нельзя закрывать привариванием профилированной ремонтной детали. Это изменит торсионные свойства (способность к скручиванию) кузова в данной зоне, что может нанести ущерб динамическим свойствам автомобиля.

Последнее, что следует рассмотреть в связи с использованием сварки для восстановления проржавевшего кузова, это *относительно слабо нагружаемые зоны кузова*. Сюда обычно относят внешние панели кузова (кроме области порогов, передка и задка). В эту группу входят съемные двери и крышки, если они не обладают специальной конструкцией. В этом случае дорогостоящее устранение последствий коррозии часто оказывается нерентабельным (рис. 7.14), если сопоставить ремонтные затраты со стоимостью новой двери. Оправданным с экономической точки зрения может быть вваривание накладок. Суть проблемы заключается в большой трудоемкости окончательной обработки этих бросающихся в глаза поверхностей кузова, требующей особой тщательности. Это обстоятельство послужило для изготовителей автомобилей и запасных частей импульсом, чтобы разработать альтернативный сварке способ крепления ремонтных вставок.

7.2. ПРИКЛЕИВАНИЕ РЕМОНТНЫХ ВСТАВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Использование данного метода в любом его варианте ограничено слабонагруженными элементами наружной облицовки кузова. Возможны два варианта практического применения метода:

- приклеивание с одновременным точечным креплением ремонтной детали заклепками или сваркой;
- приклеивание ремонтного материала на основе УФ-отверждаемой смолы.

Склеивание листового материала не является новым техническим приемом. В авиационной промышленности алюминиевые листовые заготовки с давних пор соединяют заклепками или склеивают. Применение склеивания для соединения стальных листов потребовало внесения определенных изменений в соответствующую технологию. Уже в конце 70-х годов прошлого века фирма Opel предложила использовать этот способ для восстановления поврежденных в аварии автомобильных кузовов. Дополнительное усовершенствование данного способа было предпринято шведской фирмой Folksam (см. гл. 8). Что касается восстановления проржавевших деталей кузова, представляет интерес вариант склеивания с применением ремонтных листовых вставок. Послеремонтная обработка в этом случае оказывается гораздо более простой по сравнению с приваркой накладок.

Для приклеивания ремонтных деталей используют следующие инструменты и материалы (рис. 7.15):

- клей с отвердителем;
- электродрель и клещи для установки микрозаклепок или аппарат для контактно-точечной сварки;
- пневматический пистолет для склеивания с помощью двухкамерной гильзы;
- фиксирующие клещи;
- жидкий очиститель;
- шпатлевка;
- угловая шлифовальная машинка с шлифовальным кругом зернистостью P 80;
- ножницы для резки листового материала.



Рис. 7.15. Инструменты и вспомогательные средства для приклеивания ремонтных деталей

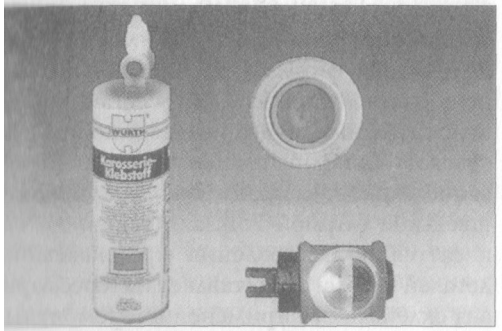


Рис. 7.16. Двухкамерная гильза со смесительной головкой

Последовательность ремонта. Поверхность ржавого элемента внешней облицовки кузова тщательно шлифуют для удаления ржавчины и остатков лакового покрытия, пока вся область склеивания не окажется отшлифованной до металлического блеска (сильно прокорродировавшую часть обычно вырезают). Вырезают по размеру и подгоняют новую ремонтную деталь или вставку. Обе склеиваемые поверхности тщательно протирают ветошью, смоченной специальной очищающей жидкостью. Смешивают клей и отвердитель в нужной пропорции и наносят на обе склеиваемые поверхности. Сам клей окрашен в желтый цвет, а отвердитель имеет голубую

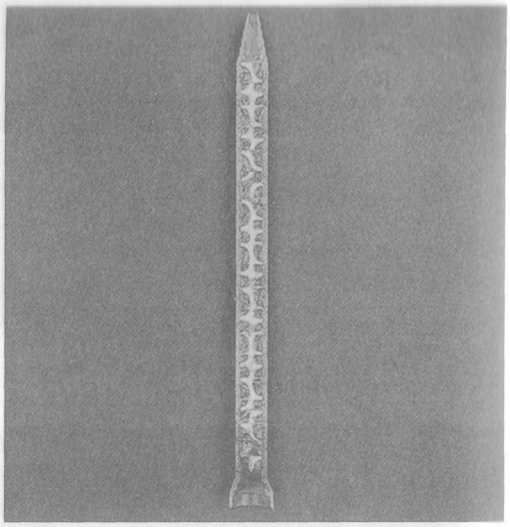


Рис. 7.17. Смесительная трубка для двухкомпонентного клея

окраску, благодаря чему возможен удобный визуальный контроль полноты смешения: хорошо перемешанная масса должна иметь однородную зеленую окраску. Края приклеиваемой детали следует тщательно закрепить, используя клепку, шурупы-саморезы или точечную сварку.

Альтернативный способ склеивания предполагает применение специальной двухобъемной гильзы (рис. 7.16). На гильзу надевают смесительную головку, снабженную смесительной трубкой (рис. 7.17), из которой выдавливается тщательно перемешанная, готовая к употреблению клеевая композиция. Выдавливание клея осуществляется специальным пневматическим пистолетом (рис. 7.18). Поскольку остатки клея в смесительной трубке могут отвердиться, по окончании работы их следует тщательно удалить. Гильза снабжена запорным краном, перекрывающим выход содержащихся в ней компонентов клея. Благодаря этому вскрытую гильзу можно хранить при комнатной температуре в течение года, а затем использовать содержимое по назначению.

После шлифования поверхности (рис.7.19, а) и ее очистки (рис. 7.19, б) нанесенный клей (рис.7.19, в) тщательно разравнивают шпателем, после чего немедлен-

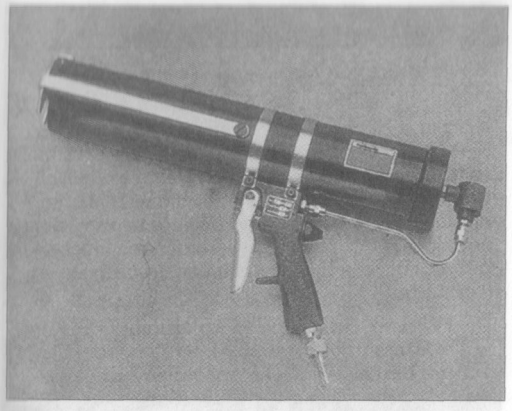


Рис. 7.18. Пневматический пистолет для склеивания с помощью двухкамерной гильзы

но плотно прижимают склеиваемые детали друг к другу. С помощью входящих в прилагаемый комплект фиксирующих щипцов обеспечивают окончательную точную пригонку деталей и необходимый прижим (рис.7.19, г). Созданное клеевое соединение отлично противостоит воздействию растягивающей и сжимающей нагрузок, а также нагрузок переменного направления, однако обладает недостаточным сопротивлением отслаиванию, поэтому края клеевого соединения требуют дополнительного закрепления, которое осуществляют с помощью микрозаклепок или сварных точек. Поскольку клей обладает электропроводностью, удобно использовать контактно-точечную сварку. Если применить этот способ сварки оказывается невозможным, осуществляют сварку в среде защитного газа. В этом случае поверхность должна быть отшлифована до металлического блеска, однако клей наносить не следует. Часто предпочтение отдают несколько более дорогостоящему способу соединения посредством микрозаклепок, поскольку в этом случае обеспечиваются более высокие антикоррозионные свойства. Иногда используют специальные фиксирующие заклепки, которые после отверждения клея подлежат удалению.

Клей следует использовать при температуре не ниже 23 °С, он сохраняет текучесть в течение 3–4 ч и полностью отверждается спустя 8–12 ч после нанесения (рис.7.19, д). Время отверждения может быть сокращено до получаса благодаря использованию инфракрасного нагревателя, однако температура нагрева не должна превышать 120 °С. Как правило, бывает достаточно 80 °С (температурно-временные характеристики отверждения клеев, выпущенных разными изготовителями, могут отличаться). По достижении окончательной прочности клеевого соединения снимают фиксирующие щипцы и сошлифовывают выдавленный наружу и отвердившийся избыток клея. Восстанавливаемую поверхность еще раз протирают очистителем и наносят на нее шпатлевку. Отверждение шпатлевки можно ускорить нагреванием. В заключение шлифуют (рис. 7.19, е) поверхность наждачной бумагой зернистостью Р 80.

Очень часто описанный выше способ используют для восстановления проржавевшей зоны *вокруг заливной горловины топливного бака* (рис. 7.20). В данном случае склеивание позволяет избежать применения пожароопасных методов. При необходимости проржавевший металл следует вырезать, соблюдая особую осторожность: резка и шлифование не должны сопровождаться искрообразованием. Установленная на место ремонтная вставка не должна выступать над поверхностью кузова, поэтому соответствующие края должны быть отогнуты вниз. Заливную горловину во время ремонта следует заткнуть тряпкой во избежание случайного попадания в топливный бак загрязнений.

Необходимый для склеивания прижим и фиксирование ремонтной детали в правильном положении могут быть обеспечены специальными заклепками, которые после отверждения следует удалить. Склеивание, отверждение и шпатлевание в этом случае осуществляют как обычно.

Наряду с устранением коррозионных повреждений по принципу «лист на лист» небольшие сквозные отверстия можно устранить с помощью УФ-отверждаемых ремонтных накладок и соответствующей шпатлевки. Этот технический прием уже рассматривался в подразд. 5.5.7 в качестве способа для восстановления полимерных

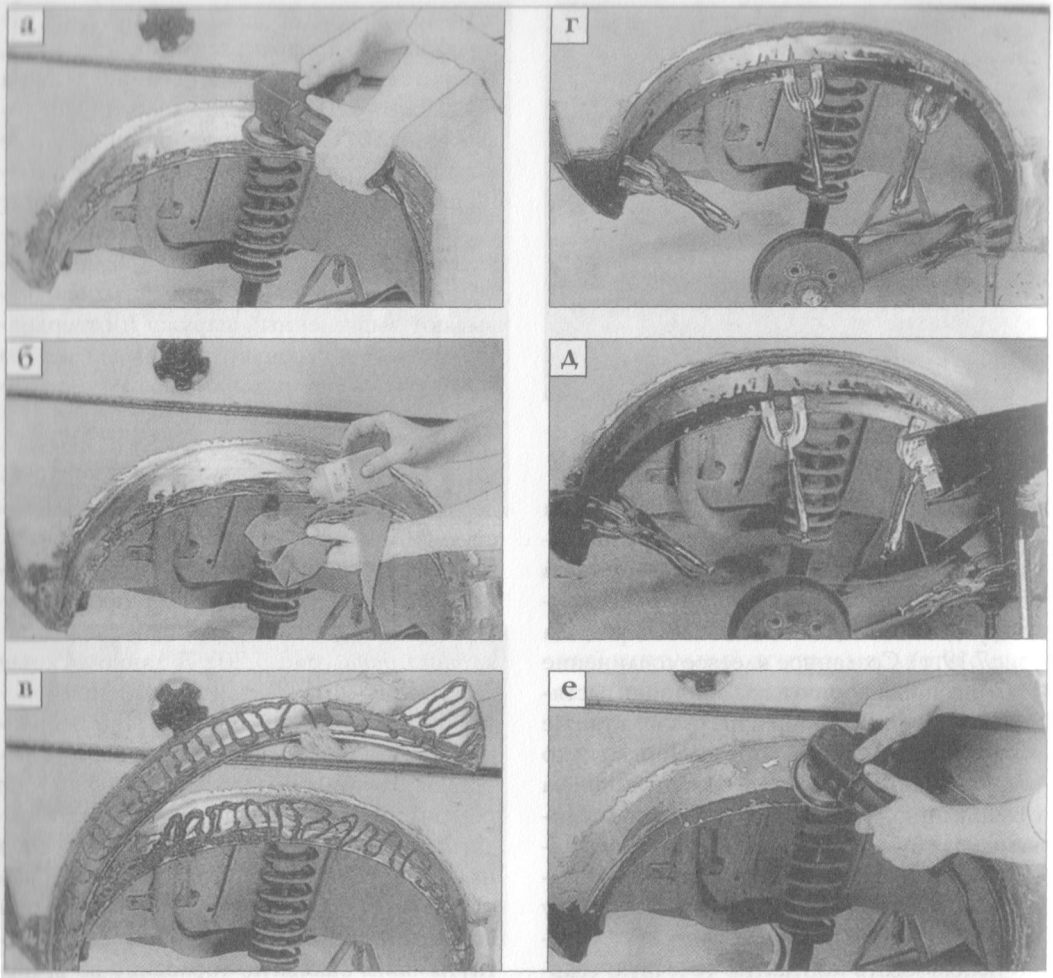


Рис. 7.19. Стадии склеивания деталей: а — шлифование поверхности восстанавливаемой детали; б — очистка поверхности восстанавливаемой детали; в — нанесение клея; г — фиксация новой детали; д — отверждение клея; е — шлифование зашпатлеванных стыков

деталей. Он позволяет в значительной мере сэкономить рабочее время и вполне пригоден для восстановления стальных деталей. Подготовка к восстановлению состоит в полном удалении проржавевшего металла. Образовавшиеся края не следует отгибать клещами. Используя рихтовочный молоток, нужно создать по всему периметру плавный переход кромок вниз для последующей укладки на них ламината (ширина отогнутых кромок должна составлять около 3 см).

Напомним последовательность дальнейших технологических операций:

- отрезать кусок УФ-отверждаемого ламината (накладки) нужного размера;
- на восстанавливаемую поверхность ровным слоем нанести УФ-отверждаемую шпатлевку;
- удалить защитную пленку с поверхности ламината (накладки) и уложить его поверх шпатлевки, следя за тем, чтобы не оставалось воздушных пузырьков;
- в течение примерно 15 мин облучать восстанавливаемую поверхность УФ-лампой, расположенной на расстоянии 30 см;
- после полного отверждения ламината отшлифовать поверхность и при необходимости повторить шпатлевание;

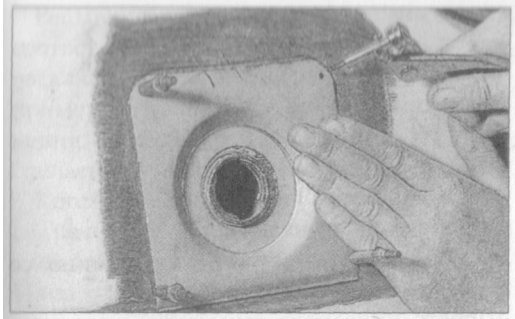


Рис. 7.20. Приклеивание ремонтной вставки к поверхности, расположенной вокруг заливной горловины топливного бака

- после окончательной шлифовки поверхности на нее может быть нанесена соответствующая окраска.

7.3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Тревога по поводу того, удовлетворит ли контролера качество восстановления ржавого кузова, не имеет под собой никаких оснований, если работа проведена в соответствии с теми технически грамотными способами, о которых было сообщено выше. Перед предъявлением автомобиля на контроль восстановленные поверхности нужно обработать маловязким прозрачным антикоррозионным составом, не мешающим оценке качества выполненного ремонта. Окончательное антикоррозионное защитное покрытие должно быть нанесено сразу после приемки работы. Обработка скрытых полостей производится непосредственно по окончании ремонта.

Общие указания относительно правильной организации ремонта ржавых деталей автомобильного кузова представлены в табл. 7.1. Если строго следовать этим указаниям, восстановление будет проведено технически грамотно и рентабельно.

Таблица 7.1. Критерии качества ремонта проржавевшего кузова

Восстанавливаемые детали	Способ соединения	Ремонтный материал	Дополнительные условия
Элементы кузова подверженные воздействию высоких механических нагрузок: передние стойки, лонжероны, поперечные балки	Сварка в среде защитного газа или контактно-точечная сварка	Оригинальные запасные части или равноценные по форме и толщине листовые заготовки, в том числе части старых деталей	Строгое следование рекомендациям изготовителя кузова; никаких произвольных действий, изменяющих характеристики объектов ремонта
Менее нагружаемые детали: колесные ниши, пороги, задняя перегородка	Сварка в среде защитного газа или контактно-точечная сварка; склеивание, если оно допускается изготовителем кузова	Оригинальные запасные части, ремонтные вставки и накладки, самостоятельно изготовленные ремонтные вставки и накладки	Отсутствие сильно выступающих и острых кромок, обеспечение герметичности
Облицовочные ненагруженные детали: наружные элементы крыльев, крышка багажника, капот	Сварка, склеивание, клепка, резьбовое соединение и т. п.	Свободный выбор при условии надежности и герметичности соединения	Отсутствие сильно выступающих и острых кромок, обеспечение герметичности

глава 8

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВА СКЛЕИВАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ

Проблемы, возникающие при вваривании новых деталей внешней облицовки автомобильного кузова, с одной стороны, обусловлены необходимостью выполнения последующей трудоемкой обработки сварных швов. С другой стороны, воздействие высокой температуры вызывает коробление тонкого кузовного листа. Эти проблемы усугубляются, если для изготовления элементов внешней обшивки кузова используется листовой материал из высокопрочной стали, обладающий еще меньшей толщиной. Указанные обстоятельства, а также перспектива дальнейшего совершенствования конструкции кузовов требуют разработки иных способов крепления деталей наружной обшивки, нежели обычная сварка.

В автомобилестроении уже нашли применение «сэндвичевые» материалы, представляющие собой композиции из полимерной сердцевины, облицованной с обеих сторон тонкой металлической фольгой (кузова жилых автомобилей). Все вышесказанное явилось импульсом для более широкого использования процесса склеивания при восстановлении кузовов.

В настоящее время этот способ усовершенствован настолько, что по трудозатратам способен конкурировать с обычной сваркой. Явные преимущества склеивания по сравнению со сваркой заключаются в следующем:

- минимальный объем работ при послеремонтной обработке поверхности;
- отсутствие необходимости удалять пожароопасные материалы из восстанавливаемой зоны;
- более благоприятные антикоррозионные свойства в восстанавливаемой зоне.

Хронометраж затрат рабочего времени показывает, что восстановление посредством склеивания может быть произведено в более короткий срок по сравнению со сваркой.

Прежде чем приступить к описанию технологии ремонтного склеивания, остановимся на рассмотрении некоторых теоретических аспектов. В общем случае склеивание представляет собой соединение двух одинаковых или разных материалов посредством третьего — клея. Прочность клеевого соединения обеспечивается благодаря двум следующим физическим явлением. С одной стороны, необходимо обеспечить прочное сцепление клея с поверхностью материалов, подлежащих склеиванию, что достигается благодаря *адгезии* (рис. 8.1). С другой стороны, внутри клея должны действовать силы сцепления, которые препятствовали бы разрыву самого клеевого соединения. Это свойство клея называют *когезией*. На процесс склеивания можно оказывать целенаправленное воздействие — как адгезию, так и когезию. Как это осуществляется на практике?

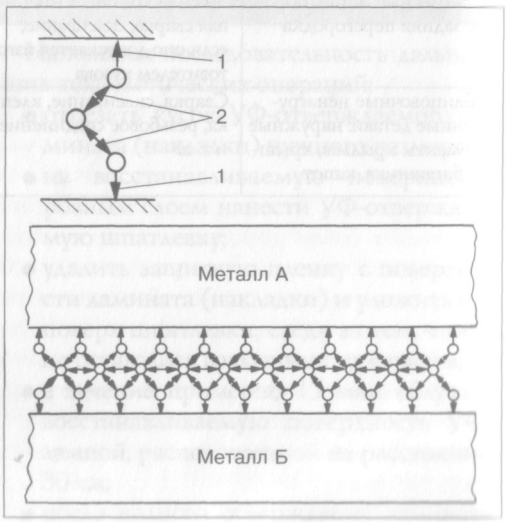


Рис. 8.1. Схема клеевого соединения типа «Сэндвич»: 1 — силы адгезии; 2 — силы когезии

Решающее значение для адгезии имеет соответствующая предварительная подготовка склеиваемых поверхностей. Если, например, не удалить поверхностные загрязнения, вряд ли можно обеспечить хорошее сцепление материала с клеем.

Когезия в значительной мере определяется качеством смешивания компонентов клея (основного материала и отвердителя). Из-за плохого перемешивания клей будет содержать локальные скопления отвердителя, и силы внутреннего сцепления в клеевом соединении будут реализованы недостаточно полно.

Ниже приводятся наиболее важные указания, касающиеся технологии склеивания.

- Толщина нанесенного клея не должна превышать 0,5 мм.
- Клей наносят на обе склеиваемые поверхности.
- Ширина склеиваемых кромок должна составлять не менее 20 мм (для тонкого листового материала). Следует учитывать, что прочность клеевого соединения обычно пропорциональна площади склеиваемых поверхностей.
- Недостаток клеевых соединений — склонность к отслаиванию, которое можно предотвратить дополнительным креплением новой детали несколькими сварными точками. В области сварных точек не должно быть клея, иначе продукты его сгорания будут способствовать быстрому корродированию материала в восстановленной зоне.
- После сварки место соединения следует быстро охладить, однако закалка не допускается. Отсутствие клея в зоне сварки компенсируют последующим нанесением капли клея в стык, причем температура материала во время этой процедуры не должна превышать 50 °С, иначе клей будет разлагаться с выделением ядовитых паров.
- Во время отверждения клея не допускается смещение склеиваемых деталей или удары молотком по расположенной вблизи клеевого соединения поверхности с целью ее выравнивания.

Перемешанный клей пригоден около 20 мин. Его отверждение при 20 °С происходит примерно в течение 8 ч. Если температура в рабочем помещении ниже 16 °С, склеивания не произойдет.

При температуре, превышающей 80 °С, клей становится мягким, а в результате охлаждения вновь приобретает первоначальную твердость, однако чрезмерно частого нагревания клея следует избегать (температурно-временные характеристики клея приводятся в инструкции изготовителя).

8.1. ИНСТРУМЕНТЫ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

На рис. 8.2 показаны инструменты и вспомогательные материалы для склеивания, разработанные и опробованные шведской фирмой Folksam.

8.2. ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В качестве примера рассмотрим способ восстановления заменой боковины кузова

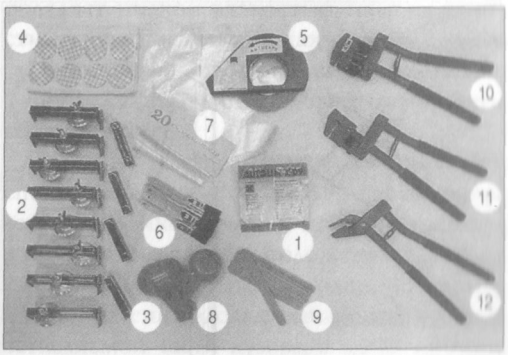


Рис. 8.2. Инструменты и вспомогательные материалы для склеивания листового металла: 1 — клей Autolim X-09 с отвердителем; 2 — стубцины особой конструкции для сжатия склеиваемых поверхностей; 3 — планки для равномерного распределения усилия прижима; 4 — липкие вспомогательные элементы с двусторонним нанесением клея для крепления струбцин; 5 — полоски липкой ленты для предотвращения стекания клея по вертикальной поверхности; 6 — кисть для нанесения клея; 7 — защитные перчатки; 8 — сосуд для перемешивания клея; 9 — деревянные лопаточки для перемешивания клея; 10 — специальные щипцы для создания точек фиксации («замков») листовых элементов кузова (см. рис. 8.9); 11 — клещи для отгибания кромок; 12 — специальные клещи для отбортовки закругленных кромок и фальцев (см. рис. 8.5)

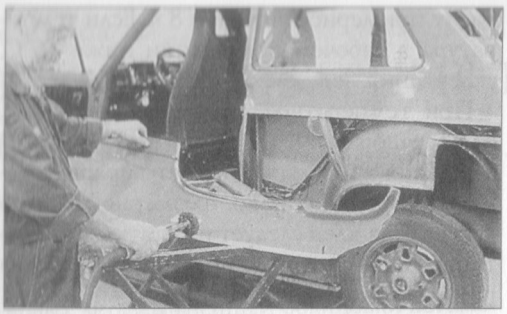


Рис. 8.3. Запасная боковина, предназначенная для приклеивания

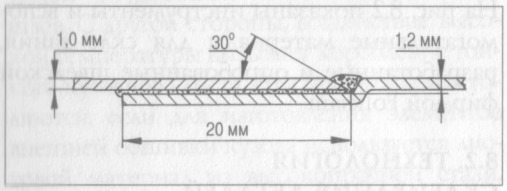


Рис. 8.4. Скашивание кромки новой листовой детали под углом 30°

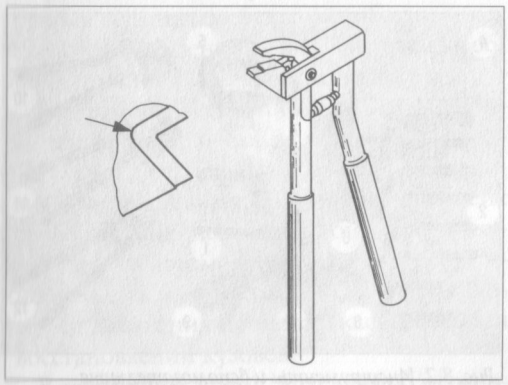


Рис. 8.5. Специальные клещи для отбортовки закругленных кромок

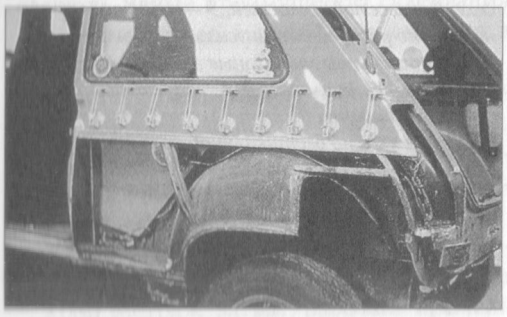


Рис. 8.6. Струбцины для прижима приклеиваемой детали кузова

автомобиля Renault 5 (рис. 8.3). Прежде всего отрезают деформированную деталь с учетом того, что ширина кромки оставляемой части боковины кузова, подлежащая последующему отгибанию предназначенными для этого клещами (поз. 11, рис. 8.2), должна составлять 20 мм. Затем подрезают соответствующим образом кромку новой детали (см. подразд. 4.1). Подлежащие склеиванию поверхности шлифуют до металлического блеска. Кромку новой детали скашивают шлифованием под углом около 30°, как показано на рис. 8.4, иначе впоследствии в месте соединения старой и новой деталей может произойти растрескивание лакового покрытия. Затем производят отгибание кромки оставляемой части кузова. Если необходимо произвести отбортовку более сложной конфигурации, используют специальные клещи с закругленными губками (рис. 8.5).

В рассмотренных ранее вариантах склеивания необходимое давление прижима обеспечивалось клепкой. Такая операция, однако, достаточно трудоемка, поскольку требует предварительного высверливания и зенкования соответствующих отверстий. Фирма Folksam предлагает способ, когда давление прижима обеспечивается специальными струбцинами (рис. 8.6), которые фиксируют посредством липких вспомогательных элементов с двусторонним клеевым покрытием, укрепляемыми на высоте 100–150 мм над линией стыка старой и новой деталей. Чтобы при нанесении свежеприготовленного клея жидкой консистенции не возникали потеки, на вертикальные поверхности ниже зоны склеивания с обеих сторон наклеивают синтетическую липкую ленту. Далее выдавливают из упаковки в специальную емкость клей и отвердитель, которые тщательно смешивают. Расход клея составляет 25–35 г на 1 м длины кузова при ширине склеиваемых кромок 20 мм.

После нанесения тонкого слоя клея на обе соединяемые поверхности (до углов, подлежащих привариванию) закрепляют в правильном положении новую деталь (рис. 8.7). Для первоначального крепления исполь-

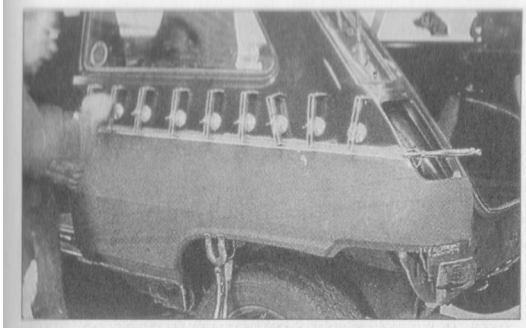


Рис. 8.7. Фиксирование новой детали



Рис. 8.8. Приваривание новой детали по углам

зуют фиксирующие щипцы, после чего детали скрепляют специальными струбцинами, снабженными планками для равномерного распределения усилия прижима. Затем завинчивают барашковые гайки струбцин, тем самым создавая необходимое для склеивания давление прижима. Струбцины надежно удерживаются на поверхности кузова липкими вспомогательными элементами. В заключение осуществляют приваривание новой детали в зонах дверного проема, заднего фонаря и в прочих точках, не доступных для крепления фиксирующими щипцами (рис. 8.8). После отверждения клея все элементы крепления удаляют. Удаление вспомогательных

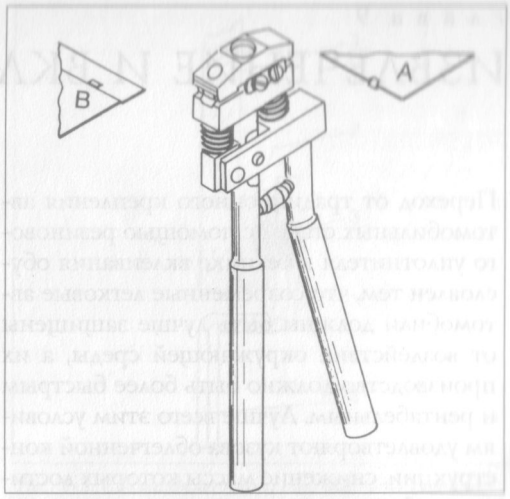


Рис. 8.9. Специальные клещи для создания «замков», фиксирующих деталь в вертикальном положении

липких элементов не представляет особого труда. Поскольку нанесенный на них клей обладает низкой вязкостью, на поверхности кузова не остается каких-либо следов, требующих шлифовки для их удаления. Теперь остается лишь нанести новое лаковое покрытие.

Отдельного упоминания заслуживают специальные клещи (рис. 8.9) для создания «замков», фиксирующих новую деталь кузова в вертикальном положении. Такими клещами могут быть выполнены небольшие углубления вдоль склеиваемой кромки оставляемой части кузова, а вдоль кромки новой детали — соответствующие выпуклости. Это позволяет затем скрепить обе детали. Такие «замки» ни в коем случае не следует рассматривать в качестве замены струбцин, однако они оказывают большую помощь при фиксировании деталей кузова в нужном положении.

