Среднее профессиональное образование

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

В. М. Виноградов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Учебное пособие

ACADEMA

СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В.М.ВИНОГРАДОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено
Экспертным советом по профессиональному образованию
в качестве учебного пособия для образовательных учреждений,
реализующих программы среднего профессионального образования

3-е издание, стереотипное

Москва
Издательский центр «Академия»
2009

УДК 629.33(075.8)
ББК 39.33я73
В493

Рецензенты:
профессор кафедры «Технология и металлорежущие системы автомобилестроения» Московского государственного индустриального университета *В. В. Клепиков;*
главный инженер ОАО «Мосавторемсервис» *М. А. Бобков*

Виноградов В. М.

В493 Технологические процессы ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. М. Виноградов. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 384 с.

ISBN 978-5-7695-6322-5

Рассмотрены технологические процессы ремонтного восстановления сборочных единиц автомобиля, методы воздействия на материал объектов ремонта, способы диагностирования систем автомобиля. Описано оригинальное оборудование для реализации новых технологий, указаны расходные материалы. Отражены вопросы охраны труда и экологической безопасности на авторемонтных предприятиях.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Представляет интерес для преподавателей, специалистов автотранспортного комплекса, студентов высших учебных заведений и широкого круга читателей.

УДК 629.33(075.8)
ББК 39.33я73

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

ISBN 978-5-7695-6322-5

© Виноградов В.М., 2007
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи со значительным ростом количества автомобилей в нашей стране в настоящее время вопросу подготовки специалистов по ремонту и обслуживанию автомобилей уделяется повышенное внимание.

Качественное развитие авторемонтных и автосервисных предприятий основывается на принципах и идеях объединения заводов — производителей автомобилей с предприятиями, централизованно оказывающими услуги по их техническому обслуживанию и ремонту.

Прогрессивным направлением в отечественной практике технического обслуживания и ремонта автомобилей стало повсеместное распространение агрегатного метода, суть которого состоит в плановой замене неработоспособных агрегатов новыми, взятыми из оборотного фонда, или сборочными единицами из запасных частей, поставляемых заводами — производителями автомобилей. Такое направление интенсивного развития авторемонтного производства приводит к трансформации авторемонтных предприятий, которые становятся преимущественно специализированными предприятиями по агрегатному ремонту.

В последние годы интенсивно осуществляется организационно-техническая перестройка авторемонтных предприятий, что обусловлено изменениями социально-экономических условий хозяйствования в нашей стране. Получают дальнейшее развитие фирменные структурные системы по обслуживанию и ремонту автомобилей отечественного и зарубежного производства.

За последние десять лет произошли серьезные изменения в развитии индустрии технического обслуживания и ремонта автомобилей, разработаны и используются на практике технологические процессы, основанные на результатах исследований в области фундаментальных наук и высоких технологий обработки металлов и сборки автомобильных узлов и агрегатов, появились новые материалы и способы воздействия на материал объектов ремонта, что способствовало появлению

новых технологических процессов, обеспечивающих заданные свойства объекта ремонта.

Для реализации новых технологических процессов требуется принципиально новое оборудование, инструмент и средства контроля, что влечет за собой существенное переоснащение предприятий по техническому обслуживанию, ремонту и диагностике автомобилей. В связи с этим возникает необходимость совершенствования знаний персонала предприятий по обслуживанию современного оборудования и обучение специалистов среднего звена с учетом внедрения в производство современной обрабатывающей, сборочной и диагностической техники.

РАЗДЕЛ I

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ АВТОМОБИЛЯ

1.1. Автомобиль как изделие завода-производителя и объект обслуживания и ремонта

Автомобиль в процессе изготовления на заводе-производителе является *изделием основного производства,* так как предназначен для реализации.

Стандартом установлены следующие виды изделий: деталь, сборочная единица (узел, агрегат) и машина в целом.

Деталь — это изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций (например, коленчатый вал, шестерня коробки передач, корпус головки блока цилиндров и пр.).

Базовой деталью называют деталь с базовыми поверхностями, выполняющими в сборочном соединении (узле) роль соединительного звена, обеспечивающего при сборке соответствующее относительное положение других деталей. У легковых автомобилей это кузов, у грузовых — рама, у агрегатов — корпусная деталь.

Узел и *агрегат* — это сборочные единицы, обладающие полной взаимозаменяемостью, возможностью сборки отдельно от других составных частей автомобиля и способностью выполнять в нем определенную функцию или работать самостоятельно. Сборка автомобиля из агрегатов называется агрегатной или модульной.

Основными узлами и агрегатами автомобиля являются кузов, двигатель, коробка передач, задний и передний мосты, карданная передача, подвеска, тормозная система и т.д.

Автомобильные узлы и агрегаты должны соответствовать следующим требованиям:

обеспечивать заданные параметры работы автомобиля (мощность, скорость, расход топлива и др.) и простоту управления;

быть высокотехнологичными в изготовлении (минимальное время и стоимость изготовления, сборки, доводки);

быть надежными в эксплуатации;

быть максимально унифицированными и стандартизованными;

обеспечивать полную взаимозаменяемость с узлами и агрегатами автомобилей других моделей;

содержать детали и узлы из высококачественных материалов;

способствовать минимизации металлоемкости изделия и снижению общей массы автомобиля за счет широкого использования заменителей металла.

В процессе эксплуатации автомобиля из-за изнашивания деталей и узлов, коррозии кузова и усталости материала деталей рабочие свойства машины в целом постепенно ухудшаются. Появляются отказы и неисправности, устраняемые при техническом обслуживании и ремонте.

Исправным считается автомобиль, соответствующий всем требованиям нормативно-технической документации.

Работоспособный автомобиль, в отличие от исправного, удовлетворяет только тем требованиям, которые позволяют эксплуатировать его по назначению без угрозы безопасности движения. Он может быть неисправным, иметь ухудшенный внешний вид, пониженное давление в системе смазки двигателя и пр.

Поврежденным считается автомобиль, перешедший в неисправное, но работоспособное состояние. Переход автомобиля в неработоспособное состояние называется *отказом.*

Ремонт — это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделия, а также восстановлению ресурса всего изделия и его составных частей. Необходимость и целесообразность ремонта автомобилей вызвана прежде всего неравнопрочностью их составных частей. Известно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Поэтому в процессе эксплуатации автомобили проходят периодическое техническое обслуживание (ТО) и при необходимости — текущий ремонт (ТР), который позволяет поддерживать автомобили в технически исправном состоянии путем замены отдельных деталей и агрегатов. Основная задача ТР — привести автомобиль в работоспособное состояние и обеспечить гарантированную его работоспособность на пробеге до следующего очередного планового ремонта (ПР), причем этот пробег должен быть не менее пробега до очередного ТО.

Капитальный ремонт (КР) обеспечивает восстановление исправности и полного ресурса автомобиля или агрегата путем восстановления и замены необходимых сборочных единиц и деталей, включая базовые.

Все виды технического обслуживания и ремонта выполняются авторемонтными предприятиями (АРП), и автомобиль в данном случае является основным материальным объектом обслуживания и ремонта. В настоящее время объемы централизованного ремонта автомобилей достигли (а по некоторым позициям превзошли) объемов их производства.

1.2. Задачи предприятия по обслуживанию и ремонту автомобиля

Основная задача, к достижению которой стремятся АРП, это уменьшение стоимости ремонта автомобилей и агрегатов при гарантии послеремонтного ресурса, т. е. обеспечение гарантий, отвечающих интересам и требованиям потребителей. Владелец автомобиля в условиях цивилизованного общества лишь тогда платит сполна, когда заказанная им работа выполняется на высоком уровне, быстро и без унизительных для обеих сторон пререканий. Эти же требования являются главными предпосылками и стимулами к использованию в авторемонтном производстве новейших технических достижений.

Принимая во внимание то обстоятельство, что автомобиль является средством повышенной опасности, главное требование к АРП — обеспечение гарантированного качества ремонта на уровне

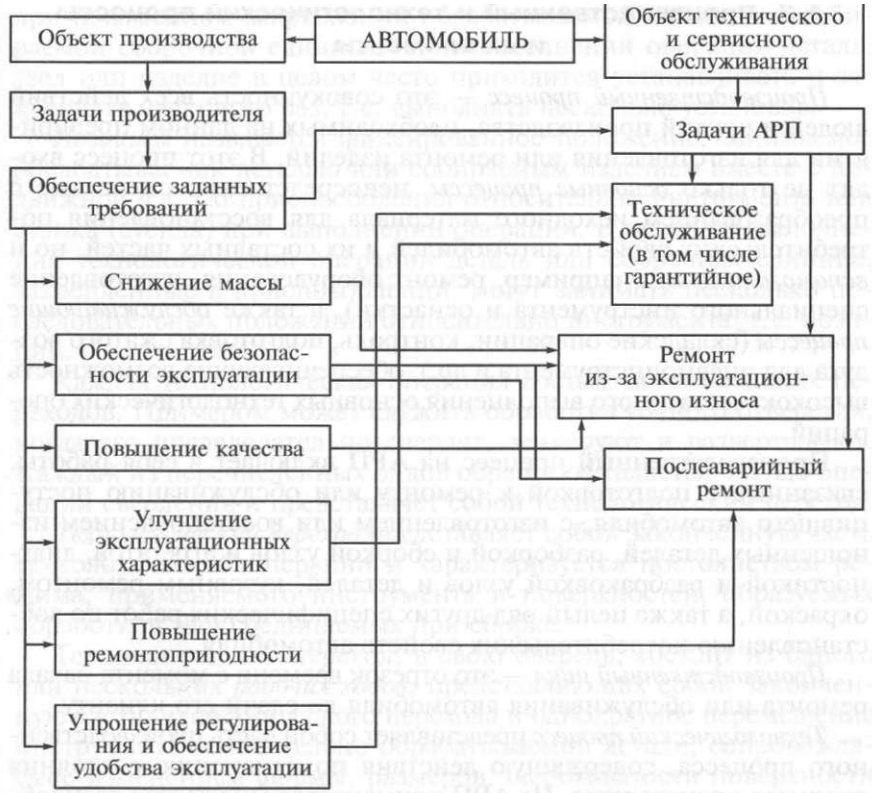


Рис. 1.1. Структурная схема взаимосвязи задач завода — производителя автомобиля и АРП

завода — производителя автомобиля. Поэтому между изготовителями автомобилей и обслуживающими организациями необходим постоянный контакт, а задачи завода-производителя и АРП тесно взаимосвязаны и могут быть успешно решены только совместными усилиями.

Беря за основу автомобиль как объект производства и обслуживания, взаимосвязь задач завода-производителя и АРП можно представить в виде структурной схемы (рис. 1.1). Примером такой взаимосвязи может служить периодическое обновление заводами — производителями автомобилей информации по контрольным точкам кузова выпускаемых и перспективных автомобилей для кузовного ремонта на правочных стендах АРП.

Решение повседневных задач обслуживания обеспечивается выполнением работ по диагностике систем автомобиля, поиску неисправностей, сборке-разборке, замене дефектных деталей и узлов, послеаварийной правке кузовов, их окраске и пр.

1.3. Производственный и технологический процессы и их элементы

Производственный процесс — это совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта изделий. В этот процесс входят не только *основные процессы,* непосредственно связанные с преобразованием исходного материала для восстановления потребительских свойств автомобилей и их составных частей, но и *вспомогательные* (например, ремонт оборудования, изготовление специального инструмента и оснастки), а также *обслуживающие процессы* (складские операции, контроль, подготовка сжатого воздуха для пневмоинструмента и др.), обеспечивающие возможность высококачественного выполнения основных технологических операций.

Производственный процесс на АРП включает в себя работы, связанные с подготовкой к ремонту или обслуживанию поступившего автомобиля, с изготовлением или восстановлением изношенных деталей, разборкой и сборкой узлов и агрегатов, диагностикой и разбраковкой узлов и деталей, кузовным ремонтом, окраской, а также целый ряд других специфических работ по восстановлению потребительских свойств автомобиля.

Производственный цикл — это отрезок времени с момента начала ремонта или обслуживания автомобиля до сдачи его клиенту.

Технологический процесс представляет собой часть производственного процесса, содержащую действия по изменению состояния предмета производства. На АРП применяется множество разнообразных технологических процессов: мойка, разборка, обработка лезвийным и абразивным инструментом, восстановление кузовов на рихтовочных стендах, ремонт лакокрасочного покрытия, различные виды сварки, склеивание, герметизация, газодинамическое нанесение покрытий и др. Каждый технологический процесс состоит из технологических операций, установов, позиций, технологических и вспомогательных переходов, рабочих и вспомогательных ходов.

Технологическая операция — это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Она является основной расчетной единицей при техническом нормировании процесса, при проектировании производственных участков, при определении себестоимости технологического процесса. Два основных признака операции: постоянство рабочего места и непрерывность во времени. По технологической операции определяют номенклатуру и количество необходимого оборудования, вспомогательного инструмента и приспособлений, затратных материалов.

Установ — это часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой детали или собираемой сборочной единицы. При выполнении операции деталь, узел или изделие в целом часто приходится устанавливать и закреплять несколько раз, т. е. выполнять несколько установов.

Позицией называется фиксированное положение, занимаемое обрабатываемой деталью или собираемым изделием вместе с подвижной частью приспособления относительно инструмента или станка (стенда) при выполнении операции. В процессе выполнения технологической операции деталь или сборочная единица, закрепленные в приспособлении, могут занимать несколько последовательных положений относительно инструмента, т. е. позиций.

Каждая технологическая операция состоит из нескольких переходов. Примером может служить обработка точного отверстия, когда его последовательно сверлят, зенкеруют и развертывают. Каждый из перечисленных видов обработки является частью операции сверления и представляет собой технологический переход.

Технологический переход представляет собой законченную часть технологической операции и характеризуется постоянством режима, применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Технологический переход, в свою очередь, состоит из одного или нескольких *рабочих ходов,* представляющих собой законченную часть технологического перехода и однократное перемещение инструмента относительно обрабатываемой детали, сопровождаемое изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств материала детали.

Вспомогательный переход состоит из действий человека или оборудования, не сопровождающихся изменением формы, раз-

меров и шероховатости поверхности, но необходимых для выполнения технологического перехода. К вспомогательным переходам относятся установка детали в приспособление, снятие детали со станка, замена инструмента и т. п.

Технологический переход, в свою очередь, состоит из рабочего и вспомогательного ходов. *Вспомогательный ход,* как и рабочий, представляет собой законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно детали, но не сопровождающуюся изменением формы, размеров шероховатости поверхности и свойств материала детали. Он необходим для выполнения рабочего хода. Примером вспомогательного хода может служить возврат инструмента в исходное положение.

Принимая во внимание специфику АРП по сравнению с заводами — производителями автомобилей, следует отметить, что большинство технологических процессов этих производств направлено на ремонтное восстановление дефектных деталей, агрегатов и несущих элементов автомобиля. Меньшая, но очень важная, часть технологических процессов носит вспомогательный характер и обеспечивает функционирование сложного оборудования и инструмента, используемого в основных технологических процессах. К ним также относится большая группа подготовительных процессов (мойки, сушки, складирования, транспортирования агрегатов, подбора краски, удаления выхлопных газов и др.).

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к узлам и агрегатам автомобиля?
2. Охарактеризуйте степени исправности автомобиля.
3. Какие виды ремонта выполняются на АРП?
4. Каковы задачи АРП по восстановлению потребительских свойств автомобиля?
5. Какова взаимосвязь задач завода — производителя автомобиля и АРП?
6. Что такое производственный процесс, производственный цикл и технологический процесс в условиях АРП?
7. Какова структура технологического процесса?

Глава 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

2.1. Формирование структуры технологического цикла

Формирование структуры технологического цикла восстановления потребительских свойств автомобиля (агрегата) следует начать с анализа источников экономической эффективности выполняемых АРП работ по обеспечению исправности и полного ресурса автомобиля или агрегата путем восстановления и замены любых сборочных единиц и деталей, включая базовые.

Анализ результатов исследований ремонтного фонда автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт на АРП, показывает, что детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют в среднем около 20 %. К ним относятся поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др. Количество деталей с износом рабочих поверхностей в допустимых пределах, что позволяет использовать их без ремонта, достигает 30...35%. Остальные детали автомобиля (40...45 %) могут быть использованы повторно только после восстановления. Это большинство наиболее сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля: блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головка цилиндров, картеры коробки передач и заднего моста и др. Стоимость восстановления этих деталей не превышает 10...50 % стоимости их изготовления.

Даже при капитальном ремонте автомобилей и их агрегатов себестоимость ремонта обычно не превышает 60...70 % стоимости новых аналогичных изделий. При этом достигается большая экономия металла и энергетических ресурсов.

Восстановление деталей по сравнению с их изготовлением позволяет сократить затраты на 70 %. При этом затраты на материалы представляются основными источниками экономии ресурсов и составляют всего 6,6 % общей себестоимости, тогда как при изготовлении деталей —- 38 %.

Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 5 — 8 раз меньше технологических операций, чем для изготовления новых. Однако на автомобильных заводах за счет высокого уровня автоматизации производства и использования специальных станков с высоким уровнем концентрации операций трудоемкость изготовления одноименных деталей в 1,7 раза ниже, чем на АРП (даже крупных).

По статистике значительное количество отказов деталей автомобилей обусловлено износом рабочих поверхностей (до 50 %), различного рода повреждениями, в том числе и в результате аварии (17,1%), трещинами (7,8%); до 43% отказов автомобилей приходится на долю двигателя.

Опыт показывает, что при небольшом износе (не более 0,3 мм) примерно 85 % деталей поддаются восстановлению путем нанесения покрытия незначительной толщины. Многократное использование детали возможно при нанесении на ее опорные поверхности металла с дальнейшей механической обработкой.

Доля восстанавливаемых поверхностей неодинакова и по некоторым данным составляет от общего количества ремонтируемых деталей: для наружных и внутренних цилиндрических поверхностей 53,3%, резьбовых — 12,7%, шлицевых — 10,4%, зубчатых — 10,2 %, плоских — 6,5 %, всех остальных — 6,9 %.

Технологический цикл (рис. 2.1) восстановления потребительских свойств автомобиля (агрегата) включает в себя весь комплекс мероприятий по формированию его первоначальных свойств путем применения различных способов воздействия на детали и их материал.

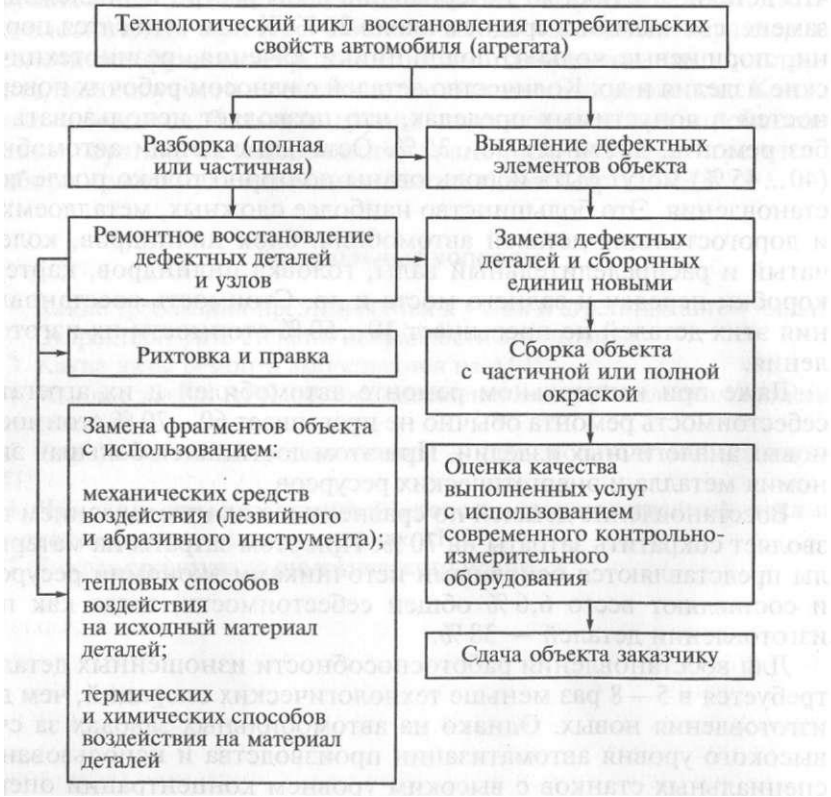


Рис. 2.1. Структурная схема технологического цикла восстановления потребительских свойств автомобиля (агрегата)

2.2. Основные способы восстановления деталей автомобиля

Главной составной частью технологического цикла восстановления потребительских свойств автомобиля являются ремонтные технологические процессы, основанные на различных способах воздействия на детали и их материал. Другая важная составляющая цикла — применение современного оборудования и расходных материалов.

Многие известные способы восстановительного ремонта деталей и узлов автомобилей, проверенные многолетним использованием на АРП, с появлением новых материалов получили импульс к дальнейшему совершенствованию. В настоящее время накоплен достаточный отечественный и зарубежный опыт по использованию в условиях АРП достижений фундаментальных наук: электронного диагностического оборудования, лазерной и плазменной техники, устройств электронного сканирования кузовов в ходе выполнения правочно-рихтовочных работ на специальных стендах.

Современные обрабатывающие операции с использованием алмазного и эльборового инструмента позволяют значительно повысить качество и точность механической обработки деталей и агрегатов автомобилей на универсальных и специализированных станках.

Правильный выбор способа воздействия на материал детали оказывает существенное влияние на шероховатость и площадь опорной поверхности детали, на точность ее формы и размера, следовательно, и на эксплуатационные свойства. Значительное влияние на эксплуатационные характеристики восстановленных деталей и несущих элементов автомобилей оказывают тепловые способы воздействия, которые изменяют напряженное состояние металла и его структуру.

Основными способами воздействия на материал детали являются:

механические, основанные на резании лезвийным и абразивным инструментом (сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, хонингование, шлифование, суперфиниширование, фрезерование и др.), а также на пластическом деформировании поверхностного слоя выглаживающим инструментом;

комбинированные, основанные на химико-механической (доводка, мойка, притирка), термомеханической (правка-рихтовка) и электромеханической обработке поверхности детали;

пластическое деформирование металла путем силового воздействия на него в холодном и горячем состоянии;

тепловые — воздействие на металл при образовании неразъемных соединений, при восстановлении размеров детали наплавкой и различных видах сушки лакокрасочных покрытий;

поверхностные — нанесение декоративных, износостойких и антикоррозионных покрытий (нанесение ремонтных металлических покрытий газодинамическим способом, нанесение антикора и т.д.);

способы воздействия на детали с использованием *ремонтных композитных материалов, клеевых составов и герметиков* (фиксация, склеивание, уплотнение, стопорение, холодная молекулярная сварка).

Контрольные вопросы

1. Каким образом формируется структура технологического цикла восстановления потребительских свойств автомобиля?
2. Каковы основные способы воздействия на материал детали?

РАЗДЕЛ II

МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАТЕРИАЛ ДЕТАЛИ В АВТОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Глава 3. ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ ДЕТАЛИ

3.1. Характеристики качества поверхности восстанавливаемой детали

В целом качество поверхности восстановленной детали определяется геометрическими характеристиками поверхности и свойствами поверхностного слоя. К геометрическим характеристикам поверхности относятся ее шероховатость, форма и волнистость при обработке резанием. Шероховатость и форма характеризуют строение поверхности в продольном и поперечном направлениях. При оценке шероховатости учитывают не только высоту и форму неровностей, но и их направление. Волнистость поверхности занимает промежуточное положение между шероховатостью и отклонениями формы поверхности (овальность, конусность, бочкообразность и др.).

Шероховатость поверхности образуется как в направлении главного движения режущего инструмента, так и в направлении его подачи. Форма, размер и расположение неровностей зависят от способа обработки резанием, упругой и пластической деформации в поверхностном слое, режимов обработки, жесткости технологической упругой системы станок — приспособление — инструмент — заготовка (СПИЗ), состояния режущего инструмента и рода обрабатываемого материала.

При резании режущая кромка инструмента периодически меняет свое положение по нормали к обрабатываемой поверхности. Это вызвано действием сил резания и трения. При высокой частоте колебания этих сил резко изменяются форма и размеры шероховатости, при относительно невысокой частоте колебаний на обработанной поверхности появляется волнистость.

Шероховатость как одна из основных характеристик качества поверхности оценивается (ГОСТ 2789—73) по среднему арифметическому отклонению профиля — Ra и высоте неровностей профиля по десяти точкам — Rz.

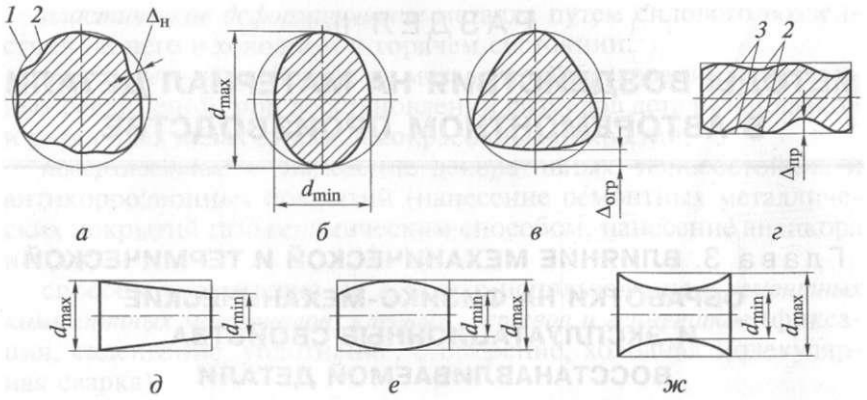


Рис. 3.1. Отклонения формы поверхности тел вращения:

а — некруглость; *б* — овальность; *в* — огранка; *г* — отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности; *д* — конусообразность; *е* — бочкообразность; *ж* — седлообразность; *1* — прилегающая окружность; *2* — реальный профиль; *3* — прилегающий профиль; $Д_н$, $Д_{огр}$ — отклонение от круглости (при некруглости и огранке соответственно); $Д_{пр}$ — отклонение профиля продольного сечения; d^{min}, rf^{max} — минимальный и максимальный диаметры

В отличие от шероховатости, рассматриваемой как погрешность формы малых участков поверхности, отклонения формы поверхности являются единичными на всем ее протяжении. Большие погрешности формы могут свести на нет все преимущества финишной обработки сопрягаемых поверхностей. Поэтому допустимые отклонения формы оговариваются особо и не должны превышать половины допуска обрабатываемого размера.

К отклонениям формы поверхностей тел вращения (рис. 3.1) относятся некруглость, овальность, огранка, отклонение профиля продольного сечения цилиндрической поверхности, конусообразность, бочкообразность, седлообразность.

Наибольшую трудность при контроле тел вращения вызывает определение величины и характера отклонения от круглости. Для измерения этого параметра используются специальные приборы — кругломеры (рис. 3.2, ***а).*** Кругломер 218 завода «Калибр» имеет жесткую литую станину *4,* на которой размещены все механические узлы, регистрирующие устройства и панель управления. По бокам прибора установлены две тумбы: в левой расположен электронный блок 5, в правой хранятся сменные узлы и принадлежности.

Контролируемую деталь устанавливают на предметный столик *3,* который может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях для центрирования детали относительно оси вращения шпинделя. На нижнем конце шпинделя закреплен датчик *2.*

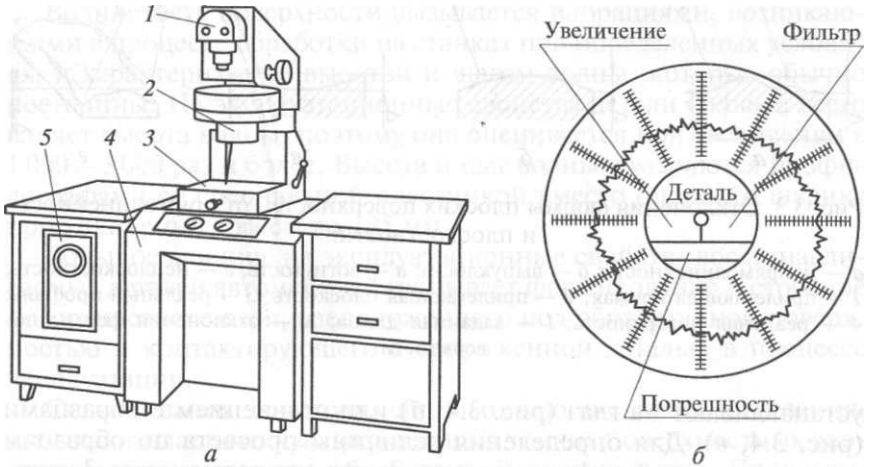


Рис. 3.2. Кругломер 218 *(а)* и круглограмма *(б):*

1 — регистрирующий прибор; *2* — датчик; *3* — предметный столик; *4* — литая станина; *5* — электронный блок

Измерение производится ощупыванием поверхности детали по окружности щупом датчика. При отклонении формы детали щуп получает радиальные перемещения, которые индуктивным датчиком преобразуются в электрические сигналы. Эти сигналы усиливаются электронным блоком 5 и записываются регистрирующим прибором *1* в полярной системе координат на бумажном диске. По полученной круглограмме (рис. 3.2, *б)* определяют отклонение формы детали от круглости.

Прибор позволяет измерять наружные цилиндрические поверхности диаметром 0,5... 300 мм и внутренние диаметром 3... 300 мм при высоте детали до 350 мм. Его можно также использовать для измерения прямолинейности наружных и внутренних образующих поверхностей цилиндрических деталей.

К отклонениям формы плоских поверхностей (рис. 3.3) от прямолинейности относятся непрямолинейность, выпуклость, вогнутость; к отклонениям от плоскостности — неплоскостность, выпуклость и вогнутость. Эти отклонения А можно измерять с помощью поверочных линеек и плит, механическими, оптическими, интерференционными и индуктивными приборами.

Наиболее простой способ контроля прямолинейности и плоскостности с помощью лекальной линейки на просвет показан на рис. 3.4. В этом случае линейку острым ребром накладывают на контролируемую поверхность, а источник света помещают сзади линейки и детали (рис. 3.4, ***а).*** При ***отсу^ШШЩщо»щш*** от прямолинейности свет нигде не будет пробШатйет. линеин1*Лтклонение

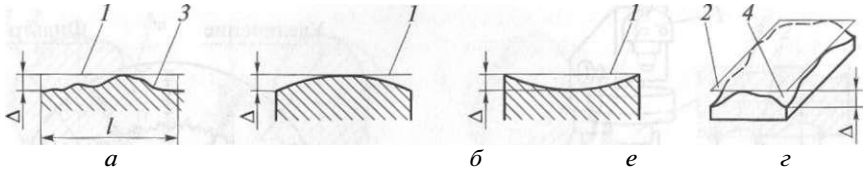


Рис. 3.3. Отклонения формы плоских поверхностей от прямолинейности и плоскостности:

а — непрямолинейность; *б* — выпуклость; *в* — вогнутость; *г* — неплоскостность; *1* — прилегающая прямая; *2* — прилегающая плоскость; *3* — реальный профиль; *4* — реальная поверхность; *l* — заданная длина; Д — отклонения формы поверхности

устанавливают на глаз (рис. 3.4, *б)* или сравнением с образцами (рис. 3.4, *в).* Для определения величины просвета по образцам лекальную линейку *1* укладывают на две концевые меры *3,* установленные на контролируемой поверхности *2.* Между лекальной линейкой и образцами *4* образуется эталонный просвет разной величины.

При измерении отклонений от прямолинейности образующих цилиндрической детали лекальная линейка должна располагаться строго параллельно оси детали, а при измерении отклонений от прямолинейности плоских поверхностей — под углом примерно 15° (см. рис. 3.4, *б).*

Плоскость контролируют поверочными линейками и плитами (ГОСТ 10905 — 86) методом «на краску» и методом линейных отклонений.

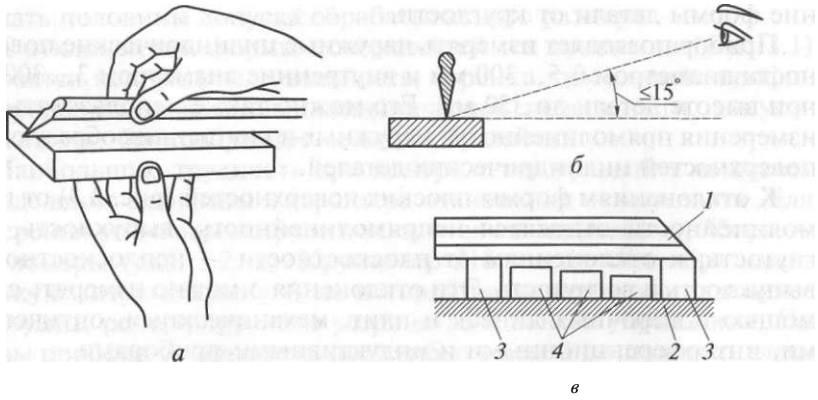


Рис. 3.4. Приемы контроля прямолинейности и плоскостности поверхности с помощью лекальной линейки:

а — положение линейки относительно проверяемой поверхности; *б* — определение отклонения на глаз; *в* — сравнение с образцами; *1* — лекальная линейка; *2* — контролируемая поверхность; *3* — концевые меры; *4* — образцы

Волнистость поверхности вызывается вибрациями, возникающими в процессе обработки на станках при определенных условиях, и характеризуется высотой и шагом волны, которые обычно постоянны. На эксплуатационные свойства детали сильнее всего влияет высота волны, поэтому она оценивается при увеличении в 1 000 —3 000 раз и более. Высота и шаг волны измеряются профилографами со специальной пластинкой вместо опорного шарика при удлинении трассы до 125 мм.

Большое влияние на эксплуатационные свойства восстанавливаемых деталей автомобилей оказывает формирование и строение поверхностного слоя, расположенного под обработанной поверхностью и контактирующего с сопряженной деталью в процессе эксплуатации.

Силы резания и нагрев, сопровождающие процесс резания, вызывают пластическую деформацию тонких поверхностных слоев, расположенных под обработанной поверхностью. Процессы, происходящие в поверхностных слоях, связаны с наклепом и разупрочнением, с повышением микротвердости и образованием остаточных напряжений и оказывают решающее влияние на эксплуатационные свойства деталей.

Наклеп поверхностного слоя характеризуется степенью и глубиной. Степень наклепа — это отношение поверхностной твердости к твердости исходного металла. При механической обработке поверхностная твердость в результате наклепа может повышаться в два и более раза. Глубина наклепа поверхностного слоя зависит от метода обработки и может изменяться от нескольких микрометров до 1 мм и выше. Склонность металла к наклепу зависит от его исходного состояния и свойств. Вязкие и пластичные металлы получают при обработке резанием наибольший по глубине наклеп. При повышении твердости обрабатываемого металла уменьшается объем металла, подверженного пластической деформации.

На силу резания и температуру пластической деформации большое влияние оказывает скорость резания. При высоких температурах наряду с наклепом происходит разупрочнение, которое может частично или полностью снять образовавшийся наклеп за счет восстановления кристаллической решетки. При увеличении скорости резания повышается температура резания и ускоряется процесс разупрочнения, но при этом уменьшается объем, охваченный пластической деформацией, и сокращается ее продолжительность. Поэтому при очень высоких скоростях резания разупрочнение в значительно меньшей степени снимает наклеп, чем при средних скоростях.

Глубина и степень наклепа поверхностного слоя являются критериями качественной оценки пластической деформации и определяются методом косых срезов, химического травления и электрополирования, рентгеноскопии и др.

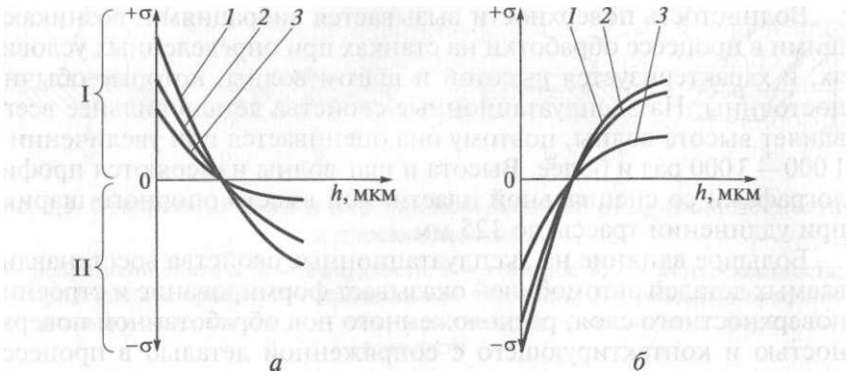


Рис. 3.5. Кривые остаточных напряжений сг по глубине *h* поверхностного слоя деталей из стали 45 *(а)* и 18ХНМА *(б)* при резании со скоростью *v* = = 850 м/мин (кривая /), *v* = 750 м/мин (кривая *2)* и *v* = 500 м/мин (кривая *3);* I, II — растягивающие и сжимающие напряжения соответственно

В поверхностном слое после механической обработки возникают остаточные напряжения, характер и распределение которых зависят от скорости резания и подачи, от геометрии и затупления режущего инструмента, а также от свойств обрабатываемого материала. Доминирующее влияние на характер и величину остаточных напряжений оказывает скорость резания. Установлено, что при обработке лезвийным инструментом на малых скоростях резания в поверхностном слое действуют сжимающие напряжения, а при обработке на больших скоростях напряжения в разных слоях поверхностного слоя имеют различный характер.

На рис. 3.5 схематично показано изменение остаточных напряжений *а* по глубине *h* поверхностного слоя деталей из сталей 45 и 18ХНМА при обработке твердосплавными резцами. В детали из углеродистой стали 45 (рис. 3.5, а) в тонких слоях поверхностного слоя создаются остаточные растягивающие напряжения с переходом в сжимающие. Изменение знака остаточных напряжений в большинстве случаев происходит на глубине 0,010...0,025 мм. Несколько иначе развиваются напряжения в поверхностном слое при обработке высоколегированной стали 18ХНМА (рис. 3.5, *б).* С ростом скорости *v* резания развиваются сжимающие напряжения.

3.2. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства детали

Геометрические характеристики поверхности и свойства поверхностного слоя находятся в прямой связи с эксплуатационными свойствами обработанных деталей. Износоустойчивость детали определяется высотой и формой неровностей поверхности, главным образом, верхней частью профиля шероховатости.

При работе сопряженных деталей в процессе эксплуатации автомобиля в местах контакта поверхностей развиваются напряжения, часто превышающие напряжения предела текучести. В результате происходит упругая и пластическая деформация сжатия и сдвига вершин неровностей, приводящая к интенсивному изнашиванию в период приработки, а в некоторых случаях к схватыванию трущихся поверхностей. Таким образом, в начальный период работы (приработки) шероховатость поверхности после механической обработки (технологическая) деформируется и разрушается. В результате образуется новая (рабочая) шероховатость, отличающаяся по форме и размерам неровностей от технологической. Направление неровностей профиля шероховатости приближается к направлению скольжения.

Окончание периода приработки сопряженных деталей характеризуется наступлением постоянства скорости изнашивания, а установившаяся при этом шероховатость является оптимальной в течение дальнейшего периода работы. В случае изменения условий работы деталей из-за увеличения давления и скорости происходит дополнительная приработка. При переводе сопряженных деталей в облегченный режим работы такой приработки не наблюдается.

Характер разрушения шероховатости поверхности обычно определяется условиями изнашивания и трения. Исследования зависимости износа от шероховатости поверхности показали, что при очень больших удельных давлениях и в отсутствие смазки износ мало зависит от шероховатости, наблюдается даже тенденция к увеличению износа более гладких поверхностей. По мере облегчения условий работы деталей зависимость износа от шероховатости увеличивается; грубо обработанные поверхности изнашиваются сильнее.

Характер изменения шероховатости поверхности сильно меняется в зависимости от условий работы и нагруженное™ сопряженных деталей. Это хорошо видно из схемы изменения шероховатости поверхности по времени в различных условиях работы (рис. 3.6). Начальная точка *Ra* изображенных на графике кривых *(1—5)* соответствует шероховатости, полученной в результате механической обработки. Кривая *1* характеризует шероховатость при работе деталей со смазкой в условиях нормального их нагружения и показывает, что в период приработки происходит довольно интенсивное сглаживание выступов неровностей. В случае абразивного износа шероховатость характеризуется кривой *2.* При повышении давления наблюдается выдавливание смазки и шероховатость увеличивается (кривая *3).* Дальнейшее ужесточение условий работы сопряженных деталей приводит к резкому возрастанию шероховатости поверхности (кривая *4).* В случае заедания

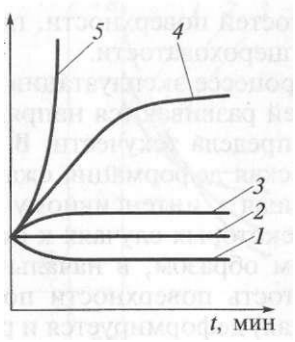


Рис. 3.6. Изменение шероховатости ***Ra*** поверхности в период ***t*** приработки в зависимости от условий работы деталей:

1 — при нормальном нагружении; *2* — при абразивном износе; *3* — при повышенном давлении; *4, 5* — при очень большом давлении и при задирах поверхности соответственно

и задиров происходит катастрофическое изнашивание и разрушение поверхности (кривая 5).

Направление неровностей поверхности после обработки резанием сильно и по-разному влияет на износ при одном и том же значении шероховатости. Исследованиями установлена необходимость выбора оптимального направления неровностей поверхности для определенных условий эксплуатации сопряженных деталей автомобиля.

Так, при жидкостном трении, хорошей смазке и легких условиях работы отсутствует непосредственный контакт поверхностей и влияние шероховатости сказывается лишь на толщине несущего слоя. В этом случае рациональнее выбирать на обеих рабочих поверхностях направление неровностей, совпадающее с направлением рабочего движения. В таких условиях несмотря на большую фактическую площадь соприкосновения задиры поверхностей отсутствуют, так как обильная смазка предохраняет их от схватывания.

Учитывая изложенное выше, необходимо выбирать такой метод обработки резанием, который дает наиболее благоприятное с позиций износа направление неровностей. Так, направление неровностей поверхности шеек, коленчатых валов, работающих при обильной смазке, должно быть параллельно направлению рабочего движения.

Влияние направления неровностей и шероховатости *Ra* поверхности на износ h^3 при разных видах трения показано на графике (рис. 3.7), из которого видно, что при сухом трении износ увеличивается во всех случаях с увеличением шероховатости, но наибольший износ наблюдается при направлении неровностей, перпендикулярном к направлению рабочего движения. При полужидкостном трении и малой шероховатости поверхности наибольший износ наблюдается при параллельности направления неровностей направлению рабочего движения. С увеличением шероховатости поверхности износ увеличивается при направлении неровностей, перпендикулярном к направлению рабочего движения.

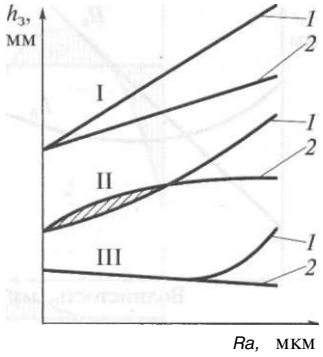


Рис. 3.7. Влияние направления неровностей и шероховатости ***Ra*** поверхности на износ h^3 задней грани резца:

1 — направления неровностей перпендикулярны; *2* — направления неровностей параллельны; **I** — сухое трение; **II** — граничное трение; **III** — жидкостное трение

Интенсивность износа сопряженных поверхностей деталей в основном определяется величиной коэффициента трения, зависящего во многом от относительного направления их неровностей. Поверхности с совпадающим направлением неровностей имеют наибольший коэффициент трения (например, шлифованная шейка и вкладыш после тонкого растачивания). Наименьший коэффициент трения достигается при расположении неровностей на сопряженных поверхностях под углом или произвольно (притирка, хонингование при обработке цилиндров двигателя).

Направления неровностей поверхностей сопряженных деталей при больших нагружениях в отсутствие смазки должны пересекаться, так как при параллельном направлении неровностей легко происходит заедание.,

Таким образом, отделочные операции для трущихся поверхностей следует назначать исходя из условий эксплуатации, а не только из удобства обработки резанием.

Погрешности формы и волнистость поверхности как макрогеометрические отклонения также увеличивают износ деталей, неравномерный на отдельных участках. Волнистость приводит к увеличению удельного давления, так как трущиеся поверхности соприкасаются с выступами волн, и может вызвать разрывы масляной пленки, вследствие чего в местах разрывов создается сухое трение. Погрешность формы также вызывает локальный износ: при бочкообразности сначала изнашиваются средние участки, при вогнутости — крайние участки и т.д.

Влияние волнистости поверхности на износ наглядно иллюстрируется графиком (рис. 3.8), где показан характер зависимости износа трущихся пар от высоты волны $H^в$ и ее шага L^B**:** с увеличением высоты волны износ увеличивается. Для условий сухого и полужидкостного трения между износом и высотой волны существует линейная зависимость. Шаг волны L^B мало влияет на износ, поэтому особенно строго необходимо регламентировать высоту волны $H^б$**.**

Рис. 3.8. Влияние волнистости поверхности на износ h^3 задней грани резца: Яв — высота волны; L^B — шаг волны

Шероховатость поверхности также оказывает существенное влияние на прочность неразъемных соединений сопряженных деталей при сборке. При запрессовке одной детали в другую фактическая величина натяга зависит от шероховатости поверхности и отличается от величины натяга при запрессовке деталей тех же диаметров с гладкими поверхностями.

Качество поверхностного слоя наряду с шероховатостью поверхности в значительной мере сказывается на усталостной прочности детали. Образование наклепа в поверхностном слое детали препятствует росту имеющихся и возникновению новых усталостных трещин. Этим объясняется заметное повышение усталостной прочности деталей, подвергнутых наклепыванию шариком, обкатке роликами и другим операциям, в результате которых направление остаточных напряжений в поверхностном слое становится благоприятным. Наклеп снижает пластичность трущихся поверхностей, уменьшает схватывание металлов, что также способствует уменьшению износа.

Усталостную прочность деталей можно повысить, управляя процессом резания за счет благоприятного сочетания напряжений, возникших при обработке детали (остаточных), и напряжений, возникающих в процессе эксплуатации машины (эксплуатационных). Напряжения, полученные суммированием остаточных и эксплуатационных напряжений, позволяют судить о целесообразности выбранного метода обработки резанием. Это положение можно проиллюстрировать эпюрами (рис. 3.9) остаточных, эксплуатационных и суммарных напряжений в цилиндрических образцах для случаев растяжения и изгиба. Для изделий, подверженных растяжению, остаточные (7) и эксплуатационные ***(3)*** напряжения суммируются в середине изделия, в зоне вероятного разрушения (5). Следовательно, остаточные напряжения снижают прочность вала. Для изделий, подверженных изгибу, остаточные (2) и эксплуатационные ***(4)*** напряжения, суммируясь, создают в поверхностных слоях сжимающие напряжения ***(6),*** что повышает прочность и благоприятно сказывается на долговечности деталей автомобиля.

Шероховатость поверхности может оказывать влияние и на прочность детали. Установлено, что наличие рисок, глубоких и острых царапин создает очаги концентрации внутренних напряжений, которые в дальнейшем приводят к разрушению детали. Такими очагами могут являться также впадины между гребешками микронеровностей. Это не относится к деталям из чугуна и цветных металлов, в которых концентрация внутренних напряжений возможна в меньшей степени.

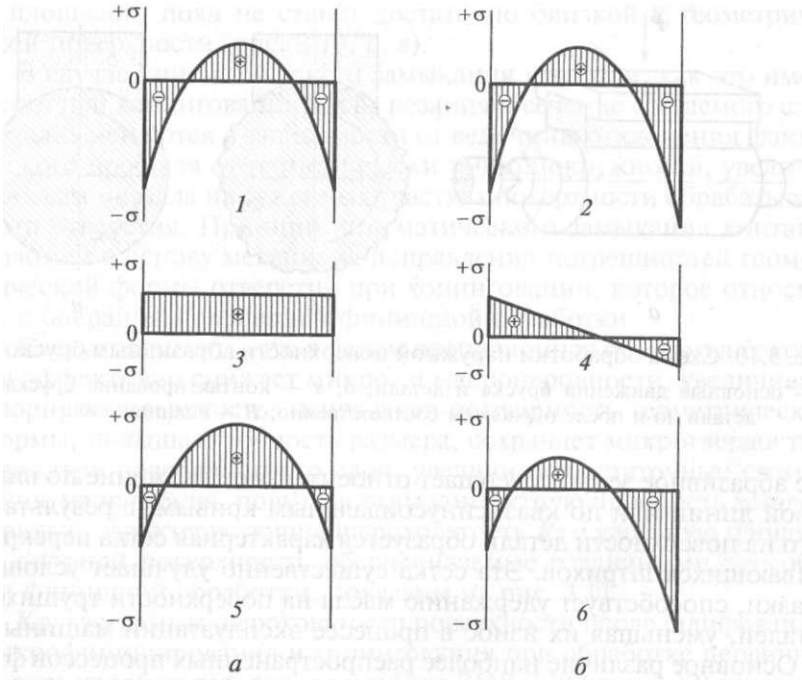


Рис. 3.9. Эпюры напряжений в цилиндрических образцах, подверженных растяжению *(а)* и изгибу *(б):*
1, 2 — остаточные напряжения; *3, 4* — эксплуатационные; *5, 6* — суммарные

3.3. Влияние способа финишной обработки абразивными брусками на качество поверхностей детали

Применение абразивных брусков при финишной обработке деталей лежит в основе многих отделочных операций: шлифования, хонингования, суперфиниширования, микрофиниширования, вибрационного хонингования и др.

В отличие от другого режущего инструмента с линейным контактом абразивные бруски обеспечивают поверхностный контакт с обрабатываемой поверхностью, при котором режущий инструмент охватывает и срезает выступающие участки микро- и макронеровностей, как показано на рис. 3.10.

Каждый способ финишной обработки абразивными брусками характеризуется сочетанием нескольких составных движений: каж-

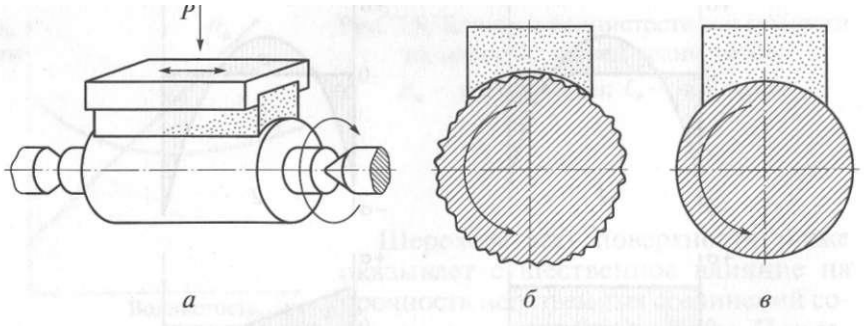


Рис. 3.10. Схема обработки наружной поверхности абразивным бруском: *а* — основные движения бруска и детали; *б, в* — контактирование бруска и детали до и после обработки соответственно; *P* — внешняя сила

дое абразивное зерно совершает относительное движение по винтовой линии или по квазисинусоидальным кривым, в результате чего на поверхности детали образуется характерная сетка перекрещивающихся штрихов. Эта сетка существенно улучшает условия смазки, способствует удержанию масла на поверхности трущихся деталей, уменьшая их износ в процессе эксплуатации машины.

Основное различие наиболее распространенных процессов финишной обработки поверхностей — хонингования и суперфиниширования — заключается в принципе осуществления замыкания контактирующих поверхностей бруска и детали.

При хонинговании используют схему кинематического замыкания контакта, когда величина нормальной нагрузки между бруском и деталью функционально связана с исходными погрешностями формы обрабатываемой поверхности. При суперфинишировании используется в основном схема силового замыкания контакта, когда величину нормальной нагрузки между бруском и деталью поддерживают постоянной и независимой от исходной погрешности формы обрабатываемой поверхности. Следовательно, эти два способа обработки брусками отличаются друг от друга характером изменения нормальной составляющей силы резания за период цикла обработки. Поэтому следует различать два основных способа финишной прецизионной обработки абразивными и алмазными брусками: с силовым или кинематическим замыканием контакта.

На силовом замыкании контакта основаны процессы безразмерной доводки поверхностей, применяемые главным образом для уменьшения микро- и макронеровностей, снятия дефектного слоя и увеличения опорной (несущей) поверхности обрабатываемой детали. Суперфиниширование как один из этих процессов можно сравнить с шабрением, поскольку обрабатываемая поверхность постепенно приобретает все большее число опорных точек и площадок, пока не станет достаточно близкой к геометрической поверхности (рис. 3.10, *б, в*).

В случае кинематического замыкания контакта, как это имеет место при хонинговании, силы резания и сечение срезаемого слоя металла меняются в зависимости от величины отклонения фактического профиля от геометрически точной окружности, увеличивая съем металла на суженных участках поверхности обрабатываемого отверстия. Принцип кинематического замыкания контакта положен в основу механизма исправления погрешностей геометрической формы отверстия при хонинговании, которое относится к операциям размерной финишной обработки.

Следует отметить, что в целом прецизионная обработка брусками эффективно снижает микро- и макронеровности, увеличивает опорную поверхность, исправляет погрешность геометрической формы, повышает точность размера, сохраняет микротвердость и структуру поверхностного слоя, увеличивает остаточные сжимающие напряжения, повышая этим контактную прочность деталей. Кривые, характеризующие шероховатость *Rz* и удельную площадь *Ef* опорной поверхности, обеспечиваемые различными способами финишной обработки, показаны на рис. 3.11.

Круглограммы шероховатости поверхности после шлифования, микрофиниширования и хонингования при обработке первичного вала коробки передач автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 3.12) наглядно показывают, что исправление погрешностей геометрической формы при наружном хонинговании значительно эффективнее, чем при микрофинишировании (при одинаковых условиях обработки). Номинальные удельные радиальные давления режущих брусков

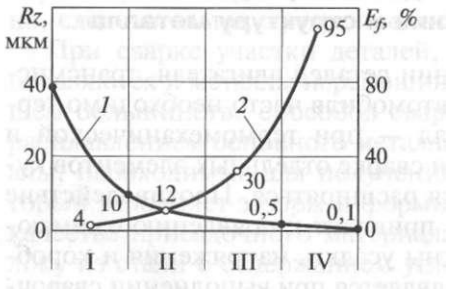


Рис. 3.11. Изменение шероховатости *Rz* (кривая *1)* и удельной площади *Ef* опорной поверхности (кривая 2) при тонком обтачивании (I), шлифовании (II), тонком шлифовании (III) и микрофинишировании (IV)

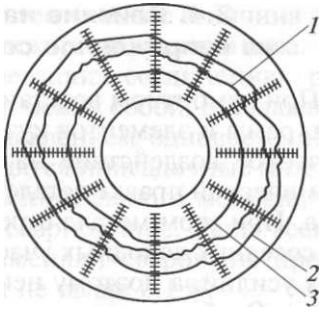


Рис. 3.12. Круглограммы шероховатости поверхности первичного вала коробки передач автомобиля ЗИЛ-130 после шлифования *(1),* микрофиниширования *(2)* и хонингования *(3)*

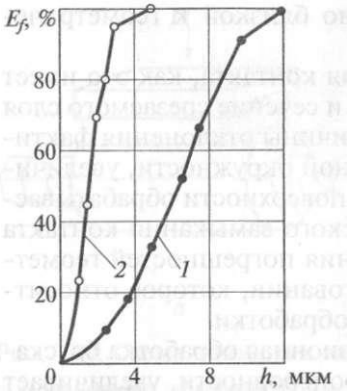


Рис. 3.13. Кривые изменения удельной площади *Ef* опорной поверхности детали после шлифования (7) и микрофиниширования *(2):*

h — глубина удаляемого дефектного поверхностного слоя

при хонинговании были в четыре раза ниже, чем при микрофинишировании. Некруглость уменьшалась с 5... 18 мкм до 3... 16 мкм при микрофинишировании и до 1... 3 мкм при хонинговании. Конусность при микрофинишировании снизилась с 4... 10 мкм до 2...6 мкм и до 0...2 мкм при хонинговании. Максимальное исправление некруглости при микрофинишировании не превышает 20 мкм, в то время как при хонинговании достигает 150 мкм.

Способ финишной обработки существенно влияет на изменение удельной площади опорной поверхности, которая после шлифования составляет 25 %, а после микрофиниширования 95 % (рис. 3.13). Улучшению эксплуатационных свойств рабочих поверхностей сопрягаемых деталей при микрофинишировании способствует также удаление дефектного обезуглероженного поверхностного слоя (6...10 мкм) с измененной микроструктурой, образовавшегося под действием высоких температур при предшествующем шлифовании.

3.4. Влияние нагрева детали при ремонте на напряженное состояние и структуру металла

При ремонтном восстановлении деталей двигателя, трансмиссии, рамы и элементов кузова автомобиля часто необходимо термическое воздействие на металл — при термомеханической и термической правке деталей, при сварке отдельных элементов кузова. При этом металл стремится расширяться. Противодействие же соседних холодных участков приводит к появлению сжимающих усилий, а поэтому неизбежны усадки, напряжения и коробления. Особенно сильно это проявляется при выполнении сварочных работ, когда коробление напрямую связано со сварочными напряжениями (чем больше степень коробления, тем меньше сварочные напряжения и наоборот).

В подавляющем большинстве случаев при авторемонте используют способы сварки, при которых неразъемное соединение деталей происходит автогенно, т.е. самопроизвольно, в жидком состоянии путем взаимного растворения расплавленных участков деталей. Окончательное соединение в виде сварного шва формируется после полного остывания конструкции. При плавлении и последующем охлаждении первоначальная структура любого конструкционного металла меняется коренным образом, что неизбежно ведет к изменению физико-механических свойств детали и ухудшению ее эксплуатационных свойств.

Кузовная листовая сталь имеет мелкозернистую структуру и повышенные прочностные свойства, полученные в результате многократной прокатки стального слитка. При повторном плавлении во время сварки структура металла огрубляется, снова приближаясь к крупнозернистой, а прочностные свойства, естественно, снижаются. Кроме того, нагрев и охлаждение прилегающих участков, называемых зоной термического влияния, ослабляют металл и приводят к его короблению.

Расплавленный металл весьма активен и за очень короткое время пребывания в жидком состоянии успевает прореагировать с окружающей средой, содержащей кислород, азот, водород и углерод. Сталь образует с этими элементами стойкие соединения, которые снижают ее механические свойства и повышают хрупкость шва.

Защита сварочной ванны от взаимодействия с атмосферой может быть шлаковой и газовой. В первом случае на электроды наносится специальная обмазка, которая при плавлении образует жидкий шлак, покрывающий зону сварки. Во втором случае в зону сварки подается газ, образующий защитную рубашку: либо нейтральный аргон, либо $C0^2$.

Существенное влияние на структуру металла шва оказывают многие факторы: чем быстрее нагрев, ниже температура нагрева, короче время сварки и остывания шва, тем меньше величина зерна, следовательно, лучше прочностные характеристики шва.

При сварке участки деталей, подлежащих соединению, расплавляются и металлы перемешиваются между собой. В подавляющем большинстве способов сварки плавлением одновременно с расплавлением основного металла вводятся присадочные материалы, необходимые для получения дополнительного металла, который заполняет зазоры и формирует сварной шов. Чаще всего в качестве присадочного материала применяют сварочную проволоку из стали с содержанием углерода не выше 0,1 %.

При локальном нагреве металл приобретает сжимающие напряжения, широко используемые при термической правке и рихтовке деталей. В качестве источника тепла при этом часто применяют сварочное пламя ацетиленовой горелки — газообразное углеродистое соединение из ацетилена и кислорода. В результате может возникнуть науглероживание в зоне действия пламени, следовательно, упрочнение поверхности (поверхностная закалка), которого можно избежать регулированием горелки на нейтральное

пламя, когда кислород и ацетилен подаются в стехиометрическом соотношении.

Локальный нагрев стальной панельной детали кузова при термической правке-рихтовке необходимо ограничивать температурой 600... 650 °С (до появления красно-вишневого цвета). Выше этой температуры начинается обычная пластическая деформация, металл течет без возникновения каких-либо напряжений в нем. Чтобы избежать этого, сопло горелки не следует придвигать к панели ближе, чем на 40...50 мм.

Хорошие результаты при терморихтовке панелей кузова достигаются при нагреве не ацетиленовой горелкой (рассредоточенным пламенем), а с помощью одноэлектродного аппарата контактной сварки — споттера, способного целенаправленно точечно нагреть поверхность.

Таким образом, восстановительные кузовные работы с использованием локального нагрева необходимо выполнять при такой температуре и давлении, которые не влияют на прочность материала и его напряженное состояние.

Контрольные вопросы

1. Чем характеризуется качество поверхности восстанавливаемых деталей автомобиля?
2. Какие способы контроля поверхностей используются в авторемонтном производстве?
3. Как влияет качество поверхности на эксплуатационные свойства деталей?
4. Каким образом влияет способ финишной обработки абразивными брусками на качество поверхностей деталей?
5. Как влияет нагрев детали при ремонте на напряженное состояние металла и его структуру?

Глава 4. МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МЕТАЛЛ ЛЕЗВИЙНЫМ, АБРАЗИВНЫМ И ВЫГЛАЖИВАЮЩИМ ИНСТРУМЕНТОМ

4.1. Тонкое растачивание отверстий

Для увеличения диаметра и улучшения точностных параметров обработанного или изношенного отверстия восстанавливаемой детали применяется тонкое растачивание. Эта операция часто применяется перед хонингованием, суперфинишированием, полированием и выполняется на специальных высокооборотных (10... 15 тыс. об/мин) станках высокой точности и жесткости (радиальное биение шпинделя не более 0,005 мм); используются одношпиндельные и многошпиндельные одно-, двух- и трехсторонние станки с различным расположением шпинделей. Все вращающиеся детали станков должны быть точно балансированы. В качестве инструмента используются специальные расточные резцы с прямоугольным или круглым сечением стержня и режущей кромкой, расположенной выше оси корпуса, или с режущей кромкой, отогнутой вниз.

При обработке отверстий диаметром более 20 мм применяются сборные расточные блоки с микрометрическим регулированием (рис. 4.1). В отверстии корпуса *3* блока установлен (во втулке *4)* резец /, который перемещается микрометрическим винтом посредством лимба-гайки *2.*

Для подрезания торцов диаметром более 60 мм служит специальная оправка (рис. 4.2). Ножи *1* в корпусе Поправки устанавливаются на требуемый размер кулачком *3,* который затем стопорится сухарем *4* с помощью винта 5. На конце цилиндрического

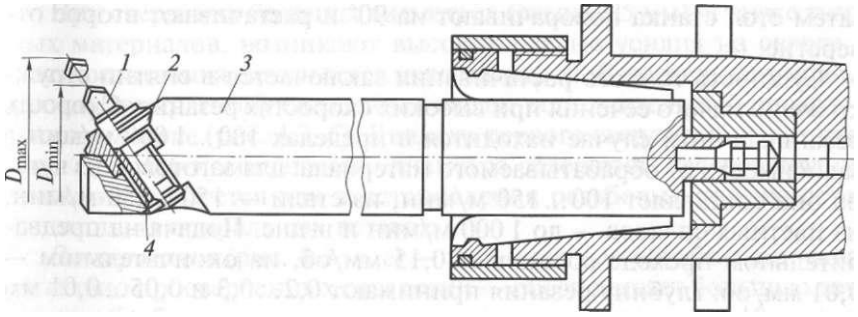


Рис. 4.1. Сборный расточный блок с микрометрическим регулированием:
1 — резец; *2* — лимб-гайка; *3* — корпус; *4* — втулка

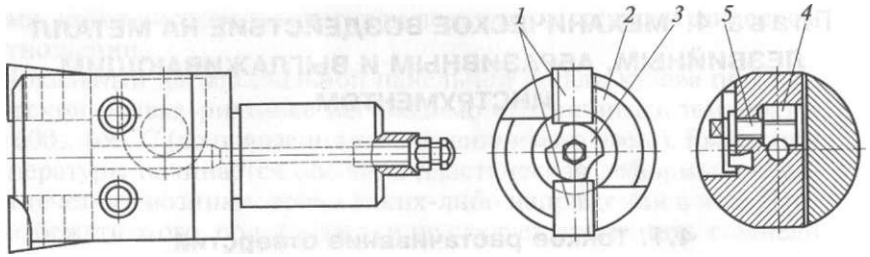


Рис. 4.2. Оправка для подрезания торцов:
1 — ножи; *2* — корпус; *3* — кулачок; *4* — сухарь; 5 — винт

хвостовика оправки имеются поводок и регулировочный винт для регулирования вылета инструмента.

Расточные резцы оснащены твердосплавными, алмазными, эльборовыми и другими режущими пластинами с высокой износостойкостью.

При соотношении длины отверстия к его диаметру менее пяти применяют консольное закрепление резца или резцовой оправки. При соотношении больше пяти жесткость консольных оправок недостаточна, поэтому применяют двухопорные оправки — борштанги.

Аналогична схема обработки при черновом растачивании двух и более отверстий, имеющих общую ось. В этом случае производительность обработки повышается, но точность отверстий невелика. Поэтому чистовую обработку отверстий желательно проводить раздельно. Отверстия большого диаметра, но малой длины растачивают резцом, закрепленным на планшайбе. Отверстия с параллельными осями обрабатывают с одного установа: вначале растачивают одно отверстие, далее перемещают стол станка на расстояние, равное межосевому расстоянию, и растачивают следующее отверстие. Отверстия с взаимно-перпендикулярными осями также обрабатывают с одного установа: растачивают одно отверстие, затем стол станка поворачивают на 90° и растачивают второе отверстие.

Сущность тонкого растачивания заключается в снятии стружки очень малого сечения при высоких скоростях резания. Скорость резания в этом случае находится в пределах 100... 1 ООО м/мин в зависимости от обрабатываемого материала: для заготовок из чугуна она составляет 100... 150 м/мин, из стали — 150...250 м/мин, из цветных сплавов — до 1 000 м/мин и выше. Подача на предварительном проходе составляет 0,15 мм/об, на окончательном — 0,01 мм/об; глубину резания принимают 0,2...0,3 и 0,05...0,01 мм соответственно.

При тонком растачивании силы резания и нагрев заготовки из-за малого сечения стружки незначительны, поэтому деформированный слой на обрабатываемой поверхности получается небольшим, к тому же не требуется больших усилий для закрепления детали при обработке. Все это обеспечивает точность обработки для стальных деталей 6—8-го квалитетов; при обработке деталей из цветных сплавов достигается точность 5-го и 6-го квалитетов. Шероховатость обработанной поверхности деталей из черных металлов достигает *Ra* 2,50...0,63 мкм, при обработке деталей из цветных сплавов ее можно снизить до *Ra* 0,32...0,16 мкм.

Тонкое растачивание широко применяется для обработки точных отверстий под подшипники качения и скольжения, отверстий коробок передач, задних мостов, отверстий шатунов, цилиндров двигателей, компрессоров и т.д.

Конические отверстия обрабатывают расточными головками, закрепленными в расточном шпинделе. Отверстия диаметром более 80 мм растачивают, закрепив резец в специальном приспособлении, которое снабжено направляющими для перемещения резца под углом к оси вращения расточного шпинделя. Для растачивания отверстий большой длины и диаметра аналогичное приспособление закрепляют на двухопорной оправке.

4.2. Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание внутренней резьбы, цекование, зенкование

Технологические операции сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания отверстий, нарезания внутренней резьбы, цекования, зенкования представляют собой лезвийную обработку резанием посредством осевого инструмента (рис. 4.3).

Сверление как черновая обработка сквозных и глухих отверстий (рис. 4.3, *а)* выполняется на станках сверлильной группы спиральными сверлами диаметром до 80 мм и обеспечивает точность не выше 12— 14-го квалитетов и шероховатость поверхности *Ra* 12...25 мкм.

При сверлении больших диаметров (свыше 25 мм), а также твердых материалов, возникают высокие осевые усилия на сверле и жесткость станка оказывается недостаточной. В этих случаях прибегают к двухкратному сверлению: вводят дополнительный проход — *рассверливание* (рис. 4.3, *б).* Диаметр первого сверла выбирают равным 0,5...0,6 номинального диаметра отверстия. Рассверливание также используется для восстановления резьбовых поверхностей с помощью спиральных вставок.

Зенкерование (рис. 4.3, *в, г)* — получистовая обработка предварительно просверленных отверстий — обеспечивает большую точность обработки по сравнению с рассверливанием (до 10-го квалитета) и шероховатость поверхности в пределах *Ra* 3,2...6,2 мкм. Припуски под зенкерование выбираются в пределах 0,4...0,8 мм

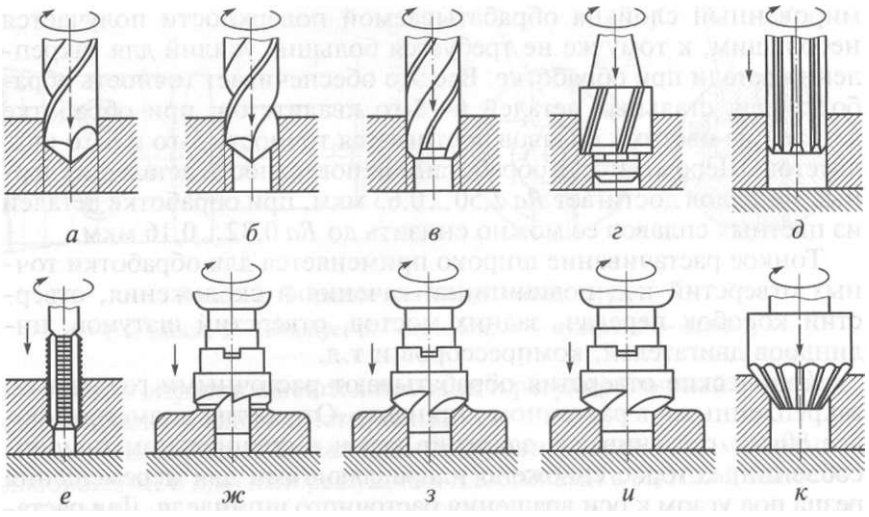


Рис. 4.3. Движения осевого инструмента при обработке отверстий на разных операциях:

а — сверление; *б* — рассверливание; *в, г* — зенкерование; *д* — развертывание; *е* — нарезание внутренней резьбы; *ж* — цекование; *з, и, к* — зенкование

на диаметр. Зенкерование хорошо исправляет макрогеометрические погрешности предшествующей обработки и часто используется для обеспечения необходимой перпендикулярности оси обрабатываемого отверстия относительно базовой поверхности.

Развертывание отверстий (рис. 4.3, *д)* является чистовой операцией и обеспечивает точность до 7 — 9-го квалитетов и шероховатость *Ra* 0,8... 1,6 мкм. Припуски под черновое развертывание выбираются в пределах 0,25 ...0,50 мм, под чистовое — 0,05... 0,15 мм на диаметр.

Развертыванием обрабатывают цилиндрические и конические отверстия после зенкерования или растачивания. При обработке точных отверстий применяется тонкое развертывание, позволяющее получить поверхность более высокой точности и более низкой шероховатости, чем обычное развертывание. Однако развертыванием не исправляется положение оси обрабатываемого отверстия, поскольку нормально работающая развертка как многолезвийный инструмент направляется обрабатываемой поверхностью и снимает симметричный припуск по всему контуру отверстия. Тонкое развертывание обеспечивает точность до 5 —7-го квалитетов и шероховатость поверхности *Ra* 1,25...0,63 мкм.

Нарезание внутренней резьбы (рис. 4.3, *е)* в условиях авторемонтного производства обычно выполняется ручными метчиками, выпускаемыми в комплекте из двух или трех штук. Комплект из

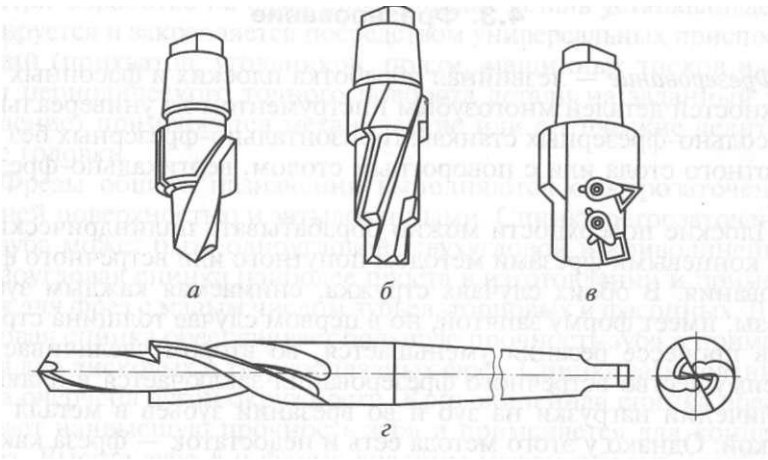


Рис. 4.4. Комбинированный инструмент для обработки сложных многоступенчатых отверстий:

а — сверло-зенкер; *б* — ступенчатый зенкер; *в* — сборный ступенчатый зенкер; *г* — ступенчатое сверло

двух штук применяется для нарезания резьб до 6 мм. Черновые метчики отличаются заниженными размерами и развитой заходной частью, чистовые — полным профилем резьбы.

Цекование (рис. 4.3, *ж)* применяют для обработки торцовых опорных плоскостей для головок болтов, винтов, гаек. Перпендикулярность обработанной торцовой поверхности к основному отверстию обеспечивает направляющий цилиндр режущего инструмента (цековки).

Зенкование (рис. 4.3, *з, и, к)* используется для обработки цилиндрических и конических углублений под головки болтов и винтов. Для обеспечения перпендикулярности обработанной поверхности к основному отверстию, а также их соосности режущий инструмент (зенковку) снабжают направляющим цилиндром.

Для обработки сложных многоступенчатых отверстий часто используется комбинированный инструмент, показанный на рис. 4.4.

В зависимости от назначения и формы отверстий комбинированный инструмент может быть составлен из сверл, зенкеров и разверток, работающих последовательно или параллельно. Применение такого инструмента повышает производительность обработки и восстановления изношенных отверстий.

Точные конические отверстия последовательно обрабатываются сверлением, зенкерованием ступенчатым зенкером, развертыванием конической разверткой со стружкоразделительными канавками, развертыванием гладкой конической разверткой.

4.3. Фрезерование

Фрезерование — лезвийная обработка плоских и фасонных поверхностей деталей многозубым инструментом на универсальных консольно-фрезерных станках: горизонтально-фрезерных без поворотного стола или с поворотным столом, вертикально-фрезерных.

Плоские поверхности можно обрабатывать цилиндрическими или концевыми фрезами методом попутного или встречного фрезерования. В обоих случаях стружка, снимаемая каждым зубом фрезы, имеет форму запятой, но в первом случае толщина стружки в процессе резания уменьшается, во втором увеличивается. Преимущество встречного фрезерования заключается в плавном увеличении нагрузки на зуб и во врезании зубьев в металл под коркой. Однако у этого метода есть и недостаток — фреза как бы стремится оторвать заготовку от поверхности стола.

Горизонтальные плоскости обычно фрезеруют цилиндрическими фрезами; вертикальные плоскости чаще обрабатывают насадными фрезами или фрезерными головками. Одновременную обработку нескольких поверхностей (вертикальных, горизонтальных и наклонных) ведут набором фрез на одной оправке. Горизонтальные уступы и пазы обрабатывают дисковыми односторонними концевыми фрезами.

Фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого контура обычно выполняют фасонными затылованными фрезами, профиль которых соответствует фасонному профилю детали. Применение фасонных фрез особенно эффективно при обработке узких и длинных фасонных поверхностей. Для фрезерования широких профилей применяют наборы фрез.

Фрезерование отличается прерывистым характером процесса резания каждым зубом инструмента и переменностью толщины срезаемого слоя. Каждый зуб фрезы участвует в резании только на определенной части оборота фрезы, остальную часть проходит по воздуху, вхолостую, что обеспечивает дробление стружки и охлаждение зуба.

Точность фрезерования зависит от типа станка, инструмента, режимов резания и других факторов. Наибольшую точность обработки обеспечивает скоростное и тонкое фрезерование, осуществляемое преимущественно торцовыми фрезами при обработке плоских поверхностей деталей. Чтобы не допустить контакта не участвующих в резании зубьев с обрабатываемой поверхностью, фрезу устанавливают с наклоном примерно 0,0001. При этом с поверхности детали снимается припуск 0,2... 0,5 мм. Точность фрезерования достигает 0,02...0,04 мм отклонения от плоскостности на 1 м длины. Шероховатость поверхности обеспечивается в пределах *Ra* 2,50... 0,63 мкм.

При обработке на фрезерных станках деталь устанавливается, базируется и закрепляется посредством универсальных приспособлений (прихватов, угольников, призм, машинных тисков и др.). Для периодического точного поворота детали на заданный угол (деление) применяются механические или оптические делительные головки.

Фрезы общего назначения выполняются с острозаточенной задней поверхностью и затылованными. Спинка острозаточенного зуба может быть одноугловой, двухугловой и криволинейной. Одноугловая спинка наиболее проста в изготовлении и применяется для фрез с малым числом зубьев, торцовых и фасонных. Двухугловая спинка обеспечивает большую прочность зуба и применяется для дисковых и твердосплавных фрез. Спинка затылованного зуба очерчена дугой окружности. Криволинейная спинка обеспечивает наивысшую прочность зуба и применяется для концевых фрез. Высота зуба *h* и форма впадины между зубьями (особенно радиус впадины г) — важные параметры фрезы, влияющие на прочность зуба. Для размещения стружки необходимо соблюдать условие

$$г > 4st,$$

где S — подача на зуб, мм; / — глубина резания, мм.

Стандартные фрезы выполняются с нормальным (мелким) и крупным зубом. Фрезы с нормальным зубом предназначены для обработки на облегченных режимах резания. Благодаря большому числу зубьев производительность их выше, чем у фрез с крупным зубом. Последние применяют при обработке глубоких пазов, уступов и плоскостей в заготовках из алюминиевых и медных сплавов.

4.4. Хонингование

Хонингование применяется после растачивания, развертывания и шлифования преимущественно для отделки отверстий с целью повышения точности его формы и размера, для уменьшения шероховатости, а также для создания специфического микропрофиля обработанной поверхности. Обработка производится с помощью абразивных или алмазных брусков, закрепленных в хонинговальной головке (хоне).

Различные способы крепления хона на станке показаны на рис. 4.5. Схема с жестким креплением хона в шпиндель станка при двух степенях свободы детали (рис. 4.5, *а)* применяется для обработки деталей с параллельными верхней и нижней плоскостями и перпендикулярной к ним осью отверстия. В случае обработки мелких и среднегабаритных деталей применяется схема с жесткой связью хона и шпинделя станка при четырех степенях свободы детали (рис. 4.5, *б).* Если несоосность шпинделя и обрабатываемого отверстия менее

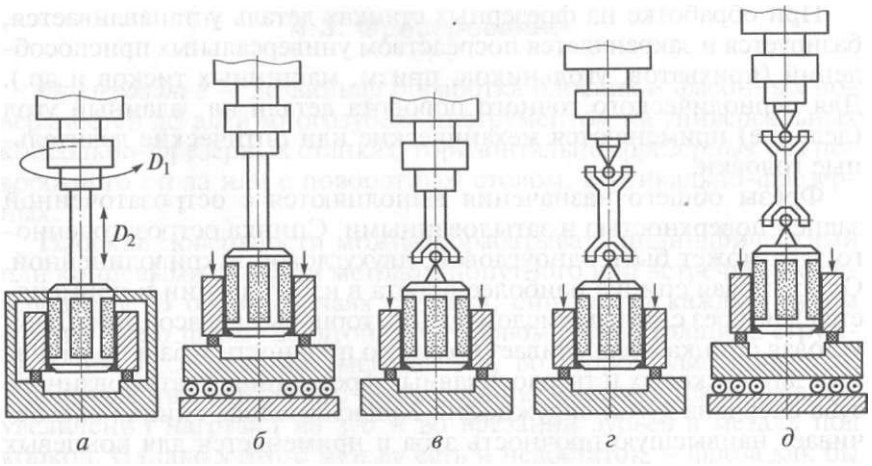


Рис. 4.5. Способы крепления хона при разном числе степеней свободы детали:

а — жесткое при двух степенях свободы детали; *б* — жесткое при четырех степенях свободы детали; *в* — одношарнирное при двух степенях свободы детали; *г* — двухшарнирное при двух степенях свободы детали; *д* — двухшарнирное при четырех степенях свободы детали; D, — главное движение хона; D^2 — возвратно-поступательное перемещение хона

0,05 мм, то применяют одношарнирное крепление хона (рис. 4.5, *в),* если несоосность более 0,05 мм — то двухшарнирное, а детали придают четыре степени свободы (рис. 4.5, *д).*

Хон, как правило, совершает три движения: вращательное (главное) D^b возвратно-поступательное D^2 и радиальное движение подачи брусков. Совокупность этих трех движений создает условия срезания микростружки и самозатачивания инструмента. На обработанной поверхности остаются характерные следы траектории движения зерна в виде сетки. Характер траектории зависит от сочетания величины скоростей поступательного и вращательного перемещения и угла а наклона вектора скорости резания. Конкретные значения скоростей резания определяются размерами детали и условиями обработки. Диапазон размеров хонингуемых отверстий: по диаметру 2,5... 1 ООО мм, по длине — 5...25ООО мм.

Разновидностью обычного хонингования является вибрационное хонингование, при котором хону или детали придается дополнительное круговое или возвратно-поступательное движение с малой амплитудой (1 ...4 мкм) и частотой до 20 дв. х./мин; скорость главного движения $D^{\prime}$ для обработки стали составляет 45...60 м/мин, чугуна — 60...75 м/мин; соотношение скоростей движений D] и D^2 равно 1,5... 10,0. Производительность вибрационного хонингования значительно выше обычного хонингования, а в ряде случаев приближается к производительности шлифования.

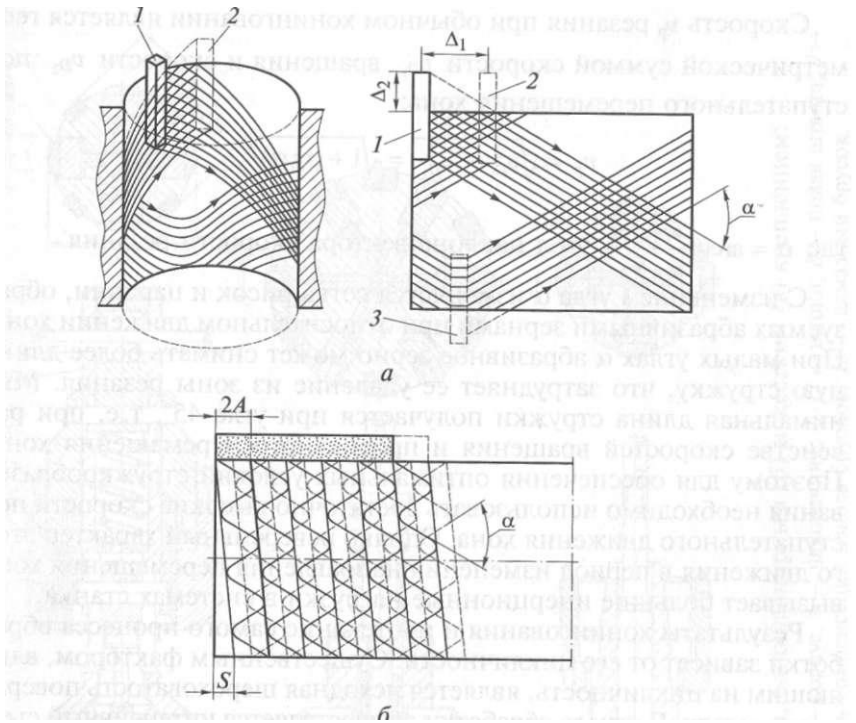


Рис. 4.6. Траектория движения абразивного бруска при обычном *(а)* и вибрационном *(б)* хонинговании:

1,3 — крайнее верхнее и нижнее положение бруска соответственно; *2* — положение бруска при двойном ходе

На рис. 4.6 показаны траектории движения абразивного бруска при обычном и вибрационном хонинговании. Крайнее верхнее *1* и нижнее *3* положения абразивных брусков (рис. 4.6, *а)* устанавливают с перебегом Д2, необходимым для точной обработки отверстия. Минимальные отклонения формы получаются при перебеге, равном 0,33 длины бруска, и при длине бруска, равной 0,50...0,75 длины обрабатываемого отверстия. При каждом двойном ходе бруски оказываются в положении 2, т. е. смещаются на величину перекрытия А,.

Вибрационное хонингование изменяет вид сетки (рис. 4.6, *б),* что обусловлено размахом колебаний бруска *2А,* продольной подачей *S* бруска на один оборот и углом сетки а. Как показывает схема движения абразивных зерен, при вибрационном хонинговании резко уменьшается длина стружки, снимаемой зерном, а короткая стружка сравнительно легко удаляется из зоны резания. Это позволяет применять более твердые бруски, которые выдерживают большие давления без затупления или налипания металла.

Скорость v^p резания при обычном хонинговании является геометрической суммой скорости v^{Dl} вращения и скорости v^{Dl} поступательного перемещения хона:

$$^{v}v = v4 \quad ^{+v}l = Vl + (tga)^2,$$

где $a = arctg\frac{щ}{-}$ — угол наклона вектора скорости резания.

С изменением угла а изменяется сетка рисок и царапин, образуемых абразивными зернами при относительном движении хона. При малых углах а абразивное зерно может снимать более длинную стружку, что затрудняет ее удаление из зоны резания. Минимальная длина стружки получается при угле 45°, т.е. при равенстве скоростей вращения и продольного перемещения хона. Поэтому для обеспечения оптимальных условий стружкообразования необходимо использовать достаточно высокие скорости поступательного движения хона. Однако реверсивный характер этого движения в период изменения направления перемещения хона вызывает большие инерционные нагрузки в системах станка.

Результаты хонингования и протекание самого процесса обработки зависят от его цикличности. Существенным фактором, влияющим на цикличность, является исходная шероховатость поверхности детали. В начале обработки осуществляется интенсивный съем металла, что ведет и к интенсивному износу брусков. С уменьшением шероховатости обрабатываемой поверхности поверхность брусков сглаживается и интенсивность съема металла снижается. Первоначальная режущая способность брусков и высокая интенсивность резания восстанавливаются в начале обработки следующей детали с исходной шероховатостью поверхности. Поэтому целесообразно выбирать наименьшее время хонингования.

В последнее время широкое распространение получает хонингование с нормированной радиальной подачей брусков: величина подачи составляет 2... 5 мкм/дв. х. хона. Для такой обработки целесообразно использовать алмазные и эльборовые бруски, износ которых за время обработки одной детали очень мал. Применение обычных абразивных брусков, кроме съема припуска требует компенсации износа брусков, который на протяжении цикла обработки меняется. Поэтому подача должна быть переменной, что значительно усложняет конструкцию станка.

В отличие от других способов отделочной обработки при хонинговании определяющее влияние на точность и шероховатость поверхности оказывает хон, который проектируется для конкретного случая обработки определенной детали.

Конструкции хонов с разными способами крепления в шпинделе станка показаны на рис. 4.7. Корпус 5 типового хона с двух-

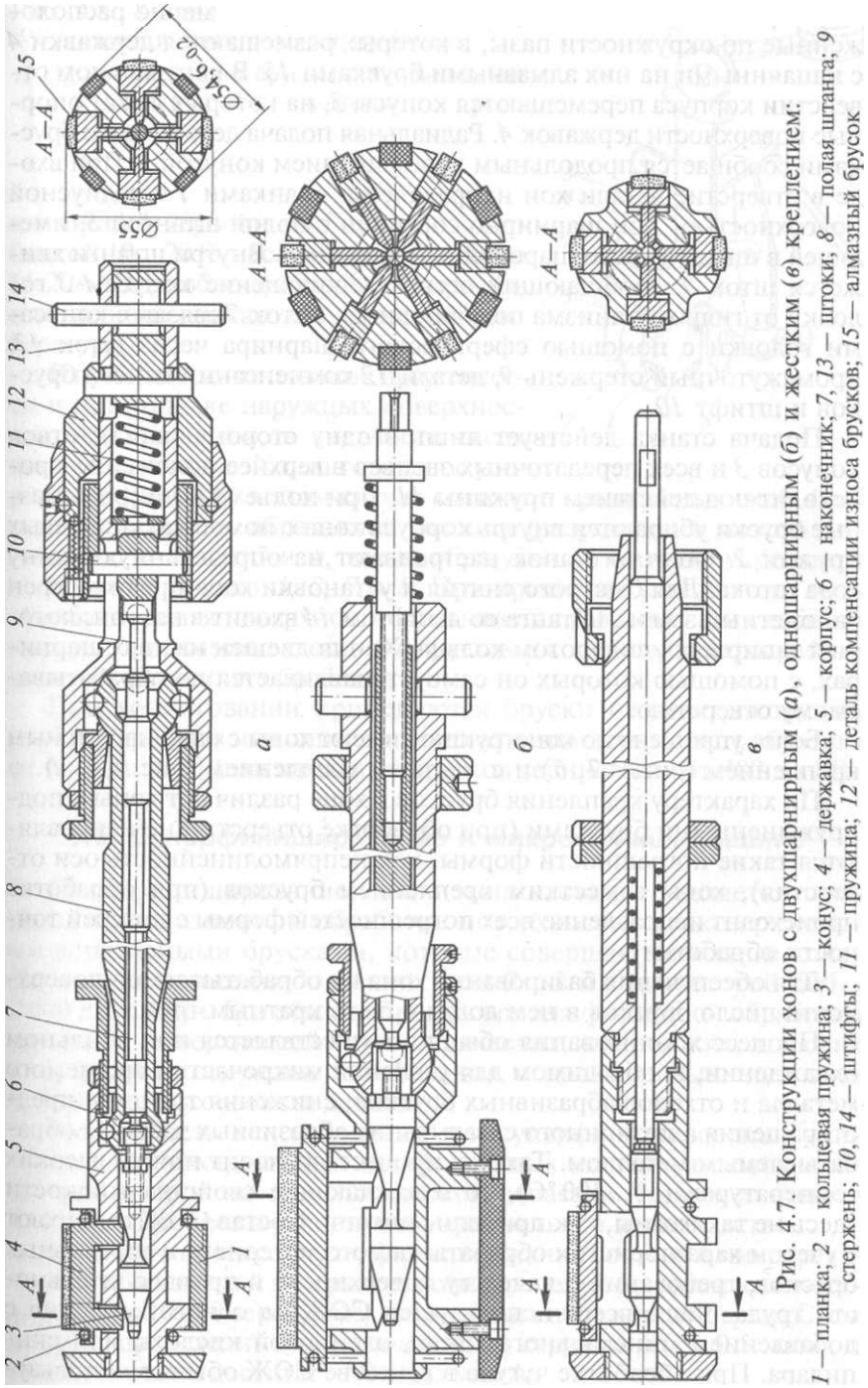


Рис. 4.7. Конструкции хонов с двухшарнирным (*а*), одношарнирным (*б*) и жестким (*в*) креплением:
1 — планка; *2* — кольцевая пружина; *3* — конус; *4* — державка; *5* — корпус; *6* — наконечник; *7*, *13* — штоки; *8* — полая штанга; *9* стержень; *10*, *14* — штифты; *11* — пружина; *12* — деталь компенсации износа брусков; *15* — алмазный брусок

шарнирным креплением (рис. 4.7, *а)* имеет равномерно расположенные по окружности пазы, в которых размещаются державки *4* с напаянными на них алмазными брусками 75. В центральном отверстии корпуса перемещаются конусы *3,* на которых лежат опорные поверхности державок *4.* Радиальная подача державкам с брусками сообщается продольным перемещением конусов *3.* При входе в отверстие детали хон направляется планками / с радиусной поверхностью. Хон шарнирно соединен с полой штангой *8,* имеющей в нижней части шаровой наконечник *6.* Внутри штанги движется шток 7, сообщающий осевое перемещение конусам *3* головки от гидромеханизма подачи станка. Шток 7 связан с конусами головки с помощью сферического шарнира через шток *13,* промежуточный стержень *9,* детали *12* компенсации износа брусков и штифт *10.*

Подача станка действует лишь в одну сторону (вниз); отвод конусов *3* и всех передаточных звеньев в верхнее положение происходит под действием пружины *11.* При подъеме конусов алмазные бруски убираются внутрь корпуса хона с помощью кольцевых пружин *2.* Обычно станок настраивают на определенную длину хода штока. Для быстрого снятия и установки хона предусмотрен байонетный замок. Штанга со штифтом *14* входит в патрон, который запирается поворотом кольца. Хон подвешен на двух шарнирах, с помощью которых он самоустанавливается по обрабатываемому отверстию.

Более упрощенную конструкцию имеют хоны с одношарнирным креплением (рис. 4.7, *б) и с* жестким креплением (рис. 4.7, *в).*

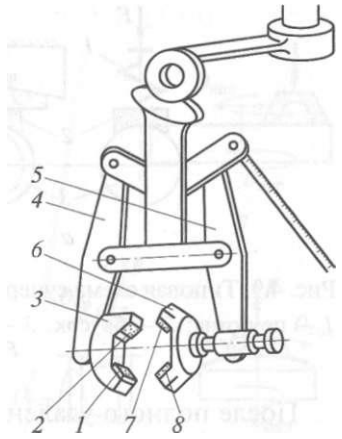
По характеру крепления брусков в хоне различают хоны с подпружиненными брусками (при обработке отверстий не исправляются такие погрешности формы, как непрямолинейность оси отверстия), хоны с жестким креплением брусков (при обработке происходит исправление всех погрешностей формы с потерей точности обработки).

Для обеспечения базирования хона по обрабатываемой поверхности число брусков в нем должно быть кратным трем.

Процесс хонингования обычно осуществляется при обильном охлаждении, необходимом для удаления микрочастиц срезаемого металла и отходов абразивных брусков, снижения трения и предотвращения адгезионного схватывания абразивных частиц с обрабатываемым металлом. Так как процесс проходит при невысоких температурах (50... 100 °С), то охлаждающие свойства жидкости здесь не так важны, как при шлифовании. Состав СОЖ выбирают с учетом характеристик обрабатываемого материала и абразивных брусков, требований к качеству поверхности и производительности труда. Чаще всего используется СОЖ на основе керосина с добавлением минерального масла, олеиновой кислоты или скипидара. При обработке чугуна в качестве СОЖ обычно используют чистый керосин или керосин с добавкой 10... 20 % масла индустриального И-20А. Подробно выбор СОЖ при хонинговании описан в технической литературе.

Рис. 4.8. Хонинговальное устройство для отделки шеек коленчатых валов:

1, 2, 7,8— абразивные бруски; *4, 5*— разжимные скобы; *3, 6* — колодки



В практике хонингование применяется и при отделке наружных поверхностей тел вращения, в частности шеек коленчатых валов. Хонинговальное устройство (рис. 4.8) в этом случае состоит из разжимных скоб *4 и 5* и инструмента — абразивной головки (разрезанного полого цилиндра), колодок *3 и 6,* вдоль образующих которых укреплены абразивные бруски *1, 2, 7 и 8.* При вращении коленчатого вала обрабатываемая поверхность охватывается разжимными скобами, которые прижимают колодки с брусками к шейкам вала, осуществляя тем самым их обработку.

При хонинговании применяются бруски из электрокорунда, карбида кремния или синтетических алмазов. Зернистость абразива от № 8 до М20 (для алмазных брусков зернистость от 400 до 14).

4.5. Суперфиниширование и микрофиниширование

Суперфиниширование, как и хонингование, является процессом прецизионной обработки поверхностей мелкозернистыми абразивными брусками, которые совершают сложные колебательные движения с амплитудой 2...5 мм и частотой 500... 2 000 дв. х./мин. Его обычно применяют для финишной обработки трущихся поверхностей (цилиндрических, конических, плоских и пр.) после операции шлифования с целью повышения эксплуатационных свойств деталей.

Возможность использования для суперфиниширования универсальных токарных или шлифовальных станков, головок-вибраторов и простой технологической оснастки позволяет применять этот процесс в условиях авторемонтного производства.

Сущность процесса суперфиниширования состоит в микрорезании обрабатываемой поверхности одновременно большим количеством (100... 10 000 зерен/мм^2) мельчайших абразивных зерен. Съем металла происходит в виде тончайшей стружки (0,1...0,5 мкм), а скорость съема достигает 1,0... 1,5 мкм/с.