глава 9

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ВКЛЕИВАНИЕ СТЕКОЛ

Переход от традиционного крепления автомобильных стекол с помощью резинового уплотнителя к технике вклеивания обусловлен тем, что современные легковые автомобили должны быть лучше защищены от воздействия окружающей среды, а их производство должно быть более быстрым и рентабельным. Лучше всего этим условиям удовлетворяют кузова облегченной конструкции, снижение массы которых достигается благодаря применению новых конструкционных материалов, позволяющих уменьшить толщину стенок. При этом нужно учитывать, что чем меньше толщина металла кузова, тем выше его деформационная способность и склонность к перекашиванию. Перекашивание кузова, установленного на неровной поверхности, проиллюстрируем воздействием силы на короб из жесткого картона и на короб из бумаги (рис. 9.1). Если заклеить торец бумажного короба, его перекашивание будет таким же незначительным, как и картонного. Такой же эффект наблюдается при вклеивании стекла в кузов. Склонность кузова к перекашиванию усугубляется за счет тенденции к увеличению оконных проемов. Чтобы предотвратить перекос кузова, нужны специальные меры. Проще всего эта проблема решается благодаря укреплению оконных проемов распорками (так, в частности, укреплено окно задка автомобиля «Фольксваген Жук». Но это решение неоптимально. Поэтому повышение жесткости кузовов облегченной конструкции в настоящее время достигается благодаря *вклеиванию стекол*. Этот прием позволяет уменьшить склонность кузовов к перекашиванию почти на 30 % по сравнению с креплением автомобильных стекол традиционным способом с помощью резинового уплотнителя (рис. 9.2, а). Другим преимуществом технологии вклеивания является использование более тонких, а следовательно, более легких стекол.

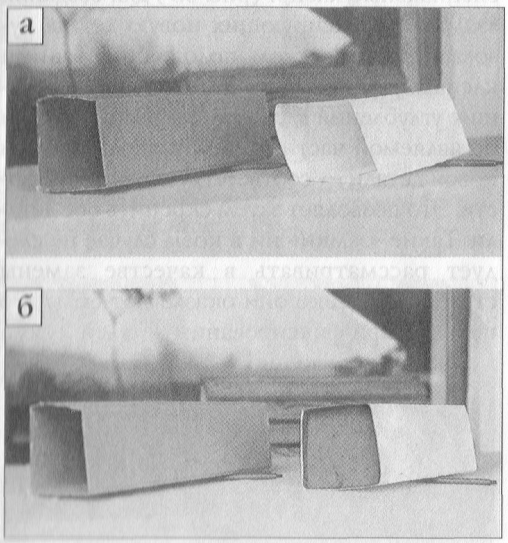


Рис. 9.1. Имитация перекоса кузова при различных жесткостных характеристиках проемов:
а — торец бумажного короба не заклеен;
б — торец бумажного короба заклеен вставкой

Наряду с разработкой кузовов облегченной конструкции автомобилестроители стремятся оптимизировать величину коэффициента аэродинамического сопротивления c_w автомобиля, для чего придают кузову скошенную форму. Вклеивание обеспечивает точное соответствие положения стекла конфигурации кузова (рис. 9.2, б). Еще одно преимущество технологии вклеивания состоит в том, что стекла при изготовлении автомобилей можно устанавливать быстрее, — и герметизация салона становится гораздо более эффективной (рис. 9.3). Рекламации на негерметичность в местах соединения стекла с рамой кузова ушли в прошлое. Можно забыть о таких явлениях, как проникновение воды в салон или шум встречного ветра из-за плохого прилегания резинового уплотнителя.

Перечисленные преимущества имеют, однако, и обратную сторону. Ремонт кузова

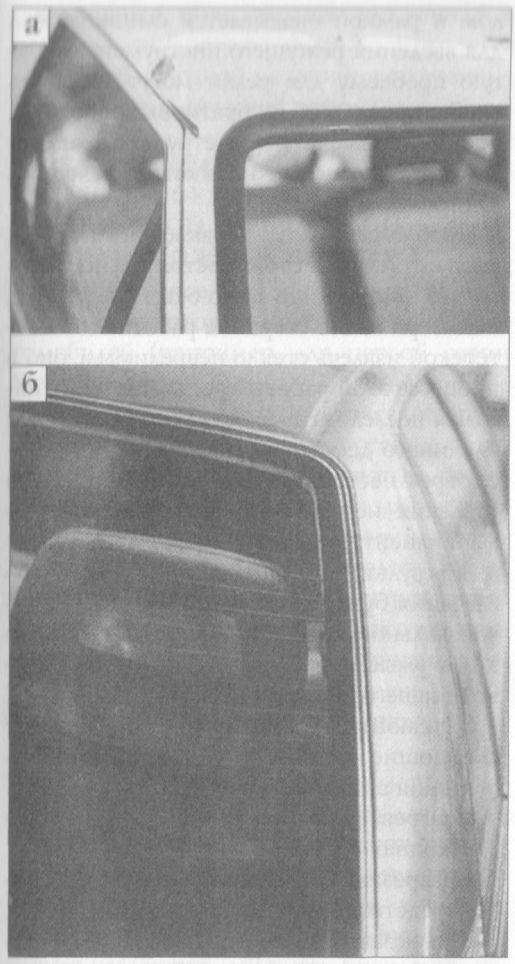


Рис. 9.2. Традиционное крепление стекла резиновым уплотнителем (а), и стекло, вклеенное в соответствии с конфигурацией кузова (б)

с вклеенными стеклами сложнее. Если, например, сравнить затраты времени на извлечение стекла, установленного с помощью обычного резинового уплотнителя, и стекла вклеенного, то в первом случае они окажутся значительно меньше. Раньше, чтобы извлечь стекло, один из работников мастерской садился в салон и обеими ногами упирался в стекло, а его коллега помогал снаружи. Вклеенное же стекло можно извлечь, лишь полностью разрушив клеевое соединение.

В чем заключаются основные проблемы извлечения вклеенного стекла? Прежде следует пояснить, какие требования предъяв-

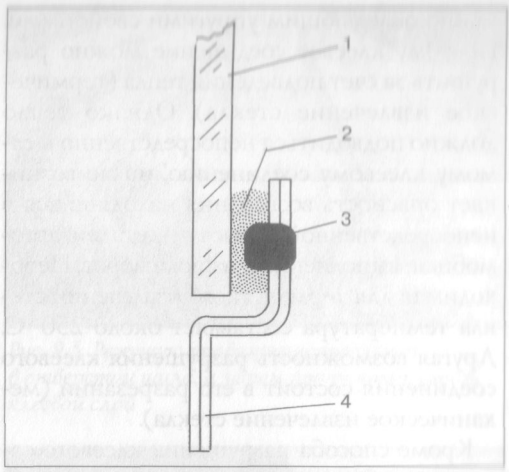


Рис. 9.3. Схема вклеенного стекла: 1 — стекло; 2 — клеевой слой; 3 — сварная точка рамки кузова; 4 — рамка кузова

ляются к клеям. Клеевое соединение не должно нарушать торсионную жесткость (сопротивление перекашиванию) кузова, следовательно, оно должно быть жестким. В то же время оно не должно разрушаться под действием постоянных толчков во время движения автомобиля. Таким образом, клеевое соединение стекла с кузовом (см. рис. 9.3) должно быть одновременно и жестким, и упругим. Специалисты называют такое крепление «жестким остеклением кузова». В то же время, чтобы без труда вставить стекло, клей должен быть удобен в обращении, то есть при использовании находиться в вязкотекучем состоянии. Этим противоречащим друг другу требованиям удовлетворяют синтетические полимеры типа упругих термопластов. Во время установки стекла клей на основе такого полимера находится в неструктурированном пастообразном состоянии. Структурирование и, следовательно, отверждение клея происходит спустя некоторое время после установки стекла.

Для вклеивания автомобильных стекол в настоящее время применяется *однокомпонентный полиуретановый клей*, добавлять отвердитель к которому не требуется.

Как разрушить клеевое соединение, чтобы извлечь стекло? Выше было сказано, что клей должен быть термопластом, одновре-

менно обладающим упругими свойствами. Поэтому клеевое соединение можно разрушить за счет подведения тепла (термическое извлечение стекла). Однако тепло должно подводиться непосредственно к самому клеевому соединению, иначе возникает опасность возгорания находящихся в непосредственной близости деталей автомобиля, выполненных из полимеров. Необходимая для термического извлечения стекла температура составляет около 250 °С. Другая возможность разрушения клеевого соединения состоит в его разрезании (механическое извлечение стекла).

Кроме способа разрушения клеевого соединения большое значение имеет доступность места отсоединения стекла от кузова. Стекло прилегает к отогнутым внутрь салона кромкам рамки кузова (см. рис. 9.3), поэтому доступ к клеевому соединению снаружи возможен лишь через узкий зазор между краем стекла и кузовом. Доступ к клеевому соединению изнутри салона ограничен панелью приборов (ветровое стекло) или полкой (стекло заднего окна).

Вклеивание стекла осуществляют так, чтобы толщина клеевого слоя (расстояние между стеклом и кромкой рамки кузова) составляла около 5 мм, а ширина — около 10 мм. Разрезать клеевой слой специальным ножом или тонкой стальной проволокой можно лишь в том случае, если имеются условия для создания усилия резания и одновременного поступательного движения режущего инструмента. Разрезание клеевого соединения затруднено тем, что зона реза не видна, так как при изготовлении стекла на его края наносят тонкий слой керамики. Применение режущего инструмента часто бывает осложнено специфической конфигурацией кузова.

Поскольку рамку окна обычно сваривают из нескольких стальных листов, тут и там по периметру стекла располагаются выпуклости, образованные сварными точками, на которые постоянно натыкается кромка режущего инструмента. Кроме того, при вклеивании стекла в заводских условиях его иногда прижимают к рамке кузова настолько плотно, что зазор между стеклом и рамкой оказывается слишком мал для введения режущего инструмента. Другую проблему для резки могут создавать скобы крепления декоративных накладок, установленные по периметру стекла, на которые также может натыкаться режущий инструмент.

Проблема извлечения вклеенных стекол рассматривается столь обстоятельно, потому что на практике часто оказывается, что, несмотря на все старания работников мастерской извлечь стекло невредимым, оно в процессе этой работы трескается. Если, намечая последовательность устранения того или иного дефекта кузова, эксперт предусмотрел необходимость предварительного удаления исправного стекла, предъявляемый клиенту счет из-за повреждения стекла в результате неудачной попытки его извлечения будет выше по сравнению с первоначальной калькуляцией, хотя никакого злого умысла работника мастерской, выполнявшего данную операцию, не было.

В ремонтных мастерских применяют следующие способы и устройства для извлечения автомобильных стекол (рис. 9.4):

- нагреваемая проволока, заранее уложенная в клей;
- разрезание клеевого соединения посредством режущей проволоки;
- разрезание клеевого соединения режущей проволокой с дополнительным использованием наматывающего устройства (автомобили Audi);

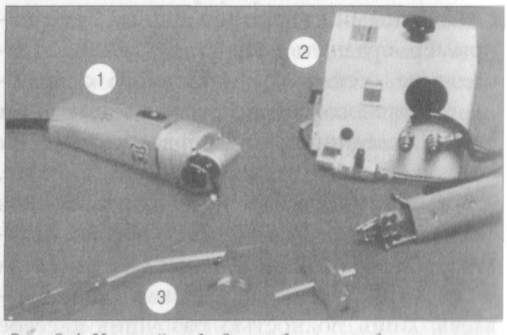


Рис. 9.4. Устройства для извлечения вклеенных стекол: 1 — вибронож для холодной резки клея; 2 — устройство для термической резки клея; 3 — комплект инструментов для разрезания клея проволокой

- режущая нить, заранее уложенная в клей;
- способ холодной механической резки;
- способ термической резки.

9.1. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ НАГРЕВАЕМОЙ ПРОВОЛОКОЙ, ЗАРАНЕЕ УЛОЖЕННОЙ В КЛЕЙ

Это техническое решение использовалось лишь для некоторых моделей легковых автомобилей (например, для первой серии Mersedes-Benz 190, тип 201). В настоящее время оно не находит практического применения. В качестве клея для установки автомобильных стекол используют не пастообразный полиуретан, а термопласт в виде шнура круглого сечения, в середину которого вкладывают медную проволоку. Перед вклеиванием стекла проволоку разогревают, пока термопласт не становится вязкотекучим, а затем стекло плотно прижимают к раме кузова. Если его нужно извлечь, проволоку разогревают, подавая напряжение от аккумуляторной батареи.

Опыт использования данного метода сводится к следующему. Поскольку для извлечения стекла проволоку нагревают от аккумуляторной батареи, разогрев термопласта до его перехода в вязкотекучее состояние происходит очень медленно. После этого стекло извлекают, как и при креплении резиновым уплотнителем. При извлечении образуются длинные нити вязкого клея, которые прилипают ко всему, что находится рядом. К счастью, персонал ремонтных мастерских с такой грязной работой, требующей трудоемкой очистки деталей автомобиля от прилипшего клея, сталкивается редко.

9.2. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОЛОКОЙ

В основу данного способа положена идея разрезания клеевого соединения гибким ножом, роль которого выполняет высокопрочная тонкая стальная проволока (рояльная струна). Режущую проволоку пропускают сквозь клеевой слой внутрь автомобиля в какой-либо точке периметра

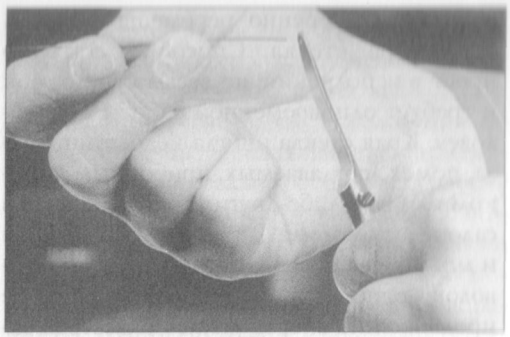


Рис. 9.5. Режущую проволоку закрепляют в отверстии шила, а затем пропускают сквозь клеевой слой

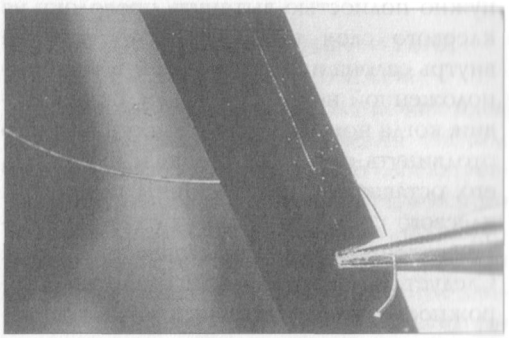


Рис. 9.6. Конец режущей проволоки, пропущенный через клеевой слой, вытягивают щипцами

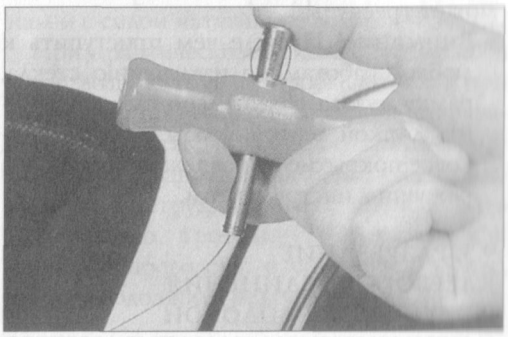


Рис. 9.7. Рукоятка с прикрепленным к ней концом режущей проволоки

рамки с помощью инструмента, напоминающего шило для сшивания кожи (рис. 9.5). Один конец проволоки оказывается в салоне, а другой остается снаружи. К обоим концам прикрепляют щипцы (рис. 9.6) или деревянные ручки (рис. 9.7), после чего попеременно один человек тянет за внутренний конец проволоки, а второй — за на-

ружный, постепенно перемещаясь вдоль периметра стекла. Способ достаточно прост в исполнении, но весьма трудоемок и требует одновременной работы двух человек. Края стекла иногда недоступны из-за помех, создаваемых приборным щитком или чем-либо другим, находящимся в салоне автомобиля. В такой ситуации хотя и можно без особого труда тянуть за проволоку в ту и другую стороны, однако ее продвижение вперед может оказаться затруднено. Тогда основную работу должен взять на себя работник, находящийся снаружи. Если продолжить резку не удается, нужно полностью вытянуть проволоку из клеевого слоя и вновь пропустить ее внутрь салона в более удобной точке, расположенной немного впереди. Впоследствии, когда появится возможность немного отодвинуть стекло от рамки и наклонить его, оставшиеся неразрезанными участки клеевого соединения могут оказаться более доступными для режущей проволоки. Следует, однако, соблюдать большую осторожность: если сохранились точки крепления стекла за счет оставшихся неразрезанными участков клеевого соединения, то при слишком сильном наклоне стекла оно может треснуть!

Внимание! Прежде чем приступить к любым работам по извлечению стекла, рамку кузова обязательно следует оклеить липкой лентой, чтобы защитить лаковое покрытие от повреждения острым режущим инструментом.

9.3. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ ПРОВОЛОКОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА (Audi)

В основе здесь тот же принцип разрезания клеевого соединения, что и в предыдущем способе, однако благодаря использованию наматывающего устройства (рис. 9.8) работу может выполнять один человек. Длинную режущую проволоку укладывают снаружи в зазор между стеклом и рамкой, в результате чего она плотно прилегает к клеевому соединению по всему периметру. Далее оба конца

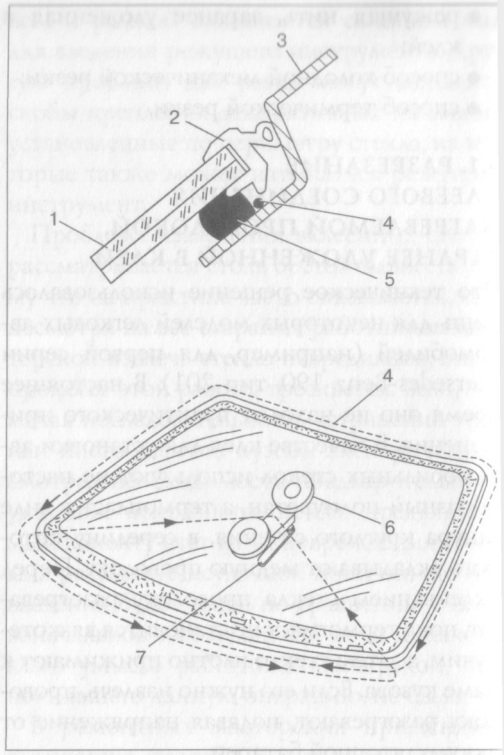


Рис. 9.8. Разрезание клеевого соединения режущей проволокой с применением наматывающего устройства: 1 — стекло; 2 — резиновый уплотнитель; 3 — рамка стекла; 4 — режущая проволока; 5 — клеевой слой; 6 — наматывающее устройство; 7 — храповая муфта

проволоки пропускают сквозь слой клея с помощью шила внутрь автомобиля и присоединяют их к наматывающему устройству, прикрепленному к обратной стороне стекла с помощью вакуумных захватов. Наматывающий ролик проворачивают храповой муфтой, и режущая проволока плотно прижимается к поверхности клеевого слоя, разрезая его по мере поворачивания муфты. Для лучшего прохождения режущей проволоки через угловые зоны стекла ее можно пропускать через дополнительные направляющие ролики (рис. 9.9), прикрепляемые к обратной стороне стекла посредством вакуумных захватов.

Перед укладкой режущей проволоки следует извлечь резиновый уплотнитель, закрывающий зазор между стеклом и рамой. После пропускания проволоки с помощью

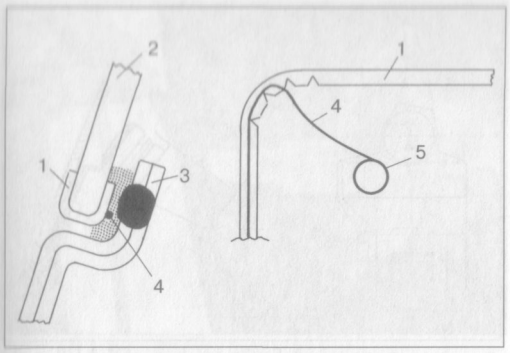


Рис. 9.9. Зацепление режущей проволоки за край декоративной накладки: 1 — декоративная накладка; 2 — стекло; 3 — рамка кузова; 4 — режущая проволока; 5 — направляющий ролик

шила через клеевой слой и закрепления ее концов на ролике можно приступить к наматыванию. Однако при этом следует соблюдать осторожность: каждый раз, прежде чем повернуть храповую муфту, следует убедиться, что режущая проволока полностью примыкает к клеевому слою и не прилегает в каком-нибудь месте к кромке стекла. Такой контроль следует повторять каждый раз, как только наматывание проволоки потребует использования более значительного усилия по сравнению с обычным.

Критическими зонами являются углы стекла. Здесь проволока может зацепиться за декоративную накладку, проходящую по всему периметру стекла и снабженную в угловых зонах стекла треугольными вырезами. К сожалению, визуально обнаружить зацепление проволоки за вырезы невозможно, поскольку декоративная накладка погружена в клеевой слой. Если режущую проволоку невозможно пропустить через такую зону, следует ослабить ее натяжение, немного отвести назад, а затем продолжить резку. В подобной ситуации рекомендуется попросить помощи у коллеги: новый шаг резания даст хороший результат, если проволоку продвинуть вперед по тому же принципу, как при обычном способе резки протягиванием режущей проволоки (см. подразд. 9.2). Такой же прием следует использовать, если режущая проволока натыкается на сильно выступающую сварную точку рамки кузова.

Внимание! Чтобы не порезаться проволокой, резку клеевого соединения следует выполнять в кожаных перчатках!

Если описанные выше осложнения не очень серьезны, наматывающее приспособление значительно облегчает работу по извлечению стекла и позволяет сэкономить рабочее время. При натыкании режущей проволоки на ту или иную помеху ни в коем случае не следует проворачивать храповую муфту, увеличивая натяжение, иначе треснет стекло или лопнет проволока.

9.4. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ НИТЬЮ, ЗАРАНЕЕ УЛОЖЕННОЙ В КЛЕЙ

В основе этого способа также лежит идея разрезания клеевого соединения гибким лезвием, но в качестве такового используется не проволока, а нить из синтетического волокна арамид. Ее укладывают по периметру стекла в неотвержденный клей во время установки стекла. Концы нити длиной около 30 см оставляют вне клеевого соединения. Если нужно заменить стекло, концы нити извлекают из зазора между стеклом и рамкой, прикрепляют к рукояткам и с силой натягивают нить.

При практическом применении способа могут возникать те же проблемы, что и при резке клея проволокой: зацепление или застревание нити. В подобных ситуациях корректировка направления резки оказывается весьма затруднительной, так как нить невозможно протолкнуть наружу, как стальную проволоку, и ухватиться за нее, чтобы продолжить резку.

9.5. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ СПОСОБОМ ХОЛОДНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ РЕЗКИ

Эту операцию осуществляют с помощью специального устройства, представляющего собой вибронож с пневмо- или электроприводом (рис. 9.10). По принципу действия данное режущее устройство аналогично вибрационной пиле, используемой для резки кузовной стали, однако режущим инстру-

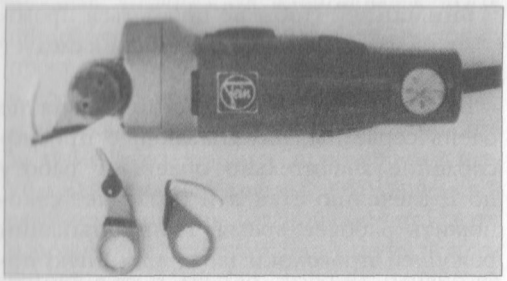


Рис. 9.10. Вибрационное устройство с электроприводом для извлечения стекла и комплект виброножей

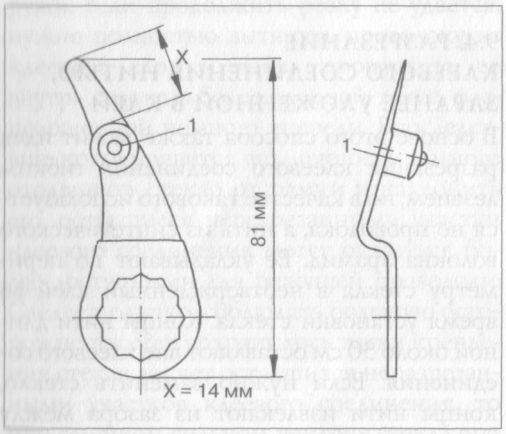


Рис. 9.11. Изогнутый вибронож с опорным роликом 1

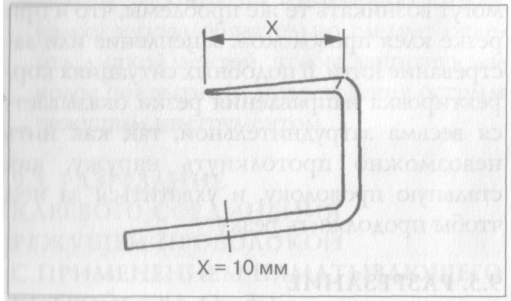


Рис. 9.12. Вибронож U-образной формы

ментом является комплект ножей варьируемой конфигурации. Виброножи могут иметь изогнутую форму (рис. 9.11), быть короткими, длинными или обладать U-образной конфигурацией (рис. 9.12). Ножи присоединяют к приводу посредством шести- или двенадцатигранного зажимного устройства, благодаря чему возможна их

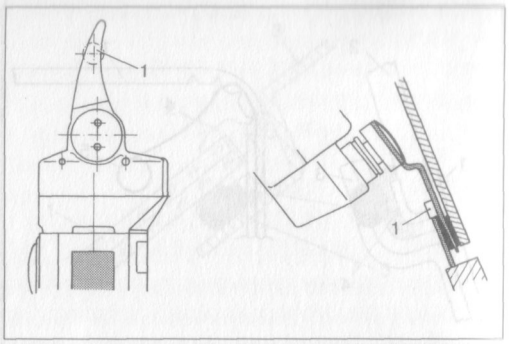


Рис. 9.13. Разрезание клеевого соединения со стороны салона: 1 — опорный ролик

быстрая замена. Для того чтобы охватить все существующие варианты вклеивания стекол, необходимо иметь не менее 40 ножей разнообразной конфигурации.

Включив привод, нож погружают в клеевой слой и осуществляют резку, соблюдая определенное усилие подачи ножа. Поскольку специальная направляющая для ножа отсутствует, его правильное положение и надлежащее усилие подачи зависят только от опытности работника. Применение слишком большого усилия может привести к поломке тонкого ножа. Чем длиннее вибронож, тем выше его гибкость и тем труднее резание. Если прикладывать слишком слабое усилие, резка становится неэффективной. Причина — в высокой эластичности клеевого соединения, поэтому непосредственная резка начинается после преодоления упругости клея. Условия резания наиболее благоприятны, если продольные оси устройства для резки и самого виброножа не совпадают. Точное положение ножа обеспечивается, если во время рабочего процесса плотно прижать его нерабочей стороной к рамке кузова или снабдить нож специальным роликом (рис. 9.13), который во время резки опирается на кромку рамки.

Для облегчения резания рекомендуется специальным ножом предварительно удалить избыток клея, находящийся вдоль рамки кузова (рис. 9.14). Благодаря этому поверхность клеевого соединения, подлежащего резанию, становится более узкой, уменьшается усилие, которое необходимо прикладывать к виброножу, который удоб-

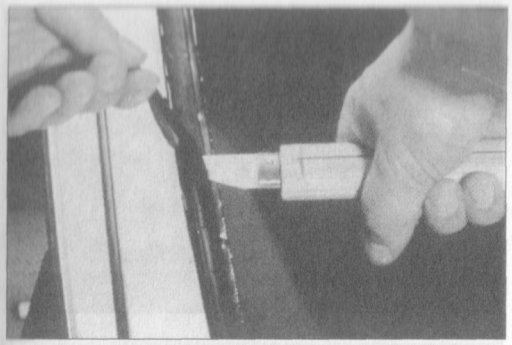


Рис. 9.14. Удаление затвердевшего клея, выдавленного во время установки стекла

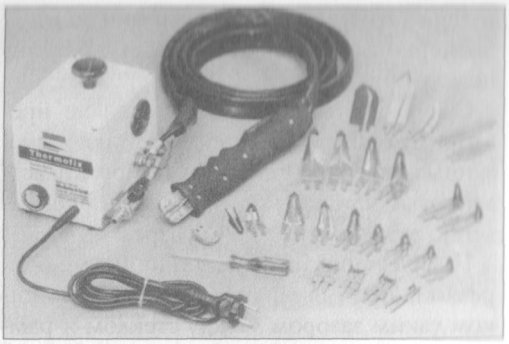


Рис. 9.15. Инструмент для термической резки с комплектом ножей

нее вести вдоль рамки. Если во время резания возникает характерный металлический звук, это свидетельствует о том, что нож наткнулся на сварную точку или выступ декоративной планки. В подобных случаях нельзя продолжать работу, увеличив усилие, — вибронож следует отвести назад и продолжить резание в несколько измененном направлении.

В заключение можно сказать, что холодная механическая резка с помощью виброножа представляет собой очень удобный способ извлечения вклеенных стекол. Используя его, можно, например, почти за 10 мин извлечь ветровое стекло при отсутствии каких-либо осложняющих обстоятельств. Оклеивание рамки кузова липкой лентой для защиты лакового покрытия от повреждения, вызываемого скольжением нерабочей стороны ножа по краю рамы, требует дополнительных трудозатрат. Если работающий вибронож слишком долго оставлять на одном месте, начнется выгорание клея, которое можно распознать по появлению характерного дыма. Этого следует избегать, поскольку свежий клей нельзя наносить поверх выгоревшего: его остатки предварительно следует полностью удалить.

9.6. РАЗРЕЗАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ СПОСОБОМ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ

Данный способ предусматривает разрезание клеевого соединения горячим лезвием ножа. Напряжение электрического тока для нагревания лезвия регулируется трансформатором. В процессе резки работник обычно чувствует, что чем сильнее разогрет нож, тем меньше прикладываемое к нему усилие, поэтому возникает соблазн поднять температуру еще выше. Но тогда клей начинает выгорать, и перед нанесением свежего клея придется тщательно удалить остатки выгоревшего. Кроме того, образующийся дым представляет опасность для здоровья.

На рынок поставляются инструменты для термической резки (рис. 9.15), дополнительно оснащенные системой отсоса дыма или подачи к ножу охлаждающего сжатого воздуха. Хотя инструменты с системой отсоса дыма функционируют хорошо, отсасываемый дым не фильтруется и в конечном итоге оказывается в воздухе рабочего помещения. К тому же если резка производится изнутри автомобиля, дым остается в салоне. В процессе резки режущая кромка ножа играет роль электрического сопротивления и, следовательно, разогревается. Изменение температуры ножа приводит к изменению величины его электрического сопротивления. Это вызывает необходимость подавать к ножу напряжение, соответствующее колебаниям температуры. Такое согласование осуществляется специальной ручкой настройки, смонтированной на рукоятке устройства для терморезки. Чтобы в процессе резки не приходилось постоянно заниматься регулировкой напряжения, некоторые инструменты оснащают системой подвода к ножу охлаждающего сжатого воздуха. Бла-

годаря этому температуру резки удается поддерживать практически на постоянном уровне.

Обдув сжатым воздухом почти не препятствует вторичному склеиванию разрезанных поверхностей. Здесь помогут пластмассовые клинья, которые следует немедленно вставлять в свежий разрез.

По сравнению с вибрационной холодной резкой, проблемы, обусловленные слишком узким зазором между стеклом и рамкой кузова или натыканием ножа на металл, разрешаются нисколько не лучше. Напротив, натыкание ножа на металл невозможно определить по характерному звуку, поскольку, в отличие от вибрационной резки, нож при термической резке не совершает пульсирующих движений. Работник повышает усилие подачи ножа настолько, что стекло раскалывается. Дополнительную опасность представляет разбрызгивание клея внутри салона горячей режущей кромкой ножа. Кроме того, при работе внутри салона нельзя исключить опасность возгорания каких-либо полимерных деталей автомобиля (например, если по неосторожности коснуться горячим ножом панели приборов).

В заключение несколько слов относительно практики применения инструментов для термической резки. Их назначение аналогично системам холодной вибрационной резки, однако разницы во времени, затрачиваемом на извлечение стекла, нет. Недостатком терморезки является слишком большие усилия, которых она требует, если температуру не удается поддерживать на постоянном уровне. Другими недостатками являются риск загрязнения салона клеем и сильное дымообразование.

9.7. ВКЛЕИВАНИЕ НОВОГО СТЕКЛА

Как и для любого клеевого соединения, на прочность соединения стекла с кузовом в общем случае оказывают влияние как силы когезии, так и силы адгезии (см. гл. 8). При использовании однокомпонентного полиуретанового клея прочность склеивания преимущественно определяется адгезией, то есть силой взаимодействия клея с обеи-

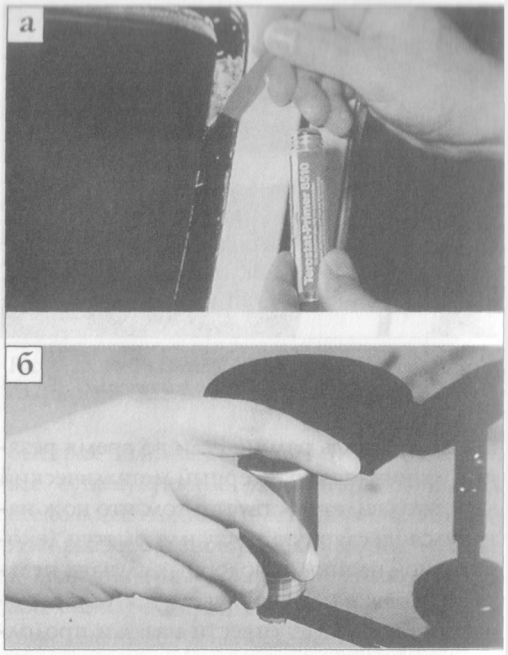


Рис. 9.16. Нанесение состава, повышающего адгезию (праймера) на кромки как рамки кузова (а), так и вставляемого стекла (б)

ми склеиваемыми поверхностями. Если эти поверхности не подвергнуть тщательной очистке и не покрыть специальным составом для повышения адгезии — праймером (рис. 9.16), обеспечить надлежащую прочность вклеивания стекла вряд ли удастся. Это справедливо и для ситуации, когда недостаточно тщательно удалены остатки клея, выгоревшие во время резания. Порядок подготовки поверхностей к склеиванию указывается на упаковке соответствующего ремонтного материала.

По завершении подготовки склеиваемых поверхностей на кромки стекла из гильзы выдавливают клей. Предварительно на наконечнике гильзы делают вырез такой конфигурации, чтобы выдавливаемый валик клея имел треугольное сечение (рис. 9.17), причем высота этого треугольника должна составлять примерно 10 мм.

Внимание! Если клей из гильзы выдавливается с трудом, то, возможно, он хранился слишком долго; поэтому следует проверить, не просрочен ли указанный на гильзе срок хранения. Если он не ис-

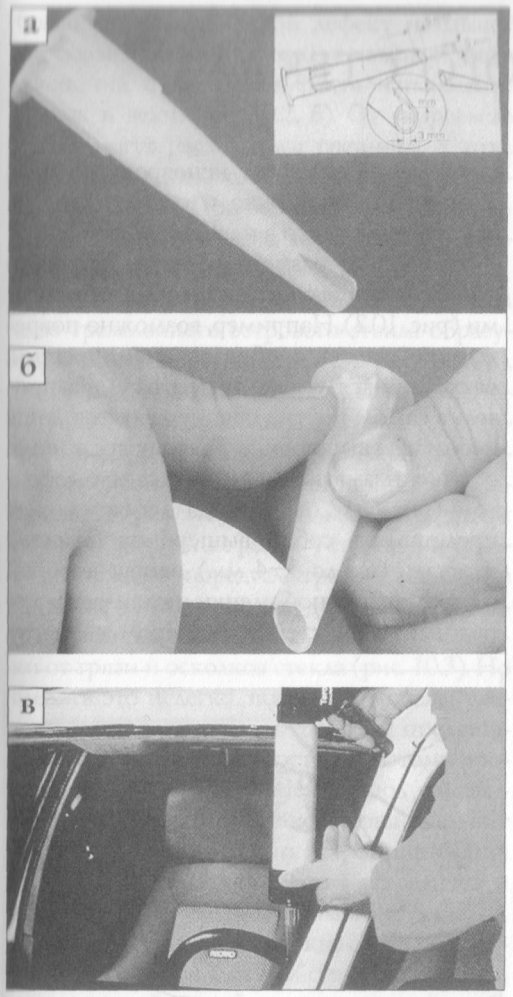


Рис. 9.17. Треугольная форма выреза на конце наконечника, надеваемого на гильзу (а, б) и нанесение клея на кромку рамки кузова с помощью гильзы (в)

тек, гильзу следует на 5 мин погрузить в горячую воду, после чего клей выдавливать гораздо легче.

После нанесения клея (рис. 9.17, в) по периметру стекла его вставляют в рамку кузова, удерживая вакуумными захватами (рис. 9.18). Поскольку для полного отверждения клея требуется от 12 до 24 ч (следует непременно учитывать рекомендации изготовителя клея), стекло следует зафиксировать с помощью клиньев и вставок. Не допускается нагревать стекло для сокращения времени отверждения. Если автомобиль должен

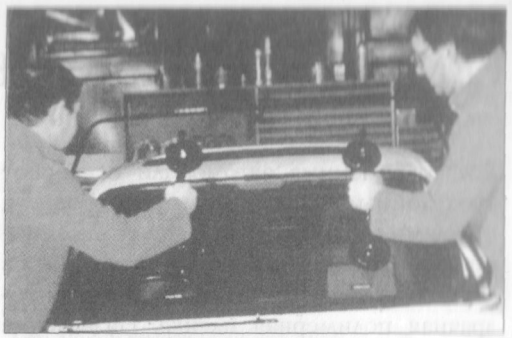


Рис. 9.18. Установка ветрового стекла

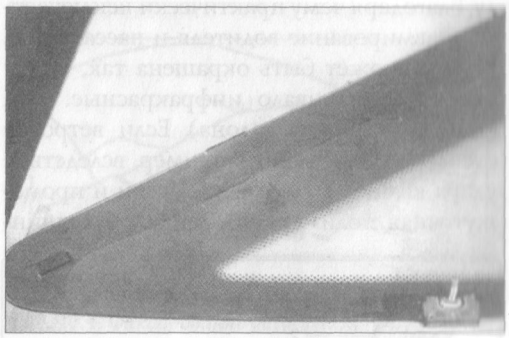


Рис. 9.19. Черная полоса по периметру бокового стекла, выполненная способом трафаретной печати

быть передан клиенту прежде, чем клей отвердится, стык кузова и стекла следует оклеить широкой липкой лентой, что предотвратит выпадение стекла, что возможно при резком торможении.

Края рамки кузова снабжены отпечатанной трафаретным способом сплошной черной полосой шириной около 3 см, которая ближе к кромке переходит в черные точки (рис. 9.19). Необходимость в нанесении такой полосы обусловлена тем, что, когда стекло с нанесенным на его края валиком клея прижимают к рамке кузова, клей распределяется неравномерно. Поскольку стекло прозрачно, при отсутствии черного фона сквозь него было бы хорошо видно, что толщина клеевого слоя неравномерна. Благодаря черной окраске кромок рамки этот дефект становится незаметным. Во избежание чересчур контрастного перехода от черной окраски рамки к прозрачному стеклу в переходной зоне на рамку наносят черные точки.

глава 10

РЕМОНТ ТРЕХСЛОЙНОГО СТЕКЛА

Все современные автомобили оснащают трехслойными безопасными ветровыми стеклами типа триплекс. Это композиционный материал (рис. 10.1), состоящий из двух стекол, между которыми вклеена прозрачная полимерная пленка. Назначение пленки — в предотвращении разлетания осколков, образующихся при ударе по стеклу, благодаря чему практически исключается травмирование водителя и пассажиров. Пленка может быть окрашена так, чтобы стекло задерживало инфракрасные лучи (тепловая защита салона). Если ветровое стекло повреждено (например, вследствие удара камнем), внутренний слой и промежуточная полимерная пленка в большинстве случаев остаются неповрежденными. Трещины, а возможно и осколки стекла, образуются только в наружном слое.

Характер и размер дефектов ветрового стекла могут быть самыми разнообразными (рис. 10.2). Например, возможно повреждение стекла с образованием трещин, расходящихся лучами от центра удара, причем в самом центре обнаруживается лишь небольшая выщербина. Такое повреждение обычно называют звездообразным дефектом (рис. 10.2, а). Иногда дефект может представлять собой выщербину большей площади (около 3–4 мм), вокруг которой от промежуточной пленки отслаивается наружный слой стекла размером с ноготь

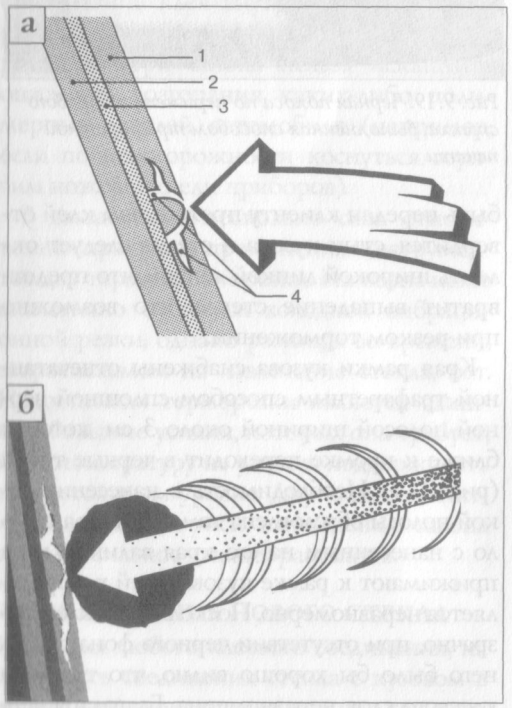


Рис. 10.1. Схематическое изображение места повреждения трехслойного безопасного стекла в результате удара камнем (а): 1 — наружный слой; 2 — внутренний слой; 3 — промежуточная полимерная пленка; 4 — трещины; б — увеличенное изображение места повреждения

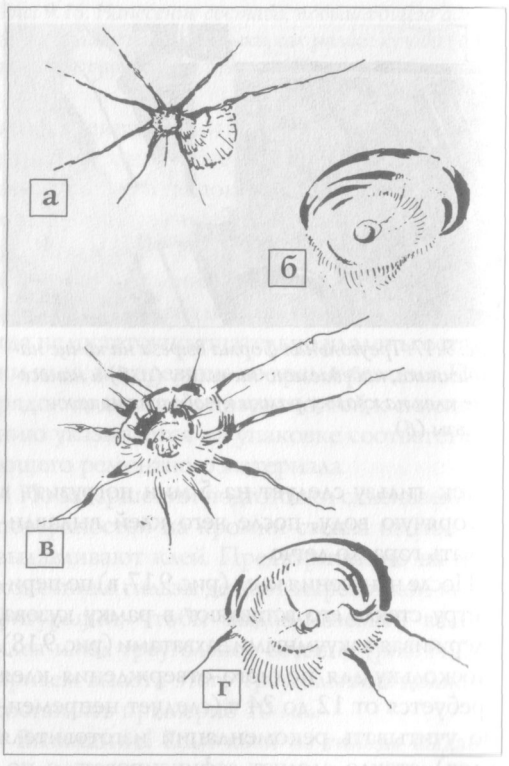


Рис. 10.2. Виды повреждения трехслойного безопасного стекла: а — звездообразный дефект; б — «коровий глаз»; в — разрушение с образованием мелких осколков; г — комбинированный дефект

большого пальца. Такой дефект называют «коровьим глазом» (визуально выщербина в сочетании с краями дефекта напоминает зрачок и веки, рис. 10.2, б). От «коровьего глаза» могут расходиться трещины: в этом случае речь идет о комбинированном дефекте (рис. 10.2, г). При более сильном повреждении стекла говорят о дефекте с образованием мелких осколков (рис. 10.2, в).

В результате удара камнем в наружном слое трехслойного ветрового стекла образуются полые пространства (см. рис. 10.1, а). Во-первых, появляется конус, начинающийся у наружной поверхности стекла и достигающий промежуточной полимерной пленки («коровий глаз»). Во-вторых, дополнительно образуются небольшие трещины (звездообразный дефект). Устранение такого повреждения предусматривает введение в образовавшиеся в месте удара полости специальной заполняющей смолы после очистки от грязи и осколков стекла (рис. 10.3). Но сделать это нелегко, поскольку каналы трещин очень узки, а сами трещины представляют собой глухие отверстия. Поэтому просто закапать смолу, надеясь, что под действием силы собственной тяжести она заполнит полости, бессмысленно. Проникновение смолы в полые пространства затрудняет и наклонное положение ветрового стекла.

Заполняющая смола должна обладать хорошими капиллярными свойствами и высокой смачивающей способностью, а также способностью проникать под давлением в полое пространство. В результате введения смолы под давлением происходит уплотнение находящегося внутри полости воздуха. Стоит устранить давление смолы, как только воздух начнет выходить наружу. Процедуру заполнения полостей, как правило, приходится повторять несколько раз. Для введения смолы под давлением используют специальный держатель (рис. 10.4), в который ввертывают инжекционный цилиндр (рис. 10.5), наполненный смолой. Смолу из цилиндра выдавливают толкателем. Как только место повреждения окажется заполнено (перестанет выходить воздух), смолу отверждают облучением ультрафиолетовой лампой (рис. 10.6). Затем производят окончательную обработку дефекта,

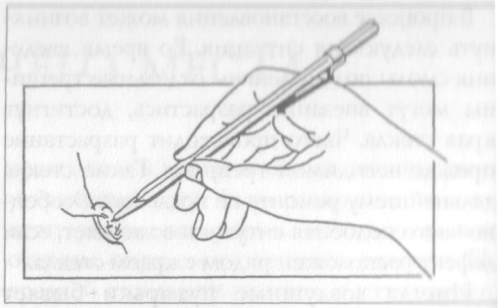


Рис. 10.3. Очистка поврежденного места от грязи и осколков стекла

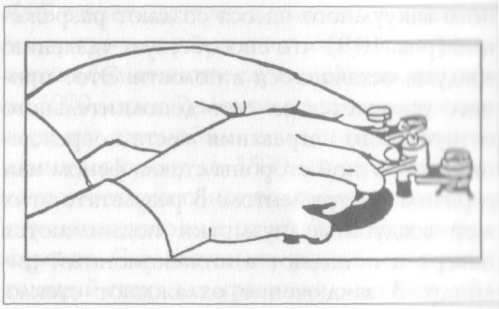


Рис. 10.4. Фиксирование держателя инжекционного цилиндра в месте повреждения

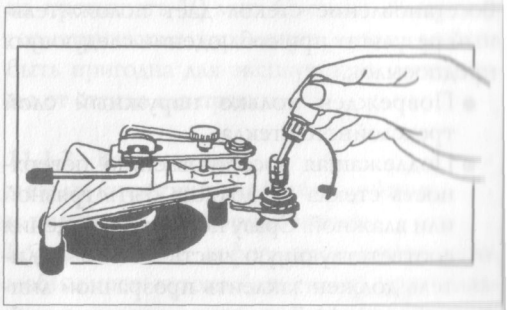


Рис. 10.5. Ввертывание инжекционного цилиндра в держатель и заполнение цилиндра ремонтной смолой

для чего на восстанавливаемую поверхность наносят каплю специальной финишной смолы, накрывают обрабатываемое место небольшим кусочком пленки, разглаживают ее и отверждают финишную смолу светом ультрафиолетовой лампы. По завершении отверждения пленку снимают, восстанавливаемое место обрабатывают шабером и полируют (рис. 10.7). В конечном итоге в месте удара остается лишь небольшое серовато пятно.

В процессе восстановления может возникнуть следующая ситуация. Во время введения смолы под давлением отдельные трещины могут внезапно разрастись, достигнув края стекла. Часто происходит разрастание прежде невидимой трещины. Такие стекла дальнейшему ремонту не подлежат. Особенно часто подобная ситуация возникает, если дефект расположен рядом с краем стекла.

Иногда воздушные пузырьки бывает очень трудно выгнать наружу. В таком случае полностью вывертывают толкатель и в восстанавливаемом месте с помощью ручного вакуумного насоса создают разрежение (рис. 10.9), что способствует удалению воздуха, оставшегося в полости. Этот процесс ускоряется за счет дополнительного осторожного нагревания места повреждения с обратной стороны стекла феном или горячим инструментом. В результате этих мер воздушные пузырьки поднимаются наверх и попадают в инжекционный цилиндр. В заключение охлаждают стекло, ввертывают в инжекционный цилиндр толкатель и вводят смолу под давлением в остающееся полое пространство.

Восстановление стекол дает положительный результат при соблюдении следующих предпосылок.

- Поврежден только наружный слой трехслойного стекла.
- Подлежащая восстановлению поверхность стекла не должна быть грязной или влажной. Сразу после повреждения соответствующую часть стекла водитель должен заклеить прозрачной липкой лентой). Если несмотря на это в область дефекта попала грязь или влага, поверхность дефекта перед восстановлением следует обработать специальной реактивной грунтовкой.
- Диаметр образовавшегося кратера составляет не более 5 мм, в противном случае герметичный прижим инжекционного цилиндра окажется невозможен. Если диаметр превышает 5 мм, следует воспользоваться специальным переходником.
- Длина трещин, измеренная от центра удара, не превышает 5 см.

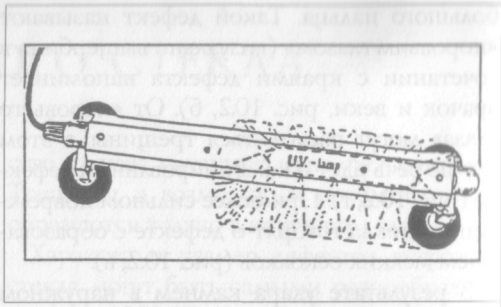


Рис. 10.6. Отверждение смолы УФ-лампой



Рис. 10.7. Обработка восстанавливаемого места финишной смолой, шабрение и полирование

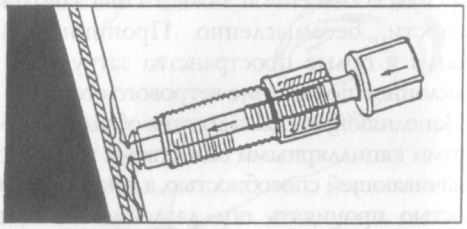


Рис. 10.8. Введение под давлением смолы в микрополости и удаление воздушных пузырьков с использованием вакуума

Продолжительность восстановления поврежденного ветрового стекла обычно не превышает 45 мин. Ремонт может сделать и сам водитель, который заранее приобрел ремонтный комплект и смолу.

Поскольку введение смолы под давлением в узкие каналы является весьма сложной задачей, в настоящее время разработан электромеханический способ ремонта автомобильных стекол, предусматривающий впитывание смолы в полость дефекта.

глава 11

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Любой владелец или руководитель мастерской по ремонту автомобильных кузовов стремится оптимальным образом организовать технологический процесс — в конечном итоге именно от этого зависят производственно-экономические показатели работы предприятия. Но организовать ремонт так, как хотелось бы, удается далеко не всегда. Воплощению многих хороших идей часто препятствуют специфические параметры рабочего помещения, строительные нормы и предписания и т. п. Изложенные ниже рекомендации по организации рабочего места учитывают эти объективные обстоятельства. Формулируя рекомендации, мы исходим из того, что здания, в которых производится ремонт автомобильных кузовов, в плане чаще всего имеют прямоугольную форму. Прямоугольный план предусматривается и для новостройки с возможностью последующего расширения рабочей площади.

11.1. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНАЩЕНИЮ МАСТЕРСКОЙ

В организации рентабельного ремонта автомобильных кузовов в равной степени заинтересованы как ремонтная мастерская, так и оплачивающая ремонт страховая компания или владелец автомобиля (если ремонт оплачивает он сам). Само собой разумеется, ремонт должен осуществляться квалифицированным персоналом на высоком уровне. Рентабельный ремонт возможен при взаимном согласовании следующих факторов:

- характера повреждения кузова;
- конструкции автомобиля;
- ремонтного оборудования.

11.1.1. Взаимосвязь между характером повреждения кузова и ремонтным оборудованием

Двух одинаковых повреждений кузова в результате аварии не бывает. Тем не менее повреждения в зависимости от сложности их устранения могут быть разделены на соответствующие категории, которые, в свою очередь, определяют технику ремонта. По средней стоимости ремонта пострадавшего в аварии автомобиля можно достаточно точно судить о степени повреждения кузова.

Реальная оценка рынка ремонтных услуг ФРГ свидетельствует о том, что ремонтные издержки для устранения повреждения кузовов в большинстве случаев составляют около 3000 марок. Ремонтная практика показывает, что автомобили с категорией повреждения на сумму до 3500 марок чаще всего сохраняют способность к самостоятельному передвижению или, по крайней мере, к буксировке. Следовательно, рентабельно работающий стенд для правки должен быть оборудован наклонным въездом, а закрепление автомобиля должно осуществляться быстро; продолжительность этой операции не должна превышать 10 мин. Система измерения геометрических параметров кузова должна быть пригодна для эксплуатации независимо от стенда для правки.

11.1.2. Взаимосвязь между конструкцией автомобиля и ремонтным оборудованием

Восстановление деформированного автомобильного кузова (например, при сильном смещении передней части, деформации передней стойки и т. д.) может быть произведено достаточно быстро при соблюдении следующих предпосылок.

- Конструкция автомобиля позволяет закрепить его на стенде для правки за основание или верхнюю часть кузова непосредственно позади деформированной зоны, благодаря чему возможна правка кузова с применением соответствующих усилий растяжения или сжатия.
- К кузову одновременно могут быть приложены сразу несколько усилий натяжения и сжатия.

- Возможно изменение направления усилий по восстановлению первоначальной формы кузова, что справедливо и для тяговых цепей с предварительным натягом.
- Параметры верхней части кузова могут быть измерены с точностью до 1 мм.

11.1.3. Рекомендации изготовителей автомобиля

Некоторые изготовители легковых автомобилей, зная, что рентабельность восстановления кузова тесно связана с его конструкцией, сформулировали собственные соображения относительно того, какое оборудования следует применять для восстановления кузовов выпускаемых ими автомобилей. Фирма Audi, например, сообщила, что время широкого использования угольников минуло. Ремонтными мастерскими этой фирмы была проверена пригодность для восстановления кузова Audi A8 универсальной измерительной системы, а также универсальной комбинированной правильно-измерительной системы: этому ремонтному оборудованию фирма дала положительную оценку. Аналогичным образом оценила универсальную систему ремонта кузовов и фирма BMW. Ford в течение многих лет пользуется универсальной правильно-измерительной системой для восстановления своих кузовов. А фирма Opel в 1997 г. включила эту систему в свой каталог рекомендуемого ремонтного оборудования.

Таким образом, рентабельный ремонт кузовов требует безусловного согласования конструкции автомобиля и типа ремонтного оборудования при одновременном учете реалий, характерных для современного рынка ремонтных услуг. Отсюда вытекают следующие требования к ремонтной мастерской.

- Правильная и измерительная системы должны соответствовать современному уровню техники (в ближайшем будущем определение параметров кузова будет производиться электронной системой измерения с оформлением результатов в виде приложения к калькуляции стоимости ремонта и детализацией общей картины повреждений).
- Правка кузова должна производиться в соответствии со специальным «Каталогом рихтовочных работ».
- Должна быть обеспечена возможность восстановления поврежденных стекол.
- Должна быть обеспечена возможность восстановления полимерных деталей кузова.

11.2. РАБОЧЕЕ МЕСТО-2000 ДЛЯ РЕМОНТА КУЗОВОВ

Относительно оптимальной организации рабочего места для восстановления кузовов постоянно возникают новые идеи. Это обусловлено как стремлением повысить рентабельность рабочего процесса, так и появлением на рынке сбыта нового, более совершенного ремонтного оборудования. Практика показывает, что оснащение рабочего места расположенной под потолком монорельсовой направляющей для подвешивания инструментов и оборудования, которые благодаря этому могут быть подтянуты к любой точке кузова, является слишком дорогим мероприятием, а возможности такого перемещения используются крайне редко. Обычно рабочее место оборудуют верстаком, который стационарно устанавливают в наиболее освещенном месте помещения, то есть как можно ближе к окну, где падает естественный дневной свет. Именно в этой зоне рабочего помещения и производится основной ремонт независимо от того, восстанавливается передняя или задняя части кузова: автомобиль просто поворачивают соответствующей стороной к окну.

Итак, монтаж специальной направляющей для подвешивания ремонтного оборудования является дорогим и нерентабельным мероприятием. Тем не менее практика показывает, что энергия должна подводиться к рабочему месту все-таки сверху, благодаря чему не придется постоянно спотыкаться о лежащие на полу шланги со сжатым воздухом или электрические провода (рис. 11.1), подвергающиеся при этом частым повреждениям. На вопрос, обоснованы ли высокие затраты на подвешивание



Рис. 11.1. «Спагетти из проводов и шлангов» на полу мастерской — такое неизбежно, если не организовать подачу энергии из верхней точки



Рис. 11.2. Тяжелые клещи для контактно-точечной сварки рабочий вынужден снять с балансира и удерживать в руках



Рис. 11.3. Короткоходный рычажный подъемник с платформой

аппарата для электросварки в среде защитного газа, дать однозначный ответ не представляется возможным. Что касается использования клещей для контактно-точечной сварки (рис. 11.2), затраты на создание подвесной системы в данном случае незначительны, поскольку нужно лишь элементарное балансировочное устройство.

Вентиляционное оборудование, несомненно, следует монтировать под потолком. Для этого нет необходимости в создании специальной системы подвески, поскольку вентилированию подлежит только рабочее место. Удачным решением следует считать использование поворотного рычага с самоторможением и подведением отсасывающего раструба к любой точке рабочего места. Система вытяжки должна отсасывать как сварочный дым, так и маленькие твердые горячие частицы, образующиеся в процессе сварки.

От потолка вернемся к полу. Для стационарной установки стенда для правки необходима площадь 6 х 8 м. Часто оказывается, что стенд мешает ремонту. Эта ситуация в некоторых ремонтных мастерских приводит к тому, что тяжелый стенд для правки иногда вынуждены поднимать талью к потолку. Таких сложностей можно избежать, если с самого начала обзавестись занимающей мало места системой для правки, снабженной встроенным короткоходным рычажным подъемником с платформой (рис. 11.3), который при необходимости можно использовать для проведения других работ.

Примечание. Такой короткоходный подъемник предназначен главным образом для контроля параметров кузова, так как он имеет высоту хода не более 1 м!

Другую возможность экономии рабочей площади предоставляет использование специального шкафа для инструментов и оборудования Horrido, о котором более подробно будет сообщено в подразд. 11.6. В таком шкафу могут быть размещены любые инструменты, включая сварочные аппараты. Узел подключения энергии этого шкафа позволяет удобно подвести напряжение 380 В, сжатый воздух, кислород и ацетилен. Хотя Horrido и оснащен роликами, однако положение шкафа, как правило, остается неизменным.

В заключение относительно использования пневматического зубила для удаления деформированных элементов кузова. Возникающий в процессе использования этого инстру-

мента шум достигает 105 дБ, поэтому необходимы дорогостоящие меры как для личной акустической защиты, так и для звукоизоляции рабочего помещения. Кроме того, после использования зубила необходима трудоемкая обработка краев оставляемых деталей кузова. Поэтому устранение сварных точек для отсоединения деформированных деталей кузова следует осуществлять с помощью короткоходной или вибрационной пилы, а также ручной фрезы или шлифовальной машинки (см. подразд. 11.5).

11.3. ПЛАН РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Основная компоновка ремонтной мастерской (рис. 11.4) по восстановлению автомобильных кузовов должна учитывать следующие положения.

- Всегда должна существовать потенциальная возможность реконструкции помещения и пристройки дополнительных площадей.
- Место проведения кузовных работ из-за сильного шума должно быть изолировано от остальных помещений. Кроме того, стены и крыша должны быть снабжены звукоизоляцией.
- Площадка для мойки автомобилей не должна примыкать к рабочим помещениям и, тем более, к цеху окраски. Высокая влажность в помещении мойки способствует быстрому корродированию отшлифованной до металлического блеска поверхности кузова, затрудняет адгезию лаковых покрытий к полимерным деталям и неблагоприятно влияет на процесс окрашивания кузова.