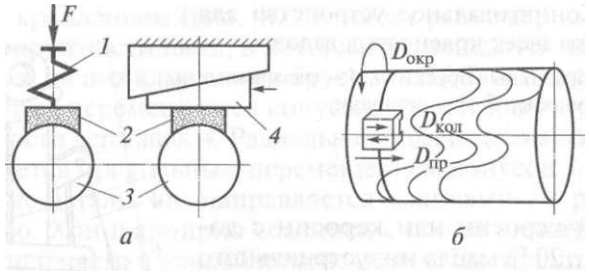


Рис. 4.9. Типовая схема суперфиниширования *(а)* и основные движения *(б)*:

1 — пружина; *2* — брусок; *3* — деталь; *4* — промежуточный жесткий элемент; *F* — усилие прижима

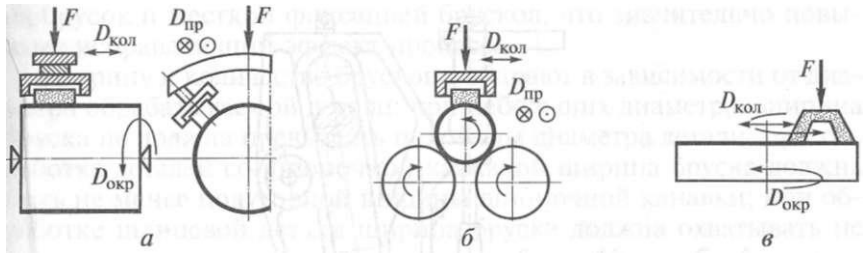
После полного удаления следов предыдущей обработки (точения, шлифования) переходят от резания к трению, при котором брусок полирует обрабатываемую поверхность. Для этого меняют режимы обработки и используют более мягкие бруски. Увеличение частоты вращения детали в 3 — 10 раз приводит к уменьшению числа эффективно работающих вершин и граней зерен. Большинство зерен не режет, а только пластически деформирует металл, что ведет к сглаживанию неровностей поверхности до зеркального блеска. При таком регулировании процесса суперфиниширования обеспечивается стабильно высокое качество обработки.

Так как процесс суперфиниширования относится к области безразмерной обработки, то в применяемых до недавнего времени схемах его реализации использовался упругий прижим бруска *2* (рис. 4.9, *а)* к детали *3* пружиной *1,* что значительно снижало исправляющий эффект процесса в части уменьшения огранки и овальности обрабатываемой детали.

В последние годы разработаны конструкции станков с жестким прижимом бруска *2* к детали *3* непосредственно гидроцилиндром через промежуточные жесткие элементы *4* клинорычажного механизма. Это позволило в значительной степени расширить технологические возможности процесса суперфиниширования и успешно исправлять погрешности цилиндрических деталей как в поперечном, так и в продольном сечениях.

Основными рабочими движениями (рис. 4.9, *б)* являются вращение детали $(2)^{окр}$, возвратно-поступательное (колебательное) движение бруска $(Z)^{КОЛ}$ и движение продольной подачи $(Z)^{пр}$. Иногда бруску сообщают дополнительные ультразвуковые колебания, что позволяет полнее использовать режущую способность абразивных зерен, поскольку в этих условиях они режут различными гранями, а перемещение их в разных направлениях способствует самозатачиванию брусков.

На рис. 4.10 представлены наиболее распространенные схемы суперфиниширования.



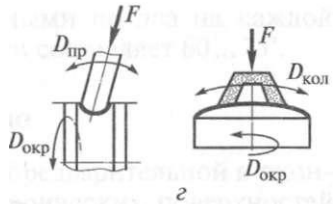


Рис. 4.10. Наиболее распространенные схемы суперфиниширования:

а — в центрах с продольной и поперечной подачей; *б* — бесцентровое; *в, г* — обработка плоских и фасонных поверхностей соответственно

При обработке шеек коленчатых, кулачковых и других ответственных валов, когда одновременно с повышением качества поверхности необходимо исправить погрешности формы, на микрофинишных станках используются трехбрусковые головки (рис. 4.11). Режущие бруски *3* в них расположены под углом 120° относительно друг друга, обеспечивая трехсторонний охват обрабатываемой шейки. Верхняя державка *1* с бруском связана с цилиндром радиальной подачи, остальные две державки *(2* и *4)* с брусками получают синхронное с верхней державкой перемещение с помощью шестеренчато-реечной передачи 5.

До недавнего времени считалось, что суперфиниширование, протекающее при низких скоростях резания и малых усилиях прижима бруска, не изменяет поверхностный слой обработанных деталей. Однако, как показали исследования, при суперфинишировании в поверхностном слое происходит значительное дробление кристаллических блоков, возникают остаточные напряжения I и II рода, увеличивается плотность дислокаций. Фазовых изменений в поверхностном слое не наблюдается. Исследованиями также установлено, что при суперфинишировании возникают напряжения сжатия (700...900 МПа), наибольшие значения которых наблюдаются в слое глубиной 1,0... 1,5 мкм. Наличие таких напряжений свидетельствует об интенсивном пластическом деформировании металла и о незначительном выделении тепла при данном методе обработки.

Таким образом, процесс суперфиниширования формирует поверхностный слой металла, упрочняет его на 15...40 % и способствует образованию в нем остаточных напряжений сжатия, благоприятно влияющих на износостойкость и усталостную прочность деталей.

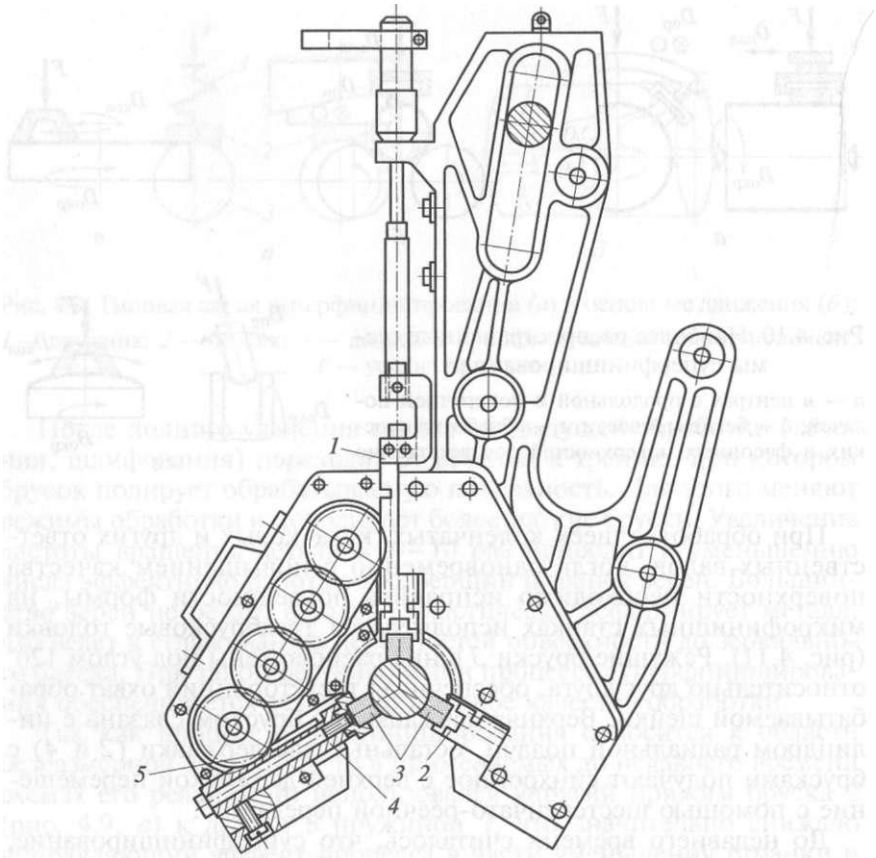


Рис. 4.11. Схема трехбрусковой головки для микрофиниширования:
1 — верхняя державка; *2, 4* — державки; *3* — режущие бруски; *5* — шестеренчато-реечная передача

Микрофиниширование получило широкое распространение в автомобильной промышленности при обработке шеек коленчатых и распределительных валов, тормозных барабанов, поршневых пальцев, плунжеров, валов коробок передач и других деталей автомобиля. Этот процесс обеспечивает малую шероховатость поверхности *(Ra* 0,05...0,60 мкм), уменьшает погрешность формы (волнистость, бочкообразность, седлообразность, огранку) до 0,3 мкм и позволяет управлять направлением и формой микронеровностей, что очень важно для повышения эксплуатационных качеств деталей.

Микрофиниширование является разновидностью суперфиниширования, его развитием и характеризуется большим давлением на брусок и жесткой фиксацией брусков, что значительно повышает исправляющий эффект процесса.

; Ширину и количество брусков выбирают в зависимости от диаметра обрабатываемой детали: при небольших диаметрах ширина бруска не должна превышать половины диаметра детали; при обработке деталей со шпоночной канавкой ширина бруска должна быть не менее полуторной ширины шпоночной канавки; при обработке шлицевой детали ширина бруска должна охватывать не менее двух шлицов. Детали диаметром более 60 мм обрабатывают двумя — четырьмя брусками, закрепленными по два на каждой державке. В среднем угол охвата брусками составляет 60... 75°.

4.6. Шлифование

Шлифование используется как метод предварительной И окончательной обработки плоских и цилиндрических поверхностей абразивными кругами. При шлифовании достигается точность обработки 5 —7-го квалитетов и шероховатость поверхности *Ra* 1,25...0,08 мкм.

В условиях АРП при ремонтном восстановлении деталей целесообразно использовать два вида шлифования: размерное и тонкое. Размерное шлифование выполняется за одну или две операции — в зависимости от величины снимаемого припуска и требований к шероховатости поверхности. Припуск при однооперационном шлифовании составляет 0,2...0,6 мм на диаметр, при двухоперационном — 0,6...0,8 мм; при повышенных требованиях к обрабатываемой поверхности проводится тонкое шлифование с ограничением припуска до 0,04...0,08 мм на диаметр. Таким образом, шлифование может быть предварительным, окончательным и тонким.

Эффективность операции во многом зависит от правильного подбора шлифовальных кругов. Выбор зернистости круга определяется требованиями к качеству обрабатываемой поверхности и эффективности технологического процесса: чем выше зернистость круга, тем выше производительность обработки и меньше расход инструмента, но хуже качество поверхности. Предварительное шлифование выполняется кругами зернистостью 40... 80, что обеспечивает шероховатость поверхности *Ra* 1,25...0,63 мкм; окончательное шлифование — кругами зернистостью 12...40 *(Ra* 0,63...0,16 мкм); тонкое шлифование — кругами зернистостью 6... 10 *(Ra* 0,08 мкм). Выбор других параметров шлифовальных кругов регламентируется физико-механическими свойствами обрабатываемой детали.

Кроме абразивных кругов для шлифования могут использоваться алмазные и эльборовые круги на металлических и органических связках. У этих кругов режущие зерна располагаются по периферии круга слоем толщиной 1,5...2,5 мм.

Тонкое шлифование характеризуется снятием малых припусков — до 0,005 мм на ход стола или на один оборот обрабатываемой заготовки. Скорость резания при этом v^p = 30...40 м/с, а скорость заготовки $v^з$ = 10...20 м/мин. В процессе обработки после прекращения поперечной подачи следует этап выхаживания (5—10 проходов круга без подачи). Тонкое шлифование обеспечивает точность обработки плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей 5 —6-го квалитетов при исходной точности заготовки 6 —8-го квалитетов.

Тонкое шлифование позволяет значительно исправить погрешности формы обрабатываемой поверхности (так, исходная погрешность 30...50 мкм снижается до 10 мкм) и снизить шероховатость поверхности примерно на три класса по ГОСТ 2789—73. В основном тонкое шлифование применяется для обработки плоских поверхностей и наружных поверхностей вращения. Для высокоточной обработки отверстий используются более экономичные методы (тонкое точение, тонкое развертывание, хонингование и др.).

Особое внимание при шлифовании уделяется балансировке и правке абразивного круга. Хороших результатов можно достичь статической балансировкой круга в динамическом режиме, проводимой на скоростях, близких к эксплуатационным, с использованием стробоскопического устройства.

Режущую способность круга, его форму и микропрофиль рабочей поверхности восстанавливают правкой зерном алмаза, закрепленного в специальной оправке, алмазным карандашом, алмазным роликом или алмазной пластинкой. Поперечная подача при алмазной правке круга составляет 0,005...0,010 мм/дв. х.

Для исключения попадания частиц абразива и стружки в зону обработки процесс тонкого шлифования сопровождается обильным охлаждением детали с использованием хорошо профильтрованной жидкости.

4.7. Полирование абразивной лентой и мягкими кругами

Обработка абразивной лентой (полирование) применяется как завершающая операция в тех случаях, когда к обрабатываемой поверхности не предъявляют высоких требований по точности размеров. Абразивная лента прижимается к обрабатываемой поверхности либо за счет собственного натяжения, либо с помощью резиновых, кожаных, фетровых или войлочных роликов, что не гарантирует снятия припуска определенной величины. Поэтому операция полирования абразивной лентой должна быть кратковременной, со снятием припуска не более 0,005 мм на диаметр во избежание нарушения размера предшествующей обработки. При обработке грубых деталей для обеспечения малой шероховатости

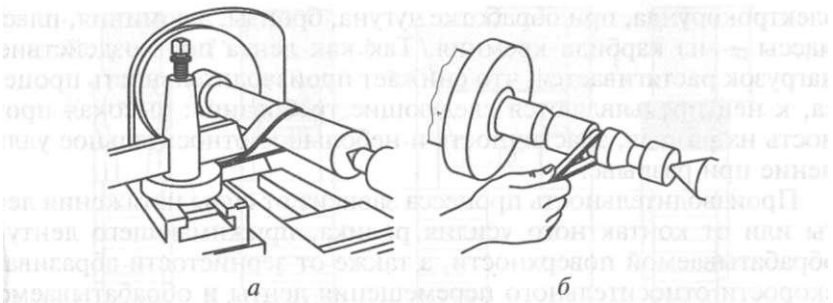


Рис. 4.12. Полирование наружных поверхностей вращения абразивной лентой с креплением в резцовой головке (а) и вручную *(б)*

поверхности, операция может быть более длительной, со снятием значительного припуска.

Полированием точно обработанных поверхностей можно снизить шероховатость на один класс. В зависимости от требований к обрабатываемой поверхности подбирается зернистость абразива ленты. Черные металлы обрабатывают абразивной лентой со скоростью 20...40 м/с, цветные — со скоростью 40...45 м/с.

При обработке наружных поверхностей вращения абразивную ленту закрепляют в резцовой головке (рис. 4.12, *а),* затем прижимают ее к поверхности и перемещают вдоль детали с помощью суппорта или обрабатывают деталь вручную, как показано на рис. 4.12, *б.*

Представляют интерес специальные ручные полировальные машинки (рис. 4.13). Основное их назначение — зачистка деталей и изготовление технологической оснастки.

Абразивные зерна при ленточном полировании могут работать в условиях жесткого закрепления (абразивная лента) или в режиме податливости (лента с нанесенной на нее абразивной пастой). Для обработки ответственных деталей применяется алмазная лента. При обработке углеродистых и легированных сталей, ковкого чугуна применяются ленты с абразивным слоем из нормального

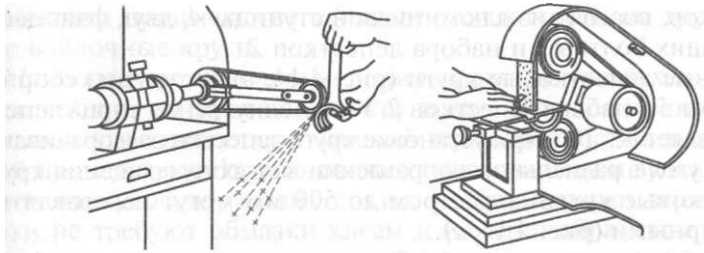


Рис. 4.13. Полирование на ручных машинках при зачистке деталей

электрокорунда, при обработке чугуна, бронзы, алюминия, пластмассы — из карбида кремния. Так как лента под воздействием нагрузок растягивается, что снижает производительность процесса, к ней предъявляются следующие требования: высокая прочность на разрыв, эластичность и небольшое относительное удлинение при разрыве.

Производительность процесса зависит от силы натяжения ленты или от контактного усилия ролика, прижимающего ленту к обрабатываемой поверхности, а также от зернистости абразива и скорости относительного перемещения ленты и обрабатываемой поверхности. Лента с зернистостью абразива 50...25 используется для зачистки поверхностей с шероховатостью *Ra* 12,5... 6,3 мкм, с зернистостью 26... 16 — поверхностей с шероховатостью *Ra* 3,2... 1,6 мкм, с зернистостью 16...8 — поверхностей с шероховатостью *Ra* 0,8 мкм.

Другой заключительной операцией механической обработки детали, выполняемой с целью уменьшения шероховатости поверхности при ее окончательной декоративной отделке или при подготовке поверхности под гальваническое покрытие, является полирование мягкими абразивными кругами. Для выполнения этой операции обрабатываемая поверхность под определенным давлением прижимается к рабочей поверхности вращающегося абразивного круга. На рабочей поверхности круга может быть закреплен слой абразива либо нанесена полировальная паста.

Обработка ведется на простых по конструкции станках, на универсальных станках или с помощью ручных полировальных машинок. Инструментом служат лепестковые, эластичные, войлочные, тканевые, бумажные, фетровые, хлопчатобумажные, гибкие и другие полировальные круги.

Лепестковые полировальные круги могут быть разными по конструкции (рис. 4.14).

Армированные неразборные круги с клеевым креплением лепестков (рис. 4.14, *а)* используются для декоративно-полировальных работ и состоят из двух штампованных фланцев *1* и приклеенных к ним лепестков *2.* Разборные круги (рис. 4.14, *б),* предназначенные для универсальных плоскошлифовальных и круглошлифовальных станков, состоят из алюминиевой ступицы *4,* двух фланцев /, стягивающих болтов *3* и набора лепестков *2.*

Торцовые лепестковые круги (рис. 4.14, *в)* состоят из сборной планшайбы 5 и набора лепестков *2.* Угол поднутрения торца лепестков составляет 8... 10°. При установке круга лепестки разворачиваются на этот угол в радиальном направлении в сторону вращения круга.

Лепестковые круги диаметром до 500 мм могут изготовляться безарматурными (рис. 4.14, *г).*

При выборе круга определяющее значение имеет высота лепестков *Н,* с уменьшением которой количество лепестков увеличивается (соответственно увеличивается диаметр ступицы круга). Круг имеет высокую производительность, но за счет жесткости лепестков качество обработки ухудшается.

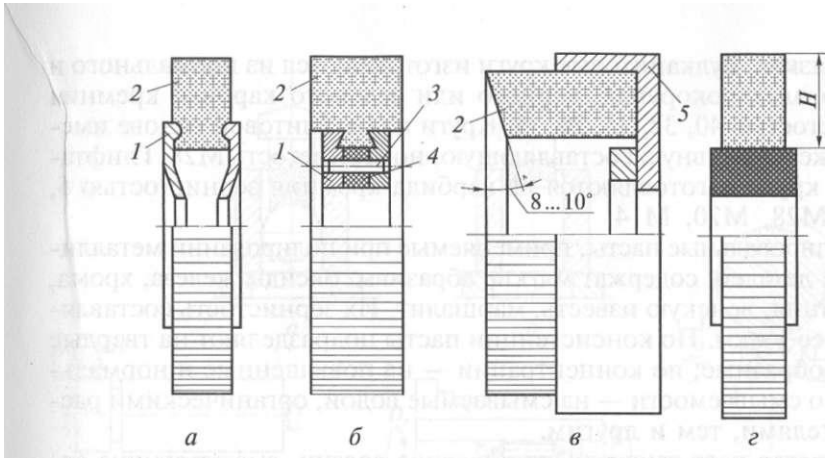


Рис. 4.14. Конструкции лепестковых полировальных кругов:

а — армированные неразборные; *б* — армированные разборные; *в* — торцовые; *г* — безарматурные; *1* — фланец; *2* — лепесток; *3* — стягивающий болт; *4* — ступица; 5 — сборная планшайба

С увеличением частоты вращения круга и деформации лепестков повышается производительность обработки, но одновременно увеличивается и тепловыделение. Это влечет за собой разогрев клеевой основы лепестков круга, снижение прочности крепления абразивных зерен, следовательно, ухудшение качества обработки. Применение охлаждения позволяет повысить скорость резания. Для снижения шероховатости обработанной поверхности, уменьшения пылевыделения и увеличения стойкости круга лепестки пропитываются специальным составом на основе парафина и графита.

Кроме лепестковых кругов в практике полирования широкое применение нашли войлочные круги, которые обладают большой эластичностью, хорошо поддаются правке, прочно удерживают нанесенные на них абразивные порошки и пасты. Они подразделяются на тонкие, полугрубошерстные и грубошерстные. В авторемонтном производстве используются в основном грубошерстные войлочные круги.

Наиболее прогрессивным полировальным инструментом являются гибкие полировальные круги, отличающиеся от обычных большей эластичностью, высокой термостойкостью и механической прочностью. Их изготовляют прессованием и вулканизацией смеси каучукосодержащих связок с абразивными зернами. Эти круги не требуют обмазки клеем и накатки абразивом. Полировальные круги выполняют на гибкой вулканитовой, бакелитовой с графитовым наполнителем, глифталевой и поливинилформале-

вой связках. Вулканитовые круги изготовляются из нормального и белого электрокорунда, черного или зеленого карбида кремния зернистостью 40, 32, 35, 20, 16. Круги на бакелитовой основе имеют ту же абразивную составляющую, но зернистость М28. Глифталевые круги изготовляются из карбида кремния зернистостью 5, М40, М28, М20, М14.

Полировальные пасты, применяемые при полировании металлических деталей, содержат мягкие абразивы: оксиды железа, хрома, алюминия, венскую известь, маршалит. Их зернистость составляет менее 1 мкм. По консистенции пасты подразделяют на твердые и мазеобразные; по концентрации — на повышенные и нормальные; по смываемости — на смываемые водой, органическими растворителями, тем и другим.

В состав паст также входят плавкие связки, смазывающие вещества и поверхностно-активные вещества. Связкой может быть стеарин, парафин, воск, олеиновая кислота, вазелин, свиной жир. Смазывающим веществом может служить керосин, бензин, вода, трансформаторное или иные масла. В качестве поверхностно-активных веществ используется олеиновая или стеариновая кислота. Особенно широко применяются пасты ГОИ (Государственного оптического института), которые оказывают на поверхность одновременно механическое и химическое воздействия.

4.8. Обработка поверхностей без снятия стружки

Обработка поверхностей без снятия стружки обеспечивает сглаживание шероховатости поверхности, ее упрочнение, образование новой геометрической формы поверхности, стабилизацию остаточных напряжений в поверхностном слое.

Схемы основных и наиболее распространенных процессов обработки без снятия стружки приведены на рис. 4.15.

Без снятия стружки можно восстанавливать детали из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов, обладающих достаточной пластичностью. В процессе такой обработки кристаллы сплющиваются в направлении деформации, образуется упорядоченная структура (текстура) волокнистого характера. Упрочнение металла в незакаленных сталях происходит за счет структурных изменений и минимизации несовершенств (рыхлость, дробление зерен, уменьшение дислокаций и т.д.). При упрочнении закаленных сталей, кроме того, остаточный аустенит частично превращается в мартенсит, т. е. происходит наклеп (изменение структуры и свойств металла), интенсивность которого тем выше, чем мягче сталь. В результате повышается долговечность и износостойкость поверхности. Простейшие способы обработки без снятия стружки — *калибрование* и *дорнование* — перемещение (проталкивание) с натягом закаленного стального инструмента (шарика или ролика) штоком

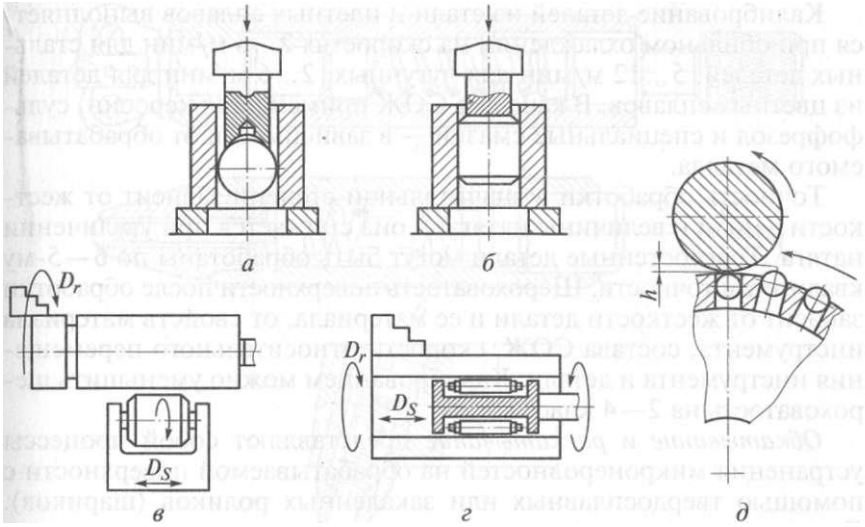


Рис. 4.15. Схемы основных процессов обработки без снятия стружки:

а — калибрование отверстия; *б* — дорнование; *в* — обкатывание; *г* — раскатывание; *д* — наклеп поверхности шариком; Д. — главное движение; D^s — движение подачи; *h* — натяг инструмента

пресса через обрабатываемое отверстие. Инструмент сглаживает микронеровности, упрочняет поверхность, повышает размерную точность.

Основным параметром оценки процесса является натяг, обусловленный разницей размеров калибрующего инструмента и отверстия, подлежащего калиброванию, — размер калибрующего инструмента больше. Процесс может выполняться с большим или малым натягом — в зависимости от толщины стенок обрабатываемой детали, от диаметра обрабатываемого отверстия и физико-механических свойств материала детали. При малом натяге зона пластической деформации распространяется на малую глубину, снижается шероховатость обработанной поверхности, уменьшается погрешность формы и разброс размеров отверстий на 30... 35 %. Калибрование с малым натягом обычно используется при обработке толстостенных деталей, у которых соотношение толщины стенки и радиуса калибруемого отверстия более 0,5.

Калибрование с большим натягом более известно как процесс раздачи, применяемый при восстановительном ремонте для увеличения наружного диаметра пустотелых деталей (втулок, поршневых пальцев и др.).

Примерные величины натяга при диаметре отверстия 10... 120 мм следующие: 0,03...0,90 мм для стальных деталей; 0,05...0,20 мм для чугунных; 0,03...0,35 мм для деталей из цветных металлов и сплавов.

Калибрование деталей из стали и цветных сплавов выполняется при обильном охлаждении на скоростях 2... 6 м/мин для стальных деталей, 5... 12 м/мин для чугунных, 2... 6 м/мин для деталей из цветных сплавов. В качестве СОЖ применяется керосин, сульфофрезол и специальные смазки — в зависимости от обрабатываемого металла.

Точность обработки в значительной степени зависит от жесткости детали и величины натяга — она снижается при увеличении натяга. Толстостенные детали могут быть обработаны по 6—5-му квалитетам точности. Шероховатость поверхности после обработки зависит от жесткости детали и ее материала, от свойств материала инструмента, состава СОЖ, скорости относительного перемещения инструмента и детали. Калиброванием можно уменьшить шероховатость на 2 — 4 класса.

Обкатывание и *раскатывание* представляют собой процессы устранения микронеровностей на обрабатываемой поверхности с помощью твердосплавных или закаленных роликов (шариков). Давление осуществляется только в зоне контакта инструмента с деталью. За счет вращения детали и поступательного движения инструмента пятно контакта перемещается вдоль обрабатываемой поверхности. Для уменьшения трения и исключения задиров в зону обработки подается машинное масло. Наиболее совершенным является обкатывание (раскатывание) несколькими роликами; наименее производительно обкатывание шариком.

Инструмент для обкатывания (рис. 4.16, *а)* и раскатывания (рис. 4.16, *б, в)* устанавливается в резцедержатель токарного станка, доводится до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью, а затем перемещается на 0,5...0,8 мм для создания натяга. Скорость обкатывания (раскатывания) принимается в зависимости от условий обработки в пределах 30... 150 м/мин, давление обкатника на обрабатываемую поверхность — в зависимости от размеров и физико-механических свойств детали (в пределах от нескольких килограммов до нескольких тонн). Подача инструмента устанавливается в зависимости от конструкции инструмента и требований к шероховатости поверхности (например, при обработке детали роликами подача принимается равной 0,3 ширины ролика).

Ввиду того, что процесс обкатывания (раскатывания) осуществляется только в границах гребешков микронеровностей поверхности, он не очень эффективно (на 5... 10%) повышает точность обработки. Практически установлено, что этот процесс можно эффективно использовать в тех случаях, когда поверхность предварительно обработана по 6—10-му квалитетам точности. Кроме того, этот вид обработки малопригоден для деталей, подвергающихся в дальнейшем термической обработке, после которой упрочненная поверхность приходит в исходное состояние.

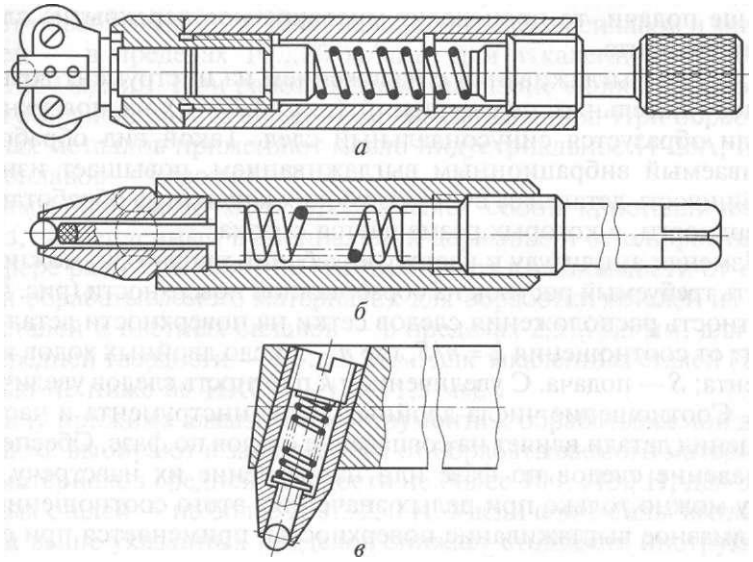


Рис. 4.16. Инструмент для обкатывания *(а)* и раскатывания *(б, в)*

Алмазное выглаживание обеспечивает смятие гребешков микронеровностей и появление наклепа на обрабатываемой поверхности путем скольжения по ней алмазного инструмента под определенным давлением. Полученные поверхности обладают высокой износоустойчивостью при образовании пар трения и высокой усталостной прочностью. Схемы выглаживания с поступательным и возвратно-поступательным движением инструмента показаны на рис. 4.17.

При обычном выглаживании с поступательным движением инструмента (рис. 4.17, *а)* после каждого оборота обрабатываемой детали след от инструмента перемещается в осевом направлении на величину подачи *S*. Так как ширина канавки от инструмента

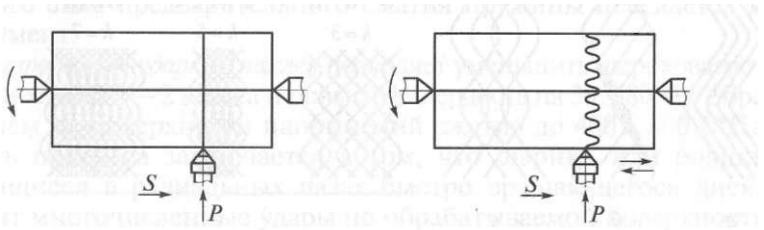


Рис. 4.17. Схемы выглаживания с поступательным *(а)* и с возвратно-поступательным *(б)* движением инструмента

больше подачи, то происходит многократное перекрытие следов от инструмента.

В случае выглаживания с наложением на инструмент возвратно-поступательных перемещений (рис. 4.17, *б)* на поверхности детали образуется синусоидальный след. Такой вид обработки, называемый вибрационным выглаживанием, повышает износоустойчивость деталей за счет неглубоких канавок на обработанной поверхности, в которых размещается смазка.

Изменяя амплитуду и частоту колебаний вибратора, можно получить требуемый рисунок на обработанной поверхности (рис. 4.18). Плотность расположения следов сетки на поверхности детали зависит от соотношения $\kappa = n/S$, где n — число двойных ходов инструмента; S — подача. С увеличением κ плотность следов увеличивается. Соотношение числа двойных ходов инструмента и частоты вращения детали влияет на совпадение следов по фазе. Обеспечить совпадение следов по фазе или направление их навстречу друг другу можно только при целых значениях этого соотношения.

Алмазное выглаживание поверхностей применяется при обработке деталей из сталей средней твердости и цветных сплавов, предварительно обработанных шлифованием, тонким точением и другими методами, обеспечивающими заданную точность. Исходная шероховатость поверхности детали не должна превышать *Ra* 2,5... 3,0 мкм. Можно обрабатывать также детали из закаленных сталей с исходной шероховатостью *Ra* 0,8... 1,2 мкм.

На точность обработки алмазное выглаживание влияет слабо. Шероховатость поверхности в результате процесса может улучшиться на 2 — 3 класса с доведением ее до *Ra* 0,160...0,025 мкм. На качество поверхности влияет в основном усилие выглаживания и подача. Микротвердость поверхности повышается на 50...60 %.

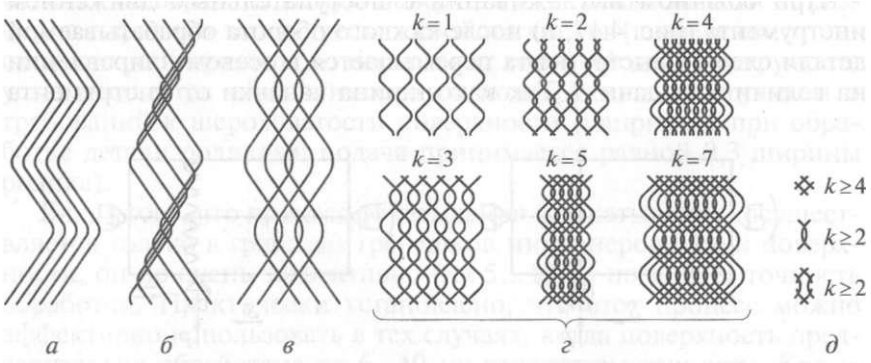


Рис. 4.18. Следы на поверхности после вибрационного выглаживания:

а — параллельная канавка; *б* — искаженная сетка; *в* — неискаженная сетка; *г* — варианты неискаженных сеток; *д* — характер ячеек сетки

Скорость алмазного выглаживания принимается в зависимости от обрабатываемого материала: для цветных сплавов и мягких сталей — в пределах 10...80 м/мин, для закаленных сталей — 200...250 м/мин. При работе в этом диапазоне скоростей необходима обильная подача СОЖ в зону выглаживания. При обработке черных металлов применяют масло индустриальное И-20А, цветных сплавов — керосин.

Алмазный инструмент представляет собой кристаллический алмаз, закрепленный в специальной державке и отшлифованный по сфере радиусом 0,6...4,0 мм (выбирают в зависимости от твердости обрабатываемого материала): для обработки деталей из мягких сталей и цветных сплавов — в пределах 2,5...3,5 мм, для сталей средней твердости — 1,5... 2,5 мм, для закаленных сталей (твердостью не ниже 60 HRC) — 1,0... 1,5 мм.

Силу прижима алмазного инструмента к обрабатываемой детали также выбирают в зависимости от обрабатываемого материала: для материалов средней твердости не более 100... 150 Н, для закаленных сталей — не более 200...250 Н. Увеличение силы выглаживания выше указанных пределов снижает стойкость инструмента и может вызвать ухудшение качества поверхности.

На качество поверхности оказывает влияние и подача. С изменением ее от 0,02 до 0,10 мм/об шероховатость поверхности увеличивается, при этом остаточная пластическая деформация уменьшается. Наименьшее значение шероховатости достигается при подачах 0,02...0,04 мм/об.

Для вибрационного выглаживания используются устройства с вибропривода для создания возвратно-поступательного перемещения инструмента. Пример такого устройства показан на рис. 4.19. Вращательное движение от электродвигателя *4* преобразуется в возвратно-поступательное движение штанги / с помощью эксцентрика *3* на валу электродвигателя. На штанге закреплен инструмент *9 с* цангой *10 ж* гайкой *11.* Штанга перемещается вместе с втулкой *2,* к которой крепится корпус *8* с силовой пружиной 7 и шкалой *6.* Устройство крепится на суппорте станка с помощью угольника *5.* Выглаживающая сила задается натягом, в результате которого сила предварительного сжатия пружины передается на инструмент.

Центробежно-ударный наклеп позволяет уменынить шероховатость поверхности на 1 — 2 класса и повысить твердость на 30... 80 % с образованием на поверхности напряжений сжатия до 400...800 МПа.

Суть процесса заключается в том, что шарики или ролики, находящиеся в радиальных пазах быстро вращающегося диска, наносят многочисленные удары по обрабатываемой поверхности, деформируя ее на определенную глубину. Шарики могут перемещаться в радиальном направлении и после нанесения удара отскакивают от поверхности детали. Эффективность наклепа во

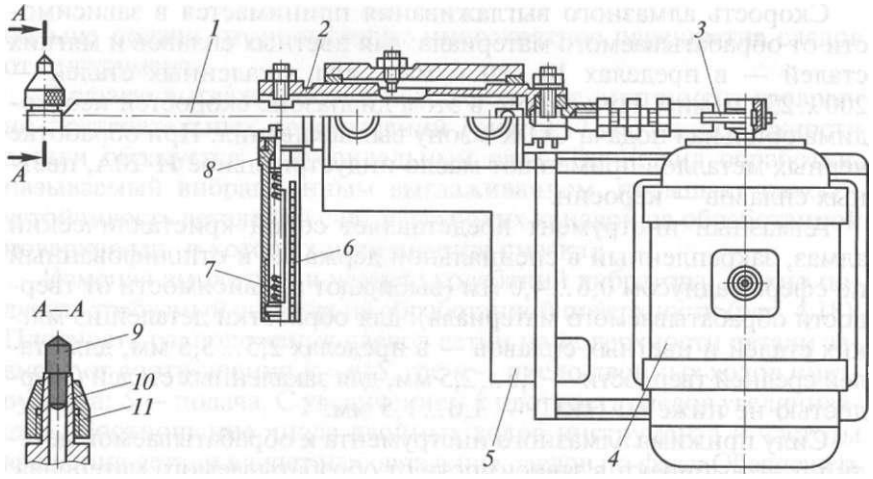


Рис. 4.19. Устройство для вибрационного выглаживания:
1 — штанга; *2* — втулка; *3* — эксцентрик; *4* — электродвигатель; 5 — угольник; *6* — шкала; 7 — силовая пружина; *8* — корпус; *9* — инструмент; *10* — цанга; *11* — гайка

многом зависит от величины натяга инструмента (прямо пропорционально). Однако шероховатость обработанной поверхности при увеличении натяга ухудшается.

Этот способ обработки можно использовать для упрочнения поверхностей вращения, плоских и фасонных поверхностей деталей из черных и цветных металлов и их сплавов. Предварительной обработкой может быть шлифование, чистое точение и другие методы, обеспечивающие шероховатость *Ra* 5,00...0,63 мкм.

Скорость при центробежно-ударном наклепе выбирается исходя из обрабатываемого металла и его физико-механических свойств (окружная скорость инструмента составляет 8...40 м/с, детали — 0,5... 1,5 м/с). Натяг выбирается в пределах 0,010...0,025 мм, подача инструмента — 0,02... 0,20 мм/об. В качестве СОЖ используются керосин и машинное масло.

Контрольные вопросы

1. Что такое тонкое растачивание отверстий и когда оно применяется?
2. Какие технологические операции используются при обработке отверстий?
3. Какие поверхности обрабатывают фрезерованием?
4. Какие типы фрез используются при обработке деталей автомобилей?
5. Что такое хонингование и когда оно применяется?
6. Как разделяются хонинговальные головки по конструктивным признакам?
7. Какие СОЖ используются при хонинговании?
8. Что такое суперфиниширование и микрофиниширование и чем они отличаются друг от друга?
9. Назовите наиболее распространенные схемы суперфиниширования.
10. Какие виды шлифования целесообразно использовать в условиях сервиса при ремонтном восстановлении деталей?
11. С какой целью производится балансировка и правка шлифовальных кругов?
12. Когда применяется обработка абразивной лентой?
13. Какие способы полирования используются при обработке наружных поверхностей?
14. Когда применяется полирование мягкими абразивными кругами?
15. Какие типы лепестковых полировальных кругов используются в авторемонтном производстве?
16. Какие существуют методы обработки металла без снятия стружки? Каким инструментом выполняется такая обработка?

Глава 5. КОМБИНИРОВАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОВЕРХНОСТЬ ДЕТАЛИ

5.1. Доводка-притирка

Доводка-притирка является одним из самых точных методов обработки и выполняется свободными абразивными зернами, которые в смеси со связующей жидкостью наносятся на рабочую поверхность притира, производящего обработку поверхности. Эта наиболее трудоемкая технологическая отделочная операция позволяет получить шероховатость обработанной поверхности ***Rz*** 0,01 ...0,05 мкм, точность по 5-му квалитету и точнее, отклонение формы 0,05...0,30 мкм.

Припуски, снимаемые при доводке-притирке незначительны, поэтому поверхность детали должна быть предварительно обработана по 6-му квалитету точности, с шероховатостью не грубее ***Ra*** 1,25...0,32 мкм. Притирке свойственна высокая исправляющая способность погрешностей предшествующей обработки, а при соответствующем подборе абразивных зерен она снижает шероховатость поверхности на 2—4 класса.

Доводкой-притиркой можно обрабатывать цилиндрические, конические, плоские и фасонные поверхности. Различают два основных вида доводки — ручную и полумеханическую. Во втором случае для выполнения операции используются токарные универсальные станки, электрические пневматические доводочные приспособления. При этом главное движение (вращение детали) совершается станком или приспособлением, а движение подачи сообщается от руки. Точность и качество обработки во многом зависят от квалификации рабочего.

В зависимости от величины снимаемого припуска доводка-притирка выполняется за одну, две или три операции. При предварительной притирке снимают припуск в пределах 0,020...0,005 мм на две стороны, при окончательной — припуск менее 0,005 мм. Для повышения производительности предварительная обработка выполняется абразивом с более крупным зерном, окончательная обработка — более тонким, что обеспечивает качество и точность поверхности.

Операция доводки-притирки выполняется на малых скоростях: при ручной притирке 2,6 м/мин, при полумеханической 10... 30 м/мин; при высоких требованиях к обработке необходимо снижать скорость. Давление также оказывает значительное влияние на эффективность обработки: при увеличении давления от 0,25 МПа и выше производительность снижается. Наиболее рациональное давление в пределах 0,1... 0,2 МПа при предварительной обработке, 0,05...0,10 МПа и ниже при окончательной.

Доводка-притирка может быть абразивной и химико-механической. Абразивная доводка выполняется с использованием абразивных паст и суспензий на основе абразивного материала, твердость которого значительно выше твердости обрабатываемого материала. При взаимном перемещении детали и притира абразивные зерна, закрепившись в поверхностном слое притира, снимают тончайшую стружку с поверхности детали. Сущность химико-механической доводки-притирки заключается в том, что химическое воздействие кислой среды пасты сочетается с механическим воздействием.

Схема доводки-притирки приведена на рис. 5.1, а. Абразивные зерна *4,* находящиеся в составе связующей жидкости 5 между обрабатываемой поверхностью детали *1* и притиром *3,* вдавливаются в поверхность притира, выполненного из более мягкого материала, чем деталь, и шаржируются в нем. Под воздействием кислот, входящих в состав паст, на поверхности детали образуется пленка из химических соединений, которая удаляется абразивными зернами при перемещении притира. Одновременно эти зерна снимают тончайшую стружку *2.* Вначале микронеровности соприкасаются с притиром по малой контактной площади. Срезаются окисные пленки с выступов микронеровностей. Этот этап характеризуется большими удельными давлениями и пластическим деформированием выступов микронеровностей.

С увеличением контактной площади давление уменьшается, снижается толщина, снимается более тонкий слой. При этом снимаются только окисные пленки. Значительную роль в этом случае играет вязкость жидкости. Толщина слоя жидкости между притиром и деталью должна быть меньше величины выступающих из притира режущих зерен.

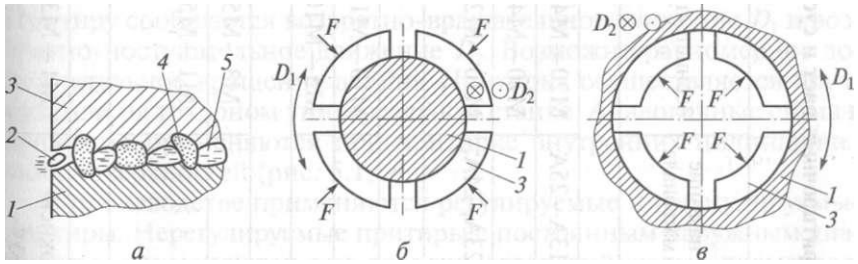


Рис. 5.1. Схема доводки-притирки *(а)* и притирка наружной *(б)* и внутренней (в) цилиндрической поверхности:

1 — деталь; *2* — стружка; *3* — притир; *4* — абразивное зерно; 5 — связующая жидкость; *F* — усилие прижима

Таблица 5.1

Составы притирочных паст и суспензий для притирки-доводки поверхностей деталей из незакаленных и закаленных конструкционных сталей

Марка или название абразивного материала	Зернистость	Компоненты, %								
		Абразивный материал	Масло индустриальное И-20А	Стеарин	Вазелин	Нитрид натрия	Олеиновая кислота	Парафин	Керосин	Вода
Предварительная притирка (*Ra* 0,46...0,63 мкм)										
53С–55С, 13А–25А	М20–М40	5...10	24...50	3...10	—	—	—	—	40...50	—
13А–25А	М20–М40	30...40	23...40	10...20	10...60	—	—	—	—	—
53С–55С, 23А, 24А, 43А, 44А	М10–М28	5...10	—	10...20	15...20	—	—	—	50...60	—
Получистовая притирка (*Ra* 0,08...0,16 мкм)										
53С–55С	М10–М14	25...30	—	—	—	1...2	—	—	—	68...69
13А–25А	М5–М10	25...30	—	—	—	1...2	—	—	—	68...69
Чистовая притирка (*Ra* 0,02...0,04 мкм)										
13А–25А	М3–М5	10...15	—	10...20	5...10	—	3...5	—	70...80	—
23А, 24А	М1–М5	5	—	3	92 (оливковое масло)	—	—	—	—	—
Окончательная притирка (*Ra* 0,022...0,100 мкм)										
Глинозем, окись хрома, крокус	М1–М3	10...15	—	10...20	5...10	—	—	3...5	70...80	—

В качестве связующей жидкости используют машинное масло, керосин, стеарин, вазелин; в качестве абразива — порошки, микропорошки или субпорошки электрокорунда, карбида кремния, карбида бора, оксида хрома, оксида железа и др. В состав притирочных паст входят химически активные вещества: олеиновая или стеариновая кислота.

Составы притирочных паст для обработки незакаленных и закаленных сталей приведены в табл. 5.1.

Различают следующие разновидности доводки-притирки: притирка твердыми абразивными зернами, шаржирующимися в поверхность притира; притирка мягкими нешаржирующимися абразивными зернами; притирка с помощью химически активных паст.

При использовании твердых абразивных зерен (электрокорунд, наждак, карбид кремния и др.) материал притира должен быть мягче материала обрабатываемой детали, чтобы обеспечить внедрение зерен в притир.

Притирка мягкими абразивными зернами (крокус, трепел, окись хрома и др.) осуществляется за счет истирания обрабатываемой поверхности этими зернами. В этом случае материал притира должен быть тверже материала детали.

Притиры как обрабатывающий инструмент оказывают существенное влияние на результаты доводочных операций. При обработке твердыми абразивными зернами применяются притиры (из чугуна, бронзы, красной меди, мягкой стали, свинца, сурьмы и других материалов), на поверхности которых могут шаржироваться абразивные зерна. При обработке мягкими абразивными зернами применяются притиры из закаленной стали и других твердых материалов. Изготовляются также составные притиры, набранные из материалов разной твердости. Различают притиры для черновой и чистовой обработки: первые имеют углубления для размещения пасты и снятия материала, вторые их не имеют.

Притирка наружной цилиндрической поверхности (рис. 5.1, *б)* детали *1* осуществляется притиром *3* в виде кольца с прорезями. Притиру сообщается возвратно-вращательное движение Dj и возвратно-поступательное движение D^2. Возможно равномерное дополнительное вращение детали. Притирка осуществляется вручную или на токарном универсальном станке. Аналогичные схема и движения применяются при притирке внутренних цилиндрических поверхностей (рис. 5.1, *в).*

В производстве применяются регулируемые и нерегулируемые притиры. Нерегулируемые притиры с постоянным наружным диаметром, применяются для доводки отверстий малых диаметров, конических и резьбовых поверхностей. Регулируемые притиры для ручной доводки (рис. 5.2, *а, б)* имеют втулку / (собственно притир) или притирочные планки *5* с конической частью и разжимное устройство, которое при осевом перемещении увеличивает

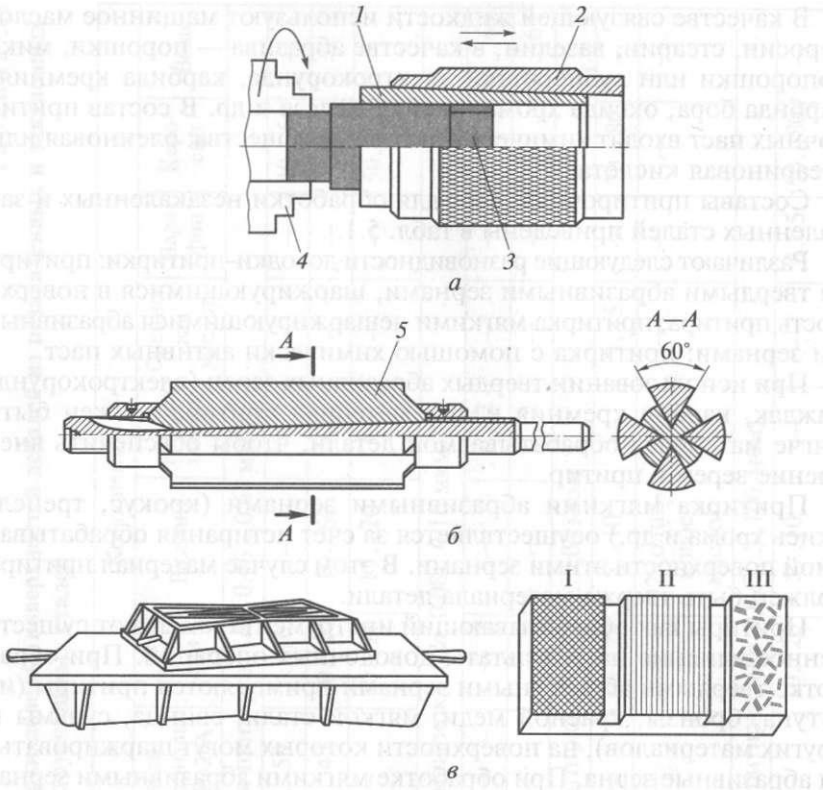


Рис. 5.2. Притиры для ручной доводки наружных поверхностей (я), отверстий *(б)* и притирочные плиты *(в)*:
1 — втулка; *2* — обойма; *3* — деталь; *4* — патрон станка; 5 — притирочная планка

или уменьшает диаметр притира. На токарных станках обрабатываемая деталь *3* обычно закрепляется в цанге или патроне *4* станка, а возвратно-поступательное движение втулке *1* сообщается вручную. Для создания необходимого натяга между обрабатываемой поверхностью детали и рабочей поверхностью втулки имеется обойма *2,* перемещаемая по наружной конической поверхности втулки. Для лучшего удержания втулки в руке на поверхности обоймы имеется накатка. В процессе обработки втулку плавно перемещают вдоль вращающейся детали. При этом между ними создается небольшой натяг. При таком способе обработки обеспечивается точность поверхности детали в пределах 0,5... 2,0 мкм с шероховатостью *Ra* 0,02...0,04 мкм.

Плоские поверхности притираются вручную с использованием притирочных плит (рис. 5.2, *в)* из серого перлитного чугуна твердостью 170...230 НВ. Размеры плит выбираются в зависимости от габаритных размеров детали; их рабочая поверхность выполняется с высокой геометрической точностью (например, допуск неплоскостности плит размером 250 х 250х400 мм составляет 1... 4 мкм). Рабочая поверхность плиты разбита на три участка: I — для предварительной, II — для чистовой, III — для окончательной доводки. С целью обеспечения равномерного износа рабочих поверхностей плит в процессе работы плита должна перемещаться круговыми движениями.

5.2. Электролитическое осаждение металлов

Одним из способов комбинированного электрохимического восстановления деталей является электролитическое осаждение металлов (хрома, железа, цинка, меди, никеля) на поверхности изделия. Технологический процесс нанесения покрытий состоит из трех этапов: подготовка поверхности детали, осаждение покрытия, обработка нанесенного покрытия.

Электролитические и химические покрытия в авторемонтном производстве применяют для повышения износостойкости, восстановления изношенных поверхностей деталей (хромирование, железнение и др.), для защиты деталей от коррозии (цинкование, бронзирование, оксидирование, фосфатирование и др.), для защитно-декоративных целей (никелирование, хромирование, цинкование, оксидирование и др.), для специальных целей, в частности, улучшения прирабатываемости трущихся поверхностей деталей (меднение, лужение, свинцевание и др.), для защиты от науглероживания при цементации (меднение). Чаще всего цель покрытия бывает комплексной.

Восстановление поверхностей деталей этим способом наращивания не вызывает структурных изменений в деталях и позволяет устранять незначительные износы.

В основе процесса осаждения металлов лежит явление электролиза, т.е. окислительно-восстановительные процессы, происходящие в электролите при прохождении через него постоянного тока. Положительно заряженные ионы (катионы) перемещаются к отрицательному электроду (катоду), где получают недостающие электроны и превращаются в нейтральные атомы металла. Отрицательно заряженные ионы (анионы) перемещаются к положительно заряженному электроду (аноду), где теряют свой электрический заряд и превращаются в нейтральные атомы. На катоде выделяется металл и водород, на аноде — кислород и кислотные остатки. Восстанавливаемая деталь служит катодом, а в качестве анода используются растворимые и нерастворимые металлические электроды. Растворимые аноды изготовляются из того же металла, который должен осаждаться на катоде. Нерастворимые свинцовые аноды применяются только при хромировании.

Масса q осаждаемого на катоде металла определяется по формуле (исходя из закона Фарадея)

$$q = a1/T^{эл},$$

где а — электрохимический эквивалент, г/(А-ч); / — сила тока при электролизе, А; Гэл — продолжительность электролиза, ч.

Продолжительность $T^{эл}$ электролиза (время осаждения металла) в зависимости от толщины наращиваемого слоя определяется по формуле

$$T^{эл} = 1\ \text{OOOy/гДапА),}$$

где у — плотность металла покрытия, г/см^3; h — толщина слоя покрытия, мкм; и — коэффициент потерь электроэнергии при электролизе, %: л = $(G^2 - G^Y)/q$, где G^u G^2— масса детали до и после электролиза, г; ZЖ — катодная плотность тока, А/дм^2.

Необходимая информация по технологическим режимам электролиза приведена в табл. 5.2.

В основе электролитов, используемых при осаждении металлов, чаще всего содержатся растворы солей осажденных металлов.

Этап подготовки деталей к покрытию включает в себя механическую обработку поверхности, обезжиривание обработанной поверхности и декапирование.

Механическая обработка состоит в последовательной пескоструйной обработке, шлифовании и полировании. Выбор способа механической обработки определяется назначением покрытия. В случае восстановления изношенной поверхности производится шлифование (для получения правильной геометрической формы) и полирование (для получения необходимой шероховатости поверхности).

Деталь, наращиваемая антикоррозионным покрытием, предварительно подвергается пескоструйной обработке металлическим «песком».

Поверхности, не подлежащие восстановлению, изолируются токонепроводящими материалами — лаками и синтетическими материалами. Затем детали, предварительно обезжиренные, на специальной подвеске опускаются в электролитическую ванну.

Таблица 5.2

Технологические режимы электролиза

Наносимый металл	γ, г/см^3	α, г/(А·ч)	η, %	h, мкм (максимум)
Хром	6,9...7,1	0,324	11...32	30
Железо	7,7...7,8	1,042	85...95	100...150
Цинк	7,0	1,220	97...99	6...24
Медь	8,9	1,186	80...90	До 25
Никель	8,8	1,095	90...94	2...60

Обезжиривание обработанных деталей производится одним из следующих способов: обработка поверхности растворителями; механическая очистка венской известью (кашеобразным раствором кальциево-магниевой извести); обезжиривание в растворах щелочей путем погружения деталей в горячий щелочной раствор (t = 60 °С) на 5...60 мин.

Декапирование (анодная обработка деталей) представляет собой удаление с обрабатываемой поверхности тончайших окисных пленок, которые образуются во время обезжиривания и промывки, а также обнажения структуры металла детали. В случае хромирования обработка ведется в основном электролите. Сначала деталь выдерживается 1 ...2 мин без тока для нагрева ее до температуры электролита, затем проводится сам процесс в течение 30...45 с при анодной плотности тока 25...35 А/дм^2. После этого прямо в ванне деталь переключается на катод и хромируется. При железнении декапирование ведется в специальном электролите.

5.3. Термомеханическая правка-рихтовка

В случае аварии и в процессе эксплуатации автомобиля у многих деталей (валов, осей, рычагов, рам, кузовных панелей и др.) появляются остаточные деформации: изгиб, скручивание, коробление, вмятины. Для устранения этих дефектов используется операция правки, которая в зависимости от степени деформации и размеров детали может выполняться механическим, термомеханическим и термическим способами.

Механическая правка давлением может производиться в холодном состоянии или с нагревом. Правка с нагревом выполняется при необходимости устранения больших деформаций детали и осуществляется при температуре 600...800°С. Нагревается либо часть детали, либо вся деталь. Правка завершается термической обработкой всей детали.

При термомеханическом способе правки деталь нагревается равномерно по всему деформированному сечению с последующей правкой внешним усилием. Нагрев осуществляется газовыми горелками до температуры отжига (750...800°С).

Чаще всего в авторемонтном производстве правка и рихтовка применяются при кузовном ремонте. В большинстве случаев ремонт кузова носит локальный характер и выполняется путем механического (рихтовка) и теплового (местный нагрев) воздействия на металл. Главная задача обработки состоит в сглаживании всех неровностей, оставшихся после повреждения панели кузова.

Процесс предварительного выравнивания вмятин — выколотка — производится выбиванием вогнутой части панели до получения ее правильной геометрической формы. Процесс окончательного выравнивания поверхности без применения дополнительных

материалов — рихтовка — выполняется после выколотки. Это очень трудоемкий вид обработки, требующий высочайшей квалификации мастера. Ручная рихтовка выполняется специальными рихтовочными молотками и поддержками, которые подбираются по профилю восстанавливаемых панелей.

В ряде случаев при выполнении правки-рихтовки кузовной панели есть возможность значительно уменьшить объем работы, используя методы локального теплового воздействия на обработанный участок.

В большинстве случаев при деформации панельной детали металл в этой зоне «вытягивается». При этом деформация может быть упругой и пластичной. До определенной нагрузки металл «помнит» свою первоначальную форму, и после снятия нагрузки возвращается в исходное состояние.

Когда предел упругости превышается, деформация металла становится необратимой, металл растягивается. Общий объем металла в зоне деформации измениться не может, следовательно, толщина листа становится меньше, а его площадь больше. Появляется лишний металл, который необходимо убрать. Вернуть растянутый участок в первоначальное положение, осаживать его, затратив при этом минимум сил, можно при правильном чередовании нагрева и охлаждения.

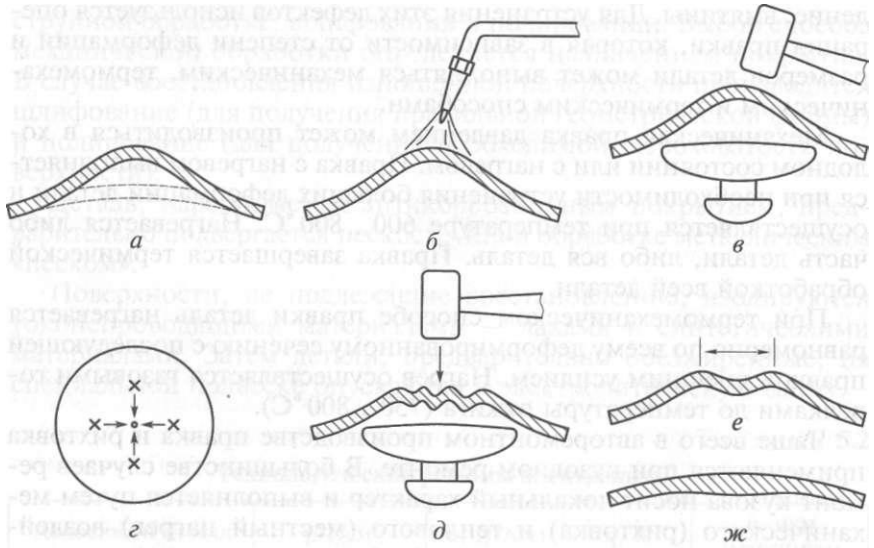


Рис. 5.3. Последовательность операций процесса горячей осадки: *а* — участок панели, требующий осадки; *б* — нагревание центра выпуклости; *в* — стягивание излишков металла к нагретому центру; *г* — места и направление скользящих ударов молотком; *д* — нанесение последнего удара точно в центре растяжения; *е* — образование куполообразных выступов меньшего размера; *ж* — исходная форма панели, полученная выравниванием рихтовочным молотком

При этом следует учитывать главные особенности тепловой рихтовки. Во-первых, хотя с помощью тепловых напряжений можно устранить любую деформацию, использование тепловой правки в кузовном ремонте сильно ограничивается малой толщиной панельной детали. Тонкий стальной лист быстро прогревается по всей площади и возникающей при этом силы сжатия оказывается недостаточно. Во-вторых, локальный нагрев стальной панельной детали необходимо ограничить температурой 600...650°С, так как при более высокой температуре начинается обычная пластическая деформация без возникновения каких-либо напряжений в металле.

Комбинация механической рихтовки и тепловой обжимки необходима в тех случаях, когда деформированная поверхность сильно растянута, т. е. имеется большой избыток металла. При таком варианте рекомендуется обычной рихтовкой «согнать» избыток металла в один или несколько куполообразных выступов, каждый из которых затем правится отдельно путем нагрева и, при необходимости, последующего резкого охлаждения. Таким способом (горячей осадкой) удается устранить достаточно большие деформации панельных элементов кузова. Последовательность операций процесса горячей осадки показана на рис. 5.3.

5.4. Химико-механическое воздействие

Узлы, детали и несущие элементы автомобиля поступают на восстановительный ремонт с различными загрязнениями, возникшими в процессе его эксплуатации. Это пылегрязевые, маслогрязевые, асфальтено-смолистые отложения, лакоподобные пленки, углеродистые отложения, нагар, накипь, продукты коррозии и старые лакокрасочные покрытия.

Детали автомобиля, его агрегаты и кузов перед началом восстановительного ремонта подвергаются мойке и очистке от загрязнений. Для повышения эффективности мойки и очистки применяются механические и химические способы воздействия с использованием соответствующего оборудования и моющих средств. Механическое воздействие осуществляется с применением различных щеток, струй моющего раствора из гидрантов, пескоструйных установок, устройств для очистки косточковой крошкой и т.д. К химическим способам воздействия относится мойка с помощью специальных моющих средств.

Действие моющих средств направлено на удаление жидких и твердых загрязнений с поверхности и перевод их в моющий раствор в виде растворов или дисперсий. Этот процесс представляет собой сложное взаимодействие загрязнений, моющих средств и поверхностей и основан на явлениях смачивания, пенообразования и стабилизации, которые тесно связаны с поверхностным натяжением и поверхностной активностью моющих средств.

От поверхностного натяжения и величины поверхности зависит свободная поверхностная энергия. Способность моющих средств понижать свободную поверхностную энергию называется поверхностной активностью, а вещества, понижающие поверхностное натяжение раствора, — поверхностно-активными веществами (ПАВ). Добавление в воду ПАВ понижает поверхностное натяжение воды и обеспечивает смачивание загрязненных поверхностей.

Обычно загрязнения состоят из двух фаз — жидкой (масла, смолы) и твердой (асфальтены, карбены, пылевые частицы). Удаление жидкой фазы осуществляют эмульгированием (образованием эмульсии), твердой фазы — диспергированием (образованием дисперсии).

Большое значение в процессе мойки и очистки имеет стабилизация в растворе отмытых загрязнений и предупреждение их повторного осаждения на очищенную поверхность. Она зависит в основном от состава моющего раствора и технологических условий его применения: температуры, концентрации, загрязненности.

Большую роль при мойке и очистке поверхности металлов играет способность моющего раствора к пенообразованию, которое предотвращает разбрызгивание моющего раствора и создает защитный слой, препятствующий проникновению едких испарений в атмосферу. Отрицательная сторона пенообразования — это снижение интенсивности перемешивания моющего раствора при использовании струйных моечных машин.

Эффективность мойки и очистки в значительной степени определяется фактором щелочности моющих растворов, от которого зависит способность растворов нейтрализовать кислотные компоненты загрязнений, омылять масла, снижать контактное напряжение растворов, жесткость воды и т. п.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы комбинированного воздействия на поверхность детали при восстановительном ремонте.
2. Что такое доводка-притирка поверхности и когда она применяется?
3. Какие инструменты и материалы используются при доводке-притирке?
4. Каким образом происходит электролитическое осаждение металлов?
5. Как осуществляется термомеханическая правка-рихтовка деталей?
6. Какова последовательность процесса горячей осадки металла?
7. Какова суть химико-механического воздействия при мойке и очистке деталей?

Глава 6. ВОЗДЕЙСТВИЕ, ОСНОВАННОЕ НА ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ МЕТАЛЛА

6.1. Силовое воздействие на металл

Одним из распространенных способов силового воздействия на металл при устранении остаточных деформаций деталей является механическая правка, которая может выполняться двумя способами: давлением и наклепом.

Механическая правка давлением может производиться в холодном состоянии или с нагревом. Для валов диаметром до 200 мм правка в холодном состоянии выполняется в том случае, когда величина прогиба не превышает 1 мм на 1 м длины вала. Схемы холодной правки вала показаны на рис. 6.1. Размер стрелы прогиба равен половине величины биения вала, показываемого индикатором. При выполнении операции правки вал *4* устанавливается на призмы-опоры 5 винтового или гидравлического пресса выпуклой стороной вверх и перегибается нажимом штока *3* пресса через прокладку *2* из цветного сплава так, чтобы обратная величина прогиба /, была в 10—15 раз больше прогиба/вала до правки. Точность правки контролируется индикатором *1*.

Усилие правки рассчитывается по формуле

$$P = 6{,}8\sigma_т</7(10^3/),$$

где P — усилие правки, кН; $а^т$ — предел текучести материала вала, МПа; d — диаметр сечения вала, м; / — расстояние между опорами, м.

Исходя из величины усилия правки выбирается пресс.

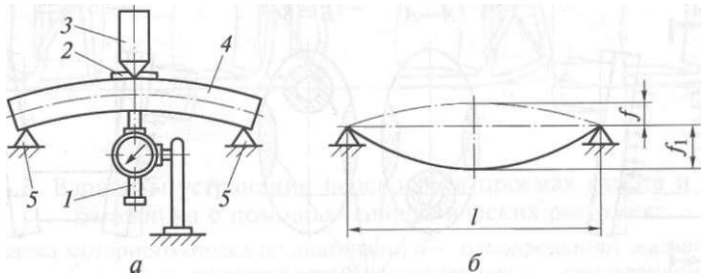


Рис. 6.1. Монтажная *(а)* и расчетная *(б)* схемы холодной правки вала: *1* — индикатор; *2* — прокладка; *3* — нажимной шток; *4* — вал; 5 — призмы-опоры

Холодная механическая правка имеет существенный недостаток — опасность обратного действия, вызванного неуравновешенными внутренними напряжениями, которые с течением времени, уравновешиваясь, приводят к объемной деформации детали. Кроме того, при холодной правке снижается усталостная прочность (до 15 ...40 %) и несущая способность детали за счет образования в ее поверхностных слоях мест с растягивающими напряжениями.

С целью повышения качества холодной правки деталь выдерживается под прессом в течение длительного времени. Иногда используется метод двойной правки, заключающийся в первоначальном перегибе детали с последующей правкой в обратную сторону.

Стабилизации правки детали можно достичь последующей термообработкой, но в этом случае имеется опасность нарушения первичной термической обработки. Этот способ дает лучшие результаты, чем два предыдущих, но он несколько дороже.

Механическая правка наклепом {чеканкой), схема которой показана на рис. 6.2, не имеет недостатков, присущих правке давлением. Она проста и нетрудоемка, позволяет достичь высокого качества правки детали, которое определяется стабильностью процесса во времени. Правильная чеканка обеспечивает высокую точность обработки (до 0,02 мм) и исключает снижение усталостной прочности детали. Имеется возможность правки за счет ненагруженных участков детали.

Инструментом для наклепа (чеканки) служат пневматические и ручные молотки. От наносимых ударов в поверхностном слое детали возникают местные напряжения сжатия, которые вызывают устойчивую деформацию детали.

Продолжительность правки наклепом зависит от энергии удара, конструкции ударного бойка и материала детали.

Способы силового воздействия на металл особенно широко используются при разных видах кузовного ремонта. Правка панелей с аварийными повреждениями предусматривает работы по вытягиванию, выравниванию и выколачиванию деформированных участков кузова для придания им первоначальной формы и размеров. Главным условием качественного выполнения этих операций является создание такой схемы нагружения всей конструкции, при которой растягивающее усилие будет приложено под тем же углом, под которым была приложена сила, вызвавшая деформацию. Чтобы растяжение было управляемым, напротив точки приложения растягивающей силы должна быть приложена противодействующая сила. В процессе правки силовым воздействием необходим постоянный контроль направления и величины растяжения панели кузова, а также наблюдение за возможными попутными деформациями кузова, вызванными растягивающим усилием.

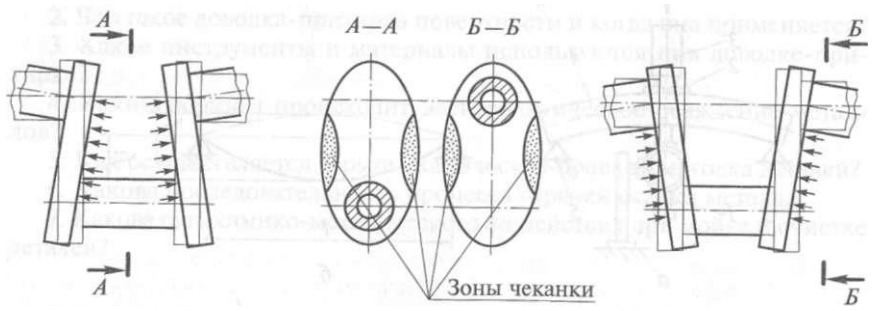


Рис. 6.2. Схема правки коленчатого вала наклепом (чеканкой)

Аварийные повреждения кузова легкового автомобиля приводят, как правило, к появлению различных перекосов, которые выражаются в нарушении сверх допустимого предела геометрических параметров его элементов: проемов дверей, капота, крышки багажника, каркаса салона и лонжеронов. Перекосы кузова устраняются правкой, вытяжкой, усадкой и рихтовкой до придания поврежденным элементам первоначальных геометрических параметров. Для этого используются передвижные силовые устройства, универсальные стенды и специальные комплексы.

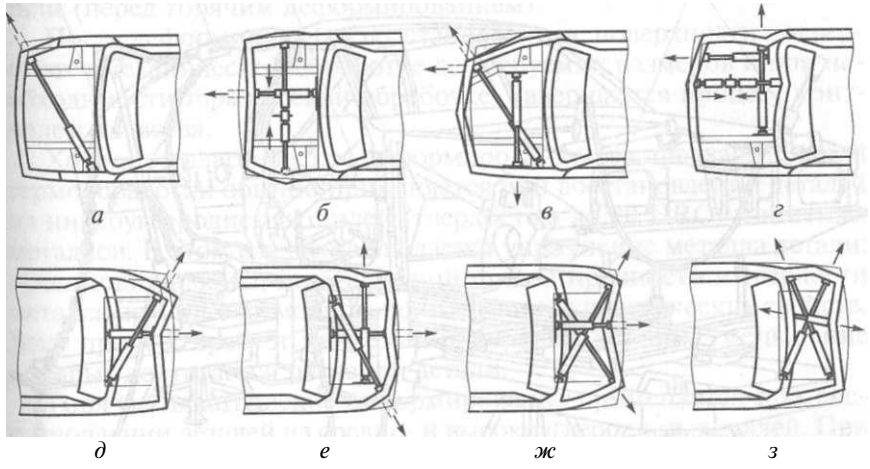


Рис. 6.3. Варианты устранения перекосов в проемах капота и крышки багажника с помощью гидравлических растяжек:
а — правка моторного отсека по диагонали; *б* — одновременное выдавливание и стягивание проема в перпендикулярных направлениях; *в* — одновременная правка проема и лонжерона; *г* — правка тремя растяжками одновременно; *д* — правка проема крышки багажника двумя растяжками; *е, ж* — растягивание в трех направлениях; з — правка проема крышки багажника и проема заднего окна

Варианты устранения характерных перекосов в проемах капота и крышки багажника с помощью гидравлических растяжек показаны на рис. 6.3. Для правки поврежденного проема необходимо создать усилие винтовой парой растяжки или гидроцилиндром. После снятия растяжки и оснастки контролируется качество правки. Если не удалось полностью устранить повреждения, то операция повторяется.

После окончания вытяжки силовым устройством все внутренние напряжения снимаются рихтовкой всего участка, подвергшегося правке, с помощью рихтовочного молотка и подкладки. Чтобы не произошло обратных перемещений, обусловленных остаточными напряжениями, производится рихтовка выправленной поверхности через деревянную подкладку в направлении удара.

Рихтовочные работы целесообразно выполнять в последовательности от более жестких узлов к менее жестким: сначала восстанавливается пассажирский салон, затем производится растяжка по участкам, причем выправленные участки фиксируются, чтобы их положение не могло измениться.

Устранение сложных деформаций кузова вследствие бокового удара, вызвавшего деформацию основания и уменьшение длины кузова с поврежденной стороны, осуществляется одновременным растяжением в двух направлениях: боковом и продольном. Работа выполняется на специальном стенде (рис. 6.4) с использованием комплекта приспособлений, состоящего из самозакрепляющихся зажимов, цепей, двойного захвата, натяжных гидроцилиндров, насоса, оправки с зубцами для захвата выпрямляемой панели и некоторых других приспособлений.

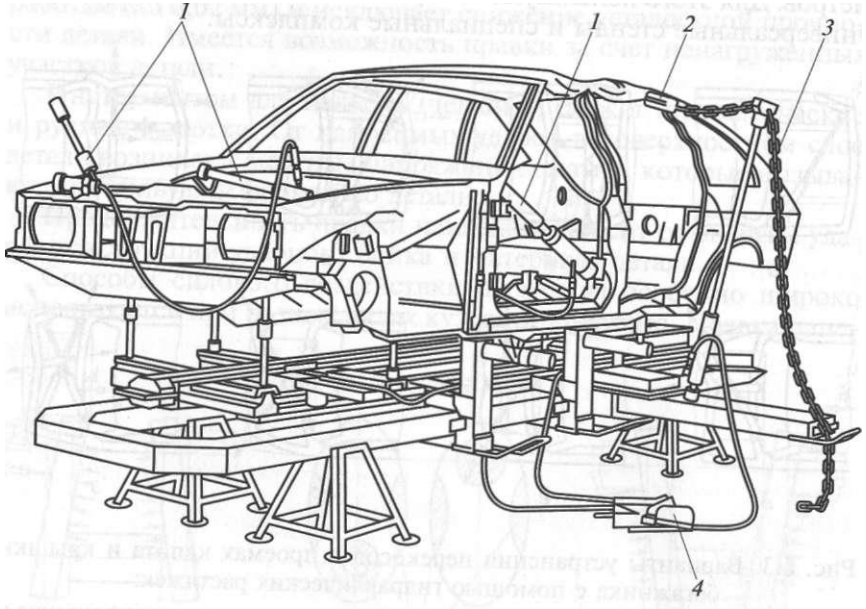


Рис. 6.4. Устранение значительных повреждений кузова на специальном правочном стенде:
1 — натяжные гидроцилиндры; 2 — самозакрепляющийся зажим; 3 — цепь; 4 — насос

Вариант растяжения в продольном направлении определяется характером деформации основания. Например, в случае сосредоточения деформации в нижней части кузова производится правка самого основания с закреплением зажимов за отбортовку порогов; растяжка устанавливается между двумя зажимами и силовое воздействие прикладывается вдоль кузова; одновременно осуществляется боковая правка.

При восстановлении линейности панелей кузова рекомендуется процесс растяжения сопровождать выстукиванием складок.

6.2. Восстановление размеров изношенных деталей

Процесс восстановления размеров изношенных деталей состоит из двух основных этапов: термической обработки и пластического деформирования (холодного или горячего). В качестве термической обработки используются отжиг или отпуск обрабатываемой поверхности (перед холодным деформированием) или нагрев детали (перед горячим деформированием).

После деформирования восстановленные поверхности подвергаются механической обработке до требуемых размеров и при необходимости термической обработке. Завершается процесс контролем качества.

Холодное пластическое деформирование без предварительной термообработки обычно применяется при восстановлении деталей из низкоуглеродистых сталей (твердостью до 30 HRC) и цветных металлов. В этом случае наблюдается упрочнение металла детали: происходит наклеп, повышающий предел прочности и твердости металла при одновременном понижении его пластических свойств. Этот процесс требует приложения больших усилий, уменьшение которых достигается нагревом детали.

Горячее пластическое деформирование применяется при восстановлении деталей из средне- и высокоуглеродистых сталей. При этом необходимо учитывать верхний предел нагрева и температуру конца пластического деформирования металла. Снижение температуры конца деформирования может привести к наклепу и появлению трещин в металле.

Рекомендуемые интервалы температур горячего деформирования металлов приведены в табл. 6.1. В зависимости от конструкции Детали, характера и места износа выбирается вид нагрева: общий или местный.

Таблица 6.1

Интервалы температур горячего пластического деформирования металлов

Материал детали	Интервалы температур, °С	
	в начале обработки	в конце обработки
Стали с различным содержанием углерода, %:		
менее 0,3	1 200...1 150	800...850
0,3...0,5	1 150...1 100	800...850
0,5...0,9	1 100...1 050	800...850
Стали:		
низколегированная	1 100	825...850
среднелегированная	1 100...1 150	850...875
высоколегированная	1 150	875...900
Медные сплавы:		
бронза	850	700
латунь ЛС59	750	600

В целом обработка пластическим деформированием основана на способности детали изменять форму и размеры без разрушения — путем перераспределения металла под давлением.

Главная особенность ремонтного восстановления деталей пластическим деформированием — перемещение металла с нерабочих поверхностей на изношенные рабочие поверхности при постоянном его объеме. Пластическому деформированию могут подвергаться детали в холодном или горячем состоянии в специальных приспособлениях на прессах.

Особенно широкое применение при ремонтном восстановлении деталей автомобилей нашли такие методы пластического деформирования, как осадка, вдавливание, раздача и обжатие.

Осадка, принципиальная схема которой показана на рис. 6.5, *а,* служит для увеличения наружного диаметра полых и сплошных деталей, а также для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей путем сокращения их высоты на 8... 10 %.

Направление действия внешней силы *Р* при осадке перпендикулярно к направлению деформации 5. Для сохранения формы канавок, прорезей и отверстий перед осадкой в них вставляются стальные вставки. Бронзовые втулки подшипников скольжения подвергаются осадке в специальных приспособлениях на гидравлических прессах (рис. 6.5, *б).* Сверху и снизу втулки *2*устанавливаются оправки *1* и *4* и пуансоном пресса к оправке прикладывается внешняя сила *Р.* Втулка деформируется сразу в двух направлениях, надежно закрепляясь в головке шатуна *3* и уменьшаясь по внутреннему диаметру.

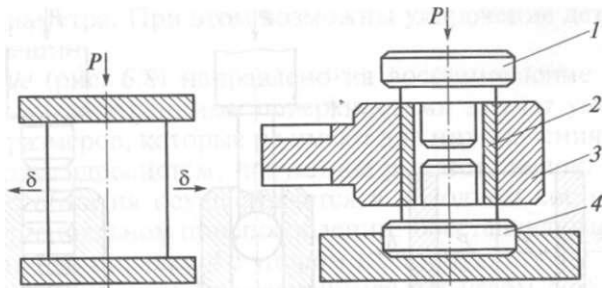


Рис. 6.5. Пластическое деформирование осадкой:
а — принципиальная схема; *б* — осадка давлением втулки верхней головки шатуна; *1, 4* — оправки; *2* — втулка; *3* — шатун

Вдавливание (рис. 6.6) отличается от осадки тем, что высота детали не изменяется, а увеличение ее диаметра происходит за счет выдавливания металла из нерабочей части. Обычно этот процесс используется при восстановлении тарелок клапанов двигателей, зубчатых колес, боковых поверхностей шлицов на валах коробок передач.

Зубчатое колесо *6* при ремонтном восстановлении вдавливанием устанавливается на матрицу 7 пресса и центрируется по центрирующему конусу *2* и разрезной конической пружинящей втулке *3.* Для размерного ограничения наружного диаметра колеса в процессе пластического деформирования используется ограничительное кольцо *5.* Внешняя сила прикладывается через пуансон *4.*

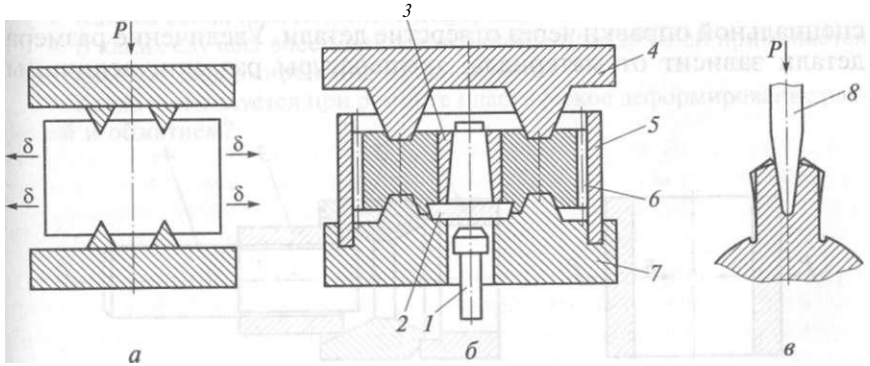


Рис. 6.6. Пластическое деформирование вдавливанием:
а — принципиальная схема; *б* — восстановление зубчатых колес; *в* — восстановление изношенной части шлица; / — выталкиватель; *2* — центрирующий конус; *3* — разрезная коническая пружинящая втулка; *4* — пуансон; 5 — ограничительное кольцо; *6* — зубчатое колесо; 7 — матрица; *8* — заостренный ролик

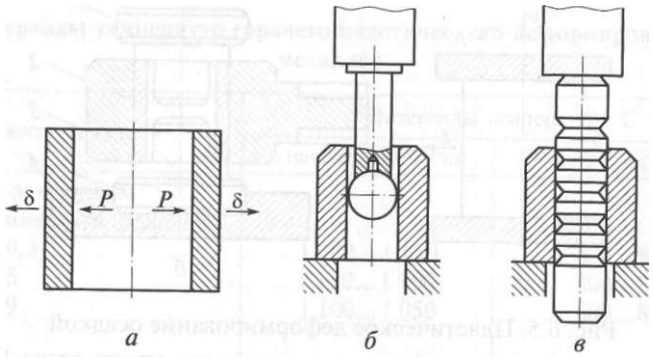


Рис. 6.7. Пластическое деформирование раздачей:
а — принципиальная схема; *б* — объемная раздача шариком; *в* — объемная раздача оправкой

После окончания обработки зубчатое колесо вынимается из ограничительного кольца с помощью выталкивателя *1.*

Шлицы прокатываются по направлению их продольной оси заостренным роликом *8,* который внедряется в металл и разводит шлиц на 1,5... 2,0 мм в сторону. Обычно используются ролики диаметром 60 мм с радиусом заострения около 0,4 мм. Нагрузка на ролик составляет 2,0...2,5 кН.

Раздача (рис. 6.7) используется для увеличения наружного диаметра пустотелых деталей (втулок, поршневых пальцев). Наружный диаметр изменяется за счет увеличения внутреннего диаметра детали практически без изменения ее высоты. Пластическое деформирование происходит путем продавливания шарика или специальной оправки через отверстие детали. Увеличение размера детали зависит от материала, температуры раздачи, величины

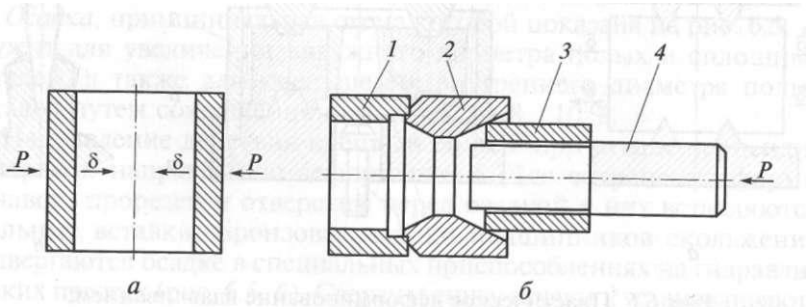


Рис. 6.8. Пластическое деформирование обжатием:
а — принципиальная схема; *б* — приспособление для обжатия втулок; *1* — опорная втулка; *2* — матрица; *3* — восстанавливаемая втулка; *4* — оправка

износа и диаметра. При этом возможны укорочение детали и появление трещин.

Обжатие (рис. 6.8) направлено на восстановление деталей с изношенными внутренними поверхностями за счет уменьшения наружных размеров, которые не имеют для них значения. Это корпуса насосов гидросистем, проушины рычагов, вилок.

Процесс обжатия осуществляется в холодном состоянии под прессом в специальном приспособлении. Восстанавливаемая втулка *3,* надетая на оправку *4* с упором в опорную втулку *1,* проталкивается через матрицу *2*с сужающимся под углом 7... 8° входным отверстием, с калибрующей частью и выходным отверстием, расширяющимся под углом 18... 20°. Калибрующая часть матрицы позволяет уменьшить внутренний диаметр детали на величину износа с учетом припуска на развертывание до требуемого размера. По завершении обработки деталь обязательно проверяется на отсутствие трещин.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы воздействия на металл, основанные на пластическом деформировании.
2. Объясните схему правки коленчатого вала наклепом (чеканкой).
3. Какие виды механической правки давлением используются в авторемонтном производстве?
4. Каким образом можно определить усилие правки?
5. Опишите варианты устранения перекосов элементов кузова силовым воздействием на металл.
6. Каковы этапы процесса восстановления размеров изношенных деталей методами пластического деформирования металла?
7. Какова схема пластического деформирования осадкой?
8. В каких случаях восстановления изношенных деталей применяется пластическое деформирование вдавливанием?
9. Когда используется при ремонте пластическое деформирование раздачей и обжатием?

Глава 7. ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАТЕРИАЛ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ АВТОМОБИЛЯ

7.1. Образование неразъемных соединений сваркой

Одним из самых распространенных способов образования неразъемных соединений является сварка. Потребность в таких соединениях чаще возникает при кузовном ремонте автомобилей. Основными неисправностями кузовов, поступающих в ремонт, являются трещины эксплуатационного характера, разрывы металла, перекосы различной сложности и другие значительные деформации, полученные при ДТП.

Объем сварочных работ составляет 25...30% от трудоемкости кузовных работ. По обобщенным данным зарубежных источников, при кузовном ремонте на долю газовой сварки приходится 3,6 %, ручной дуговой — 3,4 %, полуавтоматической дуговой в среде защитного (углекислого) газа — 75,3 %, контактной — 89,6 %, пайки — 13,2 %. Таким образом, большую часть авторемонтных потребностей могут обеспечить два метода сварки — полуавтоматическая дуговая в среде защитного газа и контактная (в том числе, электрозаклепками). В последнее время начинает применяться плазменная и лазерная сварка. Все эти методы по ряду параметров подходят для качественного соединения в условиях авторемонтного производства низкоуглеродистых сталей, используемых в автомобилестроении.

Полуавтоматическая дуговая сварка в среде защитного газа как более универсальная почти вытеснила из области авторемонта ручную дуговую и газовую сварку. Для ее реализации применяются сварочные полуавтоматы. Специфическая контактная сварка используется главным образом при кузовном ремонте в силу простоты, высокой производительности и отсутствия расходных материалов. Основным недостатком ее является неудобство использования в труднодоступных местах кузова. Контактная сварка производится с использованием аппаратов контактной сварки и споттеров.

При изготовлении кузовов автомобилей предпочтение отдается электроконтактной точечной сварке (около 80%) как самой производительной для деталей из тонколистовой малоуглеродистой стали, 15 % кузовных деталей соединяются точечной и шовной сваркой в среде защитного газа и около 5 % — газовой сваркой и твердой пайкой.

Сварка — технологический процесс получения неразъемного соединения за счет создания межатомных и межмолекулярных связей на поверхностях соединяемых деталей. Нагрев является настолько характерным процессом, сопровождающим сварку, что в обычном представлении сварка неотделима от нагрева и является типичным видом теплового воздействия на металл соединяемых деталей.

Различные методы сварки отличаются друг от друга только способом внесения энергии для нагрева свариваемых деталей. По этому признаку различают сварку электрическую (все виды дуговой, электрошлаковая и контактная), химическую (газовая) и механическую (холодная и сварка трением).

Качество сварки оценивается по соответствию шва реальным условиям эксплуатации изделия. Например, качество сварки соединений, работающих под нагрузкой, оценивается по прочностным показателям шва и околошовной зоны, наличию посторонних включений и т. п.

Рассмотрим основные разновидности сварки, применяемой в авторемонтном производстве.

Газовая сварка — это сварка плавлением, при которой зона сварки нагревается высокотемпературным газовым пламенем, получаемым от сгорания горючего газа (ацетилена, пропана) в атмосфере технически чистого кислорода.

Для сварки чаще всего используются наиболее безопасные газосварочные горелки инжекторного типа. В качестве горючего газа повсеместно используется ацетилен, температура сгорания которого в кислороде, достаточная для качественной сварки, выше температуры сгорания других газов.

К достоинствам газовой сварки относится тот факт, что горящая смесь не только является источником тепла в зоне сварки, но и образует газовую подушку, защищающую сварочную ванну от внешнего воздействия; недостаток — медленный прогрев зоны сварки. При этом разогревается большой объем металла, прилегающего к сварочной ванне, что ведет к изменению его структуры, а в ряде случаев вызывает деформацию и коробление свариваемых деталей. Это обстоятельство ограничивает выбор формы сварного соединения: как правило, газовая сварка используется только для получения стыковых соединений, так как качественное соединение деталей внахлест получить очень трудно.

Дуговая сварка — это наиболее важная разновидность сварки, при которой источником теплоты является электрическая дуга. Нагрев зоны сварки происходит за счет того, что ионизированные, положительно заряженные частицы газа бомбардируют отрицательно заряженный электрод, механическая энергия преобразуется в тепловую. При очень высокой плотности тока в зоне сварки (несколько тысяч ампер на один квадратный сантиметр), выделяющееся тепло позволяет разогреть металл до очень высокой температуры. В середине сварочной дуги образуется столб ослепительно белого

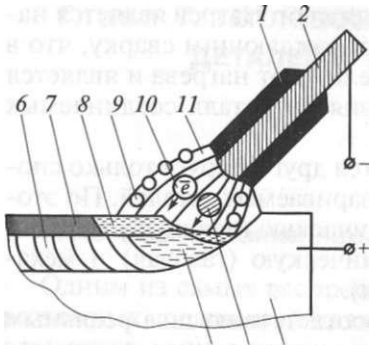


Рис. 7.1. Схема ручной дуговой сварки:

/ — обмазка электрода; *2* — стержень электрода; *3* — деталь; *4* — капли металла; *5* — ванна жидкого металла; *6* — сварной шов; *7* — шлаковая корка; *8* — жидкая шлаковая ванна; *9* — защитная газовая среда; *10* — электроны; *11* — дуга

пламени, электропроводность которого приближается к электропроводности металлов, а температура достигает 6 ООО... 7 ООО "С.

Ручная дуговая сварка (рис. 7.1), выполняется электродом с обмазкой. Дуга 77 горит между стержнем *2* электрода и металлом детали *3.* В соответствии с полярностью на рисунке показано прямое включение, когда направление движения электронов *10* совпадает с направлением стекания капель *4* металла. Температура электрода (катода) и анода составляет соответственно 2 400 и 2 600 °С. Вместе со стержнем плавится и обмазка *1* электрода, образуя защитную газовую среду *9* вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну *8* на поверхности ванны 5 жидкого металла. Шлаковая ванна и ванна жидкого металла образуют общую сварочную ванну. По мере продвижения дуги сварочная ванна затвердевает, образуя сварной шов *6* и твердую шлаковую корку 7.

Основой качественного процесса сварки является стабильная дуга, которая в первую очередь зависит от мощности сварочного трансформатора, следовательно, от силы тока при сварке. Недостаточная сила тока в дуге ведет к неустойчивости процесса сварки, поэтому сварочное оборудование должно обеспечивать возможность плавного или ступенчатого регулирования сварочного тока для выбора оптимального режима работы в зависимости от толщины и типа соединяемых материалов.

Напряжение дуги U^a и сварочный ток I^{CB}, необходимые для стабильного процесса сварки, можно рассчитать по экспериментально установленным зависимостям

$$U^a = a + p£_д \text{ и } /_{св} = KD^3,$$

где $u^д$ — напряжение дуги, В; I^{CB} — сварочный ток, А; а, р, K — эмпирические коэффициенты (для сварки низкоуглеродистых сталей а = 10 В, р = 2 В/мм, K= 30...50 А/мм); $Х_д$ — длина дуги, мм; D^3 — диаметр электрода: Ц, = 0,8...3,0 мм.

Для стабилизации дуги при сварке переменным током, когда в течение одного периода напряжение дважды становится меньше, в обмазку электродов добавляют стабилизаторы дуги.

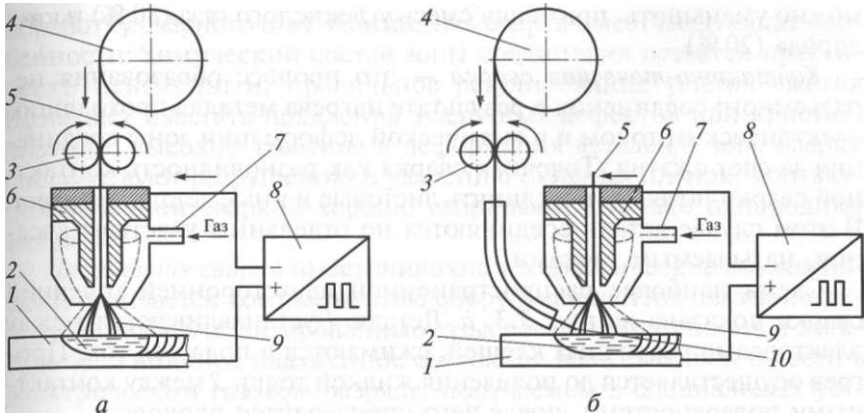


Рис. 7.2. Схемы установок для сварки в среде защитных газов:

а — углекислого газа; *б* — аргона; */* — деталь; *2* — зона сварки (сварочная ванна); *3*— роликовый механизм; *4*— кассета; 5— сварочная проволока (электрод); *6* — контактный мундштук; 7 — патрубок; *8* — источник питания; *9* — дуга; *10* — присадочная проволока

Дуговая сварка в среде защитных газов в отличие от газовой сварки, не снижает прочность и коррозионную стойкость тонких листов металла, а полученный сварной шов не нуждается в очистке от флюса и окалины, как при ручной дуговой сварке. Для защиты зоны сварки обычно применяются аргон, гелий, углекислый газ или смесь этих газов с кислородом.

Принципиальная схема установки для сварки в среде углекислого газа показана на рис. 7.2, *а*. Омедненная сварочная проволока 5 (плавящийся электрод), намотанная на кассету *4,* подается роликовым механизмом *3* в зону сварки *2.* Дуга *9* зажигается между деталью *1* и сварочной проволокой. Постоянное напряжение сварки и высокочастотное импульсное напряжение зажигания дуги обеспечиваются источником питания *8.* Напряжение передается на сварочную проволоку через контактный мундштук *6.* Углекислый газ из баллона через редуктор подается в зону сварки по патрубку 7.

При сварке в среде аргона применяется установка (рис. 7.2, *б),* схема которой аналогична, но может отличаться применением неплавящегося электрода *5* и подачей в зону сварки присадочной проволоки *10.*

Наиболее распространенная сварка в среде углекислого газа проводится на постоянном токе прямой полярности. Под действием высокой температуры дуги углекислый газ разлагается: $2C0^2 = 2CO + 0^2$. Поэтому электродная проволока должна содержать элементы-раскислители. Сварка ведется на токах повышенной плотности (80... 100 А/мм^2). При сварке наблюдается крупнокапельный перенос металла и значительное разбрызгивание, которое

можно уменьшить, применяя смесь углекислого газа (80 %) и кислорода (20 %).

Контактно-точечная сварка — это процесс образованию неразъемного соединения в результате нагрева металла проходящим электрическим током и пластической деформации зоны соединения за счет сжатия. Точечная сварка как разновидность контактной сварки позволяет соединять листовые и иные детали внахлест. В этом случае детали соединяются по отдельным участкам касания, называемым точками.

Схема наиболее распространенной двухсторонней точечной сварки показана на рис. 7.3, *а*. Детали / устанавливаются между электродами сварочных клещей, сжимаются и подается ток. Прогрев осуществляется до появления жидкой точки *2* между контактными поверхностями, после чего производится проковка.

Схема одновременной односторонней точечной сварки в двух точках представлена на рис. 7.3, *б*. В этом случае детали устанавливаются на медную плиту J и прижимаются электродами, расположенными с одной стороны деталей. Процесс сварки идет в три этапа: предварительный прижим деталей, прогрев зоны сварки, проковка (прижим деталей и выдержка).

Точечная сварка не позволяет получить непрерывный шов. Минимальное расстояние между сварными точками должно быть более 10 суммарных толщин свариваемых листов (в противном случае произойдет шунтирование, т. е. ток пойдет через ранее полученную сварную точку).

Точечная сварка при кузовном ремонте имеет следующие достоинства: полное отсутствие расходных материалов; незначительный разогрев металла, прилегающего к зоне сварки; минимум разборочных работ, связанных с демонтажем деталей обшивки; минимум затрат на последующую зачистку и антикоррозионную

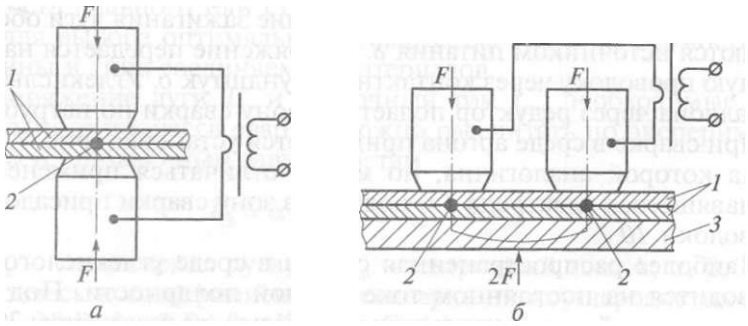


Рис. 7.3. Схемы контактно-точечной сварки:

а — двухсторонняя сварка; *б* — одновременная односторонняя сварка в двух точках; *1* — детали; *2* — жидкие сварные точки; *3* — медная плита; *F* — усилие прижима (проковки)

обработку сварного шва. Контактная сварка имеет следующие особенности: химический состав зоны соединения остается практически неизменным; правильное регулирование усилия сжатия позволяет избегать появления усадочных дефектов при кристаллизации; высокое давление и деформация деталей в зоне сварки способствуют разрушению и удалению окисных пленок; контактной точечной сваркой хорошо свариваются только однородные металлы.

Плазменная сварка имеет широкие технологические возможности и отличается компактностью оборудования. Под плазмой принято понимать ионизированные газы, состоящие из ионов и электронов. Типичное плазменное состояние вещества имеет место в электрическом газовом разряде, получаемом в специальных устройствах — плазматронах. Принцип работы плазматрона коротко можно описать следующим образом. В узком канале устройства зажигается электрическая дуга, а рабочий газ продувается через этот канал и интенсивно охлаждает дугу. При этом газ ионизируется, температура его достигает 4 ООО... 6 ООО °С. Выходящий из плазменной горелки ионизированный газ является источником тепловой энергии для плавления свариваемых материалов.

В роли плазмообразующего газа обычно выступают азот, аргон, водород, водяной пар, а иногда и просто воздух. В некоторых случаях электрическая дуга плазматрона зажигается между его электродом и свариваемым металлом. Такой способ плазменной сварки схож со способом аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Основное преимущество плазменной сварки — возможность локализации тепла в очень узкой зоне, что уменьшает термическое воздействие на свариваемое изделие и улучшает качество сварного соединения.

Лазерная сварка — это сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия излучения лазера. Лазерный луч представляет собой сфокусированный световой луч с очень высокой энергией. При взаимодействии с поверхностью свариваемых материалов энергия света преобразуется в тепло, необходимое для плавления соединяемых деталей. Основные достоинства лазерной сварки те же, что и плазменной.

7.2. Восстановление деталей наплавкой

Одним из тепловых способов воздействия на материал детали является наплавка металла на изношенные поверхности. В авторемонтном производстве используются следующие способы наплавки: дуговая под флюсом; в среде углекислого газа; электродуговая вольфрамовым электродом в среде аргона; вибродуговая; широкослойная; плазменно-дуговая; лазерная.

Дуговая наплавка под флюсом широко применяется для восстановления цилиндрических и плоских поверхностей деталей. При этом механизированном способе наплавки совмещены два основных движения электрода: перемещение вдоль сварного шва и подача по мере оплавления детали.

Суть процесса дуговой наплавки под флюсом показана на схеме (рис. 7.4). Деталь 5, установленная на токарном станке, контактирует через наплавочную головку *1* с электродной проволокой *2*. Флюс *4* подается автоматически из бункера *3*. Сварочный ток от преобразователя и выпрямителя обеспечивает горение дуги. Под действием высокой температуры образуется газовый пузырь, в котором существует дуга, расплавляющая металл. Часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку из жидкого флюса, защищающую металл от окисления и уменьшающую разбрызгивание и угар. После кристаллизации металла на детали образуется сварной шов.

Дуговая наплавка под флюсом обеспечивает легирование металла через проволоку и флюс с получением покрытия, равномерного по химическому составу и свойствам; защиту сварочной дуги и ванны жидкого металла от окисления воздухом; выделение растворенных газов и шлаковых включений из сварочной ванны в результате медленной кристаллизации жидкого металла под флюсом; возможность повышения производительности труда в 6 — 8 раз за счет увеличения скорости сварки (благодаря повышенным сварочным токам). Это экономичный в части электродного материала и наименее энергоемкий способ наплавки позволяет получить слой наплавленного металла большой толщины (1,5...5,0 мм и более).

К недостаткам способа можно отнести следующие особенности: значительный нагрев детали; невозможность наплавки изделий диаметром менее 40 мм из-за стекания наплавленного металла и трудности удержания флюса на поверхности детали; необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки; возможность возникновения трещин и образования пор в наплавленном металле.

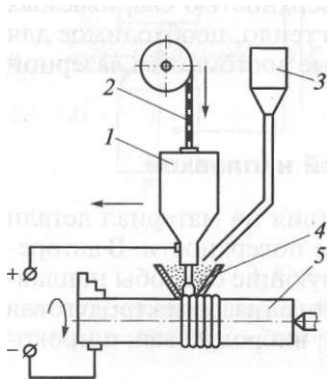


Рис. 7.4. Схема дуговой наплавки цилиндрических поверхностей деталей под флюсом:

1 — наплавочная головка; *2* — электродная проволока; *3* — бункер; *4* — флюс; 5 — деталь

Режимы наплавки зависят от силы тока, напряжения, скорости наплавки, материала электродной проволоки, ее диаметра и скорости подачи, марки флюса, шага наплавки.

Сила сварочного тока определяется по таблицам или по формуле

$$/« = 1104,+ \text{Ю4Л}$$

где d^3 — диаметр электродной проволоки, мм.

Наплавку обычно ведут постоянным током обратной полярности с напряжением сварочной дуги в пределах 25...35 В, подачей проволоки 75... 180 м/мин при скорости наплавки 20... 25 м/ч. Вылет электрода и шаг наплавки зависят от диаметра проволоки и определяются по формулам

$$5 = (\backslash 0...\backslash 2)d, \text{ и } S = (2,0...2,5)\mathbf{4},$$

где 5 — вылет электрода, мм; S — шаг наплавки, мм.

Процесс наплавки плоских поверхностей осуществляется путем перемещения наплавочной головки вдоль детали со смещением электродной проволоки на 3...5 мм поперек движения после наложения шва заданной длины. Основные параметры наплавки плоских поверхностей приведены в табл. 7.1.

Твердость и износостойкость наплавленного слоя в основном зависят от марки применяемой электродной проволоки и флюса. Для восстановления деталей с большим износом обычно применяется автоматическая наплавка порошковой проволокой, в состав которой входят феррохром, ферротитан, ферромарганец, графитовый и железный порошки. При этом используется порошковая проволока двух типов: для наплавки под флюсом и для наплавки открытой дугой без дополнительной защиты. Режим наплавки зависит от марки проволоки и диаметра детали. Для уменьшения разбрызгивания электродного материала во время наплавки используется постоянный ток низкого напряжения (20... 21 В).

В условиях авторемонтного производства наплавка под флюсом применяется для восстановления шеек коленчатых валов, шлицевых поверхностей валов и других деталей.

Наплавка в среде углекислого газа (рис. 7.5) принципиально мало отличается от дуговой наплавки под флюсом в части применяе-

Таблица 7.1

Основные параметры наплавки плоских поверхностей

Износ поверхности, мм	Сила тока, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Диаметр проволоки, мм
2...3	160...220	100... 125	1,6...2
2...4	320...350	150...200	1,6...2
4...5	350...460	180...210	2...3
5...6	650...750	200...250	4...5

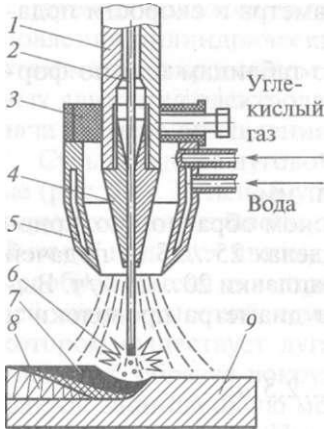


Рис. 7.5. Схема наплавки в среде углекислого газа:

1 — мундштук; *2* — электродная проволока; *3* — газоэлектрическая горелка; *4* — наконечник; *5* — сопло горелки; *6*— электрическая дуга; 7— сварочная ванна; *8* — наплавленный металл; *9* — наплавляемая деталь

мого оборудования для закрепления детали и подачи электродной проволоки. В качестве защитной среды здесь используется углекислый газ (CO_2). Ток подводится к электродной проволоке *2* через мундштук *1* и наконечник *4,* расположенные внутри газоэлектрической горелки *3.* При наплавке металл электродной проволоки *2* и наплавляемой детали *9* перемешивается, а в зону горения электрической дуги *6*под давлением 0,05...0,20 МПа по трубке подается углекислый газ, который, вытесняя воздух, защищает расплавленный металл от вредного действия кислорода и азота воздуха. При движении сопла *5* горелки вдоль наплавляемой детали *9* за сварочной ванной 7 образуется слой наплавленного металла *8.*

Особенностью процесса наплавки в среде углекислого газа является то, что газ при выходе из баллона резко расширяется и переохлаждается. Для подогрева он пропускается через электрический подогреватель. Содержащаяся в углекислом газе вода удаляется с помощью осушителя, представляющего собой патрон, наполненный обезвоженным медным купоросом или силикагелем. Давление газа понижается с помощью кислородного редуктора, а расход его контролируется расходомером.

При наплавке в среде углекислого газа наблюдается меньший нагрев деталей, имеется возможность обработки деталей диаметром не более 40 мм. Отсутствует трудоемкая операция по отделению шлаковой корки, а наплавка может производиться при любом пространственном положении детали. Производительность процесса по площади покрытия на 20...30 % выше.

Недостатками процесса являются повышенное разбрызгивание металла, необходимость применения легированной проволоки для получения наплавленного металла с требуемыми свойствами и открытое световое излучение дуги.

Наплавка в среде углекислого газа производится на постоянном токе обратной полярности. Тип и марка электродной проволоки выбираются в зависимости от материала ремонтируемой детали и требуемых физико-механических свойств наплавленного металла. В зависимости от силы сварочного тока выбирается скорость подачи проволоки с таким расчетом, чтобы в процессе наплавки не было коротких замыканий и обрывов дуги.

Скорость наплавки определяется в основном толщиной наплавляемого металла и качеством формирования наплавленного слоя. Наплавку валиков выполняют с шагом 2,5...3,5 мм при условии, что последующий валик перекроет предыдущий не менее чем на 1/3 его ширины.

Марка и тип электродной проволоки определяют твердость наплавленного металла (200...300 НВ), а ее диаметр влияет на расход углекислого газа. На расход газа влияет также скорость наплавки, конфигурация изделия и наличие движения воздуха.

Электродуговая наплавка вольфрамовым электродом в среде аргона широко используется для восстановления деталей из алюминиевых сплавов и титана. Источником тепловой энергии в этом случае служит электрическая дуга, которая горит между неплавящимся вольфрамовым электродом и деталью. Защитным газом служит аргон, а присадочным материалом — проволока. Аргон надежно защищает расплавленный металл от окисления кислородом воздуха. В результате наплавленный металл получается плотным, без пор и раковин. Добавление к аргону 10... 12 % углекислого газа и 2...3 % кислорода способствует повышению устойчивости горения дуги и улучшению формирования наплавленного металла. Расход аргона можно сократить в 3 — 4 раза благодаря защите дуги струями аргона внутри, а углекислого газа снаружи.

Электродуговая наплавка неплавящимся электродом обеспечивает повышение производительности процесса в 3 — 4 раза по сравнению с газовой сваркой, высокую механическую прочность сварного шва, уменьшение зоны термического влияния, снижение потерь энергии дуги на световое излучение (аргон задерживает ультрафиолетовые лучи). Недостатком процесса является использование аргона и высокая стоимость (в 3 раза выше стоимости газовой сварки).

Режим наплавки зависит от силы сварочного тока (обычно она составляет 100...500 А) и диаметра электрода (чаще — 4... 10 мм).

Устойчивость процесса наплавки и хорошее формирование наплавленного металла позволяют вести обработку на высоких скоростях — до 150 м/ч и выше.

Вибродуговая наплавка как разновидность дуговой наплавки металлическим электродом осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность.

Схема установки с электромагнитным вибратором для вибродуговой наплавки показана на рис. 7.6. Обработка детали *3* осуществляется в центрах токарного станка, на суппорте которого установлена наплавочная головка с механизмом *5* подачи проволоки из кассеты *6,* с электромагнитным вибратором 7 и мундштуком *4.*

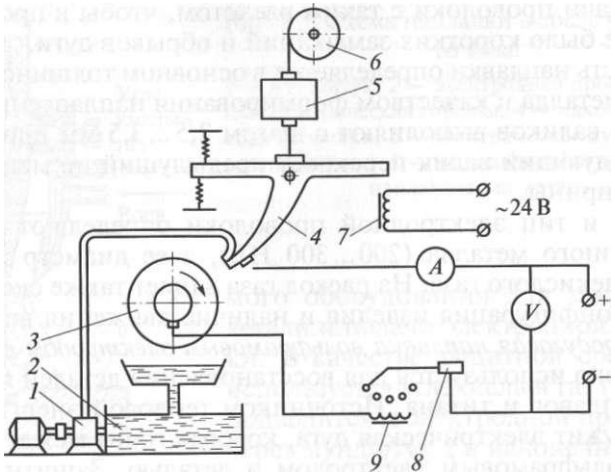


Рис. 7.6. Схема установки для вибродутовой наплавки:
1 — насос; *2* — бак; *3* — деталь; *4* — мундштук; *5* — механизм подачи проволоки; *6* — кассета; 7 — электромагнитный вибратор; *8* — реостат; *9* — дроссель низкой частоты; *А* — амперметр; *V* — вольтметр

Колебания конца электрода с частотой 110 Гц и амплитудой колебания до 4 мм (обычно 1,8...3,2 мм) создаются вибратором. Перенос металла с электрода на деталь происходит при периодическом замыкании электродной проволоки и детали. Стабильность процесса обеспечивается вибрацией электрода во время наплавки, что объясняется частыми возбуждениями дуговых разрядов. Вибрация также способствует подаче электродной проволоки небольшими порциями, что обеспечивает формирование наплавленных валиков без пор и трещин.

Питание установки осуществляется от источника тока напряжением 24 В, последовательно с которым включен дроссель *9* низкой частоты, стабилизирующий силу сварочного тока. Регулирование силы тока в цепи выполняется реостатом *8*. Охлаждающая жидкость (4... 6%-ный раствор кальцинированной соды в воде) подается в зону наплавки насосом *1* из бака *2*.

Вибродуговая наплавка обеспечивает небольшой нагрев восстанавливаемой детали за счет ограниченности зоны термического влияния, высокую производительность процесса, минимальную деформацию детали (она не превышает полей допусков посадочных мест). Существенным недостатком данного способа наплавки является снижение на 30...40 % усталостной прочности детали после наплавки.

На качество соединения наплавленного и основного металла влияют различные факторы: полярность тока (желательна обратная полярность с «+» на «-» на детали), шаг наплавки (2,3...2,8 мм/об), угол подвода электрода к детали (15... 30°), качество очистки и подготовки поверхности под наплавку, толщина слоя наплавки и др. Скорость подачи электродной проволоки не должна превышать 1,65 м/мин, а скорость наплавки — 0,5...0,65 м/мин. Наибольшую скорость наплавки можно определить по формулам:

$$v^{H} = (0{,}4 \ldots 0{,}7)\,\text{гц},,$$

где v^{H} — скорость наплавки, м/мин; v^{np} — скорость подачи электродной проволоки, м/мин;

$$v^{np} = \quad nsDh/(250d\backslash),$$

где n — частота вращения детали, об/мин; 5 — шаг наплавки, мм/об; D — диаметр детали, мм; h — толщина наплавляемого слоя, мм; d — диаметр электродной проволоки, мм; л — коэффициент наплавки (л = 0,85...0,90).

Рекомендуемая толщина наплавляемого слоя равна 2,5 мм — она обеспечивает надежное оплавление. Структура и твердость наплавленного слоя зависят от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. В случае использования проволоки Нп-80 валик закаливается в охлаждающей жидкости до твердости 26... 55 HRC. Низкоуглеродистая проволока Св-08 обеспечивает твердость поверхности наплавки в пределах 14... 19 HRC.

Круг поверхностей, восстанавливаемых вибродуговой наплавкой, довольно широк. Наиболее характерные схемы вибродуговой наплавки показаны на рис. 7.7.

Рациональный режим наплавки: напряжение 28...30 В, сила тока 70...75 А при диаметре проволоки 1,6 мм, скорость подачи проволоки 1,3 м/мин, скорость наплавки 0,5...0,6 м/мин, амплитуда вибраций 1,82 мм.

Широкослойная наплавка — это наплавка тел вращения за один оборот детали с поперечным колебанием электрода, а не по винтовой линии. Процесс наплавки осуществляется отдельными участками с целью исключения коробления детали.

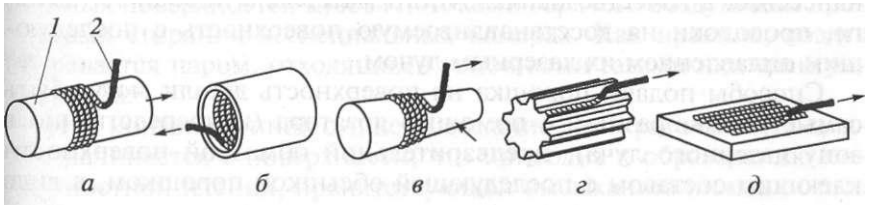


Рис. 7.7. Схемы вибродуговой наплавки изношенных поверхностей:
а — наружных цилиндрических; *б* — внутренних цилиндрических; *в* — наружных конических; *г* — шлицевых; *д* — плоских; *1* — деталь; *2* — электрод

Таблица 7.2

Технологические параметры лазерной наплавки в зависимости от фракции и марки порошка

Марка порошка	Фракции	Скорость наплавки, см/мин	Микротвердость-10^3, МПа	Прочность сцепления с основой, МПа
ПН73ХСЗРЗ	200... 300	38	7,5	250
		28	6,5	
		21	5,5	
		13	4,5	
	100...200	38	6,5	
		28	6	
		21	5,5	
		13	3,5	
	60... 100	38	3,2	
		28	2,9	
		21	2,5	
		13	2,4	
ПГФБХ-6-2	100...200	15...38	8...10	350
	200... 400	15...35	8,5... 11	
	400... 600	15...30	9...11,5	

Плазменно-дуговая наплавка выполняется одиночным валиком (при наплавке цилиндрических деталей — по винтовой линии) с применением колебательных механизмов, на прямой и обратной полярности тока. Наиболее простой способ такой наплавки — наплавка по заранее насыпанному на наплавляемую поверхность порошку. В авторемонтном производстве для получения износостойких покрытий применяются хромборникелевые порошки, твердосплавные порошки на железной основе и смеси порошков.

Лазерная наплавка представляет собой способ получения покрытий с заданными физико-механическими свойствами путем нанесения в качестве наплавочного материала порошков, фольги, проволоки на восстанавливаемую поверхность с последующим оплавлением их лазерным лучом.

Способы подачи порошка на поверхность детали могут быть самые разнообразные: с помощью дозатора (непосредственно в зону лазерного луча), предварительной обмазкой поверхности клеющим составом с последующей обсыпкой порошком, в виде коллоидного раствора (смеси порошка и раствора целлюлозы). При первом способе имеет место увеличенный расход порошка (в 5—7 раз) и ухудшение физико-механических свойств покрытия при наименьшей энергоемкости процесса наплавки.

КПД наплавки увеличивается с ростом толщины обмазки (увеличивается поглощение излучения). Одновременно повышается твердость нанесенного слоя, которую можно регулировать в пределах 34...65 HRC путем подбора скорости наплавки и грануляции частиц порошкового материала. Увеличение размеров частиц порошка приводит к повышению твердости и износостойкости покрытия. Рациональной является смесь различных фракций порошка: с размером частиц 40... 100 мкм — 10%, 100...280 мкм — 80 %, 280 мкм и более - 10 %.

На качество покрытия влияют скорость перемещения лазерного луча, толщина наплавляемого слоя и перекрытие валиков. Покрытие, нанесенное лазерной наплавкой, характеризуется толщиной слоя наплавки за один проход (до 0,8 мм), толщиной дефектного слоя (не более 0,1 мм), прочностью сцепления до 350 МПа (до 35 кг/мм^2), потерями наплавляемого материала (не более 1 %), глубиной зоны термического влияния (не более 1 мм). Толщина нанесенного слоя может достигать 40... 50 мкм.

Лазерной наплавкой восстанавливают тарелки клапанов, кулачки распределительных и кулачковых валов и другие детали.

Технологические параметры лазерной наплавки приведены в табл. 7.2.

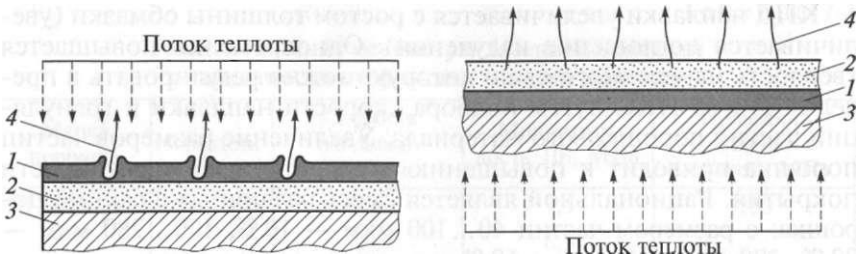
7.3. Тепловое воздействие на кузов при сушке лакокрасочных покрытий

В настоящее время большинство лакокрасочных материалов, используемых для создания качественного защитно-декоративного покрытия кузова, требуют искусственной сушки при повышенных температурах. Существует несколько видов искусственной сушки, которые различаются способами передачи теплоты окрашенной поверхности.

Наибольшее распространение в авторемонтном производстве получили конвекционная, терморадиационная и терморадиационно-конвекционная сушки, схемы которых показаны на рис. 7.8.

Конвекционная сушка (рис. 7.8, *а)* состоит в нагревании окрашенных поверхностей кузова потоками горячего воздуха или продуктами сгорания в специальных камерах. Как правило, воздух нагревается паром, отходящими топочными газами или электроэнергией.

При конвекционной сушке высыхание лакокрасочного покрытия начинается с поверхности, что приводит к образованию поверхностной пленки, препятствующей высыханию нижних слоев и испарению из слоя краски растворителя. Все это сказывается на увеличении продолжительности сушки. Кроме того, пары испаряющегося в процессе сушки растворителя приводят к разрушению лакокрасочного по.крытия и образованию пор.



а *б*

Рис. 7.8. Схемы конвекционной (а) и терморадиационной *(б)* искусственной сушки:

1 — корка; *2* — незасохший слой; *3* — поверхность кузова; *4* — направление испарения растворителя

Терморадиационная сушка (рис. 7.8, *б)* свободна от вышеуказанных недостатков и осуществляется инфракрасными лучами, поглощаемыми поверхностью кузова. Лучи, проникая через слой краски, достигают металлической поверхности кузова и нагревают ее за счет перехода лучистой энергии в тепловую. В этом случае возникает перепад температур между внутренней поверхностью покрытия, соприкасающейся с металлом, и наружной, где температура ниже. Перепад температур по толщине лакокрасочного покрытия способствует быстрому испарению растворителя, а процесс полимеризации в этом случае начинается с нижних слоев покрытия. Терморадиационная сушка протекает в 4—15 раз быстрее конвекционной. Это объясняется более интенсивной передачей теплоты от источников нагревания к окрашенной поверхности и лучшими условиями пленкообразования за счет передачи теплоты от нижних слоев краски к верхним.

Терморадиационно-конвекционная сушка (комбинированная) отличается тем, что кроме облучения инфракрасными лучами изделие дополнительно нагревается горячим воздухом — это обеспечивает равномерную сушку всех поверхностей.

В условиях авторемонтного производства такой способ позволяет сушить наружные поверхности кузова и другие необлучаемые его участки (например, внутренние поверхности дверей, капота, крышки багажника и др.).

Контрольные вопросы

1. Какие существуют тепловые способы образования неразъемных соединений деталей?
2. Назовите основные виды сварки, используемые в авторемонтном производстве.
3. Каким образом можно рассчитать режимы дуговой сварки?
4. Что такое дуговая сварка в среде защитных газов?
5. Что такое контактно-точечная сварка?
6. В чем суть плазменной сварки?
7. Каков принцип лазерной сварки?
8. Когда при восстановлении деталей автомобилей используется дуговая наплавка под флюсом?
9. Как определить рациональные режимы дуговой наплавки под флюсом?
10. Что такое наплавка в среде углекислого газа?
11. Какова суть электродуговой наплавки вольфрамовым электродом в среде аргона?
12. Что такое вибродуговая наплавка и как определить наибольшую скорость наплавки?
13. Что такое широкослойная наплавка?
14. Каким образом осуществляется плазменно-дуговая наплавка?
15. Что такое лазерная наплавка?
16. Какие виды сушки лакокрасочного покрытия получили наибольшее распространение в авторемонтном производстве?
17. В чем суть конвекционной и терморадиационной сушки?

Глава 8. НАНЕСЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ И АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

8.1. Нанесение декоративных лакокрасочных покрытий

Основная задача ремонтной окраски — восстановление заводского лакокрасочного покрытия при максимальном сохранении основных функциональных характеристик поверхности (механическая прочность, защита от коррозии, атмосферостойкость и др.). При этом необходимо обеспечить на отремонтированном участке максимальное цветовое соответствие заводской краске и незаметный переход между заводским и ремонтным покрытием.

Перед нанесением нового лакокрасочного покрытия необходимо тщательно подготовить окрашиваемую поверхность к окраске, так как ошибки, допущенные на этой стадии, становятся причиной 80 % всех дефектов окончательного отделочного покрытия.

Подготовка поверхности состоит из трех этапов: очистка от пыли и грязи, обезжиривание для удаления жировых и силиконовых частиц, зачистка для сглаживания неровности поверхности и сварных швов.

При ремонте автомобилей самым распространенным стал метод нанесения покрытий пневматическим распылением. Суть его заключается в распылении сжатым воздухом на мельчайшие частицы лакокрасочного материала и нанесении его равномерным тонким слоем на окрашиваемое изделие. Такой метод окраски позволяет получить покрытия высокого качества и применим в любых производственных условиях при наличии сжатого воздуха и вытяжной вентиляции.

Оборудование для окраски методом пневматического распыления — несложное по конструкции, простое и надежное в эксплуатации. Возможно применение любых лакокрасочных материалов (медленно- и быстросохнущих), а также одновременная многоцветная окраска. Продолжительность окраски меньше, чем при других методах, так как в единицу времени можно распылять значительно большее количество лакокрасочного материала.

К недостаткам окраски пневматическим распылением следует отнести следующие:

высокий удельный расход лакокрасочных материалов вследствие потерь краски на туманообразование (до 25...55 %);

большой расход растворителей для обеспечения правильного применения исходного лакокрасочного материала;

необходимость специальных окрасочных камер с приточно-вытяжной вентиляцией для удаления и очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха, загрязненного туманом краски;

необходимость в квалифицированных рабочих-пульверизаторщиках, в совершенстве освоивших метод и применяемое оборудование.

В последнее время при ремонтной окраске дисков колес, радиаторов и декоративных элементов кузова широко используются порошковые краски. Нанесение этих красок на изделия осуществляется специальными трибоэлектрическими напылителями, позволяющими полностью использовать сырье и обеспечить высокую рентабельность и экологическую чистоту окрасочных работ.

8.2. Газодинамическое напыление металла

Способ газодинамического нанесения защитных металлических покрытий (разработан в Обнинском центре порошкового напыления) может успешно применяться на больших авторемонтных предприятиях и в маленьких мастерских и позволяет решить следующие задачи:

устранение коррозионных повреждений, промоин, прогаров, трещин в агрегатах;

устранение течи радиаторов системы охлаждения, утечки фреона в автокондиционерах;

антикоррозионная обработка локальных участков и сварных швов при ремонте кузовов, глушителей;

восстановление постелей подшипников;

нанесение электропроводящих покрытий, в частности меднение контактных зон;

восстановление дефектных участков металлических деталей без деформации изделия, возникновения внутренних напряжений и структурных превращений металла изделия.

Процесс идет на воздухе в обычных условиях, при этом нет никаких горючих или опасных газов, высоких температур, опасных излучений и агрессивных отходов.

Суть газодинамического метода состоит в следующем. Мелкие нерасплавленные частицы металла ускоряются сверхзвуковым газовым потоком до скорости несколько сотен метров в секунду и направляются на подложку. Сталкиваясь с подложкой во время высокоскоростного удара, частицы закрепляются на ней, и формируют сплошное покрытие. Температура частиц рабочего порошка обычно (но не всегда) значительно ниже температуры их плавления.

Если напыляемый порошок представляет собой смесь двух компонентов, один из которых — пластичный металл, а второй — Керамический порошок или порошок более твердого металла, то процесс протекает иным образом. Частицы смесевого порошково-

го материала, ускоренные потоком воздуха в сверхзвуковом сопле, с высокой скоростью соударяются с подложкой. Однако характер взаимодействия с поверхностью подложки частиц металла и керамики существенно различается.

Частицы керамики при ударе не деформируются. Они отскакивают от поверхности (унося при этом часть ее материала) либо внедряются в нее, образуя прочное механическое сцепление с поверхностью. За счет эрозионного воздействия частиц керамики на подложку происходит эффективная очистка поверхности от загрязнений, окисных пленок и абсорбированных веществ, а также формируется развитый микрорельеф этой поверхности.

При соударении частиц металла с поверхностью подложки происходит их пластическая деформация и образование в пятне контакта химических связей. Последующие удары частиц керамики по закрепившимся на поверхности частицам металла дополнительно деформируют их. При этом покрытие уплотняется, его пористость уменьшается, а когезионная прочность увеличивается.

Покрытия, получаемые газодинамическим методом, представляют собой композитный материал, который состоит из металлической матрицы и включенных в нее отдельных частиц керамики (или других частиц, более твердых, чем металл матрицы). Чаще получаются покрытия с более низкой пористостью (несколько процентов).

Качественные показатели любого покрытия включают в себя прочность сцепления покрытия с основой — адгезию, поэтому зона, в которой формируется граница раздела между покрытием и основой, особенно важна.

Формирование границы раздела покрытия и подложки происходит в процессе соударения отдельных высокоскоростных частиц металла или керамики с подложкой. При взаимодействии частиц металла с металлической подложкой происходит деформация как частиц, так и подложки. От степени и характера этой деформации зависит прочность сцепления покрытия с подложкой. При таком интенсивном воздействии любые окисные или масляные пленки сбиваются с поверхности основы. Обеспечивается контакт ювенильных поверхностей материалов частиц покрытия и основы. Диапазон значений прочности сцепления покрытия с основой — 30... 100 МПа.

Особенности технологии газодинамического напыления:

отсутствуют высокие температуры, опасные и горючие газы, излучения, химически агрессивные отходы;

оказывается незначительное тепловое воздействие на покрываемое изделие (поверхность детали не нагревается выше 100... 150 °С);

напыление ведется на воздухе, при нормальном давлении;

при напылении обрабатывается локальный участок поверхности с четкими границами;

оборудование позволяет проводить струйно-абразивную подготовку поверхности.

Наиболее важные свойства нанесенных покрытий:

высокая адгезия (30...80 МПа);

низкая пористость (3... 7 %);

плотное соединение покрытия с защищаемой основой, без зазоров и полостей, с надежным электрогальваническим контактом покрытия и основы;

шероховатость поверхности составляет Rz 20... 40 мкм, что обеспечивает высокую прочность закрепления лакокрасочных материалов;

толщина покрытия может быть любой и обеспечивается технологическим режимом напыления.

Конструкция оборудования (портативное устройство «Димет») обеспечивает локализованное воздействие на обрабатываемую деталь, не затрагивающее бездефектных участков. Низкая энергетика процесса позволяет устранить дефекты и повреждения тонкостенных деталей, восстановление которых другими способами (например, наплавкой) невозможно.

8.3. Газотермическое напыление металла

Способ газотермического напыления находит широкое применение при восстановлении базовых деталей автомобилей (картера маховика, маховика, валов трансмиссии, деталей двигателя и т.д.) путем создания износостойких, жаропрочных, коррозионно-стойких, теплоизоляционных и других покрытий. Для формирования покрытий используются стали, цветные металлы и сплавы, бориды, нитриды и т.д. Толщина покрытия обычно составляет 100...500 мкм.

Суть процесса газотермического напыления состоит в том, что исходный материал покрытия (проволока или порошок) нагревается до жидкого или пластичного состояния, а затем распыляется газовой струей под давлением 0,6 МПа. Таким образом, напыляемый материал поступает на обрабатываемую поверхность в виде потока жидких капель или пластифицированных частиц, при соударении с поверхностью детали закрепляется на ней и образует покрытие.

Различают электродуговое, газопламенное, плазменное и высокочастотное напыление — в зависимости от источника тепловой энергии. Преимущества и недостатки каждого из этих способов представлены в сравнительной табл. 8.1.

В установках электродугового напыления в качестве исходного материала используется только проволока, для газопламенного и

Таблица 8.1

Преимущества и недостатки газотермического напыления различных видов

Вид напыления	Преимущества	Недостатки
Электродуговое	Достаточно высокая производительность; простота установки	Повышенное окисление металла и выгорание легирующих элементов
Газопламенное	Высокая дисперсность распыляемых частиц; независимость от источника тока; простота обслуживания; низкая стоимость оборудования	Малая производительность; высокая стоимость напыляемых материалов
Плазменное	Возможность получения покрытия из тугоплавких и износостойких материалов, в том числе из твердых сплавов	Дефицитность присадочных материалов; относительно высокая стоимость
Высокочастотное	Малое выгорание легирующих элементов; однородность и прочность покрытия; высокая производительность	Сложность оборудования; возможность выполнения только стационарных работ из-за высокой энергоемкости оборудования

плазменного напыления применяются как проволока, так и порошок.

Для восстановления стальных и чугунных деталей в основном используется стальная проволока диаметром 0,8... 3,0 мм с содержанием углерода 0,3...0,8 %. Проволока из алюминиевой бронзы применяется для получения антифрикционных покрытий ответственных подшипников скольжения. Для антикоррозионных покрытий используется цинковая, алюминиевая и стальная проволока.

Основные требования к порошкам: частицы должны иметь сферическую форму и хорошую сыпучесть, должны легко подаваться питателем в плазматрон. Размер частиц 25... 150 мкм. Более мелкие частицы не обладают достаточной кинетической энергией для образования при ударе прочной связи с обрабатываемой поверхностью, а более крупные (более 150 мкм) не успевают прогреться, что также не способствует образованию прочной связи с подложкой.

Максимальная температура при газопламенном напылении составляет 1 800...3 500 К, при электродутовом и плазменном — 7500...2000 К. Скорость частиц напыляемого металла при газопламенной обработке составляет 50... 100 м/с, при электродуговой — 60...2500 м/с, при плазменной — 100...400 м/с.

Во всех процессах газотермического напыления в высокотемпературном потоке газа напыляемый материал нагревается, плавится (или пластифицируется) и в виде потока жидких капель после ускорения и распыления при соударении с обрабатываемой поверхностью формирует покрытие. Проволочный материал при этом поступает в высокотемпературный поток газов в расплавленном состоянии, а порошок — в твердом состоянии. Струя сжатого воздуха распыляет каплю расплавленного металла на мельчайшие частицы, сообщает им значительные ускорения, под действием которых частицы разгоняются и формируются. В полете они распределяются в определенном порядке по сечению струи, и по центру потока сосредотачиваются самые крупные фракции наименее окисленных распыленных частиц. Наиболее интенсивное напыление происходит по центру потока, где достигается наилучшее сцепление с основой, минимальная пористость и окисление частиц.

При соударении с обрабатываемой поверхностью жидкие или пластифицированные частицы с поверхностной окисной пленкой частично разрушаются и происходит разбрызгивание жидкого ядра. Частицы, отвердевшие до удара, не разрушаются, что при формировании покрытия приводит к появлению в нем микроструктур и микропор, образованных газовыми пузырями.

Напыление происходит на практически холодную подложку, поэтому при охлаждении частиц (капель) напыляемого слоя в них возникают внутренние («усадочные») напряжения. Само сцепление частиц покрытия происходит за счет механического сцепления, адгезии, частичной сварки и действия внутренних напряжений («усадочных» сил).

Важное значение при этом имеет обеспечение комплекса физико-механических характеристик покрытия, отвечающих условиям эксплуатации восстановленных деталей. Все покрытия должны иметь высокую прочность сцепления с подложкой и не отслаиваться в процесс работы детали в узле.

Как показали исследования и опыт эксплуатации, прочность на отрыв напыленных слоев низка по сравнению со сварными соединениями и составляет 5...80 МПа. Плазменная металлизация позволяет получить более надежное сцепление покрытия с подложкой.

Толщина покрытия обычно не превышает 1 мм, так как с увеличением толщины внутренние напряжения растут, что приводит к отслаиванию покрытия.

Материал покрытия обычно тверже, чем подложка. Это объясняется закалкой частиц, их наклепом при ударе о поверхность и наличием в слое окисных пленок.

Плотность и пористость напыленных стальных покрытий обычно состашыет 80...97 %, покрытий на основе алюминия и циркония — 10... 15 %; покрытия из самофлюсующихся сплавов на основе никеля могут иметь пористость менее 2 %.

В условиях сухого трения плазменные покрытия не работают, так как износ покрытий в 2 — 3 раза превышает износ обычных материалов. Но в условиях жидкостного и граничного трения покрытия имеют сильную взаимосвязь с твердостью и низкий коэффициент трения. При этом смазка легко распространяется по поверхности покрытия, прочно на ней удерживается и заполняет поры. Таким образом, наблюдается эффект самосмазывания покрытия. При недостаточной подаче смазки или при ее временном прекращении заедание наступает значительно позже по сравнению с неметаллизированной поверхностью.

В условиях абразивного износа высокую стойкость имеют покрытия из самофлюсующихся сплавов на основе никеля и алюминия. В частности, износостойкость первых в 3,5 — 4,6 раза выше износостойкости закаленной стали 45.

Хорошие антифрикционные свойства для подшипников скольжения имеют покрытия из оловянно-свинцово-медных псевдосплавов.

Для получения антикоррозионных защитных покрытий обычно используют алюминий, цинк, медь, хромоникелевые сплавы. Вследствие пористости покрытий их толщина не должна быть менее 0,2 мм для цинка, 0,23 мм — для алюминия, 0,18 мм — для меди, 0,6... 1,0 мм — для нержавеющей стали.

8.4. Нанесение антикоррозионных и антишумовых покрытий

Наибольшим коррозионным разрушениям в процессе эксплуатации подвержены различные элементы кузова автомобиля: днище, внутренние поверхности крыльев, скрытые полости лонжеронов, поперечин, стоек и т.д. Для антикоррозионной обработки при изготовлении кузова автомобиля применяются различные мастики и герметики, которые обеспечивают уплотнение щелей и зазоров, препятствующее проникновению влаги внутрь кузова и в скрытые полости.

В процессе эксплуатации возникает необходимость восстановления или освежения заводского покрытия на поверхностях вышеупомянутых элементов.

Антикоррозионная обработка кузова на АРП при техническом обслуживании и ремонте предусматривает нанесение антикоррозионных материалов на днище и арки колес, полы салона и багажника, а также в скрытые полости кузова (рис. 8.1).

Промышленностью выпускается ряд мастик, не требующих высокотемпературной сушки, так называемые антикоры. К этим мастикам исходя из условий эксплуатации автомобиля и проведения ремонтных работ предъявляются следующие требования:

высокая стойкость к воздействию влаги, минеральных масел и солей, сернистого газа;

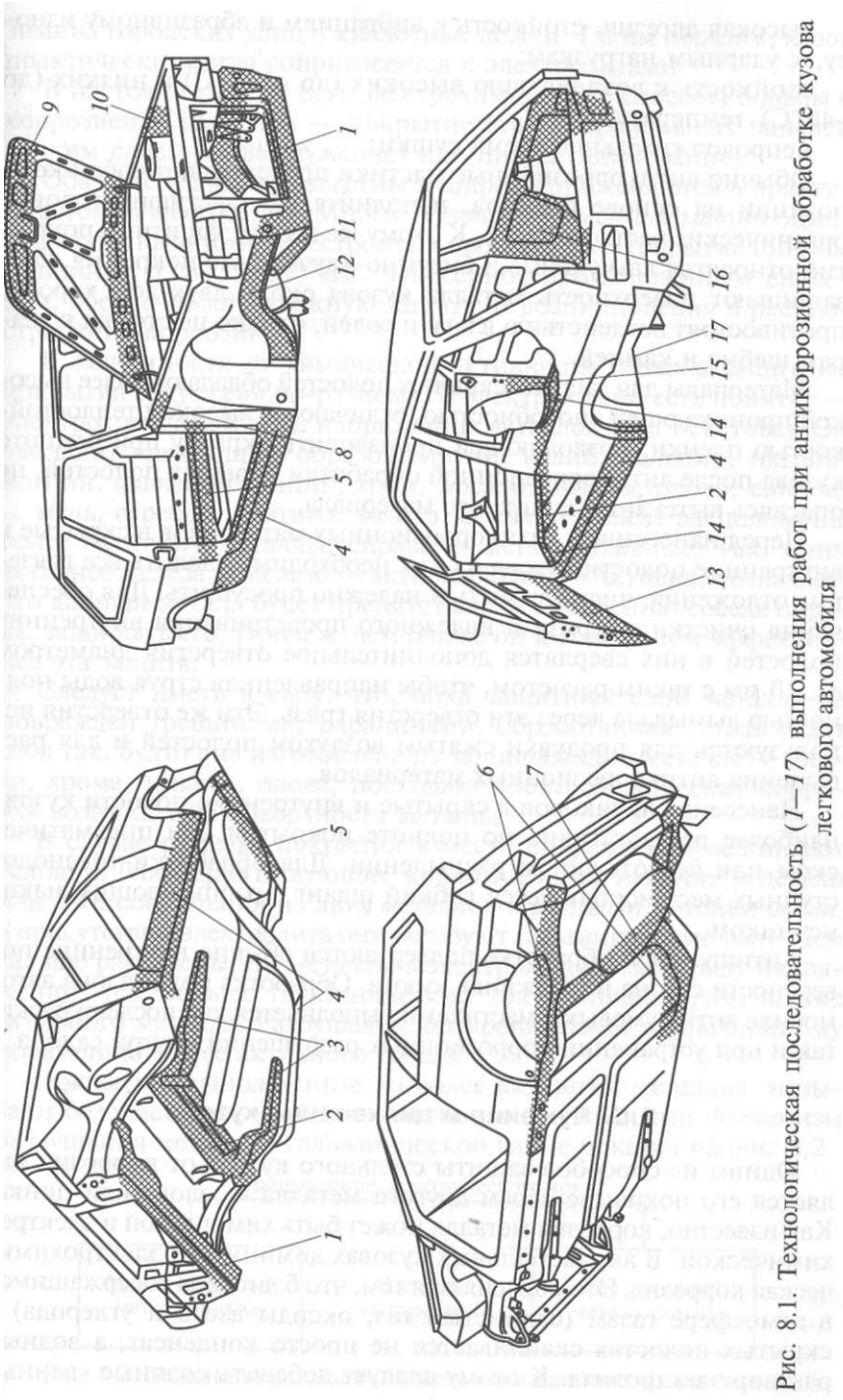


Рис. 8.1. Технологическая последовательность (*1—17*) выполнения работ при антикоррозионной обработке кузова легкового автомобиля

высокая адгезия, стойкость к вибрациям и абразивному износу, к ударным нагрузкам;

стойкость к воздействию высоких (до +140 °С) и низких (до -40 °С) температур;

непродолжительное время сушки.

Обычно антикоррозионные мастики представляют собой композиции на основе битумов, наполнителей-пластификаторов и органических растворителей. К этому же классу защитных покрытий относятся каучуковые и битумно-каучуковые покрытия. Они защищают поверхность металла кузова около двух лет, хорошо противостоят воздействию влаги и солей, однако не стойки к ударам щебня и камней.

Материалы для защиты скрытых полостей обладают более высокой проникающей способностью, отличаются высокой теплостойкостью пленки, позволяющей производить окраску при ремонте кузова после антикоррозионной обработки скрытых полостей, не опасаясь вытекания защитного материала.

Перед нанесением антикоррозионных материалов в скрытые и внутренние полости кузова из них необходимо удалить все грязевые отложения, чисто вымыть и надежно просушить. Для обеспечения очистки от грязи и надежного проветривания внутренних полостей в них сверлятся дополнительное отверстия диаметром 8... 10 мм с таким расчетом, чтобы направленная струя воды полностью вымывала через эти отверстия грязь. Эти же отверстия используются для продувки сжатым воздухом полостей и для распыления антикоррозионных материалов.

Нанесение антикоров в скрытые и внутренние полости кузова наиболее результативно по полноте покрытия при пневматическом или безвоздушном распылении. Для обработки труднодоступных мест используется гибкий шланг с распыляющим наконечником.

Антишумовой обработке подвергаются обычно внутренние поверхности салона и багажника кузова. Обработка пола салона автомобиля антишумовыми мастиками выполняется как после окраски, так и при устранении коррозионных разрушений внутри салона.

8.5. Лужение и цинкование кузова

Одним из способов защиты стального кузова от коррозии является его покрытие слоем другого металла — олова или цинка. Как известно, коррозия металла может быть химической и электрохимической. В автомобильных кузовах доминирует электрохимическая коррозия. Это объясняется тем, что благодаря содержащимся в атмосфере газам (сернистый газ, оксиды азота и углерода) в скрытых полостях скапливается не просто конденсат, а водный раствор электролита. К этому следует добавить соляные «ванны» зимних городских улиц и кислотные дожди. Таким образом, кузов практически всегда соприкасается с электролитами.

В настоящее время есть электрохимические способы борьбы с коррозией. Среди них — покрытие стальных кузовных панелей тонким слоем олова (лужение) или цинка (цинкование).

Оба способа давно известны и широко применяются в практике автомобилестроения. Многие кузова современных машин оцинковывают на автомобилестроительных заводах. Покрытие цинком толщиной 0,002...0,010 мм, нанесенное промышленным способом, обеспечивает надежную защиту от возникновения и распространения коррозии.

В зависимости от химической активности металла защитные покрытия ведут себя по-разному. В электрохимии есть понятие — электрохимический ряд напряжений металлов (ряд Бекетова). Он выглядит следующим образом: литий, калий, кальций, натрий, магний, алюминий, цинк, хром, *железо,* никель, олово, свинец, ... медь, серебро, платина, золото. Слева от железа расположены более активные металлы, справа — менее активные. Так, цинк активнее железа, а железо — активнее олова. «Активнее» означает, что данный металл будет препятствовать окислению соседа справа, защищать его. Причем, чем ближе он к соседу, тем эффективнее эта защита.

Следует иметь в виду, что, пока защитный слой металла не поврежден трещинами, царапинами, обработанная деталь ведет себя так, будто она изготовлена из защищающего металла — цинка, хрома, никеля, олова, поскольку электрохимическая коррозия возникает на поверхности металла.

В случае разрыва покрытия в месте повреждения возникают условия, благоприятствующие коррозии из-за наличия в детали или узле соединения из двух металлов с разными потенциалами, в присутствии электролита они образуют гальваническую пару. Чем дальше разнесены эти металлы в электрохимическом ряду напряжений, тем больше гальванический ток и сильнее разрушение активного металла. Разрушаясь, он препятствует коррозионному поражению менее активного соседа.

Покрытия, выполненные из более активных металлов, называют безопасными, а из менее активных — опасными. Механизм разрушения металла в гальванической ванне показан на рис. 8.2.

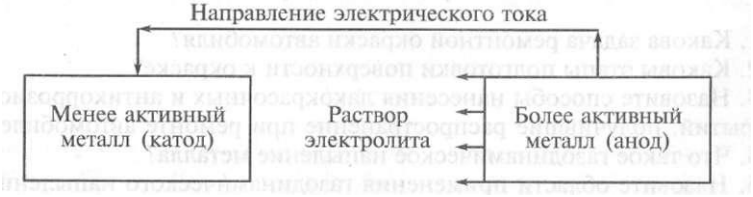


Рис. 8.2. Механизм разрушения металла в гальванической ванне

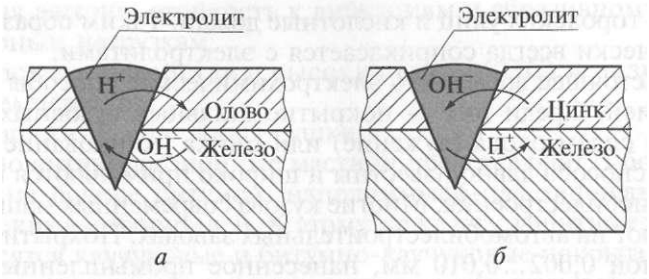


Рис. 8.3. Схемы коррозии луженой *(а)* и оцинкованной *(б)* стали: H^+ — протон; ОН' — гидроксильная группа

В зависимости от расположения пары металлов в ряду Бекетова (цинк—железо или железо—олово) коррозия будет протекать по-разному (рис. 8.3).

При лужении в случае нарушения защитного слоя в месте контакта обнажившейся стали с влагой мгновенно возникает гальваническая пара, положительным электродом (катодом) в которой является олово, а отрицательным (анодом) — сталь. Поток электронов начинает перетекать от обнаженной поверхности стали как более активного металла к олову и там разряжает ионы водорода. Сталь посылает в раствор электролита новые и новые ионы железа, подвергаясь разрушению. В итоге луженая сталь в месте повреждения ржавеет гораздо быстрее нелуженой.

В оцинкованной панели подобный процесс будет протекать иначе, так как защищающий металл (цинк) в ряду Бекетова находится левее железа. Здесь тоже возникает гальваническая пара, но анодом является цинк, а катодом — сталь. Электроны переходят от цинка к стали, цинк разрушается, а сталь остается защищенной. Цинковый «щит» постепенно исчезает, но при обычных температурах довольно медленно. Цинк начинает активно разрушаться лишь при высоких температурах.

Таким образом, при защите от коррозии стальной поверхности ее лучше покрывать слоем более активного металла. Например, для автомобильного кузова оцинковка предпочтительнее лужения.

Контрольные вопросы

1. Какова задача ремонтной окраски автомобиля?
2. Каковы этапы подготовки поверхности к окраске?
3. Назовите способы нанесения лакокрасочных и антикоррозионных покрытий, получившие распространение при ремонте автомобилей.
4. Что такое газодинамическое напыление металла?
5. Назовите области применения газодинамического напыления металла в авторемонтном производстве.
6. Что такое газотермическое напыление металла и когда оно применяется при ремонте базовых деталей автомобилей?
7. Назовите виды газотермического напыления металла.
8. Какие требования предъявляются к мастикам для антикоррозионной обработки кузовов автомобилей?
9. Каким образом наносится антикор на скрытые поверхности кузова автомобиля?
10. Что такое антикоррозионная защита кузова слоем другого металла?
11. В чем принципиальное отличие лужения от цинкования?
12. Как ведет себя металл кузова при нарушении защитного слоя олова или цинка?

Глава 9. ВОЗДЕЙСТВИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕМОНТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ И ГЕРМЕТИКОВ

9.1. Фиксация, склеивание, уплотнение, стопорение

Фиксация цилиндрических деталей (вал — втулка) выполняется с помощью стопорящих адгезионных составов на клеевой основе путем нанесения последних на одну из стопоримых деталей после тщательной очистки сопрягаемых деталей. Обычно эти составы используются для фиксации втулок, подшипников, гильз, шестерен и других деталей.

При использовании составов для усиления механических способов крепления, происходит их проникновение в микронеровности соприкасающихся поверхностей, что позволяет напряжениям равномерно распределяться по всей поверхности соединения, значительно повышая его прочность.

Исследования показали, что максимальный контакт сопрягаемых поверхностей при прессовой посадке не более 30 % поверхности, тогда как применение клеевых составов обеспечивает 100%-ный контакт.

Вал-втулочные фиксаторы имеют ряд преимуществ: усиливают или заменяют механические соединения, исключают фреттинг-коррозию, увеличивают прочность и жесткость соединения, устраняют люфт в шпонках и шлицах, исключают применение дополнительных механических фиксирующих элементов, устраняют локальные напряжения сопрягаемых поверхностей, снижают требования к допускам, позволяют использовать различные материалы в сопрягаемых поверхностях, выравнивают распределение напряжений, минимизируют напряжения в узлах, снижают стоимость механической обработки, допускают самоцентровку подшипников и втулок, позволяют соединять без повреждений твердые и мягкие поверхности, полностью изолируют соединения, устраняют коррозию.

Фиксация резьбовых соединений клеем выполняется с помощью анаэробных клеев, которые отверждаются только при условии вытеснения воздуха из зазора и контакта с металлом, в противном случае остаются жидкими.

Клей наносится на резьбу гайки или винта и при затягивании последнего заполняет все полости в резьбовом соединении, образуя при отверждении твердую пластмассу.

Полученное резьбовое соединение выдерживает ударную нагрузку и вибрации, отличается герметичностью и устойчивостью к коррозии, а также высокой стабильностью.

Данный способ фиксации также имеет ряд преимуществ: упрощает и ускоряет монтаж, останавливает утечку и коррозию, дает экономию за счет сокращения фиксирующих элементов, гарантирует контролируемое усилие фиксации винтов, гаек или распорных болтов, облегчает демонтаж (он выполняется ручным инструментом).

Фланцевые уплотнения на основе клеевых составов успешно используются в качестве «жидких» прокладок в неразъемных и упругих соединениях при ремонте агрегатов двигателя и трансмиссии. При соответствующих конструктивных изменениях соединения они способны заменить обычные прокладки из твердых материалов; идеально подходят для соединения алюминиевых фланцев.

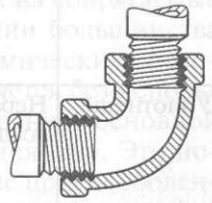
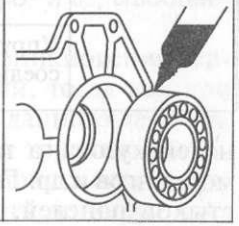
К преимуществам фланцевых уплотнений относятся легкий демонтаж, быстрое отверждение, заполнение микронеровностей фланцевых поверхностей, способность обеспечивать надежное уплотнение при зазоре до 0,5 мм, надежная защита от коррозии, стойкость к воздействию используемых в автомобиле жидкостей, высокая температурная стойкость (от -55 до +155 °С).

Примеры использования клеевых составов и герметиков в резьбовых, стыковых и фланцевых соединениях деталей автомобилей приведены в табл. 9.1.

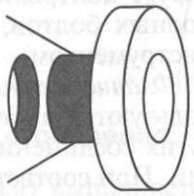
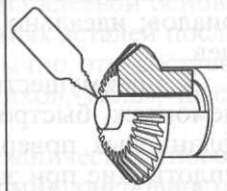
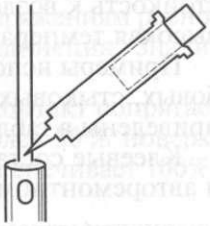
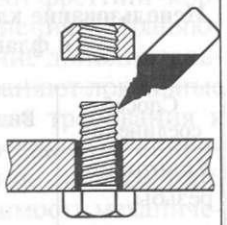
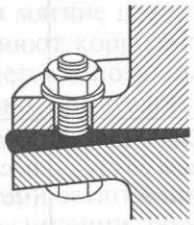
Клеевые составы широко применяются в автомобилестроении и авторемонтном производстве для неразъемного соединения па-

Таблица 9.1

Использование клеевых составов и герметиков в резьбовых, стыковых и фланцевых соединениях деталей автомобилей

Способ соединения	Вид соединения	Место применения	Рисунок
Уплотнение резьбы	—	Отопительные, гидравлические и пневматические системы	
Стыковка вала со ступицей	Подвижная посадка (металл)	Втулки, подшипники, уплотнительные манжеты	

Окончание табл. 9.1

Способ соединения	Вид соединения	Место применения	Рисунок
Стыковка вала со ступицей	Подвижная посадка (пластмасса)	Фрикционные втулки	
	Прессовая посадка	Зубчатые колеса, маховики, болты, запорные крышки, бандажи, приводы	
Заливка	—	Реле, переключатели, пластиковые корпуса	
Фиксация резьбы	Трудноразъемное соединение	Анкерные болты	
	Разъемное соединение	Все болты и гайки, подлежащие отвинчиванию при ремонте и обслуживании; юстировочные винты	
Уплотнение	Неразъемное соединение	Жесткие на скручивание детали, прошедшие машинную обработку; небольшие щели	
	Упругое соединение	Гибкие детали, большие щели	

нелей кузова, а также для вклеивания ветровых стекол, зеркал, молдингов и др. Герметики находят применение для герметизации стыков панелей, корпусных деталей двигателя и трансмиссии, гидро- и пневмоприводов автомобилей. Все это позволяет значительно повысить качество изготовления автомобиля, улучшить его эстетические и эксплуатационные характеристики, уменьшить номенклатуру крепежных деталей, прокладок, уплотнений и прочих вспомогательных деталей, снизить трудоемкость и себестоимость сборки и ремонтных работ.

9.2. Холодная молекулярная сварка

В настоящее время применяется новый метод восстановления деталей автомобилей — холодная молекулярная сварка (ХМС), разработанный в Московском автомеханическом институте (МАМИ).

Расходными материалами при ХМС служат ремонтные композитные материалы (реком).

Сварной шов в технологии ХМС получают из пастообразной смеси компонентов реком, приготовленных в заводских условиях. В процессе взаимодействия компонентов формируется микрогетерофазная структура реком, состоящая из полимерной матрицы и дискретного наполнителя.

Полимерная матрица, являясь клеевой основой материала, обеспечивает адгезию реком к ремонтируемой поверхности. Большинство реком обладают хорошей адгезией практически ко всем металлическим и неметаллическим машиностроительным материалам конструкционного и функционального назначения.

Наличие дискретного наполнителя придает реком новые свойства, предопределяющие технологические преимущества метода ХМС перед клеевыми и термическими (традиционная сварка, пайка, наплавка) способами соединения материала при ремонтно-восстановительных работах. К основным преимуществам технологии ХМС можно отнести следующие:

не требует нагрева (характерного при формировании традиционных сварных и клеевых соединений), давления на сопрягаемые детали (обязательного условия при использовании большинства клеев) и создания защитной среды (как при термических способах восстановления деталей), поэтому осуществляется без использования какого-либо технологического оборудования; основной рабочий инструмент — шпатель для формирования шва. Это позволяет выполнять восстановительные работы в не приспособленных для ремонта помещениях (в том числе пожаро- и взрывоопасных) и даже в полевых условиях;

отсутствие нагрева исключает вероятность возникновения термических напряжений и деформирования детали, тогда как при термических способах ремонта трудно избежать данного дефекта, а его устранение сопряжено с дополнительными трудностями;

не нарушает уровень физико-механических свойств восстанавливаемой детали, что исключает необходимость дополнитель-

ной термической обработки восстановленных деталей, обязательной после термических способов ремонтно-восстановительных работ;

толщина сварного шва имеет оптимальное значение 0,5... 1 мм (в отличие от необходимого минимального расстояния между сопрягаемыми деталями при клеевом соединении), что позволяет соединять детали без их геометрической подгонки, даже криволинейными поверхностями;

реком позволяет заполнять выработку деталей машин и оборудования глубиной 10 мм и более;

из реком можно изготовлять детали методами литья и пластического деформирования на определенной стадии его отверждения или путем механической обработки отвержденного реком;

не требует высокой квалификации исполнителя, что позволяет выполнять текущий ремонт машины и оборудования силами линейного персонала, без привлечения высококвалифицированных специалистов ремонтной службы.

Стоимость ремонта методом ХМС как минимум в пять раз ниже стоимости ремонта традиционными методами.

По результатам производственных испытаний реком универсального назначения марки реком-Б рекомендован для ремонта и восстановления обширной номенклатуры деталей и агрегатов автомобилей (табл. 9.2). Ниже приведены основные технические данные материала универсального назначения марки реком-Б.

Основные технические характеристики реком-Б

Предел прочности, МПа:	
при сдвиге по стыку со сталью	25
при сжатии	135
при изгибе	70
при растяжении	30
Твердость по Бринеллю НВ	100
Температура, °С:	
рабочая	150
кратковременная	200
Плотность, г/см^3	2,1
Коэффициент трения в масле	0,06
Время жизни смеси при температуре 20...30"С, ч	1
Время полного набора прочности при температуре 20...30°С, ч	24

Реком-Б имеет также технологические и экономические преимущества перед зарубежными аналогами:

удобное для потребителя кратное массовое соотношение компонентов 2:1, тогда как зарубежные аналоги его не имеют (например, 100: 34 или 60:25);

равенство массового и объемного соотношения компонентов, чего нет у зарубежных аналогов (например, 100: 8/6: 1 или 2,7 : 1 / 3,5:1);

обеспечивает гарантируемые характеристики даже при отличном от оптимального соотношения компонентов (2,4... 1,6): 1, а зарубежные аналоги требуют точнейшего соблюдения заданного соотношения компонентов — в противном случае фирма не гарантирует рекламируемые свойства;

стоимость реком-Б при равном или лучшем комплексе потребительских свойств в два раза ниже стоимости зарубежных аналогов.

Однако, большинство реком, предлагаемых ремонтным службам разработчиками (как иностранными, так и отечественными), сохраняют основные недостатки, присущие полимерной матрице: отсутствие адгезии к загрязненной жидкими (маслу, топливу, антифризу, воде и др.) и твердыми инородными включениями; высокое значение температурного коэффициента процесса полимеризации. Из-за этих недостатков возникает необходимость нанесения реком на механически обработанную обезжиренную сухую поверхность и выполнение ремонтных работ при нормальных температурах с набором прочности ремонтного соединения в течение длительного времени. Эти условия вполне приемлемы при

Таблица 9.2

Номенклатура деталей автомобиля, рекомендуемых для восстановления и ремонта методом ХМС

Вид ремонтных работ	Детали и поверхности, подлежащие восстановлению и ремонту методом ХМС
Заделка и герметизация трещин, пробоин, вмятин	Блоки цилиндров «размороженного» двигателя Головка блока цилиндров Корпус коробки передач Корпус гидромеханической передачи и раздаточных механизмов Картер двигателя, поддон картера Посадочные места гильз в блоке двигателя Радиатор Топливный бак Емкость для горючесмазочных материалов (ГСМ) Корпуса насосов и редукторов Детали с дефектами (раковинами, микротрещинами, с пористостью и рыхлостью отливки)
Восстановление коррозионных и кавитационных разрушений	Поверхности крышек жидкостной рубашки Разъемы соединительных деталей (фланцы, плоскости прилегания) Плоскости прилегания головки блока цилиндров Рубашка охлаждения

Окончание табл. 9.2

Вид ремонтных работ	Детали и поверхности, подлежащие восстановлению и ремонту методом ХМС
Восстановление изношенных поверхностей	Резьбовые соединения Посадочные пояски блоков и втулок двигателя Посадочные места подшипников: генератора, стартера, ступиц колес, коробки передач, фланцев карданного вала (под крестовину) Шлицевые соединения (в том числе карданного вала) Шпоночные пазы Посадочные места топливного насоса и других агрегатов Посадочные места шестерен Постели коленчатого вала
Восстановление потерь металлической поверхности	Сломанные и утерянные части блока цилиндров, головки блока цилиндров, насосов и других агрегатов
Герметизация соединений и швов	Трубы Емкости (по сварным швам) Прокладки

ремонте в стационарных условиях, но исключают возможность выполнения аварийных работ.

Метод ХМС достаточно широко применяется для ремонта и восстановления изношенных деталей автомобилей.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы воздействия на детали автомобиля с использованием ремонтных композитных материалов, клеевых составов и герметиков.
2. В чем суть фиксации цилиндрических деталей?
3. Каковы преимущества вал-втулочных фиксаторов?
4. Каковы особенности фиксации резьбовых соединений клеем?
5. Какова область применения фланцевых уплотнений на основе клеевых составов и в чем их преимущества?
6. В чем суть метода ХМС?
7. Назовите технологические преимущества метода ХМС перед клеевыми и термическими способами соединения материала.
8. Какова номенклатура деталей автомобиля, рекомендуемых для ремонта методом ХМС?

РАЗДЕЛ III

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 10. ОБРАБАТЫВАЮЩЕЕ, ПОДЪЕМНОЕ, МОНТАЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

10.1. Оборудование для обработки деталей лезвийным и абразивным инструментом

Детали современных автомобильных двигателей — блок цилиндров, головка блока, коленчатый и распределительный валы, шатуны — изготовляются с высокой точностью. Допустимые отклонения размеров, взаимного расположения и формы рабочих поверхностей, как правило, не превышают 0,01 мм. Соответственно и стоимость таких изделий высока. При всей сложности восстановления их выгоднее ремонтировать, а не менять на новые. С другой стороны, оборудование для ремонта должно обеспечивать точность обработки рабочих поверхностей на уровне, соответствующем точности новой детали.

Наиболее известные зарубежные фирмы (такие, как Van Norman (США), Quick Way (США), Sunnen (Швейцария) и другие) предлагают широкий выбор оборудования и имеют выраженную специализацию: Van Norman специализируется на выпуске расточных и шлифовальных станков; Quick Way — расточных станков и станков для ремонта головок блока; Sunnen — оборудования для ремонта различных отверстий в деталях двигателя.

Наиболее интересные и широко используемые станки фирмы Sunnen показаны на рис. 10.1 и 10.2, а технические характеристики станков приведены в табл. 10.1. В табл. 10.2 и 10.3 также представлена информация по специализированным приспособлениям, стендам и специальному инструменту для ремонта основных деталей двигателя.

При ремонте двигателей часто возникает необходимость обработки постелей коренных подшипников коленчатого вала в блоке цилиндров.

В случае серьезных повреждений постелей используют горизонтально-расточный станок СВ-24.000. Его также можно использовать для ремонта отверстий подшипников распредели-

Таблица 10.1

Специализированные станки для ремонта деталей двигателя

Операция	Станок	Диапазон обрабатываемых диаметров, мм	Длина обработки, мм
Хонингование цилиндров	Вертикально-хонинговальный CV-616, CK-21	50...200	330
Растачивание подшипников коленчатого и распределительного валов	Горизонтально-расточный CB-24000	25...90	775
Хонингование подшипников коленчатого вала	Горизонтально-хонинговальный CH-100	46...178	1 140
Растачивание отверстий шатунов	Горизонтально-расточный PM-300	17...187	Максимальное межцентровое расстояние 543
Хонингование отверстий головок шатунов, коромысел, цилиндров малого диаметра	Горизонтально-хонинговальный LBB-1660	165...965	9 300
Шлифование крышек подшипников и шатунов	Плоскошлифовальный CGR-780	—	—
Фрезерование плоскостей головок и блоков	Вертикально-фрезерный HBS-2100	—	—
Ремонт седел и втулок клапанов	Вертикально-расточный VGS-20	19...64 для седел	—
Шлифование коромысел, рычагов, толкателей, фасок и стержней клапанов	Круглошлифовальный VR-6500	4...19 по диаметру стержня и не более 80 по фаске	70...254

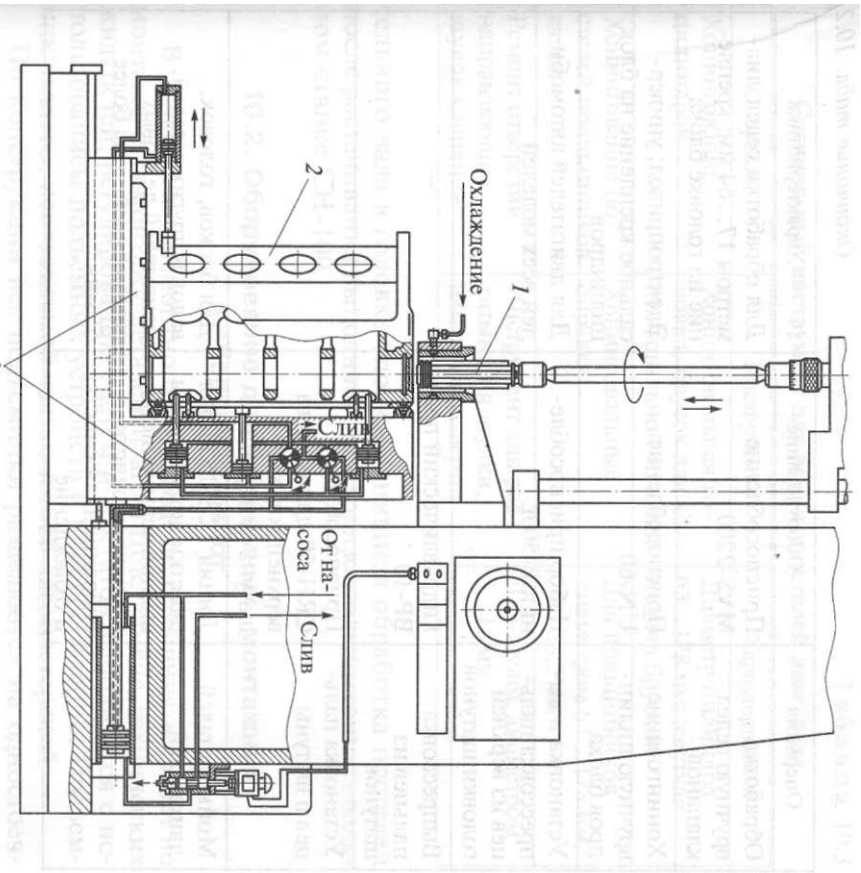


Рис. 10.1. Схема станка для комплексного ремонта головок блока цилиндров:

1 — хонинговальная головка; *2* — блок цилиндров; *3* — зажимное приспособление для самоцентрирования блока цилиндров относительно хонинговальной головки

Таблица 10.2

Специализированные приспособления и стенды, используемые при ремонте деталей двигателя

Операция	Оборудование	Характеристика
Обработка вручную седел и направляющих втулок клапанов	Стенд HS-60	Для обработки втулок диаметром 6...12 мм и седел диаметром 15...62 мм; электропривод
Сборка и разборка головок блоков цилиндров	Стенд CHW-40	Пневмопривод; наклонная силовая головка; магнитный инструмент

Окончание табл. 10.2

Операция	Оборудование	Характеристика
Обработка вручную седел клапанов	Приспособление MVS-2200	Для обработки седел диаметром 17...64 мм; крепление на головке блока
Хонингование вручную цилиндров блока	Приспособление UN-60	Электропривод; универсальное крепление на блок цилиндров
Установка и выпрессовка пальцев из верхней головки шатунов	Набор приспособлений B-500L	Для двигателей автомобилей всех моделей
Выпрессовка пальцев из шатунов	Гидравлический пресс ВР-10	
Установка пальцев в шатуны	Приспособление CRH-50 для нагрева верхней головки шатуна и поршня	
Мойка деталей двигателей	Линия TCS-1530 для очистки деталей в три стадии: термоочистка, воздушная очистка, вибрационная очистка и охлаждение	Для блоков, головок, валов и других деталей двигателей легковых автомобилей — не более 55 мин

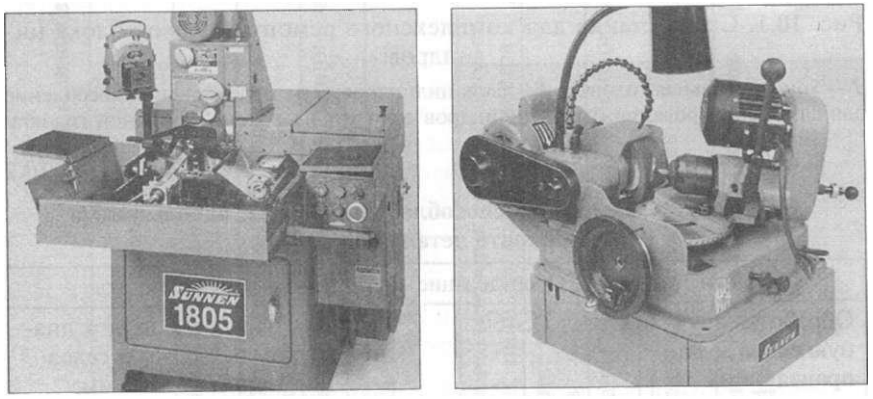


Рис. 10.2. Горизонтально-хонинговальный станок LBB-1660 для ремонта отверстий головок шатунов *(а)* и круглошлифовальный станок VR-6500 для ремонта клапанов, коромысел и рычагов *(б)*

Таблица 10.3

Специальный инструмент для ремонта деталей двигателя

Операция	Инструмент	Характеристика
Хонингование цилиндров	Хонинговальная головка, брусок для хонинговальной головки	Диаметр цилиндра 63... 178 мм; жесткая подача брусков
Хонингование постелей подшипников валов	Хонинговальные оправки	Для подшипников диаметром 61... 178 мм, 26...28,5 мм
Ремонт отверстий направляющих втулок клапанов	Инструмент для раскатывания втулки, алмазная развертка	Для втулок диаметром *1...* 15мм

тельного вала в головке блока. Финишная обработка постелей после растачивания выполняется на горизонтально-хонинговальном станке СН-100.

10.2. Оборудование для подъемных, монтажных и сборочных работ

В условиях авторемонтного производства большинство работ по монтажу и демонтажу деталей и агрегатов, замене технических жидкостей, регулированию систем и агрегатов выполняется с использованием подъемных устройств и приспособлений. Подъемник является неотъемлемой частью любой автомастерской.

По конструкции все подъемники разделяются на одностоечные, двухстоечные, платформенные (четырехстоечные, ножничные, параллелограммные, плунжерные), гидравлические стойки и подкатные подъемники. Каждый из перечисленных типов имеет свои особенности и область применения.

В качестве силового привода в подъемниках используются электромеханические, электрогидравлические, пневмогидравлические, пневматические и гидравлические приводы. Вид привода обусловливает быстродействие подъемника, его стоимость, надежность и грузоподъемность. Электромеханические подъемники наиболее дешевы, электрогидравлические — обладают большей грузоподъемностью и надежностью, пневматические — самые высокоскоростные. Остальные подъемники предназначены для специального применения.

Основными техническими характеристиками подъемников являются грузоподъемность, максимальная высота подъема автомобиля, скорость подъема до максимальной высоты при минимальной нагрузке, минимальное расстояние от пола до верхней части лапы подъемника.

Главными установочными характеристиками подъемников служат энергоемкость, габаритные и монтажные размеры, требования к фундаменту, допустимые отклонения поверхности пола от горизонтали.

Особую группу составляют специализированные подъемники для выполнения ограниченного вида работ: для кузовного ремонта и окраски, регулирования углов установки колес, шиномонтажа. Наиболее эффективно они работают в комплексе с другим оборудованием.

Особенно распространены, популярны и дешевы двухстоечные подъемники как наиболее приспособленные для ремонта подвесок, двигателя, выпускной системы, тормозов, для замены масла, фильтров и т.д. На этих подъемниках удобно производить антикоррозионную обработку кузова, так как они обеспечивают самый свободный доступ ко всем узлам со стороны днища.

В зависимости от типа привода двухстоечные подъемники подразделяются на электромеханические (они проще и дешевле) и электрогидравлические (они дороже, но более надежны и менее шумны). Электромеханические подъемники, в свою очередь, разделяются на одно- и двухмоторные. У двухмоторных подъемников выше грузоподъемность и этим определяется их применение. Одномоторные подъемники выпускаются либо с цепной, либо с шестеренчатой передачей вращения от ведущего вала первой стойки к ведомому валу второй; они существенно проще в монтаже, имеют лучшую защиту шестеренчатой передачи от пыли и грязи, что обеспечивает больший период эксплуатации между плановым техобслуживанием. Однако для подъемников с шестеренчатой передачей требования к люфтам в зацеплениях более жестки, чем для подъемников с цепной передачей; их ремонт гораздо дороже.

Конструкция двухстоечного электромеханического одномоторного подъемника показана на рис. 10.3. Электродвигатель *2* через ременную передачу *1* передает вращение валу *3* с трапецеидальной резьбой, на котором установлена главная гайка 5, которая несет на себе основную нагрузку от поднимаемого автомобиля, поэтому изнашивается. Над гайкой *5* установлена контрольная гайка *4* с линейкой контроля зазора между гайками для определения степени износа главной гайки в процессе эксплуатации.

Через горизонтальный вал в основании подъемника вращательное движение передается с вала *3* на противоположную стойку. Захваты бдля крепления автомобиля, связанные с приводами вала стоек, синхронно поднимаются или опускаются в зависимости от направления вращения валов. В двухстоечных подъемниках главная гайка 5 крепится жестко к раме захватов *6,* а контрольная гайка *4* фиксируется таким образом, чтобы, вращаясь вместе с ней, не испытывать нагрузки от массы автомобиля.

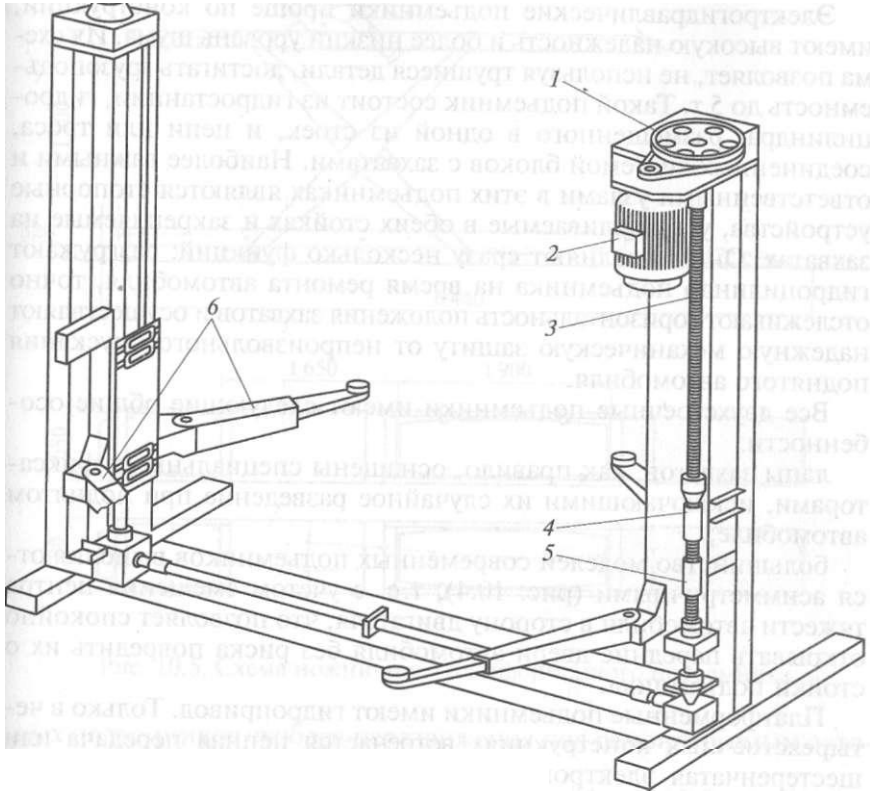


Рис. 10.3. Конструкция двухстоечного электромеханического одномоторного подъемника:

1 — ременная передача; *2* — электродвигатель; *3* — вал с трапецеидальной резьбой; *4* — контрольная гайка; 5 — главная гайка; *6* — захваты

Двухстоечные электромеханические двухмоторные подъемники представляют собой две абсолютно одинаковые стойки и имеют электронную или электромеханическую схему синхронизации движения захватов.

Самым важным узлом любого электромеханического подъемника является резьбовое соединение главной гайки и несущего вала. Обычно вал делается полированным, а гайка изготовляется из бронзы. В большинстве случаев для увеличения ресурса гайки ее помещают в специальный стакан с маслом, что позволяет автоматически смазывать резьбу при работе подъемника. В последнее время главная гайка все чаще изготовляется из углепласта с более низким коэффициентом трения и достаточной для работы твердостью. Такие гайки существенно увеличивают ресурс работы подъемника, но несколько повышают его стоимость.

Электрогидравлические подъемники проще по конструкции, имеют высокую надежность и более низкий уровень шума. Их схема позволяет, не используя трущиеся детали, достигать грузоподъемность до 5 т. Такой подъемник состоит из гидростанции, гидроцилиндра, размещенного в одной из стоек, и цепи или троса, соединенных системой блоков с захватами. Наиболее важными и ответственными узлами в этих подъемниках являются стопорные устройства, устанавливаемые в обеих стойках и закрепляемые на захватах. Они выполняют сразу несколько функций: разгружают гидроцилиндр подъемника на время ремонта автомобиля, точно отслеживают горизонтальность положения захватов и осуществляют надежную механическую защиту от непроизвольного опускания поднятого автомобиля.

Все двухстоечные подъемники имеют следующие общие особенности:

лапы захватов, как правило, оснащены специальными фиксаторами, исключающими их случайное разведение при поднятом автомобиле;

большинство моделей современных подъемников выполняются асимметричными (рис. 10.4), т.е. с учетом смещения центра тяжести автомобиля в сторону двигателя, что позволяет спокойно открывать передние двери автомобиля без риска повредить их о стойки подъемника.

Платформенные подъемники имеют гидропривод. Только в четырехстоечных конструкциях встречается цепная передача или шестеренчатая электромеханическая передача. Платформенные подъемники появились раньше двухстоечных, что объясняется рамной конструкцией автомобилей тех лет.

Грузоподъемность современных четырехстоечных подъемников составляет 2,5... 20 т. Их отличает наибольшая из всех платформенных подъемников свобода передвижения под ремонтируемым автомобилем.

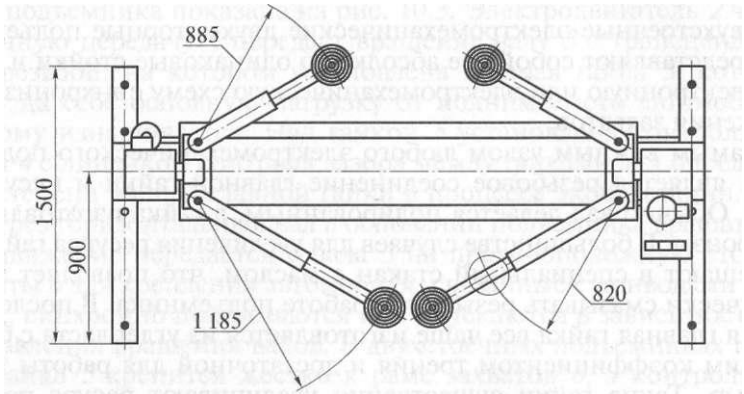


Рис. 10.4. Схема асимметричного двухстоечного подъемника

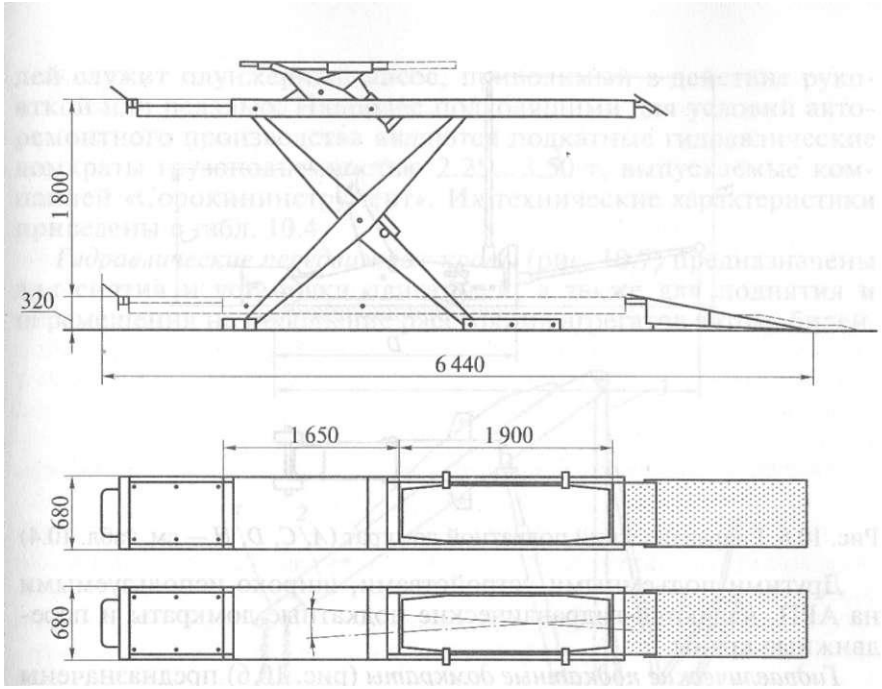


Рис. 10.5. Схема ножничного платформенного подъемника

Ножничные (пантографные) подъемники (рис. 10.5) состоят из двух независимых платформ, поэтому оснащаются синхронизаторами. В последнее время такие подъемники выпускаются с платформами, способными утапливаться в пол.

Параллелограммные подъемники сходны по конструкции с ножничными. Фактически это однозвенный пантограф и подъем платформы неизбежно связан с ее продольным перемещением. Повышенные требования к площади компенсируются простотой этих подъемников. Параллелограммные подъемники можно монтировать вне помещений, где экономия пространства не играет решающей роли.

Плунжерные подъемники в основе конструкции имеют большой гидроцилиндр. На подвижной его части монтируются платформа либо специальные захваты. Достоинством такого подъемника является возможность полностью утапливаться в пол, что позволяет проезжать над ним. Поэтому монтаж плунжерных подъемников требует существенного заглубления в пол или грунт. Современные конструкции таких подъемников снабжаются дренажным устройством для защиты подъемника от воздействия грунтовых вод.

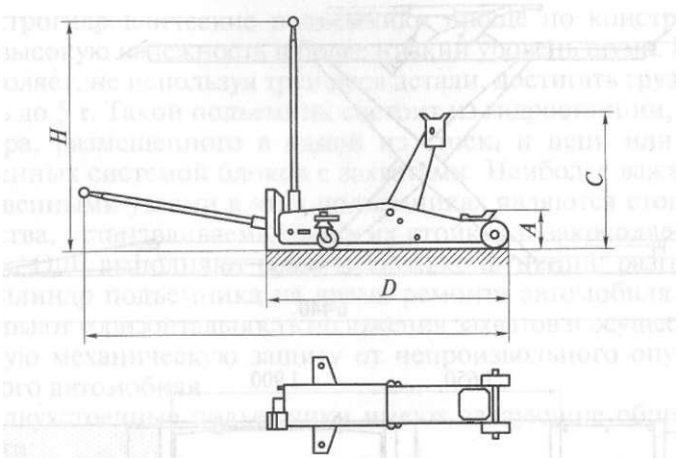


Рис. 10.6. Гидравлический подкатной домкрат *(A, C, D, H*— см. табл. 10.4)

Другими подъемными устройствами, широко используемыми на АРП, являются гидравлические подкатные домкраты и передвижные краны.

Гидравлические подкатные домкраты (рис. 10.6) предназначены для вывешивания на незначительную высоту передней или задней части автомобиля и представляют собой передвижные грузоподъемные механизмы, основу которых составляют подъемное устройство и силовой орган.

По типу подъемного устройства домкраты являются гидравлическими, по роду привода — ручными. Роль подъемного устройства выполняет гидравлический цилиндр. Шарнирный параллелограмм образует подъемную стрелу, несущую подхват для упора в автомобиль. Силовым органом на домкратах всех моделей служит плунжерный насос, приводимый в действие рукояткой или педалью. Наиболее подходящими для условий авторемонтного производства являются подкатные гидравлические домкраты грузоподъемностью 2,25...3,50 т, выпускаемые компанией «Сорокининструмент». Их технические характеристики приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

Технические характеристики домкратов

Параметры	Значения параметров для трех номеров по каталогу		
	5.18	5.59	5.123
Грузоподъемность, т	2,25	3	3,5
A (высота подхвата), мм	135	130	145
C (высота подъема), мм	440	490	490
D (длина домкрата), мм	530	640	635
H (высота рычага в вертикальном положении), мм	1020	1205	1200
Масса нетто, кг	24,5	37	39,5
Масса брутто, кг	26	38,5	41,5

Гидравлические передвижные краны (рис. 10.7) предназначены для снятия и установки двигателей, а также для поднятия и перемещения на небольшие расстояния агрегатов автомобилей.

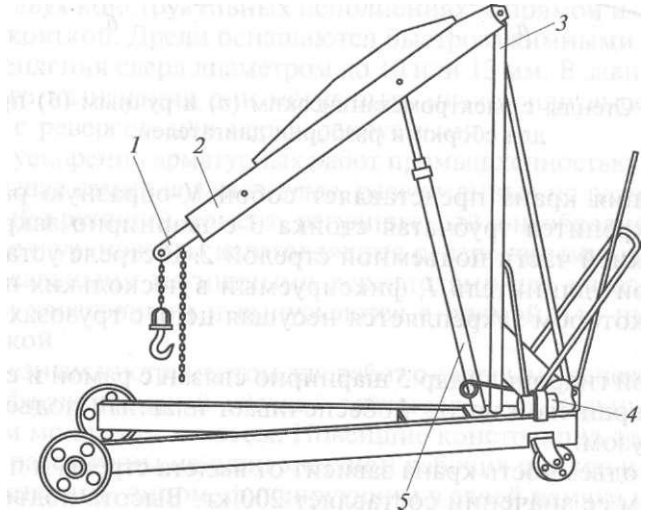


Рис. 10.7. Гидравлический передвижной кран:

1 — выдвижной удлинитель; *2* — подъемная стрела; *3* — трубчатая стойка; *4* — ручной поршневой насос; 5 — силовой гидроцилиндр

Рис. 10.8. Тележка для снятия и установки колес

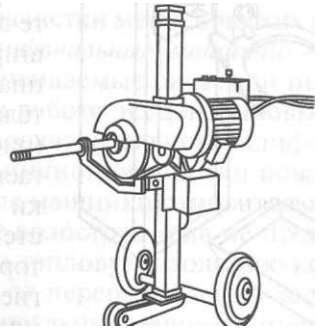


Рис. 10.9. Передвижной гайковерт для гаек колес

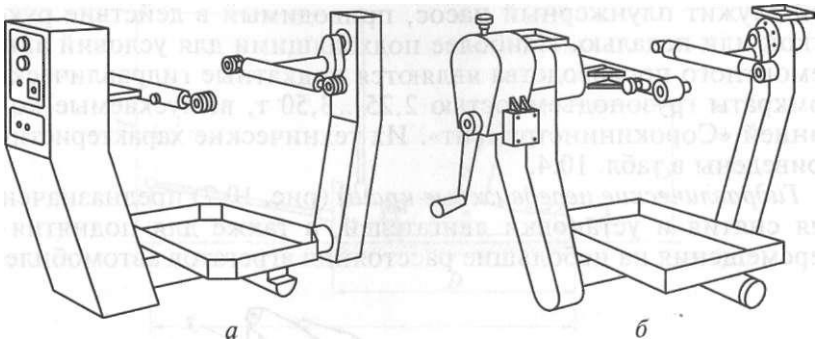


Рис. 10.10. Стенды с электромеханическим *(а)* и ручным *(б)* приводом для сборки и разборки двигателей

Конструкция крана представляет собой V-образную раму, на которой крепится трубчатая стойка *3* с шарнирно закрепленной в верхней части подъемной стрелой *2*. В стреле установлен выдвижной удлинитель *1,* фиксируемый в нескольких положениях, на котором закрепляется несущая цепь с грузозахватным крюком.

Силовой гидроцилиндр 5 шарнирно связан с рамой и стрелой. Ручной поршневой насос *4* обеспечивает плавный подъем стрелы *2* с грузом.

Грузоподъемность крана зависит от вылета стрелы и при максимальном ее значении составляет 200 кг. Высота подъема при максимальном вылете стрелы 3 250 мм. Масса крана 200 кг.

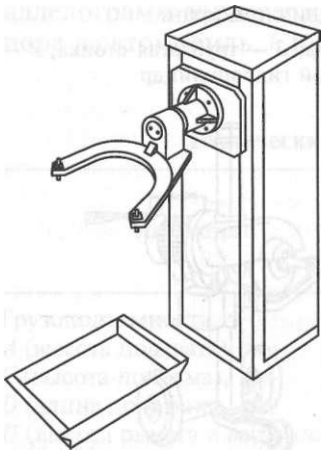


Рис. 10.11. Стенд для сборки и разборки редуктора заднего моста

С целью максимального облегчения и повышения качества монтажных и сборочно-разборочных работ при ремонте автомобилей и их агрегатов на АРП широко используются различные специализированные устройства и стенды: тележки для снятия и установки колес (рис. 10.8), передвижные гайковерты для гаек колес (рис. 10.9), стенды для сборки и разборки двигателей (рис. 10.10), стенды для сборки и разборки редуктора заднего моста (рис. 10.11) и другие устройства, которые одновременно позволяют выполнять требования техники безопасности и охраны труда при проведении слесарно-сборочных работ.

10.3. Пневмоинструмент для слесарно-сборочных, арматурных и кузовных работ

В авторемонтном производстве пневмоинструмент находит широкое применение для работ с силовым крепежом, а также для выполнения слесарно-сборочных, арматурных, кузовных и окрасочных работ.

Универсальным инструментом, который используется на всех этапах ремонта автомобиля, являются *пневматические дрели.* Они сочетают в себе небольшую массу и высокую мощность и выпускаются в двух конструктивных исполнениях: с прямой и с пистолетной рукояткой. Дрели оснащаются быстрозажимными патронами для крепления сверл диаметром до 10 или 13 мм. В зависимости от целевого назначения они могут быть низко- или высокооборотными, с реверсом или нереверсируемыми.

Для ускорения арматурных работ промышленностью выпускается большая гамма *шуруповертов,* рассчитанных на разный максимальный крутящий момент, регулируемый в необходимых пределах. Все шуруповерты изготовляются реверсивными, оснащаются универсальными магнитными держателями для насадок с квадратным хвостовиком и выпускаются с прямой или пистолетной рукояткой.

Полезным инструментом для работ с силовым крепежом является профессиональный *ударный гайковерт* с уникальным соотношением мощности и массы. Новейшие конструкции таких гайковертов рассчитаны на один миллион рабочих циклов и оснащены компьютерным чипом, фиксирующим в своей памяти количество отработанных циклов, даты приобретения инструмента, его обслуживания и ремонта. Гайковерты оснащаются ударным механизмом двойного действия, который повышает эффективность и удлиняет срок службы.

Разнообразный пневмоинструмент позволяет механизировать разные этапы кузовных работ. Для зачистки металлических поверхностей обычно используются *шлифовальные машинки* — углошлифовальные или ленточные, оснащаемые системой пылеудаления. Прекрасно показали себя в работе эксцентриковые шлифовальные машинки для грубого предварительного шлифования, а также для промежуточной и финишной обработки поверхности. Эксцентриковые шлифовальные машинки относительно тихо работают (уровень шума в режиме холостого хода не превышает 73 дБ), имеют гаситель вибраций и тепловую изоляцию корпуса, предохраняющую руки оператора от переохлаждения холодным потоком воздуха. Некоторые шлифовальные машинки имеют специальный штуцер для подсоединения к интегрированной системе пылеудаления, в которой подвод сжатого воздуха, отвод отработанного воздуха и отсос продуктов обработки осуществля-

ются по оксиальным шлангам, заключенным в единый гибкий корпус.

Конструктивно все шлифовальные машинки различаются по виду движения рабочего инструмента (вибрационное, возвратно-поступательное или вращательное) и форме подошвы (плоская, круглая, треугольная).

К особенностям шлифовальных машинок можно отнести мягкую шлифовальную тарелку с механическим тормозом. И сама тарелка, и листы шлифовальной бумаги имеют по девять отверстий. Два дополнительных канала вместе с девятым отверстием позволяют избежать засаливания центра бумаги, увеличивают время работы одного листа примерно на 30 %, улучшают пылеотсос в рабочей зоне.