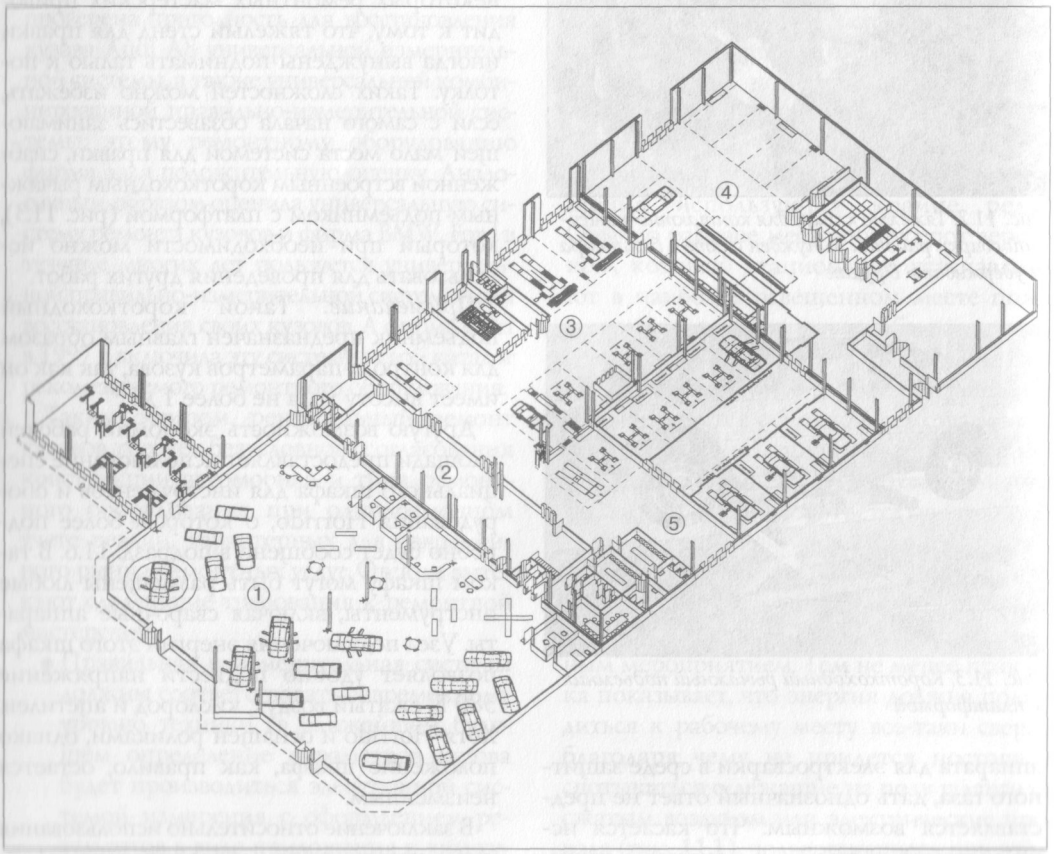


Рис. 11.4. Основная компоновка и возможности расширения здания ремонтной мастерской: 1 — реализация автомобилей; 2 — склад; 3 — механическая мастерская; 4 — цех окраски; 5 — место восстановления кузовов

Кроме того, на моечной площадке часто производят обработку автомобилей с использованием силиконовых полимеров, а силикон, как известно, препятствует адгезии лаковых покрытий.

- Базовая площадь одного ремонтного места должна составлять 5х8 м (лучше 6х8 м). Следовательно, она несколько превышает площадь, необходимую для проведения механических работ (4х7 м). Причина — в необходимости обеспечения доступа к автомобилю со всех сторон, чтобы удобно было использовать оборудование для правки. В полу мастерской должны иметься анкеры, используемые при восстановлении формы кузовов. Это дает огромное преимущество, позволяя дополнительно крепить автомобиль, особенно если правке подлежат детали кузова, выполненные из высокопрочной листовой стали.
- Несмотря на изоляцию от остального помещения, рабочее место должно хорошо вентилироваться, так как в процессе сварки, восстановления полимерных деталей и склеивания листовых материалов выделяются вредные пары.
- Надо стремиться к максимально возможному освещению рабочего места дневным светом. Работоспособность персонала при интенсивном естественном освещении помещения бывает значительно выше, чем при искусственном или недостаточном освещении.



Рис. 11.5. Контейнер для хранения демонтированных и запасных деталей кузова

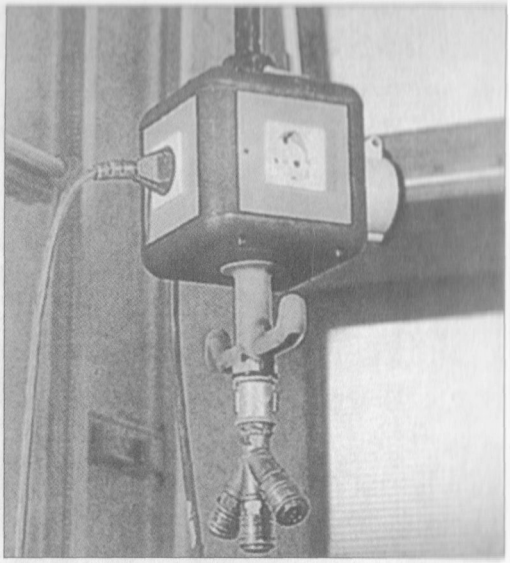


Рис. 11.6. Подвесной распределитель энергии

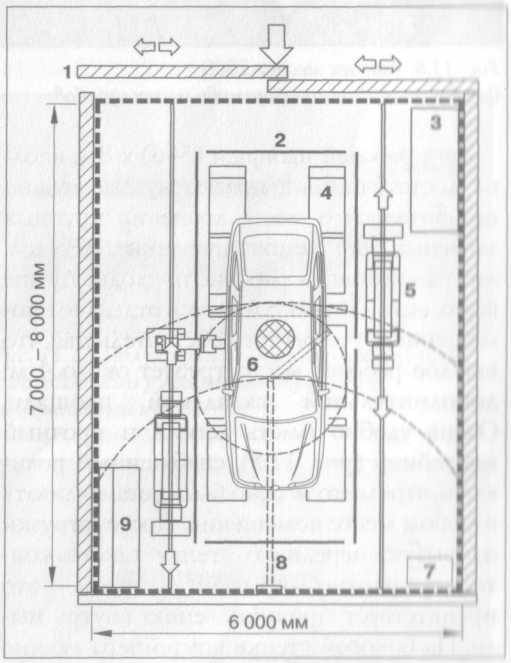


Рис. 11.7. Рабочее место со стендом для правки и наиболее важной оснасткой: 1 — звукоизоляция; 2 — освещение; 3 — контейнер для хранения деталей; 4 — стенд для правки с наклонным двездом; 5 — перемещаемая панель с инструментами и узлом подвода энергии; 6 — система очистки воздуха; 7 — система электронной обработки данных; 8 — вентиляция для удаления абразивной пыли и выделяющегося при сварке дыма; 9 — верстак

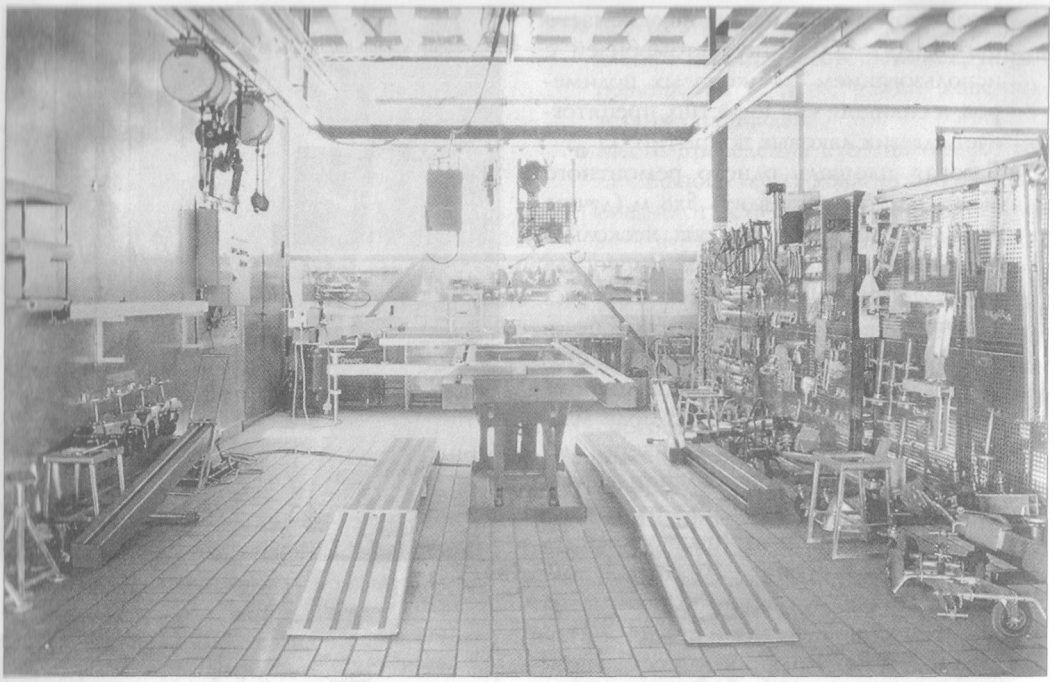


Рис. 11.8. Рабочее место-2000 для восстановления автомобильных кузовов

Хотя рабочей площади (5÷6) х 8 м вполне достаточно для правки кузова, нужно позаботиться о месте хранения крупных запасных или демонтированных деталей, загораживающих рабочие проходы. Лучше всего, если для этого имеется отдельное помещение, с учетом того обстоятельства, что каждое рабочее место требует около 4 м^2 дополнительной складской площади. Очень удобно иметь легкий и прочный контейнер (рис. 11.5), снабженный роликами, чтобы его можно было устанавливать в любом месте помещения. После загрузки открытую переднюю стенку такого контейнера плотно закрывают шторкой — это препятствует проникновению внутрь пыли. На боковой стенке контейнера можно хранить необходимые для монтажа мелкие детали: болты, гайки, шайбы и т. п.

11.4. ОБОРУДОВАНИЕ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Следует отдельно рассмотреть оснащение рабочего места и ремонтные инструменты и оборудование.

При оснащении рабочего места необходимо учитывать следующие моменты.

- Оправдывает себя обеспечение оборудования и инструментов энергией за счет **подвешенного к потолку специального распределителя энергии** (рис. 11.6). В этом случае электропровода и шланги для сжатого воздуха не будут лежать на полу и мешать перемещению сварочных аппаратов, тележки с инструментами и силовой консоли. Подвесной распределитель энергии снабжается, как минимум, тремя розетками на 220 В и одним гнездом для подключения к сети 380 В. Сюда же подводят сжатый воздух с тремя штуцерами для присоединения соответствующего ремонтного оборудования.
- На рабочем месте (рис. 11.7, 11.8) возле стенда для правки должна находиться **двухколонная подъемная платформа**. Она нужна для установки автомобиля на систему угольников и поднятия стенда для правки вместе с автомобилем на требуемую высоту. Если стенд для правки оснащен **собственным подъемником**, двухколонная плат-

форма может использоваться для сборки и разборки автомобиля. Для более производительной работы систему правки и измерения оснащают наклонным въездом.

- С передней стороны рабочего места должен быть установлен **верстак со стационарными тисками.** Его используют для подготовки новых деталей, на нем же хранят мелкие инструменты. Рядом с верстаком рекомендуется предусмотреть **возможность подключения к ацетилену и кислороду.**
- **Передвижная панель** служит для хранения принадлежностей и инструментов стенда для правки и ограничивает рабочее место сбоку. Благодаря ей инструменты хранятся в чистоте и их удобно взять в руки. Кроме того, панель выполняет функцию защиты рабочего места от шума.
- Светильники подвешивают к потолку на такой высоте, чтобы рабочее место было хорошо освещено по всей площади (светильники образуют прямоугольник). Подвешенные к потолку поворотные фонари должны принимать любое положение, чтобы ими при необходимости можно было осветить любую часть автомобиля, в том числе и днище.

11.5. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РЕМОНТА КУЗОВА

Устройства для мойки днища автомобиля. Хорошо зарекомендовали себя пароструйные насосы (рис. 11.9). Поставляемые разными изготовителями насосы отличают-



Рис. 11.9. Пароструйная моечная установка

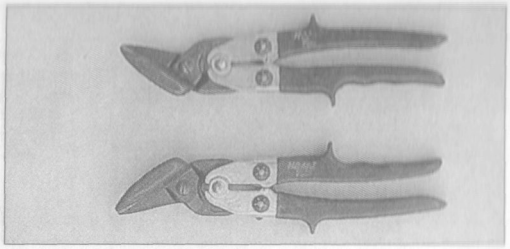


Рис. 11.10. Правые и левые ножницы для резки листовых материалов

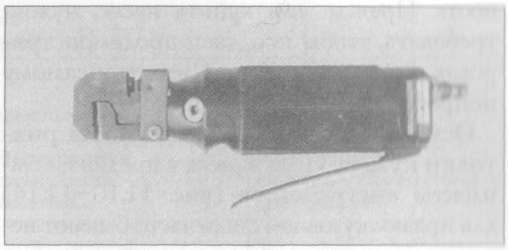


Рис. 11.11. Комбинированный инструмент для отгибания и перфорирования кромок кузовной детали

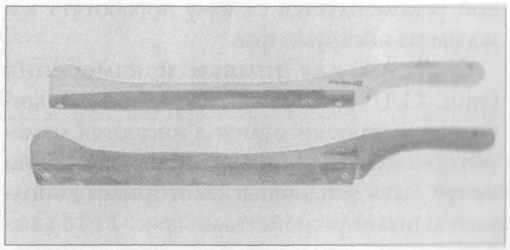


Рис. 11.12. Полукруглый и плоский напильники с деревянными ручками для обработки поверхностей кузова

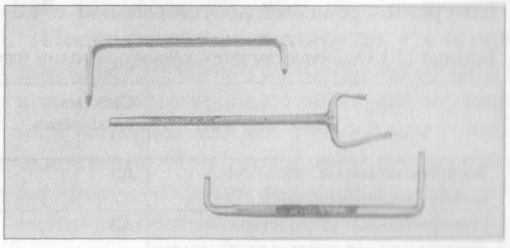


Рис. 11.13. Выталкиватели осей навески дверей

ся расходом горючего, уровнем производимого во время эксплуатации шума, наличием дополнительного резервуара для очищающих химикатов. Наиболее существенным недостатком некоторых из них является

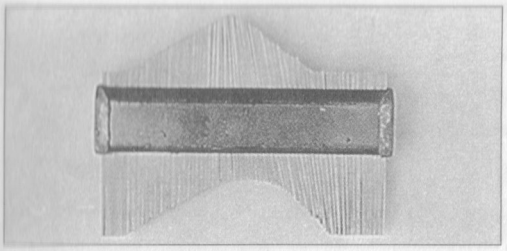


Рис. 11.14. Фигурный шаблон для рихтовки кузова

недостаточная эксплуатационная безопасность. Прежде чем купить насос, нужно требовать, чтобы продавец продемонстрировал его возможности. Следует и самому попробовать насос в работе.

Основные принадлежности для рихтовки кузова. Имеющиеся в продаже комплекты инструментов (рис. 11.10–11.14) для правки кузовной стали часто бывают неполными, а некоторыми из них неудобно работать. Поскольку «чувство обрабатываемого материала» при рихтовке деталей кузова имеет огромное значение, перед покупкой рекомендуется самому поработать каждым из инструментов.

Системы для правки и измерения (табл. 11.1–11.3, см. также рис. 3.2). В наибольшей степени отличия касаются измерительных систем (см. подразд. 3.2). Они могут быть оснащены некоторыми дополнительными устройствами (рис. 11.15), например коленчатыми шарнирными соединениями для крепления новых деталей при измерении параметров кузова оптической системой. Каждая система для правки или измерения обладает достоинствами и недостатками. Перед покупкой должна быть проведена пробная демонстрация и самостоятельная проверка оборудования в работе. Очень важно наличие комплекта угольников и контрольных листов для измерения геометрических параметров новых моделей автомобилей.

Инструменты для удаления деформированных деталей кузова. Из-за сильного шума в мастерской, создаваемого пневматическим зубилом (до 105 дБ), от его использования следует отказаться. Для устранения сварных точек хорошо зарекомендовали себя короткоходная пила и ручная фреза (рис. 11.16). Удобно пользоваться шлифовальной машинкой с переменным углом шлифования, которая пригодна для выполнения самых разных технологических операций, включая обработку поверхности кузова. Ножницы для резки листового материала (см. рис. 11.10) и высечные ножницы при ремонте кузова играют второстепенную роль, поскольку пригодны для обработки лишь плоских поверхностей.

Сварочные аппараты. Число вариантов конструктивного исполнения *аппаратов для сварки в среде защитного газа* весьма велико. Стоимость тех из них, для которых предусмотрены варьирование напряжения сварочного тока, подачи электродной проволоки, типа сварного шва (сплошной, прерывистый или точечный), длительности сварки, а также возможность переключения с электрического способа в среде защитного газа на контактно-

Таблица 11.1 Особенности выпускаемых разными изготовителями систем для измерения и правки кузовов

	Система угольников	Система сварочных шаблонов	Универсальная механическая система	Универсальная оптическая система
Восприятие массы автомобиля измерительной системой	Да	Нет	Нет	Нет
Измерительное устройство специфично для той или иной модели	Да	Да	Нет	Нет
Восприятие измерительной системой усилий, прикладываемых для восстановления формы кузова	Дополнительное крепление	Нет	Нет	Нет
Крепление новых деталей посредством измерительной системы	Да	Да	Да (иногда необходимо дополнительное крепление)	Нет (необходимо дополнительное крепление)

Таблица 11.2. Системы для измерения и правки кузовов (без электроники)

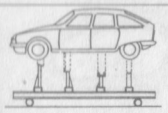
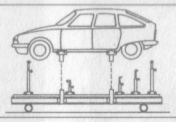
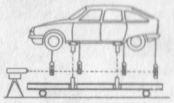
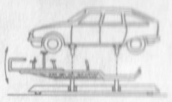
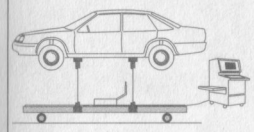
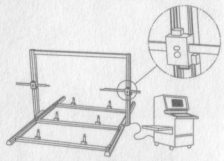
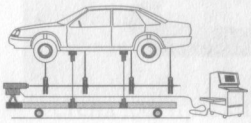
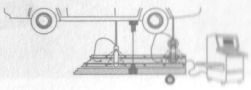
Система жестких угольников	Система регулируемых угольников	Универсальная механическая система	Универсальная оптическая система	Система сварочных шаблонов
				
Blackhawk Car Bench Celette Univwrsal Bench	Blackhawk Car Bench Celette Globaljig	Autorobot Blackhawk Car Bench Caroliner Celette Dataliner Chief-System	Chart-liner Dataliner Genesis	Sonner

Таблица 11.3. Электронные системы для измерения и правки кузовов

Механическая система с встроенным электронным блоком	Механическая система с дополнительным электронным блоком	Электронная оптическая система	Электронная акустическая система (ультразвук)
			
Caroliner (Car-O-Tronic) Celette	Autorobot (300 EL)	Chief (Genesis) Dataliner	Blackhawk (Shark)

точечную сварку, очень высока. Опыт, однако, показывает, что потенциальные возможности таких комбинированных устройств на практике никогда не используются. Их преимущества тем более сомнительны, если одним аппаратом пользуются одновременно несколько работников ремонтной мастерской. Практика показывает, что в подобной ситуации ни в коем случае не следует рассчитывать на согласованность действий персонала. Варьировать настройку сварочного аппарата (величину сварочного тока, подачу электродной проволоки) приходится лишь при сварке деталей кузова из оцинкованной стали (см. подразд. 5.2), другие же возможности универсального сварочного аппарата используются крайне редко.

Что касается современных *аппаратов для контактно-точечной сварки*, с точки зрения техники исполнения они практически не отличаются друг от друга. Исключение составляет лишь *удобство обращения с ними*. Недостатком всех сварочных клещей является слишком большая масса и усилие, которое требует обращение с ними. К сожалению, это ограничивает область практического использования весьма привлекательного с технической точки зрения способа контактно-точечной сварки.

Пескоструйные аппараты. Их основное конструктивное различие заключается в том, используется ли повторно абразивный материал или его применяют только однократно. При удалении ржавчины с поверхности листовой стали более предпочтительно повторное использование абразивного материала. В этом случае необходима герметизация места контакта пескоструйного аппарата с обрабатываемой поверхностью, которая обеспечивается благодаря формованной резиновой насадке, плотно прилегающей к любому месту кузова (рис. 11.17).

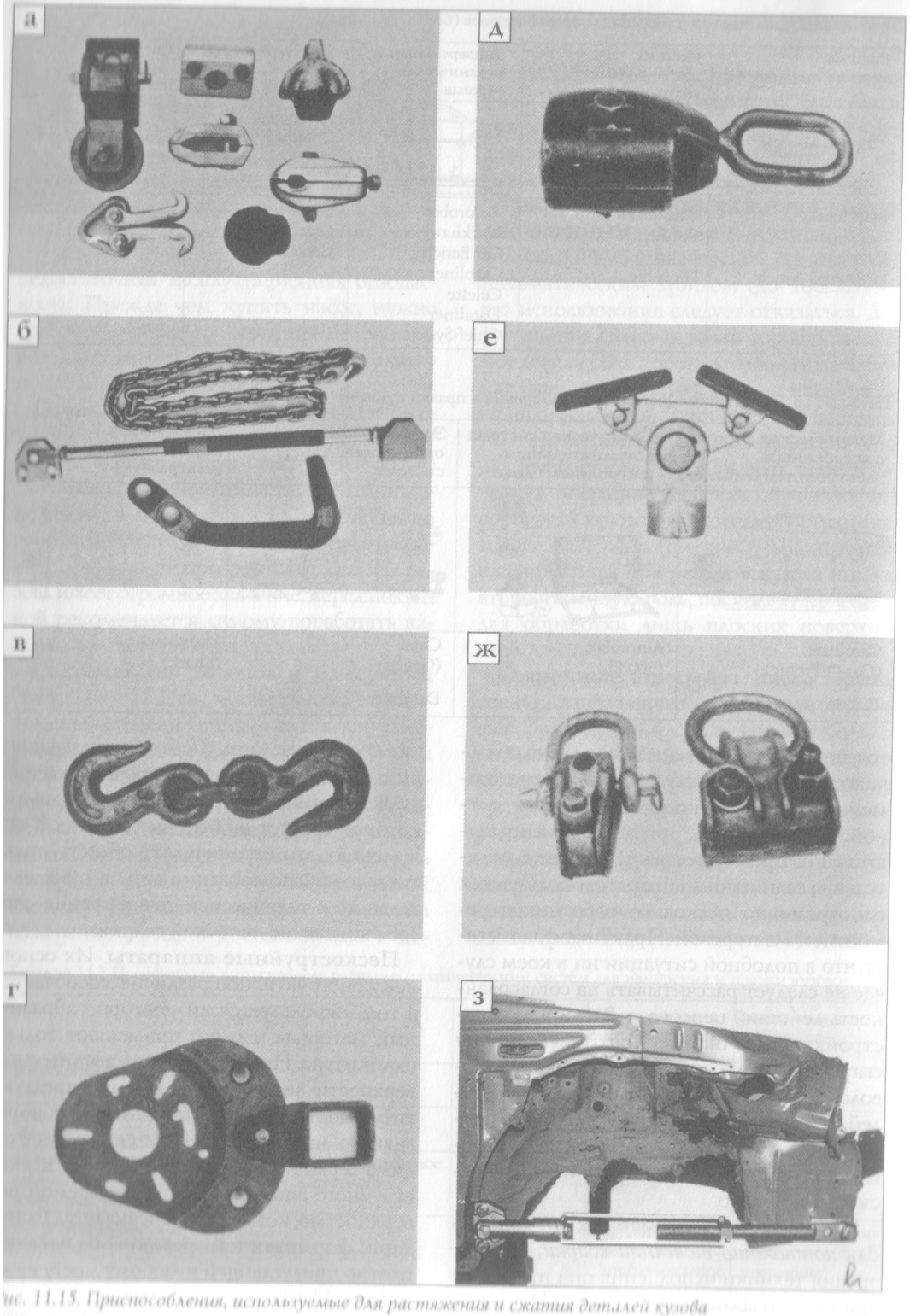


Рис. 11.15. Приспособления, используемые для растяжения и сжатия деталей кузова

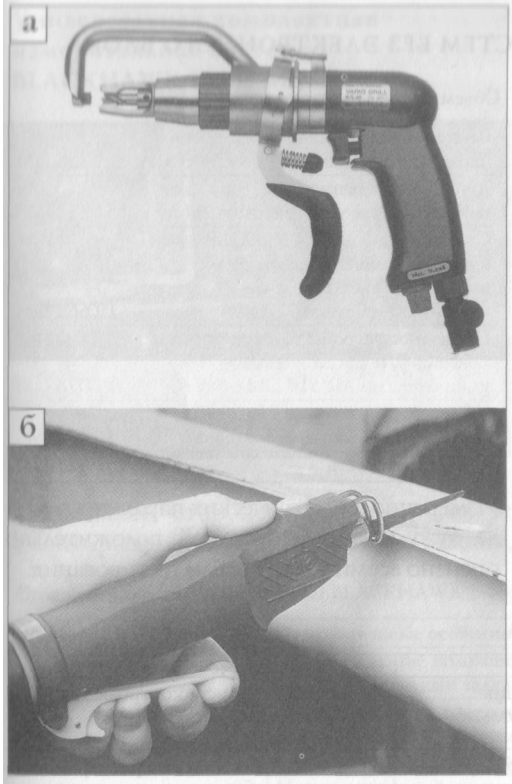


Рис. 11.16. Инструменты для удаления поврежденных деталей кузова: а — ручная фреза для удаления сварных точек; б — короткоходная пила

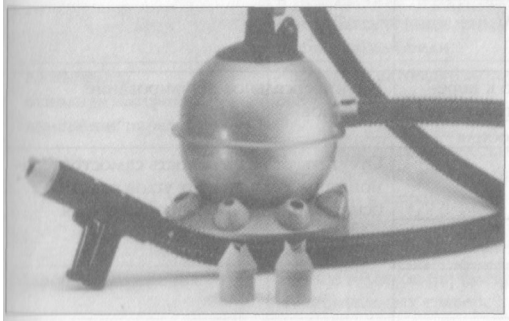


Рис. 11.17. Пескоструйный аппарат с выходными соплами, соответствующими контуру кузова, и рециркуляцией абразивного материала

Результаты испытания универсальных электронных и обычных измерительных систем

В 1994–1995 гг. Институтом автомобильной промышленности (KTI) совместно с издательством Vogel была проведена практическая проверка некоторых наиболее широко применяемых систем измерения геометрических параметров кузова. В каждом случае определяли параметры трех разных моделей автомобиля. Выбор модели и масштаба повреждения кузова осуществлялся по следующим признакам.

- Автомобиль способен к самостоятельному передвижению (повреждение средней тяжести).
- Автомобиль не способен ни к самостоятельному передвижению, ни к буксировке (сильное повреждение).
- Автомобиль повышенной проходимости (способен к вкатыванию на стенд для правки с предварительно снятыми агрегатами).

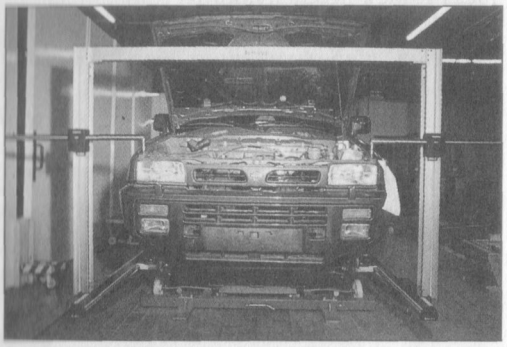
Испытания проводили в соответствии со следующими критериями.

- Качество информации, приводимой на листах контроля.
- Специфика монтажа автомобиля на стенд для правки.
- Юстировка и основная регулировка измерительной системы/измерение параметров кузова, включая его верхнюю часть.
- Стоимость оборудования.

При выборе перечисленных критериев учитывали обширный опыт, накопленный Институтом автомобильной техники и издательством Vogel в области восстановления кузовов. Таким образом, читатель, желающий приобрести соответствующее оборудование, найдет почти всю необходимую информацию. Особые указания касаются непосредственной оценки результатов испытания. К сожалению, в их программу не вошла оценка специфических особенностей систем, которые показывали бы преимущество той или другой. Кроме того, проводились лишь измерения геометрии кузова, но не ремонт. Поэтому оценить, насколько оптимально соблюдается соответствие между процессами измерения и восстановления формы кузова, не представлялось возможным. Эти ограничения были вынужденными, иначе стоимость испытания оказалась бы слишком высока.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА

Универсальная механическая измерительная система AUTOROBOT AR 300 A



Объем поставки и стоимость

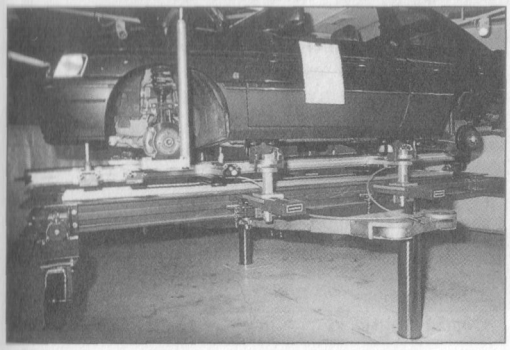
Система измерения геометрических параметров основания кузова AR 300 A	14 758 DM
Дуга для измерения геометрических параметров верха кузова типа AR 695	5 923 DM
Стенд для правки AR 500 XLSB с подъемной платформой, наклонным въездом и тросовой лебедкой	19 662 DM
Приводное устройство с тремя консолями и алюминиевыми удлинителями AR 514 DM	13 078 DM
Комплектующие стенда (тяговые цепи, зажимы и т.п.)	4 000 DM
Общая стоимость	57 421 DM

Измерение геометрических параметров верха кузова данной системой положительно оценено всеми участниками тестирования.