Для зачистки металлической поверхности используются *пневмощетки* с пакетом твердосплавных игл и *пескоструйные установки*. С их помощью легко удаляются старое лакокрасочное или антикоррозионное покрытие, а также проржавевший металл. В ряде случаев зачистные работы удобно выполнять с помощью *пневмошарошек* со сменными абразивными или твердосплавными насадками.

Разделка листового металла может выполняться мобильными и универсальными в применении миниатюрными *отрезными машинками* с диаметром абразивного диска 75 мм либо *пневможницами* с режущими кромками различной конфигурации (в зависимости от конкретных условий обработки).

Для удаления поврежденных панелей кузова удобно пользоваться *пневматическим зубилом, отрезной машинкой* и *пневмолобзиком*. Последний используется также при монтаже акустической аппаратуры и при установке люков.

Область применения пневматического зубила расширяется благодаря набору сменного инструмента с режущими кромками различной конфигурации. В частности, имеются модели пневматического зубила, предназначенные для удаления старых прокладок и очистки уплотняемых фланцевых поверхностей.

Для сведения к минимуму повреждений при демонтаже приварных элементов кузова в авторемонтном производстве часто пользуются приспособлением для высверливания точек контактной сварки, а для беспроблемной замены вклеенных автомобильных стекол изготовителями пневмоинструмента предлагается *осциллированный резак,* оснащенный стальными ножами различной конфигурации.

При монтаже новых деталей кузова удобно пользоваться *пневматическим формирователем отбортовок,* который одновременно может использоваться и для просечки отверстий диаметром 5 мм. Для монтажа панелей используется и другой эффективный инструмент — *заклепочник* для установки заклепок из мягких материалов (алюминия и меди) и стальных заклепок диаметром до 6 мм.

Пневматические приспособления широко используются при нанесении герметиков, поставляемых в пластиковых картриджах, при распылении антикоррозионных и антишумовых консистентных мастик, при покрытии поверхностей грунтами и эмалями.

Помимо упомянутого пневматического инструмента и приспособлений в авторемонтном производстве находят применение *обдувочные пистолеты* и *нагнетатели консистентных смазок*.

Контрольные вопросы

1. Какое обрабатывающее, подъемное и монтажное оборудование используется для реализации основных технологических процессов авторемонтного производства?
2. Какое оборудование (в том числе приспособления, стенды и специнструмент) используется при обработке деталей лезвийным и абразивным инструментом?
3. Назовите основные типы подъемников. Каковы их технические характеристики?
4. Каково назначение и технические характеристики подкатных домкратов и передвижных гидравлических кранов?

Глава 11. ПРАВОЧНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КУЗОВОВ

11.1. Оборудование для восстановления геометрии кузовов

Операция правки (рихтовки) аварийного кузова заключается в восстановлении геометрических координат его контрольных точек в соответствии со справочными данными об изначальной геометрии кузова конкретного автомобиля.

Правочные работы могут выполняться на универсальных или специальных стендах-стапелях различными методами. Универсальные стенды предназначены для кузовного ремонта автомобилей практически всех марок. Сложность ремонта на этих стендах состоит в том, что необходимо придать всем элементам кузова первоначальные размеры и форму, а также обеспечить их правильную ориентацию в пространстве относительно друг друга. Эксплуатируя универсальное оборудование, решать эту задачу приходится практически на ощупь, а на результат в этом случае большое влияние оказывает так называемый человеческий фактор — опыт и чутье мастера.

При правке кузова шаблонным методом кузов фиксируется на раме специального правочного стенда с помощью шаблонов во многих точках, определяемых расположением на кузове базовых и технологических отверстий. Деформированный кузов как бы насаживается своей нижней частью на очень тонкую и прочную колодку. Так восстанавливается конфигурация нижней платформы. Затем от нее как от базы воспроизводится геометрия верхней части кузова.

Для реализации шаблонного метода в авторемонтном производстве универсальный стенд оснащается комплектом шаблонов для ремонта автомобиля конкретной марки и модели. Тем самым универсальный стенд превращается в специальный.

Достоинства шаблонного метода кузовного ремонта заключаются в следующем: работа на правочном стенде позволяет обеспечить высокое качество ремонтно-сварочных работ; от мастера-жестянщика не требуется столь высокая квалификация, как при работе на универсальных стендах; применение шаблонов значительно упрощает работу, обеспечивая наглядность в процессе вытяжки; шаблоны без пропусков повторяют сеть контрольных точек поврежденного кузова, что позволяет выявить деформированные участки без проведения контрольных обмеров.

Кроме того, многоточечное крепление деформированного кузова на раме стенда с помощью шаблонов, являющихся силовыми элементами, значительно повышает жесткость и обеспечивает сохранение геометрии кузова при приложении к нему любых тяговых усилий. При этом во время работы нет необходимости заботиться о том, чтобы не деформировались неповрежденные участки кузова, что упрощает и ускоряет работу.

Жесткая схема крепления деформированного кузова и ремонтных деталей облегчает трудоемкую работу по подгонке и приварке новых панелей и силовых элементов.

У шаблонного метода есть и недостатки: повышенная трудоемкость установки кузова на стенде; необходимость иметь для каждой модели автомобиля индивидуальный комплект шаблонов, что сильно удорожает оборудование, поскольку каждый шаблон представляет собой силовую конструкцию, выполненную с высокой точностью из качественной легированной стали.

В настоящее время на авторемонтных предприятиях используются разнообразные системы для восстановления геометрии кузовов, разработанные отечественными и зарубежными производителями.

Отечественные производители предлагают следующие системы для восстановления геометрии кузовов: система «Эксперт 2000 Евросив»; стенд Р 620; установка БС-123.000; устройство БС-124.000; рама БС-167.000; стенд БС-132.000 с анкерными устройствами.

Системы для восстановления геометрии кузовов предлагаются зарубежными фирмами Car-o-liner (Швеция); Chief, Blackhawk, Car Graber (США); Autorobot (Финляндия); BBM, Daytona, Globaljig (Италия); Zonner (Германия); Celeffe (Франция).

Выбор той или иной системы диктуется обычно материальными возможностями АРП и характером выполняемого ремонта.

Ремонт легких и средних повреждений удобнее всего выполнять на правочных стендах напольного типа. Их основные преимущества — относительная дешевизна, многофункциональность и компактность.

Для устранения серьезных нарушений геометрии кузова требуется рабочий пост, оборудованный рамным правочным стендом-стапелем. Только шаблонные стенды позволяют восстанавливать заводскую геометрию кузова.

Основой рамного правочного стенда является прочная, очень массивная рама, которая может быть передвижной или смонтированной на подъемнике. Конструктивная прочность такой рамы настолько высока, что позволяет выдержать без деформации нагрузки в десятки тонн, возникающие при вытягивании кузова. К раме с помощью зажимов крепятся деформированный кузов и необходимые для правки устройства и приспособления. Это могут быть гидравлические тяговые устройства (одно или несколько) либо элементы измерительной системы. Наличие измерительной системы при таких работах обязательно, так как воссоздание про-

странственной конфигурации кузова невозможно без периодических замеров и проверок.

Примером объемного рамного универсального стенда может служить отечественная *рама БС-167.000 {рис.* 11.1) для восстановления аварийных кузовов легковых автомобилей. Она представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из вертикальных опор *1* прямоугольного сечения и горизонтальных связок *9,* выполненных из швеллера и уголка. С четырех сторон рамы на вертикальных опорах установлены поперечные *10* и продольные *8* траверсы с ползушками *6.* Свободное перемещение ползушек *6* в горизонтальном направлении по всей длине траверсы, которая может изменять свое положение по высоте, позволяет регулировать направление усилия правки кузова.

Рама закрепляется за колонны 7 электромеханического 4-стоечного подъемника. Поврежденный кузов устанавливается на подъемной платформе *4.* Для закрепления используются подставки, расчалочные цепи *3* и захватывающие приспособления 5. Местами

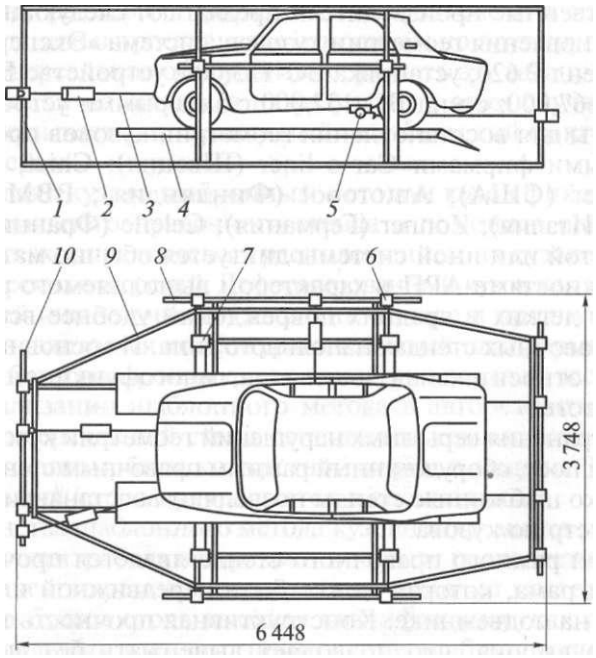


Рис. 11.1. Рама БС-167.000 для восстановления аварийных кузовов легковых автомобилей:

/ — вертикальная опора прямоугольного сечения; *2* — силовой гидравлический цилиндр; *3* — расчалочная цепь; *4* — подъемная платформа; 5 — захватывающее приспособление; *6* — ползушка; 7 — колонна 4-стоечного подъемника; *8, 10* — продольная и поперечная траверсы; *9* — горизонтальная связка

крепления кузова к платформе подъемника служат элементы буксирных устройств, домкратные гнезда или ребра жесткости порогов кузова.

После определения необходимого направления приложения правочных усилий, силовой гидравлический цилиндр *2* через зажимы и захватывающие приспособления соединяется с рамой и деформированными участками кузова. Правка выполняется с помощью гидравлики, обеспечивающей усилие до 100 кН, и может одновременно осуществляться несколькими силовыми органами в различных направлениях.

Более простой и высокопроизводительной системой, не загромождающей рабочую площадь, является отечественная *напольная стапельная рама Р-620* (рис. 11.2) и аналогичный ей напольный стенд KOREK американской компании Blackhawk.

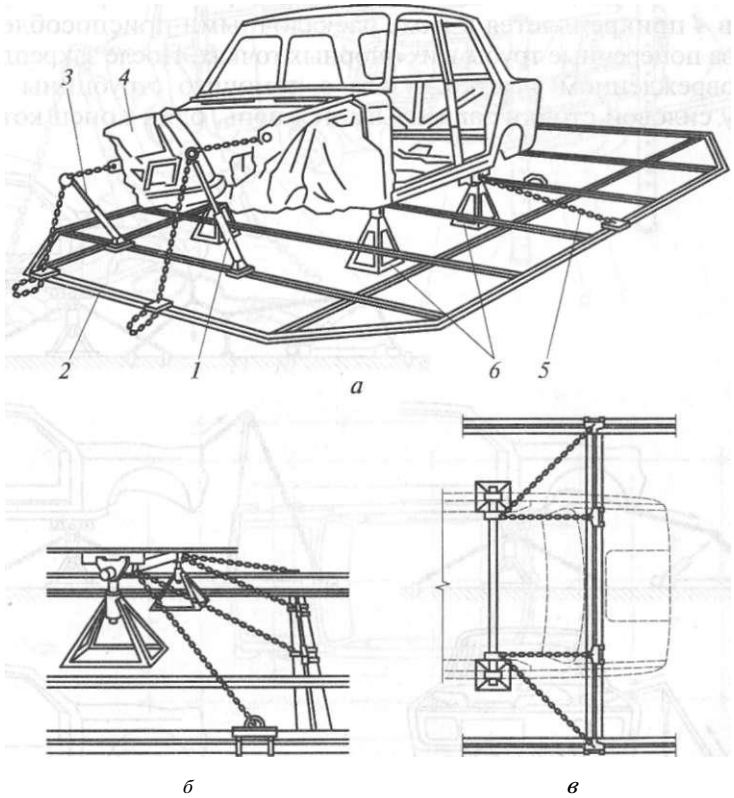


Рис. 11.2. Напольная стапельная рама Р-620 для правки кузова легкового автомобиля:

а — общий вид; *б* — схема закрепления за пороги кузова; *в* — схема запасовки цепей; *1, 3* — рабочие гидроцилиндры; *2* — основание; *4* — кузов; 5 — расчалочное приспособление; *6* — подставки

Вмонтированная заподлицо в пол фундаментная стальная рама служит основанием стенда и предназначена для установки и закрепления четырех стоек для фиксации кузова, силовых стоек, натяжных устройств векторного типа, выполненных в виде гидроцилиндров с усилием Ю т и оснащенных пневмогидроприводом. Рама изготовлена из набора швеллеров, образующих пересечения коробчатого профиля, в которых проделаны пазы шириной 20 мм, расположенные вдоль и поперек всей площади рамы. Усилия растяжения создаются с помощью силовых стоек или гидродомкратов. Механическое воздействие передается от рабочих гидроцилиндров 7 и **J?** на деформированные участки кузова через различные опоры, подставки, удлинители и цепи.

Кузов устанавливают на основание *2* и вывешивают на подставках *6,* на которые опираются силовые поперечные трубы, закрепляемые губками своих зажимов за отбортовки порогов кузова. Кузов *4* прикрепляется к раме расчалочными приспособлениями *5* за поперечные трубы в их опорных точках. После закрепления на поврежденном участке кузова с помощью струбцины через опору силовой стойки запасовывается цепь, один конец которой соединяется с поврежденным участком кузова, другой — с фундаментной рамой.

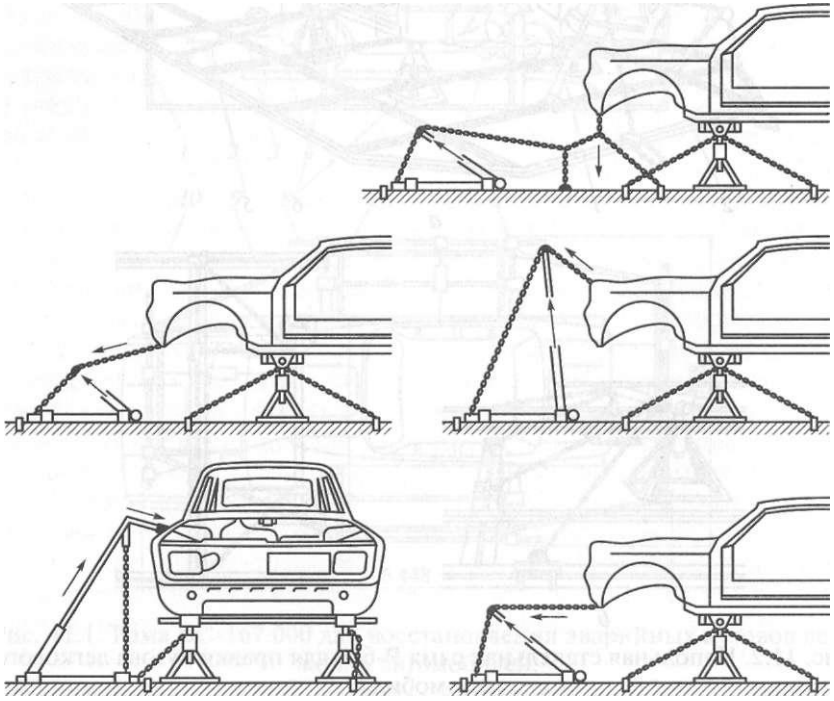


Рис. 11.3. Принципиальные схемы установки силовых стоек в рабочее положение

Принципиальные схемы установки силовых стоек в рабочее положение показаны на рис. 11.3. С помощью подкатного домкрата автомобиль устанавливается на универсальных подставках на высоте 700 мм и фиксируется в любом необходимом положении, что обеспечивает свободный доступ ко всем контрольным точкам кузова.

Современная стапельная рама строится по модульному принципу. Каждый модуль рассчитан на один пост. Модули можно присоединять один к другому, образуя двух-, трехпостовую (или с

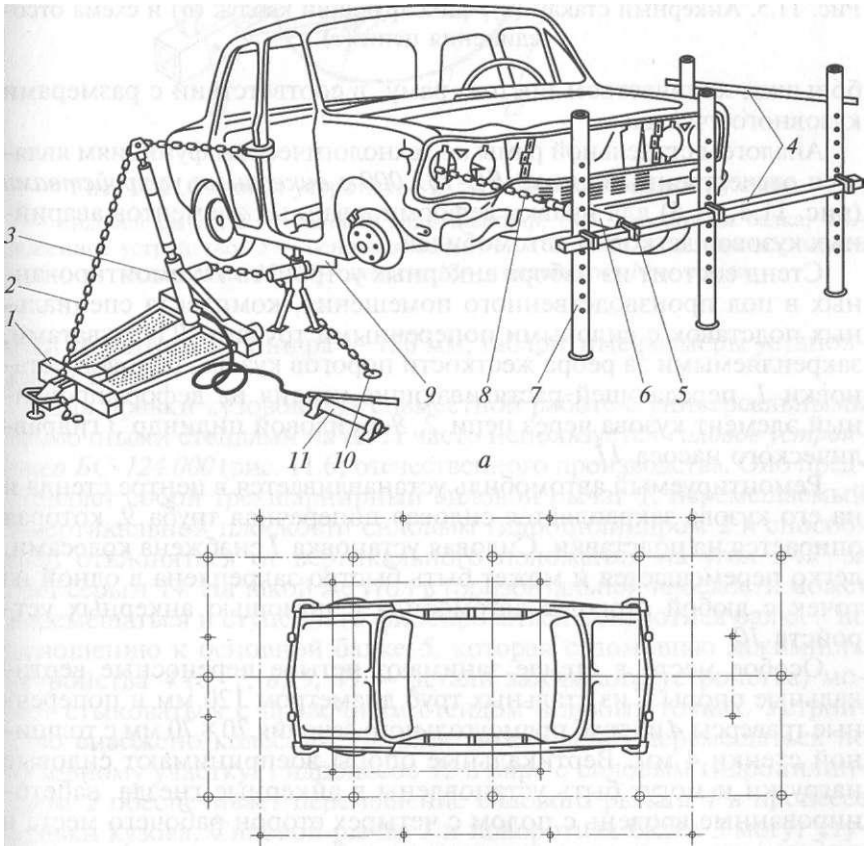


Рис. 11.4. Стенд БС-132.000 с анкерными устройствами *(а)* и схема расположения анкерных устройств и гнезд под вертикальные опоры *(б):*

1 — силовая установка; *2, 8* — цепи; *3, 6* — силовые цилиндры; *4* — поперечные траверсы; *5* — ползушка; 7 — переносные вертикальные опоры; *9* — силовая поперечная труба; *10* — анкерное устройство; *11* — гидравлический насос

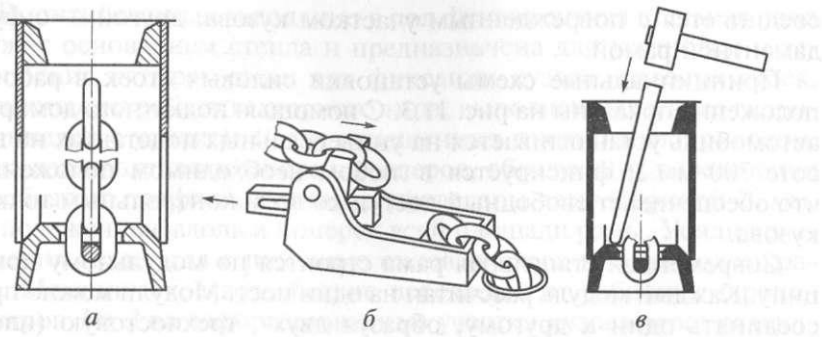


Рис. 11.5. Анкерный стакан *(а),* фиксирующий каблук *(б)* и схема отсоединения цепи *(в)*

большим количеством постов) раму, в соответствии с размерами кузовного участка.

Аналогом стапельной рамы по технологическим функциям является отечественный *стенд БС-132.000 с анкерными устройствами* (рис. 11.4, 11.5) для правки деформированных элементов аварийных кузовов легковых автомобилей.

Стенд состоит из набора анкерных устройств *10,* вмонтированных в пол производственного помещения, комплекта специальных подставок с силовыми поперечными трубами *9* и захватами, закрепляемыми за ребра жесткости порогов кузова, силовой установки *1,* передающей растягивающие усилия на деформированный элемент кузова через цепи *2, 8* и силовой цилиндр *3* гидравлического насоса *11.*

Ремонтируемый автомобиль устанавливается в центре стенда и на его кузове закрепляется силовая поперечная труба *9,* которая опирается на подставки. Силовая установка *1* снабжена колесами, легко перемещается и может быть быстро закреплена в одной из точек с любой стороны автомобиля с помощью анкерных устройств *10.*

Особое место в стенде занимают четыре переносные вертикальные опоры 7 из стальных труб диаметром 120 мм и поперечные траверсы *4* из труб прямоугольного сечения 70 х 70 мм с толщиной стенки 4 мм. Вертикальные опоры воспринимают силовые нагрузки и могут быть установлены в анкерные гнезда, забетонированные вровень с полом с четырех сторон рабочего места в любом сочетании, в зависимости от требуемого направления правочных усилий. К вертикальным опорам (для каждого конкретного случая на своей высоте) прикреплены поперек траверсы *4,* к которым присоединена ползушка 5 и силовой цилиндр *6.*

Конструкция установки проста, но допускает одновременное приложение правочных усилий в нескольких точках и под различными углами. Максимальное усилие растяжки 100 кН, максимальный ход штока цилиндра — 120 мм; габаритные размеры установки 8 х 5 м.

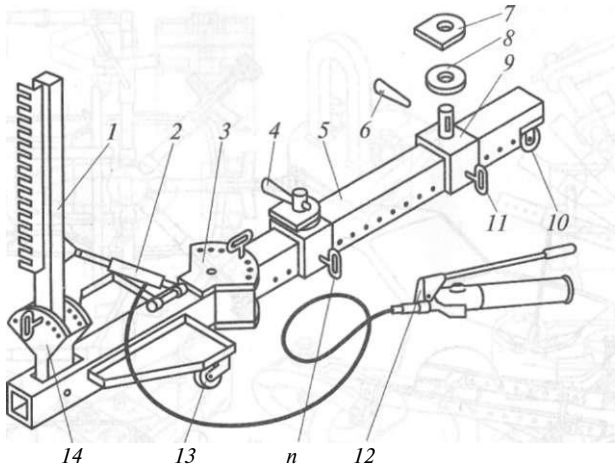


Рис. 11.6. Силовое устройство БС-124.000 для правки кузовов: *1* — силовой рычаг; *2* — силовой гидроцилиндр; *3* — поворотная балка; *4* — зажимное устройство; 5 — основная балка; б, 7, *8, 9, 11* — детали зажимного устройства; *10, 13* — колеса; *12* — гидронасос; *14* — серьга

Для правки кузовов при совместной работе с универсальными правочными стендами на АРП часто используется *силовое устройство БС-124.000 (рис.* 11.6) отечественного производства. Оно представляет собой трехшарнирный силовой рычаг *1,* перемещаемый в вертикальной плоскости силовым гидроцилиндром *2* и способный отклоняться от вертикального положения на угол +45° за счет серьги *14.* На такой же угол в горизонтальной плоскости может перемещаться и ступенчато фиксироваться поворотная балка *3* по отношению к основной балке *5,* которая с помощью зажимного устройства *4 (6, 7, 8, 9, 11* — детали зажимного устройства) может стыковаться с правочным стендом в любых точках. Устройство снабжено колесами *10, 13* и может легко перемещаться по кузовному участку. Гидронасос *12* в паре с силовым гидроцилиндром *2* обеспечивает перемещение силового рычага / в процессе правки кузова. Силовой рычаг *1* и поворотная балка *3* могут ступенчато фиксироваться в удобном положении.

Аналогичными по конструкции силовыми правочными устройствами оснащают свои стенды и зарубежные фирмы. Примером может служить оригинальная конструкция универсального устройства финской фирмы Autorobot с тремя шарнирами для правки кузовов, выполненная из специального алюминия. Схемы разных вариантов применения этого устройства показаны на рис. 11.7.

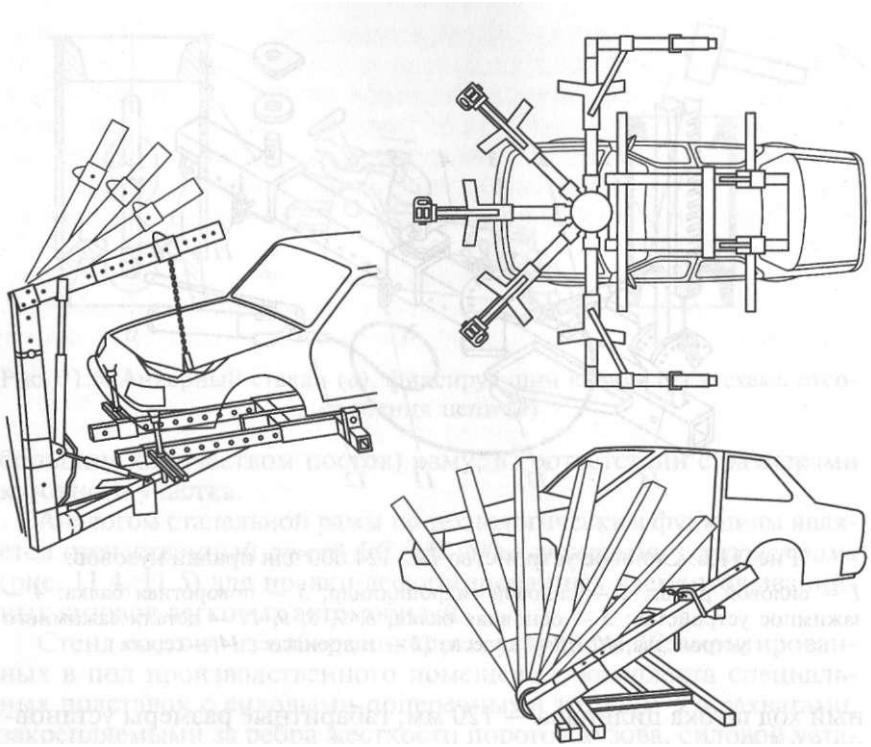


Рис. 11.7. Схемы рационального использования силового устройства фирмы Autorobot при правке кузова легкового автомобиля

Значительную роль в успешном использовании любого правочного стенда играет технологическая оснастка, которой он комплектуется (рис. 11.8, 11.9, 11.10).

Отечественная компания «Евросив» и американская фирма Chief предлагают неординарный подход к разработке универсальных правочных стендов. Основная идея — одновременное приложение усилий разной направленности в нескольких точках деформированной объемной конструкции.

Основой стендов является рама с перфорированной ровной поверхностью. Наличие перфораций (пазов) на раме дает возможность для крепления зажимов, фиксаторов и других вспомогательных устройств в любой точке платформы, обеспечивая установку любого автомобиля.

Быстрая установка автомобиля на стенде осуществляется благодаря наклону платформы гидравлическим подъемником и наличию въездных трапов.

Оригинальным элементом стендов являются силовые тяговые устройства в виде колонн с закрепленными на них цепями. Натяжение осуществляется гидроцилиндрами, развивающими усилие

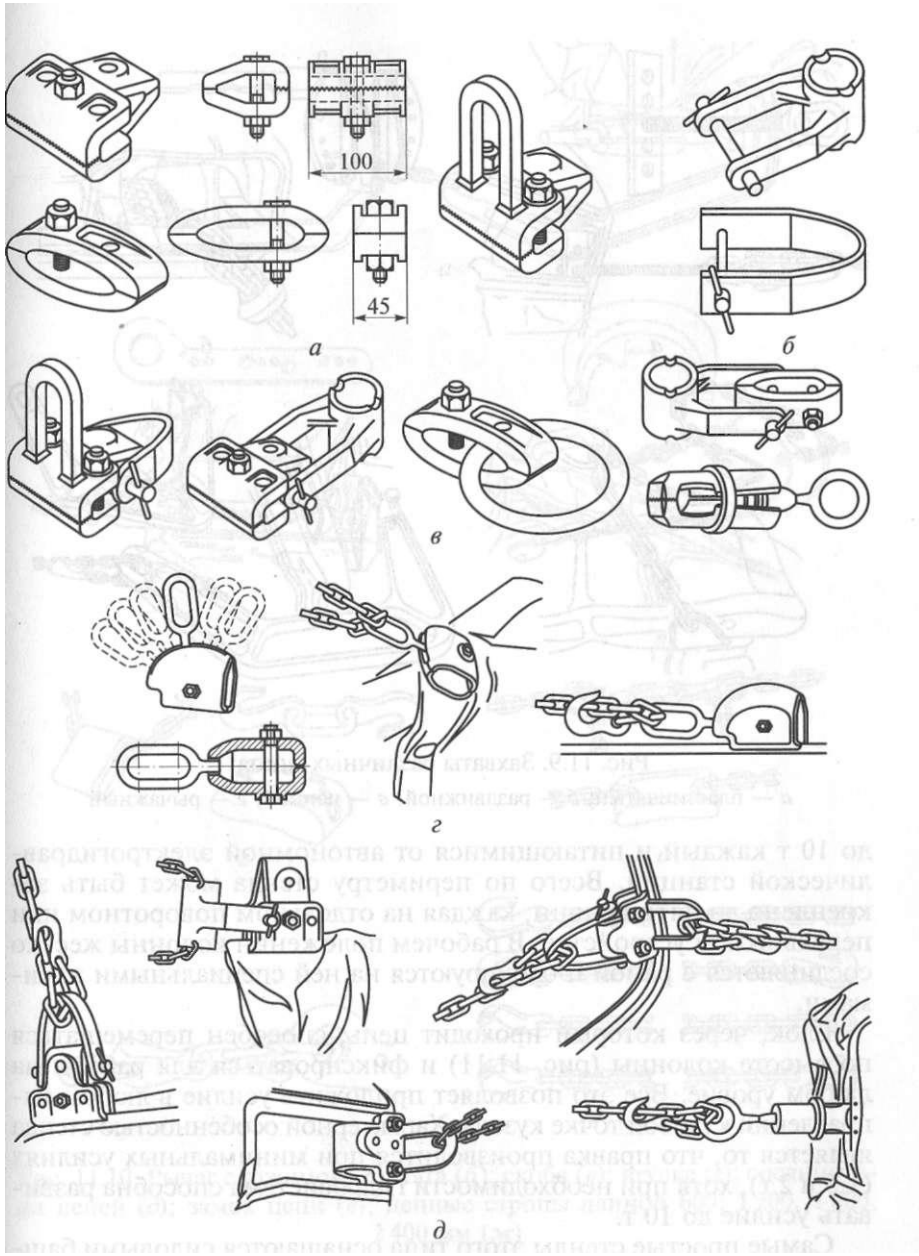


Рис. 11.8. Технологическая оснастка правочного стенда и варианты ее применения:

а — замковые зажимы; *б* — скоба соединительная; *в* — замковые зажимы в сборе; *г* — универсальный замковый зажим; *д* — приемы применения замковых зажимов

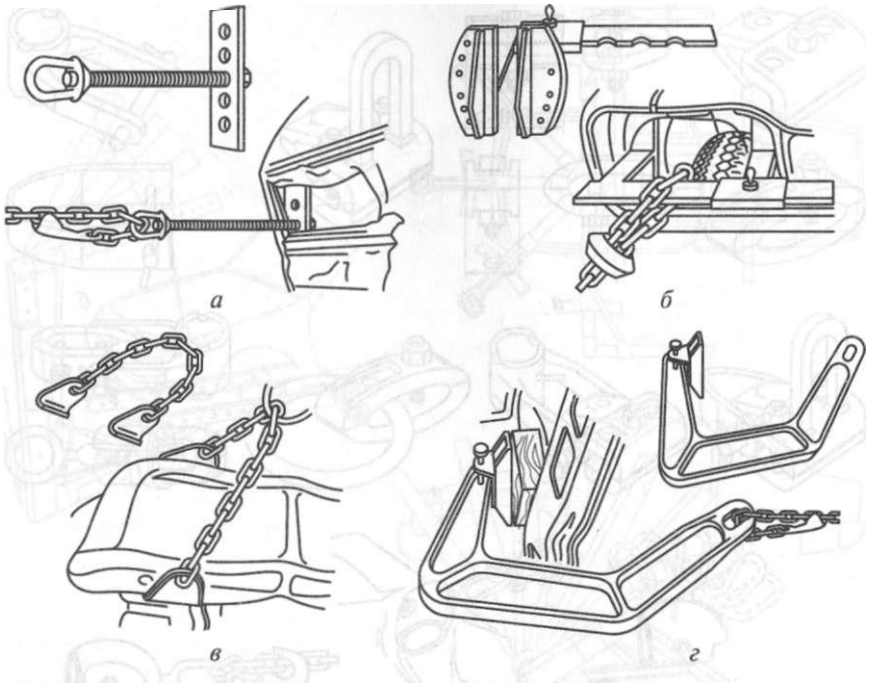


Рис. 11.9. Захваты различных типов:
а — пластинчатый; *б* — раздвижной; *в* — цепной; *г* — рычажный

до 10 т каждый и питающимися от автономной электрогидравлической станции. Всего по периметру стенда может быть закреплено до пяти колонн, каждая на отдельном поворотном или передвижном устройстве. В рабочем положении колонны жестко соединяются с рамой и блокируются на ней специальными зажимами.

Блок, через который проходит цепь, способен перемещаться по высоте колонны (рис. 11.11) и фиксироваться для работы на любом уровне. Все это позволяет приложить усилие в любом направлении к любой точке кузова. Характерной особенностью стенда является то, что правка производится при минимальных усилиях (1,5 и 2 т), хотя при необходимости гидросистема способна развивать усилие до 10 т.

Самые простые стенды этого типа оснащаются силовыми башнями на колесах, что позволяет им легко перемещаться.

Башенные силовые устройства используются также в напольных стапелях для выправления рам грузовиков, внедорожников и кузовов автобусов (рис. 11.12). Силовые башни расположены попарно рядом с направляющими, на которых размещается автомобиль. Силовые цилиндры на башнях устанавливаются вертикально

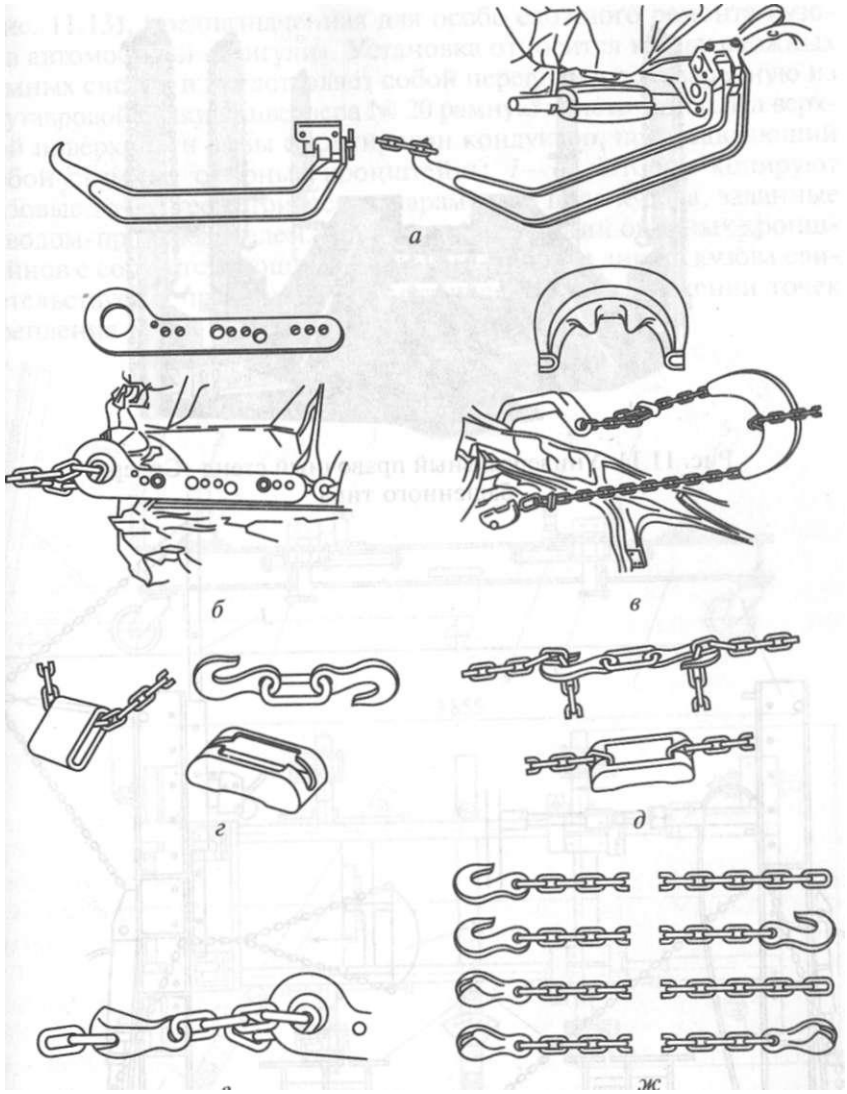


Рис. 11.10. Рычаг с зажимом *(а);* тяга *(б);* скоба *(в);* втулка (г); соединители цепей *(д);* замок цепи *(е);* цепные стропы длиной 600, 1 200, 1 800, 2 400 мм (ж)

и развивают усилие до 25 т, обеспечивая вытягивание под любым вектором: вверх, вбок, вниз и в любом промежуточном направлении.

Простейшим шаблонным стендом отечественного производства для правки и контроля кузовов является *установка БС-123.000*

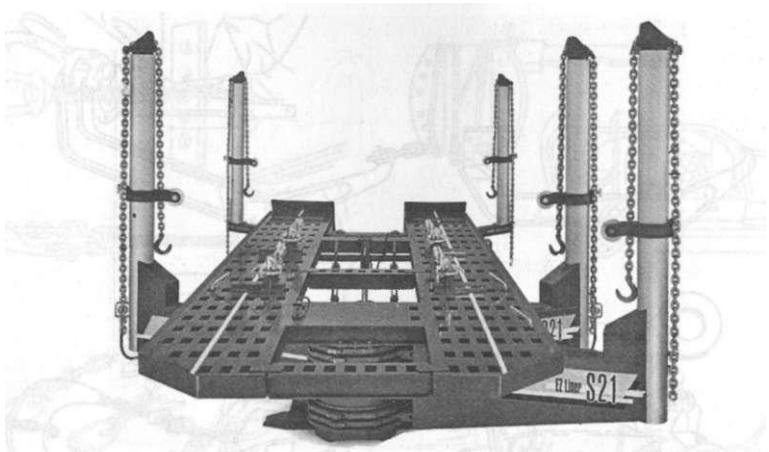


Рис. 11.11. Универсальный правочный стенд «Сивер» башенного типа

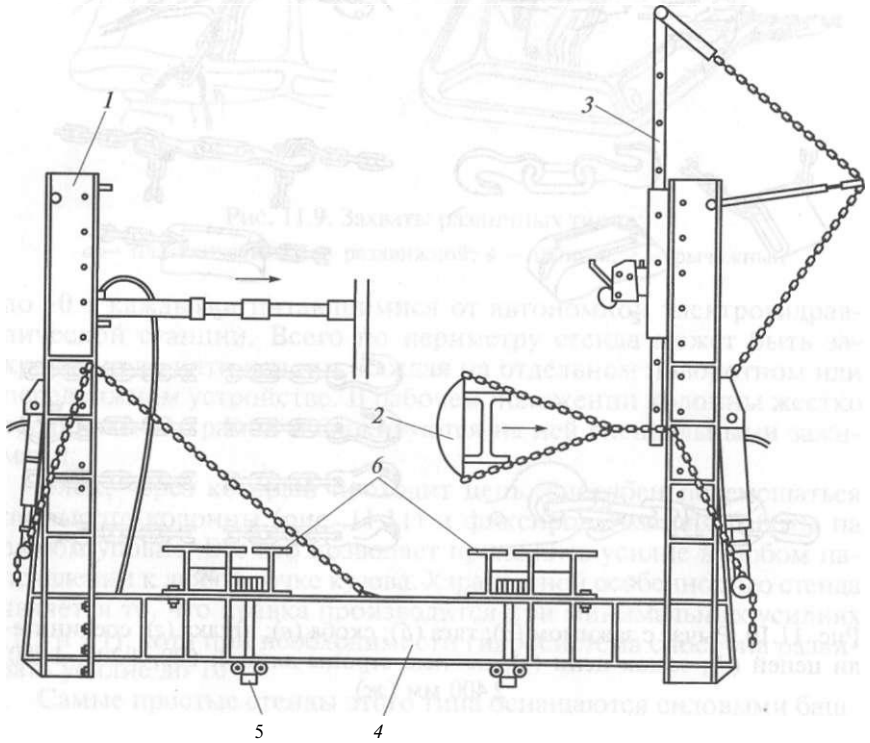


Рис. 11.12. Напольный стапель башенного типа для выправления рам грузовиков:

1 — силовая башня; *2* — предохранительная сфера; *3* — стандартный удлинитель для тянущего усилия на высоте до 3,8 м (высокий удлинитель — до 4,3 м); *4* — траверса опоры башен; 5 — каретка; *6* — направляющие

(рис. 11.13), предназначенная для особо сложного ремонта кузовов автомобилей «Жигули». Установка относится к ряду сложных рамных систем и представляет собой передвижную, сваренную из двутавровой балки и швеллера № 20 рамную конструкцию. На верхней поверхности рамы смонтирован кондуктор, представляющий собой съемные опорные кронштейны *1—6,* которые копируют базовые точки геометрических параметров пола кузова, заданные заводом-производителем. Совпадение отверстий опорных кронштейнов с соответствующими базовыми точками днища кузова свидетельствует о правильном геометрическом расположении точек крепления узлов шасси автомобиля.

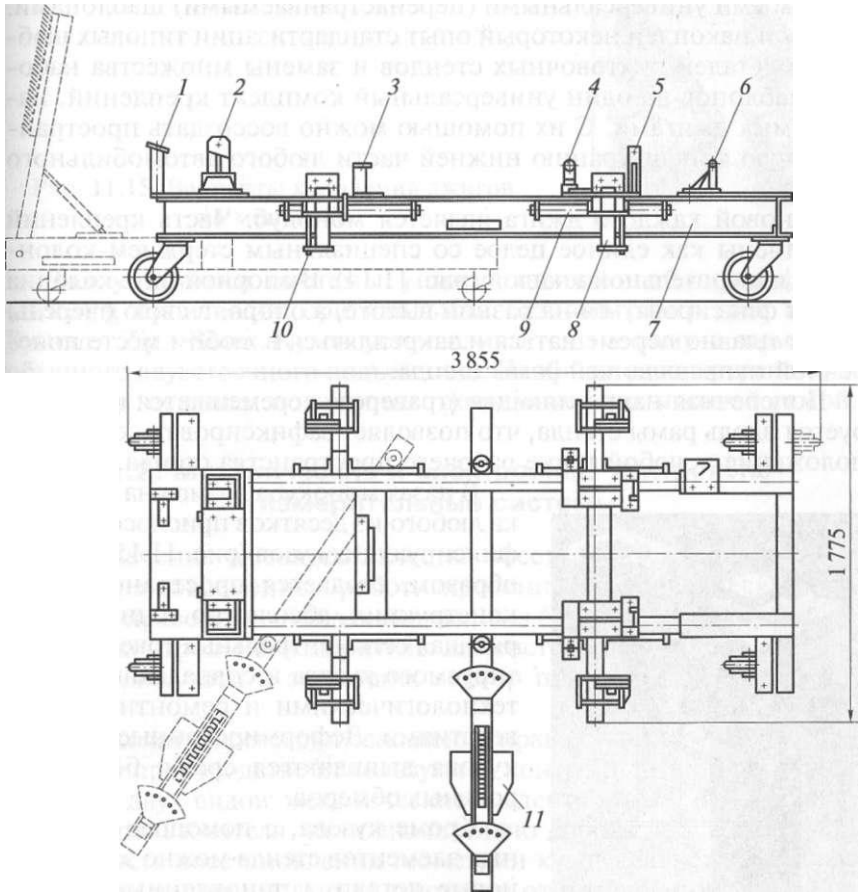


Рис. 11.13. Установка БС-123.000 для правки и контроля кузовов легковых автомобилей:

1—6 — съемные опорные кронштейны; 7 — рама; *8* — стойки с зажимными приспособлениями; *9* — эксцентриковые валы; *10* — регулировочные винты; *11* — силовой элемент (устройство БС-124.000)

На боковых поверхностях рамы 7 смонтированы регулируемые по высоте и наклону стойки *8* с зажимными приспособлениями, которые крепятся за пороги кузова. Угол наклона стоек *8* регулируется с помощью эксцентриковых валов *9,* а высота стоек устанавливается регулировочными винтами *10.*

Силовым элементом *11* стенда служит силовое устройство БС-124.000, которое с помощью зажимных приспособлений может закрепляться в любых точках за нижние полки поперечных и продольных балок рамы.

Итальянская фирма Globaljig разработала и предложила потребителям оригинальную систему для правки кузовов с так называемыми универсальными (перенастраиваемыми) шаблонами. Фирмой накоплен некоторый опыт стандартизации типовых шаблонов деталей рихтовочных стендов и замены множества наборов шаблонов на один универсальный комплект креплений, называемых джигами. С их помощью можно воссоздать пространственную конфигурацию нижней части любого автомобильного кузова.

Основой каждого джига является монокуб. Часть креплений выполнены как единое целое со специальным стержнем-колонной и измерительной шкалой (рис. 11.14). В опорной пяте колонна может фиксироваться на разной высоте, а опора, в свою очередь, может плавно перемещаться и закрепляться в любом месте поперечной направляющей рамы стенда.

Поперечная направляющая (траверса) перемещается и фиксируется вдоль рамы стенда, что позволяет зафиксировать каждое ее положение в любой точке рабочего пространства стенда.

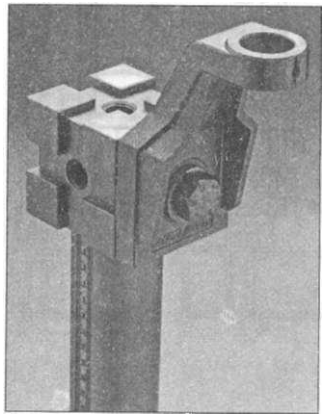


Рис. 11.14. Основа крепления джига — монокуб с колонной и измерительной шкалой

В пазах монокуба возможна установка любого из десятков приспособлений, фиксирующих кузов (рис. 11.15). Таким образом, создается пространственная конструкция, абсолютно точно повторяющая сеть контрольных точек ремонтируемого кузова и совпадающая с его технологическими и ремонтными отверстиями. Деформированные участки кузова выявляются сразу, без контрольных обмеров.

Кроме кузова, с помощью крепежных элементов стенда можно закрепить новые детали, установленные взамен демонтированных (крылья или пороги). При приварке их к кузову исключается опасность изменения пространственной конфигурации кузова из-за возникших тепловых напряжений.

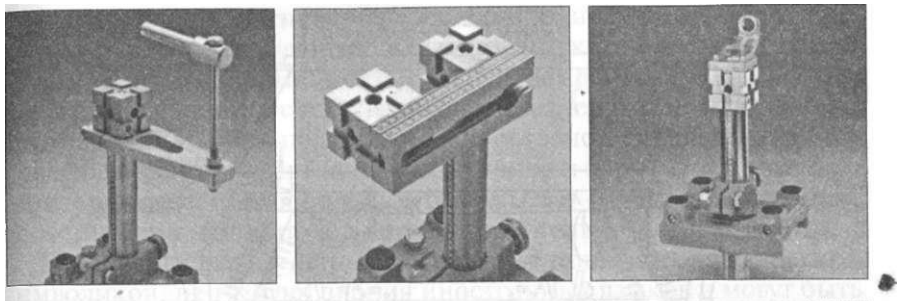


Рис. 11.15. Варианты крепления джигов на монокубе

Для установки системы универсальных шаблонов фирма Globaljig производит оригинальные базовые рамы трех типов: System, Zip, Rotax. Кузов устанавливается на раму с помощью обычного двухстоечного подъемника. Наиболее распространенный стенд Zip оснащен ножничным подъемником и мощной рамой.

11.2. Механические и электронные контрольно-измерительные системы

Обеспечение высокого качества восстановительного ремонта кузовов на современных роботизированных гидравлических рихтовочно-правочных стендах немыслимо без четко действующих и точных контрольно-измерительных систем, создающих картину состояния кузова и задающих вектор приложения правочного усилия.

В настоящее время для оснащения правочных стендов в авторемонтном производстве используются контрольно-измерительные системы двух видов: механические и электронные. Вторые удобнее для пользователя, но и значительно дороже.

Точность восстановления геометрии кузова зависит не только от средств измерения, но во многом и от пресловутого человеческого фактора. При разработке новых контрольно-измерительных систем основное внимание уделяется возможности минимизации этого фактора.

Механическая контрольно-измерительная система (рис. 11.16) состоит из измерительной линейки 7, измерительных салазок *3,*

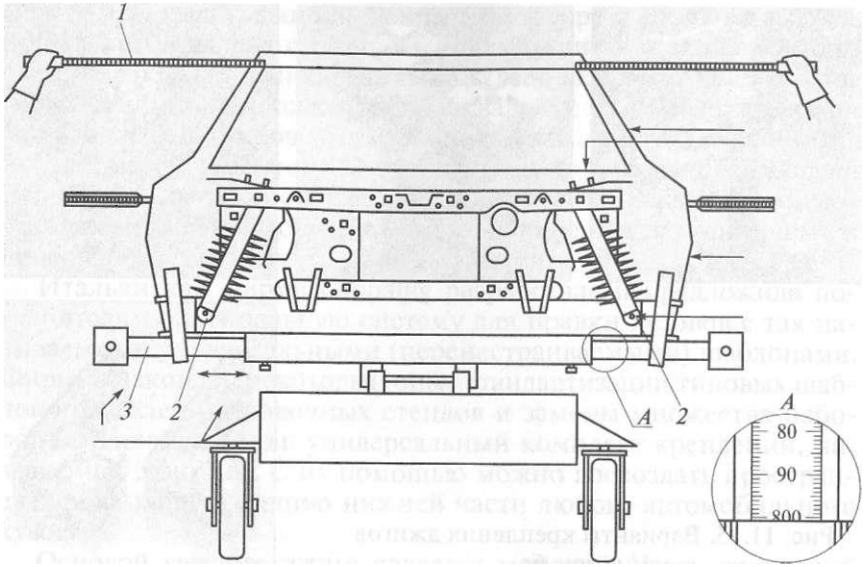


Рис. 11.16. Механическая контрольно-измерительная система:
1 — измерительная линейка; *2* — адаптер; *3* — измерительные салазки; стрелками показаны контрольные точки кузова

адаптеров *2* с переходниками и базы данных (в виде дисков, карт) с размерами кузовов. Все это располагается в удобном передвижном стенде.

Полноценная механическая контрольно-измерительная система представляет собой совокупность двух систем — верхней и нижней. Наличие шарнирной системы измерительных штанг и возможность замены их наконечников позволяет измерять координаты любой точки деформированного кузова. Верхняя измерительная система позволяет замерять верхние точки кузова, точки подкапотного пространства, стоек подвески, крепления петель дверей, крепления крыши, крыльев; нижняя — контрольные точки платформы автомобиля. В базе данных, которая постоянно обновляется, содержатся все данные по этим точкам.

Заводами — производителями автомобилей выпускаются размерные карты данных для нижней и верхней частей кузова, в которых содержится информация о размерном расположении контрольных точек. Те элементы кузова, которые приняты за контрольные точки и по которым можно контролировать его геометрию, расположены в основном в доступных для замеров местах, их легко найти при использовании размерных карт данных.

Все отсчеты ведутся от базовых (нулевых) точек кузова, имеющих определенные номера на карте. Некоторые затруднения могут вызвать точки, для замера которых необходимо снять бамперы. На местах крепления элементов передней и задней подвесок к днищу кузова расположены контрольные точки, которые очень важно замерить по окончании восстановительных работ, так как по ним определяется взаимное расположение передней и задней осей колес автомобиля. Точки в подкапотном пространстве обнаруживаются предельно легко; замеры дверных проемов и элементов багажного отделения представляют собой простые и нехитрые операции, особенно при наличии хорошего измерительного инструмента.

Размерные карты данных снабжены понятной графической символикой, не требуют знания иностранных языков и могут быть быстро получены через Интернет.

Электронная контрольно-измерительная система устроена почти так же, как механическая, с той лишь разницей, что в измерительные штанги вмонтированы датчики, сигналы которых обрабатывает компьютер. В компьютерную программу входит сборник размерных данных с возможностью представления их в привычном бумажном виде. На мониторе в наглядном графическом виде отображаются эталонные значения контрольной точки и реальные, полученные путем измерения в процессе правки кузова.

Механическая часть электронной контрольно-измерительной системы (рис. 11.17) представляет собой передвигающуюся по

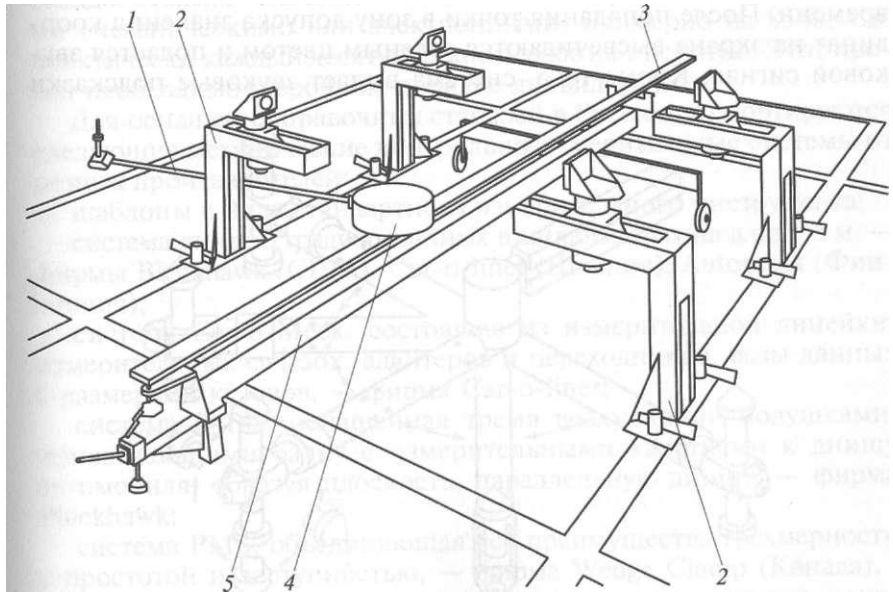


Рис. 11.17. Механическая часть электронной контрольно-измерительной системы:
1 — шарнирный удлинитель; *2* — кронштейны; *3* — линейка; *4* — измерительная головка; 5 — направляющая

направляющим измерительную головку с шарнирным удлинителем. Вращающаяся и регулирующаяся в различные рабочие положения измерительная головка (рис. 11.18) в сочетании с удлинителем позволяет производить измерения в самых труднодоступных местах шасси и кузова.

Наиболее надежным средством связи измерительного блока с компьютером является радиоканал с частотой, максимально защищенной от помех и не оказывающей вредного влияния на здоровье обслуживающего персонала.

Принцип работы современной электронной контрольно-измерительной системы относительно прост: после установки системы на стапеле (либо на подставке для работы на подъемнике) и ее включения необходимо определить координаты 3 — 4 точек платформы кузова. После этого компьютером рассчитывается взаимное расположение направляющей линейки относительно кузова и необходимость в тщательной юстировке линейки относительно автомобиля перед проведением измерений отпадает, поскольку ее положение не влияет на точность работы. По окончании этой операции система полностью готова для проведения измерений и определения степени деформированности кузова.

Система позволяет контролировать все три координаты любой точки кузова автомобиля в процессе вытяжки в режиме реального времени. После попадания точки в зону допуска значения координат на экране высвечиваются зеленым цветом и подается звуковой сигнал. Кроме того, система выдает звуковые подсказки

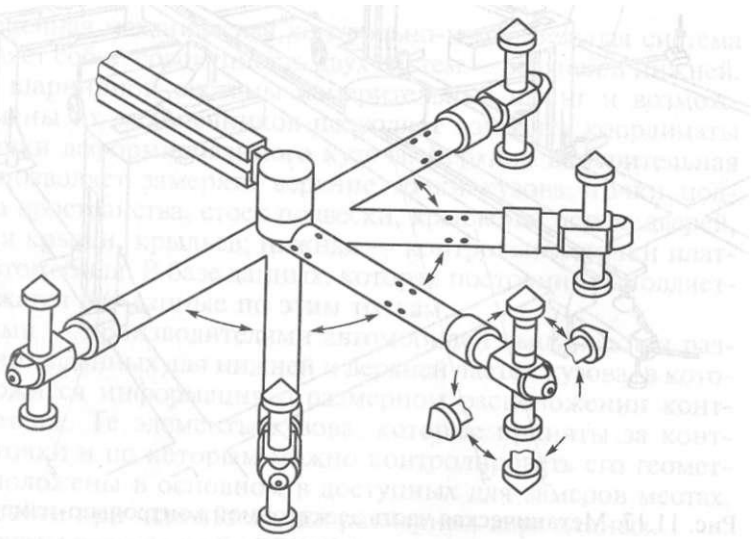


Рис. 11.18. Измерительная головка фирмы Autorobot для электронной контрольно-измерительной системы

при поднесении измерительного наконечника к контролируемой точке. Одновременно на экране появляется ее фотография, что упрощает работу и исключает возможность ошибочного измерения.

Обмеры производятся непрерывно в процессе правки деформаций кузова и фиксируются с очень высокой скоростью. Фиксация результатов всех измерений до, после и во время ремонта позволяет устранить возможные разногласия с клиентом.

Установка измерительной системы не препятствует свободному доступу к кузову автомобиля. Не связанная с другими узлами рихтовочно-правочного стенда измерительная система может быть установлена обособленно от него.

Конструкция контрольно-измерительной системы позволяет использовать ее автономно: как со стапелями различных фирм, так и для решения побочных задач — например, при предварительной оценке сложности восстановительных работ.

11.3. Рациональный выбор контрольно-измерительной системы

По мнению специалистов, работающие в России правочные стенды-стапеля оснащены контрольно-измерительными системами (механическими или электронными) примерно на 85%, т.е. практически каждый десятый стапель работает вслепую. Этот пробел необходимо в срочном порядке ликвидировать.

Для оснащения правочных стапелей в Россию экспортируются следующие механические контрольно-измерительные системы от разных производителей:

шаблоны в виде стандартного измерительного инструмента;

система линеек, градуированных в миллиметрах на длине 5 м, — фирмы Blackhawk (США), Car-o-Ипег (Швеция), Autorobot (Финляндия);

система Car-o-Meck, состоящая из измерительной линейки, измерительных салазок, адаптеров и переходников, базы данных с размерами кузовов, — фирма Car-o-liner;

система Р-188, оснащенная тремя воздушными подушками, прижимающими балку с измерительными каретками к днищу автомобиля, образуя плоскость, параллельную днищу, — фирма Blackhawk;

система PMS, объединяющая все преимущества трехмерности с простотой и доступностью, — фирма Wedge Clamp (Канада).

Иностранные фирмы поставляют также электронные контрольно-измерительные системы:

ультразвуковая система, основанная на построении трехмерной геометрической модели (ее недостатки: турбулентность и большое количество подводящих проводов);

лазерная высокопроизводительная беспроводная система, упрощающая процедуру подгонки деталей кузова, поскольку позволяет мгновенно сопоставлять их взаимное положение;

беспроводная система Car-o-Tronic, состоящая из линейки с подвижной измерительной частью, автоматически считывающей положение всех контрольных точек на кузове — фирма Car-o-liner; связь компьютерного блока с измерительной системой — радиопередача в высокочастотном диапазоне, близком к мобильному телефону (взамен применяемой ранее инфракрасной связи);

измерительная система с поворотными измерительными головками, обеспечивающими доступ к самым труднодоступным точкам замера, под любым углом — фирма Autorobot (Финляндия);

бесконтактная лазерная система Genesis со специальными пластинами-мишенями, закрепляемыми на кузове и отражающими лазерный луч — фирма Chief (США).

Вопрос оснащения правочных стапелей контрольно-измерительными системами часто зависит от финансовых возможностей АРП, объема и характера выполняемых кузовных работ.

Обычно стоимость контрольно-измерительной системы формируется в зависимости от количества компонентов, входящих в измерительный комплект. Разброс цен на механические системы находится в пределах 3... 5 тыс. долл., на электронные — 20... 30 тыс. долл.

Иногда цена комплекта электронной системы может быть снижена на 4... 5 тыс. долл. за счет изъятия из нее верхней измерительной системы, что резко снижает технологические возможности правочного стапеля, так как качественного ремонта кузова можно добиться только при наличии надежной трехмерной измерительной системы.

Как показал зарубежный опыт, рациональное применение контрольно-измерительных систем при восстановлении кузовов в значительной мере зависит от вида работ, что понятно из диаграммы,

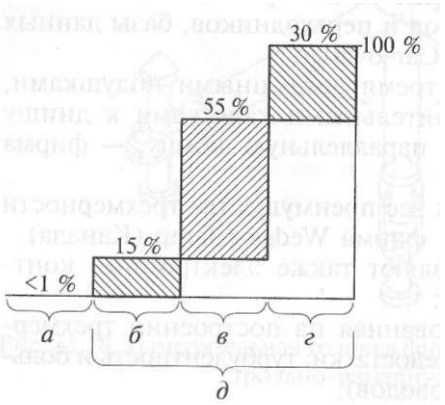


Рис. 11.19. Рациональное применение контрольно-измерительных систем:

а — только диагностика; *б* — легкий ремонт (рихтовка точек подвески); *в* — средний ремонт (замена деталей кузова с точками подвески); г — сложный ремонт (замена участков кузова); *д* — послеаварийный ремонт в целом

представленной на рис. 11.19. Контрольно-измерительная система выбирается исходя из ее технологических возможностей и определяется конкретными условиями АРП, видом заказов, квалификацией персонала и финансовыми возможностями предприятия.

Помочь в выборе той или иной контрольно-измерительной системы для установки на кузовном участке АРП способны ответы на следующие вопросы.

1. Какая по степени мобильности система должна быть установлена на кузовном участке (передвижная или стационарная)?

2. Какое оборудование будет использоваться для установки поврежденных автомобилей на стапеле (подъемник, кран и т.п.)? Следует помнить, что некоторые автомобили после аварии не могут передвигаться на колесах.

3. Каким образом автомобиль будет закрепляться на системе (универсальные зажимы, детали шаблона)?

4. Будет ли изменяться рабочая высота системы? Возможность менять высоту рабочей плоскости способна существенно улучшить качество ремонта.

5. Каким образом система будет контролировать точки измерений кузова?

6. Каким образом можно контролировать обнаруженные отклонения?

7. Каким образом могут закрепляться в системе новые свариваемые элементы или выправленные участки кузова (с помощью шаблонов или универсальных зажимных приспособлений)?

8. Насколько доступно для работы днище автомобиля при полностью смонтированной системе?

9. Какова монтажная площадь для размещения стапеля с измерительной системой?

10. Применимы ли контрольно-измерительные и правочно-рихтовочные системы для других работ? Практика показывает, что оборудование для рихтовки, как и все окружающее рабочее пространство, только в редких случаях может быть использовано для иных ремонтных процессов и операций.

11. Какова стоимость оснащения кузовного участка контрольно-измерительной системой?

Контрольные вопросы

1. В чем различие между универсальными и шаблонными стендами-стапелями?

2. В чем суть шаблонного метода правки кузова?

3. Назовите отечественные и зарубежные системы для восстановления геометрии кузова.

4. Опишите основные принципиальные схемы установки силовых стоек в рабочее положение.

5. В чем заключается оригинальность универсального правочного стенда башенного типа модели «Сивер» компании «Евросив»?

6. Опишите систему фирмы Globaljig для правки кузовов с использованием джигов.

7. Какие контрольно-измерительные системы используются в настоящее время для оснащения рихтовочных стендов?

8. Из чего состоит механическая контрольно-измерительная система?

9. Что представляют собой размерные карты данных для восстановительного ремонта кузовов?

10. Как устроена электронная контрольно-измерительная система?

11. Опишите принцип работы современной электронной контрольно-измерительной системы.

12. Как взаимодействует электронная контрольно-измерительная система с рихтовочными стендами различных типов?

Глава 12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА И НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ

12.1. Сварочное оборудование для газопламенной, электродуговой и контактной сварки

Горелки для газопламенной сварки. Для производства сварочных работ кузовные участки должны быть оснащены ацетиленовыми и кислородными баллонами, редукторами для понижения давления ацетилена и кислорода, сварочными горелками с набором сменных наконечников, очками с защитными стеклами, набором зажимов, приспособлениями для сборки деталей под сварку.

Основной рабочий инструмент газосварщика — сварочная горелка, конструкция которой должна обеспечивать точное регулирование, устойчивое сварочное пламя требуемой формы, безопасность, минимальный вес.

Для удешевления инструментария обычно используются универсальные горелки с несколькими сменными наконечниками, которые обозначаются различными номерами. Это позволяет сваривать материалы толщиной от 0,2 до 5... 10 мм. Особенно часто для сварки тонколистовых металлов (0,2...4,0 мм) используются горелки малой мощности (Г-2; ГС-2; «Звездочка», «Малютка») с комплектом наконечников № 0; 1; 2; 3. Эти горелки массой 360...400 г рассчитаны на работу с облегченными шлангами внутренним диаметром 6 мм.

Принцип действия газосварочной инжекторной горелки показан на рис. 12.1. Кислород под давлением 0,1...0,4 МПа через кислородный вентиль 6 поступает в инжектор *4*. Выходя с большой скоростью из узкого канала инжектора, кислород подсасывает горючий газ (ацетилен), поступающий через ацетиленовый вентиль 5. В смесительной камере *3* образуется горючая смесь, которая через мундштук *2* подается к смесительному наконечнику /. Во избежание взрыва первым открывается кислородный вентиль, а по окончании сборки первым отключается ацетиленовый вентиль.

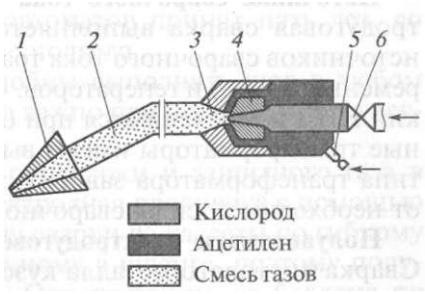


Рис. 12.1. Принцип действия газосварочной инжекторной горелки: *1* — смесительный наконечник; *2* — мундштук; *3* — смесительная камера; *4* — инжектор; 5 — ацетиленовый вентиль; *6* — кислородный вентиль

Таблица 12.1

Технические характеристики баллонов для сжатых газов

Назначение	Тип баллона	Масса, кг	Цвет	
			баллона	надписи
Для кислорода	150Л	43,5	Голубой	Черный
Для ацетилена	100	43,5	Белый	Красный
Для углекислого газа	150	60	Черный	Желтый

На АРП для обеспечения работы газосварочных постов широко применяются баллоны со сжатым газом (табл. 12.1). Ацетилен поставляется в баллонах типа 100 и БАС-158, кислород — в баллонах типа 150 и 150Л. Углекислый газ хранится и транспортируется в баллонах типа 150. Баллоны всех типов имеют наружный диаметр 219 мм, длину корпуса 1 390 мм, вместимость 40 $дм^3$.

Редукторы для понижения давления газа, отбираемого из баллона, выпускаются 18 типоразмеров. При газопламенной сварке кузовов применяются редукторы LRG-1-65 — для кислорода и ДАП-1-65 — для ацетилена.

Шланги сварочных горелок изготовляются из вулканизированной резины с тканевой прослойкой или нитяной оплеткой и наружным резиновым слоем. Шланги выпускаются трех типов (по ГОСТ 9356—75): тип I — для ацетилена при рабочем давлении не более 0,608 МПа (наружный слой красного цвета); тип II — для бензина и керосина при рабочем давлении не более 0,608 МПа (желтого цвета); III — для кислорода при рабочем давлении не более 1,52 МПа (синего цвета). Длина шланга при работе от баллона должна быть более 8 м.

Источники сварочного тока при электродуговой сварке. Электродуговая сварка выполняется с использованием в качестве источников сварочного тока трансформаторов (постоянного и переменного тока) и генераторов. Сварочные генераторы имеют низкий КПД и применяются при отсутствии электролиний. Сварочные трансформаторы имеют высокий КПД и надежность. Выбор типа трансформатора зависит от толщины свариваемых деталей, от необходимой силы сварочного тока и мощности аппарата.

Полуавтоматы электродуговой сварки в среде защитного газа. Сварка листового металла кузовных панелей в среде защитного газа (углекислого газа) производится с использованием полуавтоматов. Основные технические характеристики отечественных сварочных полуавтоматов приведены в табл. 12.2.

Сварка выполняется при питании электрической дуги постоянным током обратной полярности. Источниками питания могут служить и преобразователи постоянного тока с жесткой характеристикой: ПСГ-350, ПСГ-500 и др.

Таблица 12.2

Основные технические характеристики отечественных сварочных полуавтоматов для ремонта кузовов

Модель полуавтомата	Диаметр электродной проволоки, мм	Номинальный сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/мин	Напряжение сети, В	Источник питания (сварочный выпрямитель)
А-537Р	0,8... 1,2	150	1,8...5,5	380	ВС-200
А-547У'	0,8... 1,2	300	1,8...7,5	380	ВС-300
А-547Р	0,8... 1,2	300	2...6	380	ВС-300
ПДГ-305	0,8... 1,4	315	1,2...12	220	ВДГ-302
ПДГ-303	0,8... 1,2	315	3...12	220/380	ВДГ-301
ПДГ-306	0,8... 1,4	315	2...20	380	ВДГ-302
СВАП	0,8	140	4...11	380	—

Зарубежные аппараты этого типа называются по-разному: MIG (металл, инертный газ), MAG (металл, активный газ), просто полуавтоматами, аппаратами типа «Кэмпи». В настоящее время наибольшее распространение получили сварочные полуавтоматы итальянских фирм Cebora, Deka и Telwin (табл. 12.3).

Отечественные и зарубежные сварочные полуавтоматы позволяют осуществлять сварку в режимах непрерывной сварки с постоянной подачей проволоки, прерывистой сварки с прерывистой подачей проволоки по заданной программе, точечной сварки по методу электрозаклепок.

Конструктивно полуавтоматы представляют собой единый блок. Структурная схема полуавтомата для сварки в среде защитного газа и общий вид полуавтомата А-547У показаны на рис. 12.2.

Срок службы сварочных полуавтоматов принят пять лет, со сменой сварочной горелки каждые полгода.

Сварочные полуавтоматы способны выполнять шов в любом пространственном положении, что важно при ремонте кузова легкового автомобиля.

Процесс подачи электродной проволоки и защитного газа в зону сварки автоматизирован. Электродная проволока с помощью механизма подачи поступает в зону сварки из кассеты по гибкому направляющему каналу, размещенному в шланге, поэтому полуавтоматы называют шланговыми. Одновременно из баллона по газовому шлангу в зону сварки проводится газ для защиты металла шва, от источника питания подается сварочный ток. Сварочная горелка перемещается вручную.

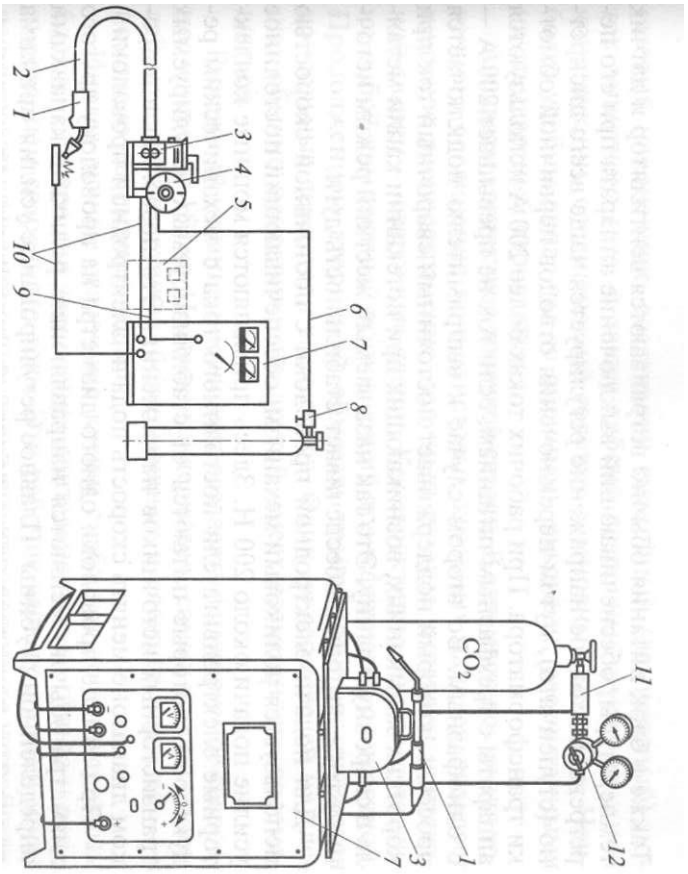
Схема полуавтомата обеспечивает включение-выключение выключателем, расположенным на сварочной горелке; плавное регулирование скорости с помощью потенциометра, расположенного

Таблица 12.3

Технические характеристики итальянских сварочных полуавтоматов

Параметры	Значения параметров для полуавтоматов (в скобках указаны фирмы)					
	Pocket Turbo (Cebora)	Bravo 155 (Cebora)	MIG-190 (Cebora)	415 (Deka)	4160 (Deka)	Bimax 152 (Telwin)
Напряжение питания, В	220	220	380	220	220	220
Мощность, кВт	3,8	3,8	4,5	2...4	3,5	1,5
Напряжение холостого хода, В	30	31	33	31	33	18...31
Сварочный ток, А	30...130	28...155	15...190	30...140	30...160	30...145
ПВ*, %, (в числителе условной дроби) при I_{max}, А (в знаменателе)	15/100	20/120	45/165	20/120	20/130	15/115
Количество ступеней регулирования напряжения	4	7	7	4	6	4
Диаметр электродной проволоки, мм	0,6...0,8	0,6...0,8	0,6...1	0,6...0,8	0,6...0,8	0,6...1
Встроенный таймер	—	—	Есть	—	—	—
Смена полярности тока	—	Есть	—	—	—	Есть
Масса, кг	22,5	29	53,5	30	43	24

* ПВ — продолжительность включения.



а

Рис. 12.2. Структурная схема полуавтомата для сварки в среде защитных газов (а) и общий вид полуавтомата А-547У *(б)*:

1 — сменная газовая горелка; *2* — шланг подачи электродной проволоки; *3* — механизм подачи электродной проволоки; *4* — кассета для хранения электродной проволоки; *5* — блок управления; *6* — газовый шланг; *7* — источник питания; *8* — газовая аппаратура; *9* — провода цепи управления; *10* — сварочный кабель; *11* — подогреватель; *12* — редуктор-расходомер

на пульте управления; стабилизацию установленной скорости подачи электродной проволоки; автоматическую продувку газового тракта защитным газом до зажигания дуги в течение 1 с.

Полуавтомат управляется с пульта, встроенного в лицевую панель. При нажатии выключателя, находящегося на горелке, включается газовый клапан, через 1 с включается источник питания и привод подачи электродной проволоки. При замыкании электрода на изделие зажигается дуга — происходит сварка. При размыкании выключателя сварки останавливается двигатель подачи электродной проволоки, происходит растяжка дуги и ее обрыв. Через 2...3 с выключаются источник питания и газовый клапан (снимается напряжение со сварочной горелки и прекращается подача защитного газа), и схема приходит в исходное состояние, обеспечивающее возможность повторного включения.

Основным узлом любого сварочного полуавтомата является блок питания — понижающий трансформатор и мощный выпрямитель.

Также в блок питания обычно встраиваются вентилятор и датчик температуры, обеспечивающий выключение аппарата при его перегреве. Выходное напряжение регулируется чаще всего дискретно (ступенчато), путем переключения отводов первичной обмотки трансформатора. При рабочих токах более 200 А используются аппараты с трехфазным питанием, если ток не превышает 200 А — с однофазным. Во втором случае к выпрямителю подключается дроссель, который поддерживает постоянный сварочный ток при коротких замыканиях, возникающих при истекании капли металла в сварочную ванну. Это так называемый жесткий режим источника тока, который обеспечивает стабильность дуги.

Для подачи электродной проволоки с постоянной скоростью используется роликовый механизм, обеспечивающий постоянное усилие подачи около 200 Н. Здесь применяются мощные коллекторные электродвигатели постоянного тока с механическим редуктором, которые питаются от стабилизируемых регулируемых транзисторных источников напряжения. Это позволяет в широком диапазоне менять скорость подачи электродной проволоки.

При замене проволоки одного диаметра на проволоку другого диаметра обычно меняются направляющие ролики с канавками определенной глубины. Плавное регулирование усилия прижима проволоки позволяет предохранить ее поверхность от механических повреждений и добиться движения без проскальзывания.

Для дозированной подачи защитного газа применяются механический (в рукоятке горелки) или электроуправляемый (в корпусе аппарата) клапаны, которые открываются раньше, чем включается напряжение, и закрываются только после выключения дуги.

Необходимый расход газа устанавливается с помощью редуктора, уменьшающего избыточное давление газа в подающей магистрали до 9,81... 39,24 кПа (0,1... 0,4 ат). Более высокое давление при неисправном редукторе ведет к быстрому выходу из строя газового клапана. Иногда редукторы комплектуются расходомерами. Однако чаще всего для настройки используется градуировка в единицах расхода (л/мин), нанесенная непосредственно на редуктор.

Скорость подачи проволоки и рабочее напряжение регулируются через блок управления. Причем регулирование напряжения (в пределах 15... 35 В) в наиболее популярных моделях может быть плавное или ступенчатое (тогда по количеству ступеней судят о классе аппарата).

Сварочная дуга включается микропереключателем на ручке горелки, а выключается вручную либо автоматически; в режиме точечной сварки это делает таймер.

Сварочная головка аппарата имеет сменную токовую втулку (что обеспечивает хороший электрический контакт с проволокой), газовый наконечник, создающий спокойный (ламинарный) поток защитного газа, а также гибкий сварочный рукав сложной конструкции, соединяющий головку с основным модулем. Наиболее удобны аппараты со сменными рукавами, рассчитанными на стандартный евроразъем.

Аппараты контактной точечной сварки. В автомастерских для точечного соединения тонколистовых кузовных панелей внахлест широкое распространение получили ручные аппараты контактной сварки — сварочные клещи. Конструктивно они представляют собой компактный понижающий трансформатор с рукояткой. Продолжением вторичной обмотки трансформатора являются консольные держатели электродов. Один из держателей на клещах обычно неподвижный, другой имеет возможность перемещаться.

Рычажный механизм позволяет создавать регулируемое сварочное усилие до 150 кг. Подвижный держатель самых простых моделей приводится вручную, более мощных и сложных моделей — с помощью пневмоцилиндра.

Иногда ручные сварочные клещи снабжают дополнительным блоком таймера для управления длительностью импульса и регулированием сварочного тока. Эти рабочие характеристики могут регулироваться и с помощью внешнего управляющего устройства, через которое аппарат подключается к электросети. Питающее напряжение 220/380 В.

Номинальная, усредненная по времени, мощность аппарата невелика, хотя мощность сварочного импульса значительна (1... 20 кВт). Трансформатор способен выдавать ток до 8 кА.

Аппарат контактной точечной сварки имеет небольшие габаритные размеры и массу порядка 10 кг (вместе с электродами и механизмом создания усилия сжатия). Как и большинство сварочных аппаратов, он не предназначен для непрерывного использования, так как представляет собой чрезвычайно теплонапряженное устройство. Допустимый цикл использования может определяться тремя параметрами: продолжительностью включения; количеством сварных точек, обеспечиваемых в течение минуты; количеством часов работы без нарушения предельного теплового режима.

Повышение номинальной мощности ручных сварочных клещей достигается без изменения параметров сварочного трансформатора, только за счет применения принудительного водяного охлаждения его магнитопровода, держателей и самих электродов. Мощность сварочного импульса при этом почти не меняется, а усредненная по времени мощность возрастает в 3 — 5 раз.

В стандартной комплектации сварочные клещи оснащаются консольными держателями небольшой длины (100... 125 мм) и прямолинейными электродами. Такая комплектация оказывается недостаточной для сварки в труднодоступных местах, поэтому сва-

рочные аппараты обычно комплектуются набором сменных электродов сложной конфигурации. Удлинение держателей и электродов сказывается на предельной толщине свариваемых деталей, величине сварочного импульса и усилия сжатия в зоне сварки — они становятся меньше. (Например, удлинение электродов со 125 до 500 мм уменьшает предельную толщину свариваемых деталей в 1,4 раза.)

Сварочные клещи *6* (рис. 12.3, *а),* как правило, входят в состав универсальных аппаратов контактной сварки (рис. 12.3, *б)* и питаются от внешнего источника тока *2* с помощью гибкого кабеля *5* большого сечения. При большом объеме сварочных работ на кузовном участке для облегчения труда сварщика сварочные клещи подвешиваются на консоли устройства с помощью специального балансира *4*. Универсальное сварочное устройство монтируется на тележке *1,* в основании которой имеются держатели для сменных электродов 7 и споттера *3*.

Наиболее удачным отечественным аппаратом для точечной сварки в авторемонтном производстве является аппарат оригинальной конструкции производственной фирмы TOR: электродержатель является единственным витком вторичной обмотки тороидального трансформатора и одновременно выполняет роль ручки, благодаря чему при малом весе и габаритах аппарат способен качественно выполнять сварочные работы при кузовном ремонте.

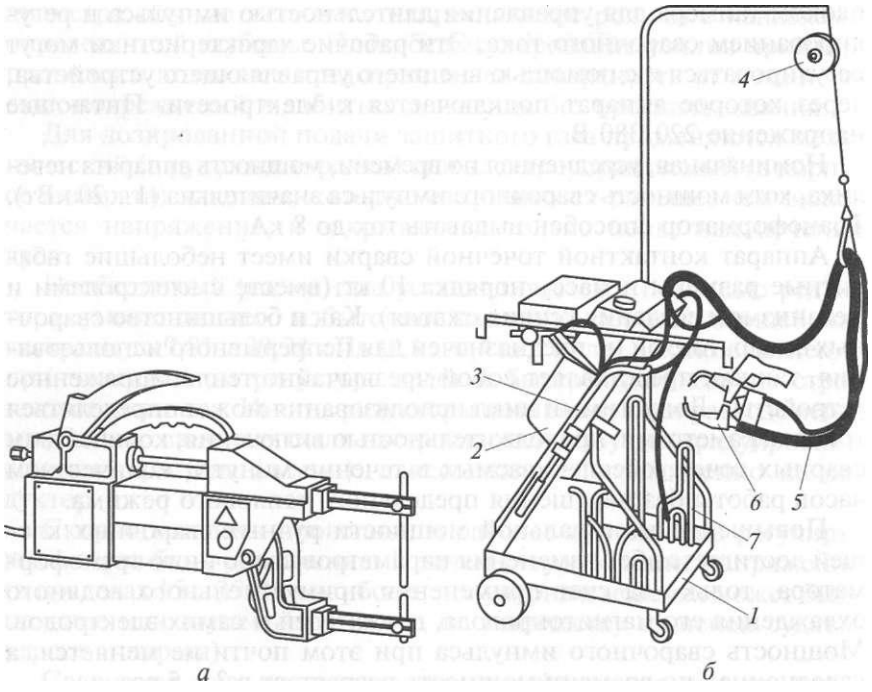


Рис. 12.3. Ручные сварочные клещи *(а)* и универсальный аппарат контактной сварки *(б):*

1 — тележка; *2* — внешний источник тока; *3* — споттер; *4* — балансир; *5* — гибкий кабель; *6* — сварочные клещи; 7 — сменные электроды

Аппараты одноэлектродной контактной сварки. Логическим продолжением сварочных клещей стали аппараты одноэлектродной контактной сварки — споттеры (от англ. *spot* — точка). В качестве второго электрода служит сам ремонтируемый кузов. Механическое прижимное усилие создается вручную прижатием электрода к свариваемому изделию.

Основное назначение любого споттера — приварка специальных шпилек, к которым крепится патрон обратного молотка при правке кузовных панелей.

Споттеры удобны также для разогрева элементов при правке кузова. Для разогрева элементов кузова при его правке и удалении «хлопунов» в качестве электрода используется медный стержень большого диаметра. Для разогрева элементов большой площади и сильно деформированных массивных элементов при вытяжке кузова на стапеле рекомендуется применять специальный угольный электрод.

Кроме того, споттер позволяет сваривать два листа металла в одноконтактном режиме точечным и непрерывным швом. Можно, например, поставить небольшую заплату на несущую панель кузова, однако прочность шва при этом оставляет желать лучшего.

Все же наибольший эффект споттер дает при правке сравнительно небольших вмятин на внешних несъемных элементах кузова. Например, легко устранить повреждения крыши без снятия потолочной обивки, а также двери без ее разборки. При этом время ремонта сокращается в десятки раз.

Простейший универсальный споттер Spot 3500 (рис. 12.4) фирмы Cebora (Италия) специально предназначен для правки кузовных деталей, у которых доступна только внешняя сторона.

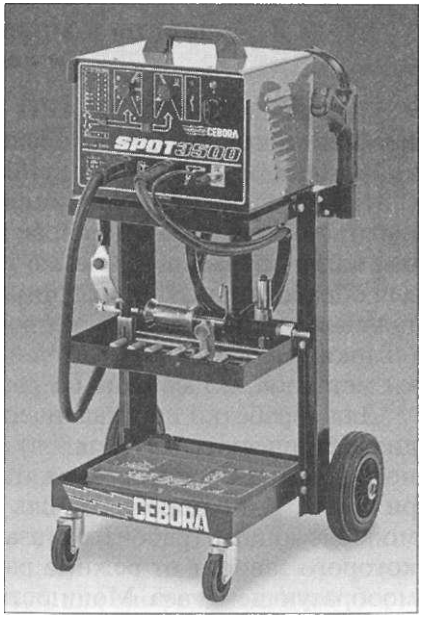


Рис. 12.4. Споттер Spot 3500 с прилагаемой технологической оснасткой

Споттер Tecna 7600 (итальянской фирмы Tecna) мощностью 6 кВт для приварки винтов, саморезов, заклепок, шпилек к металлическим поверхностям питается от однофазной сети напряжением 220 В. Внешне он напоминает несколько увеличенную электродрель, только вместо патрона имеет два концентрически расположенных электрода. Во внутренний электрод вставляется омедненная стальная шпилька или любая из вышеперечисленных деталей. Наружный электрод контактирует с кузовом.

Работа со споттером проста. К кузову в непосредственной близости от места работы прикрепляется второй электрод. Контакт должен быть очень хорошим, поскольку через него проходит ток в несколько килоампер. Споттер, как дрель, прижимается к стальной поверхности, и секундное нажатие на кнопку обеспечивает прочное приваривание детали.

Для правки деталей в местах излома используются специальные треугольные шайбы, которые надежно привариваются к металлу, выдерживают значительные разрывные напряжения, но в то же время легко удаляются скручиванием вокруг вертикальной оси.

В зонах сильной деформации и в непосредственной близости от усилителей удобно использовать кольцевые шайбы, за которые можно крепить цепи гидравлических стяжек.

12.2. Аппараты и установки плазменной сварки и наплавки

Сварочные работы на АРП в основном состоят в соединении металлических листов небольшой толщины и в наплавке покрытий на детали типа тел вращения при восстановительном ремонте. В этих процессах используются портативные и стационарные аппараты и установки микроплазменной обработки металлов, которая является разновидностью плазменной сварки и применяется для обработки изделий толщиной 0,05... 2,00 мм из различных металлов и их сплавов. Плазматрон для микроплазменной обработки (сварки, наплавки) аналогичен плазматрону для плазменной резки металлов, но меньше по размеру.

Для обработки неметаллических деталей (различных пластмасс, диэлектрических материалов) применяется плазматрон косвенного действия, в котором сжатая дуга возбуждается и горит внутри сопла, выполняющего роль анода. Под действием струи плазмообразующего (рабочего) газа возникает тепловой факел, длина которого зависит от режима работы плазматрона и состава плазмообразующего газа. Мощность такого факела вполне достаточна для обработки неметаллических изделий. Возбуждение сварочной дуги прямого или косвенного действия осуществляется дежурной дугой, питаемой от источника тока. Питание дежурной дуги может быть включено или остановлено в зависимости от требований технологического процесса для улучшения стабильности горения основной дуги.

В комплект оборудования для микроплазменной обработки металлов входят источник питания, аппаратура контроля и регулирования расхода плазмообразующего и защитного газов, баллоны с газами, плазматрон и система водоохлаждения.

Отечественной промышленностью выпускаются различные по конструкции плазматроны, отличающиеся типом токоподвода, размером охлаждающего канала, конструкцией выводов. Плазматрон О6-1160А (рис. 12.5) для микроплазменной сварки металлов отличается от плазматрона для резки размерами и составом плазмообразующего газа. Электрод *2* плазматрона закреплен в корпусе *6* с помощью цанги *11.* Корпус б'вставлен в верхний каркас *9,* который через керамическую втулку *8* соединен с нижним каркасом *4.* Наконечник 7, вставленный во внутреннюю часть сопла *3,* соеди-

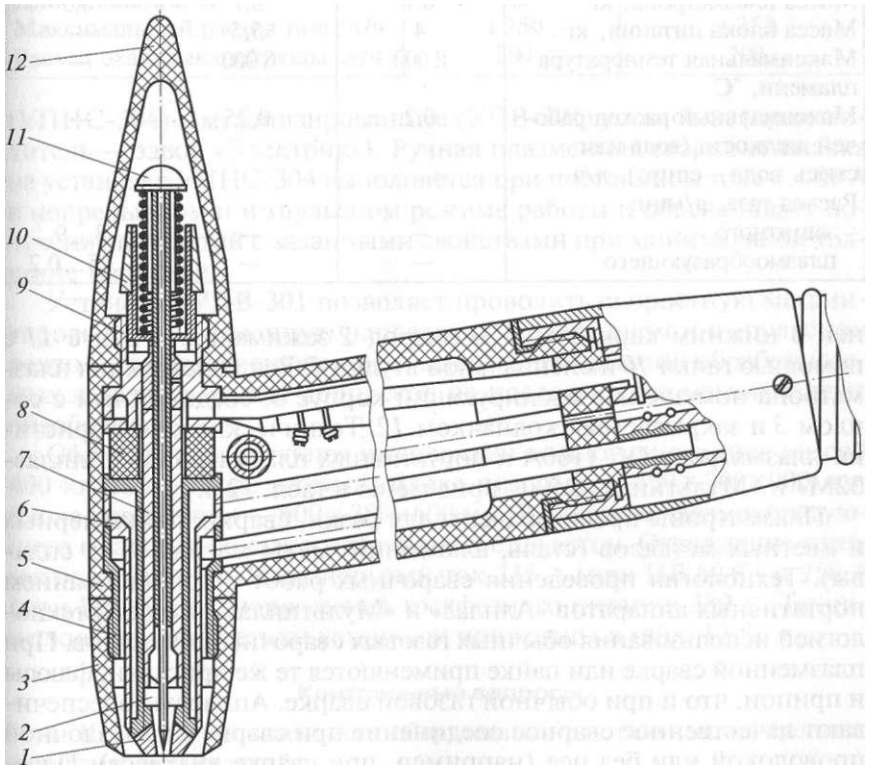


Рис. 12.5. Схема плазматрона Об-1160Адля микроплазменной сварки металлов:

1 — наконечник; *2* — электрод; *3* — сопло; *4* — нижний каркас; 5 — изолирующий корпус; *6*— корпус; *7*— специальная втулка; *8*— керамическая втулка; 9 — верхний каркас; *10* — гайка; *11* — цанга; *12* — колпачок

Таблица 12.4

Технические характеристики плазматронов для микроплазменной сварки металлов

Параметры	Значение параметров различных плазматронов		
	«Алплаз-02М»	«Мультиплаз-2500»	О6-1160А
Напряжение питающей сети, В	220+10%	220+10%	220110%
Номинальный рабочий ток, А	—	—	33
Частота питающей сети, Гц	50...60	50...60	50...60
Потребляемая мощность, Вт	1 300	2 500	–
Габаритные размеры блока питания, мм	210x200x70	325x170x115	108x130x50
Масса плазматрона, кг	0,7	0,7	0,5
Масса блока питания, кг	4	5,5	–
Максимальная температура пламени, °С	8 000	8000	—
Максимальный расход рабочей жидкости (вода или смесь вода—спирт), л/ч	0,2	0,25	–
Расход газа, л/мин:			
защитного	–	—	3...9
плазмообразующего	–	—	0,15...0,2

нен с нижним каркасом *4*. Электрод *2* зажимается в цанге *11* с помощью гайки *10 и* специальной втулки 7. Вся конструкция плазматрона помещена в изолирующий корпус 5, соединенный с соплом *3* и закрываемый колпачком *12*. Технические характеристики плазматрона О6-1160А и портативных плазматронов «Алплаз-02М» и «Мультиплаз-2500» приведены в табл. 12.4.

Плазматроны предназначены для резки, сварки, пайки черных и цветных металлов (сталь, алюминий, медь, магний и их сплавы). Технология проведения сварочных работ с использованием портативных аппаратов «Алплаз» и «Мультиплаз» сходна с технологией использования обычных газовых сварочных аппаратов. При плазменной сварке или пайке применяются те же присадки, флюсы и припои, что и при обычной газовой сварке. Аппараты обеспечивают качественное сварное соединение при сварке с присадочной проволокой или без нее (например, при сварке внахлест). Плазматрон «Мультиплаз» может использоваться для плазменной электродуговой сварки. При сварке алюминия рекомендуется использовать флюс А-34.

Для плазменной наплавки покрытий на детали типа тел вращения при восстановительном ремонте применяются ручные

Таблица 12.5

Технические характеристики установок плазменной наплавки покрытий на детали типа тел вращения

Параметры	Значение параметров установок	
	УПНС-304	УПВ-301
Тип	Ручная	Механизированная
Назначение	Сварка-наплавка	Наплавка
Потребляемая мощность, кВт	25	25
Регулирование рабочего тока	Плавное	Плавное
Рабочий ток, А	20... 160	20...315
Толщина наносимого слоя за один проход (наплавка), мм	1...4	0,2...2
Производительность наплавки	3 кг/ч	100 $см^2$/мин
Материал электрода	Вольфрам	Вольфрам
Длина шланга, м	4,5	4,5
Максимальный расход газа, л/ч	1 250	1 250
Расход охлаждающей воды, л/ч	200	200

(УПНС-304) и механизированные (УПВ-301) установки (производитель — завод «Электрик»). Ручная плазменная сварка-наплавка на установке УПНС-304 выполняется при постоянном токе 4... 80 А в непрерывном и импульсном режиме работы и обеспечивает получение покрытий с заданными свойствами при минимальной толщине наплавки.

Установка УПВ-301 позволяет проводить скоростную механизированную плазменную наплавку в непрерывном и импульсном режимах с обеспечением минимальных деформаций обрабатываемых деталей и малых припусков на последующую механическую обработку.

Обе установки являются установками стационарного типа массой 400 кг; габаритные размеры блока питания — 800x700x900 мм, блока управления — 600 x 380x600 мм. В качестве плазмообразующего и защитного газа в них используется аргон. Охлаждение плазматрона водяное. Номинальный ток 315 А (при ПВ 60 %) и 250 А (при ПВ 100 %), напряжение трехфазного питания 380 В. Технические характеристики установок приведены в табл. 12.5.

Контрольные вопросы

1. Каков состав сварочного оборудования для реализации процесса газопламенной сварки?
2. На основании чего осуществляется выбор типа сварочного трансформатора при электродуговой сварке?
3. Какие сварочные полуавтоматы получили наибольшее распространение в авторемонтном производстве для электродуговой сварки в среде защитного газа?

4. Опишите структурную схему полуавтомата для сварки в среде защитного газа.

5. Каковы конструктивные особенности ручных аппаратов контактной точечной сварки?

6. Что такое споттер?

7. Какова область применения споттеров в авторемонтном производстве?

8. Как работает плазматрон?

9. Каково основное назначение плазматронов?

10. Назовите модели и технические характеристики установок для ручной и механизированной плазменной наплавки покрытий на детали типа тел вращения.

Глава 13. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕМОНТА ПЛАСТИКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ И НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ, АНТИКОРРОЗИОННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ

13.1. Технологическая оснастка для ремонта пластиковых деталей

Температура плавления пластиковых материалов деталей автомобилей не превышает 400 °С, что позволяет использовать для их разогрева струю горячего воздуха.

Конструктивно современные аппараты для сварки пластмасс выполняются в виде компактных и удобных ручных нагревателей сжатого воздуха. Нагретый воздух истекает через специальную форсунку. Несмотря на малые размеры, сварочная головка позволяет быстро нагревать до температуры около 700 °С значительный объем поступающего воздуха (250... 300 л/мин). Все аппараты снабжаются потенциометрами для точного регулирования температуры и заслонкой, ограничивающей подачу воздуха. В зависимости от решаемой задачи на форсунку надевается требуемый наконечник, который может иметь канал для подачи присадочного материала.