Стенограмма испытания системы AUTOROBOT AR 300 A

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Указаны размеры для крепления универсальных зажимов на автомобиле и стенде для правки	Приведенные в листе контроля данные не всегда достаточно четкие
	Приведена информация по поводу специального адаптера для крепления автомобиля	Не указаны установочные размеры для возможно необходимых дополнительных опор под передок автомобиля
	Указано положение наиболее важных основных и дополнительных точек кузова	Недостаточно наглядно представлены положение базовых точек, тип автомобиля, год выпуска, актуальность данных листа контроля
	Приведены указания по поводу измерения параметров амортизаторных стоек	
Монтаж автомобиля	Простота монтажа способного к передвижению или буксировке автомобиля	Неуниверсальное регулирование зажимов
	Надежность крепления автомобиля	
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Простота монтажа измерительной системы	Отсутствует возможность самостоятельной проверки прямых углов рамного основания измерительной системы
	Понятная компоновка комплектующих деталей	
	Возможен быстрый монтаж измерительных элементов	
Процесс измерения	Измерение удобно	Затруднен доступ под основание автомобиля
	Большое число основных и дополнительных комплектующих	Неудовлетворительная точность отсчета
	Эргономически благоприятная конструкция системы измерения	
Измерение геометрических параметров верха кузова	Определение параметров верха кузова возможно в полном объеме	
	Имеется отдельный специальный лист контроля	
Цена	Соразмерна качеству	

Универсальная комплектная измерительная система BLACKHAWK P-188 MK2



Объем поставки и стоимость

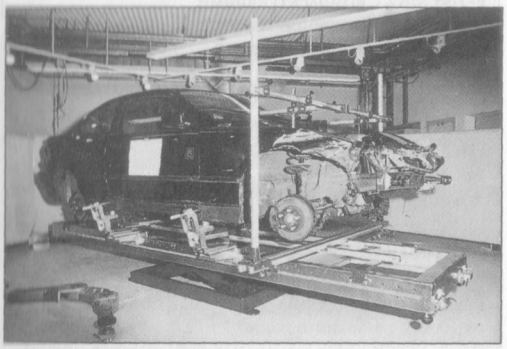
Измерительная система P-188 MK2 с комплектующими и системой измерения геометрических параметров амортизаторных стоек	23 043 DM
Стенд для правки UMD50ER с комплектующими и консолью	23 810 DM
Специальные зажимы для крепления автомобилей повышенной проходимости	3 999 DM
Специальные крепления для автомобилей BMW	1 209 DM
Подъемная платформа параллелограммного типа	11 876 DM
Общая стоимость	63 937 DM

На нижней стороне сдвоенных траверс смонтирован пневматический подъемник, осуществляющий прижим измерительной системы к основанию кузова.

Стенограмма испытания системы BLACKHAWK P-188 MK2

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Четкое указание положения базовых точек для передка и задка	Неполные текстовые пояснения, мало пиктограмм
	Отдельные листы контроля для автомобиля с демонтированными и недемонтированными агрегатами	Недостаточная наглядность из-за чрезмерного количества размерных линий
	Наличие указаний по проведению монтажных работ	Недостаточная полнота обозначений
Монтаж автомобиля	С начала до конца может быть осуществлен всего одним сотрудником	Неполные данные относительно крепления автомобиля
	Благодаря наличию каретки и подъемника параллелограммного типа могут быть установлены любые автомобили	Монтаж автомобилей повышенной проходимости слишком длителен
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Частичная автоматизация процесса основной настройки	При смещении измерительной траверсы необходима корректировка размерных шкал
	Благодаря пневматическому прижиму исключается случайное нарушение основной настройки	При использовании измерительных наконечников нужны дополнительные переходники длиной 25 мм
		Слишком большое количество резьбовых соединений
Процесс измерения	Точное и легкое перемещение измерительных траверс	Измерение параметров основания кузова требует перемонтирования системы (поворот на 180°) и повторения основной настройки
	Пневматический прижим гарантирует точное и неизменное положение измерительных наконечников	
Измерение геометрических параметров верха кузова	Обширное свободное пространство в области основания кузова	
	Телескопически выдвигаемая мерная линейка для определения симметрии и сравнительных измерений	
Цена	Соразмерна качеству	

Универсальная измерительная система CAR BENCH-AUTOCONTROL



Объем поставки и стоимость

Передвижная подъемная платформа параллелограммного типа Car Bench, стенд для правки с комплектующими и консоль	26 836 DM
Автоматизированная система измерения, включая каретку и мостики для определения геометрических параметров амортизаторных стоек	24 930 DM
Комплект зажимов для крепления автомобилей BMW и Mercedes	1 750 DM
Специальные зажимы для крепления BMW (E36)	976 DM
Специальные зажимы для крепления внедорожников Nissan Terrano II и Ford Maverick	390 DM
Общая стоимость	58 636 DM

После опускания автомобиля на опорную площадку, снабженную роликами, его можно легко устанавливать и закреплять на рамном основании стенда для правки с помощью универсальных зажимов.

Стенограмма испытания системы CAR BENCH-AUTOCONTROL

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Удобное расположение данных и относительная легкость пользования несмотря на формат А4	Недостаточное количество точек для автомобиля с недемонтированными агрегатами
	Полная информация относительно характеристик автомобилей	Отсутствует информация относительно дополнительных монтажных работ
	Приведены данные по поводу специального крепления	Некоторый разброс результатов контроля измерительной трубой
Монтаж автомобиля	Возможен быстрый монтаж способного к передвижению автомобиля	Отсутствие механического приспособления для вытяжки кузова
		Не могут быть повернуты универсальные зажимы
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Жесткая и легкая конструкция рамного основания измерительной системы	Часть базовых точек выполнена в виде продольных пазов
		В некоторых местах слишком тесное пространство между измерительной системой и основанием кузова
		Большая продолжительность монтажа при измерении параметров амортизаторных стоек
Процесс измерения	Гибкость управления расстоянием между измерительными траверсами	Не всегда достоверна информация о размерах адаптеров измерительной системы
		Затруднен ход некоторых измерительных гильз
		Большая длительность прикрепления элементов измерительной системы к кузову
Измерение геометрических параметров верха кузова	Телескопически выдвигаемая мерная линейка	Отсутствие информации в листе контроля
		Частое измерение положения общей измерительной системы
		Измерение параметров верха кузова возможно только в ограниченном объеме
Цена	Соразмерна качеству	

Универсальная измерительная система CAR-O-LINER



Благодаря отличным механическим конструктивным параметрам и удобному в использовании листу контроля универсальная измерительная система Car-o-Liner по результатам проведенных в ремонтной мастерской DEKRA испытаний получила общую высокую оценку.

Объем поставки и стоимость

Основное оборудование Car-O-Liner Mark V, включая универсальные зажимы, стенд для правки, комплектующие, подъемную платформу параллелограммного типа и консоли	29 697 DM
Измерительная система, в том числе дуга для измерения параметров верха кузова и система определения параметров амортизаторных стоек, включая тележку для инструментов	18 590 DM
Специальные зажимы для крепления автомобилей повышенной проходимости	5 150 DM
Общая стоимость	53 437 DM

Стенограмма испытания системы CAR-O-LINER

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Легко читаемая информация	Отсутствует лист контроля для модели Nissan Terrano II с короткой базой
	Содержится вся необходимая для измерения информация	Не приведены данные для определения параметров верха кузова
	Наглядные пиктограммы	
Монтаж автомобиля	Ясный план монтажа	Много резьбовых соединений для фиксирования автомобиля универсальными зажимами
	Легкое изменение положения стенда для правки за счет жестко фиксируемых ходовых колес	Отсутствие сдвигаемых в поперечном направлении углублений для колес
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Удобное самостоятельно осуществляемое выравнивание измерительной системы относительно средних осей автомобиля	Отсутствует возможность закрепления измерительных мостиков на стенде для правки
	Указаны базовые точки	
Процесс измерения	Легкое перемещение измерительных траверс	Неудобный отсчет при измерении параметров амортизаторных стоек
	Ограниченное время измерения	Отсутствие некоторых измерительных гильз (диаметром 21 мм)
	Пространство между основанием кузова и измерительной системой достаточно для удобного измерения	
Измерение геометрических параметров верха кузова	Возможно определение симметрии кузова	Возможно только условно
	Телескопически выдвигаемая мерная линейка для основного конструктивного исполнения	Отсутствуют указания о размерах
Цена	Соразмерна качеству	

Универсальная измерительная система CELETTE METRO 2000



Благодаря удачной арочной конструкции, предназначенной для измерения параметров верха кузова, к общей положительной оценке этой измерительной системы следовало бы добавить еще несколько баллов.

Объем поставки и стоимость

Стенд для правки Sevenne	26 836 DM
Измерительная система Celette Metro 2000	23 637 DM
Гидравлическая подъемная платформа параллелограммного типа	12 985 DM
Комплект зажимов для крепления внедорожников	8 591 DM
Комплект зажимов для крепления BMW	2 515 DM
Комплект зажимов для крепления автомобиля Mercedes	1 283 DM
Общая стоимость	75 847 DM

Стенограмма испытания системы CELETTE METRO 2000

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Наглядное представление данных в формате А3	Недостаточно пиктограмм и информации, прежде всего по поводу подлежащих демонтированию агрегатов автомобиля
	Специальный указатель индексов	Не всегда правильно обозначены измерительные гильзы в листе контроля
	Приведены все важнейшие размеры	Отсутствует таблица сравнения фактических и регламентированных параметров
Монтаж автомобиля	Универсальные зажимы с возможностью перемещения и поворота на 360°	Монтаж и изменение положения автомобиля требуют много времени
		Некоторые детали (в частности, элементы крепления автомобилей повышенной проходимости) слишком тяжелы
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Простота монтирования и измерительной системы	Трудно читается маркировка измерительных гильз
	Понятная компоновка комплектующих	Не хватает комплекта специальных ключей для отворачивания винтов с внутренним шестигранником
	Достаточно большое рабочее пространство между измерительной системой и основанием кузова	Большая погрешность измерения измерительной трубой с системой механической настройки
	Жесткая компактная конструкция рамного основания измерительной системы	
Процесс измерения	Хорошие возможности для измерения	Длительный монтаж системы измерения параметров амортизаторных стоек из-за относительно большого количества отдельных элементов
	Удобный отсчет измеряемых параметров	Некоторая потеря стабильности из-за большого количества механических сочленений
	Эргономически благоприятные условия измерения	
Измерение геометрических параметров верха кузова		Ограниченные возможности для измерения геометрических параметров верха кузова
Цена	Соразмерна качеству	

Универсальная измерительная система CHIEF UMS



Перед монтажом автомобиля стенд для правки переводят в наклонное положение.

Объем поставки и стоимость

Стенд для правки Chief EZ Liner UGMS серии 30	47 334,00 DM
Универсальная измерительная система Chief для измерения геометрических параметров основания и верха кузова	15 100,00 DM
Листы контроля параметров основания и верха кузова (ежегодная подписка)	387,00 DM
Комплектная система закрепления (UHS) внедорожников	10 289,00 DM
Специальные зажимы для крепления автомобилей BMW	2 068,00 DM
Общая стоимость	75 169,00 DM

Стенограмма испытания универсальной системы CHIEF UMS

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Лист контроля	Содержатся указания по поводу демонтажа отдельных агрегатов автомобиля	Отсутствие или невыразительность пиктограмм
	Дополнительные параметры кузова с демонтированными агрегатами	Неполный перечень данных, приведенных в листе контроля
Монтаж автомобиля	В общем случае монтаж может быть осуществлен достаточно быстро	Отсутствует возможность регулировки зажимов по высоте
	Имеется тросовая лебедка с электроприводом	Отсутствует двухколонный выдвижной гидравлический подъемник
		Описание (предупредительные указания) напечатаны на английском языке
Юстировка/ основная настройка/ измерение параметров	Задается двумя базовыми точками кузова, находящимися в удобном положении	Ограниченное пространство между основанием кузова и стендом для правки
	Легко передвигаемые измерительные траверсы	Слишком легкое перемещение и невозможность закрепления продольной измерительной шкалы
Процесс измерения	Малое количество монтируемых деталей	Иногда бывает затруднено считывание размеров по вертикали
	Большое количество легкоразъемных соединений	Невозможна настройка системы по высоте
	Нет необходимости в использовании вспомогательных инструментов	
	Фиксирование всех разъемов осуществляется винтами с накатанной головкой	
	Легкое перемещение измерительных траверс	
	Простота обращения	
Измерение геометрических параметров верха кузова	Имеется перечень наиболее важных параметров верха кузова	Для проведения общих измерений требуется перемонтаж измерительных траверс
	Имеется комплект удобных переходных деталей	
Цена	Соразмерна качеству	

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Электронная универсальная измерительная система SHARK SH 11



Объем поставки и стоимость

Измерительная система Shark SH 11	56 000,00 DM
Стенд для правки UMD56ER, включая наклонный въезд системы Roll-on-Bench и тросовую лебедку	26 780,00 DM
Консоль Mangusta II с комплектующими деталями и 10-тонный гидравлический цилиндр	8 385,00 DM
Подъемный стол STL 101	10 500,00 DM
Система крепления стенда для правки к подъемному столу	800,00 DM
Общая стоимость	102 465,00 DM

Электронную измерительную систему Shark SH 11 можно использовать для диагностики в сочетании с любым оборудованием для правки. Если на автомобиле смонтировать генераторы стандартных сигналов, результаты измерений появятся на экране монитора через 10–30 с.

Стенограмма испытания электронной системы SHARK SH 11

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Подготовка системы/ монтаж автомобиля	Монтаж автомобиля без особых затруднений даже при тяжелом повреждении кузова; подъемное устройство перемещается на роликах; нет необходимости в демонтировании универсальных зажимов для крепления автомобиля	Трудное перемещение зажимов; слишком много деталей в составе комплекта для крепления автомобилей повышенной проходимости; отсутствие специального листа контроля для них
Измерение геометрических параметров кузова	Простая сборка измерительной системы; наглядное представление результатов на экране монитора; комбинированное измерение при частично демонтированных агрегатах автомобиля; появление результатов измерения на экране через 10–30 с; возможность использования собственных листов контроля; независимость использования измерительной системы	Вес измерительной балки 35 кг; одновременное использование не больше восьми датчиков стандартных сигналов; невозможность определения абсолютных параметров кузова по диагонали; сравнительное измерение за счет варьирования способа ввода данных требует много времени
Оценка результатов измерения	Непродолжительна; точность измерения высокая; наглядная форма представления результатов; индикация изменения положения любой точки кузова	Ограниченный набор измеряемых параметров; для контроля отражаемых на экране результатов необходимо прерывать процесс вытяжки кузова
Функциональная способность измерительной системы	Нет необходимости закреплять измерительную балку; возможно применение сочетаний нескольких направлений вытяжки кузова; использование гидравлического натяжного устройства; система въезда автомобиля — с тросовой лебедкой	Клин универсальных зажимов недостаточно надежен; выкатывание тележки, снабженной роликами, затруднительно; слишком большая масса монтируемых и навесных деталей; генераторы стандартных сигналов способны помешать восстановлению формы кузова; угол поворота тяговой консоли не превышает 90°
Цена		Высокая

Электронная универсальная измерительная система CAR-O-TRONIC



Электронная система измерения параметров кузова Car-O-Tronic снабжена специальной измерительной консолью (см. рис. 11.27, а), благодаря чему оказываются доступны любые точки кузова. Снятие показаний может производиться непосредственно на объекте измерения. Индикация данных осуществляется в четкой и наглядной форме. Пользователь может выбрать одну из трех предлагаемых форм представления результатов измерения.

Объем поставки и стоимость

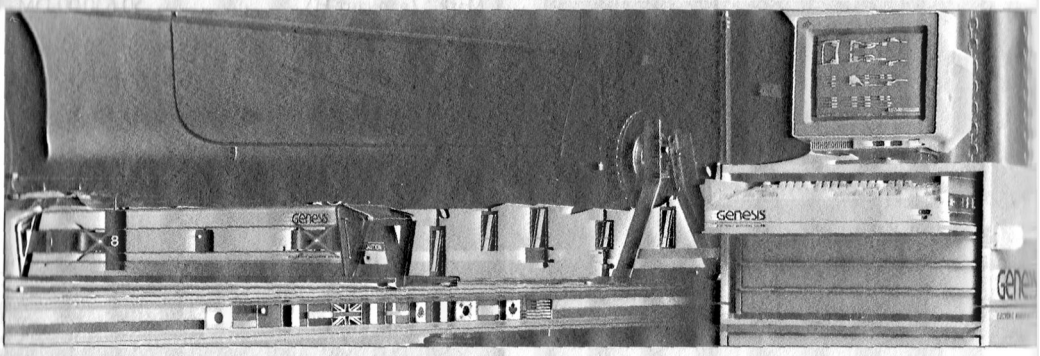
Стенд для правки Car-O-Liner Mark 5 (вариант H)	50 630,00 DM
за вычетом стоимости механической системы измерения	17 070,00 DM
Комплектная измерительная система Car-O-Tronic	34 500,00 DM
Дополнительно заказываемый комплект зажимов B 64	1 670,00 DM
Общая стоимость	69 730,00 DM

Испытанию была подвергнута электронная измерительная система Car-O-Tronic в сочетании со стендом для правки Car-O-Liner Mark 5, подъемной платформой T5 параллелограммного типа и наклонным въездом типа T55. Стоимость комплекса складывается из следующих составляющих.

Стенограмма испытания системы CAR-O-TRONIC

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Подготовка системы/ монтаж автомобиля	Передвижные подставки являются весьма ценным подспорьем; способ крепления автомобиля с помощью универсальных зажимов удобен в использовании	Подставки слишком чутко реагируют на любую неровность пола; нет тросовой лебедки для перемещения кузова (ее следовало бы включить в состав основного оборудования) и детальной схемы монтажа зажимов для крепления передка автомобилей повышенной проходимости
Измерение геометрических параметров кузова	Быстрый и легкий монтаж измерительной системы (занимает не более 5 мин); измерение параметров основания кузова (кроме амортизаторных стоек) может быть проведено за 25 мин; на выбор четыре базовых точки кузова для определения симметрии между правой и левой сторонами кузова; возможность определения размеров по диагонали	Слишком много времени уходит на передачу результатов измерения к переносному терминалу; переналадка системы для измерения параметров амортизаторных стоек требует не менее 5 мин
Оценка результатов измерения	Удобная форма отображения результатов измерения на переносном терминале (дополнительное графическое представление данных)	Была бы весьма полезна дополнительная распечатка результатов измерения на принтере
Функциональная способность системы	Легкость хода измерительной траверсы; удобное обращение с переносным терминалом	Неприемлемое натяжение пружины измерительной консоли
Цена	Без комментариев	Без комментариев

Электронная универсальная измерительная система CHIEF GENESIS



Два вращающихся лазера, раположенных под основанием автомобиля над кузовными зондами, испускают световые лучи. Они попадают на мишени, закрепленные в области базовых точек кузова (такая мишень показана на правой части снимка), отражаются от них и воспринимаются двумя фотоэлементами, прикрепленными к кузовным зондам.

Объем поставки и стоимость

Измерительная система Chief Genesis	49 200 DM
Стенд для правки Chief EZ Liner II с комплектующими деталями и тремя растягивающими колонками	59 660 DM
Плата за фрахт и доставку	2000 DM
Комплект зажимов для крепления автомобилей повышенной проходимости	Нет данных
Общая стоимость	110 860 DM

Стенограмма испытания системы CHIEF GENESIS

Критерии испытания	Положительные особенности	Отрицательные особенности
Подготовка системы/ монтаж автомобиля	Монтаж осуществляется без особого труда даже при тяжелом повреждении кузова; возможен непосредственный въезд автомобиля; монтаж универсальных зажимов несложен	Вес универсальных зажимов 24 кг; комплект зажимов для крепления автомобилей повышенной проходимости очень тяжел и укомплектован неполностью
Измерение геометрических параметров кузова	Вес кузовного зонда не превышает 18,5 кг, длина — 1,25 м; результат измерения получают через 10 с; простая сборка измерительной системы; возможность независимого использования	Часто происходит наложение отраженных сигналов; не всегда бывает достаточной точность измерения; чрезмерное ветвление подменю программы; ограниченная возможность применения системы для проведения сравнительных измерений
Оценка результатов измерения	Наглядная форма представления результатов измерения; легкая обработка данных в соответствии с EDV-программой (программой электронной обработки данных); достаточно большой объем информации	Информация бывает не всегда точна и детализирована; возможно наложение результатов измерения на экране монитора (и в протоколе измерений); недостаточная точность измерения для автомобилей с демонтированными агрегатами
Функциональность системы	Отсутствие необходимости закрепления кузовных зондов; очень просто реализуется любая комбинация растягивающих усилий; достаточно полный объем стандартной оснастки	Область использования некоторых мишеней слишком мала; экран монитора и клавиатура не защищены от пыли; слишком большой вес монтажных и навесных деталей (особенно комплекта для крепления автомобилей повышенной проходимости); не всегда можно обеспечить надежное крепление мишеней; выдвижные ящики приборного кронштейна мешают измерению; отсутствие регулирования системы правки по высоте
Цена		Высокая

11.6. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА-2000

Оптимальному устройству рабочего места отвечает ситуация, когда персонал не подвергается чрезмерным физическим, акустическим и оптическим нагрузкам. Кроме того, должна быть организована подача в рабочую зону чистого, пригодного для дыхания воздуха. При соблюдении этих условий персонал будет сохранять высокую работоспособность и обеспечит высокую производительность труда. Применительно к рабочему месту для ремонта кузовов это означает наличие звукоизоляции стен и потолка (рис. 11.18). Кроме того, должны быть широкие оконные проемы (рис. 11.20). Пол мастерской должен быть прочным и иметь светлую окраску. Обеспечение энергией должно осуществляться от общего распределителя, подвешенного к потолку (рис. 11.19): речь идет о шлангах для газовой сварки, сжатого воздуха и электроэнергии (220/380 В).

Инструменты (шлифовальная, щеточная машинки и т.п.) должны подвешиваться к специальной панели (см. рис. 11.23). На ее обратной стороне находятся расходные материалы: сверла, фрезы, шлифовальные круги, щетки и т. д., а также средства индивидуальной защиты: очки, перчатки, наушники.

В центре рабочего места установлена стационарная система для правки и измерения. Она должна быть оборудована наклонным въездом (рис. 11.21), чтобы можно было быстро устранять мелкие неисправности, которые обычно составляют основную часть повреждений кузова (более 70 %). В большинстве случаев автомобиль сохраняет способность к самостоятельному перемещению и может сам въехать на стенд для правки (рис. 11.22). Здесь его быстро закрепляют четырьмя универсальными зажимами. Стенд для правки оснащен короткоходной подъемной платформой, посредством которой можно отрегулировать положение автомобиля по высоте. Восстановление формы кузова осуществляют при помощи быстро монтируемой консоли.

Возможно устранение не только мелких дефектов, но и значительных деформаций кузова. Элементы измерительной системы

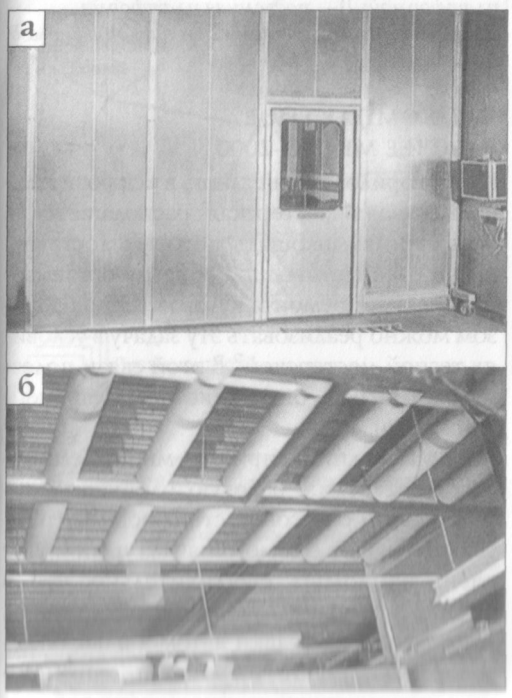


Рис. 11.18. Звукоизоляция стен (а) и потолка (б) мастерской

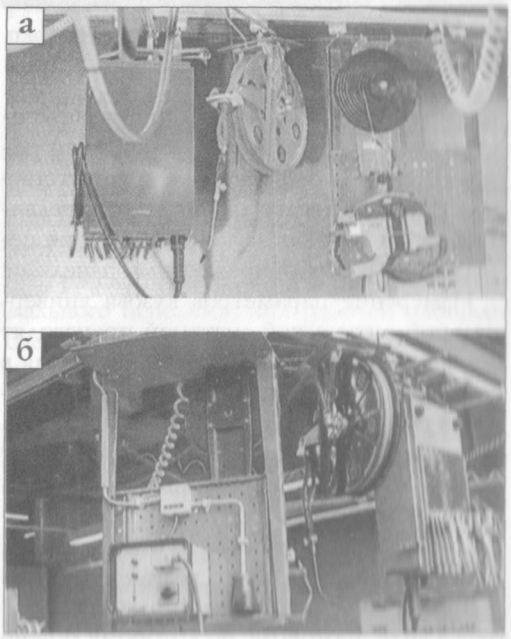


Рис. 11.19. Передняя (а) и задняя (б) стороны панели для инструментов, предназначенных для удаления поврежденных и подготовки новых деталей кузова

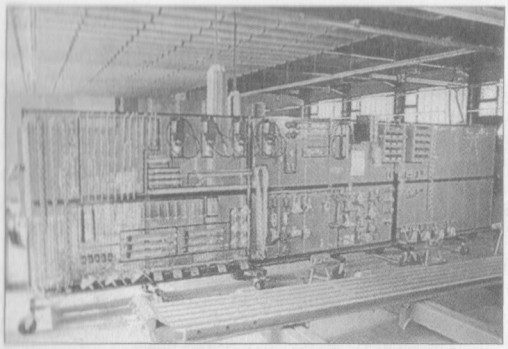


Рис. 11.20. Звукоизолирующая перегородка с инструментами, сдвигаемая в любое место помещения

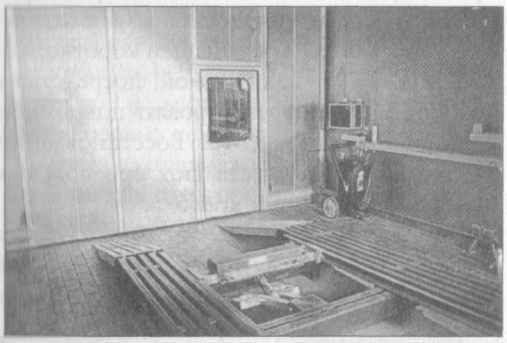


Рис. 11.21. Стенд для правки с наклонным въездом

подвешивают аналогично принадлежностям стенда для правки к звукоизолирующим стенам мастерской. Там, где отсутствует кирпичная кладка, ставят легко передвигаемые на роликах звукоизолирующие перегородки с перфорированными панелями.

Измерение параметров кузова универсальной оптической системой производят по листам контроля. В настоящее время в ремонтных мастерских чаще всего пользуются обширной картотекой таких листов. При использовании более современных систем из памяти персонального компьютера вызывают хранящуюся в ней информацию. В конце процесса измерения принтер распечатывает результаты сравнения измеренных и заданных параметров в виде протокола, по которому можно судить о характере деформации кузова (рис. 11.23), или результаты записываются на гибкий диск.

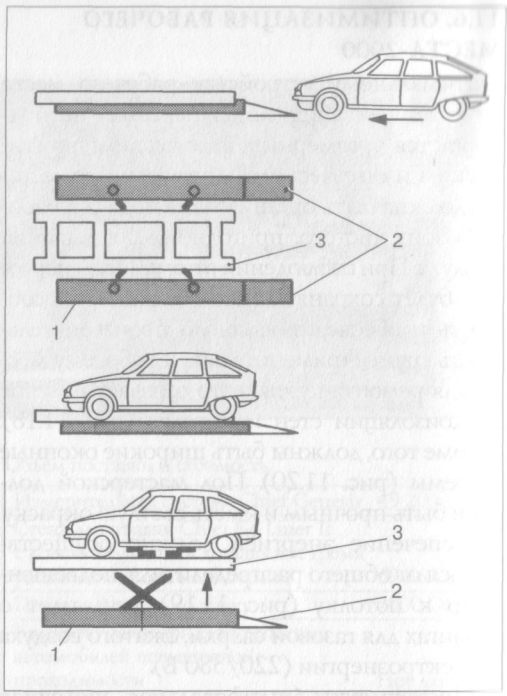


Рис. 11.22. Последовательность крепления автомобиля на стенде для правки, оборудованном наклонным въездом и короткоходной подъемной платформой: 1 — подъемная платформа параллелограммного типа; 2 — наклонный въезд; 3 — стенд для правки

11.7. КОМПАКТНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО-2000

Как говорилось выше, лишь в исключительных случаях мастерская располагается в помещениях, площадь которых достаточна, чтобы оптимальным образом организовать процесс ремонта кузовов. Каким образом можно реализовать эту задачу в условиях тесной мастерской? В этой связи полезно рассмотреть опыт некоторых европейских стран.

В Финляндии, например, много ремонтных мастерских, рабочую площадь которых в связи с высокой стоимостью строительных работ с самого начала планируют очень экономно. Неудивительно, что в стране, которая сама выпускает стенды Autorobot, для правки автомобильных кузовов используют устройства, занимающие ограниченную площадь: одно рабочее место — не более 4,4 x 6,5 м (рис. 11.24).

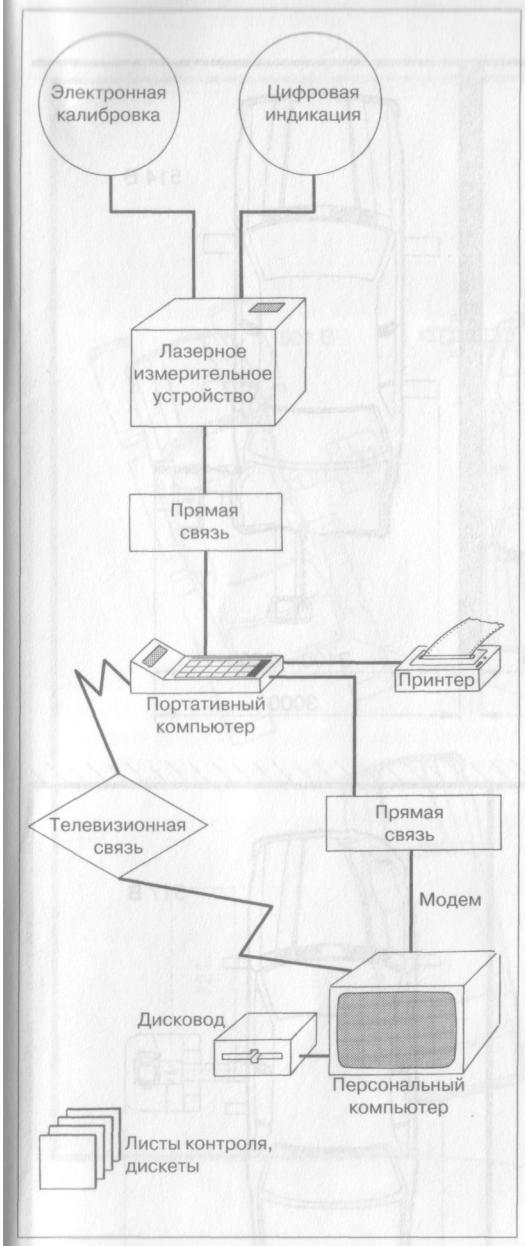


Рис. 11.23. Передача информации для составления протокола измерения: 1 — подъемная платформа параллелограммного типа; 2 — наклонный въезд; 3 — стенд для правки

На этой маленькой площади устанавливают стенд для правки компактной конструкции с встроенной гидравлической системой, что позволяет использовать очень короткую консоль.

Кроме того, Autorobot предлагает различные системы правки, сконструированные по принципу агрегатирования, когда основной рабочий узел минимального размера удачно комбинируют с дополнительными устройствами, превращая его в комплектный стенд для правки. Фирма Autorobot называет такую модульную систему «сателлитной» (рис. 11.25). Это название отражает сущность системы. Сателлитом (спутником) астрономы называют небесное тело (например, луну), вращающееся вокруг какой-либо планеты. Роль «сателлита» в рассматриваемой системе выполняет подъемное устройство (рис. 11.26), которое способно обслужить до четырех стендов для правки («планет»), причем речь идет как о небольших, так и о крупных стендах, в зависимости от свободной рабочей площади, удобства выполнения работ (рис. 11.27) и производительности процесса правки. Возможность размещения «сателлитной» системы на ограниченной производственной площади имеет очень большое значение. Так рассчитано и реализовано на практике размещение на площади всего в 11 x 12 м пяти рабочих мест. При этом все стенды для правки комплектуют взаимозаменяемыми наклонными въездами (рис. 11.28). Измерительная дуга универсальной измерительной системы Autorobot очень удачно приспособлена для определения параметров верха кузова.

В рассматриваемую концепцию оптимального использования рабочей площади очень удачно вписывается мобильное и системно оформленное рабочее место Horrido (рис. 11.29). Учитывая недостаток площади для рабочего места-2000, логично разместить инструменты и приспособления в непосредственной близости от выполняющего ремонт работника. Ручной инструмент размещают таким образом, чтобы его было удобно взять, находясь в любой точке ограниченного рабочего пространства. Например, рядом с аппаратом для контактно-точечной сварки подвешивают электроды разной длины и слесарный инструмент. Недалеко располагаются необходимые для

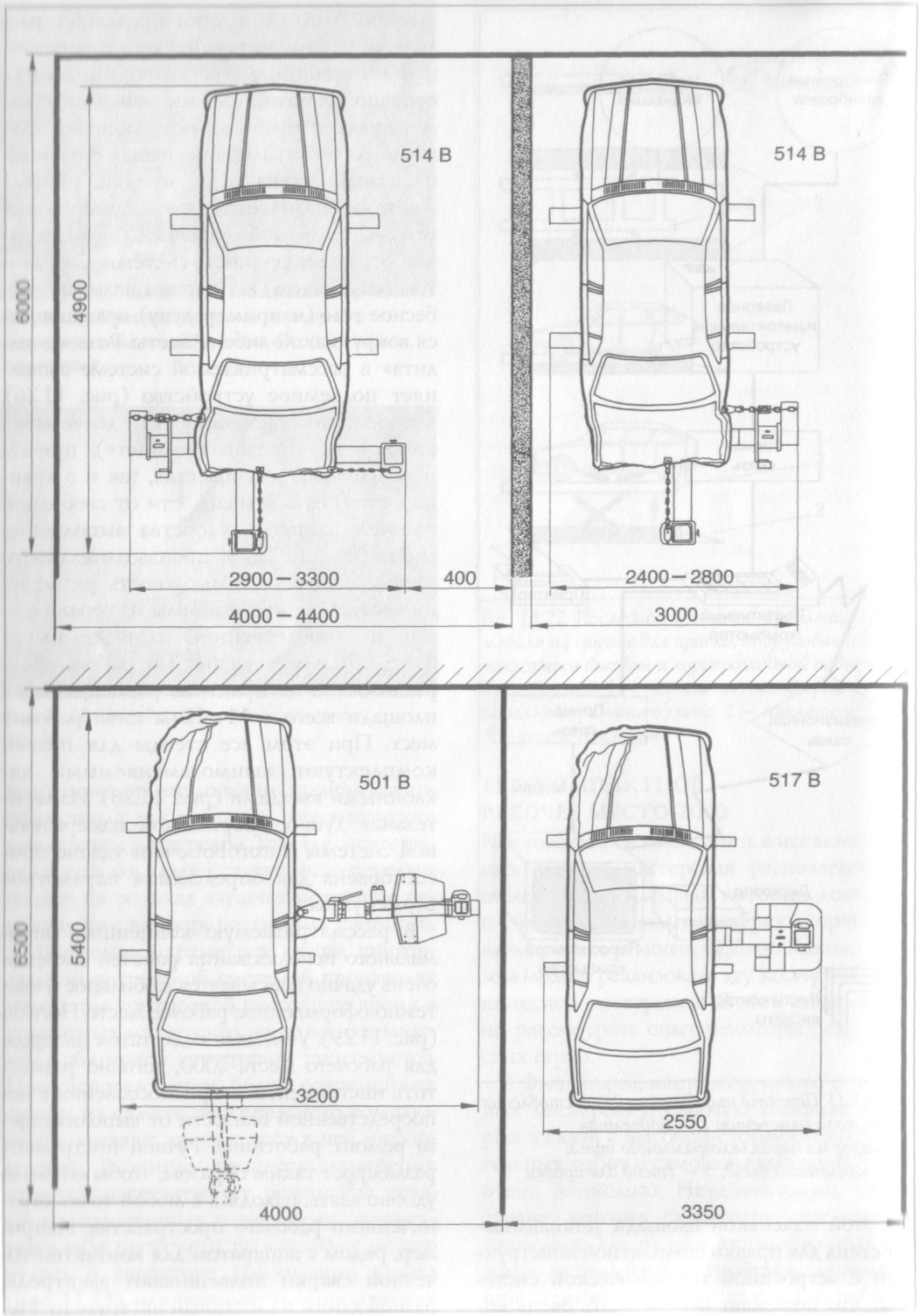


Рис. 11.24. Рабочее место при использовании некоторых систем фирмы Autorobot для правки кузовов

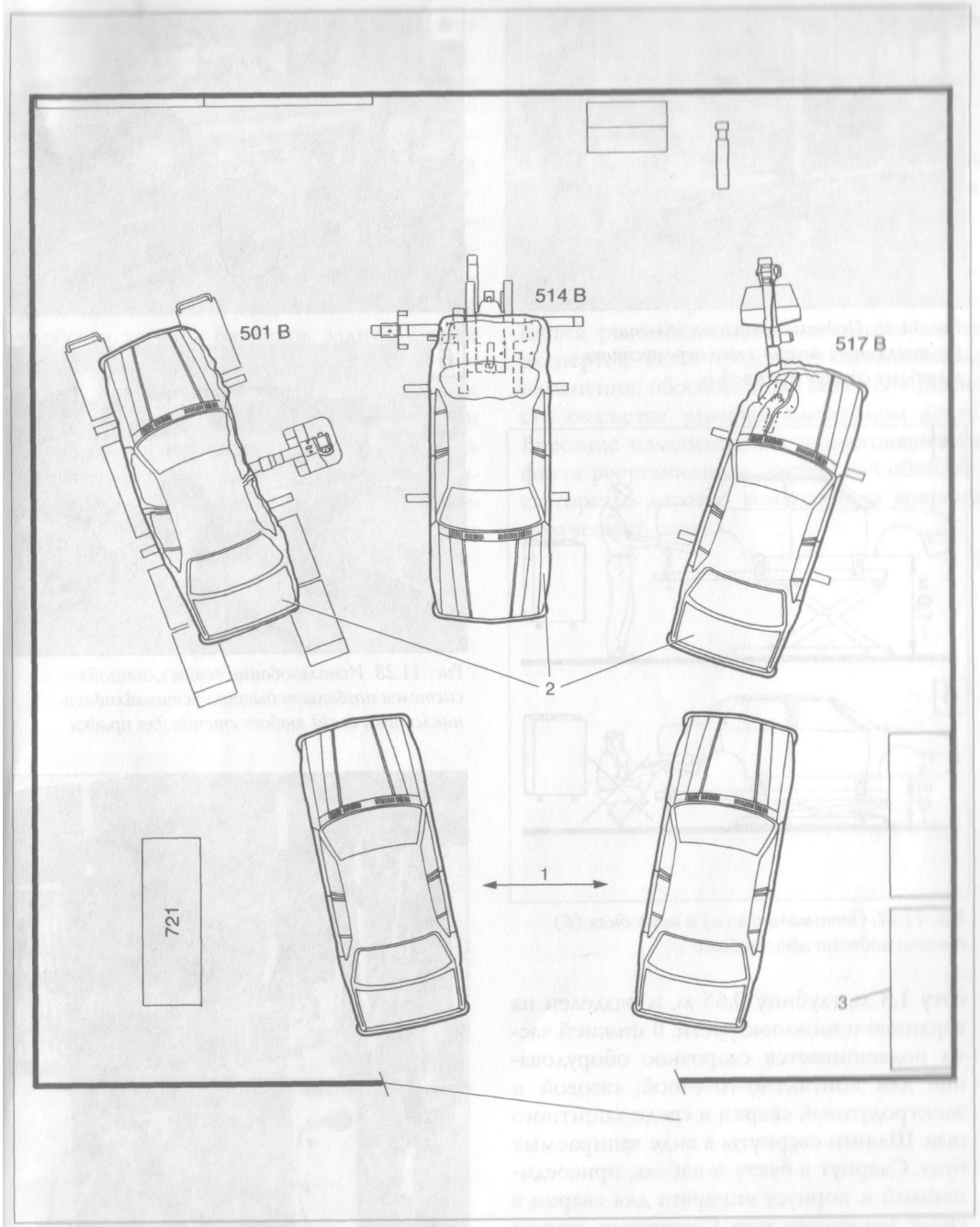


Рис. 11.25. Пять рабочих мест для правки кузовов в небольшой мастерской при достаточной зоне обслуживания вокруг каждого автомобиля: 1 — площадки для монтажа; 2 — «сателлитное» исполнение рабочих мест для правки кузовов; 3 — контейнер

шлифовки принадлежности: защитные очки, наушники, клейкая лента для защиты лаковой поверхности и т. п.

Horrido представляет собой шкаф на четырех поворотных роликах, который имеет следующие габариты: ширину 1,6 м, вы-

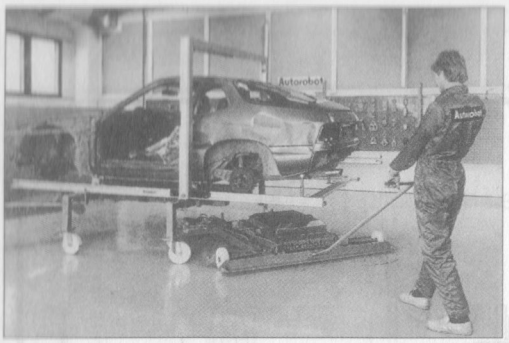


Рис. 11.26. Подъемное приспособление («сателлит») можно легко переместить к любому стенду для правки

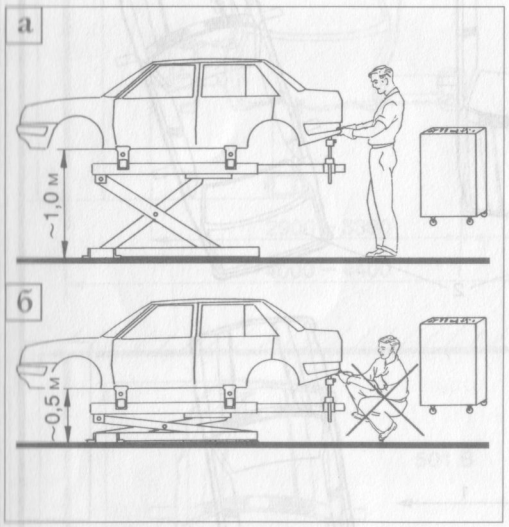


Рис. 11.27. Оптимальная (а) и неудобная (б) высота подъема автомобиля

соту 1,8 м, глубину 0,65 м, и разделен на верхнюю и нижнюю части. В нижней части подвешивается сварочное оборудование для контактно-точечной, газовой и электродуговой сварки в среде защитного газа. Шланги свернуты в виде запираемых бухт. Свернут в бухту и кабель, присоединяемый к корпусу аппарата для сварки в среде защитного газа. Сварочные щипцы аппарата для контактно-точечной сварки уложены в специальный выдвижной ящик. В той части шкафа, где хранятся сварочные аппараты, находятся три розетки на 220 В и одна на 380 В. Рядом располагаются стационарно подсоединен-

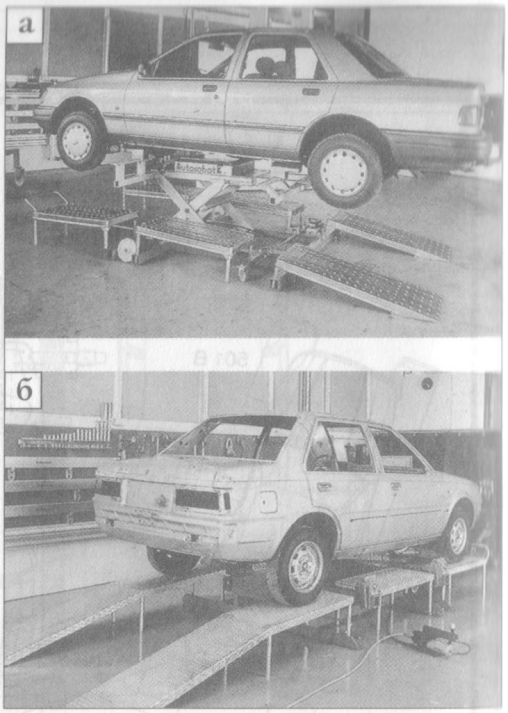


Рис. 11.28. Использование «сателлитной» системы позволяет быстро устанавливать наклонный въезд любого стенда для правки

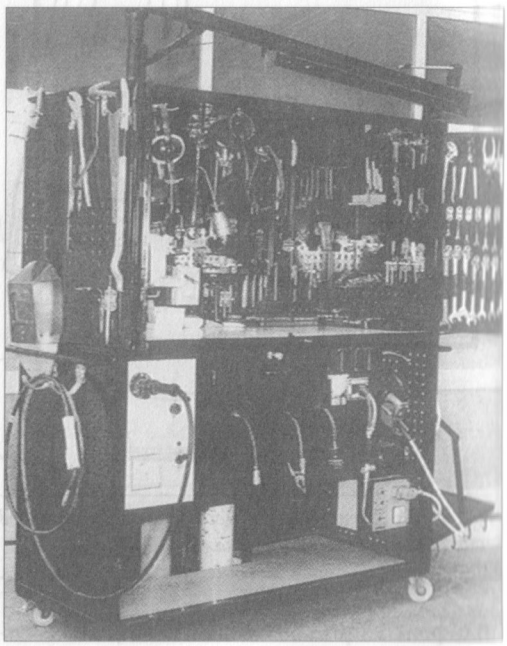


Рис. 11.29. Мобильное компактное рабочее место Horrido для ремонта кузовов

ный к шкафу удлинитель на 220 В и шланг со сжатым воздухом, смотанный в запираемую бухту. Для пользования всеми аппаратами необходим лишь один ввод сжатого воздуха и одна розетка на 380 В. Обеспечение напряжением 220 В осуществляется от трансформатора. Та часть шкафа, в которой находятся сварочные аппараты, герметично закрывается. В задней части шкафа находятся запасные баллоны с кислородом, ацетиленом и защитным газом. Для удобства замены баллонов задняя стенка легко снимается.

Верхняя часть шкафа предназначена для инструментов и снабжена двустворчатыми дверями. Любая часть двери может быть откинута и зафиксирована на корпусе шкафа. Инструментальное отделение выполнено из перфорированного листа, благодаря чему снаружи очень удобно развешивать инструменты.

В данной главе в связи с разнообразием параметров реальных ремонтных мастерских представлен лишь краткий обзор наиболее интересных технических решений относительно организации рабочего места для ремонта кузовов. При намерении расширить мастерскую, создать дополнительные площади или оптимизировать производственный процесс следует воспользоваться рекомендациями соответствующих экспертов. Если предстоят кардинальные изменения, обоснованный совет специалиста окажется удачным вложением денег. Внесение изменений после состоявшегося факта реорганизации мастерской обойдется гораздо дороже, чем плата за вовремя полученный совет.

глава 12

РЕМОНТНОЕ ОКРАШИВАНИЕ КУЗОВОВ

В процессе ремонта необходимо тщательно защищать кузов от коррозии. При этом недостаточно ограничиться только защитой основания кузова заполнением скрытых полостей, первичной обработкой сварных точек и герметизацией сварных швов. Нельзя забывать, что антикоррозионная защита должна начинаться уже с момента первичной подготовки чистого листового металла, а заканчиваться заполнением скрытых полостей после нанесения покрывного лака. Для работника, занятого восстановлением кузова, это означает, что он обязан хорошо разбираться в проблемах окрашивания. Ведь именно он работает с чистым листовым металлом и, следовательно, закладывает основу для последующего создания системы лакокрасочного покрытия.

Необходимость такого знания обусловлена также тем, что многие детали кузова бывают доступны лишь перед приваривании новых деталей и поэтому подлежат окрашиванию (например, внутренние стенки боковин, основание кузова, зоны порогов и колесных ниш), которое обязан осуществлять именно жестянщик. К таким внутренним поверхностям примыкают переходные зоны, которые впоследствии должен окрасить маляр (например, рамки дверей). Качество подготовки к окрашиванию этих переходных зон зачастую является причиной расхождения во мнениях маляра и жестянщика. Маляр иногда бывает не удовлетворен качеством предварительной работы, предъявляет претензии к неквалифицированной подготовке основы для лакокрасочного покрытия, — ему приходится отшлифовывать соответствующие места до чистого металла и заново создавать правильную структуру лакокрасочного покрытия. Приведем пример неквалифицированной работы жестянщика: на поверхность, которая прежде была покрыта термопластичным лаком, он нанес лак на основе синтетической смолы, не удалив предварительно старое покрытие. Ни один маляр не сможет работать с такой переходной зоной, поскольку термопластичное покрытие будет размягчаться под действием растворителя.

Целью излагаемого ниже материала является предупреждение подобных недоразумений. Для лучшего понимания материала вкратце будет рассмотрена технология окрашивания кузова в заводских условиях. Поскольку процесс ремонтного окрашивания зависит от применяемых материалов и структуры лакокрасочного покрытия, в качестве примера для более ясного представления об этом процессе мы приведем способ ремонтного окрашивания, разработанный фирмой Glasurit, основным направлением деятельности которой является производство лакокрасочной продукции.

12.1. ОКРАШИВАНИЕ КУЗОВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ

В настоящее время в технологии производства автомобилей используют главным образом трехслойное лакокрасочное покрытие кузова. Основными технологическими операциями при окрашивании кузова являются следующие (рис. 12.1): нанесение грунта способом электрофореза (погружением кузова в электрофорезную ванну), нанесение распылением промежуточной грунтовки, а затем покрывного слоя краски и лака. В отдельных случаях прибегают к четырехслойной окраске, то есть, прежде чем произвести покрывное окрашивание, наносят дополнительный промежуточный слой лака, так называемого лака первого покрытия, цветовой тон которого приблизительно соответствует цвету покрывной краски. Дополнительное промежуточное покрытие особенно целесообразно нано-



Рис. 12.1. Схема антикоррозионной защиты кузова и окраски трехслойным покрытием на примере автомобиля Mercedes-Benz S-класса (1991 г.)

сить, если цветовой тон, создаваемый одной покрывной краской, недостаточно сочен из-за его относительно невысокой укрывистости (например, если в качестве покрывной используется краска с перламутровым эффектом). Если такую краску наносить распылением без дополнительного промежуточного покрытия, приемлемую укрывистость можно обеспечить, лишь сильно увеличив толщину покрытия, а это препятствует нормальной сушке и приводит к образованию многочисленных дефектов покрытия. Преимущества нанесения дополнительного промежуточного покрытия проявляются и при ремонтном окрашивании кузова. Правда, в данном случае речь идет о нанесении не дополнительного лака, а тонирующего порозаполнителя.

12.2. ТЕРМИНОЛОГИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ

Чтобы между жестянщиком и маляром не возникало недоразумений, следует дать некоторые пояснения относительно терминов, используемых при ремонтном окрашивании кузовов.

12.2.1. Ремонтное окрашивание автомобиля, подлежащего продаже

В этом случае должна быть выполнена весьма трудоемкая работа, связанная с тщательным шпатлеванием поверхности и ее следующим нанесением порозаполните Затем проводится тонкое шлифование верхности, поскольку визуально обнаруж ваемые дефекты покрытия в данном слу совершенно неприемлемы.

12.2.2. Окрашивание кузова эксплуатируемого автомобиля

Как свидетельствует название, такое монтное окрашивание должно периоди ски производиться в процессе эксплуа ции автомобиля для поддержания кузо надлежащем состоянии. При этом не дят из того, что на лаковом покрытии на ются подлежащие устранению царап и вмятины. По сравнению с предыду ситуацией в данном случае работа шпатлеванию и шлифованию менее тру емка.

12.2.3. Предпродажное окрашивание или окрашивание подержанного автомобиля

Такое окрашивание производят в том чае, если полирование лакового покры больше уже не способно обеспечить по жительный эффект. Этот вариант окра вания является наиболее оптимальны точки зрения ремонтных затрат, так трудоемкие процессы шлифования и по сения порозаполнителя исключаются. верхность кузова после удаления грязи ржавчины просто покрывают средст предназначенным для повышения адге

Таблица 12.1. Типы лакокрасочных покрытий и способы их идентификации

Тип лакокрасочного покрытия	Способ идентификации
Покрытия на основе нитроцеллюлозной эмали или термопластичной полиакриловой смолы	Смочить кусок белой ткани в растворителе для нитроэмали и потереть поверхность кузова в незаметном месте. Лакокрасочное покрытие размягчится и ткань окажется окрашенной
Отсутствие отверждения лакокрасочного покрытия	Смочить кусок белой ткани в растворителе для нитроэмали и потереть поверхность кузова в незаметном месте, в результате чего произойдет набухание или травление покрытия
Одно- или двухслойное лакокрасочное покрытие («металлик», универсальное покрытие или «эффектное» покрытие)	Перочинным ножом поскоблить верхний слой покрытия. Если образуются частички молочно-белого цвета, речь идет о прозрачном внешнем слое двухслойного лакокрасочного покрытия

а затем способом «мокрый по мокрому» наносят покрывной лак.

12.2.4. Техника окрашивания Blend-In

При частичном окрашивании автомобиля переход от восстановленной свежеокрашенной поверхности к старому лаковому покрытию бывает более или менее заметен. Применение техники Blend-In обеспечивает плавный, практически незаметный переход от нового цветового тона к старому. Чтобы добиться такого эффекта, на восстановленное место, как обычно, наносят покрывную краску, а затем распыляют эту же краску на зону перехода к остальной поверхности. В заключение всю свежеокрашенную поверхность покрывают прозрачным лаком. При этом зона нанесения прозрачного лака должна распространяться вплоть до соответствующих кромок деталей кузова или зазоров между этими деталями. Если таких ограничивающих контуров нет (например, если устраняется дефект крыши), переходную зону следует отполировать. При использовании способа Blend-In окрашиванию подлежит относительно большая поверхность по сравнению с подвергнутой непосредственному восстановлению, однако цветовые различия, как правило, удается практически полностью сгладить.

12.3. ТИПЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ И СПОСОБЫ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Прежде чем приступить к ремонтному окрашиванию кузова, необходимо установить тип старого лакокрасочного покрытия, поскольку возможна несовместимость старой и ремонтной краски. Благодаря идентификации старого покрытия (см. табл. 12.1) обычно удается выбрать правильную технологию ремонтного окрашивания.

Каким образом можно определить тип старого лакокрасочного покрытия? Изготовители лакокрасочных материалов обычно выпускают проспекты, которые содержат информацию о том, какие марки краски применяются для окрашивания тех или иных моделей. Эти проспекты могут оказаться ценным подспорьем для идентификации лакокрасочного покрытия восстанавливаемого автомобиля. Кроме того, в этих проспектах содержатся указания по технологии нанесения каждой из красок. Например, если речь идет о красках на основе термопластичных полиакриловых смол, при выборе технологии окрашивания следует учитывать чувствительность этих красок к растворителям.

12.3.1. Контроль цветового тона

Если при окрашивании какой-либо детали кузова необходимо обработать зону перехода от внутренней поверхности к наружному лакокрасочному покрытию, должен быть произведен подбор цветового тона краски, предназначенной для ремонтного окрашивания. Для этого следует нанести ремонтную краску распылением на пробный кусок кузовной стали (окрашивание кистью не допускается). После сушки покрытия следует сравнить соответствующие цветовые тона. Если речь идет о покрытии типа «металлик», для изготовле-

ния сравнительного образца следует использовать ту композицию, которую наносили при изготовлении оригинального лакокрасочного покрытия. Цветовой тон и яркость окраски очень сильно зависят от особенностей техники нанесения краски (давления распыления, вязкости краски, способа распыления, расстояния от краскораспылителя до окрашиваемой поверхности и т. п.).

Если подобранный цветовой тон не соответствует цвету лакокрасочного покрытия автомобиля, ситуация оказывается достаточно критической: без применения устройства для подбора цвета краски маляр будет не в состоянии произвести требуемую подгонку цветового оттенка. Тогда лучше, если он ограничится окрашиванием лишь внутренней стороны, а переходную зону обработает таким образом, чтобы у полировщика впоследствии не возникло никаких проблем.

12.4. РЕМОНТНОЕ ОКРАШИВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Работник ремонтной мастерской должен ясно понимать, что трудозатраты, связанные с непосредственным окрашиванием поверхности для придания ей определенного цветового тона, составляют не более 10 % от общих затрат труда на окрашивание кузова. Почти 90 % рабочего времени уходит на то, чтобы подготовить поверхность к нанесению лакокрасочного покрытия.

12.4.1. Подготовка поверхности к окрашиванию

Удаление ржавчины. В первую очередь следует основательно очистить металлическую поверхность, которая, возможно, покрыта ржавчиной. Если пятна ржавчины не удается устранить обычным шлифованием, может потребоваться пескоструйная обработка.

Очистка и шлифование. Следующей стадией подготовки поверхности является ее очистка. В общем случае, прежде чем перейти к следующим технологическим операциям, отшлифованную до металлического



Рис. 12.2. Материалы для очистки и шлифования поверхности

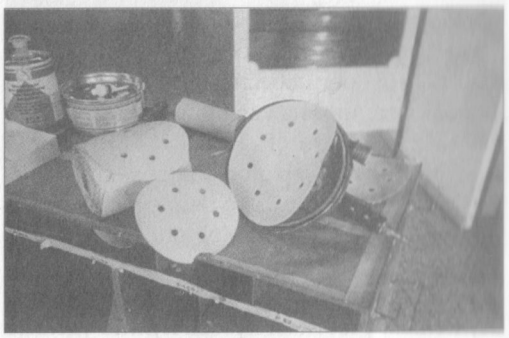


Рис. 12.3. Гибкая тарелка эксцентриковой шлифовальной машинки с наклеенной наждачной бумагой (бумага бывает двух разных диаметров)



Рис. 12.4. Обработка поверхности шлифовальной машинкой с отсосом образующейся пыли

блеска поверхность следует протереть специальным очищающим средством и растворителем (рис. 12.2). Недопустимо использовать восстановленные растворители, поскольку в них могут содержаться загрязняющие примеси. Далее следует приступить к шлифованию, используя наждачную бумагу

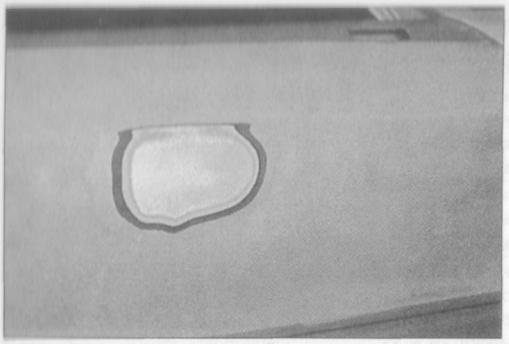
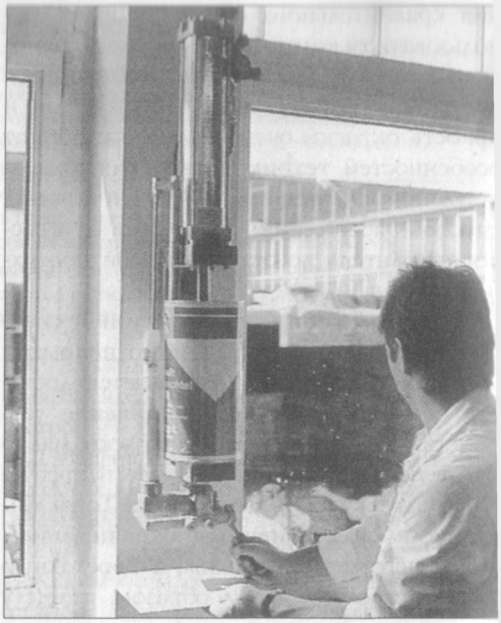


Рис. 12.5. Отшлифованная поверхность луженого участка кузова

зернистостью Р 80 (рис. 12.3). Плавный переход от металлической к покрытой краской поверхности обеспечивается благодаря использованию наждачной бумаги меньшей зернистости (Р 120 и Р 180). После шлифования поверхность необходимо еще раз протереть средством для очистки, а затем средством для удаления смол и силикона.

Подготовка луженой поверхности. Луженым участкам кузова нужно уделять особое внимание. Следует полностью удалять флюс, что в особенности относится к краевым зонам. Для этого луженые детали протирают щелочным обезжиривающим средством (3%-ным раствором аммиака), а затем промывают горячей водой. Затем поверхность тщательно протирают специальным очистителем. В заключение ее протирают ветошью, смоченной в растворителе. Далее производят шлифование поверхности (рис. 12.4). Если используют угловую шлифовальную машинку (с гибкой тарелкой), на поверхности могут оставаться грубые царапины, поэтому необходимо дополнительное тонкое шлифование (рис. 12.5). Затем всю обрабатываемую поверхность вновь очень тщательно протирают специальным очистителем для металла, а также средством для удаления смол и силикона.

В заключение напомним, что использовать пайку для ремонта деталей из алюминия не допускается в связи с опасностью возникновения электролитической коррозии этого металла (см. подразд. 5.2).