Присадочные материалы для сварки пластмасс производятся в виде прутков или лент различных сечений из термопластичных пластмасс, что позволяет использовать их при ремонте любых изделий.

В авторемонтной мастерской такой сварочный аппарат находит применение и на других технологических операциях. Например, он незаменим при удалении приклеенных декоративных элементов, которые при обдуве зоны склейки воздухом, нагретым до температуры 300 "С, легко демонтируются без повреждений.

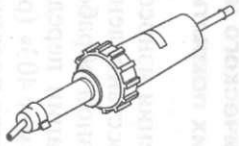
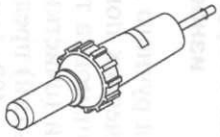
Информация о технологической оснастке, применяемой при ремонтном восстановлении пластиковых деталей автомобилей, и о присадочных материалах представлена в табл. 13.1.

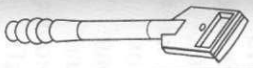
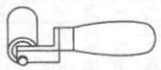
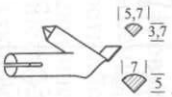
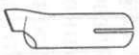
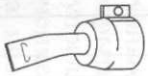
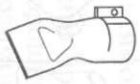
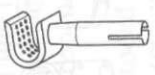
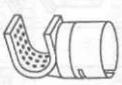
13.2. Оборудование для газодинамического нанесения износостойких металлических покрытий

Для ручного и автоматического нанесения износостойких металлических покрытий при ремонте и восстановлении машин и механизмов, а также для струйно-абразивной обработки поверхностей (очистки от загрязнений и активации перед нанесением Покрытий) предназначены установки «Димет 403» (рис. 13.1, *а)* и «Димет 402» (рис. 13.1, *б)* Обнинского центра порошкового напыления. Для работы этого оборудования необходим сжатый воздух

Таблица 13.1

Технологическая оснастка и присадочные материалы для ремонта пластиковых деталей

Технологическая оснастка	
	**Сварочный аппарат «Триак» с нормальной насадкой (диаметром 5 мм)** Напряжение, В ..... 42 100 120 230 Мощность, Вт ..... 960 1 460 1 680 1 800 Температура нагрева воздуха, °С ..... 20...700 Регулирование температуры ..... Плавное Максимальный расход воздуха, л/мин ..... 230 Габаритные размеры, мм ..... 330×56 Масса с кабелем (3 м), кг 1,3
	Сварочный аппарат «Гибли» с нормальной насадкой (диаметром 5 мм) Напряжение, В ..... 100 120 220 Мощность, Вт ..... 1 560 1 560 1 860 Температура нагрева воздуха, °С ..... 20...60 Регулирование температуры ..... Плавное Максимальный расход воздуха (в две ступени), л/мин ..... 300 Габаритные размеры, мм ..... 160×195×92 Масса с кабелем (3 м), кг 1,2
	**Вентилятор «Электрон»** Напряжение, В ..... 42 100 120 220 Мощность, Вт ..... 1 000 2 200 2 700 2 300/3 400 Температура нагрева воздуха, °С ..... 20...650 Регулирование температуры ..... Плавное Максимальный расход воздуха, л/мин ..... 500 Габаритные размеры, мм ..... 320×95 Масса с кабелем (3 м), кг 1,6

	Шабер для очистки поверхности, для удаления краски и сварных наплывов
	Прикаточный ролик шириной 40 мм для сварки внахлест тентовых тканей
	Насадка быстрой сварки (5,7 и 7 мм) для профильной присадки
	Кайловая насадка для предварительной фиксации свариваемых частей
	Насадка быстрой сварки шириной 8 мм для ленточной присадки
	Шлицевая насадка шириной 20 мм (к аппаратам «Триак» и «Гибли») для сварки внахлест тентовых тканей
	Шлицевая насадка шириной 40 мм (к аппаратам «Триак» и «Гибли») для сварки внахлест тентовых тканей
	Ложковая решетчатая насадка диаметром 10 мм для усадки изоляционных трубок (PVC, PTFE, FEP); максимальная температура нагрева воздуха 500 °С
	Ложковая решетчатая насадка диаметром 34 мм (к аппаратам «Триак» и «Гибли») для усадки изолирующих шлангов и формованных деталей (PVC, PTFE, FEP); максимальная температура нагрева воздуха 450 °С

Окончание табл. 13.1

Технологическая оснастка	
	Ложковая решетчатая насадка диаметром 20 мм (к аппаратам «Триак» и «Гибли») для усадки изолирующих шлангов и формованных деталей (PVC, PTFE, FEP); максимальная температура нагрева воздуха 450 °С
	Широкая шлицевая насадка 70×10 мм к вентилятору «Электрон»
	Широкая шлицевая насадка 150×12 мм к вентилятору «Электрон»
Присадки	
	Пучок пробных профильных присадок из всех перечисленных ниже материалов
	Ленточная присадка 8×2 мм: полипропилен (бежевый, черный), полиэтилен (черный, белый), АБС (белый); ксеной-присадка 8×2 мм (серый)
	Профильная присадка 5,7 и 7 мм: полипропилен (бежевый, черный), полиэтилен (черный, белый), АБС (белый)
	Профильная присадка 5,7 и 7 мм: полиамид (черный); профильная присадка 5,7 мм: поликарбонат (прозрачный), АБС-поликарбонат-альфа (черный), ксеной PC/PBTR (серый)

Рис. 13.1. Установки «Димет 403» ***(а)*** и «Димет 402» ***(б),*** а также схема работы напылителя *(в):*

1 — сверхзвуковое сопло; *2* — канал для подачи порошка; *3* — нагреватель

при давлении 0,6... 1,0 МПа; расход воздуха 0,3...0,4 м^3/мин. Установки питаются от электросети напряжением 220 В; частота тока 50 Гц. Основные технические характеристики обеих моделей приведены в табл. 13.2.

На АРП для нанесения алюминиевых, цинковых, медных и никелевых покрытий чаще применяется установка «Димет 403», которая имеет ряд особенностей:

стабилизация всех параметров оборудования при разбросе или колебаниях питающего напряжения сети (180...250 В);

пять фиксированных температурных режимов работы напылителя для нанесения различных покрытий;

возможность дистанционного управления процессом;

электромеханическое переключение порошковых питателей;

наличие пневмоэлектроклапана, необходимого при работе оборудования в составе автоматизированного комплекса.

Принцип работы установок состоит в том, что холодный сжатый воздух под давлением 6... 10 бар подается к нагревателю напы-

Таблица 13.2

Основные технические характеристики установок для нанесения алюминиевых, цинковых, медных и никелевых покрытий

Параметры	Значения параметров моделей	
	«Димет 402»	«Димет 403»
Габаритные размеры, мм: напылительного блока монтажной стойки в сборе	450x64x85 560x260x490	450x64x85 560x260x490
Масса, кг: напылительного блока монтажной стойки в сборе	1,3 9	1,3 16
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6... 1	0,6...1
Расход сжатого воздуха, $м^3$/мин	0,3	0,4
Производительность по массе наносимого покрытия на основе алюминия, г/мин ($см^3$/мин)	1…3(0,3…!)	1...6 (0,3...2)

лителя, где разогревается до рабочей температуры (400...600°С) и подается в сверхзвуковое расширительное сопло. Подача порошка из питателя включается кнопкой. Порошок подается в сопло, где разгоняется до необходимой скорости (400...700 м/с). Воздушно-порошковая струя направляется оператором на поверхность обрабатываемого изделия, и ускоренные частицы порошка образуют покрытие. Схема работы напылителя показана на рис. 13.1, е.

К работе с установками допускается персонал, имеющий право работы с электроинструментом и сжатым воздухом (квалификационная группа по технике безопасности не ниже 3-й), прошедший обучение у поставщика правилам и приемам работы.

Энергетическая мощность установок «Димет» около 2,3 кВт и для их работы не нужна промышленная 3-фазная сеть. По потреблению воздуха установки сравнимы с окрасочным пистолетом.

Установки позволяют наносить покрытия из недорогих широко производимых порошков дисперсностью менее 200 мкм, с преимущественным содержанием частиц размером до 50 мкм.

При нанесении покрытия ремонтируемая деталь нагревается незначительно, поэтому размеры и структура металла детали не нарушаются.

13.3. Оборудование для нанесения антикоррозионных покрытий

Оборудование участков антикоррозионной обработки традиционно делится на профессиональное и гаражное.

Профессиональное оборудование предназначено для распыления материала из бочек объемом 200 и 60 л, при этом подаваемое на вход давление увеличивается во много раз. Распыление производится воздушным или безвоздушным методом.

При использовании гаражного оборудования материалы подаются в окрасочный пистолет из фирменных литровых баллонов либо из пистолетных бачков под давлением 6...8 бар, развиваемым штатным компрессором, а распыляются воздушным методом под магистральным давлением.

Необходимая толщина пленки обеспечивается как профессиональным, так и гаражным оборудованием. Поэтому гаражное оборудование можно рассматривать как разновидность профессиональной оснастки для неспециализированных АРП, где обычно производят антикоррозионную обработку от одной до трех машин в день, а в остальное время выполняют ремонтные работы другого профиля.

Гаражное оборудование требует предварительной перекачки материала из бочки в бачок пистолета, что неудобно, но оно существенно дешевле.

В комплект профессионального оборудования обязательно входит насос высокого давления для подачи материала, специальный армированный шланг, пистолет и распределительная насадка.

Насос высокого давления для безвоздушного распыления, работающий от обычной пневмосети, увеличивает давление стандартной воздушной магистрали в 20, 30 или 50 раз, что обеспечивает качественное распыление густых тяжелых антикоррозионных мастик. Насосы обозначаются в соответствии с числом раз увеличения входного давления: например, 1:26, значит давление 8 бар на входе насоса при распылении преобразуется в давление 208 бар на выходе. Насос состоит из заборной трубы и головки, которая, в свою очередь, делится на моторную и насосную части. Мотор приводится в действие сжатым воздухом от пневмосети, а насосная часть подает материал через шланг высокого давления к пистолету.

Заборная труба насоса не должна касаться дна бочки, чтобы не захватывать осевшие загрязняющие примеси.

Выходной штуцер насоса, через который под давлением подается воздух, располагается рядом с манометром, контролирующим давление на входе, которое регулируется специальным маховичком, что влияет на качество наносимого слоя: чем выше давление на входе, тем тоньше распыл, ровнее слой, лучше покрываемость. Правильность установки давления проверяется пробным нанесением материала на вертикальную пластину. Если нанесенный материал потек, то необходимо снизить давление.

Особое внимание при работе с насосом высокого давления уделяется подготовке сжатого воздуха для привода. Он должен быть

очищен от влаги, так как влага, накапливаясь в рабочей камере, не позволяет поршню доходить до нужной точки и подача материала прекратится. Поэтому насос комплектуется влагоотделителем.

Пистолет насоса высокого давления комплектуется насадкой для обработки днища автомобиля, формирующей из материала своеобразный веер, которым можно работать, как кистью. Толщина щели насадки может колебаться от 0,11 до 0,18 мм. Насадки для безвоздушной обработки скрытых полостей — это усиленный вариант насадок для воздушного распыления.

Армированный шланг для подачи материала к пистолету разработан специально для антикоррозионной обработки и выдерживает давление до 1 ООО бар. Использование других шлангов для насосов высокого давления недопустимо.

Особенностью пистолета для насоса высокого давления является наличие специального экрана в виде клюва для веерного распыления материала, а также барашкового переключателя на сопле, дублирующего штатный кран отсечения подачи, расположенный на корпусе насоса.

Внешне система безвоздушного распыления отличается тем, что к пистолету подводится только один шланг — для подачи материала.

В комплект оборудования для воздушного распыления антикоррозионных материалов входит насос с блоком регулирования входного давления, пистолет-распылитель, шланг и специальные сменные насадки.

В этом случае применяются насосы низкого давления (так называемые один к трем), увеличивающие первоначальное давление воздуха в три раза, что вполне достаточно для работы с маловязкими материалами. В отличие от безвоздушных, эти насосы имеют два регулятора: для управления воздушным потоком привода насоса и для регулирования подачи воздуха к пистолету.

Характерная особенность систем воздушного распыления — наличие двух шлангов у пистолета. По шлангу, подключенному к рукоятке, подается антикоррозионный материал; по шлангу, подключенному в области сопла, — воздух, разбивающий этот материал на мельчайшие капельки.

Основное назначение насадок к воздушному пистолету — сформировать факел, соответствующий необходимой тонкости и дальности распыления и обеспечить доступ к удаленным точкам скрытых полостей кузова.

Что касается компрессора для питания оборудования участков антикоррозионной обработки, то он должен обеспечить давление 6...8 бар и подачу воздуха не менее 0,6 $м^3$/мин.

Отечественная установка высокого давления для нанесения антикоррозионного материала показана на рис. 13.2. На тележке *1* смонтирован пневмоцилиндр *2* для подъема насоса *3* высокого давления с заборником *4*. Для работы насос поднимают и, подкатив тележку к емкости *6* с антикоррозионным материалом (мастикой), опускают заборник. Нагнетаемая пневмонасосом мастика через шланги *5* высокого давления подается к пистолету и методом воздушного распыления наносится на обрабатываемые поверхности.

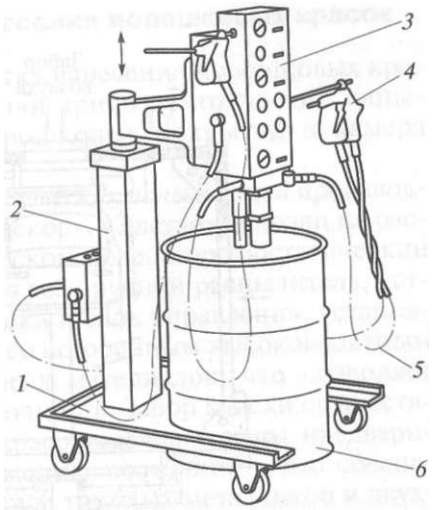


Рис. 13.2. Установка высокого давления для нанесения антикоррозионного материала на днище кузова и арки колес автомобиля: *1* — тележка; *2* — пневмоцилиндр; *3* — насос высокого давления; *4* — заборник; *5* — шланг высокого давления; *6* — емкость с мастикой

Насадка к пистолету установки «Виза-2» с поворотной рукоятки и сменными трубками (рис. 13.3) предназначена для безвоздушного нанесения антикоррозионных материалов на открытые полости кузовов легковых автомобилей.

На АРП, специализирующихся на антикоррозионной защите автомобилей, используется высокопроизводительное оборудование для комплексной антикоррозионной и антишумовой обработки. Схема однопостовой тупиковой камеры для обработки кузовов показана на рис. 13.4.

Камера представляет собой сварной каркас *2* с основанием *6,* перекрытым решетчатым секционным настилом *10.*

Гидрофильтры *4* — вертикальные шахты, внутри которых расположены полуцилиндры (экраны), — служат для очистки отсасываемого из камеры воздуха. По экранам стекает вода, создавая

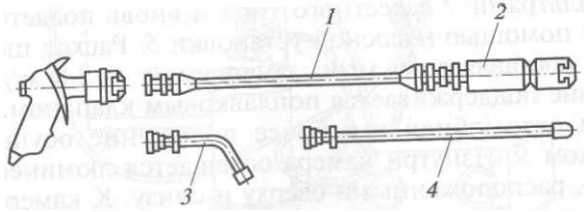


Рис. 13.3. Насадка к пистолету установки «Виза-2»:
/ - шланг; *2* - рукоятка; *3,4*- сменные трубки с распылителями

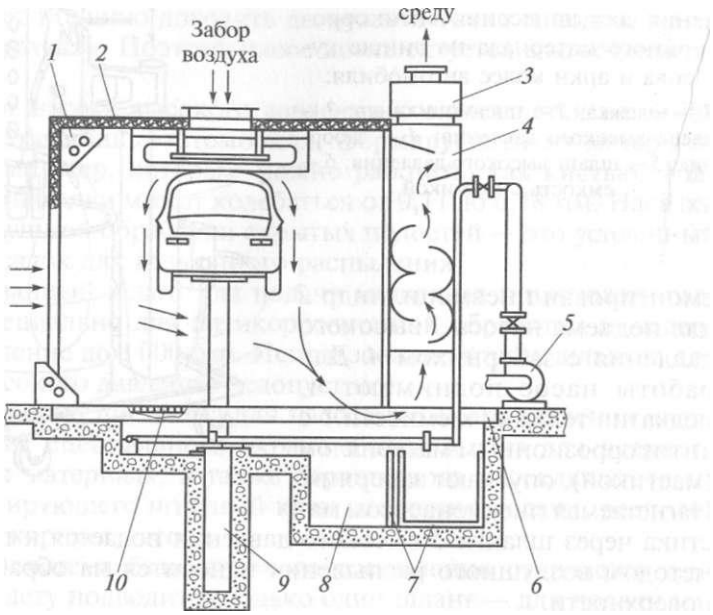


Рис. 13.4. Схема однопостовой тупиковой камеры для антикоррозионной обработки кузовов:

1 — люминесцентные лампы; *2* — сварной каркас; *3* — центробежный вентилятор; *4* — гидрофильтр; 5 — насосная установка; *6* — основание камеры; 7 — фильтр кассетного типа; *8* — ванна; *9* — подъемник; *10* — решетчатый секционный настил

водяную завесу. Воздух с частицами мастики, отсасываемый из камеры центробежными вентиляторами *3,* проходя через завесу, очищается и выбрасывается в окружающую среду. Производительность вентиляторов составляет 27 000 $м^3$/ч. Отсасываемый воздух компенсируется за счет притока воздуха температурой 18...20°С из цеховой системы приточной вентиляции.

Загрязненная вода стекает в забетонированную ванну *8,* очищается фильтрами 7 кассетного типа и вновь подается в гидрофильтры с помощью насосной установки 5. Расход циркулирующей воды составляет 56 $м^3$/ч, заменяемой — 2,8 $м^3$/ч; уровень воды в ванне поддерживается поплавковым клапаном.

Подъем автомобиля в рабочее положение осуществляется подъемником *9.* Изнутри камера освещается люминесцентными лампами *1,* расположенными сверху и снизу. К камере подведен сжатый воздух для подключения рабочего инструмента. Установленная мощность электропотребителей камеры составляет 48,5 кВт. Производительность камеры — до 2 500 кузовов в год.

13.4. Оборудование для нанесения порошковых красок

В комплект оборудования участка нанесения порошковых красок входят электростатические или трибоэдектрические напылйтели, печь формирования порошковых покрытий и камера напыления.

Принцип действия *электростатических напылителей* производства отечественных фирм «Евро-Декор», «Элстар» основан на распылении краски в электростатическом поле. Электростатический напылитель (рис. 13.5) включает в себя ручной распылитель, устройство подготовки и подачи краски и блок управления, установленные на тележке. Распылитель со встроенным высоковольтным блоком выполнен из композитных материалов, что позволяет уменьшить его вес и повысить прочность. Забор краски осуществляется из бака, в котором лакокрасочные материалы предварительно переводятся в псевдоожиженное состояние — это обеспечивает ровную подачу, особенно для тяжелых металликов и двухкомпонентных красок. Приборами, расположенными на блоке управления, задаются параметры рабочего тока, напряжения и давления воздуха, необходимого для псевдоожижения, разбавления и подачи краски.

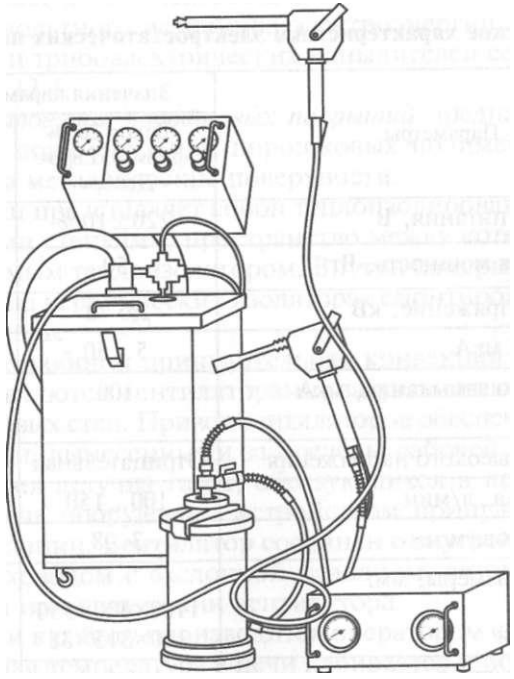


Рис. 13.5. Электростатический напылитель

Установка «Декор 2000» обеспечивает равномерное распределение слоя краски без уплотнений в кромочной зоне, глубокое прокрашивание сложных участков, возможность увеличения толщины покрытия и нанесения второго слоя, высокую скорость нанесения красок (до 3,0...3,5 $м^2$/мин), возможность нанесения любых порошковых красок (в том числе с высоким электрическим напряжением).

Технические характеристики электростатических напылителей приведены в табл. 13.3.

Изготовитель гарантирует полную электро- и искробезопасность напылителей, удобство и простоту обслуживания. Фирма «Элстар» поставляет комплекты оборудования для ручной окраски на одно или два рабочих места. Комплекты оснащены бункерами-дозаторами и пневмораспределителями.

Трибоэлектрические напылители серии ТН производства отечественной фирмы «Тристан» предназначены для нанесения полимерных порошковых красок на изделия из металлов и сплавов. Полимерные порошковые краски обладают уникальными качествами: высокой механической прочностью, антикоррозионными и электроизоляционными свойствами, химической стойкостью и декоративностью.

Таблица 13.3

Технические характеристики электростатических напылителей

Параметры	Значения параметров моделей	
	«Декор 2000» фирмы «Евро-Декор»	«УНП 1/3000» фирмы «Элстар»
Напряжение питания, В	220110%	220± 10%
Потребляемая мощность, Вт	50	15
Выходное напряжение, кВ	До 70	До 70
Рабочий ток, мкА	5...50	–
Ток короткого замыкания, мкА	100	Равен рабочему току
Полярность высокого напряжения	Отрицательная	Отрицательная
Расход воздуха, л/мин	100... 150	100
Длина шлангов, м	3...8	5
Габаритные размеры, мм: установки распылителя	1100x400x550 180x315x38	350x240x160 150x100x120
Масса распылителя, кг	0,6	0,6
Давление воздуха на входе, бар	3...6	4...6

\ Полимерные порошковые краски, нанесенные с помощью напылителей серии ТН, избавляют от многих проблем, связанных с использованием дорогостоящих и огнеопасных жидких лакокрасочных материалов, позволяют практически полностью использовать сырье, что делает процесс окраски высокорентабельным и экологически чистым.

Оригинальные технические решения, использованные в конструкции-напылителей серии ТН, обеспечивают исключительно высокую степень электрической зарядки частиц порошковой краски. Это, в свою очередь, позволяет улучшить качество наносимого покрытия, увеличить производительность работы напылителя и коэффициент осаждения полимерной краски на деталь, окрасить изделия любой сложной формы, при этом сэкономить сырье и сократить эксплуатационные затраты. По этим параметрам напылители фирмы «Тристан» значительно превосходят аналогичные напылители отечественных и зарубежных фирм.

Трибоэлектрические напылители серии ТН не подключаются к электросети, что обеспечивает полную безопасность обслуживания, упрощает эксплуатацию, повышает надежность работы и выгодно отличает их от электростатических напылителей, требующих высоковольтного источника электроэнергии. Технические характеристики трибоэлектрических напылителей серии ТН приведены в табл. 13.4.

Печи формирования порошковых покрытий предназначены для оплавления и полимеризации порошковых полимерных красок, нанесенных на металлические поверхности.

Камера печи представляет собой теплоизолированный контейнер с двойными стенками, пространство между которыми заполнено несгораемым теплоизолятором. Внутри камеры в вентилируемых коробах на керамических изоляторах смонтированы нагревательные элементы.

Продувка коробов и принудительная конвекция воздуха в камере осуществляются вентиляторами, закрепленными на торцах коробов у боковых стен. Привод вентиляторов обеспечивается электродвигателями, вынесенными за пределы рабочей зоны камеры.

Для удаления летучих газов, образующихся в процессе полимеризации, печь оборудована устройством принудительной вытяжной вентиляции. Вентилятор соединен с внутренним объемом камеры воздуховодом с заслонкой-клапаном, автоматически открывающейся при включении вентилятора.

Запуск печи в работу производится оператором с пульта управления. Заданная температура в печи набирается и поддерживается автоматически. По окончании процесса формирования порошкового покрытия печь автоматически отключается и включается

Таблица 13.4

Технические характеристики трибоэлектрических напылителей серии ТН

Параметры	Значения параметров моделей		
	ТН 4Е	ТН 4К	ТН52
Давление воздуха на входе модуля управления, МПа	0,4...0,6	0,4...0,6	0,4... 0,6
Расход воздуха, $м^3$/ч, не более	3,6	7	12
Удельный заряд краски, мКл/г, не менее	7	6	2,5
Коэффициент осаждения краски на изделии, %, не менее	80	70	65
Производительность окраски, $м^2$/ч	10	25	70
Масса, кг, не более:			
порошкового пистолета	0,45	0,45	0,45
порошкового контейнера	2,6	2,6	10
модуля управления	2,8	2,8	3,5
футляра для упаковки	1,2	1,2	12
Габаритные размеры (в упаковке), мм	320x200x300	320x200x300	485x573x667

вытяжной вентилятор. При изменении режима процесса необходимая температура и время термостатирования задаются оператором с пульта управления.

Размеры печи зависят от производственных потребностей и могут изменяться в широком диапазоне. При необходимости печь снабжается транспортным механизмом с подвесными тележками и системой их возврата. Технические характеристики печи формирования порошковых покрытий представлены в табл. 13.5.

Камеры напыления позволяют сделать технологию порошковой окраски экологически чистой, безотходной и безопасной. Серийно выпускаемая фирмой «Тристан» камера напыления «Катрин-33» (рис. 13.6) разработана на основе самых современных технических решений. Камера напыления позволяет исключить попадание порошковой краски в производственное помещение, что способствует улучшению санитарно-гигиенических условий труда, обеспечивает рекуперацию (сбор) порошковой краски, не осевшей на поверхность изделия, и возврат ее для повторного использования.

Таблица 13.5

Технические характеристики печи формирования порошковых покрытий

Параметры	Значения параметров печи ПФП-250
Удельная мощность, $кВт/м^3$	3
Напряжение трехфазной сети, В	380
Максимальная температура в камере, °С	250
Время выхода на заданный температурный режим из холодного состояния (без нагрузки), мин	30
Неравномерность поля температур в рабочем объеме, "С, не более	±5
Габаритные размеры, мм	1 600x2 000x2 000

Камера напыления имеет автономную вентиляционную систему, создающую нормативную скорость воздуха в открытых проемах камеры и транспортирующую порошковую краску, не осевшую на поверхность изделия, в рекуператор. Двухступенчатая система фильтрации обеспечивает высокую степень очистки воздуха, выходящего из камеры (наличие пыли в воздухе не превышает 5 $мг/м^3$, что соответствует требованиям отечественных и евростандартов), поэтому оператор по окраске не нуждается в средствах индивидуальной защиты.

Для повышения производительности процесса окраски и быстрого перехода с одного цвета краски на другой, камера напыления снабжена автоматической системой очистки кассетных фильтров, которая по заданной программе производит продувку фильтров сжатым воздухом.

Собираемая в приемном бункере рекуператора порошковая краска может использоваться повторно. Для этого приемный бункер снабжается пневмовиброситом, системой псевдоожижения порошковой краски и воздушным насосом (инжектором), для транспортирования краски к напылителю. При повторном использовании краски в нее рекомендуется добавлять 20...30 % свежей краски. Технические характеристики камеры представлены в табл. 13.6.

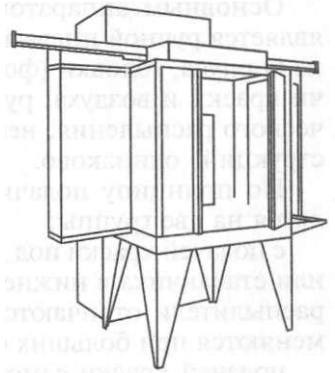


Рис. 13.6. Камера напыления «Катрин-33»

Термокамеры, предназначенные для теплового формирования порошкового

Таблица 13.6

Технические характеристики камеры напыления «Катрин-33»

Параметры	Значения параметров
Расход вентиляционного воздуха, $м^3/ч$	3 000
Допустимый расход краски, кг/ч, не более	30
Концентрация краски в вентиляционном воздухе на выходе из камеры, $мг/м^3$, не более	5
Напряжение питания, В	380/220
Частота, Гц	50
Потребляемая мощность, кВт	3,3
Масса, кг, не более	600
Габаритные размеры, мм	2 500х 1 700х2 600

покрытия, выпускаются с рабочими объемами, соответствующими габаритным размерам и программе выпуска окрашиваемых изделий. Термокамеры оборудуются автоматизированной системой поддержания температуры в диапазоне 50...200°С; неравномерность температуры в рабочем объеме камеры не превышает 5 "С. Для сокращения эксплуатационных затрат можно выбрать термокамеру, работающую на любом энергоносителе: электроэнергии, жидком топливе или газе.

13.5. Пневматические краскораспылители

Основным аппаратом в установках воздушного распыления является ручной пневматический краскораспылитель, состоящий из корпуса, головки (форсунки), механизма регулирования подачи краски и воздуха, рукоятки. Устройство форсунок пневматического распыления, несмотря на большое разнообразие их конструкций, одинаково.

По принципу подачи краски ручные краскораспылители делятся на две группы:

с подачей краски под давлением от красконагнетательного бачка или стаканчика в нижней части распылителя (рис. 13.7, *а*). Такие распылители отличаются высокой производительностью и применяются при больших объемах работ;

подачей краски самотеком из прикрепленного сверху стаканчика (рис. 13.7, *б*). Такие распылители применяются при небольших объемах работ, при исправлении дефектов окрашенной поверхности с небольшим расходом краски.

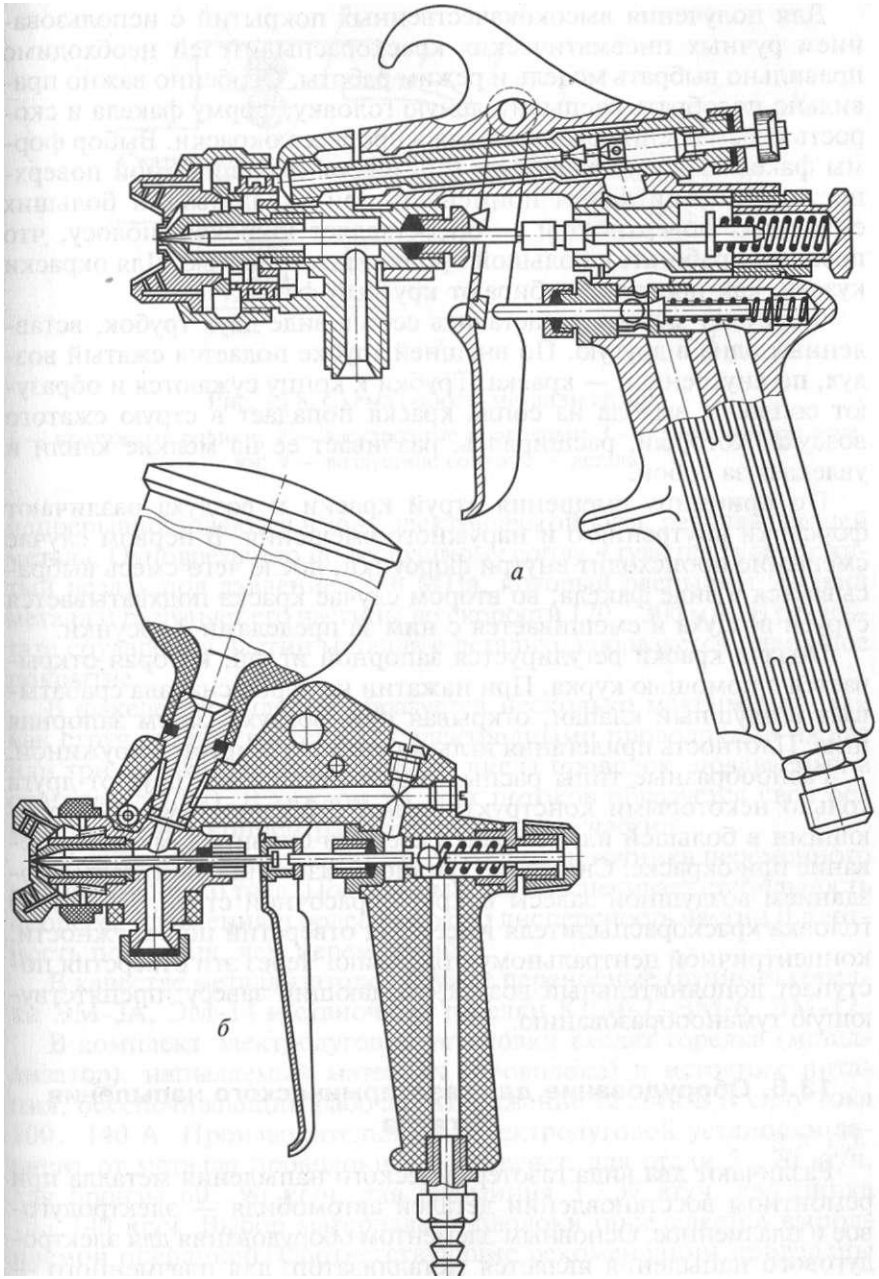


Рис. 13.7. Схемы ручных пневматических краскораспылителей с нижним *(а)* и верхним *(б)* подводом краски

Для получения высококачественных покрытий с использованием ручных пневматических краскораспылителей необходимо правильно выбрать модель и режим работы. Особенно важно правильно подобрать распылительную головку, форму факела и скорость перемещения распылителя в процессе окраски. Выбор формы факела зависит от формы и размеров окрашиваемой поверхности. Плоский факел применяют при окрашивании больших сплошных поверхностей — он оставляет широкую полосу, что позволяет работать с большой производительностью. Для окраски кузова, как правило, выбирают круглый факел.

Форсунку можно представить себе в виде двух трубок, вставленных одна в другую. По внешней трубке подается сжатый воздух, по внутренней — краска. Трубки к концу сужаются и образуют сопло. У выхода из сопла краска попадает в струю сжатого воздуха, который, расширяясь, разбивает ее на мелкие капли и увлекает за собой.

По принципу смешения струй краски и воздуха различают форсунки внутреннего и наружного смешения. В первом случае смешение происходит внутри форсунки, после чего смесь выбрасывается в виде факела; во втором случае краска подхватывается струей воздуха и смешивается с ним за пределами форсунки.

Подача краски регулируется запорной иглой, которая открывается с помощью курка. При нажатии на курок сначала срабатывает воздушный клапан, открывая путь воздуху, затем запорная игла. Плотность прилегания иглы к соплу регулируется пружиной.

Разнообразные типы распылителей отличаются друг от друга только некоторыми конструктивными особенностями, позволяющими в большей или меньшей степени снизить туманообразование при окраске. Снижение туманообразования достигается созданием воздушной завесы вокруг окрасочной струи. Для этого головка краскораспылителя имеет ряд отверстий по окружности, концентричной центральному отверстию. Через эти отверстия поступает дополнительный воздух, создающий завесу, препятствующую туманообразованию.

13.6. Оборудование для газотермического напыления металла

Различают два вида газотермического напыления металла при ремонтном восстановлении деталей автомобиля — электродуговое и плазменное. Основным элементом оборудования для электродугового напыления является металлизатор, для плазменного — плазматрон.

Металлизатор (рис. 13.8) работает следующим образом. Две электродные проволоки 2, к которым подключен электрический ток, с помощью протяжных роликов *1* по направляющим втулкам *3*

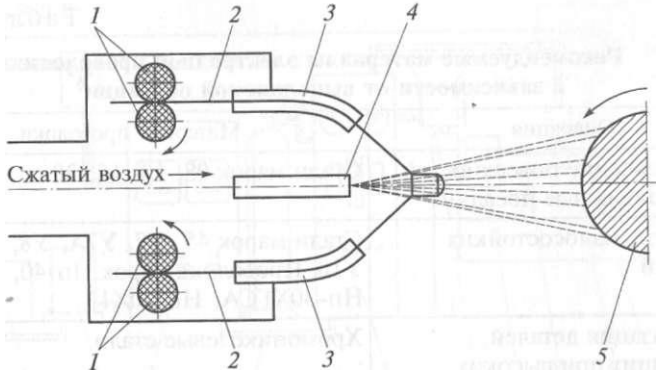


Рис. 13.8. Схема работы металлизатора:
1 — протяжные ролики; *2* — электродные проволоки; *3* — направляющие втулки; *4* — воздушное сопло; *5* — деталь

непрерывно подаются в зону электрической дуги, расплавляющей металл. Одновременно по воздушному соплу *4* туда поступает сжатый воздух под давлением 0,6 МПа, который распыляет жидкий металл и разгоняет его частицы до скорости 120... 300 м/с. В результате соударения частиц металла с деталью *5* образуется сплошное покрытие.

В факеле распыления образуется несколько максимумов, так как струя воздуха рассекается электродными проволоками на два или три потока (в зависимости от числа проволок, подаваемых в очаг плавления). В каждом из этих потоков образуется своя ось максимальной концентрации распыленных частиц.

Электрическая дуга может питаться от источника переменного или постоянного тока. Постоянный ток обеспечивает стабильность процесса плавления и более высокую дисперсность частиц и плотность покрытия, чем переменный.

В качестве металлизаторов служат переносные (ручные) горелки ЭМ-3А, ЭМ-14 и станочные горелки КДМ-2, ЭМ-6, ЭМ-12.

В комплект электродуговой установки входят горелка (металлизатор), напыляемый материал (проволока) и источник питания, обеспечивающий рабочее напряжение 18...40 В и силу тока 100... 140 А. Производительность электродуговой установки зависит от металла проволоки и составляет: для стали 5...70 кг/ч, для бронзы 60...90 кг/ч, для алюминия 3...37 кг/ч, для цинка 10... 140 кг/ч. Выбор материала проволоки определяется выполняемой операцией. Соответствующие рекомендации приведены в табл. 13.7.

Плазменное напыление по сравнению с электродуговым имеет меньшую производительность (2...20 кг/ч), но позволяет наносить покрытия из всех материалов, которые не разлагаются и не

Таблица 13.7

Рекомендуемые материалы электродной проволоки в зависимости от выполняемой операции

Операция	Материал проволоки
Восстановление поверхностей под неподвижные посадки	Стали марок 08, 10, 15, 20
Нанесение износостойких покрытий	Стали марок 45, У7, У7А, У8, У8А, У10. Проволока марок Нп-40, Нп-ЗОХГСА, Нп-30Х13
Металлизация деталей, работающих при высоких температурах	Хромоникелевые стали
Восстановление подшипников	Антифрикционные сплавы с содержанием (% по массе): алюминия — 50; свинца — 50; стали — 75; меди — 25; стали — 75; латуни — 25; меди — 75; свинца — 25
Нанесение антифрикционных покрытий	Латунь ЛС59-1
Заделка трещин и раковин; нанесение антикоррозионных покрытий на чугунные детали	Цинк Ц1 и Ц2
Заделка трещин в деталях из алюминиевых сплавов	Сплавы АД, АМц и АМг

испаряются при обычных температурах (окислы, нитриды, карбиды, многокомпонентные материалы — псевдосплавы).

Ремонтное восстановление изношенных деталей плазменным напылением выполняют на специализированных участках, укомплектованных установкой или камерой плазменного напыления, источником питания, установкой охлаждения оборотной воды, камерой дробеструйной обработки деталей, установкой определения зернистости порошков, электропечью, водяным насосом, масловлагопоглотителем, техническими весами, слесарным верстаком и стеллажом для хранения порошков, абразива и деталей. Для охлаждения плазменных горелок и источника питания желательно использовать дистиллированную воду.

Промышленностью выпускаются установки плазменного напыления нескольких типов, из которых наиболее универсальной является установка УПУ-ЗД (рис. 13.9). Она поставляется в комплекте с источником питания, имеет дистанционный пульт управления и позволяет плавно и достаточно точно регулировать параметры плазменной струи и расход газов (основного, дополнительного и транспортирующего порошок).

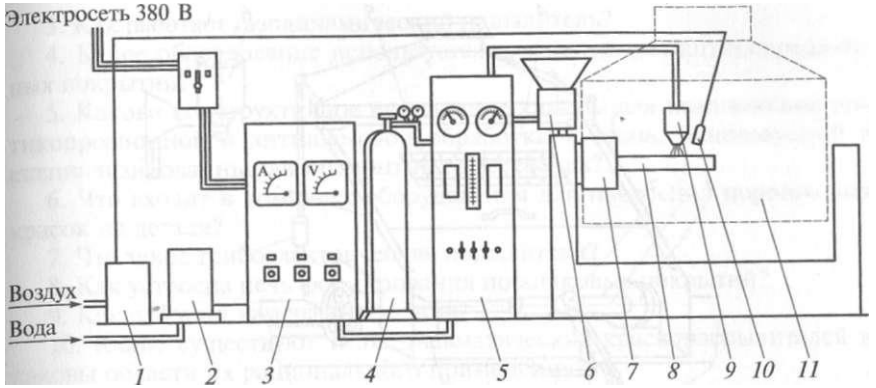


Рис. 13.9. Схема установки плазменного напыления УПУ-3Д: *1* — масловлагоотделитель; *2* — водяной насос; *3* — источник питания; *4* — баллоны с газом; *5* — дистанционный пульт управления; *6* — бункер-питатель (дозатор порошка); *7* — вращатель детали; *8* — деталь; *9* — плазмотрон; *10* — воздушный охладитель; *11* — камера напыления

Мощность плазматрона зависит от размеров межэлектродного пространства и от вида плазмообразующего газа.

Самый нагруженный элемент плазматрона — сопло, которое формирует геометрические и энергетические параметры плазменной струи. Оно подвергается наибольшему износу, поэтому изготовляется сменным. Срок службы сопла зависит от режима работы плазматрона, вида плазмообразующего газа и системы охлаждения. Конструктивно плазматроны отличаются системой охлаждения соплового узла и местом ввода порошка в плазменную струю.

Стабильность процесса плазменного напыления во многом определяется надежной работой порошковых бункеров-питателей (дозаторов). Наибольшую стабильность подачи металлических порошков обеспечивают питатели с механическим дозированием. В качестве дозирующих устройств применяются инжекторы, вертикальные или горизонтальные барабаны, шнеки и пр. Для улучшения сыпучести порошка и предотвращения его зависания в дозаторах используются электромагнитные или пневматические вибраторы.

При небольшом объеме ремонтно-восстановительных работ Целесообразно использовать портативную камеру плазменного напыления (рис. 13.10). Камера устанавливается на токарный станок *9* таким образом, чтобы при напылении патрон *1,* вращающий деталь 2, и задняя бабка *10* находились внутри камеры. Для этого в ее боковых стенках прорезаны окна, а для исключения попадания на суппорт *11* и станину станка металлического порошка из порошкового питателя *6* низ камеры обшит железным

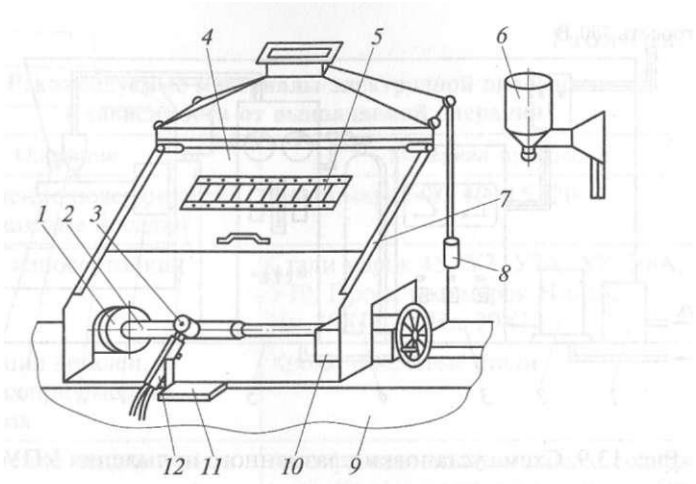


Рис. 13.10. Схема портативной камеры плазменного напыления:

1 — патрон станка; *2* — напыляемая деталь; *3* — плазмотрон; *4* — подвижная шторка; 5 — смотровое окно; *6* — порошковый питатель; 7 — направляющие планки; *8* — противовесы; *9* — токарный станок; *10* — задняя бабка; *11* — суппорт; *12* — регулировочная планка

листом. С целью защиты оператора от инфракрасного и ультрафиолетового излучения лицевая сторона камеры снабжена подвижной шторкой *4,* перемещаемой в направляющих планках 7. Для наблюдения за процессом напыления в шторке прорезано смотровое окно *5* с цветными стеклами (как в щитках и масках электросварщиков). Легкость перемещения шторки *4* обеспечивается противовесами *8.*

Плазматрон *3* с помощью регулировочной планки *12* закреплен на суппорте станка. Таким образом, при включении подачи суппорта обеспечивается равномерное перемещение плазматрона относительно напыляемой поверхности. Нужное расстояние между соплом и деталью устанавливается с помощью регулировочной планки *12.*

При плазменном напылении выделяется большое количество тепла, образуются окислы азота, озон и аэрозоли напыляемых материалов. Для обеспечения безопасных условий труда напыление следует производить в вытяжных шкафах.

Контрольные вопросы

1. Какая технологическая оснастка применяется при ремонте пластиковых деталей?
2. Какое оборудование применяется для газодинамического нанесения металлических покрытий?
3. Как работает газодинамический напылитель?
4. Какое оборудование используется для нанесения антикоррозионных покрытий?
5. Каково конструктивное исполнение камеры для комплексной антикоррозионной и антишумовой обработки кузовов, используемой в специализированных авторемонтных мастерских?
6. Что входит в комплект оборудования для нанесения порошковых красок на детали?
7. Что такое трибоэлектрические напылители?
8. Как устроена печь формирования порошковых покрытий?
9. Как работает камера напыления?
10. Какие существуют типы пневматических краскораспылителей и каковы области их рационального применения?
11. Как устроен электродуговой металлизатор?
12. Какое оборудование применяется для плазменного напыления?

Глава 14. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ОКРАСКЕ И ДЛЯ СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

14.1. Оборудование участка подготовки автомобилей к окраске

Участки подготовки автомобилей к окраске предназначены для изоляции зоны пылеобразующих работ (шлифовка кузовных деталей, шпатлевка и т.д.) и удаления пыли из зоны обработки. Наиболее эффективным является отбор пыли непосредственно в месте ее образования, т.е. там, где происходит контакт абразивного материала с обрабатываемой поверхностью. С этой целью в конструкции электропневмоинструмента для сухого шлифования предусмотрены каналы, соединяющие рабочую поверхность инструмента с патрубком для подсоединения пылеотводящего шланга.

В условиях АРП пылеотвод организуется двумя способами: с помощью мобильных аппаратов (пылесосов) либо с использованием централизованной системы пылеудаления. Каждый из этих способов при правильном выборе параметров оборудования и грамотной организации процесса позволяет эффективно удалять пыль из зоны обработки. Определяющим при выборе способа пылеудаления является пропускная способность участка кузовного ремонта, количество рабочих постов, конструктивные и планировочные особенности участка подготовки к окраске, а также экономическая целесообразность.

В большинстве случаев идеальным решением проблемы пылеудаления является использование мобильных аппаратов. Схема пылеудаления таким аппаратом при сухом шлифовании показана на рис. 14.1. Каждый аппарат может одновременно обслуживать два шлифовальных инструмента, которые подсоединяются к нему шлангами длиной до 3,5 м (фрагмент его показан на рисунке).

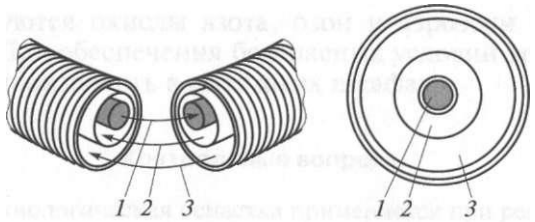


Рис. 14.1. Схема пылеудаления при сухом шлифовании:
1 — подвод сжатого воздуха; *2* — отвод отработанного воздуха; *3* — отвод пыли

Аппараты просты в применении и не требуют никаких подготовительных работ.

На крупных участках подготовки к окраске использование мобильных аппаратов не всегда экономически целесообразно. В этом случае чаще отдают предпочтение централизованным системам отвода продуктов шлифования (рис. 14.2, *а),* предполагающим выполнение работ на стационарных постах подготовки к окраске. Каждый пост оснащается блоком энергообеспечения (рис. 14.2, *б)* — комбинированным устройством, на котором предусмотрены розетки электропитания для электроинструмента и осветительных приборов, блок воздухоподготовки с быстроразъемными фитингами для подачи сжатого воздуха на пневмоинструмент, а также два патрубка для подсоединения гибких пылеудаляющих шлангов. Энергетический блок может закрепляться неподвижно на любом удобном месте (стене, опорной колонне, балке перекрытия и т.д.) или размещаться на поворотной консоли, что существенно увеличивает радиус действия инструмента.

Блоки энергообеспечения всех постов системой магистралей соединяются с вытяжной установкой, где смонтированы турбина с электроприводом, фильтр очистки поступающего воздуха с аппаратурой электропитания и управления. Вытяжная установка

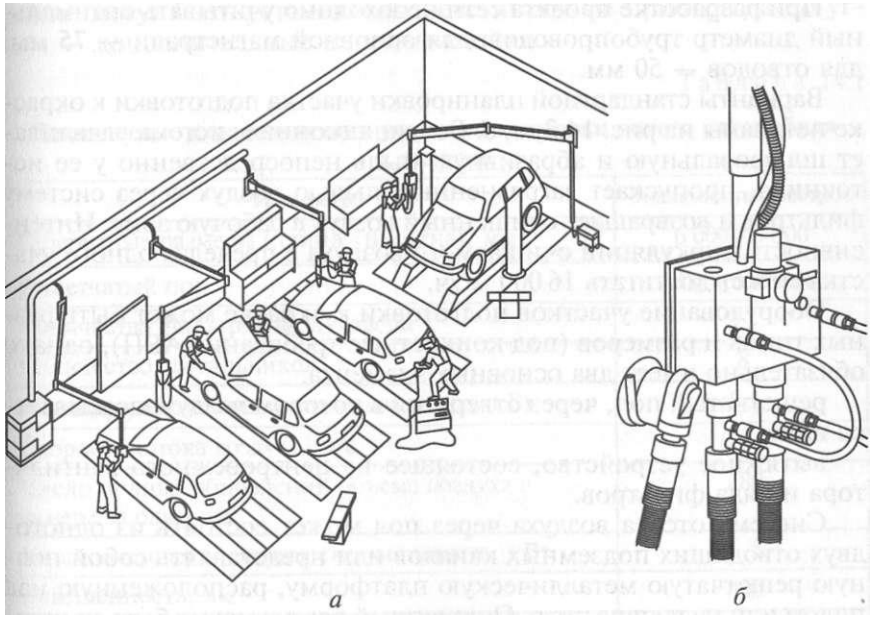


Рис. 14.2. Централизованная система отвода продуктов шлифования с поворотными консолями *(а)* и блок энергообеспечения *(б)* стационарного поста подготовки кузова к окраске

может располагаться в любом месте участка подготовки к окраске или в отдельном помещении, но суммарная длина магистралей не должна превышать 50...60 м.

Производительность вытяжной установки определяется количеством одновременно обслуживаемого пневмоинструмента (или рабочих мест) и может быть от 3 до 6. Так как коэффициент использования инструмента обычно не превышает 0,5, то установка в составе централизованной системы может обслуживать от 6 до 12 рабочих мест.

Для отделения пыли применяется одноступенчатый воздушный фильтр большой площади (50 000 $см^3$), обеспечивающий высокую степень фильтрации. Увеличить ресурс фильтра и исключить необходимость его частого обслуживания позволяет система автоматической очистки способом обратной продувки фильтра сжатым воздухом.

Вытяжная установка управляется дистанционно, а расположенные на блоке энергообеспечения заслонки, перекрывающие каналы пылеудаления, снабжены концевыми выключателями. Как только открывается хотя бы одна из заслонок, запускается турбина. При любом количестве подключенных потребителей в системе автоматически поддерживается постоянное разрежение путем подачи на турбину дозируемого количества атмосферного воздуха.

При разработке проекта сети необходимо учитывать оптимальный диаметр трубопроводов: для основной магистрали — 75 мм, для отводов — 50 мм.

Варианты стандартной планировки участка подготовки к окраске показаны на рис. 14.3, *а, б*. Вентиляционная система улавливает шлифовальную и абразивную пыль непосредственно у ее источника, пропускает загрязненный пылью воздух через систему фильтров и возвращает очищенный воздух в рабочую зону. Интенсивность циркуляции очищаемого воздуха в пределах одного участка может достигать 16 000 $м^3$/ч.

Оборудование участков подготовки к окраске может быть разных типов и размеров (под конкретные требования АРП), однако обязательно имеет два основных элемента:

решетчатый пол, через отверстия в котором воздух засасывается вниз;

вытяжное устройство, состоящее из центробежного вентилятора и ряда фильтров.

Система отсоса воздуха через пол может состоять из одного-двух отводящих подземных каналов или представлять собой полную решетчатую металлическую платформу, расположенную над полом или на уровне пола. Очищенный воздух может быть частично или полностью выпущен наружу либо возвращен в рабочую зону через вентиляционные отверстия над вытяжным устройством или по приточному воздуховоду, подвешенному непосредственно над автомобилем. При необходимости на воздуховоде по всей его длине могут быть установлены осветительные приборы, а по углам — дополнительные опорные стойки.

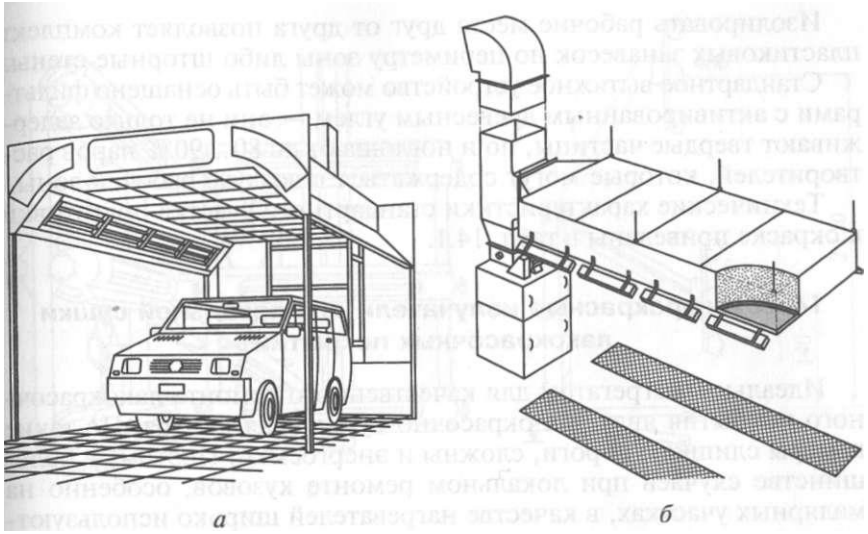


Рис. 14.3. Варианты планировки участка подготовки кузова к окраске: а _ участок на один автомобиль; *б* — участок с двухрядным решетчатым полом, с подвесным приточным воздуховодом и светильниками

Таблица 14.1

Технические характеристики участка подготовки одного автомобиля к окраске

Параметры	Значения параметров
Габаритные размеры (длинахширина), мм	6 000х3 600
Решетчатый пол	Двухрядный
Количество фильтров воздуховода	12
Количество светильников	8
Мощность вытягивающего вентилятора, кВт	5,5
Скорость потока воздуха, м/с	0,16
Число полных обновлений объема воздуха в камере за один час	280
Установленная электрическая мощность, кВт	6,5
Освещенность, лк	800
Номинальная нагрузка на основание (одно колесо), кг	550
Уровень шума, дБ	76

Изолировать рабочие места друг от друга позволяет комплект пластиковых занавесок по периметру зоны либо шторные стены.

Стандартное вытяжное устройство может быть оснащено фильтрами с активированным древесным углем — они не только задерживают твердые частицы, но и поглощают до 80...90 % паров растворителей, которые могут содержаться в воздухе рабочей зоны.

Технические характеристики стандартного участка подготовки к окраске приведены в табл. 14.1.

14.2. Инфракрасные излучатели для локальной сушки лакокрасочных покрытий

Идеальным агрегатом для качественного ремонта лакокрасочного покрытия является окрасочно-сушильная камера. Но такие камеры слишком дороги, сложны и энергоемки. Поэтому в большинстве случаев при локальном ремонте кузовов, особенно на малярных участках, в качестве нагревателей широко используются инфракрасные (ИК) излучатели.

Под воздействием ИК-излучения большинство современных лакокрасочных материалов не только высыхает, но и полностью полимеризируется, поэтому после такой сушки покрытие можно сразу шлифовать и полировать.

Исследования процессов высыхания различных лакокрасочных материалов показали, что использование ИК-излучателей, работающих одновременно в диапазоне коротких (SW) и средних (MW) волн, обеспечивает лучшее качество покрытия и более высокую скорость сушки. Коротковолновое излучение проникает через все слои покрытия, обеспечивая наилучшие физико-механические его свойства.

Производятся ИК-излучатели различной мощности и самых разных исполнений, включая простые модели, с успехом используемые в небольших мастерских, и сложные высокопроизводительные автоматизированные системы, оснащенные компьютером и дистанционным пирометром. Такие сушилки сами следят за поддержанием оптимальной температуры, не допуская перегрева ремонтируемого участка кузова.

Элементы (стержневые кварцевые лампы) сгруппированы в ИК-излучателях по 3, 4 или 6 (рис. 14.4, *а)* и установлены так, чтобы плотность излучения была равномерной без перегрева или недогрева отдельных зон. Излучение каждой лампы фокусируется отдельно, чтобы создать равномерное температурное поле на нагреваемой детали. В каждый ИК-излучатель вмонтирован вентилятор охлаждения и программируемая система управления, поддерживающая заданную температуру. Повысить коэффициент отражения позволяет золотое покрытие каждого рефлектора, в наименьшей степени поглощающее ИК-излучение. Для защиты от пыли

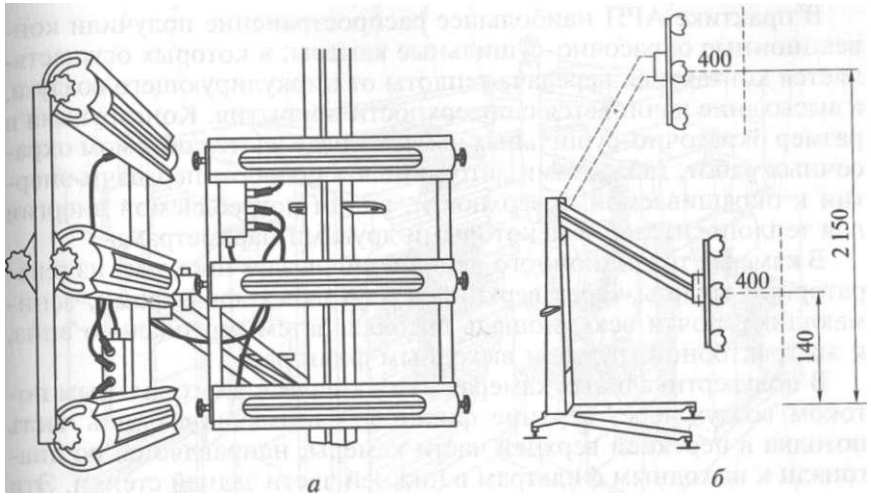


Рис. 14.4. Группирование элементов в ИК-излучателе *(а)* и расположение ИК-излучателя относительно панели кузова *(б)*

все ИК-излучатели закрыты тонкой защитной сеткой и оснащены специальными фильтрами, задерживающими более 50 % вредного для организма людей излучения.

Все ИК-излучатели позволяют работать с поверхностями, ориентированными в любом направлении, на высоте 14... 215 см. Оптимальное рабочее расстояние от ИК-излучателя до панели кузова составляет 400...600 мм (рис. 14.4, *б).*

Напольные излучатели с колесами относительно большого диаметра легко передвигать и устанавливать в нужном месте, фиксируя специальным тормозом. Производятся также и подвесные излучатели, скользящие по направляющим, расположенным под потолком.

Встроенные блоки управления содержат шесть стандартных программ, предназначенных для сушки различных типов покрытия, но более высокие результаты достигаются ручной корректировкой.

Несмотря на достаточно высокую стоимость ИК-излучатели дают положительный эффект — они позволяют сэкономить время и электроэнергию при выполнении мелких и средних работ, а также повысить их качество.

14.3. Окрасочно-сушильные камеры

Качество и долговечность лакокрасочного покрытия кузовов в значительной мере зависят от правильного выбора и соблюдения режима сушки. Интенсифицировать процессы сушки позволяет нагрев окрашенных поверхностей кузова, т.е. искусственная сушка.

достигает 99 %, опасность появления пыли полностью исключена. Обычно в камерах используется двухступенчатая система фильтрации воздуха. Схемы потока *11* воздуха, входящего в камеру, потока *3* подготовленного воздуха, поступающего внутрь камеры, нисходящего потока 75 воздуха внутри камеры и потока *10* воздуха, выходящего из камеры, показаны на рисунке.

Нагрев воздуха, поступающего в камеру, осуществляется генераторной группой *6,* работающей на жидком топливе либо газе с помощью ТЭНов, скомпонованных в шесть блоков (суммарной мощностью 48 кВт). Воздух забирается только из рабочего помещения. Все системы нагрева комплектуются терморегуляторами и таймерами для контроля температуры и времени сушки.

Для быстрого набора и поддержания внутри камеры при сушке температуры около 60 °С используется специальная система циркуляции потока воздуха, управляемая заслонкой, установленной в генераторной группе *6.* Эта заслонка заставляет около 90 % воздуха, выходящего из основания через напольные фильтры, направляться не наружу, а опять в теплообменник *14* для повторного нагрева. Таким образом, в камерах предусмотрены два режима работы — окраска и сушка, причем внутри камер поддерживается давление чуть выше атмосферного, чтобы исключить засасывание внешнего воздуха.

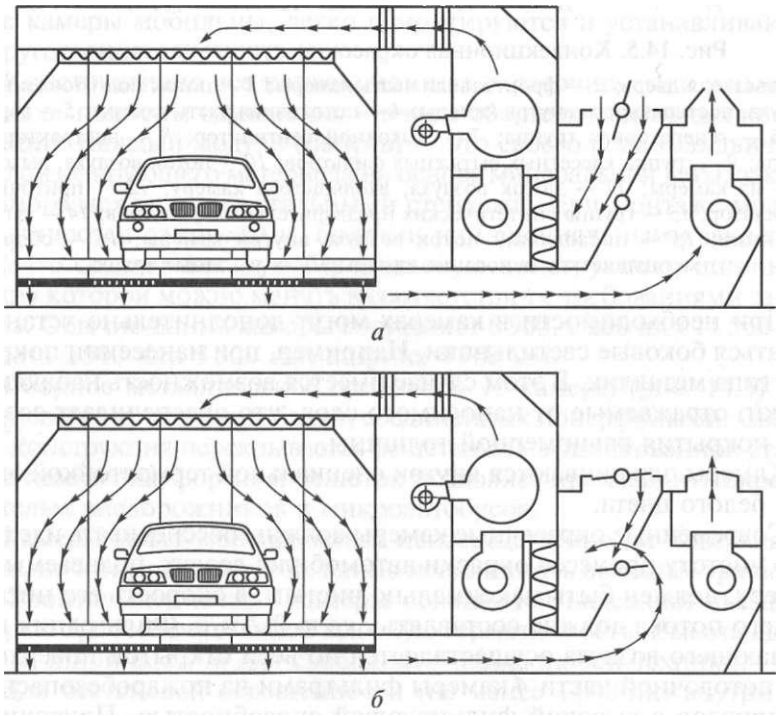


Рис. 14.6. Схемы движения потоков воздуха в окрасочно-сушильной камере при работе в режиме окраски без рециркуляции *(а)* и в режиме сушки с рециркуляцией 85 % *(б)*

Особенность системы циркуляции потока воздуха внутри камеры состоит в том, что, кроме генераторной группы *6* (вентилятор и теплообменник *14* с горелкой 5), она включает в себя экстракторную группу *8.* Экстрактор имеет отдельный выходной вентилятор 7 и две группы фильтров: предварительные фильтры *13* из синтетических волокон и кассетные вытяжные фильтры *9* с активированным углем. Блок очистителя экстрактора сообщается с камерой через заслонку и всасывает воздух из-под пола камеры. Такая схема позволяет значительно снизить содержание пигментов краски и паров растворителей в выходящем воздухе.

Управление процессами, происходящими в окрасочной камере, осуществляется со специального пульта.

Схемы движения потоков воздуха при работе в режиме окраски и в режиме сушки показаны на рис. 14.6.

Контрольные вопросы

1. Какие способы пылеотвода используются на АРП?
2. Какие системы пылеотсоса применяются в мобильных аппаратах пылеудаления?
3. Как устроена централизованная система отвода продуктов шлифования с поворотными консолями?
4. Что представляет собой блок энергообеспечения стационарного поста подготовки кузова к окраске?
5. Как выглядит зона подготовки кузова к окраске?
6. Как устроены инфракрасные излучатели для локальной сушки лакокрасочных покрытий?
7. Каким образом работают конвекционные сушильные камеры?
8. Опишите особенности системы циркуляции потока воздуха внутри камеры.

РАЗДЕЛ IV

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ, АГРЕГАТОВ И НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЯ

Глава 15. ВОССТАНОВЛЕНИЕ АГРЕГАТОВ И БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСМИССИИ

15.1. Разборочно-сборочные работы

Разборка соединений. Технологический процесс разборки представляет собой совокупность операций по разъединению объектов ремонта на сборочные единицы и детали, выполняемых в определенной технологической последовательности.

При ремонте автомобилей на АРП объем разборочных работ устанавливается в зависимости от состояния объекта ремонта, на основании осмотра, испытаний и диагностики. Разборка производится до тех пор, пока можно будет снять агрегат, узел, деталь, подлежащие восстановлению или замене.

Разборка автомобиля или его агрегатов выполняется с соблюдением следующих общих требований:

на изделиях, поступающих на разборку, не должно быть грязи, остатков смазки и смолистых веществ;

агрегаты и узлы, детали которых соединены сваркой, клепкой или посадкой с натягом, разбираются только в случае необходимости замены одной из деталей соединения новой или отремонтированной;

шпильки вывертываются из резьбовых отверстий деталей только тогда, когда это необходимо для ремонта детали или замены шпильки;

разборку агрегатов необходимо производить на специальных стендах с поворотными устройствами для удобства доступа к различным деталям;

рабочее место должно быть оснащено необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом, обеспечивающими соблюдение правил техники безопасности и сохранность деталей от поломок, деформации, повреждений обработанных поверхностей;

для снятия подшипников качения с валов и выпрессовки из отверстий следует применять специальные съемники или оправки (передача усилия через тела качения не допускается);

при разборке следует применять наставки, оправки, выколотки с наконечниками из мягких цветных металлов;

детали со специальными резьбовыми отверстиями должны вьшрессовываться с помощью монтажных болтов или съемников.

Все соединения деталей разделяются на следующие группы: по сохранению целостности при разборке — разъемные и неразъемные; по возможности относительного перемещения составных частей — подвижные и неподвижные; по способу образования — резьбовые, прессовые, шлицевые, шпоночные, сварные, клепанные, комбинированные; по форме сопрягаемых поверхностей — цилиндрические, плоские, конические, винтовые, профильные.

В автомобильных агрегатах практически все подвижные соединения являются разборными. Неподвижные разборные соединения с плоскими сопряженными поверхностями выполняются с помощью болтов и шпилек, а соединения с цилиндрическими сопряженными поверхностями — с помощью соответствующих посадок, а также шлицов, резьбы, шпонок, штифтов. Неподвижные неразборные соединения деталей выполняются сваркой, пайкой, клепкой, склеиванием, развальцовкой, горячей прессовой посадкой.

Таким образом, общим элементом технологических процессов разборки-сборки разных агрегатов (узлов) являются особенности разборки-сборки отдельных видов соединений деталей, образующих агрегат (узел).

По данным технической литературы, трудоемкость разборочных работ при капитальном ремонте агрегатов автомобиля составляет 10... 15 % общей трудоемкости его ремонта. Доля трудоемкости разборки резьбовых соединений при этом составляет около 60 % общей трудоемкости разборочных работ, прессовых — 20 %. Качественное выполнение разборочных работ позволяет исключить повреждения деталей и повторно использовать до 70 % деталей, что, в свою очередь, уменьшает себестоимость ремонта. Стоимость годных деталей для АРП составляет 6... 10 % от цены новых деталей, отремонтированных — 30...40%, замена деталей — 110...150%.

Разборка агрегатов выполняется в определенной технологической последовательности, с использованием универсальных и специальных стендов и оснастки. В качестве примера может служить технологическая схема разборки двигателя автомобиля (рис. 15.1).

Основные правила разборки автомобильных агрегатов следующие:

разборка начинается со снятия легкоповреждаемых и защитных частей (топливо- и маслопроводы, электрооборудование, шланги и т.п.), затем снимаются самостоятельные сборочные единицы, которые очищаются от грязи и разбираются на детали;

Рис. 15.1. Технологическая схема разборки двигателя автомобиля

агрегаты после снятия с автомобиля подвергаются дефектации и при необходимости — последующему ремонту;

в процессе разборки не рекомендуется разукомплектовывать сопряженные пары, обработанные и сбалансированные на заводе-производителе, а также приработанные пары деталей, годные для дальнейшей работы;

крепежные детали (гайки, болты и пр.) при разборке укладываются в сетчатую тару для лучшей очистки в моечных установках;

запрещается разукомплектовывать детали с резьбой повышенной точности (болты и гайки крепления шатунных крышек к шатуну, маховика к коленчатому валу и пр.);

если метки перед разборкой плохо заметны, то их необходимо восстановить;

открытые полости и отверстия закрываются пробками и крышками.

Разборочные работы состоят из основных и вспомогательных элементов. Основные элементы составляют наибольший объем в разборочном процессе и представляют собой операции разборки резьбовых и прессовых соединений. Вспомогательные элементы включают в себя перемещение, установку и крепление разбираемых агрегатов.

Наиболее массовые разборные соединения — резьбовые — составляют до 75 % всех соединений автомобиля. Их разборка и сборка производятся с помощью ручного или механизированного инструмента. Основной задачей процесса разборки резьбовых соединений является разъединение скрепленных деталей, обеспечивающее экономически целесообразное сохранение годности деталей разбираемой сборочной единицы.

В соответствии с местом расположения в автомобиле резьбовые соединения делятся на три группы, приведенные в табл. 15.1.

Повышение производительности процесса разборки резьбовых соединений в 3,5 —4,5 раза возможно за счет использования механизированного инструмента (гайко-, винто- и шпильковерто в). Механизация разборки напряженных резьбовых соединений на АРП обеспечивается применением одношпиндельных пневматических гайковертов статического или ударного действия. Первые применяются для резьбовых соединений с небольшими крутящими моментами, вторые — для соединений со значительными крутящими моментами.

Крутящий момент отвертывания гаек и болтов диаметром 10...26 мм определяется по формуле

$$M = \kappa d^2$$

где $M^{кр}$ — крутящий момент, Н м; κ^c — коэффициент, учитывающий состояние резьбового соединения (κ^c = 0,5...0,75); $d^{ср}$ — средний диаметр резьбы, мм.

Таблица 15.1

Классификация резьбовых соединений и величина крутящего момента при разборке

Группа соединений	Место расположения в автомобиле	Примеры соединений	Крутящий момент, Н, в зависимости от диаметра резьбы, мм				
			М8	М10	М12	М14	М16
Тяжелые	Снаружи автомобиля	Крепление колес, полуосей, рессор, редукторов	45	80	190	260	350
Средние	Снаружи автомобиля, в верхней его части, закрыты кожухами, капотами	Крепление головок блока цилиндров, корпуса муфт сцепления, крышек шестерен газораспределения	До 40	До 60	До 180	До 190	До 320
Легкие	Внутри корпуса	Крепление крышек коренных подшипников, крышек шатунов, фланцев	До 35	До 45	До 160	До 180	До 300

Другим трудоемким процессом разборки агрегатов автомобиля является разборка соединений с натягом, так как действительные усилия при их распрессовке значительно превосходят теоретические (особенно, если эти соединения работали в условиях коррозии).

Соединения с гарантированным натягом разбираются одним из двух способов: приложением осевого усилия либо с использованием тепловых деформаций. Приложение осевого усилия возможно с помощью прессов, съемников и специальных приспособлений.

Усилие выпрессовки колец подшипников определяется по формуле

$$P^{n} = df^{l}EnB5/[2fc^{a}(d+30)],$$

где P^{n} — усилие выпрессовки колец подшипников, **Н; *d*** — номинальный диаметр отверстия подшипника, мм; /[— коэффициент трения в сопряжении (/j = 0,10... 0,25); ***E*** — модуль упругости материала подшипника ($E = 22 \cdot 10^4$ МПа); *B* — ширина опорного кольца подшипника, мм; 8 — расчетный натяг, мм; $к^{n}$ — коэффициент, характеризующий серию подшипника ($к^{n}$ = 2,78 для подшипников легкой серии, $к^{a}$ = 2,27 — средней серии, $к^{n}$ = 1,96 — тяжелой серии).

Усилие выпрессовки шкивов, шестерен и втулок определяется по формуле

$$P_{в} = f2\hat{}d_{cp}a_{cp}L,$$

где $P_{в}$ — усилие выпрессовки шкивов, шестерен, втулок, $H;f^{2}$ — коэффициент трения в сопряжении (f^{2} = 0,15...0,25); d^{cp} — средний диаметр контактирующих поверхностей, мм; a^{cp} — напряжение сжатия на контактирующей поверхности, МПа; ***L*** — длина запрессованной части детали, мм.

Способы разборки прессовых соединений представлены в табл. 15.2.

Детали кольцевой формы можно снимать с помощью индукционных нагревательных устройств, устанавливаемых на демонтируемое кольцо. При этом разъединение деталей происходит при тепловом зазоре, что исключает повреждение посадочных поверхностей. Зазор образуется вследствие нагрева охватывающей детали со скоростью, превышающей скорость передачи теплоты в охватываемую деталь через поверхность их контакта. Температура нагрева составляет 250...300 °С, продолжительность нагрева не должна превышать 25... 30 с.

Сборка соединений. Технологический процесс сборки выполняется с соблюдением соответствующих требований и в определенной последовательности (в зависимости от группы соединения).

Сборка резьбовых соединений требует обеспечения соосности осей болтов, шпилек, винтов с резьбовыми отверстиями; необходимой

Таблица 15.2

Способы разборки прессовых соединений

Способ разборки	Метод выполнения	Используемые средства
Механический	Приложение осевого усилия	Съемники, прессы
Гидравлический	Подача масла по системе отверстий и канавок	Масло под высоким давлением
Гидропрессовый	Подача масла со стороны свободного торца	Масло под высоким давлением и приложение осевого усилия
Термический	Факельный нагрев, пластическое деформирование, охлаждение	Газовые горелки и прочие индукционно-нагревательные установки
Комбинированный	Гидравлический с механическим, термический с механическим	

плотности посадки в резьбе; отсутствия перекосов торца гайки или головки болта относительно поверхности сопрягаемой детали. Кроме того, необходимо соблюдать очередность затяжки и постоянство усилия затяжки крепежных деталей в групповых резьбовых соединениях. Например, затяжка гаек производится крест-накрест в несколько приемов — сначала неполным моментом, затем окончательным, указанным в нормативно-технической документации. Момент затяжки резьбовых соединений контролируется динамометрическими ключами. Характерным примером правильной сборки резьбового соединения является последовательность затяжки гаек крепления головки блока цилиндров (рис. 15.2).

Сборка неподвижных соединений с натягом обычно выполняется с помощью прессов с гидравлическим и пневматическим приводом. Качество таких соединений зависит от материала сопрягаемых деталей, их геометрической формы и размеров, шероховатости поверхности, соосности деталей, прилагаемого усилия запрессовки. При запрессовке втулки в отверстие корпуса необходимо следить, чтобы не было перекосов, задиров и искажения формы втулки. Для направления и центрирования втулки относительно отверстия применяются специальные приспособления. В случае перекоса втулки и образования задиров сборку прекращают, втулку выпрессовывают и запрессовывают ее другой стороной. При запрессовке втулка деформируется, поэтому после запрессовки производится развертывание отверстия втулки.

Прочность прессового соединения можно повысить в 1,5—2,5 раза применением сборки с термовоздействием — нагревом охватывающей и охлаждением охватываемой детали. При этом образуется необходимый сборочный зазор, приложение осевой силы не требуется. Нагрев деталей может производиться в масляных ваннах, электропечах, индукционных установках. Для охлаждения деталей применяется жидкий азот, сухой лед в смеси с ацетоном, бензином или спиртом.

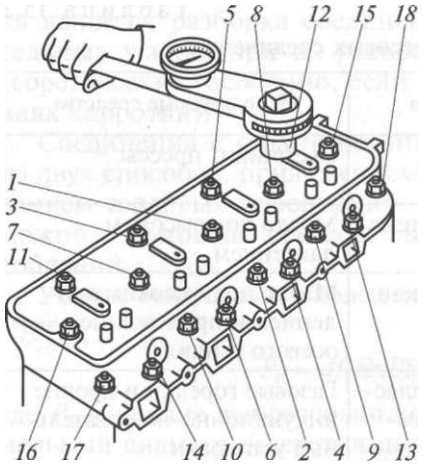


Рис. 15.2. Последовательность (7—***18)*** затяжки гаек крепления головки блока цилиндров

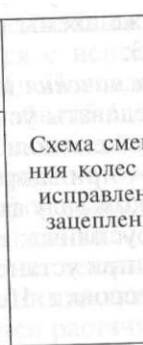
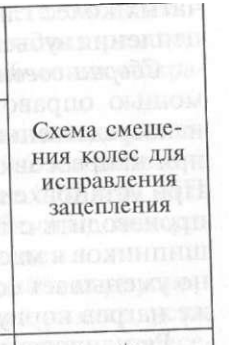
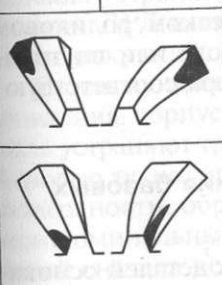
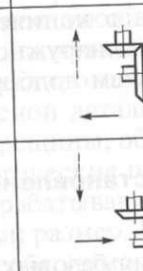
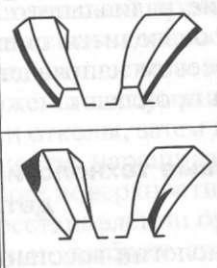
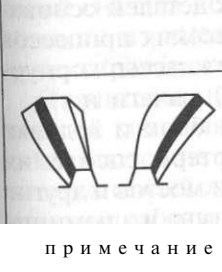
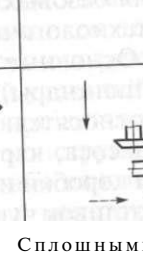
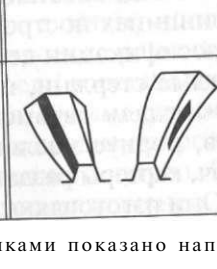
Сборка шпоночных соединений характеризуется тем, что особое внимание уделяется подгонке шпонок по торцам и зазору по наружной стороне шпонки. Через торцы шпонок крутящие моменты передаются от одной детали к другой, поэтому они должны быть очень точно пригнаны по шпоночному пазу сопряженной детали. При неточной пригонке резко возрастает удельное давление в шпоночном соединении, торцы шпонки и шпоночные пазы сминаются, образуется постепенно, увеличивающийся зазор.

Сборка цилиндрических зубчатых передач выполняется методами полной или неполной взаимозаменяемости с предварительным определением бокового зазора между зубьями на специальном приспособлении.

Правильность зацепления зубчатых колес в передаче характеризуется параллельностью осей валов и расположением их в одной

Таблица 15.3

Регулирование зацепления зубьев конических зубчатых колес главной передачи

Форма и положение пятна контакта		Схема смещения колес для исправления зацепления	Форма и положение пятна контакта		Схема смещения колес для исправления зацепления
при переднем ходе	при заднем ходе		при переднем ходе	при заднем ходе	
					
					Брак неисправим (зуб нарезан неправильно или оси шестерен направлены неверно)
					Брак неисправим (зуб нарезан неправильно)

примечание Сплошными стрелками показано направление смещения

зазора в результате смещения колеса по сплошной стрелке.

плоскости. Их выверка производится регулированием положения гнезд под подшипники в корпусе. После установки зубчатые колеса проверяются по зазору, зацеплению и контакту.

Сборка конической пары редуктора имеет ряд особенностей. Например, на заключительной операции производится регулирование зацепления путем осевого перемещения ведущего колеса (шестерни) вперед-назад и (или) ведомого колеса вправо-влево, для чего часть регулировочных прокладок перемещается с одной стороны на другую. Качество зацепления оценивается размерами, формой и положением пятна контакта на зубьях, значением бокового зазора между зубьями. Кроме того, на специальных обкаточных стендах, оснащенных шумоизмерительной аппаратурой, оценивается уровень шума, который также свидетельствует о качестве зацепления.

Форма и положение пятна контакта на зубьях конических зубчатых колес главной передачи, а также схемы регулирования зацепления зубьев показаны в табл. 15.3.

Сборка соединений с подшипниками качения выполняется с помощью оправок, позволяющих передавать усилие запрессовки непосредственно на торец соответствующего кольца: внутреннего — при напрессовке на вал, наружного — при запрессовке в корпус. При установке подшипника на коротком валу запрессовку можно производить с приложением осевого усилия к валу. Нагрев подшипников в масляной ванне до 100 °С при установке на вал заметно уменьшает осевое усилие для запрессовки. Целесообразен также нагрев корпусной детали.

Регулирование радиального зазора в коническом роликовом подшипнике производится смещением наружного или внутреннего кольца в осевом направлении путем подбора соответствующего комплекта прокладок.

15.2. Типовые технологии восстановления базовых деталей

Типовые технологии восстановления базовых деталей основаны на общих принципах построения технологических процессов ремонта и на классификации деталей. Основные классы: корпусные детали, круглые стержни, полые цилиндры, рычаги и т.д.

К *корпусным деталям* автомобиля относятся: блок и головка блока цилиндров, корпус масляного насоса, картеры сцепления и коробки передач, картеры раздаточной коробки и мостов и другие базовые детали. Они изготовляются из отливок чугуна и алюминиевых сплавов и предназначены для крепления деталей агрегатов. Общим конструктивно-технологическим признаком большинства корпусных деталей является наличие плоской поверхности и двух установочных отверстий, используемых в качестве установочной базы при изготовлении и при восстановлении деталей данного класса.

Основными видами износа корпусных деталей являются коррозионно-механический и молекулярно-механический, характеризующиеся переносом металла, молекулярным схватыванием, разрушением возникающих связей, вырыванием частиц, образованием продуктов химического воздействия агрессивных сред.

Основные дефекты корпусных деталей: механические повреждения (трещины на стенках и плоскостях разъемов, опорных поверхностях и гнездах под подшипники, пробоины частей картера, обломы шпилек); нарушение геометрических размеров, формы и взаимного расположения поверхностей (износ посадочных мест, резьбы, отклонения положения осей отверстий, коробление или деформация установочных, привалочных и стыковых поверхностей).

Восстановление базовых корпусных деталей агрегатов автомобилей выполняется с использованием дополнительных ремонтных деталей (ДРД). Последовательность технологических операций приведена в табл. 15.4.

Коробление плоскостей устраняется фрезерованием или шабрением (при отклонении от плоскостности более 0,2 мм на длине 100 мм) или шлифованием (при отклонении более 0,02 мм). Для установки деталей по возможности используют базовые поверхности, созданные на деталях заводом-производителем.

Износ внутренних цилиндрических поверхностей в корпусных деталях устраняется растачиванием под ремонтный размер, установкой ДРД с последующей механической обработкой, нанесением покрытий, наплавкой и плазменным напылением.

В основу проектирования технологического процесса восстановления корпусной детали заложены следующие правила: вначале устраняют трещины, обломы и отколы, затем восстанавливают базовые технологические поверхности, наращивают изношенные поверхности, обрабатывают рабочие поверхности под ремонтный или номинальный размер. При восстановлении оригинальных деталей сначала необходимо правильно выбрать способ устранения каждого из имеющихся дефектов, а затем, используя табл. 15.4, проектировать технологический процесс ремонта детали.

Значительный удельный вес среди восстанавливаемых базовых Деталей составляют детали класса *круглые стержни,* которые изготовляются из конструкционных среднеуглеродистых и легированных сталей либо из высокопрочного чугуна. В зависимости от Условий работы и конструктивного назначения эти детали могут иметь шейки, резьбу, отверстия, шпоночные пазы, шлицы, галтели, выточки, кулачки, зубья, торцовые поверхности, фланцы и другие поверхности, работающие при различных видах трения и нагрузках.

Таблица 15.4

Технологический маршрут типового технологического процесса восстановления корпусных деталей

Содержание операции	Используемое оборудование
Удаление обломанных болтов и шпилек	Сверлильный или электроискровой станок
Подготовка к заварке трещин, пробоин, отверстий с сорванной резьбой; подготовка вставок к приварке	Сверлильный станок, шлифовальная машина с гибким шлангом
Заварка трещин, отверстий; приварка вставок	Электросварочная установка
Заделка трещин и пробоин пластмассами	Установка для заделки трещин пластмассами
Обработка сварных швов, сверление, нарезание резьбы, цекование отверстий	Шлифовальная машина, сверлильный станок
Испытание шва на герметичность	Стенд для гидравлического испытания
Обработка установочной плоскости и отверстий	Плоскошлифовальный, фрезерный или сверлильный станок
Обработка привалочных плоскостей	Фрезерный станок
Предварительное растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД, поверхности под покрытия	Расточный станок
Окончательное растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД	Расточный станок
Запрессовка ДРД	Пресс
Нанесение гальванических, полимерных покрытий	Установка для нанесения покрытий
Предварительная обработка ДРД, гальванических, полимерных покрытий	Расточный или шлифовальный станок
Окончательная обработка ДРД, гальванических, полимерных покрытий	Расточный или шлифовальный станок
Доводка точных внутренних поверхностей	Хонинговальный станок

В автомобиле к деталям данного класса относятся коленчатые и распределительные валы, поворотные цапфы, валы коробок передач, валы и полуоси задних мостов.

При нормальной эксплуатации основной дефект деталей этого класса — износ. Характерные виды износа: окислительный, молекулярно-механический, коррозионно-механический, абразивный, усталостно-прочностный. Характерные дефекты: износ шеек, повреждение резьбовых поверхностей, биение привалочных поверхностей фланцев, износ гнезд под подшипники, износ эксцентриков и кулачков, износ шлицов и зубьев, повреждения установочных поверхностей.

Износ поверхностей круглых стержней устраняется различными методами воздействия на материал детали (раздел II), в зависимости от условий работы детали, качества ее поверхности, экономической целесообразности.

Последовательность операций типового технологического процесса восстановления круглых стержней приведена в табл. 15.5.

Таблица 15.5

Технологический маршрут типового технологического процесса восстановления круглых стержней

Содержание операции	Используемое оборудование
Исправление центровых отверстий	Токарный или центровальный станок
Устранение радиального биения	Пресс
Устранение поврежденной или изношенной резьбы	Токарный станок
Наплавка резьбовых и шлицевых поверхностей, заварка шпоночных пазов	Установка для наплавки
Правка деталей после наплавки (по потребности)	Пресс
Механическая обработка наплавленных поверхностей (резьбовых, шлицевых, шпоночных пазов и гладких отверстий)	Токарный, фрезерный и сверлильный станки
Предварительная и окончательная обработка поверхностей, подлежащих сопряжению с ДРД	Токарный станок
Запрессовка ДРД	Пресс
Предварительная обработка ДРД после запрессовки	Круглошлифовальный и токарный станки
Наплавка шеек	Установка для наплавки
Правка вала после наплавки	Пресс
Термическая обработка	Термическая печь
Правка	Пресс
Предварительная механическая обработка наплавленных шеек	Токарный и круглошлифовальный станки

Окончание табл. 15.5

Содержание операции	Используемое оборудование
Подготовка поверхностей к нанесению электрохимических покрытий	Токарный и круглошлифовальный станки
Нанесение электрохимических покрытий	Электрохимическая установка
Обработка электрохимических покрытий	Круглошлифовальный станок
Чистовая обработка поверхностей	Круглошлифовальный станок
Балансировка	Балансировочный станок
Доводка	Станок для суперфиниширования

Наиболее сложной базовой деталью круглых стержней в двигателе является коленчатый вал, для восстановления которого требуется наибольшее число основных и вспомогательных операций, поэтому он представляет собой обобщающую деталь класса круглых стержней. На его примере наглядно прослеживаются характерные дефекты валов и способы их устранения (табл. 15.6).

Третий класс распространенных базовых деталей автомобиля — *полые цилиндры:* гильзы цилиндров, крышки подшипников первичного вала коробки передач, фланцы валов коробки передач, ступицы колес, чашки дифференциалов. Материалом для этих деталей служат модифицированный, ковкий и специальный чугун, углеродистые стали. Основная особенность деталей данного класса — наличие концентричных наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, которые могут быть гладкими и ступенчатыми, зубчатыми и шлицевыми, фланцевыми и сложными.

Эти детали работают в условиях трения, сопровождающегося цикличным изменением температуры, и в агрессивных средах. Такие условия работы ведут к появлению характерных дефектов: износу внутренних и наружных посадочных мест под подшипники, износу шеек под сальники, износам, задирам, кольцевым рискам на трущихся поверхностях.

В качестве базовых поверхностей в полых цилиндрах используются внутренние и наружные цилиндрические поверхности и торцы.

Изношенные поверхности под подшипники обычно восстанавливаются с использованием ДРД — чаще всего втулок.

Износ шеек устраняется вибродуговой наплавкой (механическая обработка, наплавка, механическая обработка с последующим шлифованием) либо электроконтактной приваркой стальной ленты (шлифование, приварка ленты, шлифование поверхности ленты).

Таблица 15.6

Дефекты коленчатых валов и способы их устранения

Дефект	Способ устранения
Износ коренных и шатунных шеек; овальность, конусность, задиры посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик	Шлифование под ремонтный размер; нанесение покрытий способами электродуговой наплавки, электроконтактной приварки ленты, газотермического напыления порошковых материалов; наплавка с последующим обтачиванием и шлифованием, электроконтактная приварка ленты с последующим шлифованием
Износ маслосгонной резьбы	Углубление резьбы резцом и шлифование шейки до полного устранения следов износа
Износ шпоночных канавок	Фрезерование под увеличенный размер шпонок; фрезерование новой шпоночной канавки; наплавка с последующим фрезерованием шпоночной канавки
Износ посадочного места наружного кольца шарикоподшипника в торце вала	Растачивание посадочного места, запрессовка втулки с последующим растачиванием, наплавка с последующим растачиванием
Износ отверстий под штифты крепления маховика	Развертывание под ремонтный размер
Износ резьбы	Растачивание или зенкерование с последующим нарезанием резьбы увеличенного размера, углубление резьбовых отверстий с последующим нарезанием такой же резьбы под удлиненные болты (пробки)
Скручивание вала (нарушение расположения кривошипов)	Шлифование шеек под ремонтный размер с последующей балансировкой, наплавка шеек с последующим обтачиванием, шлифованием и балансировкой
Торцовое биение фланца маховика	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой
Изгиб вала до 0,15...0,2 мм	Шлифование шеек под ремонтный размер
Изгиб вала до 0,2... 1,2 мм	Правка под прессом или чеканка шеек
Трещины	Шлифование шеек под ремонтный размер, разделка трещин абразивным инструментом
Коррозия трущихся поверхностей	Зачистка шлифовальной шкуркой, шлифование и полирование

Операции технологического процесса восстановления полых цилиндров выполняются в следующем порядке: подготовка изношенных поверхностей к наплавке; термическое воздействие на деталь; подготовка поверхности под установку ДРД; установка и обработка ДРД; чистовая обработка и хонингование поверхностей.

15.3. Восстановление деталей с использованием лезвийного и абразивного инструмента

Характерным примером восстановления с использованием лезвийного и абразивного инструмента является ремонт блоков цилиндров и головок блоков.

В авторемонтном производстве при ремонте головок часто приходится восстанавливать подшипники распределительных валов. Наибольшую трудность представляет ремонт головок с разъемными крышками, плоскость разъема которых совпадает с осью вращения вала. В таких случаях в технологический процесс восстановления включаются операции растачивания и последующего хонингования.

Для растачивания постелей (опорных поверхностей для распределительного вала) используют специализированные либо универсальные расточные станки.

Речь идет о горизонтально-расточных станках с большим ходом резца, позволяющим обрабатывать отверстия во всех подшипниках за один установ. При растачивании без дополнительной опоры возможны вибрации резца и ухудшение качества поверхности подшипников, особенно удаленных от шпинделя станка. Поэтому наилучшие результаты дает растачивание с подвижным центром или люнетом.

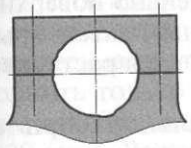
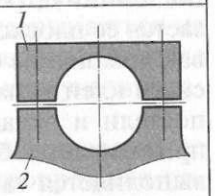
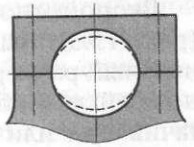
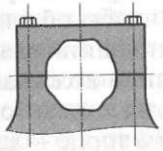
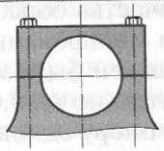
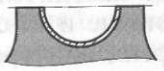
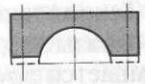
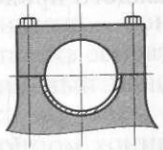
Другое решение — специальная борштанга с числом резцов, равным числу подшипников, при этом каждый резец настраивается на нужный размер отверстия. Борштанга имеет две опоры (по обоим торцам головки). Растачивание выполняется с наименьшим съемом металла (припуском) и минимальной продольной подачей резца, иначе поверхность подшипников окажется грубой, с отклонениями от цилиндричности. Для повышения качества обработки используются алмазные или эльборовые резцы.

После растачивания рабочие поверхности подшипников могут иметь сравнительно большую шероховатость, поэтому желательно загладить их хонингованием. Применение хонинговальных головок с жесткой подачей абразивных брусков позволяет добиться очень высокой чистоты и точности обработки. Можно использовать инструмент для хонингования с ручным приводом.

В зависимости от степени износа подшипников применяются различные схемы ремонта. Наиболее распространенные схемы восстановления подшипников головки блока цилиндров приведены в табл. 15.7.

Таблица 15.7

Наиболее распространенные схемы восстановления подшипников головки блока цилиндров

Степень износа	Схема восстановления
Небольшой: изношено исходное отверстие 	1. Подрезка поверхностей по разъему крышки (*1*) с головкой (*2*) 
	2. Обработка отверстия до номинального размера 
Сильный: повреждена опора 	1. Растачивание отверстия большего размера с использованием технологической крышки 
	2. Установка и подгонка силуминового вкладыша 
	3. Подрезка плоскости стыка крышки 
	4. Окончательная обработка отверстия до требуемого размера 

В некоторых случаях износ отверстий оказывается настолько велик, что восстановить их номинальные размеры уже нельзя. Обычно такой износ возникает на одной постели (реже — на двух) вследствие недостаточной смазки. Существует несколько способов борьбы с такими дефектами.

Первый способ — установка специальных вкладышей. Пострадавший подшипник растачивается соосно остальным до размера, превышающего номинальный примерно на 3 мм. Далее из силумина вытачивается тонкостенная втулка, наружный диаметр которой на 0,3...0,5 мм больше диаметра расточенной постели, а

внутренний — на 0,2...0,5 мм меньше ее номинального диаметра. Втулка аккуратно разрезается таким образом, чтобы из одной ее половины получился вкладыш, который вручную обрабатывается по месту так, чтобы выступание за край разъема постели в головке составило 0,01 ...0,03 мм. Затем подыскивается другая крышка подшипника (к примеру, от некондиционной головки) и подрезается ее плоскость разъема. В крайнем случае изготавливается новая крышка из силумина. Перед растачиванием на постель наносится клей типа «холодная сварка» (предварительно поверхности постели и вкладыша должны быть обезжирены), затем крышка притягивается болтами. После полимеризации клея растачивание выполняется так, как описано ранее.

Второй способ — использование специальной борштанги (рис. 15.3). Бывают случаи, когда все постели сохранили номинальный размер и лишь одна из них сильно повреждена. Тут можно обойтись и без специального станочного оборудования для растачивания или хонингования, правда, с некоторым ухудшением качества обработки. Необходимо изготовить стальную борштангу со шлифованной наружной поверхностью. Диаметр борштанги должен быть меньше номинального диаметра отверстий приблизительно на 0,01 мм; длина должна быть такой, чтобы обеспечить ее опору одновременно на три неповрежденных подшипника. Там, где находится ремонтируемая постель, борштанга должна быть тоньше и иметь поперечные резьбовые отверстия с резьбой для крепления и регулирования эльборового резца, а на торце — шлицы для вращения борштанги.

Технология работы состоит в следующем. Опорные подшипники смазываются маслом, затягиваются их крышки и борштанга вращается вручную, с одновременной продольной подачей. После каждого прохода следует проверять полученный размер и регулировать положение резца, добиваясь увеличения диаметра до номинального размера.

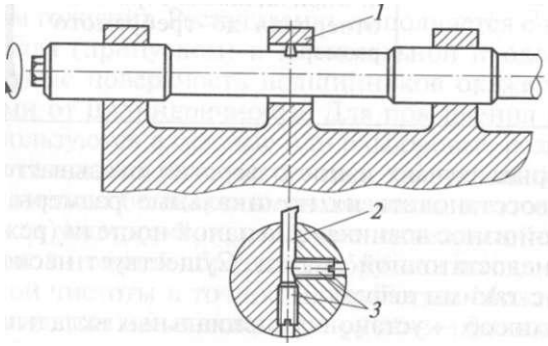


Рис. 15.3. Специальная борштанга для ремонта сильно поврежденной постели:

1 — сильно поврежденная постель; *2* — резец; *3* — регулировочные винты

Чаще всего при ремонте блока цилиндров двигателя приходится восстанавливать поверхности цилиндров. Основное требование при этом ^- достижение заданной геометрии цилиндра и качества его поверхности. Наибольшая проблема — обеспечение такого качества поверхности цилиндра, которое позволит удерживаться на ней маслу в строго определенном количестве: при недостатке масла повышается износ трущихся деталей, при его избытке увеличивается расход (угар) масла.

Эти весьма противоречивые требования удается одновременно выполнить только с помощью специального микропрофиля поверхности. Сначала на ней нужно создать сетку рисок глубиной 10...20 мкм. Важно, чтобы риски имели определенную форму (в частности, угол раскрытия впадины), т.е. не были слишком узкими или широкими. В первом случае впадины рисок будут удерживать недостаточное количество масла, во втором — масло не будет выступать над поверхностью, и условия смазки колец и поршней ухудшатся.

Не менее важен угол хонингования, т.е. угол между рисками, образующимися при движении хона вниз и вверх. Слишком малый угол не позволяет добиться необходимого профиля поверхности и повышает трение и износ, а слишком большой угол повышает расход масла. Каждый производитель автомобилей выдвигает свои специфические требования к поверхности цилиндра для различных моделей своих двигателей.

Риски на поверхности цилиндра (так называемые впадины основной шероховатости) получают сравнительно крупнозернистыми брусками на этапе финишной обработки цилиндра с непрерывной подачей специального масла в зону хонингования. Однако после этой операции поверхность еще далека от идеала — она имеет слишком много острых выступов. И если двигатель собрать на этом этапе обработки, то будет происходить сильный износ деталей до тех пор, пока выступы не сгладятся.

Именно так обычно и происходит при традиционном хонинговании (рис. 15.4, *а).* Если загладить выступы сразу, то это позво-

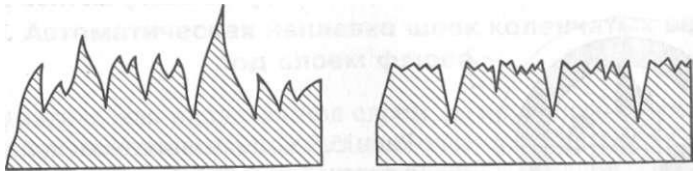


Рис. 15.4. Микропрофиль поверхности цилиндра после традиционного *(а)* и плосковершинного *(б)* хонингования

лит заметно уменьшить износ цилиндров, колец и поршней в период первоначальной приработки. Для этого нужно дополнительно обработать цилиндры мелкозернистыми брусками, сделав всего 5 — 15 двойных ходов хонинговальной головки. Выступы срежутся, а вместо них останутся опорные плоские площадки (рис. 15.4, *б)*. Такой способ обработки получил название плосковершинного хонингования, или платохонингования. Он применяется сейчас всеми мировыми автопроизводителями в массовом производстве и рекомендуется для ремонта.

В последние годы вместо мелкозернистых брусков широко применяются специальные абразивные щетки — они не только создают опорные площадки на поверхности, но и избавляют от микрозаусенцев, образующихся даже при самом мягком (с минимальным давлением) финишном хонинговании. Кроме того, щетки заметно повышают выход зерен графита на поверхность цилиндра (до 80...90 %), увеличивая долговечность двигателя.

Восстановление геометрии цилиндров при их значительном износе достигается путем увеличения диаметра до следующего ремонтного размера при растачивании. Основная трудность при этом — правильное базирование блока на станке.

Можно вообще отказаться от предварительного растачивания, устранив тем самым все проблемы, связанные с базированием блока на станке. Но это возможно только в том случае, если ремонтный размер не превышает 0,4...0,5 мм, а блок не имеет значительных заводских отклонений или эксплуатационных повреждений (в том числе трещин, пробоин и других дефектов после обрыва шатунов и разрушения поршней, следов перегрева коренных подшипников, сварочных работ и т. п.). Для этого существуют специализированные хонинговальные станки. Их особенностью является хонинговальная головка с жесткой подачей абразивных брусков на разжим (рис. 15.5). В отличие от хонинговальной головки с подпружиненными брусками жесткая подача брусков обеспечивает исправление эллипсности цилиндра.

Главная особенность обработки блока на таком станке состоит в том, что хонинговальная головка за счет асимметрии расположения абразивных брусков и специальных направляющих башмаков вначале снимает металл только с зауженных участков цилиндра, не трогая более широкие. В результате происходит исправление геометрии кривого цилиндра и он быстро приобретает идеальную форму без всякой расточки, причем оси нового и кривого цилиндров практически совпадают. Производительность станков этого типа такова, что блок цилиндров обычного четырехцилиндрового мотора с припуском 0,4 мм обрабатывается всего за 25... 30 мин (включая все подготовительные операции по замерам, настройке станка и др.), что значительно меньше, чем при традиционном растачивании.

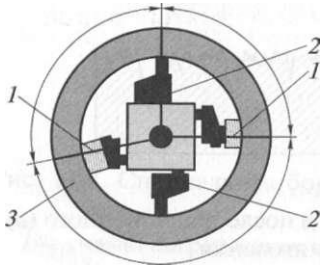


Рис. 15.5. Схема хонинговальной головки с жесткой подачей абразивных брусков на разжим:

1 — хоны; *2* — направляющие башмаки; *3* — обрабатываемый блок цилиндров

Кроме того, при растачивании на поверхности цилиндра образуется дефектный слой — замятые и дробленые зерна чугуна. Глубина этого слоя в зависимости от режимов резания, заточки резца, химического состава и структуры чугуна может достигать 0,05...0,1 мм. Тогда последующее хонингование с припуском всего в нескольких сотых долей миллиметра, как это сейчас обычно и делается, только уменьшает шероховатость поверхности, но практически сводит на нет все усилия фирмы — изготовителя блока по подбору материала и режимов литья с целью увеличения долговечности мотора.

Это обусловлено следующим. Дефектный слой не обладает высокой механической прочностью и способен выкрашиваться под нагрузкой. Замятые зерна чугуна препятствуют выходу на поверхность свободного графита, содержащегося в чугуне. Значит трение (следовательно, износ) колец о стенку цилиндра станет больше. Если еще учесть, что замятые зерна не дают практически никаких пор на поверхности, то поверхность, заглаженная до зеркального блеска, не способна более удерживать масло. И ресурс двигателя после такого ремонта станет раз в десять меньше реального.

В этом заключается главный недостаток растачивания и хонингования, традиционных для России. Но даже если оставить на окончательное хонингование больший припуск (например, 0,1 ...0,15 мм), чтобы убрать дефектный слой, то обработка отечественным хонинговальным инструментом скорее всего приведет к повышенной эллипсности цилиндров. В подобной ситуации, пожалуй, только хонинговальная головка с жесткой подачей брусков способна обеспечить требуемый результат.

15.4. Автоматическая наплавка шеек коленчатых валов под слоем флюса

Автоматическая наплавка под слоем легирующего флюса в настоящее время является одним из наиболее простых способов восстановления изношенных стальных коленчатых валов. Поскольку наплавленный металл в процессе охлаждения самозакаливается До требуемой твердости, то термическая обработка валов после Наплавки не требуется. При этом несколько понижается усталост-

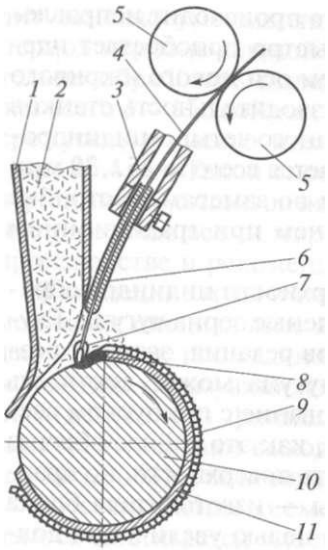


Рис. 15.6. Схема наплавки шейки коленчатого вала под слоем флюса:

/ — мундштук подачи флюса; *2* — флюс; *3* ~ мундштук подачи электродной проволоки; *4* — электродная проволока; 5 — подающие ролики; *6* — сменный наконечник; 7 — электрическая дуга; *8*— сварочная ванна; 9— застывший флюс; *10* — вал; // — наплавленный металл

ная прочность коленчатых валов, что практически не сказывается на их ходимости. При точном соблюдении режима наплавки вал после ремонта имеет ресурс, почти как новый.

Процесс автоматической наплавки шейки коленчатого вала под слоем флюса выполняется по определенной схеме (рис. 15.6). Вал *10,* закрепленный в специальной установке на базе токарного станка, вращается с частотой 2...5 об/мин относительно наплавочной головки. Электродная проволока *4* с помощью подающих роликов *5* через сменный наконечник *6* мундштука *3* подается в сварочную ванну *8*. Флюс *2* через мундштук */* подачи флюса равномерно подается в зону электрической дуги 7и в процессе наплавки закрывает сварочную ванну и дугу, горящую между валом и проволокой, достаточно толстым слоем. Малейшее обнажение электрической дуги приводит к нарушению стабильности протекания процесса, разбрызгиванию электродного металла, плохому формированию шва, образованию в наплавленном металле пор и раковин. Для лучшего удержания застывшего флюса *9* на поверхности шейки вала электродную проволоку подают к валу под некоторым углом по отношению к зениту. Чтобы поверхность наплавленного металла *11* была более ровной и менее бугристой, образующийся валик должен перекрывать ранее наплавленный не менее чем на треть.

Для подачи электродной проволоки в зону горения дуги используются наплавочные головки ОКС-1031Б, ОКС-1252А; головка ОКС-5523 с бесступенчатым регулированием скоростей подачи электродной проволоки и универсальными центросместителями работает в полуавтоматическом режиме.

Источниками тока при автоматической наплавке под слоем флюса служат преобразователи ПСТ-500, ПСУ-500-2 и выпрямители ВС-600.

Стальные коленчатые валы наплавляются чаще всего пружинной проволокой 2-го класса диаметром 1,6... 2 мм. В качестве флюса при наплавке шеек стальных валов чаще применяется флюс

следующего состава: флюс марки АН-348А — 93 %, порошковый графит — 2,5 %, порошковый феррохром — *2%,* натриевое жидкое стекло — 2,5 %.

Перед наплавкой восстанавливаемые поверхности шеек валов зачищаются до блеска абразивной шкуркой. Для снятия с электродной проволоки остатков смазки перед подающими роликами наплавочной головки устанавливаются резиновые шайбы.

Отверстия масляных каналов коленчатых валов перед наплавкой закупориваются графитовой пастой, которая готовится так же, как при наплавке чугунных валов. Эта операция выполняется заранее, чтобы паста успела затвердеть (приблизительно за 3...5 ч до наплавки).

Наплавка шеек ведется в следующем режиме: напряжение дуги — 22...26 В, сила сварочного тока — 170...230 А, частота вращения детали — 2,7...4,0 об/мин. Скорость подачи проволоки зависит от ее диаметра: при диаметре проволоки 1,6 мм скорость ее подачи 1,6...2 м/мин, при диаметре 1,8 мм — 1,5... 1,8 м/мин, при диаметре 2 мм — 1,3... 1,7 м/мин.

15.5. Газотермическое напыление деталей двигателя и трансмиссии

Технологический процесс восстановления деталей газотермическим напылением состоит из следующих этапов: мойка и дефектация, механическая обработка, обезжиривание, струйная обработка, напыление, окончательная механическая обработка, контроль качества покрытия. Как показывают исследования и опыт термического напыления, прочность сцепления покрытий во многом зависит от принятого технологического процесса подготовки поверхности к нанесению покрытия и от строгого соблюдения последовательности выполнения предусмотренных технологией операций. Каждый этап технологического процесса подготовки поверхности служит для решения определенных задач.

Устранение образовавшихся в процессе эксплуатации дефектов детали и придание изношенным поверхностям правильной геометрической формы осуществляются механической обработкой, в том числе и специальной (нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок, насечка поверхностей, накатка резьбы роликом).

Поверхности напыляемых деталей и участки, прилегающие к ним на расстоянии до 15... 20 мм, перед струйной обработкой обезжириваются органическими растворителями (уайт-спиритом, бензином) или моющими средствами. Чугунные детали, кроме того, подвергают обжигу при температуре 260...530°С для выгорания масла, содержащегося в порах. При обезжиривании поверхностей особое внимание следует обращать на удаление масла и других

загрязнений из отверстий, каналов, канавок, для чего деталь необходимо дополнительно обработать в расплаве солей.

Подготовленная к напылению поверхность должна тщательно оберегаться от замасливания и загрязнения, следы которых резко снижают прочность сцепления напыленных покрытий с поверхностью. Категорически не допускается трогать поверхность руками без сухих хлопчатобумажных перчаток, хранить детали следует в специальных закрывающихся стеллажах; время хранения до напыления не должно превышать 2,5 ч.

После обезжиривания поверхности и придания ей необходимой шероховатости деталь подвергается струйной обработке для активизации. Поверхности, не подлежащие напылению, при струйной обработке должны быть защищены. После обработки деталь обдувается сухим сжатым воздухом для удаления частиц абразива с поверхности.

Операция напыления производится сразу же в течение 10... 15 мин, с использованием специальной установки и системы охлаждения изделия. Необходимой толщины покрытия добиваются многократным повторением напыления.

После завершения операции изделие осторожно, без повреждения покрытия, снимается с приспособления. Экраны-маски и другие защитные устройства снимаются после охлаждения изделия с покрытием до комнатной температуры также осторожно, чтобы не повредить покрытие.

Окончательная механическая обработка деталей с нанесенным покрытием производится на токарных или шлифовальных станках. Затем обработанные детали подвергаются контролю по внешнему виду, толщине покрытия и геометрическим размерам. Контроль по внешнему виду проводится с помощью лупы и выявляет внешние дефекты: сколы, вздутия, шелушение. Геометрические размеры обработанной детали и толщину покрытия измеряют штангенциркулем, микрометром и толщиномером.

15.6. Оригинальные технологии ремонта алюминиевых блоков цилиндров

В конструкции современных двигателей довольно широко применяются алюминиевые блоки цилиндров, вопросы ремонта которых не менее актуальны, чем традиционных чугунных.

Практика показывает, что при ремонте большинства алюминиевых блоков используются несколько другие, чем для чугунных блоков, ремонтные технологии. Это обусловлено несколькими причинами:

рабочая поверхность цилиндров алюминиевого блока чаще всего имеет иную структуру, чем основной материал блока (обычно алюминиевый сплав);

коэффициент температурного расширения алюминиевого сплава превышает аналогичный параметр чугуна и стали в 1,7 — 2 раза;

прочность, твердость и коррозионная стойкость алюминиевого сплава существенно ниже, чем чугуна.

В связи с этим не только изменяются режимы резания на традиционных ремонтных операциях (растачивании и хонинговании), но и используются оригинальные операции, не применяемые при ремонте чугунных блоков цилиндров. К этому следует добавить и необходимость особого внимания и аккуратности, без которых трудно добиться высокого качества ремонта.

Алюминиевые блоки цилиндров современных двигателей могут быть без гильз, со вставными «мокрыми» гильзами, с «сухими» залитыми гильзами из чугуна, с гильзами из алюминия.

Относительно легко ремонтируются цилиндры с «мокрыми» чугунными гильзами — такие гильзы просто заменяются новыми. Зарубежными фирмами обычно даже не предусматривается ремонт таких гильз (расточка, хонингование), так как точно выдержать геометрию «мокрых» гильз при лезвийной обработке очень трудно из-за их низкой жесткости.

В области ремонта блоков цилиндров с гильзами большой интерес представляют публикации, основанные на опыте работы специализированного моторного центра «АБ-Инжиниринг».

Алюминиевые блоки цилиндров с залитыми чугунными гильзами в случае износа последних ремонтируются по традиционной технологии. Наибольший интерес представляют оригинальные технологии ремонта алюминиевых блоков цилиндров, выполненных по технологии Alusil (Silumal), для которых фирмами — производителями поршней выпускаются стандартные и ремонтные комплекты поршней (обычно такие поршни имеют увеличенные размеры: +0,5 и +1,0 мм, реже +0,35 и +0,7 мм). Ремонтные поршни, как и стандартные, в обязательном порядке имеют тонкое покрытие железом для исключения схватывания при установке. Они изготовляются с учетом разработанной технологии ремонта алюминиевых цилиндров.

Операция растачивания в этой технологии выполняется традиционно, однако хонингование имеет особенность: используются специальные абразивные бруски с минимальным засаливанием, которое является причиной появления задиров на отремонтированной алюминиевой поверхности.

По рекомендациям ведущего производителя хонинговального оборудования (швейцарской фирмы Sunnen) цилиндры таких блоков последовательно обрабатываются брусками трех типов, содержащими абразивные частицы карбида кремния SiC. Тип С30-J55 Предназначен для снятия дефектного слоя (припуск 0,04... 0,08 мм) После растачивания; тип С30-J84 — для предварительного хонингования с припуском около 0,01...0,02 мм и удаления глубоких

рисок, оставшихся от предыдущей операции; тип С30-С03-81 — для окончательного (финишного) хонингования без изменения размера цилиндра.

При хонинговании алюминиевых цилиндров абразивные бруски должны одновременно срезать мягкий алюминиевый сплав и твердые зерна кремния (рис. 15.7, *а*). Перед хонингованием необходимо в обязательном порядке удалить с блока всю стружку, образовавшуюся при растачивании, так как ее попадание под абразивные бруски может повредить поверхность цилиндра и сами бруски, вызвав скалывание абразива с их кромок. Такой же результат наблюдается и при чрезмерном давлении брусков на стенку цилиндра, при плохой фильтрации масла, подаваемого в зону хонингования, а также при несоответствии профилей наружной поверхности брусков и поверхности цилиндра (когда радиус закругления брусков больше радиуса цилиндра).

В случае чрезмерно высокого давления на поверхность цилиндра бруски вместо того, чтобы резать твердые зерна кремния, способны вырывать их с поверхности. Обычно такой эффект сопровождается налипанием алюминия на брусок, скалыванием кромки бруска и появлением на поверхности цилиндра глубоких рисок, способных испортить всю работу.

В результате хонингования достигается соответствие диаметра цилиндра заданному (обычно рабочий зазор поршня в цилиндре составляет 0,01... 0,02 мм). Однако, на этом этапе обработки структура поверхности еще далека от требуемой. Поэтому на финишной стадии обработки цилиндров проводится операция полирования поверхности, которая фактически является альтернативой химическому травлению и выполняется без'подачи смазочного масла к обрабатываемому цилиндру. Суть полирования сводится к снятию незначительного (около 1 мкм) слоя алюминия и обнажению кристаллов кремния. В этом случае используются мягкие фетровые башмаки С30-F85, устанавливаемые в хонинговальную головку, и специальная мягкая кремниевая (силиконовая) паста AN-30, снимающая с поверхности алюминий и не затрагивающая частицы кремния.

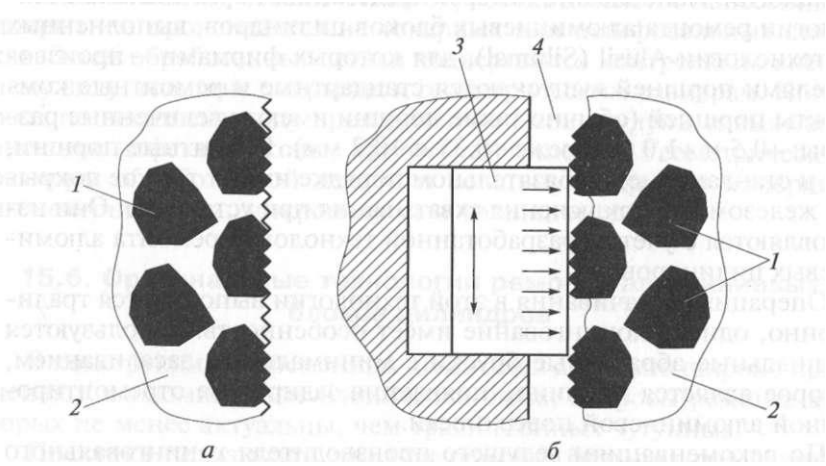


Рис. 15.7. Процесс одновременного срезания абразивными брусками мягкого алюминиевого сплава (твердостью 100 HV) и твердых зерен кремния (твердостью 2000 HV) при хонинговании *(а)* и процесс образования между зернами кремния микрообъемов после полирования *(б)*:
1 — зерна кремния; *2* — алюминиевый сплав; *3* — брусок; *4* — масло

После полирования кремниевой пастой поверхность цилиндров приобретает пористость — между зернами кремния образуются микрообъемы, заполняемые в процессе обработки маслом (рис. 15.7, *б*). Поверхность имеет характерный матово-серый цвет, причем на ней не должно быть заметно рисок от резца или хонинговальных брусков.

Структура поверхности после полирования представляет собой выступающие зерна кремния с алюминиевым сплавом в виде связки, расположенным ниже уровня зерен кремния на 1,0... 1,5 мкм.

Другая технология обработки алюминиевых цилиндров предлагается немецкой фирмой Gehring. Отличием от других технологий является то, что в процессе предварительного хонингования вместо брусков с абразивными частицами карбида кремния используются алмазные бруски, и лишь на последующих этапах (в том числе при финишном хонинговании) устанавливаются бруски с абразивом из карбида кремния.

Описанные технологии ремонта применяются не только для блоков цилиндров, изготовленных по технологии Alusil (Silumal), но и по более современным технологиям — Lokasil и Silitec. Последний представляет собой кремниевую матрицу в виде гильзы, залитой алюминиевым сплавом и содержащей до 25 % кремния. Во всех случаях ремонта макро- и микрогеометрия таких цилиндров практически не отличается от заводской.

Ремонтные гильзы изготовляются из алюминиевого сплава с содержанием более 17 % кремния. Технология установки алюминиевой гильзы практически ничем не отличается от традиционной для чугунных гильз. Разница обусловлена только физическими свойствами алюминия, в частности его высокой теплопроводностью. Перед запрессовкой необходимо создать максимально возможную разность температур между гильзой и блоком, а запрессовку выполнять вручную и быстро, чтобы гильза не успела нагреться.

Важной и неприятной особенностью алюминиевой гильзы является то, что ее нельзя допрессовать, как чугунную, если она по каким-либо причинам не встала до упора на свое место. Един-

ственно возможный выход в подобной ситуации — удалить гильзу растачиванием, что крайне дорого.

После установки гильзы обрабатываются обычным для алюминиевых блоков данного типа образом. Особое внимание необходимо обращать на выступающие над привалочной плоскостью торцы гильз. При их обработке не рекомендуется подрезать привалочную плоскость блока, чтобы величина выступания поршней в верхней мертвой точке (ВМТ) над плоскостью не превысила 0,5...0,7 мм и не образовалась ступень между плоскостью и верхней частью передней крышки блока.

Особый случай — ремонт алюминиевых блоков с цилиндрами, имеющими покрытие типа Nicasil (Galnical), которое, несмотря на сверхвысокую твердость, тоже изнашивается в процессе длительной эксплуатации.

Особенностью таких блоков является то, что необходимость ремонта возникает редко, в основном тогда, когда покрытие уже безнадежно повреждено. Для подавляющего большинства двигателей ремонтные поршни не выпускаются. Производители даже не дают никаких рекомендаций по ремонту таких покрытий. В отечественной практике при острой необходимости ремонта такой блок цилиндров можно загильзовать обычными чугунными гильзами. В блоках с покрытием типа Nicasil (Galnical) вообще не имеет значения, по какой поверхности скользят поршни. Поэтому ресурс цилиндров и поршней отремонтированных таким образом двигателей превышает 150 тыс. км.

15.7. Шлифование шеек коленчатого вала

Технология ремонта коленчатого вала начинается с тщательного контроля самого вала и зазоров в коренных и шатунных подшипниках. Результаты контроля дают ответ на вопрос о степени износа и о сложности предстоящего ремонта вала: вал не требует ремонта; требуется шлифование шеек и других поверхностей; вал поврежден так, что не может быть качественно отремонтирован.

Сначала определяются зазоры в коренных и шатунных подшипниках, так как по величине этих зазоров можно сказать — есть необходимость шлифовать коренные и шатунные шейки коленчатого вала или нет.

В технической литературе по ремонту автомобилей ВАЗ контроль зазоров в подшипнике коленчатого вала предлагается проводить с использованием пластмассовой калиброванной проволоки и специальной шкалы (рис. 15.8). Отрезок этой проволоки / располагается на шейке, затем устанавливается крышка *3* подшипника с вкладышем *2* (другой вкладыш в постели) и затягиваются болты (шатунные — с моментом 5,2 кгс • м, коренные — 8,2 кгс • м)-

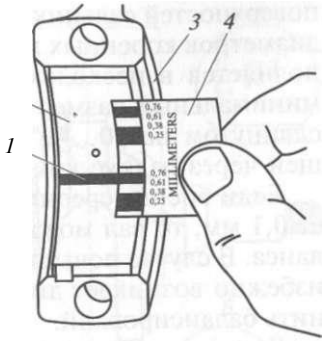


рис. 15.8. Измерение зазора в подшипниках коленчатого вала:
j калиброванная проволока; *2* — вкладыш; *3* — крышка подшипника; *4* — шкала

Потом крышка снимается, и по шкале *4* определяется величина сплющивания калиброванной проволоки, а по ней — величина зазора в подшипнике.

Действительный зазор можно вычислить также по формулам:

$$З_К = (D^K - 2Т^К) - £>ф.к;$$

$$"(Г)щ \quad 2Т^Ш) — /-}ф.ш,$$

где $З_К$, $З_Ш$ — зазор в коренном и шатунном подшипниках; Д., D^m — диаметр постели коренного и шатунного подшипников; $Т_К$, $Т_Ш$ — толщина вкладыша коренного и шатунного подшипников; $О_{фК}$, $Аj>m$ — фактический размер шейки коренного и шатунного подшипников, измеренный микрометром.

Чаще на практике используется традиционный способ определения действительного зазора в подшипниках — на шейку коленчатого вала вдоль оси кладется полоска бумаги (10 х 12 мм), устанавливаются крышки и затягиваются болты. Если коленчатый вал не проворачивается, значит диаметральный зазор равен толщине листа бумаги (толщина листа писчей бумаги около 0,1 мм, ватмана — около 0,2 мм). Аналогично проверяется зазор в шатунных подшипниках.

Если зазор не превышает предельного (для коренных подшипников — 0,15 мм, для шатунных — 0,1 мм), то вкладыши можно не заменять. Если зазор больше предельного, то возможно использование номинальных или ремонтных вкладышей без шлифования коленчатого вала. Однако следует иметь в виду, что при замене вкладышей без шлифования коленчатого вала срок их службы составит: новый двигатель — 100 %, после первой замены вкладышей — 58 %, после второй — 44 %, после третьей — 29 %.

Решение о шлифовании коленчатого вала принимается только После его контроля, который несколько отличается от проверки при дефектации или сборке двигателя. Хотя также проверяется геометрия вала, но от результатов контроля зависит выбор технологии ремонта.

Для проверки вал устанавливается на призмы крайними коренными шейками и с помощью индикаторной стойки измеряется биение средних шеек. Проверяется также биение хвостовика и

поверхностей сальников. Далее проводится тщательное измерение диаметров коренных и шатунных шеек. Последнее измерение выполняется в нескольких плоскостях (при наличии эллипсности минимальный размер шейки обычно оказывается в направлении, сдвинутом на 20...40° против вращения от плоскости, проходящей через радиус кривошипа).

Если биение средних шеек относительно крайних не превышает 0,1 мм, то вал можно шлифовать без риска нарушения его баланса. В случае повышенного биения шеек после шлифования неизбежно возникает дисбаланс, который необходимо будет устранить балансировкой.

К сожалению, в отечественной ремонтной практике хорошо освоена лишь балансировка валов 4-цилиндровых рядных и оппозитных двигателей, а также 6-цилиндровых рядных и 12-цилиндровых V-образных. Валы остальных типов (2-, 3- и 5-цилиндровых двигателей) балансировать пока проблематично. Поэтому при биении коренных шеек свыше 0,1 мм перед шлифованием целесообразно выполнить правку вала.

Если вал уже подвергался шлифованию, то не исключено, что хвостовик и поверхности сальников несоосны коренным шейкам (иногда биение на этих поверхностях более 0,1... 0,15 мм, что примерно в 10 раз больше допустимого). Тогда перед шлифованием следует убедиться в наличии вкладышей необходимого ремонтного размера (особенно для иномарок).

Если контроль показывает, что износ шеек превысил максимально допустимый для ремонта, то такой вал выбраковывается либо его шейки восстанавливаются наваркой, наплавкой или напылением.

Особенно внимательно следует проверять валы с перегретыми после разрушения подшипников шейками, так как они могут иметь трещины и глубокие задиры. Такая проверка обычно выполняется с использованием магнитного дефектоскопа. Глубокие трещины, уходящие в тело вала, также являются основанием для выбраковки.

Перед установкой вала на станке необходима проверка центровых фасок. Для этого вал устанавливается в центрах и измеряется биение хвостовика и поверхности заднего сальника. Если биение превышает 0,01 ...0,02 мм, то необходимо править центровые фаски вала, иначе шлифовать коренные шейки будет невозможно. Существует несколько способов правки фасок: шабрение, притирка и протачивание. Первый способ прост, но неточен; второй способ точен, но слишком трудоемок; наилучшие результаты дает третий способ — протачивание вала на токарном станке с использованием люнета.

Последней подготовительной операцией перед шлифованием вала является удаление заглушек и промывка внутренних каналов. Эта операция необходима, поскольку во внутренних каналах около заглушек скапливается значительное количество грязи, которая может испортить качественную поверхность вала, и сделает напрасным весь ремонт двигателя.

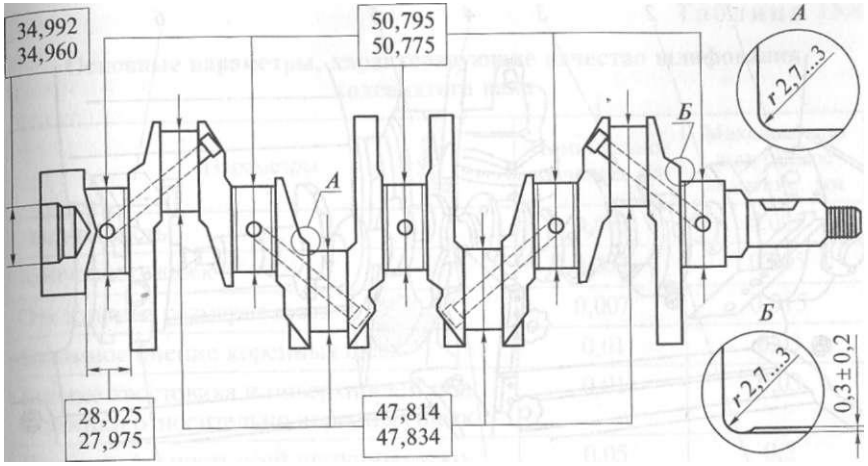


Рис. 15.9. Коленчатый вал автомобиля ВАЗ с указанием размеров шлифуемых поверхностей и ближайших ремонтных размеров

Если риски на шейках достаточно глубокие или овальность шеек превышает 0,05 мм, то рекомендуется провести их шлифование таким образом, чтобы в зависимости от степени износа получить диаметры и радиусы галтелей шеек (рис. 15.9), соответствующие ближайшим ремонтным размерам.

Для шлифования шеек коленчатых валов (рис. 15.10) применяются специализированные шлифовальные станки с приспособлениями, позволяющими сместить ось коренных шеек относительно оси вращения вала в станке. Это необходимо для шлифования шатунных шеек. Смещение центров осуществляется за счет перемещения головок *2* и *6* по направляющим салазкам *1* и 7. Вал от проворота в центрах фиксируется поводком *9,* установленным на фланец *3.* В процессе обработки шлифовальный круг 5 и шейка *8* вала охлаждаются через трубку *4* для подвода охлаждающей жидкости.

Практика показывает, что результат шлифования вала во многом зависит не от модели шлифовального станка, а от его состояния, поскольку дефекты станка, ошибки, небрежность и неточности при его наладке делают невозможным качественный ремонт вала.

Плохая подготовка шлифовального круга (биение больше 0,003...0,004 мм) ведет к дроблению, при котором поверхность Шейки приобретает характерный вид — она становится граненой. Такие же последствия могут возникнуть из-за недостаточного натяжения ремней привода планшайбы передней бабки станка.

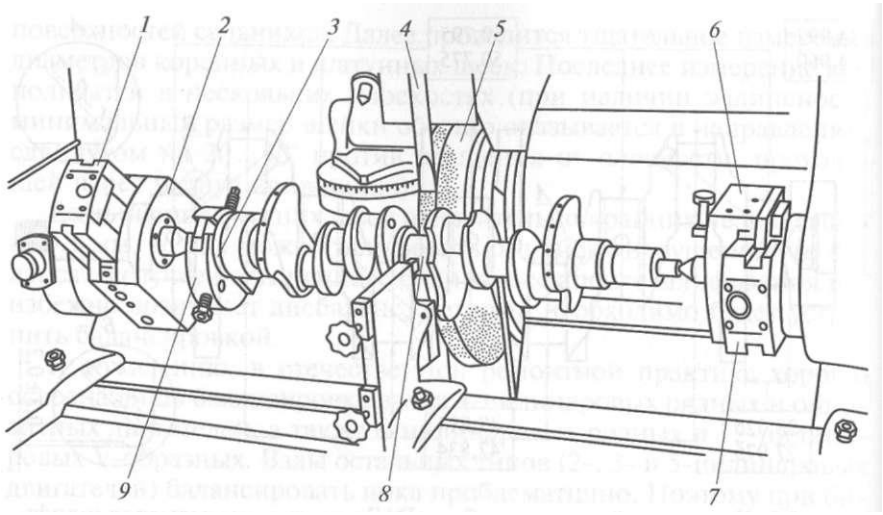


Рис. 15.10. Шлифование шеек коленчатого вала на шлифовальном станке:

1, 7 — направляющие салазки; *2, 6* — головки; *3* — фланец; *4* — трубка для подвода охлаждающей жидкости; 5 — шлифовальный круг; *8* — шейка вала; *9* — поводок

Несоосность центров передней и задней бабки приводит к неправильной обкатке центровых фасок и эллипсности шеек вала. Если она обнаружена, то причина может быть в износе направляющих стола станка. Тогда в ремонте нуждается не вал, а станок.

Большое значение имеет соосность патронов станка (допустима несоосность не более 0,04...0,05 мм на длине вала). Этот параметр обеспечивает параллельность осей шатунных и коренных шеек и определяется состоянием станка, а измерить непараллельность шеек непосредственно на коленчатом валу невозможно.

При несоосности патронов вал, зажатый в них, вращается по очень сложной траектории, в результате чего шатунные шейки, размещенные попарно, после шлифования оказываются расположенными на разных радиусах и сдвинутыми по окружности. Несоосность патронов нетрудно устранить протачиванием их кулачков на токарном станке при базировании по наружному диаметру патрона.

При наладке станка с помощью специальной конусной линейки обязательно проверяется и регулируется конусность шеек (не более 1 ...2 мкм). Этот параметр особенно важен при шлифовании валов с широкими шейками.

Необходимо также проконтролировать жесткость закрепления вала в станке: люфты в различных соединениях станка легко могут привести к дроблению или эллипсности шеек.

Таблица 15.8

Основные параметры, характеризующие качество шлифования коленчатого вала

Параметры	Номинальное значение, мм	Максимально допустимое значение, мм
Эллипсность	0,003	0,005
Конусность шеек	0,002	0,005
Отклонение размеров шеек	0,007	0,015
Взаимное биение коренных шеек	0,01	0,03
Биение хвостовика и поверхностей под сальники относительно коренных шеек	0,01	0,03
Непараллельность осей шатунных и коренных шеек на длине вала	0,05	0,2

После шлифования и последующей доводки шеек коленчатый вал тщательно промывают для удаления остатков абразива, а каналы вала при вынутых заглушках несколько раз промывают бензином под давлением. Тщательное удаление абразива необходимо в связи с тем, что его зерна, внедряясь в сравнительно мягкий металл вкладышей, будут дальше работать как резцы.

Перед установкой коленчатого вала в двигатель окончательно контролируются размеры шеек и галтелей. Основные параметры, характеризующие качество шлифования вала, представлены в табл. 15.8.

15.8. Гильзование блоков цилиндров

При ремонте блоков цилиндров двигателей наряду с растачиванием и хонингованием довольно часто применяется гильзование — установка гильз (ремонтных втулок). Однако при выборе того или иного способа ремонта часто приходится учитывать не только технологические возможности АРП, но и экономический фактор: новые блоки довольно дороги (особенно для иномарок), поэтому в большинстве случаев целесообразнее их ремонтировать. Именно по этой причине гильзование, как правило, не имеет альтернативы.

Восстановление поверхности цилиндра путем гильзования обычно выполняется при образовании трещин или пробоин из-за разрушения поршня или обрыва шатуна, при возникновении на поверхности цилиндра глубоких задиров, которые не могут быть Устранены растачиванием (недостаточно ремонтного увеличения Диаметра поршней). Без гильзования также не обойтись, если из-

ношенный блок цилиндров уже расточен до последнего ремонтного размера.

Гильзование как обычная технологическая операция часто используется на целом ряде двигателей, имеющих подобные гильзы в стандартном заводском исполнении (в основном это дизельные двигатели с тонкостенными «сухими» гильзами из специальных износостойких чугунов). Многие иностранные фирмы допускают установку гильз при ремонте двигателей и имеют в своей производственной программе довольно большую номенклатуру ремонтных гильз.

Успех гильзования зависит от применяемого оборудования и технологии, от качества гильз, а также от квалификации специалиста-ремонтника. Ввиду того, что материал ремонтных гильз может отличаться от материала цельнолитого блока цилиндров, по возможности следует ограничиться растачиванием цилиндра до ремонтного размера, чтобы нечаянно не снизить ресурс отремонтированного двигателя.

Приступая к гильзованию, необходимо прежде всего обратить внимание на качество гильз, к которому предъявляются жесткие требования:

наружная поверхность должна быть достаточно гладкой, лучше всего — шлифованной;

отклонения формы отверстия (конусность и эллипсность) не должны превышать 0,02 мм, а разностенность — 0,1 мм;

размеры гильз должны быть такими, чтобы припуск на последующее растачивание под поршень был в пределах 0,3...0,5 мм, а минимальная толщина стенки в окончательном виде (после запрессовки и растачивания) была не менее 1,5 мм. В некоторых случаях толщину стенки можно увеличить до 2,5...3 мм (когда в стенке цилиндра имеется трещина или пробоина);

не допускается наличие сколов и трещин.

Большое значение имеет натяг, с которым гильза будет установлена в блок. Обычно натяг 0,05...0,07 мм обеспечивает надежную посадку гильзы и приемлемые напряжения в ней и в блоке после запрессовки.

Для ремонта цельноалюминиевых блоков иностранные фирмы рекомендуют использовать алюминиевые же гильзы, поскольку тогда из-за равенства коэффициентов температурного расширения материалов гильзы и блока натяг можно уменьшить до 0,02...0,03 мм.

Отечественная ремонтная практика показала, что цельноалюминиевые блоки так же, как и обычные чугунные, можно гильзовать чугунными гильзами. Важно только обеспечить натяг гильзы в блоке ближе к верхнему пределу, так как алюминиевый сплав блока при нагреве во время работы двигателя расширяется заметно сильнее чугуна гильзы, и гильза не должна потерять натяг. Такой способ позволяет без заметного ущерба для ресурса двигателя значительно снизить стоимость ремонта.

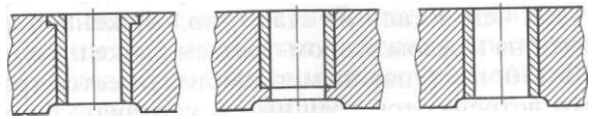
При растачивании гнезд под гильзы необходимо обеспечить их перпендикулярность к оси коленчатого вала'или соосность с каждым ремонтируемым цилиндром. Допустимые эллипсность и конусность гнезда не превышают предела, указанного для самой гильзы, — 0,02 мм. Особое внимание следует обратить на шероховатость поверхности гнезд: чем она более гладкая, тем лучше тепловой контакт гильзы с блоком и тем надежнее охлаждается поршень в цилиндре. Растачивание гнезд под гильзы выполняется на вертикально-расточном станке, как и традиционное растачивание цилиндров.

В случае перегильзования блока — замене уже установленных «сухих» гильз — старые гильзы проще всего удалить растачиванием на вертикально-расточном станке. Когда толщина стенки старой гильзы станет меньше 0,2...0,3 мм, натяг ослабнет и гильза провернется в блоке от резца. При этом удается сохранить неповрежденным старое гнездо, что особенно важно для тех двигателей, в комплект поршневой группы которых входят «сухие» гильзы.

Важным моментом в технологии гильзования является также фиксация гильзы в осевом направлении, которая может осуществляться двумя основными способами — с буртом или в упор (рис. 15.11, *а, б*).

При фиксации с буртом на гильзе сверху делается упорный бурт, а на верхней части гнезда — ответная выточка, препятствующая проваливанию гильзы ниже верхней плоскости блока. Основное преимущество такой схемы заключается в возможности более точно выполнить отверстие гнезда в блоке и даже хонинговать его для обеспечения высокого качества поверхности. Поэтому при фиксации с буртом целесообразно сначала изготовить гильзу, а по ней далее растачивать и хонинговать гнездо. Недостаток этой схемы — более сложная гильза.

Гильзу можно значительно упростить, если использовать фиксацию в упор. Однако в этом случае усложняется обработка отверстия в блоке — его необходимо точно растачивать, причем не только по диаметру, но и по длине. У этой схемы имеется еще один недостаток: если размер цилиндра после гильзования будет равен прежнему или меньше его, то фактическая его длина умень-



а *б* *в*

Рис. 15.11. Способы фиксации гильзы в блоке в осевом направлении:
а — с буртом; *б —* в упор; *в —* силами трения от натяга гильзы в гнезде

шится на величину пояска, расположенного на 4... 6 мм ниже упора гильзы; на стыке гильзы с упором образуется острая кромка, способная подрезать юбку поршня. По этой причине фиксации гильзы в упор лучше избегать.

На некоторых дизелях применяют заводские гильзы и без осевой фиксации, которые удерживаются в блоке только за счет сил трения при посадке в гнезде с натягом (рис. 15.11, *в*). Натяг здесь много больше — 0,1 ...0,15 мм, а установка такой гильзы довольно затруднительна.

При установке гильзы в блок цилиндров могут также возникнуть значительные трудности. Лучше всего обеспечить разность температур деталей: гильзу охладить, а блок нагреть. В этом случае вместо натяга образуется зазор, обеспечивающий легкое проваливание гильзы в блок. Однако создать разность температур не так просто — необходимы жидкий азот или углекислый газ для охлаждения гильзы и специальная печь для нагрева блока до 150... 180°С. Поэтому при небольших натягах (порядка 0,05 мм) гильзу можно устанавливать холодным способом на прессе.

Такой способ совершенно не годится для установки алюминиевых гильз в алюминиевый блок из-за схватывания и задира поверхностей. В этом случае создание разности температур деталей (притом немалой) просто обязательно. При установке в алюминиевые блоки чугунных гильз без нагрева тоже не обойтись, так как мягкий алюминиевый сплав при запрессовке деформируется и от заданного натяга может остаться более 0,03 мм. Лучше всего, когда после запрессовки гильзы несколько выступают над плоскостью блока. Для выравнивания привалочной плоскости блока в таком случае используется фрезерный или плоскошлифовальный станок. Цилиндры до окончательного размера можно обработать хонингованием, обеспечив требуемый зазор между поршнем и цилиндром.

15.9. Устранение дефектов чугунных деталей сваркой

Особенности и основные способы сварки чугунных деталей. Чугун довольно широко применяется при изготовлении автомобильных деталей. По сравнению со сталью он менее прочен и более хрупок; его относительное удлинение при разрыве практически равно нулю. От удара он разбивается на куски. Поэтому чугунные детали больше, чем детали из стали, подвержены образованию трещин. Почти на каждом втором-третьем блоке цилиндров автомобиля ЗИЛ-130, поступающем в ремонт, имеется трещина или облом; часто встречаются трещины в картерах, газопроводах.

При устранении подобных повреждений возникают определенные трудности из-за плохой свариваемости чугуна. Незнание особенностей сварки чугуна значительно удорожает ремонт автомобиля, так как многие чугунные детали вывозятся в металлолом, а вместо них при ремонте ставятся новые.

Главная проблема при сварке чугуна — это склонность его к трещинообразованию из-за низкого коэффициента пластичности. В случае перегрева чугуна в зоне сварки или слишком быстрого охлаждения рядом со швом или поперек сварного шва образуется новая трещина.

Наиболее радикальное средство против образования трещин — подогрев детали перед сваркой и медленное охлаждение ее после сварки. Этот способ широко использовался раньше на авторемонтных предприятиях при ремонте корпусных деталей. Однако процесс сварки (горячей) в этом случае очень трудоемок, требует применения сложного оборудования и связан с тяжелыми условиями труда.

В настоящее время разработаны и успешно внедряются более простые методы сварки чугунных деталей — так называемая холодная сварка, т. е. сварка без общего подогрева детали. К технологическим мерам, направленным на уменьшение опасности образования трещин при холодной сварке, относятся следующие:

предупреждение чрезмерного нагрева металла при сварке путем использования электродов малого диаметра, сварки на пониженных режимах малым током, сварки вразброс;

снижение напряжений, возникающих в результате усадки металла шва или наплавки, путем уменьшения объема наплавленного металла и проковки его в горячем состоянии;

правильный выбор электрода и метода сварки.

Большое значение при сварке чугуна имеет характер распределения в нем графита. Лучше всего сваривается чугун перлитного типа, с мелким пластинчатым графитом. Чугун с мелкими включениями графита, окруженными твердым раствором углерода, сваривается удовлетворительно. Хуже всех поддается сварке чугун с крупными включениями графита в виде сетки, затрудняющей сплавление основного и присадочного металлов; в этом случае используются специальные приемы ведения сварочного процесса.

Другие трудности при сварке чугуна связаны с его теплофизическими свойствами: при быстром переходе чугуна из расплавленного состояния в твердое газы не успевают удаляться из сварочной ванны и шов может получиться пористым; при расплавлении чугуна может произойти местный переход графита в цементит, отчего металл в данном месте приобретает структуру белого чугуна, не поддающегося обработке режущим инструментом. Для получения хорошо обрабатываемых швов применяются специальные способы сварки.

Сварка чугуна может осуществляться несколькими способами. Наиболее простой и распространенной является электродуговая сварка электродами на основе меди или никеля. Получает распро-

странение полуавтоматическая сварка чугуна специальной самофлюсующейся проволокой. Газовая сварка находит применение в гораздо меньшем объеме.

На выбор способа сварки влияют различные факторы: расположение дефекта на детали, толщина металла в зоне прохождения трещины, требования к сварному шву (прочность, обрабатываемость, герметичность), конфигурация детали.

Если дефект находится на таком расстоянии от жесткой части детали, что она не будет сильно нагреваться, то такой дефект можно заваривать ручной электродуговой сваркой без предварительного подогрева полуавтоматической или газовой сваркой.

Когда деталь имеет сложную конфигурацию с толстыми и тонкими стенками и металл в месте дефекта не может при нагреве свободно расширяться, то дефект целесообразнее всего исправлять полуавтоматической сваркой. Можно также воспользоваться ручной электродуговой сваркой железомедными электродами, стержень которых изготовлен из мягкой меди М1, благодаря чему наплавленный металл легко поддается проковке.

На краю детали, где металл может при нагреве свободно расширяться и при охлаждении сжиматься, возможен любой способ сварки в зависимости от характера повреждения. Отколовшуюся часть ушка или фланца с нарушением гладкого или резьбового отверстия можно нарастить газовой сваркой (с последующим сверлением нового отверстия). Трещину в замкнутом контуре детали, где остаточные литейные напряжения особенно велики, предпочтительнее устранять полуавтоматической сваркой.

Ручная электродуговая сварка. При правильном выборе оборудования и электродов многие дефекты без особых затруднений можно исправить электродуговой сваркой.

Опыт показывает, что наилучшее качество ручной электродуговой сварки чугуна достигается при использовании аппаратов постоянного тока: преобразователей типа ПСО или выпрямителей типа ВД. Возможно применение и сварочных трансформаторов.

Однако при сварке на переменном токе электродный металл сильно разбрызгивается, а сварной шов получается пористым и не очень плотным.

Исходя из многообразия дефектов (их характера и размера), которые обнаруживаются в чугунных отливках при эксплуатации, возникает необходимость выбора определенной марки электродов в каждом конкретном случае. Используя различные электроды и их сочетания, выбирая соответствующую технологию, можно получать наплавленный металл (металл шва) с заданными свойствами, достигая требуемых показателей прочности, пластичности, твердости, герметичности и обрабатываемости сварного соединения.

Для сварки чугуна при устранении повреждений в автомобильных деталях наиболее подходящими являются электроды

типа 034. Сварку электродами типа 034 ведут на постоянном токе обратной полярности.

Электроды 034-4 лучше других подходят и для наплавки последнего слоя поверхностей, работающих на истирание, а также при наличии ударных нагрузок. В этом случае подслой наплавляется электродами 034-3.

Электрод 034-6 спокойно плавится, легко зажигается и дает устойчивое горение дуги. Металл, наплавленный этим электродом, имеет высокие физико-механические свойства. Почти равноценными электроду 034-6 являются электроды 034-2, 034-3, 034-4.

При повышенных требованиях к обрабатываемости или высокой плотности сварного соединения электроды 034-2 применяются в сочетании с электродами МНЧ-2

Для сварки соединений, к которым предъявляют повышенные требования по чистоте обрабатываемой поверхности, предпочтительны электроды 034-3. Они обеспечивают твердость наплавленного металла более близкую к твердости чугуна, чем электроды МНЧ-2.

При ремонте чугунных деталей в соединениях высокой плотности, а также при сварке соединений, к которым предъявляются повышенные требования по чистоте поверхности после обработки, можно использовать электроды МНЧ-2 на никелевой основе. Эти электроды предпочтительны для выполнения первого слоя. Сварку электродами МНЧ-2 также ведут на постоянном токе обратной полярности.

Электроды 03ЖН-1 и ЦЧ-4 применяются значительно реже, в основном для холодной сварки, наплавки и заварки дефектов литья в деталях из серого и высокопрочного чугуна. При заварке крупных дефектов первый и последний слои выполняют электродами 034-3 или МНЧ-2, а промежуточные слои поочередно выполняют электродами 03ЖН-1 и 034-3 или МНЧ-2.

Покрытия всех применяемых для сварки чугуна электродов склонны к поглощению влаги, и при хранении в неотапливаемом помещении электроды отсыревают. Для обеспечения нормальной сварки отсыревшие электроды перед применением необходимо прокалить в электропечи при температуре 200...280°С в течение 1... 2 ч. Электроды, хранящиеся в сухом проветриваемом помещении, в прокаливании не нуждаются.

Эффективность восстановления поврежденных деталей автомобиля способом ручной электродуговой сварки во многом зависит от правильности и точности определения границ повреждения, Которое проводится после предварительной промывки и очистки Детали от всех загрязнений. Например, при размораживании рубашки охлаждения блока цилиндров довольно часто близко от основной видимой трещины образуются другие — тонкие и малозаметные. Все они должны быть обнаружены перед сваркой и соответствующим образом обработаны.

Сначала зачищается поверхность вокруг повреждения. Если это трещина, то поверхность вокруг нее зачищается не в продольном, а в поперечном направлении. Такой метод зачистки позволяет обнаружить даже те трещины, которые невооруженным глазом не видны и не выявлены во время опрессовки блока под давлением водой. Дело в том, что при поперечной зачистке на трещине откладывается валик металлической пыли, которая и позволяет увидеть всю длину трещины.

После зачистки поверхности выявленные трещины натирают мелом с промежутками 20...30 мм (чтобы не потерять из виду), а затем разделывают на всю длину. При образовании трещины' в стенке толщиной менее 4 мм эту трещину можно не разделывать.

Глубина разделочной канавки должна быть приблизительно в два раза меньше толщины стенки детали в этом месте, а ширина — около 6...8 мм. Зачистку поверхности вокруг трещины до металлического блеска и разделку канавки лучше всего производить с помощью прорезного шлифовального круга, приводящегося в движение от пневматической или электрической шлифовальной машинки.

В случае образования в стенке детали пробоины или нескольких сгруппированных трещин дефект устраняют методом наложения металлической заплаты толщиной 2...2,5 мм, размеры которой должны перекрывать размеры повреждения не менее чем на 10... 15 мм по всему периметру. Лучше всего, если края заплаты ложатся на более толстые и менее напряженные стенки, которые обычно находятся ближе к углам детали.

Если обломанная часть детали не сохранилась, то ее лучше отпилить от окончательно выбракованной аналогичной, подогнать по месту восстанавливаемой детали и приварить.

Техника и режимы сварки определяются основной задачей сварщика при устранении повреждений в чугунных деталях — получить плотные и прочные сварные соединения, предотвратить образование новых трещин и отбеливание чугуна.

Режим ручной электродуговой сварки характеризуется диаметром электрода, величиной тока, длиной дуги. Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. При сварке большинства автомобильных деталей, толщина стенки которых составляет 4...8 мм, используют электроды диаметром 3 или 4 мм. Величина тока устанавливается в зависимости от диаметра электрода из расчета 30...40 А на 1 мм диаметра стержня электрода. Например, при использовании электрода МНЧ-2 диаметром 3 мм сварку ведут при токе 90...ПО А, электрода 034-6 такого же диаметра — при 80... 100 А. Особое внимание следует обратить на особенности техники сварки чугуна медно-железными и железоникелевыми электродами, которая значительно отличается от сварки стали стальными электродами.

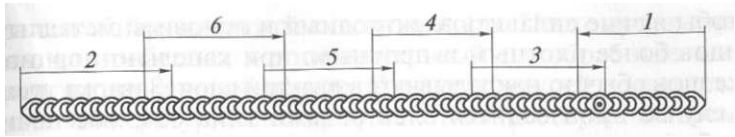


рис. 15.12. Порядок (7— 6) наложения швов при заварке трещины обратноступенчатым способом (стрелками показано направление сварки)

Сварка тонкостенных деталей выполняется короткой дугой небольшими участками длиной 15 ...40 мм. Чем тоньше свариваемая стенка, тем короче должны быть накладываемые швы. Порядок их наложения выбирается таким, чтобы теплота, выделяемая при сварке, распространялась равномерно во все стороны. Для этого применяется так называемый обратноступенчатый способ наложения швов на трещину (рис. 15.12).

С целью уплотнения наплавленного металла и уменьшения напряженности стенки после наложения каждого участка шва делается проковка наплавленного металла легкими ударами носовой частью молотка.

Очередной участок трещины заваривается после того, как металл охладился до температуры 50...70°С.

Электрод при сварке обычно располагается по отношению к поверхности детали под углом 70... 85°. Для лучшего выхода газов из сварочной ванны длину дуги не выдерживают постоянной, а изменяют в пределах 3...5 мм, т.е. разница в колебаниях длины дуги должна составлять около 2 мм.

Часто материал автомобильных деталей загрязнен масляными или другими включениями, что затрудняет приваривание к нему электродного металла. Для улучшения сплавления электродного и основного металлов применяется так называемая капельно-порционная сварка. Возбудив дугу, конец электрода отводят от поверхности детали на максимально возможную длину и на какое-то время задерживают в зените. При этом создаются более благоприятные условия для выгорания из сварочной ванны газов и других включений. В момент опускания электрода с него срываются несколько крупных капель металла, которые сплавляются с основным. После этого дугу обрывают и делают небольшую паузу (10... 15 с). При этом под воздействием высокой температуры металл очищается от загрязнений. Затем снова возбуждают дугу и сплавляют очередную порцию электродного металла. Таким образом наложение шва продолжают до полной заварки трещины.

При этом способе наложения шва, как и при обратно-ступенчатом способе сварки, нельзя допускать перегрева металла, сварку следует вести короткими отрезками с проковкой шва после Наложения каждого из отрезков и с небольшой выдержкой для охлаждения наплавленного металла.

Чтобы лучше сплавить электродный и основной металлы, сделать шов более плотным и прочным, при капельно-порционной сварке шов обычно накладывают в два-три слоя. Заварка трещин в этом случае производится электродами типа 034, обеспечивающими более пластичные свойства шва.

Сварка трещин в толстостенных деталях, которые в дальнейшем подвергаются механической обработке или работают под нагрузкой, выполняется с разделкой кромок исходя из условия, что ширина разделки краев трещины на поверхности детали должна быть в 2 раза больше толщины стенки детали, а глубина разделки на 2... 3 мм меньше этой толщины. Кромки трещины разделывают фрезерованием или слесарным способом вручную. Такой способ облегчает сварку деталей в вертикальной плоскости.

Схема наложения валиков при сварке чугунных толстостенных деталей показана на рис. 15.13. Подготовительные валики наплавляют на кромки трещины раздельно: сначала два ряда валиков *1—8 на* одну сторону среза вверх на участке протяженностью 30...50 мм, затем — на другую сторону среза валики *9—17.* Каждый предыдущий валик должен частично перекрываться последующим. После наплавки первого слоя очищают шлак и наплавляют второй слой (валики *18—30).* Подготовительные валики второго слоя не должны соприкасаться с основным металлом.

Так же наплавляют подготовительные валики и на других участках, дают им охладиться до температуры 30...50°С, счищают с них шлак и в такой же последовательности, как и при наплавке скосов, соединяют их центральными (соединительными) валиками. Заполнение шва на каждом участке проводят с перерывом для охлаждения.

Главная трудность при заварке трещины — обеспечение герметичности шва. Даже послойная проковка его не всегда обеспечивает требуемую герметичность, и при опрессовке детали под

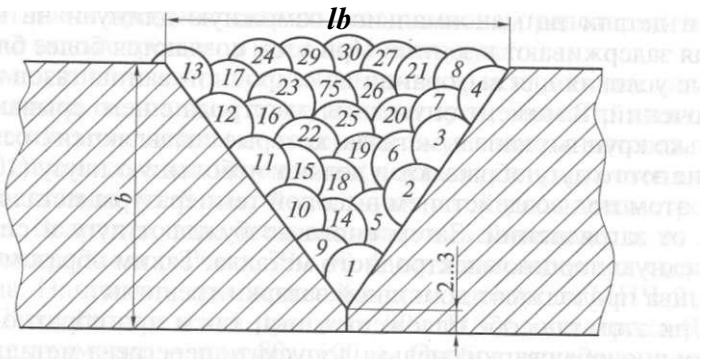


Рис. 15.13. Схема наложения валиков при сварке чугунных толстостенных деталей с разделкой кромок трещины:
Ь — толщина стенки детали; *1—30*— валики

давлением обнаруживаются сквозные поры. Поэтому для герметизации шва прибегают к дополнительной его обработке клеевым составом на эпоксидной основе. Однако этот клей не выдерживает высоких температур, поэтому для деталей, которые во время работы нагреваются выше 120 °С, применять эпоксидный клей для герметизации сварных швов не рекомендуется.

В некоторых случаях, когда применение эпоксидного клея недопустимо, для герметизации сварных швов используют так называемый метод «приржавления». Он заключается в смачивании шва 10%-ным раствором хлористого аммония. Через некоторое время после нанесения раствора происходит интенсивная коррозия шва, выполненного медно-железным электродом, и ее продукты плотно закупоривают мелкие поры.

Полуавтоматическая сварка. Одним из наиболее прогрессивных способов устранения повреждений в чугунных автомобильных деталях является полуавтоматическая сварка, выполняемая проволокой ПАНЧ-11 — проволокой малого диаметра (1,2 мм), изготовленной из сплава на основе никеля, обладающей самозащитными свойствами. Состав проволоки подобран специально для холодной сварки чугуна открытой дугой без дополнительной защиты газом или флюсом.

Из-за малого диаметра проволоки ПАНЧ-11 полуавтоматическая сварка ведется на малом токе при небольшом нагреве детали. Глубина проплавления основного металла составляет 1,5...2 мм. При этом электродная проволока хорошо сплавляется с основным металлом детали, без образования подрезов шва. Металл шва обладает высокими механическими свойствами: предел прочности на разрыв до — 55 кгс/мм^2, твердость повышается только на узком участке рядом со швом; прочность соединения на разрыв составляет не менее 95 % прочности основного металла.

В качестве сварочного оборудования применяются полуавтоматы А-547, А-547У, А-825 в комплекте с соответствующими выпрямителями и шланговыми держателями для проволоки диаметром 0,8... 1 и 1,2 мм.

Подготовка ремонтируемой детали под сварку заключается в зачистке поверхности вокруг трещин до металлического блеска и тщательном осмотре трещины для точного определения ее размеров. Затем на расстоянии 5...8 мм от видимого конца трещины в направлении ее развития необходимо просверлить отверстия диаметром 3... 3,5 мм. Вдоль трещины следует сделать неглубокую узкую канавку (в 2 раза меньше, чем при разделке канавки под электродуговую сварку электродами типа 034). Снижением объема Наплавленного металла обеспечивается наименьший разогрев основного металла при сварке.

Сварка проволокой ПАНЧ-11 может выполняться в любом пространственном положении, но нижнее пространственное по-

ложение детали предпочтительнее. Заварка трещины производится короткими участками длиной 20...60 мм, причем чем меньше толщина свариваемого металла и напряженнее стенка детали в месте сварки, тем короче должен быть завариваемый участок. После наложения шва на каждый участок сварку прекращают и дают охладиться металлу до температуры 50...60"С. Во время паузы шов проковывают легкими ударами носовой части молотка. Порядок наложения шва на трещину такой же, как при ручной электродуговой сварке чугуна.

В зависимости от толщины свариваемого металла выбирается сила сварочного тока, напряжение, вылет электродной проволоки и скорость сварки; с уменьшением толщины уменьшаются величины всех других параметров сварки. Толщина стенок большинства автомобильных деталей находится в пределах 3...8 мм, поэтому при полуавтоматической сварке проволокой ПАНЧ-11 диаметром 1,2 мм оптимальны следующие режимы: сила сварочного тока 90... 140 А, напряжение 16... 19 В, вылет электродной проволоки 10... 15 мм, скорость сварки 8... 12 м/ч.

Сварные соединения, выполненные полуавтоматической сваркой проволокой ПАНЧ-11, поддаются обработке любым режущим инструментом.

Газовая сварка. Газовая сварка чугуна является одним из старейших способов восстановления деталей и применяется для наращивания обломанных частей ушек, заплавки изношенных отверстий в некорпусных деталях. При заварке трещин газовую сварку практически не используют, так как процесс этот связан с общим подогревом детали.

В качестве присадочного материала чаще всего используются чугунный пруток марки Б и пруток, отлитый из бракованных чугунных деталей. Для предотвращения окисления кромок свариваемого металла, извлечения из сварочной ванны окислов и неметаллических включений, предохранения расплавленного металла от воздействия воздуха при газовой сварке применяются флюсы. Чаще всего это молотая прокаленная бура или смесь из 56 % буры, 22 % углекислого натрия и 22 % углекислого калия.

Пространственное положение детали при газовой сварке чугуна должно быть таким, чтобы сварку можно было вести в нижнем положении. Для сварки чугуна применяется нейтральное пламя, причем расплавление металла ведется восстановительной зоной пламени. Наконечник горелки выбирается из расчета расхода ацетилена 100 л на 1 мм толщины свариваемого металла.

Очередность операций технологии наращивания обломанной части детали газовой сваркой следующая: нагревают докрасна место наплавки и посыпают его флюсом; расплавляют флюс и металл и одновременно с помощью стального присадочного прутка с загнутым концом удаляют с поверхности сварочной ванны появляющиеся светящиеся пузырьки; присадочный пруток нагревают докрасна, опускают в сварочную ванну и плавят его одновременно с основным металлом; зигзагообразными движениями горелки ; и помешиванием прутком в сварочной ванне заполняют ее металлом; охлаждают деталь.

Горелку и присадочный пруток не следует задерживать долго на одном месте, ими нужно все время манипулировать, приближая их к сварочной ванне и удаляя от нее. Если этого не делать, то жидкий металл будет вытекать из сварочной ванны. Чтобы не создавать сильное давление пламени на сварочную ванну, угол наклона горелки по отношению к свариваемой поверхности делают меньшим, чем при сварке стали. Процесс сварки следует вести быстро, поскольку высокая скорость способствует сохранению состава металла.

После сварки необходимо создать условия для медленного и равномерного охлаждения деталей: крупные накрыть листовым асбестом, а мелкие положить в ящик с песком. Охлаждение детали на сквозняке приводит к отбеливанию чугуна, а иногда и к появлению трещин.

Газовую сварку чугуна цветными сплавами без подогрева детали выполняют в сочетании с дуговой сваркой. Этот способ широко применяется в ремонтном производстве для заварки трещин на обрабатываемых поверхностях корпусных деталей. В качестве присадочного материала используют латунь. Так как температура плавления латуни (880...950 °С) ниже температуры плавления чугуна, можно не доводить чугунную деталь до плавления, вызывая в металле особенные структурные изменения и внутренние напряжения. Такая сварка позволяет получить плотные сварочные швы, легко поддающиеся механической обработке.

Технология заварки трещин латунью в чугунных деталях включает в себя следующие операции: снятие металла с кромок трещины для образования фасок под углом 70...80°; грубая обработка фасок (желательно с образованием насечки); очистка листа сварки от грязи, масла и ржавчины; нагрев подготовленных к сварке мест пламенем газовой горелки до температуры 900...950°С; нанесение на нагретую поверхность слоя флюса; нагрев в пламени горелки конца латунной проволоки; натирание латунной проволокой горячих кромок трещины (латунь должна покрывать фаски тонким слоем); сварка трещины; медленный отвод пламени горелки от детали; накрывание шва листовым асбестом для медленного остывания.

15.10. Восстановление алюминиевых деталей сваркой

Особенности сварки алюминия и его сплавов. Сварка деталей из алюминия и его сплавов сопряжена с определенными трудно-

стями, связанными с теплофизическими особенностями этого металла. Для успешной сварки необходимо знать свойства алюминия, причины плохой свариваемости и способы преодоления проблем, обусловленных ими.

Особенности сварки деталей из алюминия состоят в следующем. Переход металла из твердого состояния в жидкое трудно заметить из-за скрытой теплоты плавления: даже в жидком виде алюминий не меняет своего цвета, оставаясь серебристо-белым, что затрудняет визуальное определение расплавления металла. Недостаточно опытный сварщик может не уловить момент начала расплавления алюминия, результатом чего явится проваливание стенки детали.

Кроме того, алюминиевые сплавы в расплавленном состоянии активно растворяют водород, который при быстром охлаждении не успевает покинуть расплавленный металл и создает в нем поры и раковины. Источником водорода является влага, для удаления которой рекомендуется прогреть деталь. Из-за высоких коэффициентов линейного расширения и теплопроводности, которые у алюминия соответственно в 2 — 3 раза больше, чем у стали, возникают значительные внутренние напряжения, приводящие к деформациям свариваемых деталей. Для уменьшения внутренних напряжений целесообразно перед сваркой нагревать детали до температуры 250...300°С, а после сварки медленно охлаждать.

Сварка алюминия осложняется еще и тем, что на поверхности алюминиевых сплавов постоянно находится окисная пленка, которая по своим теплофизическим свойствам значительно отличается от основного металла. Так, удельная масса окисной пленки равен 3,85 г/ мм^2, а основного металла — 2,65 г/мм^2; температура плавления окисной пленки составляет 2 060 °С, основного металла — 650... 670 "С. При сварке более тяжелая и тугоплавкая окисная пленка не растворяется в расплавленном металле и препятствует образованию общей сварочной ванны, соединению кромок трещины и кристаллизации металла. Она также может остаться в виде включений в жидком металле и вызвать образование пор в сварном соединении. Для нормального ведения сварки и для получения качественного сварного соединения очень важно тщательно удалить окисную пленку.

Высокая теплопроводность алюминиевых сплавов способствует быстрому отводу теплоты от места нагрева, поэтому для создания необходимой температуры и образования нормальной сварочной ванны требуются мощные источники теплоты, а иногда и предварительный разогрев места сварки.

При сварке деталей сложной конфигурации (блоков цилиндров, головок, картеров сцепления и т.п.) приходится считаться и с разницей толщины стенок, которые остывают за разное время из-за чего возникает коробление детали, и могут образоваться

новые трещины. При нагреве до 400... 450 °С алюминий теряет свою прочность, и деталь может разрушиться даже от легкого удара.

Для деталей из алюминия и его сплавов рекомендуются следующие способы сварки: аргонодуговая, электродуговая и газовая.

Аргонодуговая сварка. Наиболее высокое качество сварных соединений обеспечивает аргонодуговая сварка. Чаще всего она выполняется с использованием неплавящегося вольфрамового электрода ВА-1А, диаметр которого выбирают в зависимости от силы сварочного тока и толщины свариваемых деталей. Для сварки автомобильных деталей обычно используются электроды диаметром 1 ...5 мм.

До последнего времени применялась лишь ручная аргонодуговая сварка, но сейчас успешно ведутся работы по внедрению в авторемонтном производстве полуавтоматической сварки алюминиевых сплавов, при которой в несколько раз повышается производительность труда.

Для ручной аргонодуговой сварки отечественной промышленностью выпускаются установки типа УДГ-501. Возможна также организация поста аргонодуговой сварки без применения промышленной установки (рис. 15.14). От баллона с аргоном газ подается через редуктор *1,* манометр *2,* ротаметр *3* и гибкий шланг *4* подачи аргона из баллона 5 на сварочную горелку *10.* В качестве источника электроэнергии используется сварочный трансформатор *6,* оснащенный осциллятором 7, балластным реостатом *9* и дросселем *8.* Сварочные работы выполняются на столе // сварщика.

В качестве защитного газа при аргонодуговой сварке алюминиевых сплавов применяется аргон марки А (ГОСТ 10157—79), который поставляется в баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа. В качестве присадочного материала используются алюминиевые сплавы АМц или АМг либо алюминиевая проволока марки АК.

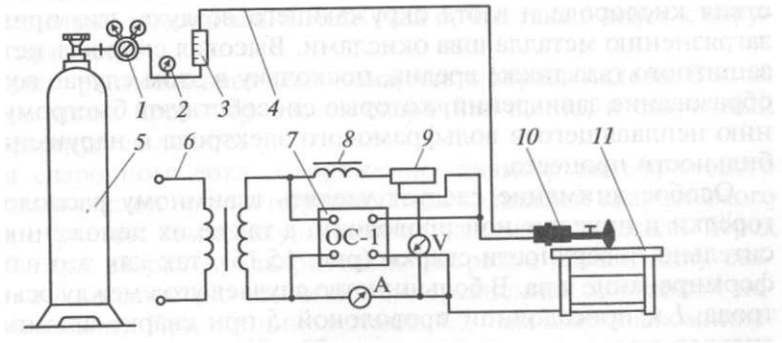


Рис. 15.14. Схема поста ручной аргонодуговой сварки:
/ — редуктор; *2* — манометр; *3* — ротаметр; *4* — гибкий шланг подачи аргона; 5 — баллон с аргоном; *6* — сварочный трансформатор; 7 — осциллятор; *8* - дроссель; *9* - балластный реостат; *10* - сварочная горелка; *11* - стол сварщика

Аргонодуговой сварке присущи особенности, без учета которых невозможно получение качественных сварных соединений.

Установку включают за 2...3 мин до начала сварки для прогревания лампы. За это время на щитке приборов устанавливают принятую величину сварочного тока, с помощью редуктора на баллоне и ротаметра регулируют расход аргона; для удаления остатков воздуха шланг горелки продувают газом в течение 3...4 с.

Возбуждают дугу на графитовой пластине, там же разогревают конец вольфрамового электрода. Пластина должна постоянно находиться рядом с местом сварки. О готовности электрода к сварке свидетельствует образование на его конце раскаленного шарика. Пока горит дуга, конец электрода должен сохранять такую форму и состояние.

Быстрым движением руки горелку переводят к месту сварки и возобновляют дугу, не прикасаясь раскаленным электродом к металлу, так как их соприкосновение приводит к загрязнению вольфрама, нарушению устойчивости дуги и ухудшению формирования шва. При случайном соприкосновении раскаленного электрода с металлом сварку следует прекратить и очистить конец электрода от прилипших к нему частиц алюминиевого сплава. Для очистки загрязненного электрода на графитовой пластине возбуждают дугу и выдерживают ее в течение 8... 10 с до испарения посторонних включений и появления на конце электрода чистого раскаленного шарика.

При заварке трещины после перевода горелки к ее началу необходима небольшая выдержка до образования сварочной ванны с чистой поверхностью. Если же вокруг сварочной ванны откладывается копоть, то необходимо увеличить расход аргона. Качество газовой защиты сварочной ванны при аргонодуговой сварке играет весьма важную роль. При недостаточной скорости истечения газ не обеспечивает должную защиту зоны сварки от воздействия кислорода и азота окружающего воздуха, что приводит к загрязнению металла шва окислами. Высокая скорость истечения защитного газа также вредна, поскольку в этом случае возможно образование завихрений, которые способствуют быстрому сгоранию неплавящегося вольфрамового электрода и нарушению стабильности процесса.

Особое внимание следует уделять взаимному расположению горелки и присадочной проволоки, а также их положению относительно поверхности сварки (рис. 15.15), так как это влияет на формирование шва. В большинстве случаев угол между осью электрода *1* и присадочной проволокой *5* при сварке алюминиевых сплавов выдерживают в пределах 80...90°, угол между осью электрода и поверхностью наплавленного металла *3* — в пределах 60...70°, угол между присадочной проволокой и поверхностью детали *4* — в пределах 20...30°.

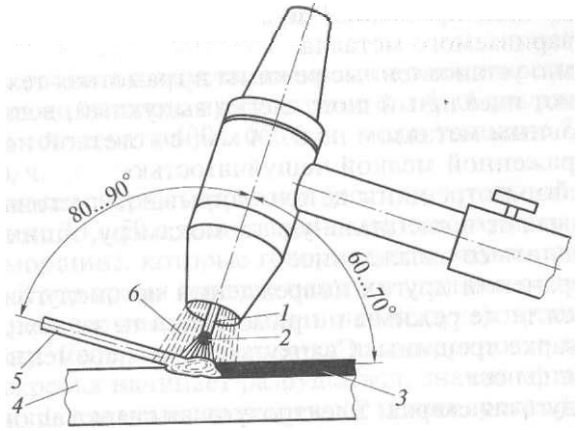


Рис 15 15 Расположение горелки и присадочной проволоки при ручной аргонодуговой сварке неплавящимся вольфрамовым электродом:
1 - электрод; *2* - электрическая дуга; *3* - наплавленный металл; *4* - деталь; 5 - присадочная проволока; *6* - поток защитного газа

Длина электрической дуги *2* должна быть одинаковой на протяжении всей сварки и равняться приблизительно диаметру применяемого электрода *1.* Удлинение дуги ведет к увеличению валика, деталь при этом сильнее нагревается и деформируется.

Движение горелки и присадочной проволоки во время аргонодуговой сварки почти такие же, как при газовой сварке. Конец присадочной проволоки нельзя подавать в столб дуги, так как при этом происходит мгновенное расплавление. Расстояние между проволокой и дугой должно быть не менее 2...3 мм. В то же время очень отдалять конец проволоки нельзя, иначе она окажется за пределами потока защитного газа *6,* что также ведет к нарушению процесса.

Трещину рациональнее всего заваривать справа налево. В этом случае целиком просматривается сварочная ванна, и сварочный Шов формируется лучше.

Сила сварочного тока, напряжение, диаметр вольфрамового электрода и расход аргона определяются толщиной свариваемого металла с учетом температуры восстанавливаемой детали перед сваркой (при сварке предварительно нагретой детали силу сварочного тока несколько занижают по сравнению со сваркой не-Нагретой детали). При толщине металла 4... 7 мм сварку алюминиевой детали, нагретой до температуры 280 °С, выполняют сварочным током силой 150...250 А, напряжением 22...24 В. Чем металл толще, тем выше должна быть температура нагрева. Расход аргона При сварке должен составлять 7... 12 л/мин, диаметр применяв -

мой присадочной проволоки должен приблизительно равняться толщине свариваемого металла.

Правильно установленные режимы и грамотная техника сварки обеспечивают идеальный шов: слегка выпуклый, возвышающийся над основным металлом на 3...4 мм, со светлой поверхностью с четко выраженной мелкой чешуйчатостью.

После заварки трещины деталь закрывают листовым асбестом либо укладывают в специальную термокамеру, ящик или шкаф, чтобы замедлить ее охлаждение.

При устранении других повреждений аргонодуговой сваркой соблюдаются те же режимы и применяется та же техника сварки, как при заварке трещины. Сварку ведут на переменном токе без применения флюса.

Электродуговая сварка. Электродуговая сварка алюминия и его сплавов ведется электродами ОЗА-2 (сплав алюминия) и ОЗА-1 (технический алюминий) на постоянном токе обратной полярности, короткой дугой. Этот способ сварки используется для заварки трещин в деталях из алюминиево-кремнистого сплава, заплавки изношенных отверстий, приварки обломавшихся частей деталей.

Стержень электрода ОЗА-2 изготовляется из проволоки Св-АК5, которая близка по химическому составу к алюминиево-кремнистым сплавам и позволяет достичь высоких механических свойств сварных соединений. Для разрушения окисной пленки и хорошего сплавления металла электрода с основным металлом детали на стержень электрода методом опрессовки нанесен слой обмазки толщиной 0,6...0,8 мм. Главным компонентом обмазки является флюс АФ-4А. Диаметр электродов ОЗА-2 составляет 4, 5 и 6 мм.

В качестве источника питания при электродуговой сварке алюминия используются преобразователи с круто падающей внешней характеристикой и такие же выпрямители, как при электродуговой сварке чугуна.

Сварку автомобильных деталей обычно ведут с использованием электродов диаметром 5 и 6 мм при силе сварочного тока 140... 160 А (для электрода диаметром 5 мм) и 170...200 А (для электрода диаметром 6 мм).

Стержень электрода ОЗА-2 плавится чрезвычайно быстро, поэтому сварщик должен очень быстро продвигать электрод вдоль шва. Длина дуги должна быть стабильной на протяжении всей сварки и равной приблизительно диаметру используемого электрода.

Положение электрода по отношению к свариваемой поверхности должно обеспечивать хорошую видимость сварочной ванны. Его продвигают почти вертикально к поверхности или с небольшим наклоном в сторону, противоположную направлению сварки.

Газовая сварка. Газовая сварка выполняется ацетилено-кислородным нейтральным пламенем с использованием флюса АФ-4А-0ламя должно быть «мягким» и не оказывать сильного давления на металл.

Величину расхода газа устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла: при толщине его 4.:. 6 мм расход ацетилена должен составлять 400... 650 л/ч, а при толщине 7... 10 мм — 700...1 ЮО л/ч.

Сначала место сварки нагревают восстановительной зоной пламени в течение 30... 50 с до появления на поверхности небольших складочек (морщин), которые говорят о том, что металл близок к плавлению. В это время горелку немного удаляют от поверхности детали и скребком (находящимся в левой руке) проводят по нагретому месту. Если окисная пленка на поверхности металла под действием скребка начинает разрушаться, значит металл начинает плавиться. Затем немного нагревают конец присадочного прутка, опускают его в банку с флюсом и доставляют к месту сварки. Окисная пленка на нагретом до температуры плавления металле под действием флюса разрушается и появляется блестящее пятно жидкого металла. Далее сварка ведется возвратно-поступательными движениями горелки и присадочного прутка относительно сварочной ванны.

Для удаления с поверхности сварочной ванны окислов и загрязнений конец присадочного прутка периодически окунают в банку с флюсом. При этом окислы и загрязнения оттесняются к краям сварочной ванны, откуда легко удаляются стальным крючком.

Газовую сварку следует вести быстро, не задерживая горелку и присадочный пруток на одном месте, чтобы не произошло проваливания металла под действием собственно веса.

Чтобы избежать перегрева металла при заплавке отверстий, применяется присадочный пруток диаметром, соответствующим толщине данной детали (но не более 8 мм). При заварке сквозных отверстий с обратной стороны детали подкладывают толстую металлическую (лучше медную) пластину. При заваривании трещин горелку перемещают справа налево, а присадочный пруток подают впереди сварочного пламени.

На поверхности детали после сварки остается корка прореагировавшего флюса, которую необходимо удалить путем смачивания поверхности детали теплой водой и зачистки металлической Щеткой.

15.11. Организация рабочего места сварщика и техника безопасности при выполнении сварочно-наплавочных работ

К электрогазосварочным и наплавочным работам допускаются Рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специально обученные и имеющие удостоверение на

право выполнения указанных работ. Все сварщики, выполняющие дуговую и газовую сварку, должны ежегодно подтверждать свою квалификацию.

Организация рабочего места при выполнении работ по восстановлению автомобильных деталей сваркой и наплавкой зависит от применяемого способа. Комплекс технологически связанного между собой оборудования для выполнения сварочно-наплавочных работ называется сварочным постом или установкой.

В состав поста входят: сварочное оборудование (источник питания, сварочный аппарат с приборами управления и регулирования процесса), технологические приспособления и инструмент, механическое и вспомогательное оборудование, система управления.

В состав установки для сварки или наплавки входят: электросварочное оборудование, технические средства размещения и перемещения сварочных автоматов, головок, инструмента, технические средства размещения, закрепления и перемещения изделия, флюсовое оборудование, вспомогательное оборудование, средства управления.

Сварочные машины рекомендуется устанавливать в отдельном помещении, а на рабочем месте в этом случае должен находиться щиток для дистанционного управления.

Рабочее место газосварщика оборудуется специальным сварочным столом с подставкой для газосварочной горелки. На расстоянии 3...4 м от сварочного стола монтируется рампа с кислородным и ацетиленовым редукторами, шкаф для хранения шлангов и горелок. Ацетиленовый генератор, баллоны с кислородом и ацетиленом хранятся в отдельных помещениях.

Сварочный пост обязательно оборудуется местной вытяжной вентиляцией для отсоса вредных паров, газов и аэрозолей, состоящих из окислов металлов и продуктов сгорания обмазок и флюсов.

Для повышения безопасности сварочных работ, производительности труда и улучшения качества сварки чрезвычайно важно правильное и рациональное размещение рабочего места сварщика. В целях защиты сварщиков и вспомогательных рабочих от лучистой энергии горящих поблизости сварочных дуг в постоянных местах сварки для каждого сварщика устанавливают отдельные кабины площадью (2 х 2)... (2 х 3) м (не считая площади, занятой оборудованием) и высотой 1,8...2 м. Для улучшения вентиляции стены кабины не доводят до пола на 15... 20 см. Материалом стен кабины может служить тонкое железо, фанера, брезент, покрытые огнестойким составом, или другие огнестойкие материалы. Дверной проем, как правило, закрывается брезентовым занавесом на кольцах. Стены окрашивают в светлые матовые тона. Полы должны иметь ровную нескользкую поверхность, без выбоин и порогов.

При ручной дуговой сварке кабина сварщика оборудуется сварочным столом и кондуктором, настенной полкой для мелкого

инструмента и приспособлений, стулом со спинкой. Кабина оборудуется также местной вентиляцией.

Для предохранения глаз и лица сварщика от вредного воздействия светящейся дуги необходимо использовать щитки или маски со специальными светофильтрами в зависимости от силы сварочного тока: Э-1 при силе тока до 75 А, Э-2 — при 75 ...200 А, Э-3 при 200...400 А, а также универсальных — ЭС-100, ЭС-300, ЭС-500.

Сварщик обязан пользоваться сухими брезентовыми рукавицами в целях исключения попадания под напряжение при замене электродов, а также для защиты рук от расплавленного металла и лучистой энергии дуги. Безопасность сварщика обеспечивается также тщательной проверкой правильности подведения проводов к сварочным постам и оборудованию. Для передачи тока от сварочных агрегатов к месту сварки необходимо использовать гибкие изолированные провода. Для предупреждения поражения электрическим током все оборудование должно быть заземлено.

Электрооборудование, электроустановки и проводку разрешается ремонтировать только после отключения их от сети.

Перед началом работ электросварщик обязан надеть специальную одежду: брезентовый костюм, ботинки и головной убор.

При сварке и наплавке деталей под слоем флюса режим работы должен быть таким, чтобы сварочная дуга была полностью закрыта флюсом. Для уборки флюса используются флюсоотсосы, совки и скребки.

При вибродуговой наплавке и сварке сварочную дугу закрывают специальными устройствами, в которых должно быть предусмотрено смотровое окно со светофильтром соответствующей плотности.

При выполнении газовой сварки необходимо следить, чтобы в радиусе 5 м от рабочего места отсутствовали горючие материалы.

Баллоны с газами хранятся и транспортируются только с навинченными на их горловины предохранительными колпаками и заглушками на боковых штуцерах вентилей. При транспортировании баллонов не допускаются толчки и удары. Переносить баллоны на руках запрещается и к месту сварочных работ их доставляют на специальных тележках.

Баллоны с газом устанавливают в помещении не ближе 1 м от радиаторов отопления и не ближе 10 м от горелок и других источников тепла с открытым огнем.

Запрещено хранить баллоны с кислородом в одном помещении с баллонами горючего газа, барабанами карбида кальция, лаками, маслами и красками.

При обнаружении на баллоне или вентиле следов жира или Масла баллон немедленно возвращают на склад, поскольку соседство масла и кислорода может привести к взрыву.

В целях исключения возможности перепутать баллоны с разными газами их окрашивают в разные цвета: кислородные — в синий, ацетиленовые — в белый, а баллоны с пропанобутановыми смесями — в красный.

Ацетилен в смеси с воздухом взрывоопасен, поэтому нужно следить, чтобы не было утечки газа, и перед началом работы тщательно проветривать рабочее помещение.

Контрольные вопросы

1. Какие требования необходимо соблюдать в процессе разборки автомобиля и его агрегатов?
2. Какие группы соединений выделяют при выполнении разборочно-сборочных работ?
3. Назовите основные правила разборки автомобильных агрегатов.
4. Как определить крутящий момент отвертывания гаек и болтов?
5. Как определить величину усилия выпрессовки колец подшипников и шкивов?
6. Назовите способы разборки прессовых соединений.
7. Каковы особенности сборки неподвижных соединений с натягом?
8. Каковы особенности сборки шпоночных соединений?
9. Каковы особенности сборки цилиндрических и конических зубчатых передач?
10. Какова последовательность восстановления базовых корпусных деталей?
11. Какова последовательность восстановления деталей класса круглых стержней?
12. Каковы особенности восстановления деталей класса полых цилиндров?
13. Опишите процесс автоматической наплавки шеек коленчатых валов под слоем флюса.
14. Назовите этапы технологического процесса газотермического напыления деталей двигателя.
15. Каким образом производится контроль величины зазора в коренных и шатунных подшипниках?
16. Каким образом контролируется коленчатый вал перед шлифованием?
17. В чем заключается подготовка шлифовального станка перед шлифованием коленчатого вала?
18. Какие требования предъявляются к гильзам блока цилиндров двигателя?
19. Какие бывают способы фиксации гильз в блоке цилиндров?
20. Какие способы установки гильз используются на АРП?

Глава 16. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КУЗОВОВ

16.1. Восстановление кузова на рихтовочном стенде

Последовательность технологических операций при ремонте кузова на АРП представлена на рис. 16.1.

Для выполнения ремонтно-восстановительных кузовных раоот принимается автомобиль либо отдельно кузов. Сдача автомобиля в

Рис. 16.1. Последовательность технологических операций при ремонте кузова

ремонт заказчиком и приемка его представителем АРП производится на основании технических условий на приемку, ремонт и выпуск из ремонта кузовов и кузовных деталей легковых автомобилей на предприятиях автотехобслуживания. Кузов может быть принят в ремонт только в присутствии заказчика, с соблюдением всех юридических формальностей.

При контрольном осмотре проверяется комплектность кузова или автомобиля, определяется и согласуется с заказчиком объем работ, вид ремонта кузова (в соответствии с табл. 16.1), ориентировочная стоимость работ и сроки их выполнения. Все эти данные документально оформляются в соответствии с порядком и формой заполнения приемочных документов на основании «Положения о техническом обслуживании и ремонте легковых автомобилей, принадлежащих гражданам».

В зависимости от вида ремонта разборка кузова выполняется частично или полностью. Если требуется ремонт только отдельных частей кузова, поврежденных в результате небольшой аварии или местного коррозионного разрушения, то выполняется частичная разборка. Полная разборка необходима, как правило, при

Таблица 16.1

Виды ремонта кузовов в зависимости от степени повреждения, деформации и коррозионного разрушения

Вид ремонта	Объем ремонтных работ
№ 1	Выправление повреждений поверхности площадью до 20 % в легкодоступных местах
№ 2	Выправление повреждений со сваркой или ремонт № 1 на поверхности площадью до 50 %
№ 3	Выправление повреждений со вскрытием и сваркой, с частичным восстановлением до 30 % площади поверхности; частичное восстановление деталей вытяжкой и правкой с усадкой металла, вырезкой участков, не подлежащих ремонту; изготовление ремонтных вставок из бракованных деталей кузова или из листового металла с приданием ему формы восстанавливаемой детали
№ 4	Частичное восстановление деталей на поверхности площадью свыше 30 %
№ 5	Замена поврежденной части детали кузова ремонтной вставкой из номенклатурных запасных частей завода-изготовителя или изготовленной по его чертежам
№ 6	Крупноблочный ремонт, предусматривающий замену поврежденных частей кузова блоками деталей от бракованных кузовов, с разметкой, отрезкой, подгонкой, вытяжкой, рихтовкой, сваркой

значительных аварийных повреждениях кузова, требующих правил на специальных стапелях.

Порядок разборки кузова строго регламентирован и выполняется с соблюдением определенной технологической последовательности, исключающей повреждения деталей. Процесс разборки разрабатывается для каждого типа кузова отдельно, с учетом специфики установки и закрепления деталей.

Полная разборка кузова определяется его конструкцией, но общая последовательность разборки сводится к снятию сидений, внутреннего оборудования и обивки салона, стекол кузова, электропроводки, дверей и оперения. Разборка кузовов несущей конструкции требует разборки автомобиля, так как некоторые детали и узлы снимаются до отсоединения электрооборудования и агрегатов ходовой части автомобиля, а некоторые — только после снятия агрегатов.

Дефектация как составная часть технологического процесса восстановления, производится при приемке кузова в ремонт, а также непосредственно при выполнении каких-либо ремонтных операций. Дефектация кузова необходима для обнаружения дефектов (в том числе и скрытых), определения вида ремонта и способов устранения имеющихся повреждений. Для дефектации, как правило, необходим пост, оснащенный подъемником автомобиля и контрольно-измерительным инструментом для определения технического состояния кузова.

При приемке в ремонт автомобиля, имеющего аварийные повреждения лонжеронов или основания кузова, на правочном стенде с помощью механической или электронной контрольно-измерительной системы по контрольным точкам проверяется геометрия основания кузова.

После разборки, определения вида необходимого ремонта и дефектации приступают к ремонту. Различают следующие способы ремонта:

правка механическим воздействием (рихтовкой, вытяжкой) в холодном состоянии или с применением местного нагрева;

ремонт посредством вырезки разрушенной части детали с изготовлением ремонтной вставки и подгонкой ее по месту;

ремонт с использованием бывших в употреблении деталей, их блоков или частей для замены поврежденного участка аварийного кузова;

ремонт посредством замены поврежденной части ремонтными вставками из номенклатурных запасных частей завода-производителя (частичная замена);

ремонт путем замены поврежденной детали или блока деталей Из номенклатурных запасных частей завода-производителя;

сварка кузовных элементов, выполняемая встык, внахлестку Или с использованием промежуточной вставки в зависимости от Конструкции узла.

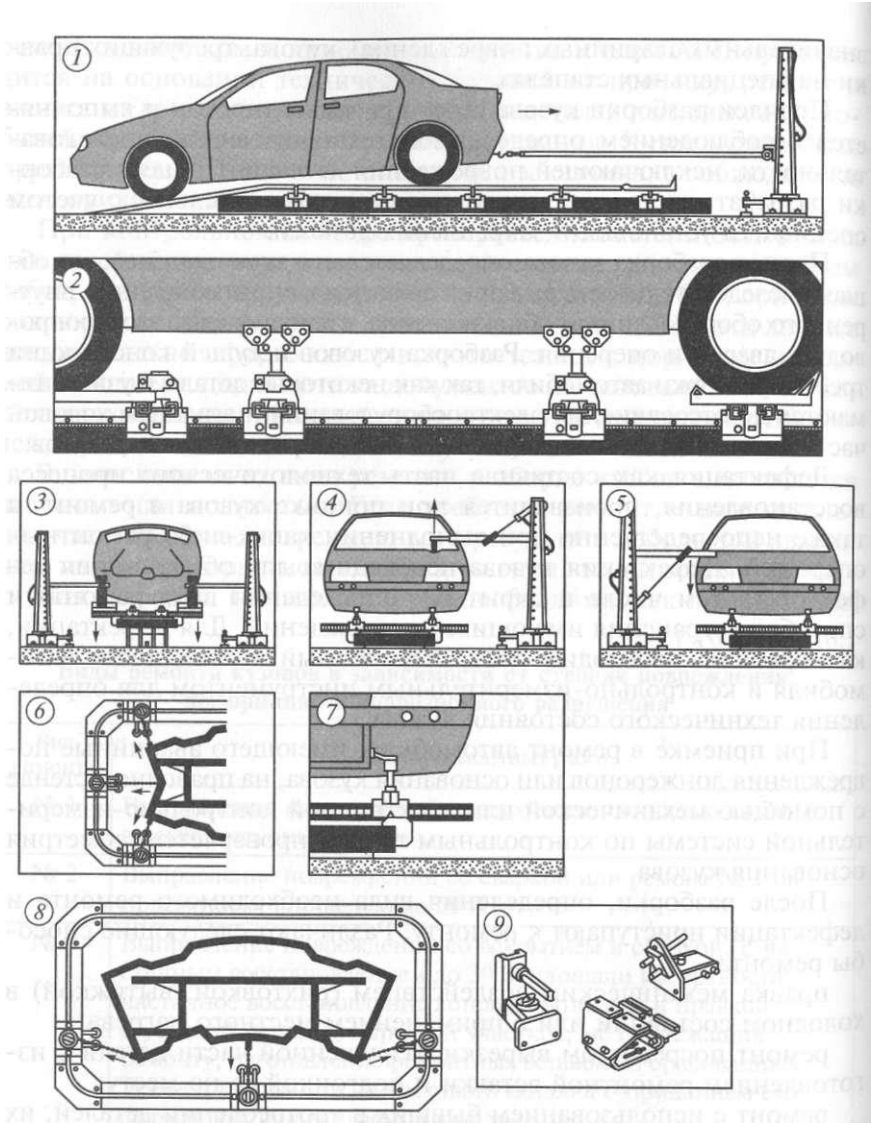


Рис. 16.2. Основные позиции кузова при восстановлении на рихтовочном стенде:

1 — установка кузова; *2* — закрепление кузова на стенде; *3, 4, 5, 6* — позиции при правке элементов кузова; *7* — позиция при контроле; *8* — позиция при одновременной правке в нескольких направлениях; *9* — элементы фиксации кузова для автомобилей разных марок

После завершения ремонтно-восстановительных работ и перед окраской в соответствии с техническими требованиями выполняется объективный контроль качества ремонта по геометрическим

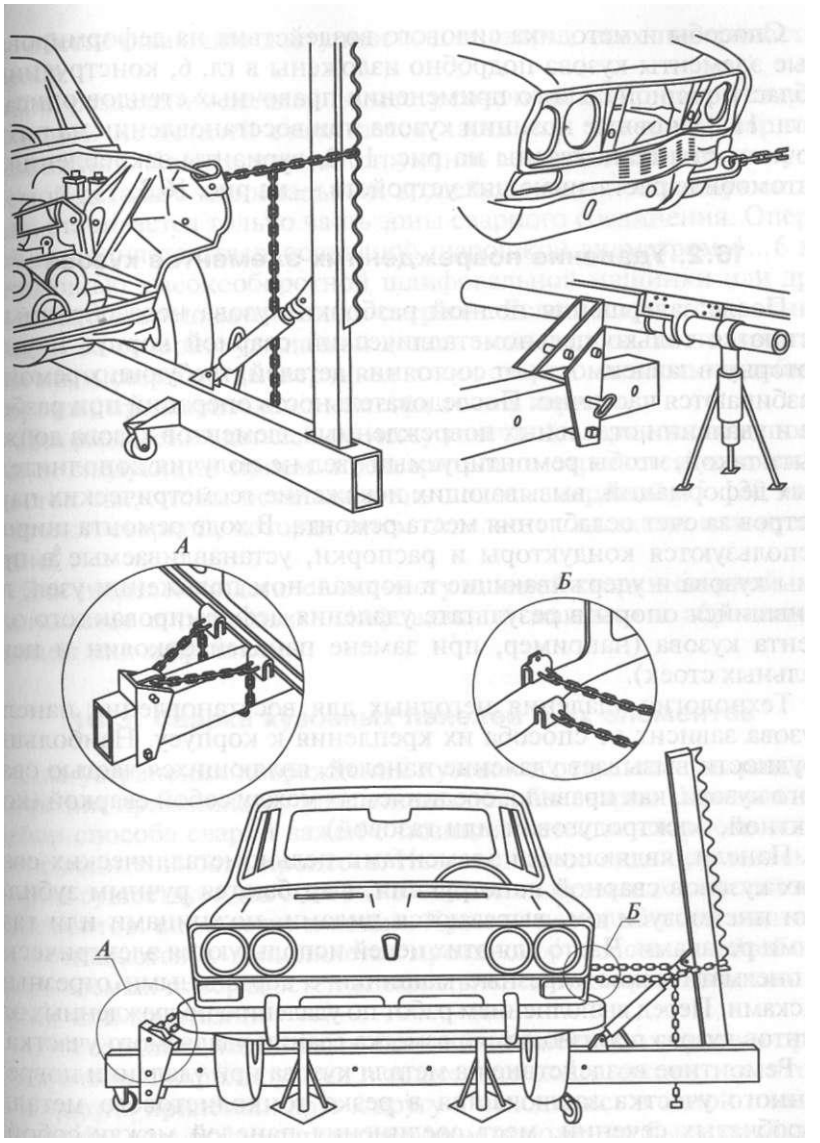


Рис. 16.3. Варианты закрепления на автомобиле растягивающих элементов стандартного силового устройства при вытяжке деформированных участков кузова

Параметрам основания кузова, линейным размерам проемов кузова, величине зазоров дверей, капота и крышки багажника, совпадению линий штамповки дверей и крыльев, по качеству заделки трещин, разрывов металла, пробоин и прочих дефектов, связанных с подгонкой и сваркой ремонтных вставок и панелей.