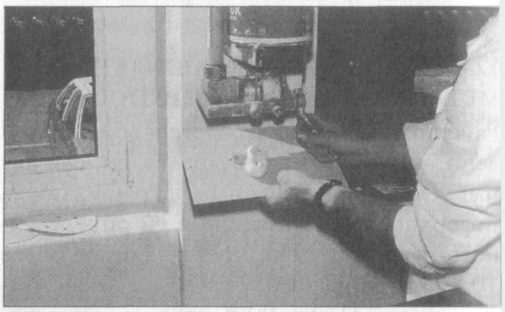


Рис. 12.6. Смешивание шпатлевки и отвердителя в дозаторе обеспечивает точное соотношение компонентов

12.4.2. Шпатлевание

Нанесение шпатлевки. Полиэфирную шпатлевку смешивают в заданной пропорции с отвердителем (рис. 12.6). Смесь наносят на восстанавливаемую поверхность шпателем, конфигурация которого соответствует форме кузова в месте ремонта. Между прочим, существуют универсальные шпатлевки, которые обладают высокой адгезией к любым металлическим подложкам (стали, алюминию, луженой и оцинкованной стальной поверхности). Следует соблюдать особую осторожность, если шпатлеванию подлежат и смежные по отношению к восстанавливаемому месту зоны старого ла-

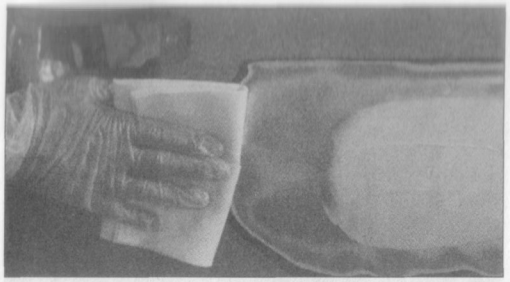


Рис. 12.7. Проверка чувствительности старого лакокрасочного покрытия протиркой тканью с растворителем

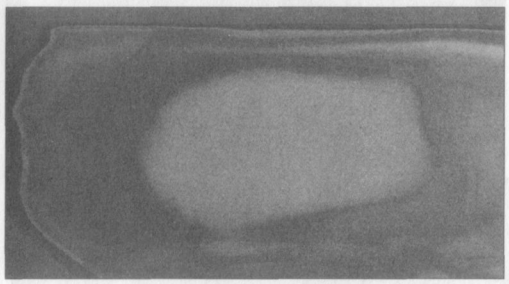


Рис. 12.8. Зоны поверхности, обработанной шлифованием

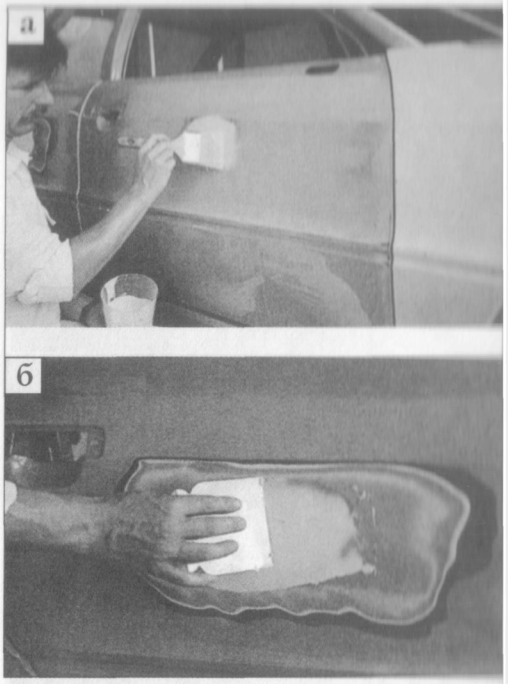


Рис. 12.9. Нанесение шпатлевки кистью (а) и шпателем (б)

кокрасочного покрытия. В этом случае предварительно проверяют чувствительность старого лакокрасочного покрытия к растворителю, для чего следует приложить на минуту к отшлифованной поверхности старого лакокрасочного покрытия ветошь (рис. 12.7), смоченную в растворителе полиакриловых смол, а затем провести по покрытию ногтем. Если обнаружится, что старое покрытие размягчилось, наносить шпатлевку нельзя. В подобном случае нужно отшлифовать бóльшую поверхность, чем требуется зашпатлевать, в результате чего в обработанном месте образуются три следующие зоны (рис. 12.8):

- зашпатлеванная область;
- блестящий металл, окружающий зашпатлеванное место;
- старое лакокрасочное покрытие.

Старое лакокрасочное покрытие в краевых зонах подлежит шлифованию мелкозернистой наждачной бумагой (Р 240 — Р 280).

Шлифование зашпатлеванной поверхности. После выдержки в течение времени, требуемого для отверждения шпатлевки, зашпатлеванный участок следует отшлифовать наждачной бумагой с зернистостью Р 80. Затем кистью или шпателем наносят тонкий слой шпатлевки (рис. 12.9). После отверждения поверхность снова шлифуют наждачной бумагой Р 80 (рис. 12.10 и 12.11). Далее целесообразно нанести кистью контрольный (выявительный) слой краски черного цвета (рис. 12.12, а), которую предварительно перемешивают со смесью, состоящей на 90 % из растворителя акриловых смол и на 10 % из комбинированного порозаполнителя на нитроцеллюлозной основе. Краску стирают сразу после нанесения и производят тонкое шлифование поверхности наждачной бумагой Р 150 — Р 240. Благодаря черному цвету контрольной краски выявляются образовавшиеся при шлифовании бороздки и поры (рис. 12.12, б), которые подлежат дополнительному шпатлеванию.

Альтернативой тонкому шпатлеванию является нанесение шпатлевки кистью. Преимущество этого способа состоит в том, что кистью гораздо легче зашпатлевать закругления и углы.

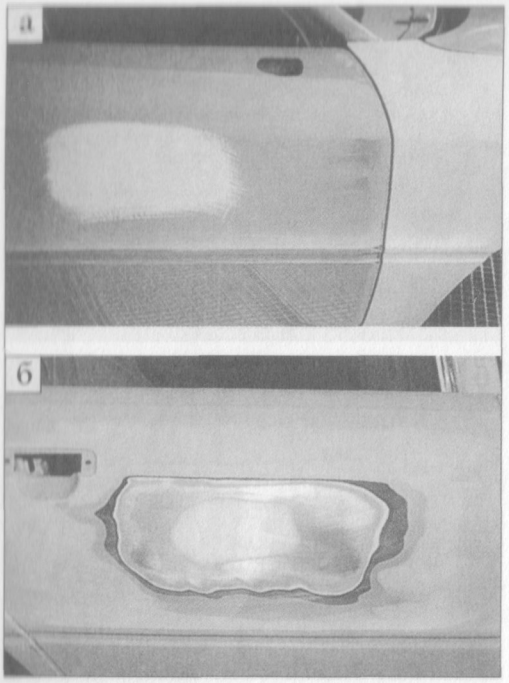


Рис. 12.10. Внешний вид поверхности после шпатлевания кистью (а) и шпателем (б)

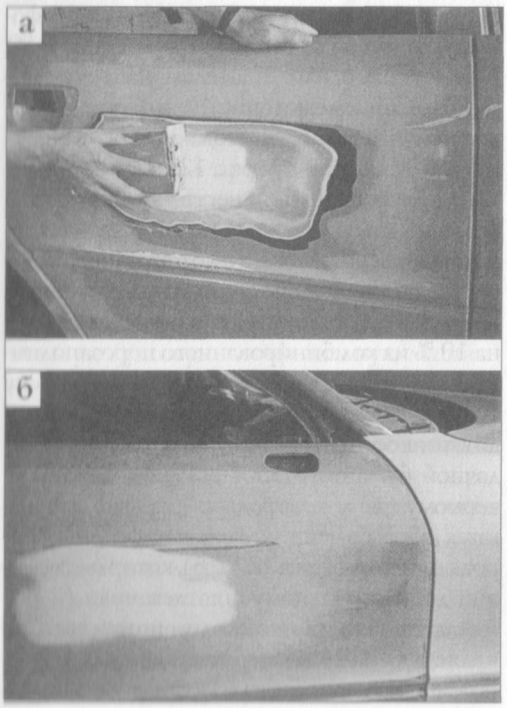


Рис. 12.11. Ручное шлифование (а) и дефект (б), образующийся при шлифовании

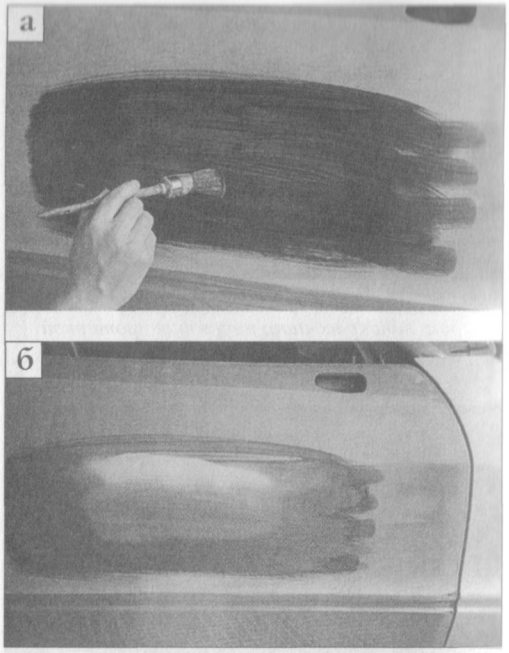


Рис. 12.12. Нанесение контрольной краски (а), протирание и шлифование: становятся заметными небольшие углубления (б)

Внимание! При ремонте кузова из алюминиевого или оцинкованного стального листа перед нанесением шпатлевки на восстанавливаемую поверхность, если отсутствует специально предназначенная для этих материалов шпатлевка, следует нанести распылением реактивный грунт.

На рис. 12.13 представлены материалы и приспособления, необходимые для выполнения работ по шпатлеванию и последующему шлифованию. Защиту поверхностей кузова, не подлежащих нанесению покрытий, производят с помощью липкой ленты, которую хранят на подставке (рис. 12.14). Границы защиты поверхностей, не подлежащих окрашиванию, необходимо совмещать с кромками деталей или зазорами между ними (рис. 12.15).

12.4.3. Нанесение промежуточных покрытий

Дополнительная антикоррозионная защита. При шлифовании зашпатлеванных участков кузова в некоторых местах



Рис. 12.13. Материалы и приспособления, используемые при шпатлевании и шлифовании восстанавливаемых поверхностей (слева направо): очищающее средство, защитные перчатки, шпатель, кисть для нанесения шпатлевки, эксцентриковая шлифовальная машинка, контрольная краска, колодка для ручного шлифования

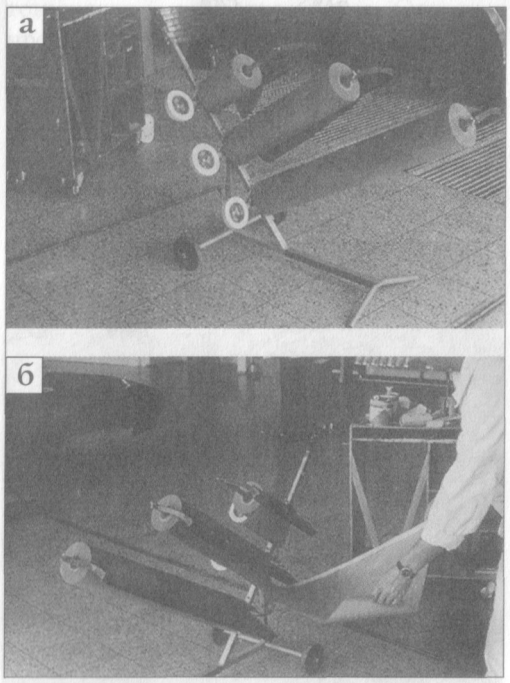


Рис. 12.14. Подставки для клейкой защитной бумаги (а) с автоматическим приготовлением узких полос (б)

может проступить металл. На такие места следует нанести дополнительную защиту от коррозии. Такая защита выполняет несколько функций. Во-первых, является промежуточным покрытием между металлом кузова и покрывным слоем краски.



Рис. 12.15. Границы защиты мест, не подлежащих окрашиванию, задаются кромками деталей кузова и зазорами между ними

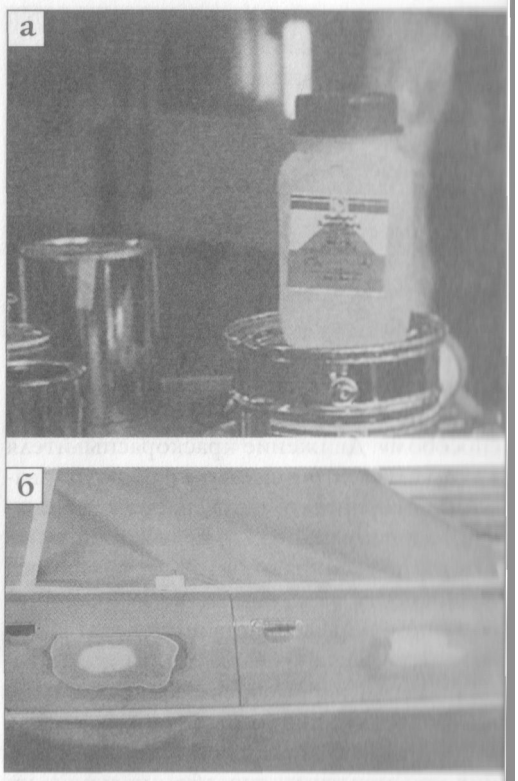


Рис. 12.16. Смешивание компонентов для дополнительной коррозионной защиты в заданном соотношении (а) и нанесение тонкого слоя смеси (б)

Во-вторых, предотвращает коррозию ку зова и улучшает адгезию. И наконец, она выполняет функцию порозаполнителя. Выдержка перед дальнейшей обработкой поверхности при 20 °С должна составлять около 15 мин.

Нанесение грунта-порозаполнителя. Грунт-порозаполнитель наносят на всю восстанавливаемую поверхность, предварительно смешав компоненты (рис. 12.16). В качестве грунта в большинстве случаев используют не содержащий хроматы полиуретановый порозаполнитель. Нанесение осуществляют двухслойным распылением. После первого нанесения ждут, пока образуется однородная матовая поверхность. После второго нанесения покрытие сушат в печи при температуре около 60 °С в течение 20 мин. Естественная сушка (при 20 °С) обычно длится 1,5–2 ч. Толщина слоя грунта составляет 50–60 мкм.

Следует пояснить, что подразумевается под термином «нанесение распылением». Речь идет о равномерном перемещении краскораспылителя с определенной скоростью вдоль всей обрабатываемой поверхности (рис. 12.17). Линия перемещения краскораспылителя должна быть параллельна поверхности (он должен оставаться на неизменном расстоянии от поверхности), а рука, удерживающая распылитель, не должна совершать виляющих движений (рис. 12.18).

Одно время часто использовали окрашивание так называемым «перекрестным способом». Движение краскораспылителя в этом случае начинали от края окрашиваемой поверхности, и пистолет перемещали слева направо, после чего возвращались в обратном направлении. Как только вся поверхность в результате такого зигзагообразного перемещения пистолета оказывалась покрыта краской, таким же зигзагообразным перемещением, но в направлении сверху вниз (и наоборот) наносили второй слой. Так, в результате окрашивания перекрестным способом поверхность оказывалась покрыта двойным слоем краски или грунта. В местах перекрещивания, однако, часто возникали скопления наносимого материала, и толщина покрытия в этих местах была соответственно недопустимо велика (рис. 12.19). В связи с этим пользоваться перекрестным способом нанесения покрытия не рекомендуется.

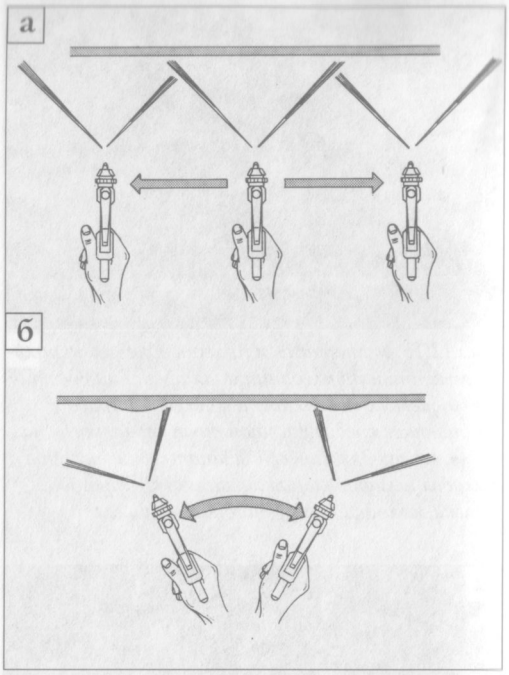


Рис. 12.17. Правильное (а) и неправильное (б) положение пистолета-распылителя при нанесении лакокрасочных материалов

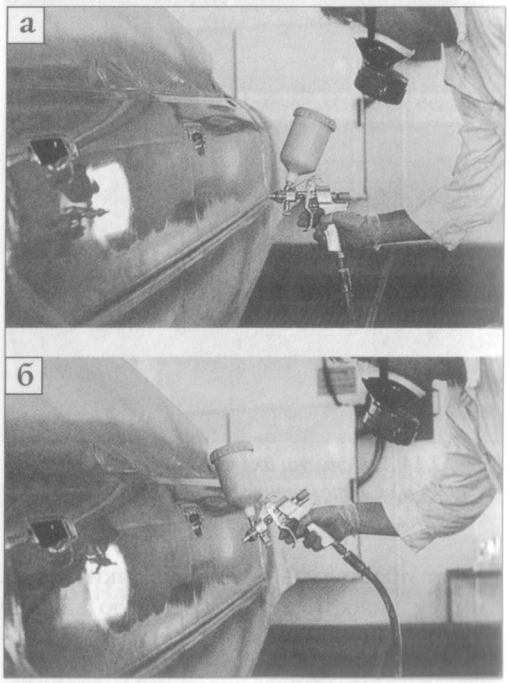


Рис. 12.18. Правильное (а) и неправильное (б) положение пистолета-распылителя

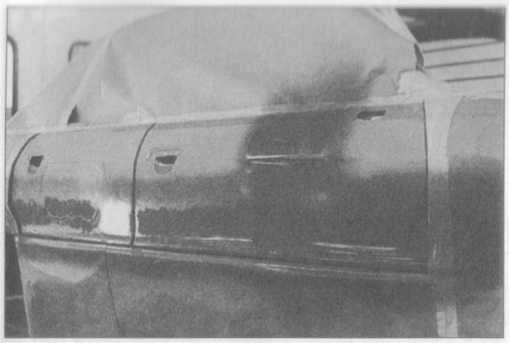


Рис. 12.19. Покрытия, полученные обычным (слева) и перекрестным (справа) способами распыления

Нанесение тонирующего порозаполнителя. Альтернативой упомянутому выше грунту-порозаполнителю может быть тонирующий порозаполнитель. Основное преимущество этого материала состоит в лучшей кроющей способности наносимой поверх него покрывной краски. В особенности это относится к цветовому тону краски с перламутровым эффектом. Кроме того, при нанесении тонирующего порозаполнителя становятся не так заметны сколы, образующиеся в результате ударов мелких камешков, поскольку его цвет приблизительно совпадает с цветом окончательно окрашенного автомобиля. К тонирующему наполнителю могут быть подмешаны остатки двухкомпонентной краски на основе полиакриловой смолы.

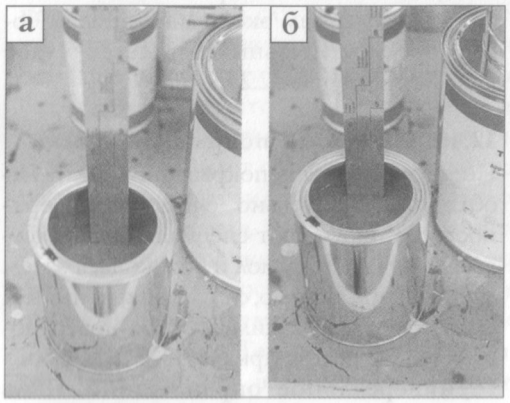


Рис. 12.20. Контроль смеси порозаполнителя с использованием специальной мерной линейки: а — количество смеси порозаполнителя с покровной краской; б — количество смеси после добавления разбавителя и отвердителя. (Правая шкала линейки позволяет контролировать все три компонента в нужном соотношении, так как банка каждый раз заполняется до соответствующей горизонтальной отметки)

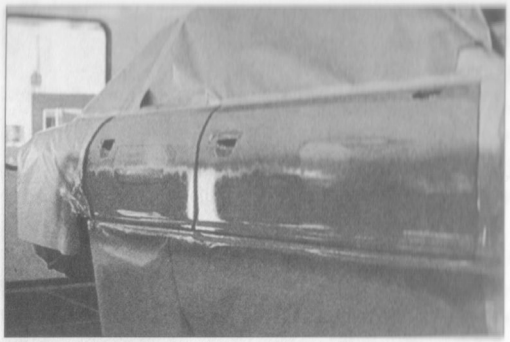


Рис. 12.21. Поверхность кузова сохраняет блеск, пока тонирующий или грунтующий порозаполнитель не высохнет

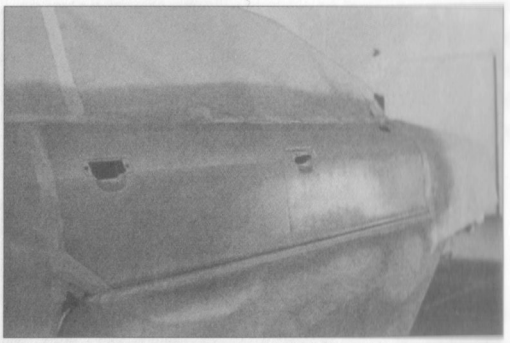


Рис. 12.22. Матовое покрытие поверхности, покрытой тонирующим порозаполнителем, указывает на то, что можно приступить к нанесению второго слоя порозаполнителя

Тонирующий порозаполнитель позволяет обеспечить высокую производительность окраски автомобиля и сократить число наносимых слоев, благодаря чему снижается общий расход лакокрасочных материалов.

Сначала тонирующий порозаполнитель смешивают с соответствующей покрывной краской. Затем в полученную смесь добавляют растворитель и отвердитель, причем соотношение трех этих компонентов составляет 1:1:1 (рис. 12.20). Порядок распыления и толщина образующегося покрытия аналогичны грунту-порозаполнителю. Нанесенное покрытие до сушки имеет блеск

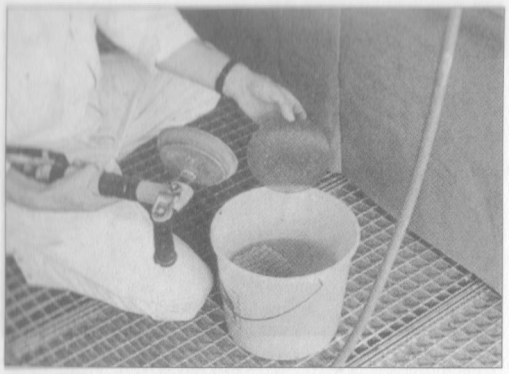
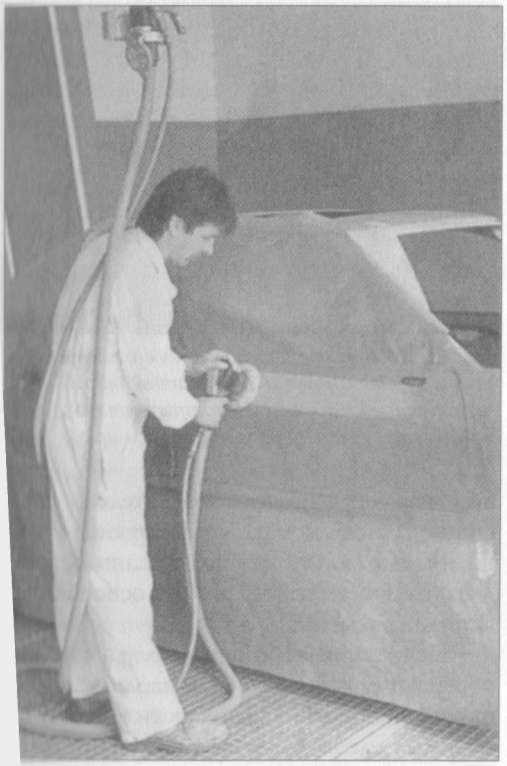


Рис. 12.23. Подготовка шлифмашинки к мокрому шлифованию сетчатой тканью



ис. 12.24. Сухое шлифование поверхности, крытой тонирующим порозаполнителем

нис. 12.21). Отверждение тонирующего розаполнителя, однако, несколько более одолжительно: сушку в печи при 60 °С оводят в течение 30 мин, при комнатной мпературе (20 °С) — около 3 ч. После шки поверхность покрытия порозаполтелем становится матовой (рис. 12.22).

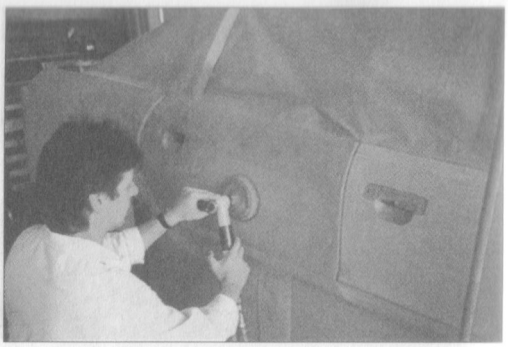


Рис. 12.25. Качество отшлифованной поверхности различными способами одинаково (передняя дверь — сухое, задняя дверь — мокрое шлифовние)

Шлифование поверхностей, покрытых грунтующим и тонирующим порозаполнителями. Шлифование поверхности, обработанной порозаполнителем того и другого вида, может быть произведено как мокрым, так и сухим способом. Для мокрого шлифования используется шлифовальная машинка с сетчатой тканью (рис. 12.23) в качестве абразивного материала, что соответствует зернистости Р 800 — Р 1000. Возможно ручное мокрое шлифование наждачной бумагой Р 600 — Р 800. Сухое шлифование (рис. 12.24) производят наждачной бумагой зернистостью Р 400. По соображениям экономии времени более предпочтительным является сухое шлифование (рис. 12.25).

12.4.4. Нанесение покрывной краски

Перед нанесением покрывной краски необходимо тщательно очистить поверхность. Ее протирают специальным средством для удаления смол и силикона, а затем специальной тканью, связывающей пыль. К подготовленной таким образом поверхности больше нельзя прикасаться пальцами.

Универсальное окрашивание. Пыль является одним из главных врагов процесса окрашивания, поэтому перед покрывным окрашиванием маляр, выполняющий эту операцию, должен надеть специальную одежду, которой он должен пользоваться только для проведения окраски или которая только что использовалась при приготовлении покрывного материала.

Покрывную краску готовят в смесительном устройстве или в жестяной банке, уже имея нужный цветовой оттенок. В настоящее время обычно используют двухкомпонентные краски на основе полиакриловой смолы, которые смешивают с необходимым количеством отвердителя. Универсальные краски наносят распылением в два слоя. После нанесения первого слоя ждут, пока покрытие не станет «сухим на отлип». После нанесения второго слоя, чуть выждав, приступают к сушке покрытия в печи или под действием инфракрасного излучателя. Время сушки при температуре 60 °С составляет около 30 мин. Хотя по завершении этого периода окончательного отверждения покрытия еще не происходит, однако к монтажу деталь уже готова. Период, который должен пройти, прежде чем можно воспользоваться автомойкой, составляет от 7 до 10 дней.

Двухслойное окрашивание («металлик», «эффектное», универсальное покрытие). После описанной выше подготовительной работы наносят основной слой краски, который определяет цветовой тон покрытия и желаемый оптический эффект. Основная краска является лишь частью общей системы лакокрасочного покрытия и в случае покрытия «металлик» или «эффектного» окрашивания, если она используется одна, покрытие не будет атмосферостойким, поэтому его всегда следует покрывать прозрачным лаком. Если речь идет об универсальном окрасочном покрытии, прозрачный лак используют не всегда, поскольку соответствующее основное покрытие обладает достаточной устойчивостью по отношению к обычным воздействиям и в отсутствие прозрачного лака. Тем не менее изготовители автомобилей все чаще используют прозрачный лак при универсальном окрашивании.

Готовят основную краску в соответствии с рекомендациями изготовителя и наносят в два слоя, толщина каждого из которых составляет 15–25 мкм. При распылении краски необходимо следить за отсутствием потеков на покрываемой поверхности. После нанесения первого слоя ждут, пока поверхность не станет однородной и матовой, после чего наносят второй слой и вновь ждут, пока не появится матовый блеск. После этого наносят также в два слоя прозрачный лак, а затем производят его сушку в тех же условиях, как и при универсальном окрашивании.

Для характеристики подготовительных композиций и систем покрывного окрашивания используют обозначения LS (низкое содержание твердой фазы), MS (среднее содержание твердой фазы) и HS (высокое содержание твердой фазы). Речь при этом идет о содержании твердых компонентов в составе указанных материалов. С точки зрения воздействия на окружающую среду это означает, что с увеличением содержания твердых частиц в краске неблагоприятное воздействие на окружающую среду при ее нанесении уменьшается.

12.4.5. Заключение по восстановительному окрашиванию металлической поверхности

Несмотря на то что существуют разные системы лакокрасочных покрытий, все соответствующие технологические процессы можно представить в следующем обобщенном виде:

- очистка подлежащей восстановлению поверхности;
- шлифование (пескоструйная обработка) поверхности;
- идентификация лакокрасочного покрытия восстанавливаемого кузова автомобиля;
- нанесение шпатлевки;
- шлифование зашпатлеванной поверхности;
- нанесение контрольной (выявительной) краски, ее стирание и шлифование поверхности;
- нанесение тонкого слоя шпатлевки шпателем (кистью);
- шлифование зашпатлеванной поверхности;
- дополнительная антикоррозионная защита (нанесение грунтового слоя на оголенные места поверхности кузова).

- нанесение грунта-порозаполнителя (тонирующего порозаполнителя);
- шлифование поверхности (мокрое или сухое);
- нанесение покрывного слоя краски распылением;
- нанесение прозрачного лака.

12.4.6. Виды дефектов покрытий, нанесенных на металлическую основу

Часто встречается следующая ситуация: казалось бы, и подготовительные работы, и само окрашивание проведены на требуемом уровне, однако спустя определенное время совершенно неожиданно обнаруживаются дефекты лакокрасочного покрытия. Перечисление всех известных видов дефектов и обсуждение вызвавших их появление причин заняло бы слишком много места. Поэтому ограничимся рассмотрением лишь тех из них, которые возникают вследствие допущенных маляром промахов в процессе подготовки кузова к окрашиванию или в результате неквалифицированного окрашивания наружных поверхностей и переходных зон.

На рис. 12.26 и 12.27 показаны дефекты лакокрасочных покрытий, возникших вследствие избыточного количества отвердителя и слишком интенсивного нагревания шпатлевочного слоя большой толщины при сушке. В обоих случаях происходит «вскипание» растворителя наружу через слой свеженанесенной краски.