Способы и методика силового воздействия на деформированные элементы кузова подробно изложены в гл. 6, конструкции и области рационального применения правочных стендов описаны в гл. 11. Основные позиции кузова при восстановлении на рихтовочном стенде показаны на рис. 16.2, варианты закрепления на автомобиле растягивающих устройств — на рис. 16.3.

16.2. Удаление поврежденных элементов кузова

После завершения полной разборки кузова неразобранными остаются только цельнометаллический сварной корпус и узлы, которые в зависимости от состояния деталей, требующих ремонта,' разбираются частично. Последовательность операций при разборке и удалении отдельных поврежденных элементов кузова должна быть такой, чтобы ремонтируемый узел не получил дополнительных деформаций, вызывающих искажение геометрических параметров за счет ослабления места ремонта. В ходе ремонта широко используются кондукторы и распорки, устанавливаемые в проемы кузова и удерживающие в нормальном положении узел, лишившийся опоры в результате удаления деформированного элемента кузова (например, при замене панелей боковин и центральных стоек).

Технология удаления негодных для восстановления панелей кузова зависит от способа их крепления к корпусу. Наибольшие трудности вызывает удаление панелей, являющихся частью сварного кузова, как правило, соединяемых между собой сваркой (контактной, электродуговой или газовой).

Панели, являющиеся элементами цельнометаллических сварных кузовов сварной конструкции, вырубаются ручным зубилом или пневмозубилом, вырезаются пилами, ножницами или газовыми резаками. Часто для этих целей используются электрические и пневматические отрезные машинки с абразивными отрезными дисками. Перед выполнением работ по удалению поврежденных элементов кузова производится разметка границ удаляемого участка.

Ремонтное воздействие на металл кузова при удалении поврежденного участка заключается в резке тонколистового металла, коробчатых сечений, мест соединения панелей между собой и разделении их по месту точечной или шовной сварки. При любом ремонтном воздействии не допускается деформация оставшихся частей панелей и сопряженных деталей кузова. При удалении панелей во всех случаях вначале режутся панели, затем ребра жесткости, поддерживающие ее.

Резка простых и сложных коробчатых сечений по линии разметки производится прямой пневматической пилой, пневмозубилом с перкой, ручной ножовкой и отрезной машинкой. Если в сечении короба более трех листов, то делают ступенчатые надрезы, обеспечивающие доступность для сварки всех поверхностей короба.

Для разделения деталей по месту точечной или шовной сварки на одной из деталей стачивается часть или вся зона сварного соединения. Когда доступ инструмента возможен со стороны удаляемой детали с минимальным воздействием на остающуюся деталь, стачивается только часть зоны сварного соединения. Операция выполняется твердосплавной шарошкой диаметром 4...6 мм с помощью высокооборотной шлифовальной машинки или дрели со специально заточенным сверлом. Если доступ к сварочным точкам со стороны удаляемой детали невозможен, то пользуются обычным сверлом, высверливая точки сварки насквозь с удобной стороны, предварительно наметив точки керном.

Для разделения деталей по месту точечной сварки часто используется следующий прием: предварительно отрезается удаляемый участок так, чтобы осталась лишь полоса шириной 15...20 мм с точечной сваркой, которая затем отделяется клещами или кусачками.

Для разделения деталей по месту шовной сварки сварной шов стачивается с помощью шлифовальной машины с абразивным камнем или шарошкой.

16.3. Сварка кузовных панелей и их элементов

Для устранения повреждений кузовов в результате аварии или коррозии применяются различные способы сварки. Правильный выбор способа сварки важен' с позиций качества сварного шва и производительности процесса. Независимо от вида применяемой сварки существует два способа соединения кузовных панелей и их фрагментов: внахлестку и встык. Кромки перед сваркой тщательно зачищаются и выполняется противокоррозионная обработка закрываемых поверхностей специальными токопроводящими пастами или грунтами.

При соединении лицевых панелей внахлестку их кромки предварительно профилируются и тщательно подгоняются так, чтобы они плотно прилегали друг к другу и находились в одной плоскости. Затем детали фиксируются в этом положении быстродействующими зажимами и свариваются прерывистым или сплошным швом за край одной из деталей.

Наиболее эффективно соединение деталей внахлестку — сварка электрозаклепками с помощью полуавтоматов типа «Кемпи», используемая для соединений, аналогичных выполняемым на заводе-производителе.

При соединении панелей встык производится отбортовка кромок без подкладной ленты или с лентой. При соединении без подкладной ленты детали подгоняются так, чтобы зазор в месте со-

единения не превышал полутора диаметров присадочной проволоки. Накладка краев деталей в этом случае не допускается. После примерки и окончательной подгонки детали фиксируются быстродействующими зажимами.

При соединении панелей встык с подкладной лентой соблюдение точного зазора между кромками деталей не требуется (зазор может колебаться от 1 до 10 мм). Прочность соединения достигается за счет перекрытия зоны соединения подкладочной лентой шириной 30...40 мм. Кромки деталей в этом случае не профилируются, а соединение производится преимущественно сваркой электрозаклепками с предварительным перфорированием кромок дыроколом.

В случае необходимости воспроизведения соединения, выполненного на заводе-производителе, детали соединяются встык с отбортовкой кромок на величину 8... 10 мм под углом 90°. Одна из кромок перфорируется под сварку электрозаклепками.

Газовая сварка при ремонте кузовов применяется для прихватки, нанесения латунных припоев в местах концентрации напряжений и выполнения ряда других операций. Основными недостатками газовой сварки являются значительное коробление свариваемых деталей, их перегрев и высокая трудоемкость доводки поверхности. В то же время простота технологии и доступность используемого оборудования обуславливает широкое применение газовой сварки при ремонте кузовов.

Технологический процесс соединения панелей кузова предусматривает работы по подготовке кромок и непосредственно сварку.

При подготовке кромок соединяемые детали располагают в одной плоскости, что обеспечивает уменьшение объема рихтовочных работ после сварки. Кромки листов обрезаются ножницами или пилой так, чтобы они образовали прямой срез. Детали плотно состыковываются друг с другом и выполняется сварка встык.

Для обеспечения качественного сварного шва перед сваркой выполняется прихватка деталей — несколько коротких сварных швов или точек, удерживающих детали вместе. Для получения равномерного и аккуратного окончательного шва металл предварительно прогревается. Шов меньшего размера можно получить при сварке двух деталей встык без электрода (присадочного материала). Это обеспечивает уменьшение нагрева и деформации металла, но требует беззазорного соединения деталей.

После прихватки производится рихтовка всей линии стыка деталей, соединенных сварными точками. Последовательность расположения точек зависит от вида дефекта, места его расположения и формы соединяемых деталей. На рис. 16.4 показаны наиболее характерные случаи сварки точками и последовательность выполнения точек. Ориентировочно шаг расположения точек ре-

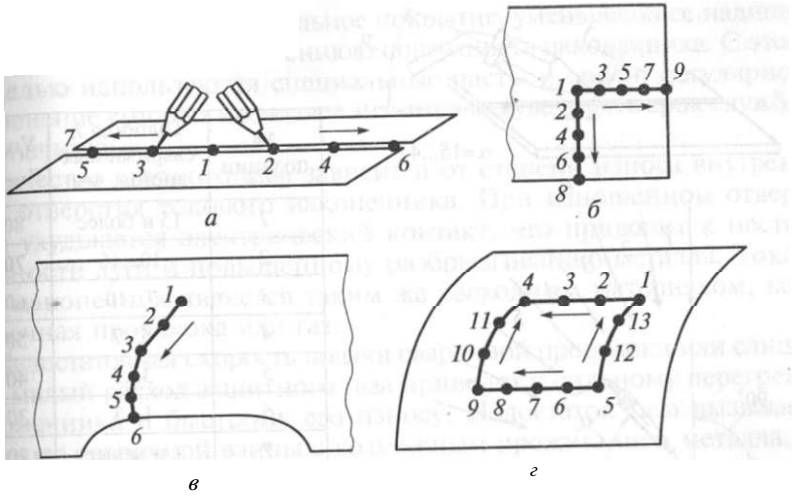
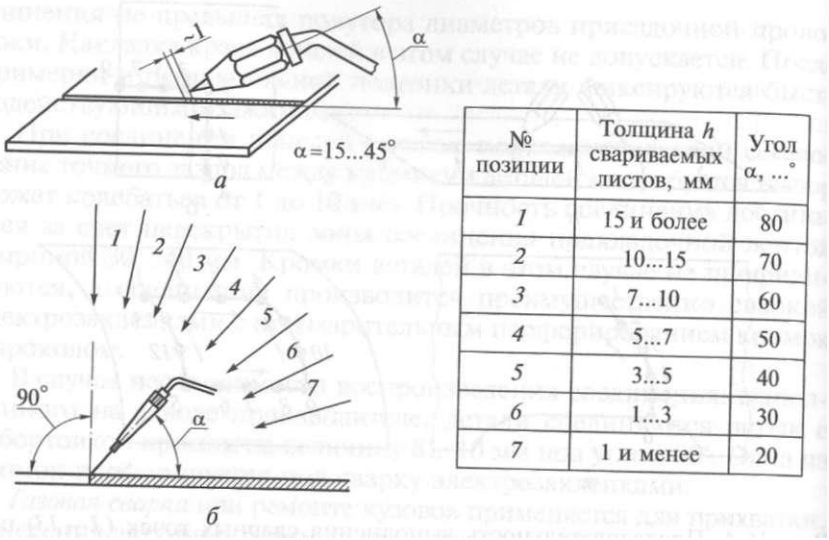


Рис. 16.4. Последовательность выполнения сварных точек *(1—13)* при наложении прямолинейного шва (а), формировании угла прихваткой точками *(б),* прихватке трещин и изломов (в), сварке точками замкнутого шва *(г)*

комендуется брать равным *ЗОИ* (где *И* — минимальная толщина свариваемого листа). Однако, на практике принимается меньшее расстояние между точками. При выполнении сварных точек горелка перемещается в направлении несхваченных точками участков. Нельзя соединять точками два конца прямолинейного шва, а затем выполнять промежуточные точки, так как при этом возникает расширение в противоположных направлениях, что ведет к деформации кромок. Также нельзя начинать сварку с края детали, поскольку кромки расходятся. Сварку следует начинать с внутренней части шва и вести в направлении одного из концов детали. Затем производится сварка оставшейся части детали — от выполненной части шва с постепенным перемещением к другому концу детали.

Горизонтальная сплошная сварка выполняется горелкой с наконечником, соответствующим толщине металла соединяемых деталей. Наконечник горелки выбирается по расходу газа (ориентировочно 100 дм^3/ч на 1 мм толщины сварки). Во время сварки горелка располагается под углом приблизительно 45° к оси сварного шва, пламя должно быть направлено влево (рис. 16.5, *а).* В зависимости от величины *И* выбирается угол а наклона мундштука горелки к свариваемой поверхности (рис. 16.5, *б).* Конец пламени удерживается на расстоянии около 1 мм от поверхности расплавленного металла. Горелка перемещается справа налево, наконечник наклоняется в сторону выполненного сварного шва, а струей



№ позиции	Толщина h свариваемых листов, мм	Угол α, ...°
1	15 и более	80
2	10...15	70
3	7...10	60
4	5...7	50
5	3...5	40
6	1...3	30
7	1 и менее	20

Рис. 16.5. Положение сопла горелки относительно сварного шва *(а)* и угол а наклона мундштука горелки в зависимости от толщины h свариваемых листов*(б)*

пламени прогревается линия сварки. В случае сварки с присадочным материалом последний удерживается симметрично соплу, с погружением его конца короткими быстрыми движениями в расплавленный металл шва.

Нормальное расплавление металла поддерживается за счет изменения скорости перемещения горелки и корректировки угла наклона мундштука, с увеличением которого проникновение расплавленного металла уменьшается. Поэтому при сварке угол наклона мундштука изменяется в пределах 15...45°.

Ширина сварного шва должна быть небольшой — ориентировочно в пределах $4h$. После сварки металл охлаждается на воздухе, без применения влажной ткани, а образовавшийся сварной шов рихтуется.

Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа технологически достаточно проста. Главной задачей сварщика является поддержание постоянного вылета электрода, равномерное перемещение горелки вдоль шва, сохранение определенного наклона газового наконечника относительно детали и направления перемещения электрода. Этим требованиям отвечают сварочные наконечники нескольких типов: для сварки непрерывным швом, для точечной сварки, для подварки шпилек, используемых при правке кузова автомобиля.

Внутренняя изоляция наконечников позволяет вести сварку даже при касании ими свариваемой детали. Импортные газовые

наконечники имеют специальное покрытие, уменьшающее налипание брызг металла на внутреннюю поверхность наконечника. С этой же целью используются специальные пасты и спреи, регулярное применение которых позволяет значительно увеличить срок службы наконечника.

Качество сварного шва зависит и от степени износа внутреннего отверстия токового наконечника. При изношенном отверстии ухудшается электрический контакт, что приводит к нестабильности дуги и повышенному разбрызгиванию металла. Токовый наконечник является таким же расходным материалом, как сварочная проволока или газ.

Недостаточная скорость подачи сварочной проволоки или слишком малый расход защитного газа приводят к сильному перегреву наконечника и быстрому его износу. Недостаток газа вызывает перегрев сварочной ванны с возможным прожиганием металла, а избыток — повышенное растекание и перегрев периферийных областей шва с возникновением механических напряжений.

При сварке листов металла толщиной около 1 мм расход газа не должен превышать 8... 12 л/мин. Литрового баллона в малогабаритном полуавтомате хватает на один час непрерывной работы, что позволяет выполнить шов длиной 40...50 м.

Для сварки сталей в кузовном ремонте обычно применяется проволока Св-08Г1С или Св-08Г2С, содержащая около 2 % кремния и 1 % марганца для раскисления металла в сварочной ванне. Проволоки малого диаметра (0,6...0,8 мм) позволяют получать высокие плотности тока и реализовать мелкокапельный (или струйный) перенос металла. Проволоки диаметром 1... 1,6 мм обеспечивают большую производительность, однако при этом рабочий ток превышает 300 А.

Использование проволоки, не предназначенной для этого вида работ, а также сварка без защитного газа абсолютно недопустимы: повышенное искрение и брызги металла в считанные минуты выводят из строя сварочную головку. При этом страдает и прочность соединения.

Омеднение предохраняет проволоку от коррозии и обеспечивает хороший контакт с токовым наконечником, но присутствие меди в сварочной ванне несколько снижает прочность сварного Шва. Применение же проволоки без покрытия позволяет добиться хороших результатов, но только при правильном хранении, когда исключена возможность коррозии ее поверхности. Даже незначительные следы ржавчины вызывают повышенное искрение, разрывы дуги и разбрызгивание расплавленного металла.

Существуют и порошковые проволоки, допускающие сварку без защитного газа, но для их использования необходимо иметь аппарат с инверсионным устройством или устройством для переключения полярности.

Техника полуавтоматической сварки в среде защитного газа состоит в следующем:

при вертикальном положении газового наконечника металл прогревается достаточно равномерно, но при этом затрудняется наблюдение за дугой и мелкие капли металла из зоны сварки попадают на газовый наконечник, что уменьшает срок его службы;

при наклоне электрода в сторону, противоположную направлению перемещения (углом вперед), положение улучшается. В этом случае глубина провара уменьшается, шов становится шире, снижается вероятность прожигания тонкого металла, разбрызгивание незначительно;

при наклоне горелки в противоположную направлению перемещения сторону (углом назад) за счет дополнительного нагрева металл дольше остается жидким, глубина провара увеличивается, ширина шва уменьшается. Сварку вертикальных швов следует вести углом назад, направляя дугу на переднюю часть сварочной ванны, что предотвращает стекание металла вниз, способствует увеличению проплавления корня шва и исключает натеки по его краям;

при сварке листов различной толщины выбирается такое положение горелки, при котором отходящий газ направляется в сторону более массивной детали;

потолочные швы ведутся углом назад на максимально возможных точках. Дуга и поток газа направляются непосредственно в ванну жидкого металла, что уменьшает его стекание. С этой целью увеличивается расход газа;

для увеличения массы шва следует вести горелку зигзагообразным движением. Можно положить металл и поверх уже остывшего шва;

при точечной сварке (электрозаклепками) положение горелки должно быть вертикальным;

для каждого диаметра проволоки подбирают рабочий режим — регулируют напряжение и ток. Ток $I_{св}$ пропорционален произведению площади сечения проволоки и скорости ее подачи S. Без проварки образцов здесь не обойтись. Для начала можно ориентироваться на средние цифры, приведенные в табл. 16.2 и на рис. 16.6 и 16.7).

Тонкая настройка параметров сводится к регулированию скорости подачи сварочной проволоки при среднем значении напряжения, взятом из табл. 16.2. Регулирование заканчивается при достижении устойчивого горения дуги. Уточнить параметры настройки можно путем анализа формы и качества полученного шва. Решающую роль здесь играет опыт сварщика.

Общим положением для проведения сварочных работ на всех режимах является надежное соединение заземляющего кабеля с ремонтируемым кузовом. Место заземления должно быть мини-

Таблица 16.2

Режимы сварки внахлестку в среде защитного газа проволокой Св-08Г2С (на обратной полярности)

Диаметр проволоки, мм	Толщина металла, мм	Напряжение, В	Скорость подачи проволоки, см/мин	Рабочий ток, А	Скорость сварки, м/мин	Вылет электрода, мм	Расход газа, л/мин
0,8...1,0	0,8+0,8	17,5...19	330...250	100...120	0,5	8	6...7
0,8...1,2	1+1	18...20	390...220	110...135	0,4	8...12	7...8
1...1,2	1,2+1,2	18...20 10...22	260...200 300...350	120...145 130...180	0,4 0,5	8...12	6...8 7...8
1...1,4	2+2	19...26	450...350	160...260	0,4	10...14	8...9
1,2...2,0	5+5	21...35	370...320	200...500	0,4	10...20	9...15
1...1,4	1,5+5,0	19...26	300...400	130...260	0,4	8...14	7...9

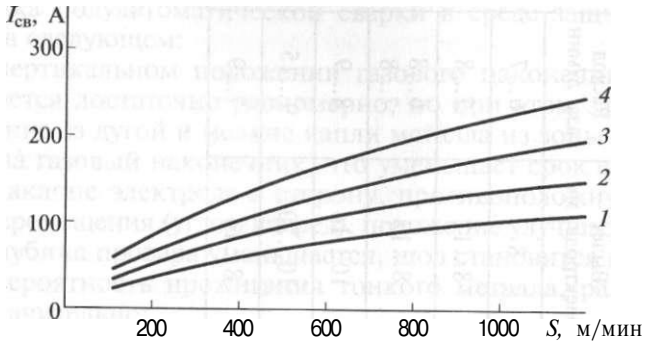


Рис. 16.6. Зависимость силы сварочного тока /св от скорости подачи б" проволоки и ее диаметра *D:*

1 — для *D* = 0,8 мм; *2* — для *D* = 1 мм; *3* — для *D* = 1,2 мм; *4* — для Л = 1,4 мм

мально удалено от места сварки. Кроме того, необходим надежный контакт между проволочным электродом и первым листом, между двумя наложенными друг на друга листами, между нижним листом и массой. Величина нахлестки зависит от толщины металла свариваемых деталей — она должна быть равна 15 толщинам верхнего листа.

Сварочные полуавтоматы обеспечивают получение качественных швов во всех пространственных положениях, что особенно важно при ремонте кузова легкового автомобиля. На качество шва влияет тщательность очистки кузовных деталей от краски, ржавчины и масла перед проведением сварочных работ.

В зависимости от назначения конструктивного элемента, его расположения в кузове, доступности соединяемых деталей и их толщины сварка ведется сплошным, прерывистым или точечным швом, а также по отверстиям (рис. 16.8).

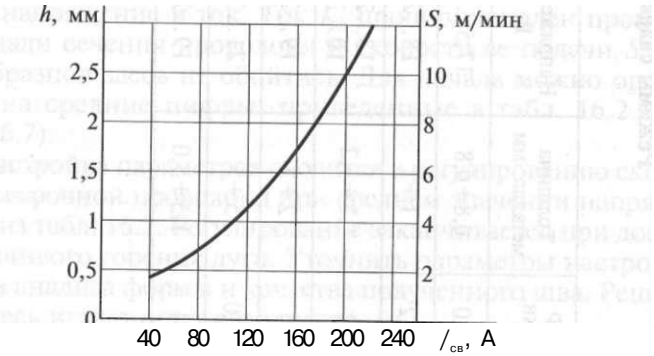


Рис. 16.7. Зависимость силы сварочного тока /св и скорости подачи 5проволоки от толщины *h* свариваемых деталей при *D* = 0,8 мм

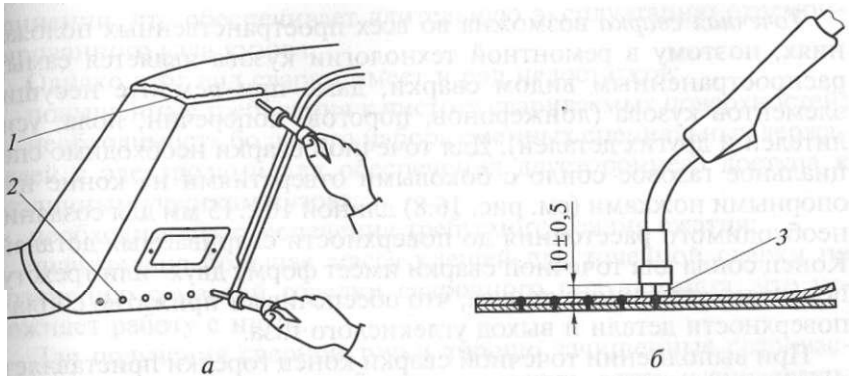


Рис. 16.8. Способы сварки *(а)* и установка горелки при точечной сварке по отверстиям *(б):*

1 — сварка сплошным швом; *2* — сварка внахлестку по отверстиям; *3* — опорные ножки газового сопла

Сварка сплошным швом выполняется в основном при соединении деталей встык. В этом случае сварочная проволока подается непрерывно, продолжительность процесса сварки регулируется пусковой кнопкой на сварочной горелке. При горизонтальной сварке последовательность действий схожа с газовой сваркой. Сопло удерживается под углом 75° по отношению к поверхности уже сваренного шва, на расстоянии 8... 10 мм от поверхности сварки. Горелку необходимо перемещать вдоль свариваемой поверхности плавно без рывков.

В зависимости от положения панели, толщины металла и точности подгонки деталей сварка производится током 40, 60 или 80 А исключительно короткой дугой, скорость сварки 0,2...0,3 м/мин.

С целью уменьшения влияния температурных деформаций и короблений сварка длинных соединений проводится «вразбежку», т. е. место сварки меняется между двумя прихватами по длине свариваемых деталей. Короткими участками, максимально удаленными друг от друга, проваривается весь шов.

Сварка прерывистым швом применяется при повышенном зазоре в соединяемых деталях из тонколистового металла, имеющих большие открытые поверхности (крылья), когда существует опасность прожога. Периодическим прерыванием на 0,3 с подачи сварочной проволоки достигается уменьшение передачи теплоты металлу. При подаче защитного газа и сварочного тока, но отсутствии подачи проволоки дуга гаснет и сварочная ванна остывает. Время сварки обычно выбирается в пределах 0,3...30 с, а соотношение между временем сварки и перерывом принимается в зависимости от толщины соединяемых деталей и величины зазора. Все основные действия и приемы сварки такие же, как при непрерывной сварке.

Точечная сварка возможна во всех пространственных положениях, поэтому в ремонтной технологии кузова является самым распространенным видом сварки, даже при ремонте несущих элементов кузова (лонжеронов, порогов, поперечин, пола, усилителей и других деталей). Для точечной сварки необходимо специальное газовое сопло с боковыми отверстиями на конце или опорными ножками (см. рис. 16.8) длиной 10... 15 мм для создания необходимого расстояния до поверхности свариваемых деталей. Конец сопла для точечной сварки имеет форму двух- или трехступенчатого усеченного конуса, что обеспечивает прижатие сопла к поверхности детали и выход углекислого газа.

При выполнении точечной сварки конец горелки приставляется к свариваемой поверхности панели и слегка прижимается для обеспечения плотного контакта между деталями. Включатель горелки необходимо нажать и быстро отпустить. Образовавшаяся дуга расплавляет металл верхней детали, проходит его насквозь, затем расплавляет металл нижней детали.

Сварка внахлестку по отверстиям (см. рис. 16.8) является разновидностью точечной сварки и позволяет экономно использовать материалы и электроэнергию, сократить трудозатраты. На фланцах или кромках привариваемой панели предварительно дыроколом пробиваются отверстия диаметром 5 мм, затем панель прижимается к сопрягаемой панели с помощью газового сопла и в том месте, где находится отверстие, выполняется сварная точка (электрозаклепка) путем направления проволоки в пробитое отверстие. Полученные выпуклые сварные точки в открытых местах зачищаются до уровня основного металла. По прочности соединение панелей электрозаклепками не уступает точечной сварке, выполненной электроконтактным способом на заводе-производителе.

Благодаря высокому качеству сварки и незначительному выступанию сварных точек над поверхностью основного металла этот способ эффективен для сварки лицевых панелей, так как значительно сокращает затраты на шлифование поверхностей в местах сварки. При выборе шага сварных точек ориентиром может служить число точек, которыми деталь приварена к кузову на заводе-производителе. Сварка выполняется по отверстиям, полученным при отсоединении поврежденных деталей.

Электроконтактная точечная сварка является наиболее перспективной при ремонте кузовов автомобилей: по сравнению с электросваркой в среде защитного газа свариваемые детали нагреваются меньше, исключается необходимость выполнения подготовительных операций (перфорирования фланцев). Места соединения почти незаметны, что позволяет сократить трудоемкость операций по подготовке к окраске. При электроконтактной точечной сварке практически не меняется качество металла в соединении, что обеспечивает длительную эксплуатацию отремонтированного узла кузова.

Однако этот вид сварки имеет и ряд недостатков:

повышенные требования к чистоте свариваемых поверхностей;

необходимость большого набора сменных специальных держателей с электродами для обеспечения двустороннего доступа к различным участкам кузова;

необходимость обеспечения требуемого усилия сжатия;

значительно большая масса клещей для точечной сварки по сравнению с массой горелки сварочного полуавтомата, что усложняет работу с ними.

Для получения сварной точки хорошо зачищенные свариваемые детали необходимо собрать внахлестку, сжать с определенным усилием и пропустить через место контакта импульс тока необходимой длительности (0,01 ...0,50 с). В этом случае на границе контакта деталей образуется зона расплава, которую называют ядром точки. По завершении протекания тока, кристаллизуясь под воздействием сжимающего усилия, ядро образует прочное соединение.

К параметрам сварки относятся диаметр электродов, сила тока, усилие сжатия, время сварки. Помимо этого, на качество сварки влияет шаг сварных точек и их расстояние до края листа. На размер и механическую прочность точки влияют усилие сжатия на электродах, сила сварочного тока, длительность импульса тока, диаметр контактной поверхности электродов (рис. 16.9).

Максимальный диаметр d^3, мм, контактной поверхности электродов определяется по формуле

$$d^3 - 2h + 3,$$

где h — толщина более тонкой из свариваемых деталей, мм.

Сила сварочного тока $/^{св}$, А, составляет

$$/^{св} = indl/A,$$

где / — номинальная плотность тока ($/' = 200...500$ А/мм^2).

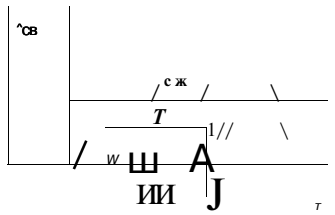


Рис. 16.9. Взаимная зависимость усилия сжатия $Р^{сж}$, силы сварочного тока $/^{св}$ и длительности Г импульса

Усилие сжатия $P_{сж}$, Н, на электродах составляет

$$P_{сж} = imdi/4,$$

где p — удельное усилие на электродах (p = 65... 115 Н/мм^2).

Длительность импульса сварочного тока ориентировочно составляет 0,1...0,5 с.

Все параметры режимов сварки устанавливаются в зависимости от толщины свариваемых панелей, их шероховатости и сопрягаемое™ свариваемых кромок. Практика показывает, что при правильном выборе режимов сварки после отключения сварочного тока поверхность более тонкой из свариваемых деталей на короткое время краснеет. Сохранение покраснения в течение продолжительного времени означает, что длительность импульса либо сила тока слишком велика.

Шаг сварки (расстояние между двумя последовательно расположенными точками) определяется соотношением *20S,* а расстояние (в миллиметрах) от оси сварной точки до края детали — по формуле 2/г + 4.

Режим электроконтактной точечной сварки листового металла может быть жестким или мягким в зависимости от марки стали свариваемых панелей. Режим сварки мощными короткими импульсами тока (0,1 с) называется жестким. Мягкий режим характеризуется большей длительностью импульса при меньшей амплитуде тока. Как показывает практика, жесткие режимы предпочтительнее для соединения деталей из низкоуглеродистых сталей — в этом случае они способствуют повышению производительности сварки.

Величина и длительность импульса тока определяют энерговыделение в зоне сварки. Ошибка в меньшую сторону приводит к непровару детали, в большую — к сквозному прожиганию детали с выплеском части расплава. Одинаковое количество энергии, необходимое для формирования ядра точки, можно привести в место соединения деталей при разной длительности импульса. Для этого при коротких импульсах требуется большая величина тока, при продолжительных — меньшая.

Плотность тока в зоне сварки определяется диаметром контактной поверхности электродов: при неизменном сварочном токе плотность тока тем выше и нагрев ядра точки тем интенсивнее, чем меньше диаметр; однако при этом и диаметр ядра точки будет меньше. И наоборот, увеличение диаметра контактной поверхности электродов приводит к увеличению размера точки, но интенсивность нагрева зоны соединения уменьшается.

Такой эффект наблюдается при износе электрода. Если своевременно не восстановить форму электрода или не увеличить длительность импульса, то качество соединения упадет вплоть до непровара деталей. С целью предотвращения быстрого износа контактных поверхностей мягких медных электродов применяются

Таблица 16.3

Зависимость параметров сварки от толщины свариваемых деталей

Параметры сварки	Значения параметров сварки при толщине, мм, свариваемых панелей кузова				
	0,6 + 0,6	0,8 + 0,8	1 + 1	1,2 + 1,2	1,5+ 1,5
Минимальный шаг точек сварки, мм	10	—	12		14
Минимальная нахлестка деталей, мм	8	10	12		14
Оптимальный диаметр контактной поверхности электрода, мм	3,5	4	4,5	4,5	5

более прочные насадки из высокопроводных материалов. Чаще всего используются бронза и порошковые композиции на основе меди.

Расчет взаимного влияния параметров сварки очень сложен, так как результат зависит от многих факторов: от материала свариваемых деталей и их толщины, от конструктивных и эксплуатационных особенностей сварочного аппарата и т.д. Зависимость оптимального диаметра контактной поверхности электрода, минимальной нахлестки деталей и минимального шага точек сварки от толщины свариваемых деталей достаточно точно можно определить по табл. 16.3.

Проверка качества сварного соединения производится при испытании точки на разрыв. Если при отрыве точки на одной из деталей остается столбик металла, по диаметру равный ядру, а на другой детали — сквозное отверстие, то соединение (в этой точке) считается качественным. Для обеспечения гарантированного качества сварки перед началом работы проводится регулирование сварочного аппарата и настройка параметров при выполнении пробных сварных образцов.

16.4. Правка методом вытяжки с прихватом

Значительные трудности при устранении локальных повреждений лицевой панели кузова возникают в тех случаях, когда доступ к обратной стороне панели затруднен усиливающими элементами или внутренними панелями. Традиционные методы не дают желаемого результата, необходимы специальные приспособления, обеспечивающие вытяжку металла с наружной стороны панели.

Комплекты оборудования, разработанные японской фирмой Star Co, LTD и немецкой фирмой Wielander+Schill, позволяют

вытягивать вмятины большой площади и править сложные жесткие участки кузова. В основе технологии правки — принцип приложения плавного правочного усилия только снаружи. Это позволяет не разбирать панель автомобиля изнутри, что обычно отнимает много сил и времени, требует значительных материальных затрат на замену испорченных пластиковых деталей, пистонов и прочих отделочных элементов. Плавное нагружение зоны деформации позволяет точно дозировать усилие и контролировать процесс выправления, при необходимости одновременно производить рихтовку молотком или локальный нагрев.

В комплект специальных приспособлений и инструмента входят споттер, насадка-электрод, шайбы разной формы, кроме того, комплект включает в себя оснастку различной конструкции (рис. 16.10) для создания тянущего усилия при правке, общим для которых является использование принципа рычага и наличие опорных площадок для передачи усилия на неповрежденные участки кузова.

Для ограничения участка вытяжки предлагается рычажное устройство, которое опирается на кузов автомобиля через круглую или квадратную оправку, ограничивающую участок вытяжки, либо через две независимые опорные площадки (рис. 16.11). Послед-

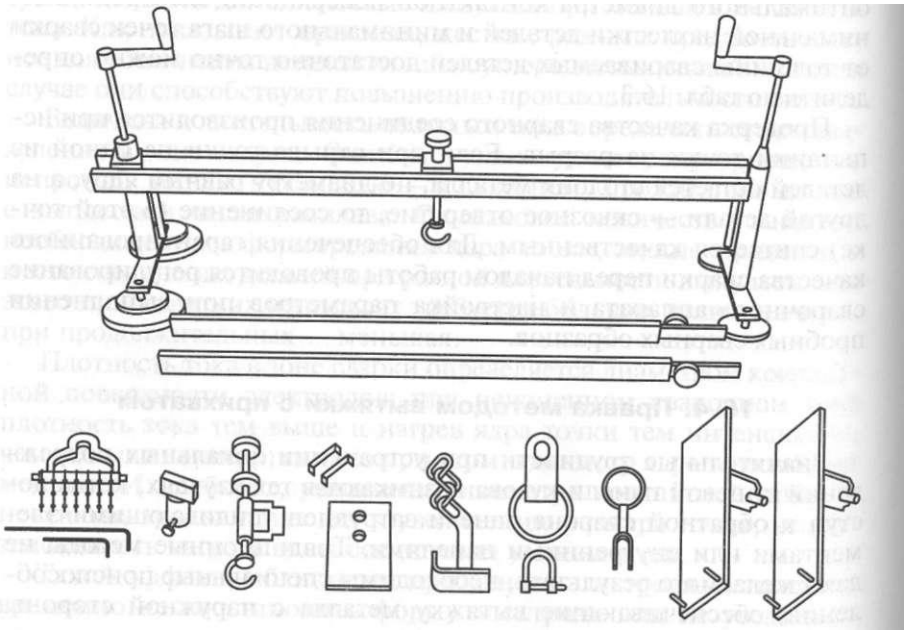


Рис. 16.10. Типовой комплект технологической оснастки для вытяжки с прихватом

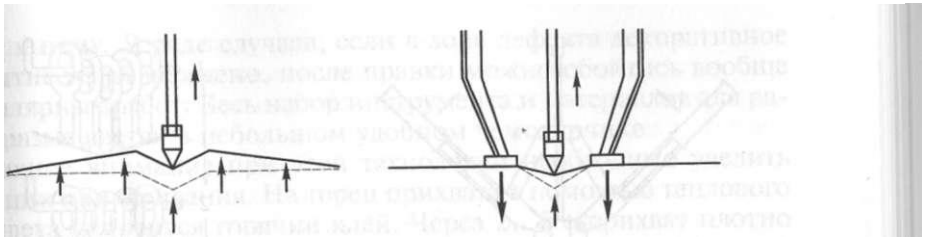


Рис. 16.11. Варианты использования рычажного устройства, ограничивающего участок вытяжки

ний вариант наиболее приемлем для ремонта вмятин вытянутой формы.

Более простой комплект для восстановления геометрии деталей кузова предлагает финская фирма Autorobot. В него входят телескопический тяговый шток Г-образной формы с опорной резиновой чашкой, приспособление для крепления проволочных стержней к кузову и тяговая вилка. В месте контакта с деталями кузова опорная резиновая чашка принимает такую форму, что сила тяги тягового штока не влияет на неповрежденные области деталей кузова. Силу тяги телескопического штока можно регулировать, что расширяет технологические возможности данного устройства. Тяговые проволочные стержни или шайбы привариваются к месту повреждения панели с помощью споттера.

Принцип вытяжки с прихватом относительно прост. Специальную шайбу (насадку) контактной сваркой «прихватывают» к поврежденному месту. Рычагом через точку опоры вытягивают вмятину до линии первоначального профиля. Специальный маломощный аппарат для сварки (споттер) позволяет оплавлять металл панели на глубину 0,1...0,2 мм. Это обеспечивает в дальнейшем легкое срывание насадки практически без повреждения поверхностного слоя металла и возможность многоразового ее использования. Аппарат снабжен также электродом для локального нагрева выправляемого участка в сложных ситуациях.

При контактной сварке длинной, переменной по глубине вмятины наилучшие результаты дает применение двухрычажного приспособления (рис. 16.12, *а)* при последовательности операций вытяжки, показанной на рис. 16.12, *б*. По всей длине повреждения в наиболее вдавленных местах с шагом примерно 10... 15 мм привариваются специальные вставки-шайбы круглой или вытянутой формы. Через их отверстия продевается направляющий стержень, закрепляемый в нагрузочном устройстве приспособления, и сжимаются рукоятки рычагов.

Способ вытяжки с прихватом может быть использован и при Ремонте алюминиевых панелей. Тогда требуется строго дозированный нагрев поврежденного участка. Для правки алюминиевых ку-

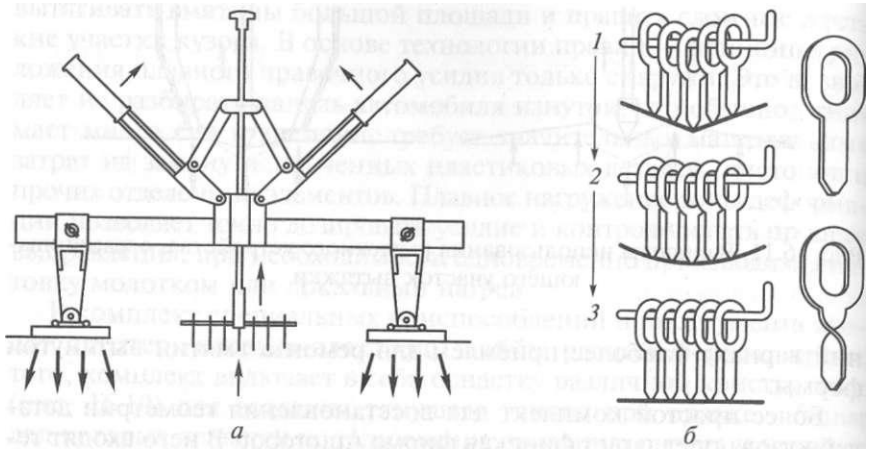


Рис. 16.12. Схема действия двухрычажного приспособления *(а)* и последовательность операций *(б)* при вытяжке длинной вмятины:

1 — закрепление по самым глубоким точкам; *2* — вытягивание; *3* — достижение общего уровня

зовов немецкая фирма Wielander+Schill предлагает комплект оснастки, в который входят споттер, шпильки из алюминиевого сплава и газовая горелка. Основная особенность состоит в том, что шпильки имеют резьбовой наконечник, на который можно навинчивать устройство для вытяжки, а в качестве горючего газа в горелке используется пропан-бутановая смесь, что обеспечивает более мягкий нагрев.

Технология правки следующая. В зависимости от формы вмятины к деформированному участку после предварительной зачистки приваривается одна или несколько шпилек. Далее к шпилькам крепится устройство для вытяжки и поврежденное место нагревается. Основное условие — не перегреть панель свыше 120... 140 °С: только при такой температуре обеспечиваются оптимальные условия бездефектной деформации металла. Для контроля на ремонтируемый участок наклеиваются пирометрические индикаторные полоски из специального материала; цвет индикаторной полоски меняется при нагреве, что позволяет мастеру четко контролировать процесс.

Фирма Wielander+Schill (Германия) предлагает также новую технологию устранения кузовных дефектов: ремонтный прихват не приваривается, а приклеивается к панели кузова, с приложением к нему плавного и точно дозированного усилия правки. Такая технология восстановления повреждений позволяет снизить трудозатраты на жестяные и малярные работы. Оснастка и расходные материалы также во много раз дешевле, чем споттер и аксессуары к нему. В ряде случаев, если в зоне дефекта декоративное покрытие не повреждено, после правки можно обойтись вообще без малярных работ. Весь набор инструмента и материалов для работы размещается в небольшом удобном чемоданчике.

Главное внимание при этой технологии необходимо уделить операции приклеивания. На торец прихвата с помощью теплового пистолета наносится горячий клей. Через 2...5 с прихват плотно прижимается к поврежденному участку и удерживается так около пяти минут. После охлаждения клея до комнатной температуры образуется прочное соединение. Далее с помощью регулируемого двухопорного приспособления, с учетом особенностей повреждения выполняется вытяжка вмятины. Винты-регуляторы позволяют установить устройство в любом месте панели кузова. Описанная технология является альтернативой технологии с использованием споттера.

16.5. Восстановление кузовных деталей с применением полимерных материалов

Применение полимерных материалов при ремонте кузовных панелей и бамперов автомобилей позволяет значительно снизить трудоемкость работ (на 20...30%), себестоимость ремонта (на 15...20%) и расход материалов (на 40...50%) и не вызывает снижения усталостной прочности восстановленных деталей. При этом не требуется сложное оборудование и высокая квалификация рабочих, возможно восстановление панелей без разборки элементов кузова, не нужен нагрев деталей.

В кузовном ремонте полимеры и пластмассы применяются для заделки трещин и пробоин, выравнивания панелей и герметизации их стыков, ремонта бамперов и молдингов.

Для обеспечения надежной адгезии полимера с деталью ее поверхность должна быть тщательно подготовлена: очищена от грязи, механически обработана или зачищена шлифовальной шкуркой, тщательно обезжирена (щелочными растворами, ацетоном, бензином), просушена. С целью увеличения сцепляемости полимера с поверхностью детали в ней сверлятся отверстия, нарезаются канавки, резьба.

Технология ремонта пластиковых деталей автомобиля во многом определяется типом пластмассы, из которой они изготовлены. Условно все пластмассы можно разделить на две основные группы:

термопласты, которые при повторном нагревании размягчаются вплоть до полного плавления, а после охлаждения отверждаются, сохраняя первоначальные свойства;

термореактивы, которые не размягчаются при повторном нагревании, а при превышении критической температуры сгорают.

Подавляющее большинство производителей бамперов и других крупных пластиковых деталей используют пластмассы первой группы, которые хорошо свариваются. Пластмассы второй группы сварке не поддаются.

Проблема сварки при ремонте любого изделия из термопластов облегчается тем, что температура плавления этих материалов не превышает 400 °С, что позволяет нагревать их потоком горячего воздуха, выходящего из сопла ручных нагревателей. Для сварки пластмасс используются присадочные материалы в виде прутков или лент различных сечений из термопластов основных типов.

Процесс сварки потоком горячего воздуха с использованием термопласта показан на рис. 16.13, *а*. Присадочный пруток упирается в разделку и после размягчения нагретым воздухом вдавливается в нее. При этом он заполняет разделку, приваривается к основному материалу и соединяет его кромки. При надавливании на пруток нагретые слои его частично выдавливаются, как бы усиливая шов. Последовательно укладываются валики, шов заполняется до требуемого сечения (рис. 16.13, *б*). Признаком правильного нагрева свариваемых частей и присадочного прутка служит появление влажного блеска на их поверхности, когда происходит размягчение тонкого поверхностного слоя до вязкотекучего состояния.

Температура теплоносителя устанавливается в зависимости от вида термопласта и должна быть на 50... 100 °С выше температуры

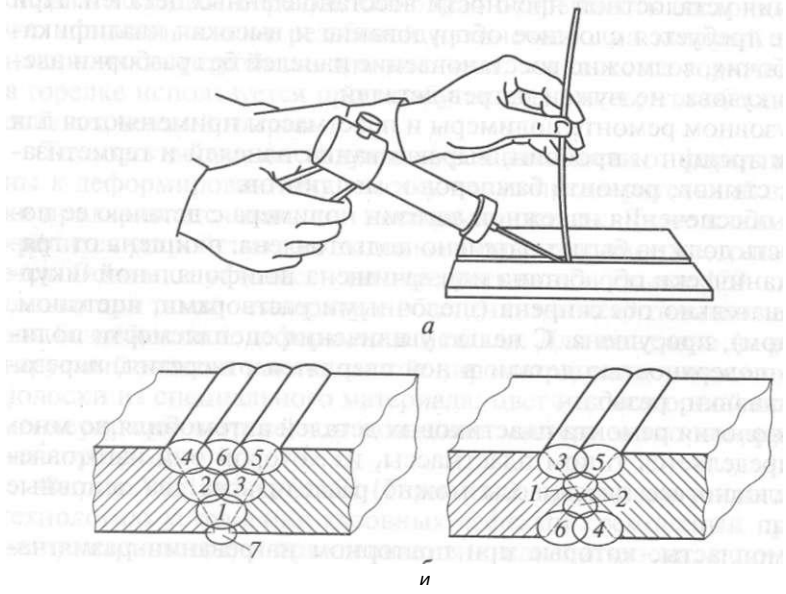


Рис. 16.13. Схема процесса сварки с использованием термопласта *(а)* и последовательность *(1—7)* заполнения разделки шва до требуемого сечения *(б)*

его вязкотекучего состояния. Температуру газа целесообразно измерять термопарой у выхода его из сопла сварочного аппарата.

Оптимальный расход воздуха для аппаратов с электрическим нагревом составляет 1...2 $м^3$/ч.

Лучшее качество сварного соединения достигается при использовании присадочного прутка с пластификаторами. Для получения плотного и ровного шва при сварке присадочный пруток и ось мундштука горелки должны быть расположены в строго заданном положении. Присадочный материал укладывается в шов при угле наклона 90°.

Перед началом сварки пруток должен находиться на расстоянии 10... 15 мм от шва. Угол наклона продольной оси мундштука горелки к плоскости свариваемого изделия вначале должен быть равен 60° и в процессе сварки уменьшается до 45°.

Механическую прочность сварных соединений термопластов позволяет повысить термообработка шва, которая практически полностью может снять остаточные напряжения в свариваемом материале. Термическая обработка в виде нагрева в кипящей воде в течение 2 ч с последующим медленным охлаждением повышает прочность стыковых соединений (например, соединений из винипласта — на 15 %).

Основной принцип сварки деталей из термопластов тот же, что и металлических. Предварительно кромки свариваемых деталей или завариваемой трещины обрабатываются с лицевой стороны для придания каждой V-образного профиля под углом 45°. Затем место сварки разогревается до плавления и образования между кромками сварной ванны, в которую вводится присадочный материал. После остывания образуется сварной шов, по прочности не уступающий основному материалу. Главное при сварке термопластов — выбрать верную температуру сварки и не ошибиться с присадочным материалом. А эти параметры напрямую зависят от типа (состава) свариваемой пластмассы, точно определить который помогает маркировка на внутренней части панели.

Типаж пластиков, используемых для изготовления бамперов, решеток радиаторов и деталей интерьера в салоне автомобиля представлен в табл. 16.4.

Нередко маркировка пластика отсутствует. Достаточно точно распознать тип пластмассы позволяет простейший тест на сгорание небольшого образца, поскольку отличительные признаки (цвет пламени и запах) очень специфичны для каждого состава:

поливинилхлорид (PVC) — желтое пламя с зелеными язычками; белый дым с запахом хлора;

полиамид (PA) — голубое пламя с оранжевыми язычками; запах горелой шерсти;

поликарбонат (PC) — желтое пламя; сладковатый запах;

полиуретан (PUR) — голубое пламя с желтыми язычками;

Таблица 16.4

Типы пластиков, используемых в автомобиле

Марка	Название	Класс
SMC	Полиэфирный стеклопластик	Твердый
BVC	Полиэфирный стеклопластик	Твердый
UP-GEK	Полиэфирный стеклопластик	Твердый
PP/EPDM	Модифицированный полипропилен	Эластичный
PP/EPM	Модифицированный полипропилен	Эластичный
ABS	Акрилнитридбутадиенстирол	Эластичный
PRO	Полифениленоксидный полимер	Эластичный
PA	Полиамид	Эластичный
HP Alloy (сплав)	Полимерный сплав Хонда	Эластичный
Poc	Полибугилентерефталат (Покан)	Эластичный
PUR Flexible	Полиуретан	Эластичный
PC	Поликарбонат	Эластичный
PUR Soft	Полиуретан	Мягкий

акрилнитридбутадиенстирол (ABS) — оранжево-желтое пламя; сладковатый запах резины;

полиэтилен (PE) — синее пламя с желтыми язычками; при горении с образца стекают капли;

полипропилен (PP) — чистое некоптящее пламя; при горении с образца стекают капли, как со свечи.

Для ремонта пластиковых деталей используются две основные технологии: склеивание и сварка. Выбор технологии зависит от типа пластмассы: термопласты ремонтируются сваркой, термореактивы — склеиванием.

При восстановлении кузовных панелей, работающих в условиях вибрации, рекомендуются смеси следующего состава (в массовых частях): эпоксидная смола ЭД-16 — 100, дибутилфталат — 15, железный порошок — 160, полиэтиленполиамин — 8, тонкоизмельченная смола и резина — 30.

Применение полимерных материалов дает хорошие результаты только при тщательном выполнении подготовительных операций в зоне дефекта.

Характерные случаи использования полимерных материалов при заделке трещин показаны на рис. 16.14. Способ ремонта зависит от длины трещины и характера поверхности панели (плоская, фасонная). Во всех случаях по концам трещины сверлятся отверстия диаметром 2,5...3 мм (рис. 16.14, *а),* вдоль трещины под углом 60...70° снимается фаска на глубину 1 ...3 мм. Поверхность зачищается шлифовальным кругом на расстоянии 40...50 мм от трещины, дважды обезжиривается ацетоном и просушивается в течение 10 мин. На подготовленную таким образом поверхность наносят эпоксидный состав (рис. 16.14, *б).*

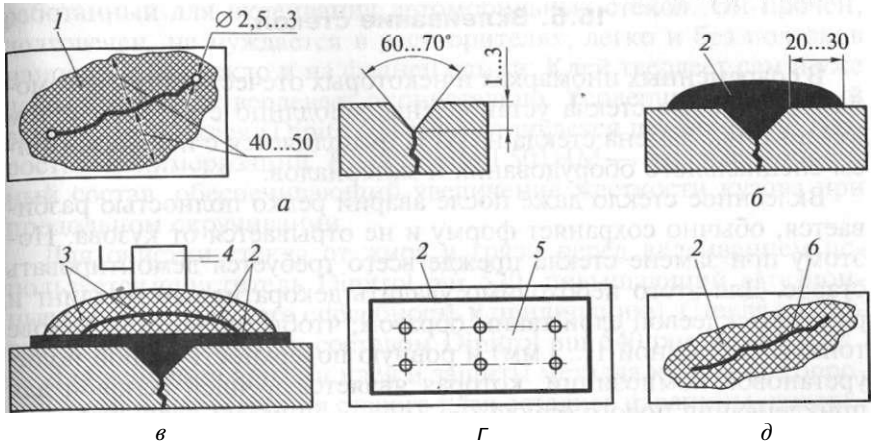


Рис. 16.14. Варианты *(а — д)* применения полимерных материалов при заделке трещин:

1 — зона подготовки поверхности; *2* — композиция; *3* — стеклоткань; *4* — ролик; 5 — стальная накладка; *6* — сварной шов

При длине трещины меньше 20 мм необходимо отверждение композиции при комнатной температуре в течение 12 ч. Трещины длиной до 150 мм заделываются наложением накладок из стеклоткани с перекрытием трещины на 20...25 мм первой накладкой, на 30...40 мм второй накладкой. Каждая накладка прокатывается роликом (рис. 16.14, *в).*

Более длинные трещины (рис. 16.14, *г)* заделываются наложением металлических накладок (толщиной 1,5...2 мм с перекрытием трещины на 40...50 мм) на эпоксидную композицию с последующим закреплением их саморезами. Дефекты неплоских поверхностей панелей рекомендуется устранять сваркой или комбинированным способом (рис. 16.14, *д).*

Для предотвращения деформации накладки из стеклоткани при устранении сквозных повреждений больших размеров с внутренней стороны панели устанавливается стальная подкладка, смазанная глицерином. По окончании процесса насыщения ткани эта подкладка легко удаляется, так как глицерин не позволяет ей прилипнуть к смоле. Затем отремонтированное место зачищается драт овым напильником, шлифовальным кругом или наждачным полотном для удаления излишков клеевого состава и выравнивания накладки или слоя композиции. Оставшиеся углубления на поверхности устраняются шпатлеванием.

16.6. Вклеивание стекол

В современных иномарках и некоторых отечественных автомобилях ветровые стекла установлены заподлицо с кузовом путем вклеивания. Замена стекла на АРП выполняется с использованием специального оборудования и материалов.

Вклеенное стекло даже после аварии редко полностью разбивается, обычно сохраняет форму и не отрывается от кузова. Поэтому при замене стекла прежде всего требуется демонтировать старое. Для этого необходимо удалить декоративный молдинг и разрезать клеевой слой таким образом, чтобы оставить на кузове тонкую (толщиной 1...2 мм) и ровную поверхность старой полиуретановой композиции, которая является лучшей основой для приклеивания нового стекла.

Удаление старого стекла производится ручным или пневматическим инструментом. Ручной инструмент дешевле пневматического и представляет собой нож или проволоку со специальными зажимами, предотвращающими повреждения рук. Многие профессионалы используют нож Excalibur CK-34, лезвие которого имеет неопреновое покрытие для исключения случайного повреждения лакокрасочного покрытия кузова. Опытные мастера также используют в работе нож Excalibur AJL-226 с регулируемым лезвием, которое может выдвигаться на 60 мм.

Раньше ремонтники вырезали разбитое стекло специальной проволокой круглого либо прямоугольного сечения, используя шило для введения проволоки в полиуретан.

Помимо инструмента для вырезания стекла необходимо иметь набор приспособлений для удаления клипс, зажимов, молдингов-«елок», а также очиститель паза и нож для вырезания U-образного паза (без этой операции нельзя вставить назад молдинг-«елку»). Кроме того, необходимы ручки с вакуумными присосками, которые позволяют мастеру легко манипулировать стеклом любого размера.

Для нанесения полиуретанового состава используются пневматические и ручные пистолеты, работающие со стандартными картриджами и с клеем, упакованным в тюбики.

Контроль качества клеевого шва на наличие микрощелей выполняется с помощью мобильного ультразвукового детектора LDK- 6601, работающего от шестивольтовой батарейки.

Большое значение для качества вклеивания стекла имеют материалы, используемые в технологическом процессе. Одним из крупнейших мировых производителей составов для вклеивания стекол является компания Dinol (Швеция), которая выпускает их под торговой маркой Dinitrol.

Самый популярный клей Dinitrol pur 5001K представляет собой однокомпонентный полиуретановый состав, специально разработанный для вклеивания автомобильных стекол. Он прочен, долговечен, не нуждается в растворителях, легко и без подтеков наносится на стекло и на фланец рамки. Клей твердеет сам и уже через полчаса затвердевает окончательно. Усовершенствованный вариант этого клея (Dinitrol 501FC) отличается повышенной скоростью полимеризации. Клей Dinitrol 501HM — это высокопрочный состав, обеспечивающий увеличение жесткости кузова при продольном скручивании.

Для очистки стекла от жира и грязи перед вклеиванием используется очиститель Dinitrol pur 520, повышающий адгезионные свойства клея (его способность к прилипанию). Стекла с RIM-слоем обрабатываются составом Dinitrol pur 540 pur-Reactivator.

Для усиления адгезии клея и защиты металла кузова от коррозии, если после срезания старого клея остались царапины, поверхность грунтуется составом Dinitrol 530. Он также защищает клей от разрушающего воздействия ультрафиолетового излучения.

Таким образом, при замене автомобильного стекла между рамкой кузова и стеклом образуется многослойное соединение (рис. 16.15).

Технология замены автомобильного стекла включает в себя следующие этапы:

демонтаж стеклоочистителей и молдингов, расположенных по краям стекла;

вырезание старого стекла ножом или проволокой с держателями;

удаление старого стекла с использованием ручек-присосок;

подравнивание рамки с полоской старого полиуретанового клея и обработка участков, срезанных до металла, очистителем-активатором Dinitrol 520 с последующей грунтовкой составом Dinitrol 530;

примерка нового стекла к рамке после удаления с него упаковки;

нанесение на стекло очистителя (препарата Dinitrol 7250) и тщательная очистка поверхности от жира и грязи;

нанесение на керамический слой лобового стекла обычной салфеткой растворителя Dinitrol 520 и высушивание в течение 2 мин (поверхность активирована и готова к работе);

нанесение ровного слоя клея по периметру стекла (возможно нанесение клея и на рамку, на слой старого полиуретана);

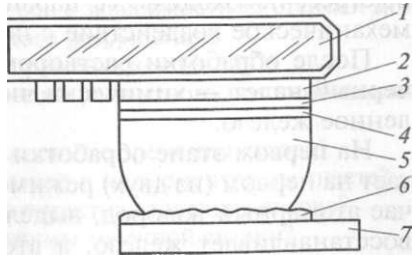


Рис. 16.15. Схема крепления стекла к рамке кузова:
1 — стекло; *2* — керамическое покрытие; *3* — активатор; *4* — грунт; *5* — новый слой клея; *6* — старый слой клея; 7 — кузов

установка нового стекла в проеме с использованием ручек-присосок и равномерное прижатие его по периметру;

двигание стекла для более точной фиксации относительно рамки (но отрывать стекло от рамки уже нельзя);

закрепление вклеенного стекла липкой лентой;

сушка не менее двух часов;

установка молдингов и стеклоочистителей.

16.7. Локальное цинкование панелей кузова

Технологический процесс локального цинкования панелей кузова и установка для его осуществления является новой разработкой НПО «Цинкор». Назначение установки — удаление ржавчины и нанесение покрытия из цинка на панель кузова.

Принцип работы в общих чертах достаточно прост: электрохимическим путем от ржавчины очищают поврежденные участки, затем методом гальваностегии на них наносится защитное цинковое покрытие. Обработать можно не только свежие сколы, царапины или сварные швы, но и старые очаги коррозии. Полученное покрытие обладает достаточно высокой механической и химической прочностью.

Установка «Цинкор-сервис» рассчитана на работу в условиях АРП, но небольшие размеры и вес делают ее вполне мобильной. Источником питания служит специальный параметрический трансформатор, не реагирующий на короткое замыкание. К установке прилагаются химические растворы: № 1 — для снятия ржавчины, № 2 — для оцинковки. Все растворы не содержат кислот, не активны и не летучи. Характерно, что они не разрушают лакокрасочное покрытие, если под краской нет ржавчины.

Технологический процесс цинкования состоит из четырех этапов: подготовительного этапа и трех этапов обработки.

На подготовительном этапе установка подключается к сети, провода подсоединяются к разъемам («минус» — на корпус автомобиля), в ручку держателя вставляется свинцовый электрод.

Периодически обмакивая чехол электрода в раствор № 1, им с небольшим усилием водят по обрабатываемой поверхности. Ржавчина плохо проводит ток, поэтому, чтобы процесс очистки шел быстрее, необходимо ее царапать, чередуя электрохимическое и механическое воздействие с помощью шабера.

После обработки раствором № 1 на поверхности появляется черный налет — химически чистое порошкообразное восстановленное железо.

На первом этапе обработки поверхности трансформатор работает на первом (из двух) режиме работы выпрямителя. В этом случае атомарный водород, выделяющийся в процессе электролиза, восстанавливает железо, а атомарный кислород выделяется на

электроде. Очищенная поверхность промывается водой (200...250 г) и в результате получается обезжиренная поверхность без ржавчины. Для обработки участков с глубокой ржавчиной необходимо переключить трансформатор на второй режим работы выпрямителя (усиленный) и чередовать движения электродом с зачисткой ржавчины металлической щеткой.

На втором этапе работы слой цинка наносится электролитическим натиранием. Действия при этом остаются прежними, только используется цинковый электрод и раствор № 2. Обработав за 20 мин около 1 м^2, можно получить покрытие толщиной 5... 7 мкм. По окончании работы с полученного покрытия необходимо смыть порошкообразный налет. Цинковое покрытие получается шероховатым и матовым, что способствует улучшению адгезии.

На третьем этапе высохшую ремонтируемую поверхность необходимо обработать шкуркой и загрунтовать. При окраске желательно использовать грунт для цинкового покрытия. Обширные обработанные участки требуют обязательного применения такой грунтовки, поскольку она обеспечивает наилучшую адгезию.

С помощью установки «Цинкор-сервис» (ее технические данные приведены ниже) можно оцинковать и новое кузовное железо. Самая трудная операция — снятие ржавчины — здесь не нужна, однако обезжиривание раствором № 1 обязательно, причем под напряжением.

Технические характеристики гальванической установки «Цинкор-сервис» (УЦС)

Габаритные размеры, мм	350x200x200
Масса, кг	До 10
Толщина обрабатываемого металла, мм	До 5
Толщина слоя цинка, мкм	Д° 30
Напряжение питающей сети, В	220
Рабочий ток, А	До 15
Потребляемая мощность, кВт	0,3
Производительность, дм^2/мин	-2

Контрольные вопросы

1. Какие бывают виды ремонта кузовов в зависимости от степени повреждения, деформации и коррозионного разрушения?
2. Какие способы ремонта кузовов применяются на АРП?
3. Какова последовательность операций ремонтного восстановления кузовов на АРП?
4. Каким образом удаляются поврежденные элементы кузова?
5. Какие виды сварки кузовных панелей и их элементов вы знаете?
6. Какие недостатки имеет электроконтактная точечная сварка?
7. Как рассчитать рациональные режимы точечной сварки?

8. В чем суть технологии правочных работ по методу вытяжки с прихватом?

9. В чем состоит технология восстановления кузовных деталей с применением полимерных материалов?

10. Какое оборудование применяется при вклеивании автомобильных стекол?

11. Как удалить старое стекло?

12. Какие расходные материалы используются при вклеивании автомобильных стекол?

13. Какова схема крепления стекла к рамке кузова?

14. В чем суть технологии локального цинкования панелей кузова?

15. Какое оборудование используется при локальном цинковании панелей?

РАЗДЕЛ V

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЯ

Глава 17. ПОДБОР ЦВЕТА, ПРИГОТОВЛЕНИЕ КРАСКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

17.1. Ассортимент материалов

При ремонте лакокрасочных покрытий кузовов автомобилей обычно используется лакокрасочная система (рис. 17.1) определенной фирмы. Это гарантирует качество покрытия и совместимость отдельных элементов системы.

Рис. 17.1. Структурная схема типовой лакокрасочной системы

Ассортимент расходных материалов включает в себя все, что нужно для качественного ремонта:

высокопигментированные концентраты — колерующие эмали для составления базисов двухслойных металликов;

эмали с перламутровым эффектом для составления базисов двух- и трехслойных систем металлизированных покрытий;

двухкомпонентные покрывные лаки для двух- и трехслойных металлизированных и перламутровых систем;

разные виды отвердителей с низким, средним и высоким сухим остатком для разных режимов сушки;

весь комплекс растворителей (медленно-, средне- и быстроиспаряющихся, для разных базисов и лаков, для разных условий нанесения и сушки), в том числе разнообразные растворители для создания специальных эффектов;

широкий ассортимент добавок для обеспечения самых разных свойств покрытий, в том числе пластификаторы, модификаторы и т.п.;

грунтовки для нанесения покрывных эмалей всех разновидностей на металлические и пластмассовые детали с обеспечением сцепления покрывной эмали с поверхностью детали;

шпатлевки, полировочные пасты и другие материалы автокосметики;

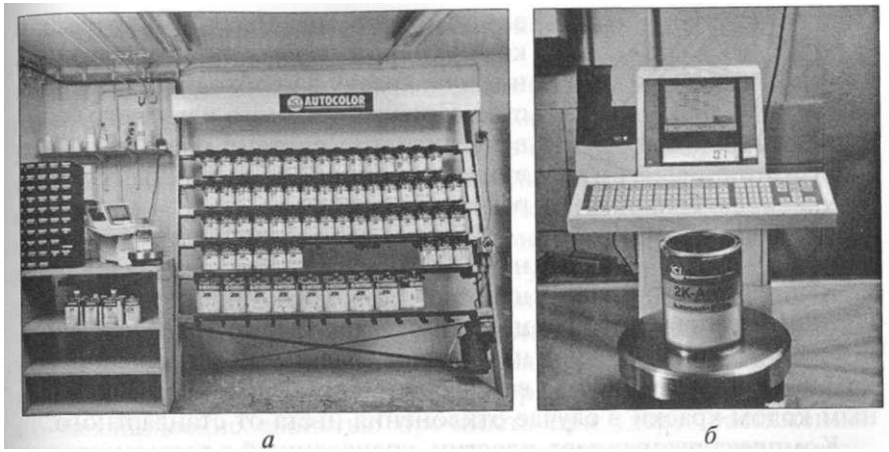
абразивные материалы для шлифования поверхностей кузова под окраску.

17.2. Подбор цвета и приготовление краски

В настоящее время существует около десятка различных технологий подбора цвета и приготовления краски. Наиболее простой способ основан на использовании ручных тест-пластин для сравнения цветов непосредственно на поверхности автомобиля с последующим определением рецепта (формулы) краски в каталоге по номеру пластины. Пластины большого размера помогают определить необходимую формулу быстро и относительно точно. Более сложные технологии позволяют из сотен базовых компонентов и множества рецептов подобрать любой цвет для автомобиля любой марки.

С учетом популярных современных добавок (металл, перламутр) сегодня существует более 5 000 основных цветов и более 3 000 оттенков для краски автомобилей. Хранить такие запасы краски мастерским, занимающимся восстановлением лакокрасочных покрытий, затруднительно даже при наличии огромных складов. Когда данный цвет понадобится и в каком количестве — неизвестно, а краска имеет свойство стариться и засыхать.

Ведущие производители автомобильных красок разрабатывают системы подбора цвета (с учетом всевозможных оттенков) и приготовления краски на месте, в условиях даже небольших мастер-



а *б*

Рис. 17.2. Система для подбора цвета и приготовления краски *(а)* и электронные весы для точного взвешивания компонентов смеси *(б)*

ских. Такие системы позволяют значительно сократить расходы на содержание складских помещений и закупку краски и наилучшим образом удовлетворить запросы клиента. Эти системы не так громоздки, как можно предположить сначала, даже несколько примитивны и к тому же недороги. Они эффективны в сложных случаях, например, если автомобиль старый, выгоревший или плохо перекрашенный, и подобрать цвет чрезвычайно сложно даже опытному колеровщику.

Система для подбора цвета и приготовления краски (рис. 17.2, *а)* обычно включает в себя следующее оборудование:

размешивающая установка — миксер, с помощью которого базовые компоненты поддерживаются в рабочем состоянии (для сохранения однородности их нужно периодически перемешивать);

электронные весы, на которых с точностью до десятой доли грамма можно взвешивать компоненты смеси для составления краски (рис. 17.2, *б);*

табло для визуального контроля ввода информации о конкретной краске;

каталоги с образцами цветов автомобилей всех марок;

компьютер с программой, содержащей обширную базу данных и позволяющей найти необходимый рецепт по марке автомобиля и номеру цвета;

ручные тест-пластины для сравнения цветов непосредственно на поверхности автомобиля;

спектрофотометр (рис. 17.3) для анализа образцов краски.

Система способна найти соответствующий рецепт краски из 80 000 формул, содержащихся в базе данных, что значительно

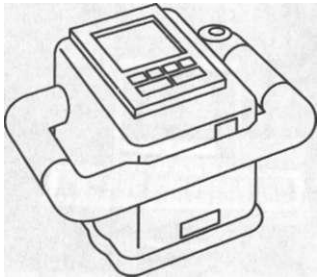


Рис. 17.3. Спектрофотометр G-630

экономит время. Весы, связанные с компьютером, позволяют приготовить нужную краску в необходимом количестве. При излишке того или иного базового пигмента система обратит на это внимание оператора и позволит скорректировать рецепт.

Система дает колеровщику уникальную возможность без использования цветовой документации определить рецепт краски для автомобиля с неизвестным кодом краски или усовершенствовать рецепт для автомобиля с известным кодом краски в случае отклонения цвета от стандартного.

Комплект ручных тест-пластин, упакованный в пылезащитные коробки, позволяет всегда держать все необходимое под рукой и постоянно контролировать подбор цветов. Основные цвета представлены на пластинах белого цвета и упакованы в белые коробки. Дополнительные цвета нанесены на красные пластины и находятся в красных коробках. Это помогает колеровщику быстро ориентироваться при подборе цвета. Пластины с новыми оттенками просто добавляются в соответствующую коробку.

В случае компьютерного подбора цвета основной частью всей системы является спектрофотометр. Он позволяет быстро составить спектр с образца и перевести его в цифровые и (или) буквенные коды. Поступившая в компьютер информация от спектрофотометра преобразуется в искомый рецепт краски.

Спектрофотометр распознает цвет автомобиля следующим образом. Каждый пигмент имеет индивидуальный спектр. Спектры всех пигментов накладываются друг на друга. Таким образом, каждый окрашенный объект имеет собственный спектр, который является суперпозицией спектров пигментов, входящих в состав краски. Следует учесть, что эта суперпозиция не является результатом простого арифметического сложения спектральных кривых пигментов, поскольку пигменты спектрально взаимодействуют друг с другом.

В памяти компьютера хранится обширная база данных всевозможных вариантов цветов с их спектральными характеристиками. Спектрофотометр измеряет спектр автомобиля, сравнивает его со спектрами из базы данных и находит точку максимального совпадения, после чего выдает искомую формулу. Формула, выданная прибором, практически никогда не совпадает с формулой для этого оттенка и кода из базы данных — прибор всегда улучшает ее с учетом индивидуальных особенностей конкретного автомобиля.

Программное обеспечение постоянно совершенствуется и дополняется, что повышает качество работы прибора.

17.3. Входной контроль лакокрасочных материалов

На российском рынке появляется все больше новых лакокрасочных материалов, среди которых нередки и фальсифицированные. Поэтому многие крупные АРП оборудовали лаборатории входного контроля для малярных участков. В отличие от предприятий-производителей здесь оценивают в основном технологические свойства ремонтных лакокрасочных материалов: вязкость поступающих продуктов, содержание в них летучих и нелетучих твердых пленкообразующих веществ, степень перетира цветных пигментов (для красок и грунтовок) и наполнителей (для шпатлевок), укрывистость и розлив (для жидких материалов), а также электрические свойства. Естественно, проверяют и некоторые их физико-механические свойства: прочность при ударе, растяжении, изгибе, прочность на разрыв, модуль упругости покрывных пленок, их твердость, стойкость к истиранию, адгезию к разным типам подложек, межслоевую адгезию. Обязательно проводится контроль некоторых декоративных и защитных свойств лакокрасочных покрытий: блеск, цвет, стойкость к агрессивным средам.

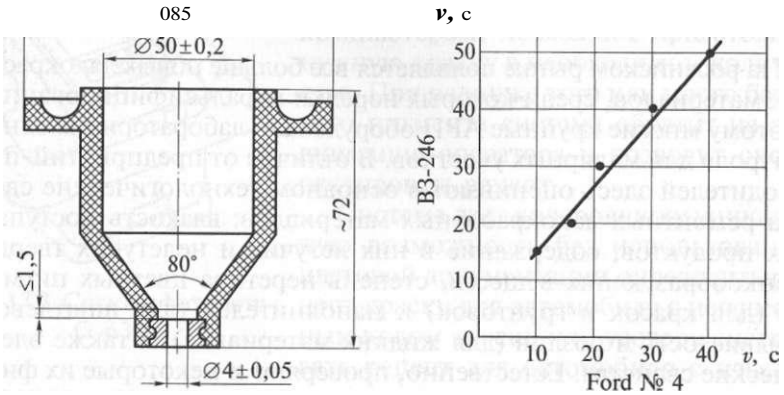
Часто в авторемонтных мастерских организуют оценку лакокрасочных материалов прямо на рабочем месте по так называемой усеченной схеме, когда не нужны дорогостоящие приборы, а методы испытаний относительно просты.

В первую очередь контролируется вязкость (динамическая и кинематическая). Именно она определяет расход материала, способ и оптимальный режим его нанесения на поверхность, а также декоративный вид получаемого покрытия.

Методы определения истинных вязкостных свойств жидкостей достаточно сложны, следовательно, непригодны для условий авторемонтных мастерских. Поэтому в обращение введено такое понятие, как условная вязкость. Измерение условной вязкости основано на регистрации времени истечения известного объема жидкости (100 мл) из воронки через отверстие определенного диаметра (обычно 4 мм). Условная вязкость определяется с помощью одного из двух самых распространенных в нашей стране вискозиметров — ВЗ-4 или ВЗ-246 (рис. 17.4, *а*). Они отличаются друг от друга только тем, что вискозиметр ВЗ-4 имеет калиброванное отверстие диаметром (4+0,05) мм, а вискозиметр ВЗ-246 — три сменных сопла (диаметрами 2, 4 и 6 мм).

Вязкость зарубежных лакокрасочных материалов чаще всего измеряют вискозиметром Ford № 4 (диаметр сопла $^1/_6$ дюйма — примерно 4,2 мм), хотя почти все фирмы-производители рекомендуют и свои собственные приборы.

На практике с одинаковым успехом можно пользоваться любым из перечисленных приборов: они построены по одному принципу, а для пересчета показаний существуют графики и номограммы



а *б*

Рис. 17.4. Схема вискозиметра ВЗ-246 *(а)* и сравнительная характеристика его с вискозиметром Ford № 4 *(б)*

(рис. 17.4, *б)*. На точности измерений это никак не отражается, погрешность нивелируется допустимым разбросом рабочей вязкости.

Примерная схема измерения вязкости такова. Вискозиметр закрепляют в вертикальном положении, ставят под него чистый сосуд емкостью больше 100 мл, закрывают сливное отверстие прибора и наливают в него лакокрасочный материал вровень с краями. Жидкости дают отстояться, чтобы из нее вышли все пузырьки воздуха, а образовавшуюся пену снимают ножом или стеклянной палочкой. Затем открывают сливное отверстие и одновременно включают секундомер. Измерение заканчивают, когда струя приобретает капельный характер. Замеренное время в секундах и есть условная вязкость материала. Во время измерения вязкости температура жидкого лакокрасочного материала должна быть (20±0,5)°С.

Контролю подлежит также укрывистость. Она позволяет прогнозировать расход лакокрасочного материала и, что особенно важно, избежать чрезмерной многослойности.

Для определения укрывистости материала в автомастерских чаще всего применяют визуальный метод контроля с использованием шахматной доски (рис. 17.5), изготовленной по ГОСТ 8784—75. На стеклянную пластину размером 200 х 200 мм слой за слоем наносят лакокрасочный материал до тех пор, пока перестанут просвечивать черные и белые квадраты шахматной доски, подложенной под пластину. Количественно укрывистость выражается в граммах краски (грунтовки), необходимой для того, чтобы сделать невидимой закрашиваемую поверхность на площади 1 м^2. При проведении таких испытаний рекомендуется использовать окрасочный пистолет, наносящий слои лакокрасочного материала толщиной не более 20 мкм.

Для измерения толщины полученного покрытия выпускается множество приборов: от сложнейших лазерных оптических катетометров до простейших механических микрометров. Катетометр — очень точный прибор, но дорогой и привередливый в эксплуатации. Микрометры несколько дешевле, но их применение ограничено, поскольку подход к измеряемому объекту должен быть свободен с обеих сторон.

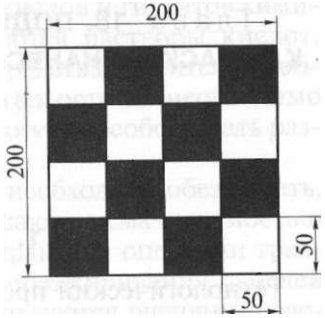


Рис. 17.5. Шахматная доска (по ГОСТ 8784-93) для определения укрывистости жидких лакокрасочных материалов

Приемлемым вариантом для ремонтной мастерской считается портативный измеритель толщины покрытий ИПТ-1. К сожалению, точность этого прибора невелика, особенно при измерении тонких покрытий (до 30 мкм), когда погрешность может превышать 20 %. Но с этим приходится мириться: столь же неприхотливого и дешевого, но более точного прибора пока не существует.

Контрольные вопросы

1. Какой ассортимент расходных материалов требуется для качественного ремонта лакокрасочного покрытия?
2. Какое оборудование необходимо для подбора цвета и приготовления краски?
3. Каким образом осуществляется подбор цвета и приготовление краски?
4. Как проверяются лакокрасочные материалы в лабораториях входного контроля АРП?

Глава 18. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ КУЗОВА К ОКРАСКЕ И НАНЕСЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ

18.1. Подготовка к окраске

Технологический процесс ремонтной окраски панелей кузова автомобиля складывается из следующих основных операций: подготовка поверхности, грунтование, шпатлевание, нанесение краски, эмали, лака, сушка покрытий.

При восстановительной окраске около 90 % трудозатрат приходится на подготовительные работы и только 10 % — на окраску и сушку. От качества проведения подготовительных работ в значительной степени зависит долговечность лакокрасочного покрытия.

В зависимости от применяемого способа очистки окрашиваемая поверхность приобретает шероховатость, степень которой определяется высотой выступов и глубиной впадин. Толщина слоя краски для обеспечения защиты металла от коррозии должна превышать выступающие на металле гребешки в 2 — 3 раза.

Подготовка поверхностей к окраске включает снятие старых лакокрасочных покрытий, удаление продуктов коррозии, тщательное шлифование, грунтование и шпатлевание поверхности.

На АРП применяются два способа удаления старой краски — механический и химический. При механическом способе старая краска удаляется с панелей кузова стальными щетками, абразивной шкуркой, дробью и т.д. Химический способ, более производительный и качественный, заключается в удалении старой краски органическими смывками (СД, АФТ-1, АФТ-8, СП-6, СПС-1), которые с помощью кисти или шпателя наносятся равномерным слоем толщиной 1... 3 мм на поверхность окрашенного металла и оставляются на 10... 30 мин. После полного размягчения и отслаивания старого покрытия его удаляют с поверхности металла шпателем, а очищенную поверхность протирают насухо ветошью. Небольшие остатки старого покрытия и продукты коррозии удаляют с поверхности крупнозернистой шкуркой.

Для удаления ржавчины с поверхности металла также используются механический и химический методы. В первом случае применяют механизированный инструмент или очищают металл вручную стальными щетками, абразивной шкуркой или другими абразивными материалами. При этом обработку выполняют очень осторожно, так как из-за коррозии металл становится хрупким и легко повреждается. Удаление коррозии механическим способом — тяжелый и трудоемкий процесс.

Для очистки поверхности металла от окислов и гидратов химическим методом (травлением) используются растворы кислот, кислых солей или щелочей. Химические средства значительно облегчают процесс, однако после обработки их остатки необходимо тщательно удалить, поскольку они сами могут способствовать развитию коррозии.

Перед травлением поверхность металла необходимо обезжирить, потому что остатки смазки и жиров ухудшают ее смачиваемость и травление протекает неравномерно. На практике операции травления и обезжиривания совмещают. Для обезжиривания панелей из черных металлов, никеля и меди используются щелочные растворы; детали из алюминия, цинка, олова и их сплавов обезжиривают в растворах солей с меньшей свободной щелочностью (таких, как углекислый или фосфорный натрий, углекислый калий).

Процесс травления состоит из следующих операций: обработка кислотосодержащим составом, промывка водой, промывка нейтрализующим составом, промывка водой, сушка.

Наиболее эффективна смешанная очистка металла от ржавчины, которая заключается в предварительной обработке поверхности механическими средствами с последующим удалением остатков ржавчины из пор металла травильными составами.

Для увеличения срока службы лакокрасочного покрытия, улучшения сцепления его с металлом и замедления развития коррозии в местах нарушения лакокрасочного слоя детали кузова перед грунтованием в обязательном порядке подвергают фосфатированию: химической обработке стальных деталей с целью получения на их поверхности слоя нерастворимых в воде фосфорнокислых соединений. В практике АРП эта операция состоит в нанесении слоя первичного (антикоррозионного) грунта (ВЛ-02 или ВЛ023), обеспечивающего максимальную антикоррозионную защиту (сравнимую с конвейерной гарантией на покрытия) и высокую адгезию к основанию наносимых впоследствии слоев.

Грунтование — это нанесение слоя лакокрасочного материала, непосредственно контактирующего с подложкой, для улучшения сцепления с ней основного покрытия и придания покрытию дополнительных антикоррозионных свойств. Грунтовки отличаются от эмалей повышенным содержанием пигментов, преимущественно антикоррозионных. Основные требования к грунтовкам: хорошая адгезия к металлу и вышележащим слоям покрытия (эмалям и шпатлевкам) и высокие антикоррозионные свойства.

Грунтовки наносятся на предварительно подготовленную (очищенную от ржавчины и обезжиренную) поверхность равномерным слоем толщиной 12...20 мкм, а фосфатирующие грунтовки — слоем толщиной 5...8 мкм. Грунтовки обычно наносятся специальными окрасочными пистолетами с увеличенным соплом, при повышенном давлении воздуха. Для получения высококачествен-

ного грунтовочного слоя его необходимо высушить, не допуская пересушивания, чтобы резко не ухудшилось сцепление необратимых грунтовок (алкидных, эпоксидных и др.) с наносимыми далее покрывными эмалями, особенно быстросохнущими.

Шпатлевание — это заделка вмятин, небольших углублений, раковин, несплошности в местах стыков, царапин и других дефектов окрашиваемых панелей. Оно способствует заметному улучшению внешнего вида покрытий, но значительно ухудшает механические показатели защитных покрытий (эластичность и вибростойкость). Шпатлевание применяется в тех случаях, когда другими методами (шлифованием, грунтованием и др.) невозможно удалить дефекты поверхностей.

Шпатлевка наносится на поверхность несколькими тонкими слоями. Каждый последующий слой наносится только после полного высыхания предыдущего. Общая толщина быстросохнущих шпатлевок не должна превышать 0,5...0,6 мм (эпоксидных шпатлевок — до 3 мм). Поверхность должна быть предварительно обработана абразивной шкуркой для улучшения сцепления с грунтом, обезжирена, загрунтована слоем антикоррозионного грунта и хорошо просушена. Шпатлевка наносится пневматическим распылением, механическим или ручным шпателем. После высыхания шпатлевки поверхность тщательно шлифуют.

Наилучшие результаты достигаются при предварительном шлифовании бумагой зернистостью Р80. Шлифовальное зерно такого размера обеспечивает хорошее сцепление слоя шпатлевки с поверхностью и предотвращает осадку шпатлевки, т.е. исключает проявление шлифовальных рисок сквозь слой покрытий.

После проведения шлифовальных работ поверхность необходимо тщательно очистить от пыли и жира. Для очистки от пыли лучше использовать специальный пистолет, боковые отверстия в сопле которого делают поток воздуха строго направленным и исключают попадание удаляемой пыли на лицо работающего.

Требования к шпатлевкам в зависимости от выполняемых работ могут быть весьма противоречивыми. Так, для заполнения глубоких неровностей требуется крупнозернистая шпатлевка, которая может наноситься толстыми слоями без риска скалывания или появления трещин. Для удаления мелких царапин шпатлевка должна быть мелкозернистой. Для деталей, требующих большого объема работ, необходима шпатлевка с наименьшим удельным весом.

Таким образом, каждому виду работ соответствует свой вид шпатлевки. В настоящее время промышленностью предлагается весьма разнообразная номенклатура шпатлевок:

шпатлевка со стекловолокном характеризуется высокой механической прочностью и рекомендуется для заполнения глубоких неровностей;

шпатлевочная масса с частицами алюминия благодаря своей очень мелкой структуре способна заполнить даже самые мелкие царапины, характеризуется высокой механической прочностью и рекомендуется для горизонтальных поверхностей, подвергающихся температурным воздействиям;

облегченная шпатлевка на 30% легче обычной шпатлевочной массы и рекомендуется для ремонта, требующего большого объема работ при недопустимости ощутимого увеличения веса детали; содержит достаточно крупное зерно наполнителя в виде микрогранул стекла или полых микрошариков, что и обеспечивает ее низкий удельный вес;

универсальная шпатлевка способна обеспечивать нормальную адгезию к поверхностям разных типов (алюминиевым, стальным, оцинкованным, гальванизированным), имеет мелкозернистую структуру и может использоваться в качестве доводочной шпатлевки;

доводочная шпатлевка обладает очень тонкой кремовой консистенцией, благодаря чему не оставляет пор и рекомендуется для заполнения самых мелких дефектов поверхности (небольших царапин, шлифовальных рисок, пор);

шпатлевка с пластификатором имеет в своей основе смесь смол с измельченными частицами резины и пластмассы, обладает исключительной эластичностью и адгезией к пластиковым поверхностям и применяется для пластмассовых деталей (в основном — бамперов автомобилей).

Для обработки шпатлевочных масс применяются ротационно-вибрационная шлифовальная машинка с ходом эксцентрика 6... 10 мм, с жестким шлифовальным диском; ручные рубанки; шлифовальный материал градации Р80 для обработки первого слоя, Р150 — для предварительной обработки, Р240 — для шлифования перед нанесением грунта-наполнителя.

Шлифование — это удаление с зашпатлеванной поверхности шероховатостей, неровностей, а также соринок, частиц пыли и других загрязнений. Для шлифования используются порошкообразные абразивные материалы, абразивные шкурки и ленты на бумажной и тканевой основе. Шлифованию подвергаются только полностью высохшие слои покрытия: слой должен быть настолько твердым, чтобы не сдираться при шлифовании. Абразив не должен сразу засаливаться при соприкосновении с покрытием.

Шлифование выполняется вручную или с помощью механизированного инструмента.

Применяется два вида шлифования: сухое и мокрое. В последнем случае поверхность смачивают водой или инертным растворителем, а шлифовальную шкурку периодически промывают от загрязнения шлифовочной пылью.

18.2. Ремонт лакокрасочного покрытия

Основные виды ремонтно-восстановительных окрасочных работ. По сложности и трудоемкости различают четыре вида ремонтно-восстановительных окрасочных работ:

косметический ремонт;

локальный ремонт;

ремонт крупных участков поверхности и отдельных элементов кузова;

полная или частичная («по пояс») перекраска кузова.

При косметическом ремонте с помощью абразивных паст и полиролей (в том числе цветонаполненных) потускневшему лакокрасочному покрытию возвращают его первоначальный цвет и блеск. Заодно устраняются незначительные механические повреждения красочного слоя (неглубокие царапины, поверхностные сколы и потертости).

Локальный ремонт обычно предполагает небольшой объем жестяных работ, устранение глубоких царапин и сколов, выравнивание, грунтование и окраску поврежденных мест.

Ремонт крупных участков поверхности и отдельных элементов кузова отличается от локального ремонта тем, что проводится на больших поверхностях. Он сопровождается достаточно большими кузовными работами с рихтовкой глубоких вмятин и последующим выравниванием поверхности. Иногда после этого приходится очищать поверхность от старого покрытия из-за наличия глубокой коррозии. Самое сложное при этом виде ремонта — подбор колера и обеспечение незаметности переходов между новым и старым покрытиями.

Полная или частичная перекраска кузова обычно выполняется при локальном ремонте или ремонте крупных участков поверхности на более чем 15 % площади кузова, при выходе из строя старого покрытия (если оно потрескалось или отслоилось) или замене отдельных элементов кузова при большом объеме сварочных работ.

Технологии некоторых видов ремонта лакокрасочного покрытия представлены в форме соответствующих алгоритмов на рис. 18.1 —18.4.

Метод плавного перехода. Это наиболее распространенный способ локальной ремонтной окраски панелей кузова. При использовании этого метода ремонтное пятно закрашивают подобранной краской, затем, разбавляя краску больше и больше, заходят на соседнюю поверхность. Таким образом, краска становится все более жидкой и прозрачной, и в конце концов через новую краску начинает проглядывать первоначальная, оставшаяся на панели.

Человеческий глаз отслеживает выраженные контрасты и при отсутствии четкой границы между старой и новой краской разницы не улавливает. Поэтому панель практически никогда не красят от края до края, а в большинстве случаев заходят на соседнюю панель.

Метод Chips Away- Этот метод подходит для устранения мелких повреждений панелей кузова (малозначительных царапин и по-

^S^JWI^ собой полноценную окрасочную технологи^^подразумевающую подбор цвета; смешение краски и ее нанесение на поврежденный участок. Только все это как бы в ми-

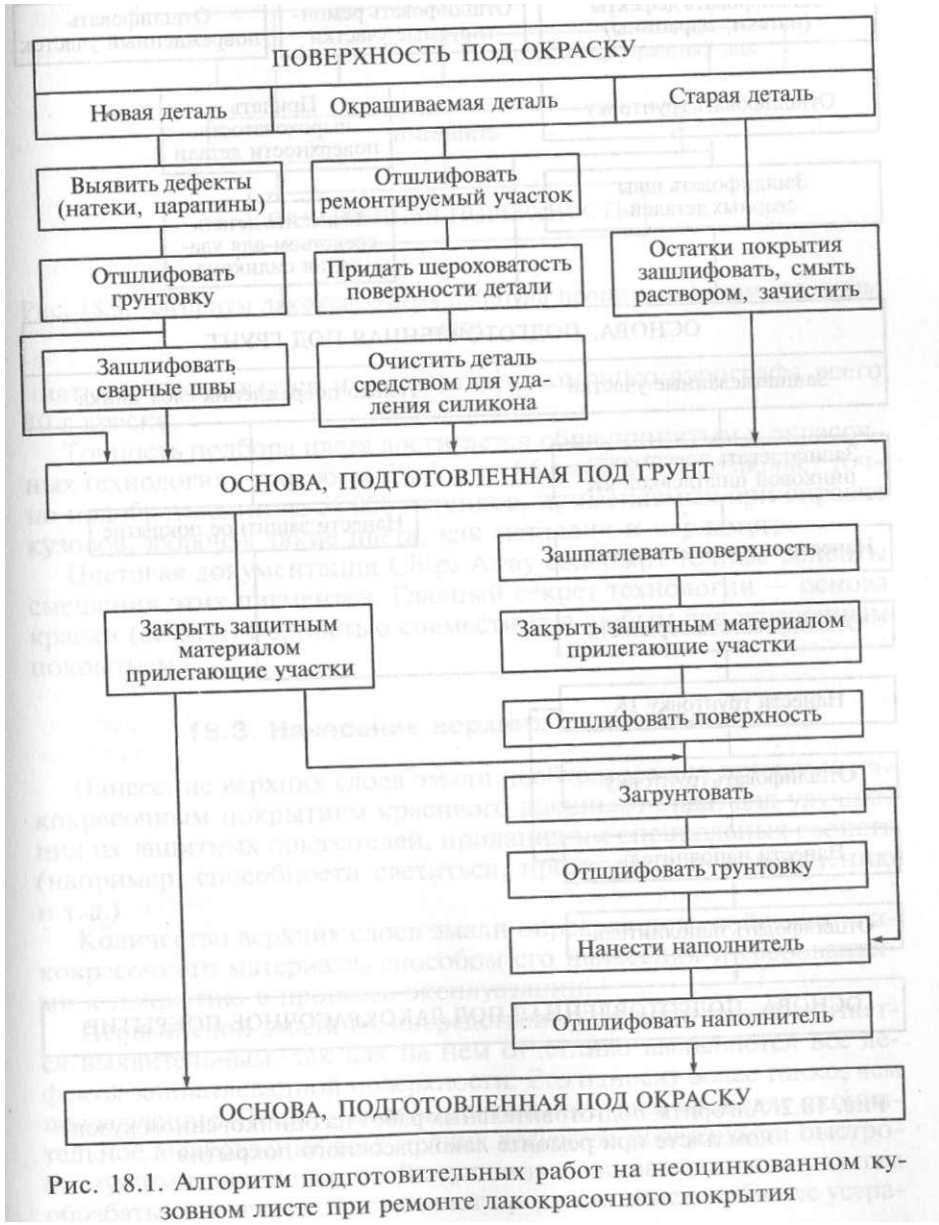


Рис. 18.1. Алгоритм подготовительных работ на неоцинкованном кузовном листе при ремонте лакокрасочного покрытия

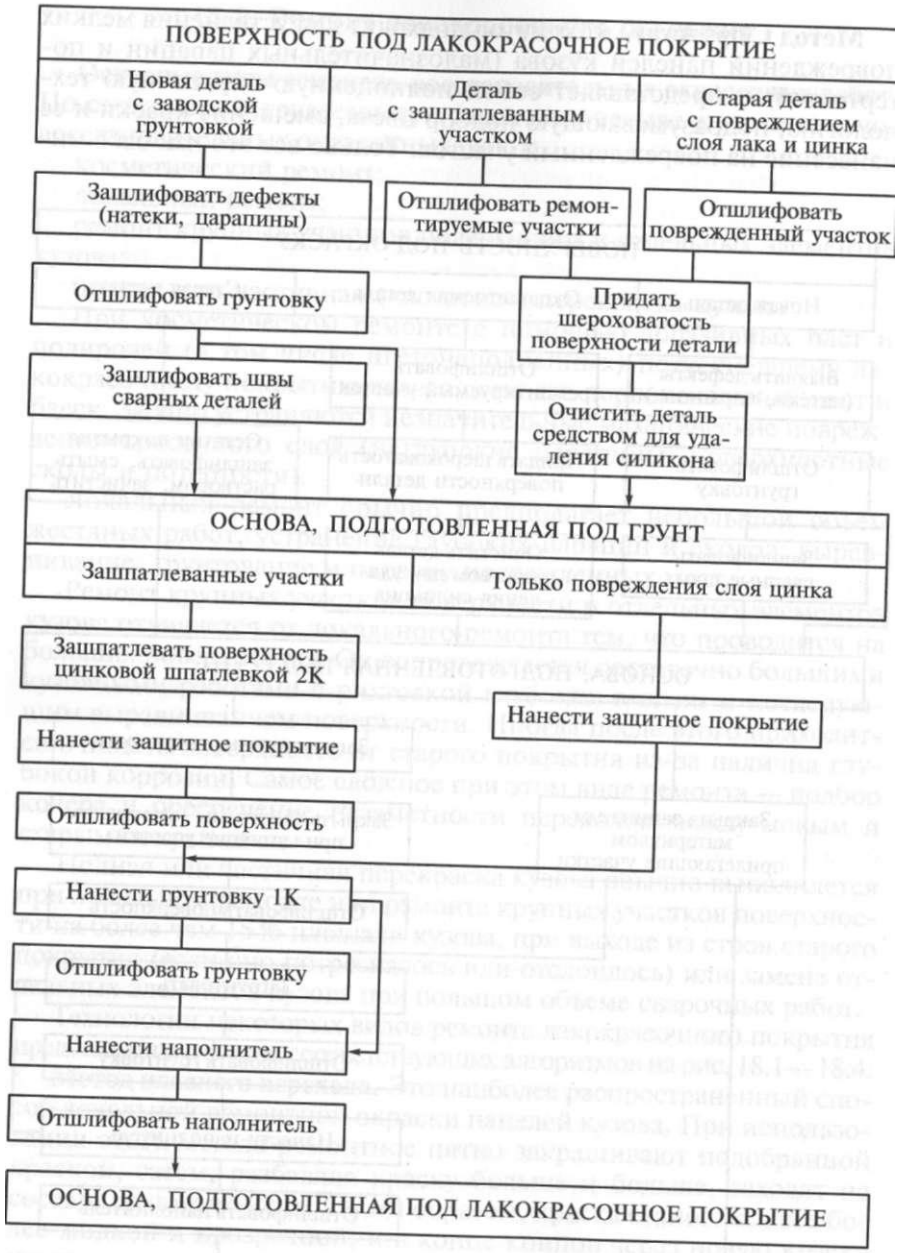


Рис. 18.2. Алгоритм подготовительных работ на оцинкованном кузовном листе при ремонте лакокрасочного покрытия

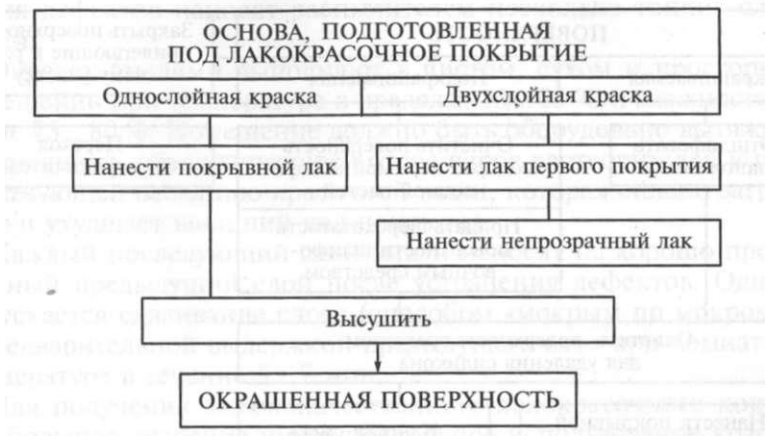


Рис. 18.3. Алгоритм лакокрасочных работ на неоцинкованном кузовном листе

ниатюре: смешивается и наносится с помощью аэрографа всего 30 г краски.