Причинами образования пузырей (рис. 12.28) является также ранее рассмотренный эффект «вскипания» растворителя, только проявляемый не на свежеокрашенной поверхности, а позже. Образующиеся пузыри лопаются и появляются неровности. Подобный дефект появляется также в случае, если покрытие из порозаполнителя плохо просушено.

Под отслоившимся лакокрасочным покрытием обнаруживается подпленочная коррозия (рис. 12.29), причинами которой могут быть неудовлетворительная подготовка поверхности к окрашиванию, неустраненные следы от прикосновения к металлу пальцами, удары мелких камней. Отслоение

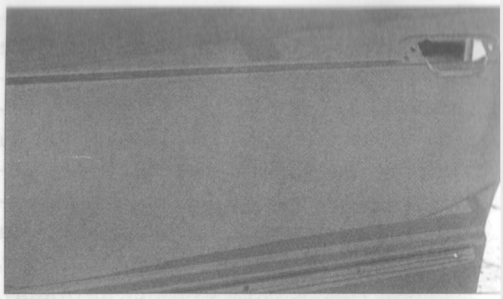


Рис. 12.26. Проявление на окрашенной поверхности полиэфирной шпатлевки (2 места) из-за передозировки отвердителя

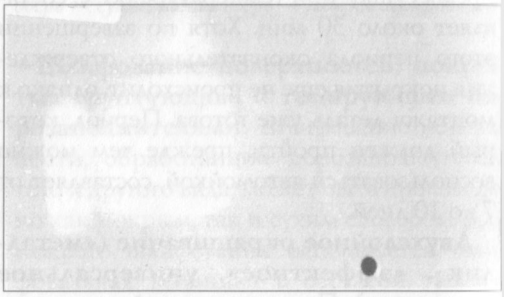


Рис. 12.27. Проявление лакового покрытия вследствие слишком большой толщины шпатлевочного слоя и резкого нагревания его при сушке

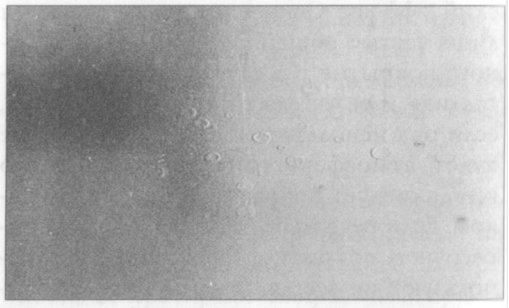


Рис. 12.28. Пузыри на окрашенной поверхности кузова

лакокрасочного покрытия с хорошо заметными следами грязи и ржавчины (рис. 12.30) является также следствием плохо подготовленной к окрашиванию поверхности.

Кроме того, на двух снимках (рис. 12.31 и 12.32) показаны дефекты, обусловленные спецификой эксплуатации автомобиля. На рис. 12.31 показаны повреждения вследствие удара мелких камней в процессе эксплуатации автомобиля. Если не принять защитные

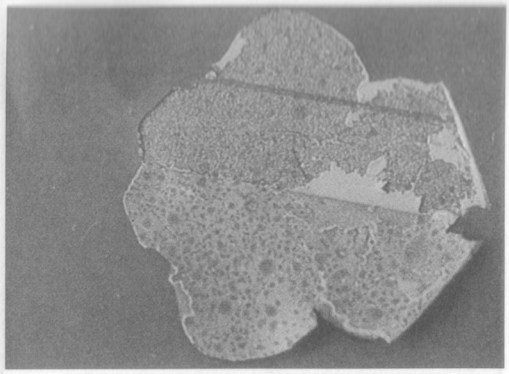


Рис. 12.29. Подпленочная коррозия под отслоившимся лакокрасочным покрытием

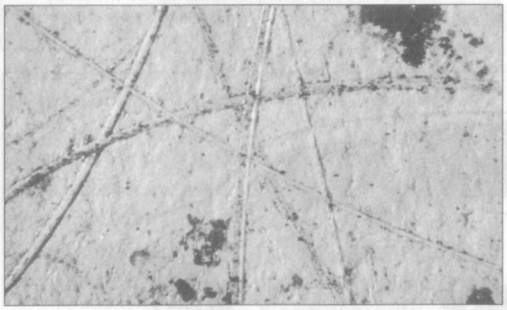


Рис. 12.30. Отслоение лакокрасочного покрытия из-за плохой подготовки поверхности к окрашиванию

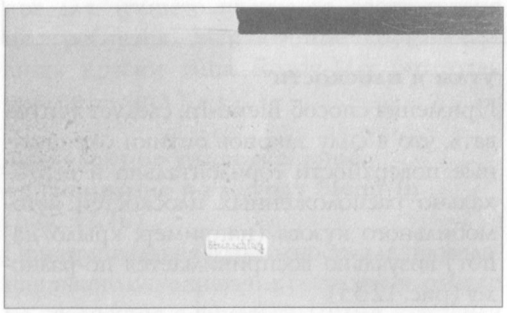


Рис. 12.31. Повреждения лакокрасочного покрытия от удара мелких камней в процессе эксплуатации автомобиля

меры, то эти дефекты могут принять вид, аналогичный показанному на рис. 12.29. В верхней части рис. 12.32 видно пятно смолы, попавшей на поверхность лакокрасочного покрытия в процессе эксплуатации автомобиля; в нижней части снимка показан измененный цвет покрытия после удаления смолы.

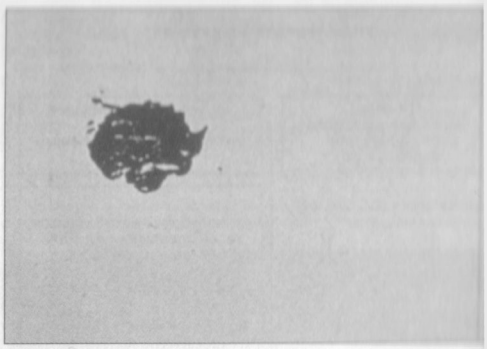


Рис. 12.32. Изменение цвета лакокрасочного покрытия после удаления смолы, попавшей с дорожного покрытия

12.4.7. Виды работ по окрашиванию кузова (из памятки для маляра 1993 г.

Принятая при ремонтном окрашивани кузовов терминология (рис. 12.33):

- полное окрашивание кузова — окраш вание всего кузова;
- частичное окрашивание кузова — окр шивание только части кузова;
- окрашивание детали кузова — окраш вание всей поверхности детали кузо или только ее части;
- окрашивание деталей кузова — окраш вание нескольких деталей кузова (вс их поверхности, только части поверхн сти или сочетание обоих вариантов).

Ниже рассматриваются наиболее ва ные положения, приведенные в памятке.

Изменение глубины цвета окраски от светлой к темной (и наоборот)

Следует обратить внимание на характе ный для лакокрасочного покрытия ти «металлик» (в качестве пигмента для прин товления соответствующей краски испол зуется грубо- и тонкодисперсная алюмини евая пигментная пудра) более или мен выраженный эффект, проявляющийся в и менении глубины цвета окраски покрыт от светлой к темной в зависимости от уг наблюдения. Если речь идет о перламутр вых пигментах, дополнительно наблюдае ся изменение цветового оттенка соответс вующего покрытия. В англоязычной ли ратуре подобные переходы принято об значать термином Flop (рис. 12.34, а).

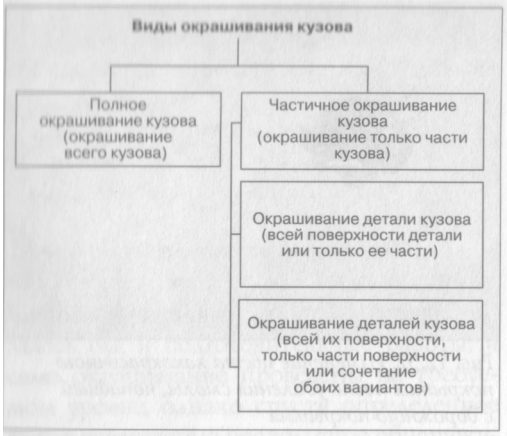


Рис. 12.33. Схема определения терминов «полное окрашивание» и «частичное окрашивание»

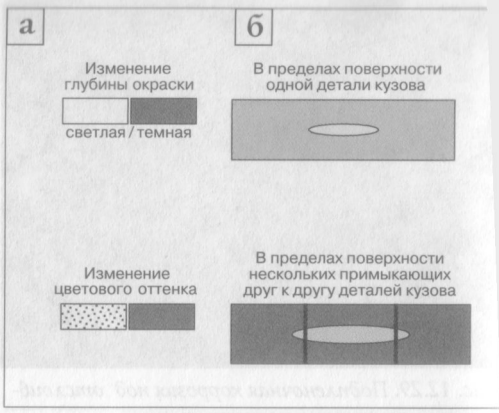


Рис. 12.34. Изменение глубины окраски/цвета покрытия (Flop, а) и окрашивание по методу Blend-In (б):

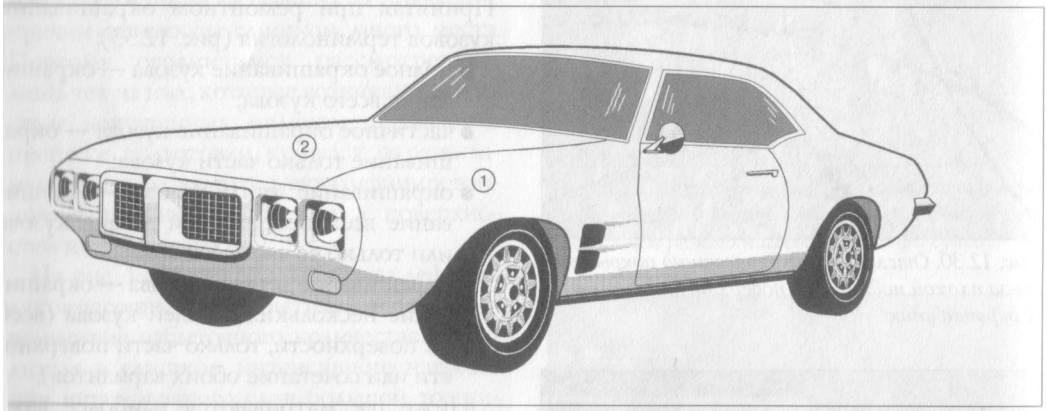


Рис. 12.35. Разница в степени блеска лакокрасочного покрытия вертикальной 1 и горизонтальной 2 плоскостей кузова (степени блеска горизонтальной и вертикальной плоскостей отличаются)

Ремонтное окрашивание по способу Blend-In (рис. 12.34,б)

Такой способ ремонтного окрашивания классифицируют в соответствии с тем, как оно осуществляется в пределах поверхности:

- одной детали кузова;
- нескольких примыкающих друг к другу деталей кузова.

При двух- или трехслойном окрашивании по мере возможности метод ремонтного окрашивания Blend-In следует применять в пределах поверхности одной детали кузова.

Углы и плоскости

Применяя способ Blend-In, следует учитывать, что в силу законов оптики окрашенные поверхности горизонтально и вертикально расположенных плоскостей автомобильного кузова (например, крыло/капот) визуально воспринимается по-разному (рис. 12.35).

Сравнение цветовых оттенков и эталоны цвета

Подготовка окрашенных эталонных образцов и последующий подбор цвета краски некоторые изготовители автомобилей включают в свою калькуляцию. То же относится и к AZT-системе Schwacke. Что касается автомобилей других изготовителей, эта работа должна быть включена в смету расходов по ремонтному окрашиванию!

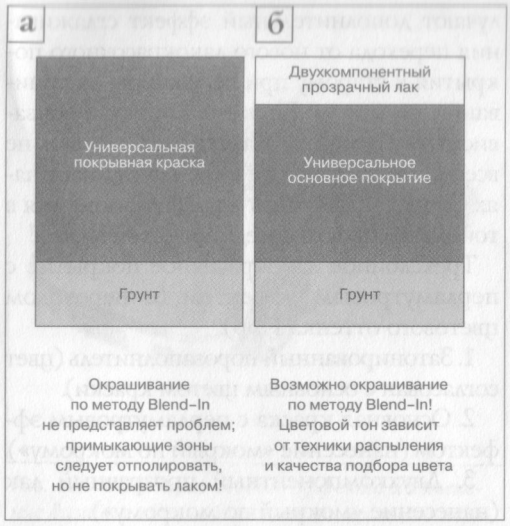


Рис. 12.36. Схема частичного однослойного (а) и двухслойного (б) универсального окрашивания

Однослойное универсальное окрашивание по методу Blend-In (рис. 12.36)

Окрашивание всей поверхности детали кузова или только ее части не представляет никаких проблем. В определенных случаях следует производить полирование пограничных участков, чтобы выровнять степень блеска. Окрашивание этих участков для лучшего цветового соответствия не требуется. Исключение составляют лишь краски типа Ready-Mix («готовая смесь» — англ.).

Двухслойное универсальное окрашивание по методу Blend-In (рис. 12.36)

Принципиальная возможность для проведения такого окрашивания существует, однако по сравнению с универсальными красками подбор цветового оттенка в случае «эффектных» красок — более сложная задача, поскольку сильное влияние оказывают техника распыления и система подбора цвета краски. В определенных случаях необходимо окрашивание способом Blend-In одной детали кузова или нескольких примыкающих друг к другу деталей. Соответствующая рабочая операция оценивается в калькуляции как поверхностное окрашивание.



Рис. 12.37. Схема частичного двухслойного окрашивания

Структура двухслойного лакокрасочного покрытия (рис. 12.37)

Двухслойное покрытие на основе универсальной краски:

1. Универсальная основная краска.
2. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Двухслойное покрытие типа «металлик»:

1.Основная краска типа «металлик».
2. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Двухслойное лакокрасочное покрытие с перламутровым эффектом:

1. Основная краска с перламутровым эффектом.
2. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Двухслойное лакокрасочное покрытие с флюоресцирующим прозрачным лаком:

1. «Эффектная» основная краска.
2. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Структура трехслойного лакокрасочного покрытия (рис. 12.38)

Трехслойное лакокрасочное покрытие с двумя слоями прозрачного лака:



Рис. 12.38. Схема частичного трехслойного окрашивания

1. «Эффектная» основная краска.
2. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»), сушка и шлифование.
3. Двухкомпонентный прозрачный лак (в некоторых случаях шлифуется).

Примечание. Благодаря нанесению при ремонтном окрашивании по методу Blend-In двойного прозрачного лакового покрытия обеспечивается более высокое качество поверхности.

Трехслойное лакокрасочное покрытие с двумя слоями прозрачного лака, один из которых затонирован:

1. «Эффектная» основная краска.
2. Двухкомпонентный затонированный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).
3. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Примечание. Благодаря тому что один из слоев прозрачного лака затонирован, получают дополнительный эффект сглаживания перехода от нового лакокрасочного покрытия к старому при ремонтном окрашивании по методу Blend-In. Этот эффект зависит от толщины наносимых слоев и не всегда может быть обеспечен. В таких случаях следует подкрасить и располагающиеся в той же плоскости соседние детали кузова!

Трехслойное лакокрасочное покрытие с перламутровым эффектом (с переходом цветового оттенка Flop):

1. Затонированный порозаполнитель (цвет согласован с основным цветом краски).
2. Основная краска с перламутровым эффектом (нанесение «мокрый по мокрому»).
3. Двухкомпонентный прозрачный лак (нанесение «мокрый по мокрому»).

Примечание. Затонированный порозаполнитель усиливает цветовой эффект, создаваемый основной краской, поскольку последняя обладает недостаточной укрывистостью. Цветовой оттенок и перламутровый эффект зависят от количества нанесенных слоев основного лака. При необходимости следует подкрасить и располагающиеся в той же плоскости соседние детали кузова. При этом распыление как порозаполнителя, так и основной перламутровой краски должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечить плавный переход к старому лакокрасочному покрытию.

«Эффектные» лакокрасочные покрытия

К ним относятся покрытия со следующими эффектами: «Бриллиант», «Бриллиант-Колор», «Диамант» («Алмаз»), а также покрытия с эффектом типа «Кристалл» («Мороз»). Если серийный автомобиль не имеет подобного покрытия, «эффектному» окрашиванию можно подвергнуть наиболее заметные поверхности (например, полностью окрасить боковые стороны кузова) или произвести полное окрашивание автомобиля (рис. 12.39).

Допустимые отклонения цветового оттенка при окрашивании автомобилей

Колориметрические измерения, если их проводить в соответствии со стандартом

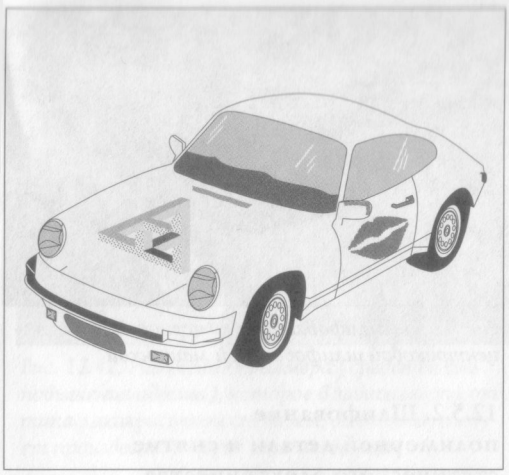


Рис. 12.39. Создание особого эффекта и изменение дизайна автомобиля за счет местного окрашивания (лицевых поверхностей кузова и даже полного окрашивания автомобиля)

DIN 6175, обходятся довольно дорого. К предлагаемым рынком сбыта недорогим спектрофотометрам следует относиться с большой осторожностью. Кстати, указанный стандарт распространяется лишь на универсальные покрытия. Дополнение, касающееся цветовых допусков для лакокрасочных покрытий типа «металлик», пока еще только разрабатывается.

12.5. ОКРАШИВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Время, когда при ремонтном окрашивании полимерных деталей автомобиля для каждого конкретного типа полимера (см. подразд. 5.5) вынуждены были использовать специфическую лакокрасочную композицию, к счастью, ушло в прошлое. Сегодня такая работа может быть проведена для любой находящейся снаружи автомобиля полимерной детали по единой технологии с ограниченным числом вариантов. Благодаря этому излагаемая ниже последовательность технологических операций применима для любого из этих вариантов.

Внимание! Невозможно нанести лакокрасочное покрытие лишь на детали, изготовленные из двух полимерных материалов: полиэтилена и 100%-ного полипропилена (этот полимер в чистом виде, правда, почти не находит практического применения).

12.5.1. Подготовительные технологические операции

Полимерные детали обладают специфической конфигурацией благодаря тому, что их производство осуществляют в специальных пресс-формах. В них полимерную деталь выдерживают до тех пор, пока она не приобретет жесткость, достаточную для сохранения своей конфигурации вне пресс-формы. В течение этого периода одновременно с упрочнением полимерного материала возникает прочное сцепление полимера с пресс-формой. Если не предотвратить такое сцепление, полимерную деталь вообще невозможно будет извлечь из пресс-формы. Поэтому предварительно на внутренние стенки пресс-формы распыляют разделительное средство: специальную смазку, которая облегчает извлечение готового изделия. Однако смазка частично остается на поверхности изделия и в дальнейшем препятствует нормальной адгезии лакокрасочного покрытия.

Хотя за счет тщательной очистки разделительное средство и удается полностью удалить с поверхности полимерного изделия, однако часть его, глубоко проникшая в микропоры, вскоре начнет выделяться наружу. Этот процесс обычно ускоряется за счет нагревания полимерного изделия. Таким образом, может оказаться, что, если полимерную деталь со свеженанесенным лакокрасочным покрытием поместить для сушки в печь, остатки разделительного средства будут выделяться на поверхность, препятствуя адгезии покрытия и вызывая образование в нем характерных дефектов. Чтобы этого не произошло, перед нанесением лакокрасочного покрытия следует произвести термическую обработку полимерного изделия в печи, где его выдерживают при температуре 60 °С не менее 1 ч. Благодаря этому происходит «выпотевание» разделительной смазки из микропор и при последующей сушке лакокрасочного покрытия не возникает ни-

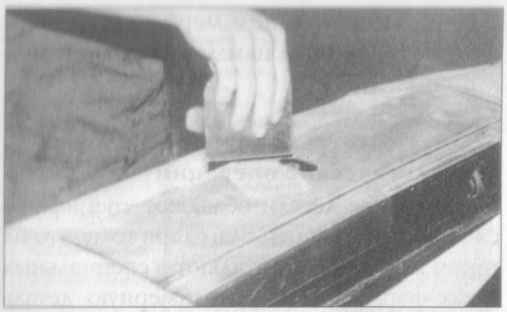


Рис. 12.40. Нанесение тонкого слоя шпатлевки на заднюю дверь из пластика



Рис. 12.41. Шлифование полимерной детали эксцентриковой шлифовальной машинкой

каких проблем с адгезией. Предварительная тепловая обработка необходима, особенно если речь идет об изделиях из полиуретана и полиамида. Однако следует тщательно следить за тем, чтобы воздействие повышенной температуры не вызвало деформирования полимерной детали (для этого, например, под пластиковый бампер следует установить какую-либо опору).

Кроме разделительного средства, адгезии лакокрасочного покрытия к некоторым полимерам препятствует присутствующие в них пластификаторы. Особенно часто они вводятся в состав эластичных полимеров и стремятся выйти на поверхность соответствующего изделия. Как и разделительное средство, их можно удалить с поверхности за счет ее очистки и температурной обработки изделия.

Чтобы в процессе термической обработки разделительное средство и пластификатор могли беспрепятственно выделяться на поверхность полимерной детали, ее необходимо предварительно тщательно очистить, а затем отшлифовать. Для этого следует протереть поверхность ветошью, смоченной специальным очистителем, а затем обработать наждачной бумагой зернистостью Р 600. Во время обработки нужно следить за тем, чтобы не повредить поверхность деталей из пенополиуретана с замкнутой структурой. Для шлифования таких деталей следует использовать специальные шлифовальные подушечки, поскольку обычная наждачная бумага вызывает разрушение поверхности.

12.5.2. Шлифование полимерной детали и снятие статического электричества

После шлифования полимерную деталь протирают не содержащей ворсинок тканью, смоченной специальным очистителем. Затем наносят тонкий слой шпатлевки (рис. 12.40), чтобы закрыть небольшие царапины и поры.

Внимание! При шпатлевании следует обращать внимание на рекомендации изготовителей, так как некоторые шпатлевки перед нанесением требуют обработки основы специальным средством, повышающим адгезию. Это средство распыляют на поверхность полимерной детали после ее очистки и к шпатлеванию приступают после 15-минутной выдержки при 20 °С.

После нанесения и отверждения шпатлевки поверхность шлифуют (рис. 12.41) наждачной бумагой зернистостью Р 220, после чего вновь протирают всю деталь специальным очистителем. Поскольку в результате предыдущей обработки полимерная деталь приобрела статический заряд, она притягивает к себе частички пыли из окружающего воздуха, что не позволяет создать качественное лакокрасочное покрытие. Статическое электричество необходимо снять, для чего поверхность протирают тряпкой, смоченной в антистатической жидкости. Впрочем, зачастую сама очищающая жидкость одновременно обладает и антистатическими свойствами. В качестве альтернативы можно использовать ионизационный пистолет. Ионизированным воздухом обдувают деталь, за счет чего происходит снятие статического электричества.



Рис. 12.42. Нанесение праймера (средства для повышения адгезии), которое в зависимости от типа лакокрасочной системы, возможно, следует произвести и перед шпатлеванием

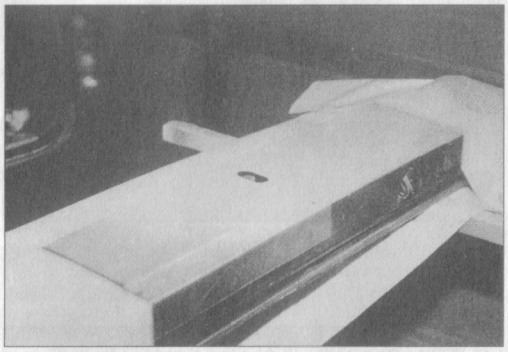


Рис. 12.43. Нанесение порозаполнителя на отшлифованную поверхность

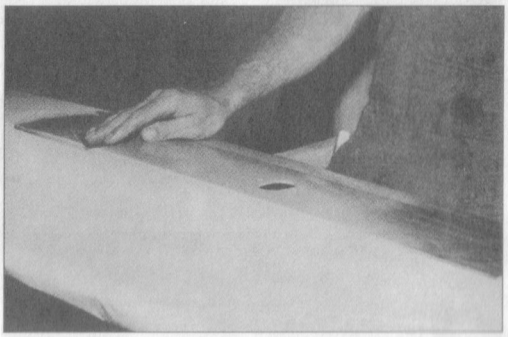


Рис. 12.44. Мокрое шлифование поверхности, покрытой порозаполнителем

12.5.3. Нанесение порозаполнителя и средства, повышающего адгезию

После удаления статического электричества на восстанавливаемую поверхность распыляют средство (праймер), повышающее адгезию (рис. 12.42). Оно бывает одно- или двухкомпонентным и служит для повышения прочности связи между порозаполнителем и полимерным изделием. Впрочем, если окрашиванию подлежит новая полимерная деталь, покрытая грунтовкой в заводских условиях, нанесение такого средства излишне! Это относится и к поверхности, уже обработанной таким средством перед шпатлеванием! Цель последующего нанесения порозаполнителя (рис. 12.43) состоит в том, чтобы выровнять остающиеся маленькие царапины на шлифованной поверхности. Порозаполнитель содержит пластификатор, который вводят для того, чтобы повысить эластичность соединения полимера с лакокрасочным покрытием и, таким образом, обеспечить возможность деформирования полимерной детали в процессе ее эксплуатации без отслаивания лакового покрытия. Порозаполнитель является двухкомпонентным и перед употреблением его следует смешать с отвердителем. Прежде чем ввести отвердитель, нужно тщательно размешать пластификатор, содержащийся в порозаполнителе. Порозаполнитель наносят распылением, а затем сушат в соответствии с рекомендациями изготовителя. Еще раз выравнивают поверхность, шлифуют ее наждачной бумагой зернистостью Р 600 (рис. 12.44) и протирают очистителем. Прежде чем приступить к окрашиванию, нужно повторить процедуру снятия статического электричества. Так же как при восстановлении деталей кузова из стали, может применяться тонирующий порозаполнитель. Технология его применения та же, что и при восстановлении кузовной стали.

12.5.4. Нанесение покрывной краски

Последовательность операций при нанесении покрывной краски определяется тем, какое покрытие должно быть получено: универсальное или двухслойное типа «металлик». Если речь идет об универсальном лакокрасочном покрытии, покрывную краску смешивают с разбавителем в заданном соотношении. Распыление краски про-

изводят в несколько слоев, причем время промежуточной сушки каждый раз должно составлять около 10 мин. Слишком большая толщина покрытия, однако, нежелательна.

Если речь идет о двухслойном покрытии типа «металлик» (рис. 12.45), сначала наносят основную краску. Разбавитель в его состав добавлять не следует! Его добавляют только в прозрачный лак (рис. 12.46). Время промежуточной сушки регламентировано изготовителем.

Если полимерная деталь обладает поверхностной структурой, в восстанавливаемой зоне поверхность следует отшлифовать (рис. 12.47, а). Работы по окрашиванию в этом случае проводятся аналогично вышеописанным. Структурирование поверхности обеспечивается благодаря нанесению специальной покрывной краски. Структурному окрашиванию, разумеется, должна быть подвергнута вся поверхность детали (рис. 12.47, б).

12.6. ЗАЩИТА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Защита органов дыхания (рис. 12.51), к сожалению, воспринимается персоналом малярного цеха как совершенно ненужное мероприятие. Маляр часто рассуждает так: «К чему надевать шлем и подключать воздух, если всего-то и нужно покрасить маленькую деталь». На самом деле проблема заключается в том, что в течение длительного периода изо дня в день на организм человека оказывается незаметное для него отрицательное воздействие. Ведь в процессе распыления краски испаряется 90% содержащегося в ней растворителя! В такой ситуации неотвратимо подкрадывается угроза приобрести серьезный недуг, связанный с заболеванием органов дыхания. Понимание необходимости специальной защиты обычно приходит, лишь когда появляются первые явные симптомы серьезного расстройства здоровья. Поэтому лучше с самого начала принимать все необходимые меры безопасности.

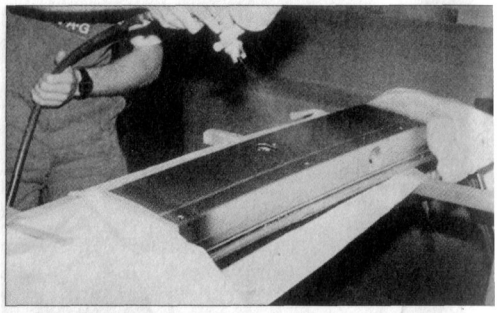


Рис. 12.45. Нанесение основной краски типа «металлик»

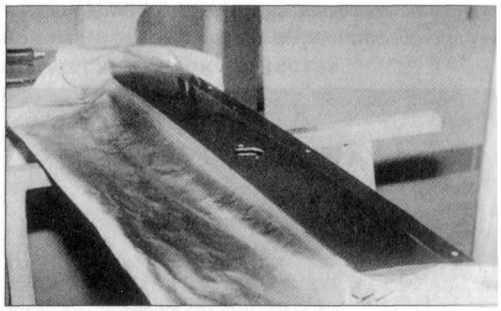


Рис. 12.46. На основное покрытие типа «металлик» нанесен прозрачный лак

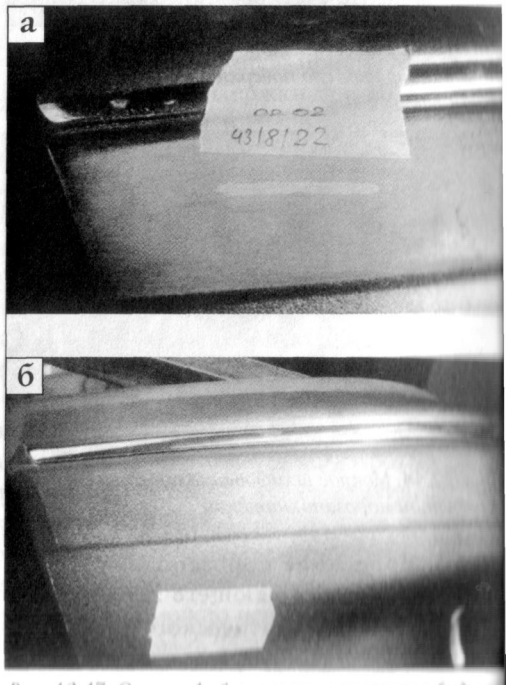


Рис. 12.47. Отшлифованная зона ремонта (а)