Точность подбора цвета достигается общепринятым в окрасочных технологиях способом. Набор из 85 пигментов позволяет точно подобрать один из 58 000 оттенков, применяемых при окраске кузовов, включая такие цвета, как металлик и перламутр.

Цветовая документация Chips Away содержит точные рецепты смешения этих пигментов. Главный секрет технологии — основа краски (ее база) полностью совместима с любым лакокрасочным покрытием.

18.3. Нанесение верхних слоев эмали

Нанесение верхних слоев эмали необходимо для придания лакокрасочным покрытиям красивого внешнего вида, для улучшения их защитных показателей, придания им специальных свойств (например, способности светиться, противостоять обледенению и т.д.).

Количество верхних слоев эмали определяется свойствами лакокрасочного материала, способом его нанесения и требованиями к покрытию в процессе эксплуатации.

Первый слой эмали (непосредственно по шпатлевке) считается выявительным, так как на нем отчетливо выявляются все дефекты зашпатлеванной поверхности. Его наносят более тонко, чем последующие. После сушки выявительного слоя проводят окончательное выправление всех мелких дефектов поверхности быстросохнущими шпатлевками. Высушенные зашпатлеванные участки обрабатывают шкуркой и удаляют продукты очистки. После устра-

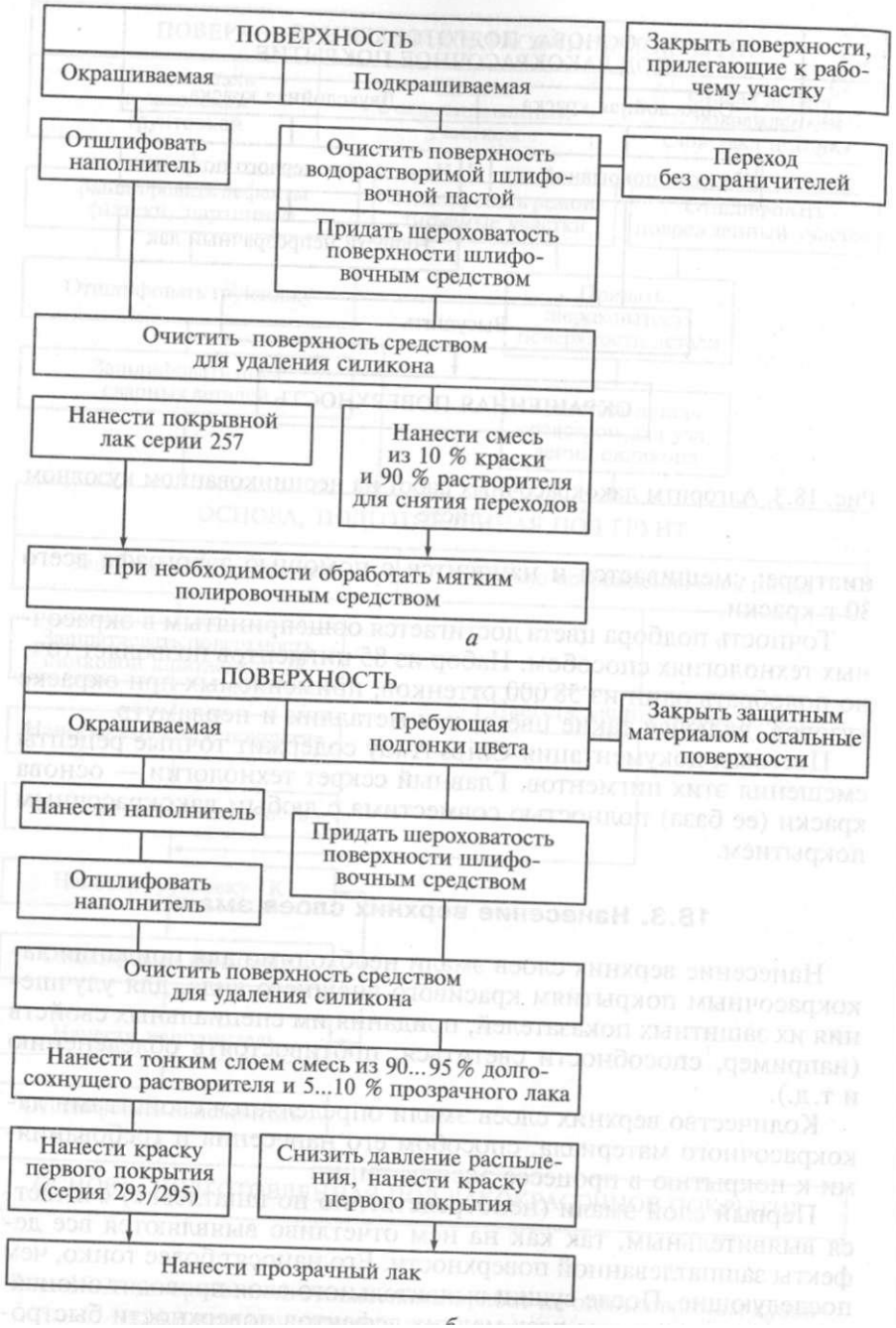


Рис. 18.4. Алгоритмы однослойной *(а)* и двухслойной *(б)* подкраски

нения дефектов наносят распылителем несколько тонких слоев эмали.

Окраску эмалями выполняют в чистом, сухом и просторном помещении при температуре в пределах 15.,.25 °С и влажности не выше 75...80 %. Помещение должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией, обеспечивающей отсос паров растворителей и препятствующей оседанию красочной пыли, которая сильно загрязняет и ухудшает внешний вид покрытия.

Каждый последующий слой эмали наносят на хорошо просушенный предыдущий слой после устранения дефектов. Однако допускается сдваивание слоев (способом «мокрым по мокрому») с предварительной выдержкой предыдущего слоя при комнатной температуре в течение 5...7 мин.

Для получения высококачественного лакокрасочного покрытия большое значение имеет правильное использование краскораспылителя при нанесении покрытия на окрашиваемую поверхность. Его необходимо перемещать параллельно поверхности на расстоянии 25...30 см от нее (рис. 18.5). При увеличении этого расстояния часть лакокрасочного материала не будет попадать на окрашиваемую поверхность, что снизит производительность труда и увеличит потери эмали. К тому же покрытие получится матовым. При уменьшении расстояния на окрашиваемой поверхности образуются морщины и подтеки. Скорость перемещения краскораспылителя 30...40 см/с, а угол колебания краскораспылителя в горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно перпендикуляра к окрашиваемой поверхности не должен превышать 5... 10°.

При окрашивании выступающих частей и углов краскораспылитель надо располагать так, чтобы факел не выходил за контуры кузова.

Покрытие наносят параллельными полосами с перекрытием их краев на 40... 60 мм для компенсации слабоокрашенныхмест.

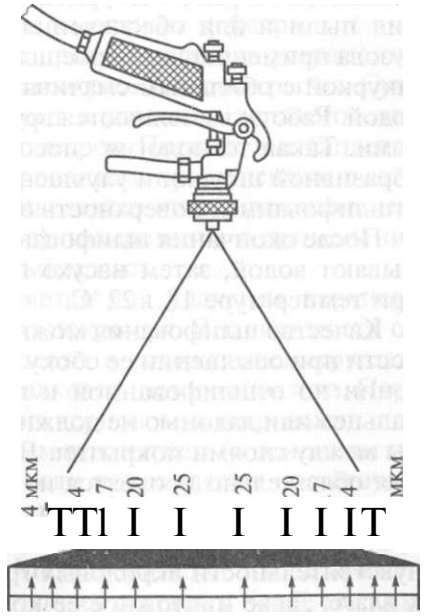


Рис. 18.5. Распределение толщины лакокрасочного покрытия по ширине струи

Первый слой эмали наносят горизонтальными полосами, второй — вертикальными.

Правильное соотношение воздуха и краски в значительной мере сказывается на качестве окраски: при недостатке воздуха из краскораспылителя выбрасываются крупные брызги, а при недостатке краски получается пульсирующая прерывающаяся струя.

Уменьшение числа слоев эмали за счет увеличения их толщины недопустимо — это ведет к ухудшению механических показателей пленки, образованию на ней морщин и подтеков.

18.4. Отделка поверхности кузова после окраски

В качестве отделочных операций для придания кузову красивого внешнего вида применяют шлифование и полирование.

Шлифование предназначено для сглаживания шероховатостей, оставшихся на поверхности кузовных панелей после нанесения шпатлевки, а также для создания лучшего сцепления между слоями лакокрасочного покрытия. При подготовке поверхности кузова к окраске выполняют операции шлифования промежуточных и последнего слоев шпатлевки после высыхания каждого слоя. Качество окраски во многом зависит от того, насколько тщательно выполнено шлифование. Правильно отшлифованная поверхность должна быть совершенно гладкой без крупных рисок.

Технология шлифования состоит из первоначальной обработки абразивной шкуркой крупной зернистости с последующим заглаживанием рисок шкуркой мелкой зернистости. Для исключения пыли и для обеспечения тонкости обработки поверхности кузова применяется мокрое шлифование водостойкой абразивной шкуркой с обильным смачиванием обрабатываемой поверхности водой. Работы выполняются вручную или шлифовальными машинками. Такая технология способствует увеличению срока службы абразивной шкурки и улучшению качества шлифования. Хорошо отшлифованная поверхность смачивается водой равномерно.

После окончания шлифования обработанные поверхности промывают водой, затем насухо протирают мягкой тканью и сушат при температуре 18... 22 "С.

Качество шлифования можно проверить путем осмотра поверхности при освещении ее сбоку электрической лампой. При проведении по отшлифованной и промытой поверхности кончиками пальцев или ладонью не должны чувствоваться переходы и границы между слоями покрытия. Все погрешности плохого шлифования обязательно проявятся на свежеокрашенной поверхности.

При использовании новых акриловых и полиэфирных лакокрасочных материалов возникают определенные сложности из-за чувствительности акриловых грунтов и полиэфирных шпатлевок к влаге. Даже ничтожное ее количество приводит к полимеризации без образования полиуретановых связей. В результате покрытие получается колким и хрупким.

Следует иметь в виду, что полиэфирные шпатлевки, широко используемые в практике АРП, гигроскопичны. После мокрого шлифования трудно удалить воду из их пор, влага может проникнуть к металлу и вызвать его коррозию и вспучивание краски при ускоренной сушке. Кроме того, мокрое шлифование приводит к образованию корочек грязи, которые, отслаиваясь в процессе нанесения краски, увеличивают число крупных дефектов, требующих обязательного полирования.

В настоящее время наиболее продвинутые АРП переходят на сухое механическое шлифование, которое ускоряет процесс подготовки кузова автомобиля к окраске в среднем в 2,5 раза. Однако при сухом шлифовании на каждом этапе необходимо использовать определенный инструмент. Иными словами, нужно иметь гамму эксцентриковых круглошлифовальных машинок, работающих в системе инструмент —подошва —материал—пылеудаление.

Полирование поверхности кузова применяется для устранения дефектов окраски и для восстановления глянца в процессе эксплуатации автомобиля. Для реализации процесса используются различные полировальные материалы (абразивные пасты, полироли) и приспособления (полировальные круги из крупноячеистой губки, овчины, фетра, мелкоячеистой губки и т.д.). Например, для удаления пылинок на свежеокрашенных поверхностях или восстановления блеска потускневших панелей кузова применяются грубые крупноячеистые губки, а дефекты окраски (перепылы, подтеки и др.) устраняются кругами из овчины и фетра.

Восстановительное полирование применяется для устранения царапин, затертостей и помутнения лакокрасочного покрытия. Суть процесса такого полирования состоит в удалении верхнего слоя краски толщиной в несколько микрометров. Процесс выполняется в несколько этапов: черновое полирование с применением полировальных паст, содержащих абразив; мойка кузова для удаления остатков абразива; чистовое (мягкое) полирование с применением специализированных полировальных паст.

Черновое полирование выполняется для удаления верхнего поврежденного слоя лакокрасочного покрытия. В зависимости от степени затертости используются пасты с содержанием крупнозернистого, среднезернистого или мелкозернистого абразива. Первые два вида паст применяются при черновом полировании поверхностей с твердым лакокрасочным покрытием (в основном на иномарках) в следующем порядке: если повреждения достаточно глубокие, то используется сначала крупнозернистая паста, затем среднезернистая; в остальных случаях ограничиваются применением только среднезернистой пасты. Мелкозернистые пасты применяются при черновом полировании поверхностей с более мягким

лакокрасочным покрытием. Далее поверхность кузова подготавливается к проведению чистового полирования: тщательно промывается и сушится. Главная цель этого этапа — удаление частиц абразива с поверхности кузова. В противном случае невозможно будет добиться зеркальности лакокрасочного покрытия после чистового полирования. Затем выполняется собственно чистовое полирование, и кузов приобретает зеркальный блеск.

Для длительного сохранения высокого качества лакокрасочного покрытия кузова сразу после восстановительного полирования рекомендуется выполнить защитное полирование с нанесением тефлонового покрытия: тефлон, нанесенный на поверхность кузова, создает на его поверхности защитную пленку, благодаря которой кузов лучше моется, отталкивает влагу (при высыхании капель воды на кузове не остаются пятна), не выгорает под воздействием ультрафиолетовых лучей. Кроме того, тефлон служит защитой от абразивного износа под действием песка и от негативного химического воздействия соли. Эти защитные свойства сохраняются в течение полугода.

18.5. Техника безопасности при подготовке и проведении окрасочных работ

Малярный участок АРП представляет собой зону повышенной пожароопасности и вредного воздействия токсичных веществ. Поэтому он должен быть обеспечен хорошей вытяжной вентиляцией, а конструктивные элементы и ограждения окрасочных помещений (стены, потолки, полы) должны быть огнестойкими. Внутренние поверхности стен выкладываются метлахской плиткой на высоту 2,4 м, а полы выполняются из прочных, несгораемых и нескользких материалов, позволяющих легко очищать их от загрязнений. Температура помещения должна быть не ниже 15... 16 °С, а относительная влажность воздуха не более 60 %. Отопление на малярном участке необходимо воздушное или водяное низкого давления; температура поверхности отопительных приборов при водяном отоплении не должна превышать 90 °С.

Помещения окрасочных участков должны быть светлыми (освещенность не менее 75 лк) и чистыми. Приточный воздух, подаваемый в рабочую зону, должен быть чистым и не содержать пыли и вредных примесей. Наилучшие условия труда обеспечиваются подачей воздуха приточными системами в верхнюю зону помещения и отсосом загрязненного воздуха из-под кузова через отверстия в полу.

При проведении окрасочных работ нельзя пользоваться приборами с неисправной или не приспособленной для данных условий электроарматурой, открытыми источниками огня. Не допускается выполнение сварочных работ.

В окрасочных камерах следует использовать взрывобезопасные вентиляционные установки и переносные светильники напряжением 12 В. Согласно правилам и нормам техники безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов, запрещено работать в одной и той же окрасочной камере с нитроцеллюлозными и алкидными эмалями.

Для исключения кожных заболеваний перед окрасочными работами необходимо смазать руки защитной пастой (ИР-1, ПМ-1, фурацилиновой пастой или мылом ИДМ) или надеть перчатки. Для защиты органов дыхания и зрения от воздействия лакокрасочного тумана применяются средства индивидуальной защиты (респираторы РМП-62, РУ-60 и др.).

Приготовление лакокрасочных материалов производится только в специальном изолированном помещении, обычно располагаемом рядом с малярным участком у наружной стены с оконными проемами и самостоятельным эвакуационным выходом.

Лакокрасочные материалы необходимо хранить в специальных помещениях в плотно закрытой таре; алюминиевую пудру — в сухом помещении, так как при повышенной влажности она может самовоспламеняться. Все помещения малярного участка АРП в обязательном порядке оборудуются средствами пожаротушения (пенными огнетушителями, ящиками с песком, асбестовыми одеялами, щитами со специальным инвентарем и др.).

Контрольные вопросы

1. Какие этапы проходит автомобиль при подготовке к ремонтной окраске?
2. Каковы особенности технологии нанесения лакокрасочного покрытия при ремонтной окраске автомобиля?
3. Какие различают виды ремонтно-восстановительных окрасочных работ?
4. Что такое шлифование и полирование поверхностного слоя?

Глава 19. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКРАСКИ АВТОМОБИЛЕЙ И ИХ ДЕТАЛЕЙ

19.1. Нанесение рисунка на кузов

Подготовка кузова к окраске с нанесением рисунка осуществляется особенно тщательно,.чтобы добиться максимально стойкого и долговечного лакокрасочного покрытия.

Есть несколько способов нанесения рисунка на кузов. Самый простой — нанесение рисунка через трафарет. У элементов такого рисунка четкие границы. Трафаретные рисунки широко применяют для нанесения на кузов рекламных текстов и простых картинок, а декоративные сюжеты впервые появились на гоночных автомобилях. Изображение чаще одноцветное, реже — двухцветное.

В последнее время применяют переводные многоцветные картинки: рисунок готовят на специальной пленке и переводят на кузов, затем покрывают лаком.

Но самое высокое качество и удовлетворение любой фантазии обеспечивает аэрограф — миниатюрный краскопульт, который позволяет рисовать очень тонкими линиями, слегка размытые границы которых определить невозможно. Слои рисунка кладут один за другим, не давая им высыхать. Это позволяет надежно скрепить краски между собой. Если в рисунке есть мелкие элементы и выполнить их все сразу невозможно, то после нанесения каждого слоя кузов подвергают термической обработке до полного высыхания краски. Аэрографом можно не только рисовать на металле, но и наносить рисунок на пластиковые чехлы запасных колес внедорожников. Процесс подготовки изображения в этих случаях такой же, но в эмали и лаки добавляются компоненты, не позволяющие рисунку растрескиваться на пластичном материале.

Требования ГИБДД к такой окраске (это единственное ограничение) — рисунок и его цветовая гамма не должны быть похожи на схемы окраски спецтранспорта.

19.2. Порошковое окрашивание

В настоящее время происходит быстрое проникновение технологии порошкового окрашивания в сферы традиционных способов нанесения лакокрасочных покрытий. Суть этой технологии — в нанесении сухой краски в виде порошка на изделие и кратковременный прогрев его при температуре 140...200°С для полимеризации краски. Относительно высокая температура процесса

ограничивает его применение окрашиванием в основном металла и стекла. В мире сегодня по этой технологии окрашивают около 15 % всех изделий, подлежащих окраске, и число их постоянно увеличивается.

Порошковое окрашивание имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями:

декоративность поверхности — она приобретает цвета и оттенки и даже свойства, которые при применении традиционных технологий недостижимы. Например, можно сделать поверхность муаровой или структурированной. Для получения соответствующих эффектов сегодня имеется целый арсенал красок: золотистый, серебристый и алюминиевый металлики; флуоресцентные краски; серия антиков, имитирующих цвет поверхности старинных медных, бронзовых или серебряных предметов. Каждый цвет и оттенок может иметь еще и разные степени блеска (глянцевый, матовый и полуматовый);

прочность и долговечность покрытия — непосредственно на окрашиваемой поверхности полимеризуется слой эластичной пластмассы с очень высокой адгезией и создается ударопрочное покрытие с антикоррозийными и электроизоляционными свойствами, с температурным диапазоном работы от -60 до ±150 °С; толщина покрытия 30...250 мкм;

экологичность — отсутствие огнеопасных и токсичных растворителей в значительной мере решает проблему охраны окружающей среды и техники безопасности (личной). Порошковое окрашивание безотходно за счет практически полного возврата и повторного использования порошка, не осевшего на окрашиваемом изделии. Эта технология позволяет резко улучшить условия труда;

рентабельность — сокращение количества технологических операций, высокая скорость полимеризации, компактность оборудования позволяют уменьшить площадь окрасочного участка. Благодаря системе рекуперации степень использования краски составляет 95... 98 %. Себестоимость окрашивания 1 $м^2$ составляет 1 — 2 долл. США (при рыночной цене 3 — 5 долл.) и зависит от величины и сложности окрашиваемого предмета и типа краски. Минимальные инвестиции в малярный участок составляют 10—15 тыс. долл. Порошковые же краски сравнительно недороги (5 —10 долл. за 1 кг), технологичны и универсальны в использовании, не требуют высокой квалификации персонала, экологически безопасны. Минимальные затраты на обустройство окрасочного участка составляют з _ 5 тыс. долл. На некоторых предприятиях рентабельность достигает 300 %.

Примеры использования порошкового окрашивания в авторемонтном производстве: окраска автомобильных дисков, приборных щитков, зеркал, радиаторов, декоративных деталей кузовов.

19.3. Распыление лакокрасочных материалов с помощью сжатого азота

На ведущих АРП Европы испытана и внедрена инновационная технология распыления лакокрасочных материалов с помощью сжатого азота.

Воздух, используемый для окраски, содержит 78 % азота, 20 % кислорода и различные примеси (газы, водяной пар, загрязнения), концентрация которых при сжатии воздуха возрастает, провоцируя образование большинства возможных дефектов при нанесении ремонтного покрытия.

Существующие системы подготовки и очистки сжатого воздуха не могут обеспечить стопроцентной защиты распыляемого материала от загрязнений. Кроме того, кислород, содержащийся в воздухе, химически активен и способен мгновенно вступать в реакцию с компонентами лакокрасочных материалов, уменьшая блеск нанесенного декоративного покрытия.

Наилучшие условия для нанесения бездефектного покрытия могут быть созданы в случае запитывания окрасочного пистолета не атмосферным воздухом, а одним из составляющих его газов — азотом.

Новая система окраски Nitrospray (производства итальянской фирмы Eurosider) позволяет получать азот из воздуха, используя мембранные фильтры. В мембранных системах реализуется принцип молекулярной фильтрации газовой смеси (в данном случае воздуха). Молекулы кислорода и азота отличаются своими размерами и скоростью проникновения через мембранный фильтр, что позволяет эффективно отделять так называемые «быстрые» газы (в первую очередь кислород) от «медленных», представителем которых является азот.

Главные компоненты системы Nitrospray — модули Membrana Derivair (блоки сепарации), содержащие тысячи мембран на специальных волоконных кабелях, позволяющих отделить кислород, водяные пары и углекислый газ. В результате на выходе из модуля образуется поток азота, концентрация которого может изменяться путем регулирования скорости и количества воздуха, проходящего через мембраны.

Высокая надежность работы системы обусловлена простотой принципа работы. Масла и твердые частицы устраняются из сжатого воздуха системой фильтрации. Затем очищенный воздух попадает на модули-сепараторы, где через стенки мембран отделяются «быстрые» газы (кислород, водяной пар, углекислый газ), выбрасываемые в атмосферу. «Медленный» азот задерживается и выходит через специальный вентиль. Применение волоконных кабелей с максимальной площадью поверхности сепарации позволяет значительно уменьшить размеры оборудования.

Концентрация азота, выходящего из установки, может достигать 99,5 %. При этом газовая смесь максимально очищена и лишена водяных паров. Имеется возможность регулирования температуры выходящего газа в диапазоне от 5 до 60 °С и давления от 0,5 до 13 бар. Все это позволяет сделать оптимальный выбор условий при нанесении лакокрасочных материалов.

Данная технология может быть востребована на АРП любого уровня. Фирма-производитель предлагает более двадцати стандартных моделей установок под любые требования. При правильном соблюдении условий эксплуатации срок действия мембран блоков сепарации составляет 15 — 20 лет. Оборудование для производства азота может быть подсоединено к компрессору любого типа и размещено на стене (стационарно) либо установлено отдельно.

Технические характеристики генераторов азота, предназначенных для работы в условиях авторемонтных мастерских, представлены в табл. 19.1.

Все модели оснащены горизонтальным или вертикальным ресивером вместимостью 500 л, термозащищенным шлангом длиной 10 м, допускающим температуру подающегося газа 70 °С, и комплектом переходников для подключения окрасочного пистолета. В моделях с маркировкой Х2 имеется сдвоенный блок сепарации, что увеличивает производительность установки вдвое. На моделях 1400 и 1600 возможна установка газоанализатора, контролирующего и модифицирующего концентрацию азота в смеси.

Благодаря наличию ресивера вместимостью 500 л базовая модель 1400 способна обеспечить работу как минимум одного окрасочного пистолета с уровнем потребления от 300 до 400 л/мин.

По сравнению с традиционными системами окраски с помощью сжатого воздуха система Nitrospray обладает следующими преимуществами:

практически полное отсутствие в потоке азота, получаемого путем избирательного выделения, водяных паров и загрязнений, которые могут взаимодействовать с краской;

Таблица 19.1

Технические характеристики генераторов азота для авторемонтных мастерских

Модель генератора	Производительность, л/ч, при давлении на входе, бар		Точка росы, °С
	9…10	12…13	
1400	18 000	20000	-60
1400Х2	36 000	40 000	-60
1600Х2	32 000	45 000	-60
1600Х4	64 000	90 000	-60

низкая себестоимость азота, производимого непосредственно на месте применения;

возможность регулирования температуры газового потока в зависимости от типа краски и модели окрасочного пистолета, что позволяет наносить бездефектное декоративное покрытие и гарантирует быстрое испарение летучих соединений;

экономия расходных материалов и времени сушки окрашенных изделий, а также легкое образование полимерной сетки эмали (что обеспечивает лучшее ее растекание и ускоренное испарение растворителей) за счет подачи азота на рабочее место при различных температурах;

более высокая степень блеска декоративного покрытия по сравнению с обычным, так как краска не связывается кислородом, содержащимся в воздухе;

быстрая полимеризация нанесенного материала (без взаимодействия с блокирующими элементами), высокая степень адгезии красочного слоя и его исключительные физико-химические параметры — все это достигается комбинацией факторов (высокой температуры азота и полного отсутствия влаги);

высокая надежность оборудования и минимум операций при его обслуживании (замена воздушных фильтров через 6 мес);

пожаробезопасность за счет использования инертного азота;

ускоренное слипание при нанесении прозрачного лака на заключительном этапе окрасочных работ, что препятствует образованию наплывов (в особенности на вертикальных поверхностях).

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы нанесения рисунка на автомобиль?
2. Какие преимущества имеет метод порошкового окрашивания по сравнению с традиционными технологиями?

РАЗДЕЛ VI

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 20. МОЙКА И ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

20.1. Особенности и характер загрязнений деталей

В процессе эксплуатации автомобиля наибольшему загрязнению подвержены детали, узлы, агрегаты и их сочленения, обращенные вниз. На нижних поверхностях автомобиля остаются загрязнения, содержащие песок, глину, органические и другие примеси (поверхности грузовых автомобилей покрываются также мельчайшими частицами материала перевозимого груза), образующие пленку, прочно связанную с наружными поверхностями деталей.

По химическому составу загрязнения на деталях и агрегатах автомобиля подразделяются на органические (жировые и масляные отложения, пленки лакокрасочных покрытий, консервационные смазки), неорганические (накипь, дорожная грязь, продукты коррозии) и смешанные (нагары, лаки, консистентные смазки, производственные загрязнения).

Наружные отложения (пыле- и масляно-грязевые) образуются из-за содержания в атмосферном воздухе некоторого количества пыли (0,05...0,5 г/см^3 при дисперсности 5...30 мкм), а среднее значение адгезии наружных отложений к поверхности деталей составляет 0,05...0,2 кгс/см^2.

Наиболее распространенными загрязнениями автомобилей являются загрязнения от остатков топливно-смазочных материалов (ТСМ), которые при эксплуатации автомобиля претерпевают значительные изменения из-за окисления и полимеризации. Это могут быть продукты неполного сгорания топлива, окисления, деструкции углеводородов, конденсации и коагуляции углеводородных и гетероорганических соединений, а также продукты коррозии и биоповреждения металлов в среде ТСМ.

Приведенная на рис. 20.1 схема наглядно иллюстрирует процесс образования продуктов загрязнения от ТСМ при эксплуатации автомобиля.

Рис. 20.1. Схема образования продуктов загрязнения от ТСМ

Конечными продуктами таких загрязнений являются сажа, нагар, асфальтосмолистые вещества, лаки, карбены, карбоиды, которые могут находиться в твердом или жидком фазовом состоянии.

Асфальтосмолистые вещества имеют переходную структуру — от смолистообразного до твердого фазового состояния.

Карбены и карбоиды представляют собой твердые вещества с высокой поверхностной активностью и прочно удерживаются на поверхности.

Нагар как продукт неполного сгорания топлива откладывается на стенках камеры сгорания, клапанах, днище поршня и может быть плотным, рыхлым и пластичным. Его химический состав и

внешний вид неоднородны и зависят от состава применяемого топлива и масел. Нагар может состоять из 80... 85 % карбенов и карбоидов, 4...7% асфальтенов, 6... 14% смол и 1...5% золы, обладает высокой механической прочностью и хорошей адгезией к поверхности детали.

Лаки состоят преимущественно из карбенов и карбоидов, связанных преобразованными нейтральными смолами и асфальтенами. Внешне они представляют собой тонкую прочную пленку, образующуюся в зоне поршневых колец, части шатуна, на юбке и внутренних стенках поршня.

Осадками загрязнено более 50... 70 % поверхности деталей двигателя. Осадки представляют собой сгустки продуктов сгорания и физико-механического изменения топлива и масла, механических примесей, продуктов износа деталей, воды. Они откладываются на стенках картеров, щеках коленчатых валов, распределительных шестернях, масляных насосах и в маслопроводах. Осадки не растворяются в масле и обладают большой плотностью. На 40... 80 % они состоят из масел и смол, на 10...30% — из карбенов, карбоидов и золы.

Накипь образуется в системе водяного охлаждения двигателя при эксплуатации и откладывается на стенках рубашек охлаждения двигателя и радиатора, затрудняя теплообменные процессы. Продуктами накипи в основном являются карбонаты кальция и магния, сульфаты и силикаты. Вследствие попадания механических примесей в системе охлаждения образуются также илистые отложения.

Поскольку загрязнения различны по своей природе, то и способы их удаления с поверхности тоже различны.

20.2. Моющие средства

Эффективность процесса мойки и очистки деталей, узлов и агрегатов автомобиля во многом зависит от используемых моющих средств. Механизм действия моющих средств состоит в растворении жидких и твердых загрязнений и удалении их с поверхности вместе с моющим раствором.

Мойка представляет собой сложный процесс взаимодействия моющих средств, загрязнений и поверхностей и определяется такими основными явлениями, как смачивание, пенообразование и стабилизация, которые тесно связаны с силами поверхностного натяжения и поверхностной активностью моющих средств.

Вещества, понижающие поверхностное натяжение раствора, называются поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Эффективность очистки поверхности от загрязнений во многом зависит от щелочности моющего раствора, определяющей его способность нейтрализовать кислотные компоненты загрязнений, омылять масла, снижать контактное напряжение растворов, жест-

кость воды и т. п. Различают щелочность общую и активную. Моющее действие растворов зависит только от уровня активной щелочности.

Синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют ПАВ и ряд щелочных солей, получили наибольшее распространение во всех процессах мойки и очистки, применяемых на АРП. Они допускают очистку деталей одновременно из черных, цветных и легких металлов и сплавов, хорошо растворяются в воде, не вызывают ожогов кожи, не токсичны, пожаробезопасны и биологически разлагаемы при сливе в канализацию. После мойки очищенные узлы и детали не корродируют и не требуют специального ополаскивания.

Составы и области применения моющих средств (аэрол, анкрас, МС-6, МС-8, МС-15, лобомид и его модификации, МЛ-15, Темп-100, Термос-1, эмульсин и т.д.), используемых для очистки автомобильных узлов и деталей, достаточно подробно описываются в соответствующей технической литературе.

Наибольшую трудность представляет очистка деталей от нагара, накипи и лаковой пленки. Для этих целей применяют жидкости с наиболее высокими моющими и растворяющими свойствами, к которым относятся крезольные составы — маслянистые жидкости черного цвета, не вызывающие коррозии металлов.

Для удаления накипи обычно используются растворы соляной кислоты с ингибитором коррозии или контакта Петрова. Наиболее эффективная очистка деталей от накипи, нагара и продуктов коррозии выполняется путем химико-термической обработки деталей с помощью щелочного расплава.

Лаковые пленки удаляют воздействием крезольной жидкостью в течение 15...25 мин, после чего деталь 5... 10 мин промывают горячей водой (80...90 °С), сушат сжатым воздухом и обрабатывают уайт-спиритом в течение 10 мин.

20.3. Моечно-очистные работы

Технологический процесс моечно-очистных работ основан на следующих факторах:

смачивание загрязнения раствором моющего средства в воде за счет уменьшения поверхностного натяжения последнего и проникновения его в трещины и поры загрязнения;

снижение сцепляемости частиц загрязнения между собой и с поверхностью путем механического воздействия и перехода их в раствор моющего средства;

пенообразование для удержания диспергированного загрязнения и предотвращения его осаждения на очищенную поверхность, а также для предотвращения разбрызгивания моющего раствора и проникновения едких испарений в атмосферу;

стабилизация в растворе отмытых загрязнений и предупреждение их повторного осаждения на очищенную поверхность.

Многоэтапность выполнения моечно-очистных работ определяется разнообразием состава и свойств загрязнений, сложностью рельефа деталей и особенностями физико-химических свойств материалов, из которых они изготовлены.

Предварительно все детали и узлы разбиваются на группы в зависимости от вида удаляемых загрязнений и конструктивных особенностей. Маршрут мойки и очистки для каждой группы индивидуален.

Качество очистки оценивается путем определения величины остаточного загрязнения на деталях весовым, визуальным или люминесцентным способом. Последний способ основан на свойстве масел светиться (флуоресцировать) под воздействием ультрафиолетовых лучей.

При поступлении деталей на дефектацию после моечно-очистных работ допустимое количество загрязнений на их поверхностях не должно превышать определенных значений: 1,25 мг/см^2 при шероховатости поверхности ***Rz*** 10 мкм; 0,7 мг/см^2 при ***Rz*** 2,5...6,3 мкм; 0,25 мг/см^2 при ***Rz*** 6,3...0,16 мкм; при поступлении на сборку 0,10...0,15 мг/см^2; при поступлении на окраску 0,005 мг/см^2.

20.4. Оборудование для мойки автомобилей

На станциях технического обслуживания для мойки и сушки автомобилей всех типов используются ручные (очистители высокого давления), портальные либо туннельные мойки.

Все *очистители высокого давления* устроены практически одинаково и состоят из фильтров очистки поступающей воды, дозатора для регулирования ее жесткости, плунжерного насоса высокого давления, систем нагрева воды и доставки в нее моющих веществ (детергентов), а также шланга и всевозможных насадок, выбор которых определяется поставленными задачами. Именно в такой последовательности подключены узлы и системы любого очистителя высокого давления.

Давление на выходе насоса плавно регулируется от 1 до 25 МПа (диапазон регулирования может быть, например, 1... 12 или 1... 15 МПа). Для мойки автомобилей достаточен очиститель с давлением 12 МПа при потоке воды 10... 15 л/мин.

Очистители разделяются по типу привода на электрические (с питанием от трехфазной сети 380 В или двухфазной сети 220 В) и бензиновые (четырехконтактные малогабаритные двигатели от 4,05 до 9,56 кВт). Преимуществом бензиновых очистителей является автономность их эксплуатации.

Агрегаты с электрическим питанием выпускаются с подогревом воды или без него. Очиститель с подогревом, оснащенный

специальной горелкой, способен выдавать под высоким давлением пароводяную смесь с температурой 150 "С. Температура и давление могут плавно регулироваться. Такой очиститель незаменим для подготовки кузова к антикоррозионной обработке, для отмывания деталей двигателя при капитальном ремонте, для удаления абразива после хонингования. При мойке автомобиля достаточен подогрев до 90 °С, так как многие полимерные части не выдержат более высокую температуру.

Одним из достоинств очистителей высокого давления является их универсальность и многофункциональность. Изготовители очистителей предлагают целую гамму специальных насадок, которые позволяют одним очистителем выполнять многие виды работ: с помощью пескоструйных насадок удалять ржавчину, готовить поверхность под окраску; формировать водяной туман для осаждения пыли и тушения пожара; мыть любые поверхности, используя насадки с меняющимся сечением струи (сечение регулируется поворотом сопла) или с раскручиванием подаваемой под давлением струи небольшой турбинкой (очищающий эффект увеличивается при этом в десятки раз).

Предлагаются также разнообразные вспомогательные приспособления: вращающиеся щетки из конского волоса, нейлона или латунной проволоки, фильтры для водозаборника, удлинители шлангов и многое другое.

Автоматические *портальные мойки* в простом однопрограммном исполнении оснащены тремя щетками (одна горизонтальная и две вертикальные) и двумя малошумными вентиляторами мощностью по 4 кВт. Процесс мойки автомобиля осуществляется за четыре прохода портала: мойка с шампунем — мойка и нанесение воска — сушка крыши — сушка боков. При этом производительность агрегата составляет 10—12 автомашин в час.

Риск повреждения автомобиля в портальных мойках сведен к минимуму, так как отказ любого важного с точки зрения безопасности элемента мгновенно приведет к остановке портала и прекращению мойки. Оператору достаточно вручную развести щетки. Щетки выполнены из специального материала, не повреждающего лакокрасочное покрытие автомобиля.

Отдельную группу моечного оборудования представляют *туннельные мойки,* предназначенные для крупных АРП с пропускной способностью до 30—45 автомашин в час. В них с помощью транспортера автомобили движутся один за другим, проходя все этапы процесса: предварительный обмыв, основную мойку, нанесение защитной полироли, сушку.

Автоматические туннельные мойки по желанию заказчика могут комплектоваться дополнительным оборудованием (системами предварительного обмыва водой под высоким давлением, мойки днища, мойки дисков и т.д.). Благодаря модульной конструкции

длина мойки может изменяться от 12 до 30 м в зависимости от организации моечного процесса. Все мойки поставляются с тремя дозирующими насосами и подающими системами для нанесения шампуня, пены и воска, а также с двумя водяными насосами по 1,5 кВт (один для подачи рециркуляционной воды, другой — для подачи свежей воды).

20.5. Оборудование для мойки и очистки деталей

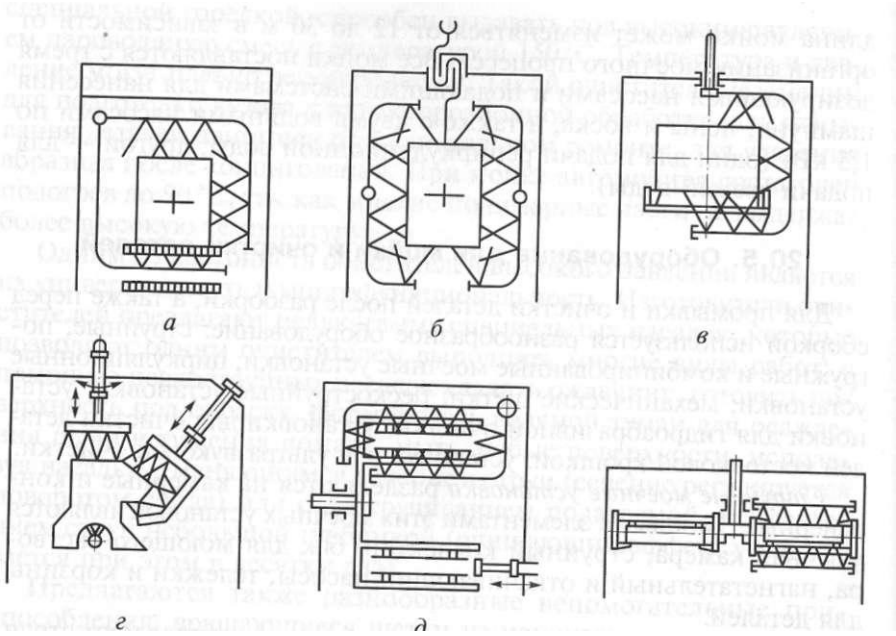
Для промывки и очистки деталей после разборки, а также перед сборкой используется разнообразное оборудование: струйные, погружные и комбинированные моечные установки; циркуляционные установки; механические щетки; пескоструйные установки; установки для гидроабразивной очистки; установки для очистки деталей косточковой крошкой; установки для ультразвуковой очистки.

Струйные моечные установки разделяются на камерные и конвейерные. Типовыми элементами этих моечных установок являются моечная камера, струйный коллектор, бак для моющего раствора, нагнетательный и откачивающий насосы, тележки и корзины для деталей.

Гидранты струйных установок формируют и направляют струи моющего раствора на поверхность детали. Они представляют собой систему трубопроводов, подсоединенных к нагнетательному насосу и снабженных насадками. На рис. 20.2 приведены типовые схемы гидрантов струйных моечных установок с постоянным (пассивным) или непрерывно меняющимся (активным) воздействием струй моющего раствора в рабочей зоне моечной камеры. Вращающиеся гидранты позволяют в 34 раза уменьшить необходимое число насадок и уменьшить энергозатраты на мойку. Основные технические характеристики струйных камерных моечных установок приведены в табл. 20.1.

Погружные моечные установки по энергозатратам значительно эффективнее струйных, которые не обеспечивают полного удаления загрязнений в различных углублениях, отверстиях, карманах, экранированных от прямого попадания моющего раствора.

К погружным моечным установкам относятся ванны, роторные установки и установки с вибрирующей платформой. Схема погружной ванны показана на рис. 20.3. Ванна имеет корпус с моющим раствором *13,* в который погружается подставка *1* контейнера *9 с* деталями. На теплоизолированной стенке /установлены в специальном ограждении *8* нагревательные элементы *2* (паровые или электрические). С противоположной стороны ванны установлены термометр *12* для контроля температуры моющего раствора, вентиль *14* слива раствора, вентиль *11* долива воды, вентиль *15* слива донных отложений, а также предохранительный слив *10.* В верхней части ванны имеется крышка *6 с* противовесом 5, а у



FHC. 20.2. Типовые схемы гидрантов струйных моечных установок с пассивным ***(а—в)*** и активным (г— ***ё)*** воздействием струй моющего раствора в рабочей зоне моечной камеры

поверхности раствора расположены бортовые отсосы для удаления выделений вредных паров.

Ванна с большой поверхностью зеркала помещена в кожух, оборудованный вытяжной вентиляцией и герметичной крышкой с гидрозатвором. Всплывшие на поверхность масляные и жировые

Таблица 20.1

Основные технические характеристики струйных камерных моечных установок

Параметры	ОМ-4610	ОМ-22611	ОМ-1366Г
Производительность, т/ч	0,6	1	2,4
Установленная мощность, кВт	7	33	30
Рабочая температура моющего раствора, °С	75...85	78...85	75...85
Объем ванны для моющего раствора, м^3	0,6	3	1,2
Габаритные размеры в плане, мм	2 ЗООх 1 800	2 510х4 765	4 200х3 000
Масса, кг	1 100	2 720	2 000

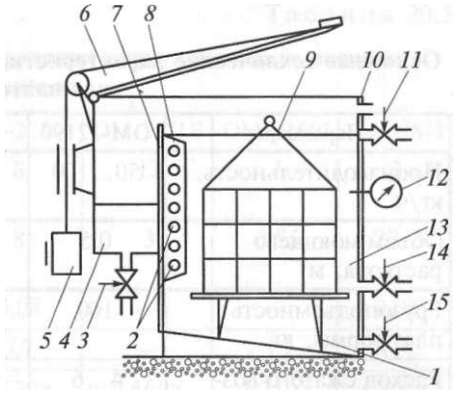


Рис. 20.3. Схема погружной ванны:

1 — подставка контейнера; *2* — нагревательные элементы; *3* — вентиль слива масла; *4* — флотационный желоб; 5 — противовес крышки; *6* — крышка; 7 — теплоизолированная стенка; *8* — ограждение нагревателя; *9* — контейнер с деталями; *10* — предохранительный слив; *11* — вентиль долива воды; *12* — термометр; *13* — моющий раствор; *14* — вентиль слива раствора; *15* — вентиль слива донных отложений

загрязнения собираются с помощью флотационного желоба *4* и вентиля *3* слива масла.

Основные технические характеристики роторных моечных установок и моечных установок с вибрирующей платформой приведены в табл. 20.2 и 20.3.

Комбинированные моечные установки, основные технические характеристики которых представлены в табл. 20.4, состоят из погружной секции, оборудованной лопастными винтами, и секции струйного ополаскивания. В их работе сочетаются различные способы мойки.

Циркуляционные моечные установки, основные технические характеристики которых приведены в табл. 20.5, используются для очистки различных полостей деталей типа картеров двигателей и агрегатов, коленчатых валов, топливных баков, систем охлаждения двигателей.

Таблица 20.2

Основные технические характеристики роторных моечных установок

Показатель	ОМ-12376	ОМ-15429	ОМ-15433
Производительность, т/ч	9,6	5	3,2
Установленная мощность, кВт	31	21	7
Расход пара, кг/ч	400	300	130
Габаритные размеры очищаемых изделий, мм	2 200х1 100х1 200	1 200х1 ОООх 1 000	600х600х600
Габаритные размеры в плане, мм	7 200х5 900	7 220х4 700	5 970х2 950
Масса, кг	15 600	12 000	5 000

Таблица 20.3

Основные технические характеристики моечных установок с вибрирующей платформой

Параметры	ОМ-12190	ОМ-5287	ОМ-2260-8	ОМ--22609
Производительность, кг/ч	50... 100	150...200	800	1 500
Объем моющего раствора, м^3	0,5	1,6	1,6	3
Грузоподъемность платформы, кг	100	450	450	900
Расход сжатого воздуха, м^3/ч	4...6	6...8	10	12
Амплитуда колебаний платформы, мм	100... 150	100...200	150... 200	150...200
Установленная мощность, кВт	0,13	4	5,7	5,7
Габаритные размеры очищаемых изделий, мм	200х200х хЗОО	750х55х х850	850х750х х550	1880х1100х х1500
Масса, кг	870	1 800	1 584	2 600

Таблица 20.4

Основные технические характеристики комбинированных моечных установок

Параметры	ОМ-9318	ОМ-7421	ОМ-5333М
Производительность, т/ч	2	4	12
Установленная мощность, кВт	43,6	80	100
Расход пара, т/ч	0,25	0,4	0,5
Объем баков для раствора, м^3	5,9	20	22
Габаритные размеры очищаемых изделий, мм	850х750х х550	1200х800х х700	1500х700х х1 000
Габаритные размеры в плане, мм	5 100х3 000	10500х3 800	12 070х3 600
Масса, кг	8 300	17 200	47 500

Очистка деталей от нагара и накипи осуществляется физико-механическими и механическими способами на специальных моечных и очистных установках. С чугунных и стальных деталей нагар удаляется крацеванием с использованием щеток из стальной про-

Таблица 20.5

Основные технические характеристики циркуляционных моечных установок

Параметры	ОМ-3600	ОМ-22601	ОМ-2871Б	ОМ-21605	ОМ-9 873
Производительность, ед./ч	2	8	12	1	3
Установленная мощность, кВт	17	8	3	0,55	27,2
Расход пара, т/ч	од	0,08	—	—	0,08
Объем баков, м^3	0,9	0,7	—	15	1,5
Габаритные размеры в плане, мм	2 920х х2 400	1570х х1 700	2 460х хббЗ	1210х[1] хбЮ	4 300х х2 100
Масса, кг	900	650	140	800	4 100

волоки диаметром 0,05...0,3 мм. Привод щеток обеспечивается от пневматических и электрических шлифовальных машин. Со свечей зажигания нагар удаляется пескоструйной обработкой с применением прибора 514-2М; время обработки 6... 10 с.

Установки для гидроабразивной очистки деталей подразделяются на два типа в зависимости от способа подачи абразивной жидкости.

Первый тип установок работает на принципе пневмоэжекции абразивной смеси путем ее выдавливания (пневмоэжекционные установки).

Второй тип установок работает на принципе раздельной подачи к соплу смеси воды и песка или воды и смеси воздуха с песком. Основные технические характеристики установок для гидроабразивной очистки приведены в табл. 20.6.

В установках для гидроабразивной очистки на загрязненную поверхность воздействует струя воды с абразивным материалом, которая выбрасывается сжатым воздухом, служащим энергоносителем. Абразивным материалом служат кварцевый песок, оксид алюминия, карбиды бора и кремния с частицами размером 0,8... 1 мм. Соотношение песка и воды по объему составляет от 1:2 до 1:6. Угол наклона струи к очищаемой поверхности рекомендуется задавать в пределах 30...60°.

Установки для очистки деталей косточковой крошкой, технические характеристики которых приведены в табл. 20.7, служат для очистки от нагара базовых деталей двигателя (блока цилиндров, головки блока, коллекторов). Эти же установки используются и для очистки гильз цилиндров от накипи.

Косточковая крошка представляет собой мелкораздробленную скорлупу фруктовых косточек. По размерам частиц косточковую крошку делят на три сорта: крупная, средняя и мелкая. Для удале-

Таблица 20.6

Основные технические характеристики установок для гидроабразивной очистки

Параметры	Принцип работы установки		
	Пневмоэжекция	Раздельная подача к соплу смеси воды и песка	Раздельная подача к соплу воды и смеси воздуха с песком
Рабочее давление воздуха, МПа	0,35	0,5...0,6	0,5...0,6
Расход воздуха, $м^3$/мин	1,5	0,8... 1	0,8... 1
Объем резервуара рабочей жидкости, л	100	1700	1000
Объем компонента на одну заправку:			
песка, $дм^3$	30		30
воды, л	75		75
Мощность электродвигателя, кВт	0,75... 1,9	1	—

ния нагара применяют крупную крошку влажностью 15...20%, чтобы предотвратить ее дробление. Перед обработкой детали обезжириваются синтетическим моющим средством, чтобы косточковая крошка не засаливалась.

В камере очистной установки косточковая крошка выбрасывается из сопла с большой скоростью и, ударяясь о поверхность детали, очищает ее от загрязнений. Достоинством такой обработки является то, что на поверхности детали (даже из алюминиевого сплава) не образуются царапины.

Таблица 20.7

Основные технические характеристики установок для очистки деталей косточковой крошкой

Параметры	9-300	М-2023	ОМ-3181	РМ-23	М-417
Мощность электропривода, кВт	—	3,9	0,4	0,6	—
Расход воздуха одной форсункой, $м^3$/ч	70	90... 120	ПО	90... 120	До 2 000
Давление воздуха, МПа	0,4...0,5	0,3...0,5	0,5	0,1...0,5	0,4...0,6
Габаритные размеры в плане, мм	1450х х1 300	2 200х х1 280	1 880х х1 000	4 300х х1 260	2100х х1 100
Масса, кг	1 000	2 000	1450	940	900

Установки для ультразвуковой очистки применяются при очистке деталей дизельной топливной аппаратуры, карбюраторов, электрооборудования, масляных фильтров, а также малогабаритных деталей сложной конфигурации. Установкихостоят из генератора высокочастотных колебаний, преобразователя электрических колебаний в упругие механические колебания и ванны для моющего раствора. Ультразвуковые колебания, создаваемые преобразователем, передаются в раствор ванны через мембрану. Частота ультразвуковых колебаний составляет 20,5...23,5 кГц, напряжение питания 440...480 В, а сила тока намагничивания 20...25 А.

20.6. Техника безопасности при использовании моечного оборудования и моющих средств

Для предотвращения превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ в рабочей зоне моечный участок должен быть оборудован общей приточно-вытяжной вентиляцией, а каждая моечная установка, работающая на водных растворах синтетических моющих средств и растворителях, должна иметь собственную вытяжную вентиляцию с элементами максимального улавливания и возврата паров моющих средств.

Пары хлорированных растворителей тяжелее воздуха и скапливаются у пола, поэтому при организации вентиляции помещения особенно важно обеспечить отсасывание воздуха из нижней зоны.

Рабочий-оператор обязан следить за исправностью закрепленного за ним моечного оборудования, плотностью закрывания дверей и прилегания сальников, уровнем моющей жидкости, соблюдением режимов очистки и правильностью загрузки установки.

Пуск электродвигателей моечной установки должен производиться только после закрытия ее дверей. При ручной заправке установки синтетическими моющими средствами следует пользоваться респираторами в 56 слоев. Распаковывать мешки и высыпать моющие средства необходимо осторожно, при включенной вытяжной вентиляции.

Контрольные вопросы

1. Загрязнениям каких видов подвержены детали, узлы и агрегаты автомобиля?
2. Какие моющие средства используются на АРП для удаления загрязнений?
3. Какие этапы содержит процесс моечно-очистных работ?
4. Какие установки для мойки автомобилей используются на АРП?

Глава 21. ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА СЖАТОГО ВОЗДУХА

21.1. Особенности подготовки сжатого воздуха для пневмооборудования

В условиях современного АРП многие работы (малярные, сборочные, подготовка к окраске и пр.) выполняются с помощью пневмоинструмента, более электро- и взрывобезопасного по сравнению с электроинструментом. Кроме того, пневмоинструмент заметно превосходит свои электрические аналоги по надежности, а по мощности, приходящейся на 1 кг собственной массы, он выигрывает почти вдвое.

Для работы пневмоинструмента необходим сжатый воздух, должным образом подготовленный и очищенный. В условиях АРП сжатый воздух требуется также для работы шиномонтажных станков, окрасочно-сушильных камер, автомоек с пневмоприводом, гайковертов и т. д.

Простым сжатием воздуха в компрессоре не обойтись — для нормальной работы оборудования необходимо скорректировать состав воздуха. Главный враг любого оборудования — влага, содержащаяся в атмосфере в виде пара (влажность воздуха), под воздействием которого пневмоинструмент корродирует. Кроме влаги, атмосферный воздух содержит обычные механические примеси (пыль), которые вызывают быстрый абразивный износ инструмента и дефекты окраски.

Влага окружающего воздуха в виде истинного пара (бесцветного газа) легко проходит через любые механические фильтры. Концентрация $K^{пара}$ пара определяется произведением относительной влажности H, %, на плотность насыщенных паров р, г/м^3:

$$K^{пара} = Hp.$$

Величину относительной влажности можно узнать из ежедневных сводок погоды (комфортной для человека считается влажность на уровне 65 %). Плотность насыщенного пара зависит только от температуры и увеличивается в два раза при повышении температуры на каждые 10 °С. Исходя из этого легко подсчитать, что при температуре 25 °С и влажности 70 % в 1 м^3 окружающего нас воздуха содержится около 30 г воды.

При повышении давления или понижении температуры в момент, когда концентрация пара достигает уровня насыщения, пар конденсируется и при контакте с охлажденными поверхностями оседает в виде относительно крупных капель.

В момент сжатия в рабочем цилиндре компрессора воздух уменьшается в объеме приблизительно в 10 раз и одновременно нагревается за счет приложенной механической работы примерно до 300 °С. Концентрация воды в нем повышается в 10 раз и достигает 300 г/м^3. Однако конденсации воды при этом не происходит, так как порог насыщения возрастает в еще большей степени из-за повышения температуры. Кроме того, при такой высокой температуре происходит частичное испарение масла со стенок компрессора и сжатый воздух насыщается парами масла.

После компрессора горячий сжатый воздух попадает в ресивер, где охлаждается при контакте с холодными стенками, а конденсат влаги в виде капель воды и масла осаждается на стенках. К сожалению, за время нахождения воздуха в ресивере (около 25 с) в виде конденсата выпадает незначительная часть влаги, остальная проходит дальше через редуктор, шланги и фильтры к окрасочному пистолету.

В пистолете воздух совершает механическую работу, раздробляя и ускоряя капли краски, вследствие чего температура резко понижается. Перепад может достигать 20 °С, при этом граница насыщения понижается в 4 раза; 75 % еще оставшегося в воздухе пара превращается в туман и далее в мелкие капли. Концентрация влаги резко возрастает до 300...400 г/м^3 несжатого воздуха. В итоге количество воды в факеле может почти сравняться с количеством краски, образуя грубые дефекты лакокрасочного покрытия. Их возникновение наиболее вероятно именно на последних слоях краски.

Рассмотрим пример. Если температура окружающего воздуха 20 °С и относительная влажность 70 %, то в течение 1 ч на вход в компрессор поступит около 2 л воды и 10...30 г пыли. В самом компрессоре за 1 ч работы к этому еще добавится до 60 г масла.

Таблица 21.1

Предельно допустимое содержание в воздухе примесей (по DIN ISO 8573-1)

Класс чистоты воздуха	Содержание масла, мг/м^3	Частицы твердых включений		Температура, °С, точки росы под давлением
		Размер, мкм	Содержание, мг/м^3	
1	0,01	0,1	од	-70
2	0,1	1	1	-40
3	1	5	5	-20
4	5	15	8	3
5	25	40	10	7
6	—	—	—	10

Таблица 21.2

Рекомендуемый набор оборудования для подготовки сжатого воздуха в зависимости от его назначения

Назначение сжатого воздуха	Рекомендуемое оборудование							
	Циклонный сепаратор	Фильтр грубой очистки	Охлаждающий влагоотделитель	Микрофильтр	Мембранный влагоотделитель	Адсорбционный влагоотделитель	Фильтр с активированным углем	Адсорбер с активированным углем
Пескоструйная очистка; простые покрасочные работы	•							
Транспортирование; общезаводской; высококачественная пескоструйная очистка; простое распыление красок	•		•					
Пневматический инструмент; пневматические системы регулирования; распыление красок; кондиционирование; измерительные и регулирующие системы	•	•	•	•				
Измерительное оборудование; высококачественное распыление красок; окончательная обработка поверхностей; для дыхания	•	•		•		•	•	•
	или							
	•	•		•	•		•	•

Итак, главная и основная задача станции подготовки воздуха в автомастерской — это его осушение и очистка от механических примесей и масла. Международный стандарт DIN ISO 8573-1 устанавливает 6 классов чистоты воздуха и соответствующее каждому классу предельно допустимое содержание примесей (табл. 21.1).

При выборе пневмооборудования следует руководствоваться заданными значениями содержания примесей и влажности в сжатом воздухе либо рекомендациями табл. 21.2.

21.2. Осушение, фильтрация воздуха, конденсатоотвод

В автосервисном производстве чаще всего применяют комбинированный метод осушения и фильтрации сжатого воздуха с помощью различных сепараторов, механических фильтров и рефрижераторных осушителей.

Непосредственно после компрессора сжатый воздух целесообразно принудительно охладить до комнатной температуры, что вызовет конденсацию приблизительно 60 % влаги в виде тумана и сравнительно крупных капель. Это можно сделать путем установки за компрессором охладителя воздуха — радиатора, рассчитанного на максимальное давление, создаваемое компрессором. Обдув обеспечивается мощным электрическим вентилятором. Установка охладителя особенно полезна в тех случаях, когда сам компрессор имеет небольшой ресивер или долгое время работает с максимальной производительностью.

После охладителя следует установить вихревой сепаратор (влагоотделитель) масловодяного конденсата, в котором поток воздуха закручивается (за счет косых прорезей) и вследствие этого достаточно крупные капли воды и масла отбрасываются к стенкам, по мере накопления стекая вниз. Поскольку в сепараторе отсутствуют движущиеся или сменяемые детали, срок его работы неограничен. Конденсат автоматически удаляется из донной части сепаратора при снижении давления в магистрали до величины менее 0,5 бар.

Охлажденный и сепарированный воздух поступает в ресивер, где процесс конденсации тумана на стенках продолжается тем интенсивнее, чем больше объем ресивера, следовательно, больше время контакта сжатого воздуха со стенками. Обычно ресиверы снабжаются специальными дренажными устройствами для автоматического или ручного конденсатоотвода.

После ресивера воздух проходит более или менее сложную систему механической фильтрации, состоящую из нескольких ступеней. Вначале ставится наиболее грубый фильтр — предфильтр с ячейками 3... 10 мкм, керамический или изготовленный методом порошковой металлургии. Его главное назначение — понизить концентрацию масляного тумана и избавиться от крупных капель воды. Срок службы фильтрующего элемента неограничен, поскольку в случае засорения его можно промыть в маслорастворяющей жидкости.

За предфильтром ставится собственно фильтр с ячейками диаметром 1 мкм, изготовленный из керамики или полимерного материала.

Следующий фильтр — фильтр тонкой очистки, изготовляемый только из полимерных материалов, позволяет улавливать частицы до 0,01 мкм. Его фильтрующий элемент не подлежит очистке и срок его службы целиком зависит от эффективности предшествующих фильтров.

Иногда после фильтров тонкой очистки ставится еще фильтр-поглотитель, работающий на активированном угле.

По разности давлений воздуха на входе и выходе фильтра судят о степени загрязненности фильтра, поэтому хорошие фильтры обязательно снабжаются манометром или датчиком. Предусматривается также система конденсатоотвода.

Обычно на фильтре указывается его производительность, а первая буква маркировки указывает на назначение: Q — предфильтр, Р — собственно фильтр, Н — фильтр тонкой очистки, С — фильтр-поглотитель. В идеальном случае должны присутствовать все четыре ступени фильтрации, хотя при подготовке воздуха для окрасочного оборудования в фильтрах С нет необходимости.

Никакие механические фильтры не могут задержать истинный пар, поэтому для значительного понижения влажности используются рефрижераторные осушители сжатого воздуха, позволяющие удалить до 95...97% всего конденсата паров воды и масла. Системы, не оборудованные такими осушителями, позволяют удалить не более 80 % конденсата.

Рефрижераторные осушители содержат собственно рефрижератор, два теплообменника, влагоотделитель и систему конденсатоотвода. Влажный воздух, контактируя с испарителем рефрижератора и первым (основным) теплообменником, охлаждается и влага, выпадая в виде крупных капель росы, легко улавливается влагоотделителем. Во втором теплообменнике уже осушенный воздух нагревается, охлаждая при этом входящий влажный воздух. Это позволяет при относительно невысокой мощности компрессора постоянно поддерживать в первом теплообменнике температуру на уровне 2... 3 °С.

Идеальное место рефрижераторного осушителя после предфильтра Q и перед фильтрами Р, Н и С. Это объясняется тем, что один кубометр воздуха содержит более 100 млн твердых частиц диаметром 3 мкм, которые при малой скорости потока воздуха в рефрижераторе служат центрами конденсации влаги и способствуют возникновению крупных капель воды. Но эти же частицы, разогнанные до скорости 100 м/с в окрасочном пистолете, действуют на сопло как абразив, резко сокращая срок его службы.

С точки зрения охраны окружающей среды линии подготовки сжатого воздуха должны включать в себя еще один обязательный элемент — сепаратор конденсата. При производительности компрессора 1000 л/мин выход конденсата во всех элементах системы может составлять 20... 30 л за рабочую смену. Сепаратор конденсата позволяет разделить масловодяную эмульсию (конденсат) на техническую воду, которую допустимо сливать в канализацию, и отработанное масло, утилизируемое обычным путем.

Современная станция подготовки сжатого воздуха (рис. 21.1) на АРП позволяет получать практически сухой воздух при любых условиях окружающей среды в любое время года. Иногда вся представленная схема подготовки воздуха монтируется в едином блоке с

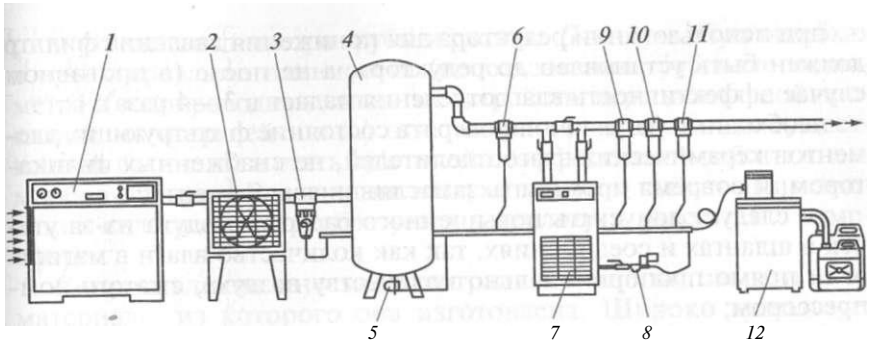


Рис. 21.1. Рекомендуемая компоновка станции подготовки сжатого воздуха:

1 — компрессор; *2* — охладитель сжатого воздуха до комнатной температуры; *3* — вихревой сепаратор (влагоотделитель); *4* — ресивер; *5, 8* — автоматический (или ручной) и электронный дренажные клапаны для конденсатоотвода; *6* — предфильтр; *7*— рефрижераторный осушитель воздуха; *9* — собственно фильтр; *10* — фильтр тонкой очистки; *11* — фильтр-поглотитель с активированным углем; *12* — сепаратор конденсата

компрессором. Примером может служить установка KSC 10-500F-ES фирмы Fini (Италия), содержащая роторный компрессор, ресивер емкостью 0,5 м^3, рефрижераторный осушитель сжатого воздуха и систему необходимых фильтров. Агрегат способен вырабатывать 900 л/мин осушенного воздуха при давлении до 10 бар. Функционирование агрегата в автоматическом режиме обеспечивается электроникой.

Практика эксплуатации пневмосистем в авторемонтном производстве позволяет сделать следующие выводы:

входящий воздух должен иметь как можно более низкую температуру, а забор воздуха в компрессор желательно обеспечить с улицы (зимой это понизит концентрацию влаги в 4—5 раз);

воздух в ресивере необходимо хранить при максимально возможном для установленного компрессора давлении;

желательно установить стационарный компрессор в хорошо вентилируемом прохладном помещении;

в случае если ресивер нагревается выше 30...40°С, необходимо установить дополнительный ресивер (включенный последовательно с основным и размещенный на улице) либо охладитель воздуха;

небольшие переносные компрессоры непосредственно перед началом работы желательно выносить на улицу (особенно зимой) — это позволит сжимать холодный воздух с низким абсолютным содержанием влаги и ускорять процесс конденсации влаги в ресивере;

фильтры-поглотители следует размещать в точках пневмосети, имеющих максимальное давление и минимальную температуру;

при использовании редуктора для понижения давления фильтр должен быть установлен до редуктора, а не после (в противном случае эффективность влагоотделения падает в 3 — 4 раза);

необходимо регулярно проверять состояние фильтрующих элементов керамических влагоотделителей, не снабженных индикатором, и вовремя промывать замаслившиеся элементы;

не следует допускать повышенного расхода воздуха из-за утечек в шлангах и соединениях, так как количество влаги в магистрали прямо пропорционально количеству воздуха, сжатого компрессором;

в случае невозможности снизить количество влаги в сети необходимо непосредственно к окрасочному пистолету подсоединить дополнительный влагоотделитель — это позволит исключить грубые дефекты окраски, создаваемые крупными каплями воды;

использование окрасочного пистолета с минимальным расходом воздуха снижает общее количество сконденсированной влаги.

21.3. Проектирование пневмомагистрали

Проектируя пневмомагистраль, необходимо помнить, что она является элементом сопротивления для движущегося сжатого воздуха и по мере удаления от компрессора снижает его энергонасыщенность. Слишком большая протяженность пневмомагистрали до потребителей сжатого воздуха вызывает падение давления в ней. Сопротивление пневмомагистрали тем выше, чем меньше ее диаметр. Это хорошо видно из графика (рис. 21.2), где показана зависимость потерь давления ***Ap*** в трубе длиной 10 м круглого сечения

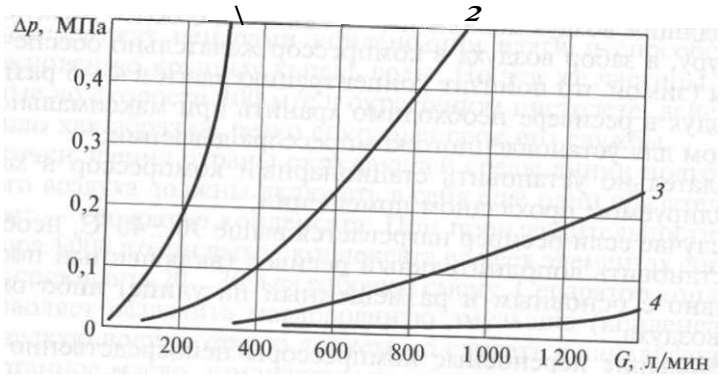


Рис. 21.2. Потери давления *Ap* в трубе круглого сечения длиной 10 м в зависимости от расхода *G* воздуха ^внутреннего диаметра %Z(Z)*

1-'Л'\ *-*/,'; 3-У2"4-У4"

от внутреннего диаметра трубы и расхода *G* воздуха. При ошибках в проектировании пневмосети (использовании труб малого диаметра и водопроводных запорных устройств, нерациональной прокладке магистралей и т.д.) эти потери могут достигать существенной величины и стать причиной неэффективной работы пневмооборудования. Вся энергия воздуха при этом пойдет на преодоление сил трения, преобразуется в теплоту и рассеется в атмосфере.

Сопротивление пневмомагистрали во многом зависит и от материала, из которого она изготовлена. Широко используемые на отечественных АРП стальные трубы (даже оцинкованные) подвергаются интенсивной коррозии через год эксплуатации. Зарубежные фирмы используют алюминиевые профили и полимеры.

Идеальным материалом для пневмомагистрали является полимер рислан, из которого изготовляются трубы, уголки и соединительная арматура различного диаметра. Рислан обладает невысокой теплопроводностью и прекрасными механическими свойствами (гарантия на пневмомагистрали из этого материала — 50 лет), но довольно дорог. Из отечественных материалов можно использовать пластик ПВХ, трубы из которого технологичны в обработке, обладают достаточной механической прочностью и, что немаловажно, к ним подобраны все современные разветвители и ответвители.

При проектировании пневмомагистрали крайне важен выбор устройств для непосредственного подключения потребителей. Наиболее удобны с этой точки зрения спиральные шланги, которые выпускаются в большом ассортименте, любой длины и диаметра.

Достаточно большие затруднения при проектировании возникают в выборе соединителей-разъемов. Разные производители оснащают свой инструмент разъемами, соответствующими различным стандартам (общеевропейским, американским, шведским и итальянским). К сожалению, эти разъемы не стыкуются между собой. Итальянская фирма Camiria наладила выпуск универсальных стыковочных узлов, совместимых с большинством наконечников, установленных на инструменте.

Отличительной особенностью современных разъемов является оснащение их разгрузочными клапанами (пока давление на участке магистрали не будет сброшено при помощи специальной кнопки, разъем отсоединить невозможно).

Мероприятиями по осушению воздуха на станции подготовки сжатого воздуха борьба с конденсатом в нем не ограничивается. Создавая пневмомагистраль следует придерживаться определенных правил:

вся пневмомагистраль должна проходить с некоторым уклоном от компрессора к ее конечной точке, что обеспечивает стекание

конденсирующейся жидкости и последующее удаление ее через дренажное устройство;

для дополнительной очистки воздуха отводы к потребителям необходимо выполнять через петлевые участки;

пневмолиния не должна иметь тупиковых окончаний, не оборудованных дренажными устройствами.

Дренажные устройства могут быть ручными и электронными. Принцип работы всех их одинаков. Стекающая по магистрали жидкость попадает через клапан отсечки в накопитель, откуда периодически сливается вручную или автоматически.

С целью интенсификации сбора и последующего удаления конденсата из трубопровода пневмомагистрали рекомендуется оснащать встроенными завихрителями воздуха, которые могут устанавливаться в любом месте магистрали. Оптимальным местом их установки являются перегибы и ответвления.

Проектируя пневмомагистраль, необходимо учитывать и то обстоятельство, что хорошо осушенный и очищенный сжатый воздух вполне годится при окрасочных работах, но совершенно не пригоден для пневмоинструмента, нормальная работа которого требует присутствия в воздухе определенного количества масла.

Соответствующее насыщение воздуха маслом обеспечивается специальными устройствами — лубрикаторами, принцип действия которых достаточно прост и основан на эффекте обычного пульверизатора. Иногда используют упрощенные модели лубрикаторов, подключаемые ко входу самого инструмента. Но практика показывает, что при таком решении вопроса повышается расход довольно дорогого масла. Целесообразнее и выгоднее оснастить пневмомагистраль стационарными лубрикаторами с регулируемым дозированием масла, а воздух для работы инструмента, не требующего смазки (обдувочных пистолетов, пистолетов для подкачки шин, шлифовального инструмента малярного участка и т.д.) забирать от разъема, установленного до лубрикатора.

21.4. Выбор компрессора

Выбор источника сжатого воздуха на АРП обычно определяется количеством и рабочими параметрами пневмоинструмента и пневмооборудования. Как показывает опыт, минимальные потребности в сжатом воздухе (для подкачки шин и пр.) может удовлетворить компрессор производительностью 150... 200 л/мин. Для участка шиномонтажа можно использовать компрессор производительностью 300...400 л/мин с ресивером объемом 50... 100 л. Для небольшого малярного участка с одним окрасочным пистолетом необходим компрессор производительностью порядка 600 л/мин, развивающий давление от 6 бар и выше. Аналогичный компрессор

удовлетворит потребности небольшого АРП с тремя-четырьмя рабочими постами, использующими пневмоинструмент.

На крупных АРП с разветвленной пневмомагистралью и десятками потребителей требуемая объемная подача компрессора может составить 1000 и даже 1500 л/мин.

Таким образом, производительность гаражного компрессора должна находиться в интервале 150... 1500 л/мин.

Существуют компрессоры различных типов: поршневые, мембранные (диафрагменные), винтовые (ротационные) и др. В настоящее^ время в авторемонтном производстве находят применение в основном поршневые устройства — они недороги, имеют приемлемые массогабаритные показатели, просты в обслуживании и обладают выходными характеристиками, способными удовлетворить потребности практически любого АРП.

Основными параметрами компрессора, которыми, как правило, руководствуется потребитель, являются максимальное давление p^{mm} и объемная производительность или подача Q.

Большинство компрессоров развивает давление, превышающее потребности стандартного пневмооборудования и инструмента, используемого при авторемонте. В каталогах указывается максимальное давление p^{max}, реально же компрессор работает следующим образом: он накачивает воздух в ресивер до p^{max}, после чего автоматически отключается, а повторное включение происходит после падения давления в ресивере на 2 атм (0,196 МПа). Реальное рабочее давление колеблется в пределах от $p^{mзх}$ до $(p^{max}$ - 2 атм), или до $(p^{max}$ - 0,196 МПа), т.е. ниже максимального, и должно учитываться при выборе оборудования и проектировании пневмомагистрали.

Решающим фактором, определяющим оптимальный выбор компрессора, является не только производительность, но и его ресурс, на который влияет в первую очередь рабочая температура компрессорной головки. Напрямую с конструкцией головки связаны ее производительность и частота вращения коленчатого вала. Эти параметры приводятся в любой справочной документации. Если сравнить два компрессора одинаковой производительности, то ресурс будет больше у того, частота вращения компрессорной группы которого меньше.

Обычно все компрессоры с учетом их возможностей и ресурса делятся на следующие классы:

бытовые;

полупрофессиональные масляные компрессоры с прямой передачей;

профессиональные поршневые компрессоры с клиноременной передачей;

промышленные поршневые компрессоры с ременным приводом.

В *бытовых компрессорах* («хобби») используется одноцилиндровая одноступенчатая компрессорная группа безмасляного типа с прямой передачей. Компрессоры изготовляются без ресивера или с ресивером вместимостью 6 л, а также с ресивером вместимостью 50 л для более интенсивного кратковременного использования. Это бытовые безмасляные необслуживаемые компрессоры, в конструкции которых большое внимание уделено потребительским свойствам: они имеют небольшие массогабаритные размеры, низкий уровень шума, практически не требуют технического обслуживания, могут перевозиться как в вертикальном, так и в горизонтальном положении.

Прямая передача между электродвигателем и компрессорной группой позволила предельно упростить конструкцию компрессора и снизить его стоимость. Недостатком прямого привода является снижение надежности из-за жесткой связи между приводом и компрессором (заклинивание одного механизма приводит к выходу из строя всей пары) и затрудненного теплоотвода (тепловыделяющие агрегаты — компрессорная головка и электродвигатель — находятся в непосредственной близости друг от друга и обдуваются одним вентилятором).

Допустимый режим работы бытовых компрессоров — кратковременный, с коэффициентом внутрисменного использования &вн < 0,15. Ресурс работы (1 ООО ч) безмасляных компрессоров ниже, чем аналогичных масляных. Производительность таких компрессоров при всасывании составляет 100... 250 л/мин, но из-за невысокого коэффициента производительности (&пр = 0,5) их реальная выходная производительность примерно в два раза ниже паспортной.

Самое широкое распространение получили *полупрофессиональные масляные компрессоры с прямой передачей* (коаксиальные). Производительность таких компрессоров составляет 100...300 л/мин, они оснащены ресивером объемом от нескольких литров до 100 л, ресурс их может достигать 3 000 ч. Высокопроизводительные версии коаксиальных одноцилиндровых компрессоров можно с успехом использовать на участках шиномонтажа.

На рис. 21.3, *а, б* показан принцип действия одно- и двухцилиндровой одноступенчатых компрессорных групп. Во второй, в отличие от первой, работают два поршня, но в противофазе: когда один поршень работает в режиме всасывания, другой — в режиме нагнетания.

Система смазки во всех поршневых масляных компрессорах организуется одинаковым образом. Масло из картера подается к трущимся частям разбрызгиванием за счет специального иглообразного прилива на нижней головке шатуна, который при вращении вала компрессора периодически погружается в масляную ванну и распыляет частицы масла на стенки цилиндра, предотвращая сухое трение.

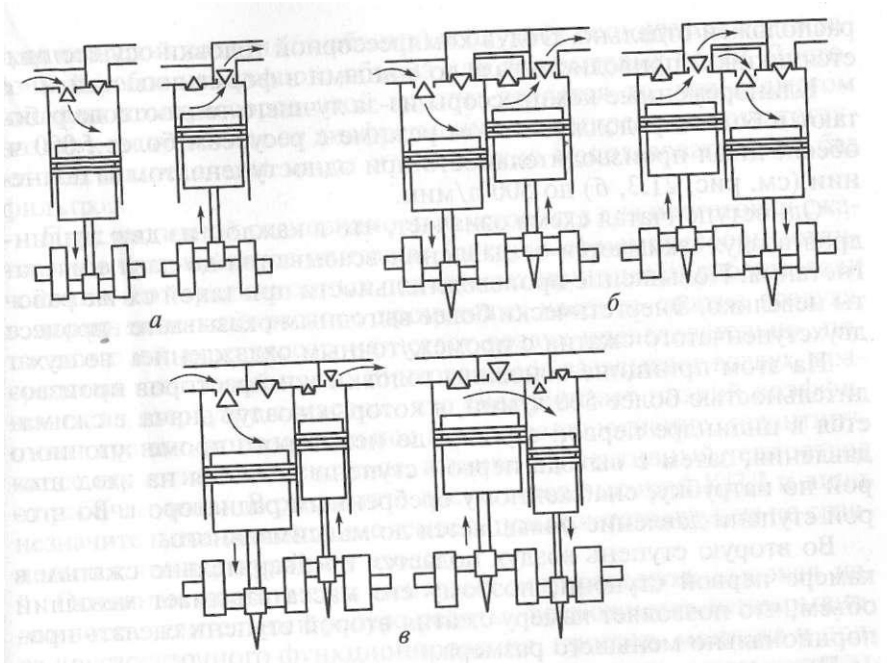


Рис. 21.3. Принцип действия одноцилиндровой одноступенчатой *(а),* двухцилиндровой одноступенчатой *(б)* и двухцилиндровой двухступенчатой *(в)* компрессорных групп

В силу высокой теплонапряженности полупрофессиональные компрессоры не рассчитаны на эксплуатацию в продолжительном режиме (&вн = 0,15...0,2). Двухцилиндровые коаксиальные компрессоры чаще выполнены по V-образной схеме, обеспечивающей лучшую динамическую сбалансированность. Более надежными являются модели с пониженной до 1450 об/мин частотой вращения электродвигателя.

Поправочный коэффициент для реальной производительности у этой группы компрессоров составляет 0,6...0,65. Производительность V-образных коаксиальных компрессоров достигает 400...550 л/мин.

Профессиональные поршневые компрессоры с клиноременной передачей благодаря специальной системе охлаждения и низким оборотам имеют поправочный коэффициент для реальной производительности в пределах 0,7...0,75, более высокую надежность и гораздо больший ресурс, чем компрессоры с прямой передачей. Отсутствие жесткой связи между электроприводом и компрессорной головкой в случае неисправности одного из агрегатов сводит к минимуму возможные последствия. Такая схема позволяет повысить эффективность охлаждения компрессорной головки, так как нагревающийся при работе двигатель, охлаждаемый вентилятором,

расположен отдельно. Обдув компрессорной головки осуществляется шкивом приводного вала со спицами в форме лопастей.

Клиноременные компрессоры из-за лучшего теплоотвода работают в более продолжительном режиме с ресурсом более 5000 ч, обеспечивая производительность при одноступенчатом исполнении (см. рис. 21.3, *б)* до 500 л/мин.

Одноступенчатая схема означает, что в каждом из двух цилиндров воздух сжимается от давления всасывания до давления нагнетания. Повышение производительности при такой схеме работы невелико. Энергетически более выгодным оказывается процесс двухступенчатого сжатия с промежуточным охлаждением воздуха.

На этом принципе основаны головки компрессоров производительностью более 500 л/мин, в которых воздух вначале сжимается в цилиндре первой ступени до некоторого промежуточного давления, затем с выхода первой ступени подается на вход второй по патрубку, снабженному оребренным радиатором. Во второй ступени давление повышается до максимального.

Во вторую ступень воздух подается предварительно сжатым в камере первой ступени, поэтому его масса занимает меньший объем, что позволяет камеру сжатия второй ступени сделать пропорционально меньшего размера.

Применение двухцилиндровой двухступенчатой компрессорной группы (рис. 21.3, *в)* позволило еще больше облегчить температурный режим работы компрессора, тем самым увеличив его ресурс. Данный класс компрессоров изготовляется с производительностью 330...850 л/мин на ресиверах вместимостью 100...500 л.

Повысить производительность (до 2 000 л/мин) можно путем применения двухголовочных компрессоров (тандемов), в которых обе головки, работая на общий ресивер, имеют автономные приводы и независимые прессостаты. Обычно прессостат одной головки отрегулирован на 0,5 бар меньше давления срабатывания, чем прессостат другой. При этом одна из головок работает как основная, другая подключается в случае пикового воздухоразбора, когда первая не обеспечивает требуемой производительности. Периодически регулировки прессостатов изменяют на обратные с целью выравнивания наработки обеих головок. Фактически это два компрессора, использующие один ресивер.

Для снятия пиковых нагрузок в момент включения в тандемах используется устройство электронного управления. Сначала включается одна компрессорная группа, затем, по истечении установленного времени, вторая. Достоинством тандема является то, что вдвое снижается риск остаться вообще без сжатого воздуха. В случае выхода из строя одной компрессорной головки вторая временно обеспечит производственные потребности.

Особую группу образуют мембранные (диафрагменные) компрессоры, которые, как правило, входят в класс «хобби» и в силу

крайне малой подачи (по объему) воздуха используются для окрасочных работ небольшого объема или для бытовых целей. Достоинством компрессоров этой группы является то, что в сжатом воздухе, получаемом от диафрагменного компрессора, отсутствуют малейшие следы масла и его можно использовать даже без фильтра.

Перспективной разновидностью устройств для подготовки сжатого воздуха являются винтовые (роторные) компрессоры, отличающиеся от традиционных поршневых принципом работы: если в поршневом компрессоре происходит ударное сжатие воздуха, то винтовой компрессор нагнетает воздух последовательно, посредством винтовой пары. Винтовая пара засасывает воздух, вращаясь в резервуаре с маслом, что обеспечивает низкий коэффициент трения, дополнительное масляное уплотнение, гарантирующее герметичность системы, а также эффективный теплоотвод от рабочей зоны. В результате достигается высокий КПД и лишь незначительное превышение температуры сжатого воздуха по сравнению с температурой на входе.

Основные достоинства винтовых компрессоров: высокая надежность, длительный ресурс работы, возможность непрерывного круглосуточного функционирования, простота монтажа и подключения, сравнительно небольшие эксплуатационные затраты, наличие системы автоматического управления, низкий уровень шума, высокая чистота получаемого сжатого воздуха, низкий уровень энергозатрат на 1 $м^3$ произведенного воздуха.

На рис. 21.4 представлен наиболее распространенный вариант компоновки винтового компрессора. Воздух через всасывающий клапан *14* и воздушный фильтр *1* поступает в винтовую пару *13,* где смешивается с маслом, циркулирующим по замкнутому контуру. Образовавшаяся воздушно-масляная смесь нагнетается с помощью винтового блока в пневмосистему. Разделение масла и воздуха происходит в сепараторе *8* с фильтрами 7, *9* и предохранительным клапаном *3.* Очищенный от масла воздух через охлаждающий радиатор *4* поступает на выход компрессора, а масло возвращается в винтовую пару. В зависимости от температуры оно проходит по малому кругу либо по большому кругу через фильтр *9* и масляный радиатор *5.* Регулирование осуществляется с помощью термостата *6.* Движения винтовой паре передается от электродвигателя *10 с* вентилятором 2 шкивами *12 с* приводным ремнем /7. Автоматическое включение и выключение компрессора осуществляется с помощью реле давления.

Основой компрессора является винтовой блок, конструкция которого показана на рис. 21.5, *а.* Рабочий элемент винтового блока — винтовая пара, состоящая из двух взаимно сцепленных червячных роторов. Обычно ведущий ротор — четырехзаходный, а ведомый — шестизаходный (рис. 21.5, *б).* Такое передаточное от-

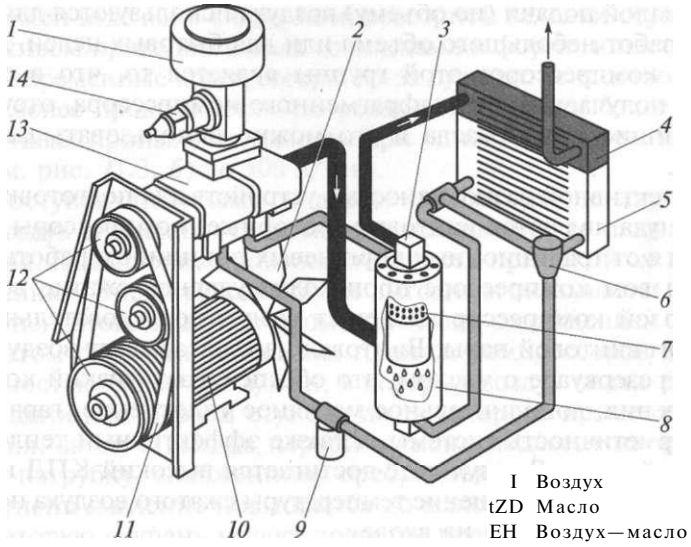


Рис. 21.4. Компоновка винтового компрессора:

1 — воздушный фильтр; *2* — вентилятор электродвигателя; *3* — предохранительный клапан сепаратора; *4* — охлаждающий воздушный радиатор; *5* — масляный радиатор; *6* — термостат; *7,9* — фильтры сепаратора; *8* — сепаратор; *10* — электродвигатель; *11* — приводной ремень; *12* — шкивы; *13* — винтовая пара (под кожухом); *14* — всасывающий клапан

ношение считается оптимальным для уменьшения нагрузки на ведущий винт. Объем сжатия образуется между витками винтовой пары и корпусом (выделено жирной линией). Полный рабочий цикл сжатия осуществляется за один оборот ведущего винта.

Данная конструкция может работать только при условии очень тонкого прецизионного исполнения всех частей рабочего элемента (корпуса и двух взаимно подогнанных роторов). Масло в компрессоре выполняет несколько функций: создание масляной пленки и обеспечение зазора между роторами винтовой пары; транспортирование воздуха; смазка подшипников рабочего элемента; отвод теплоты.

В отличие от поршневого, винтовой компрессор может работать в режиме холостого хода, длительность которого устанавливается таймером. В этом режиме двигатель компрессора и винтовая пара вращаются, прогоняя воздух по внутреннему контуру компрессора, обеспечивая его эффективное охлаждение. Режим холостого хода является переходным и служит для перевода системы в режим ожидания или полного выключения.

Методика расчета характеристик компрессора основана на поэтапном определении воздухопотребления, теоретической производительности компрессора (по входу), объема ресивера.

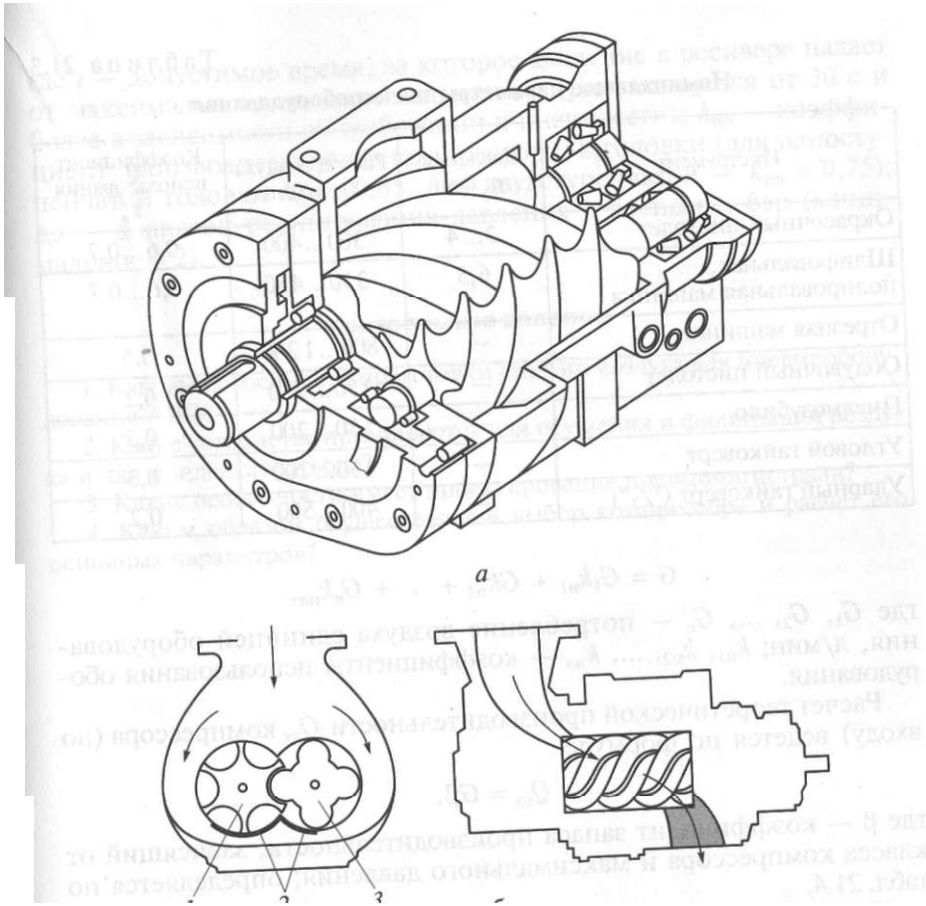


Рис. 21.5. Винтовой блок в разрезе *(а)* и схема его работы *(б)*:

1,3 — ведомый и ведущий роторы; *2* — объем сжатия

Собственная потребность АРП в сжатом воздухе определяется на основе приведенных в техпаспорте на оборудование рабочих характеристик потребителей воздуха. В табл. 21.3 приведены параметры наиболее часто применяемого в авторемонтной практике пневмооборудования.

Пневмоинструмент используется в работе не непрерывно, а время от времени, что отражается на текущем воздухопотреблении. Коэффициент использования можно определить опытным путем либо воспользоваться ориентировочными значениями. Так, для пневмоинструмента значения κ^a рекомендуется принимать равным 35 % (отношение длительности их работы к продолжительности смены).

Номинальное потребление (расход) воздуха определяется по формуле

Таблица 21.3

Номинальные параметры пневмооборудования

Инструмент	Давление p, бар	Расход воздуха G, л/мин	Коэффициент использования $к^и$
Окрасочный пистолет	3...4	300...400	0,6...0,7
Шлифовальная, полировальная машинка	6,5	350...450	0,6...0,7
Отрезная машинка	–	800... 1200	0,5
Обдувочный пистолет	–	150...250	0,2
Пневмозубило	—	150...200	0,3
Угловой гайковерт	–	150...200	0,3
Ударный гайковерт $C/2")$	–	400... 500	0,2

$$G = C|A'_{,,}| + Cк_{,,}^2 + \ldots + G^n k^{nm}$$

где Gi, G^2, G^n — потребление воздуха единицей оборудования, л/мин; kai, $к^{я2}$, $к^{ип}$ — коэффициенты использования оборудования.

Расчет теоретической производительности Q^{BX} компрессора (по входу) ведется по формуле

$$\&_x = GP,$$

где (3 — коэффициент запаса производительности, зависящий от класса компрессора и максимального давления; определяется по табл. 21.4.

Чтобы получить значения выходной производительности, полученные данные нужно уменьшить на 30...40 %.

Вместимость V ресивера определяется по формуле

$$V= \quad Gtk^{np}/(60Ap),$$

Таблица 21.4

Значения коэффициента запаса производительности р"

Класс компрессора	Значения коэффицинта р при максимальном давлении />тах, бар		
	10	8	6
Полупрофессиональный	1,7	1,6	1,5
Профессиональный	1,6	1,5	1,4
Промышленный	1,4	1,3	1,2

где / — допустимое время, за которое давление в ресивере падает от максимального до минимального, с (рекомендуется от 30 с и более в зависимости от требований к пневмосети); $к^{np}$ — коэффициент производительности компрессорной соловки (для одноступенчатой головки $к^{np}$ = 0,65, для двухступенчатой — $к^{np}$ = 0,75); Ap — диапазон регулирования давления в ресивере, бар (минимально — 2).

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности подготовки сжатого воздуха для пневмооборудования АРП?
2. Какие устройства применяются для осушения и фильтрации воздуха и для конденсатоотвода?
3. Какие особенности имеет проектирование пневмомагистрали?
4. Каким образом осуществляется выбор компрессора и расчет его основных параметров?

Глава 22. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

22.1. Системы вытяжки отработавших газов

Отработавшие газы удаляются с рабочих постов АРП с помощью централизованных или локальных вытяжных систем, которые могут быть навесными и подземными, стационарными и мобильными.

В настоящее время подземные системы удаления отработавших газов следует признать морально устаревшими, дорогостоящими и не обеспечивающими удаление требуемых объемов газов. К существенным недостаткам этих систем можно отнести и другие: в них должны применяться только маслостойкие трубопроводы и абсолютно герметичные соединительные части; хороший дренаж в системе должен обеспечивать полное удаление водяного конденсата, образующегося в подземных системах; необходимо соответствующим образом утилизировать конденсат, так как он содержит моторные масла и топливо.

Достоинством подземной вытяжной системы является расположение шлангов — они не свисают сверху и не могут поцарапать лакокрасочное покрытие автомобиля. Но эти шланги должны быть очень прочными, чтобы избежать разрушения при наезде на них колесами, и в то же время должны иметь диаметр, соответствующий современным требованиям.

Наиболее широко используются в практике АРП подвесные стационарные и мобильные вытяжные системы. Стационарная система (рис. 22.1, *а)* на несколько рабочих постов включает в себя катушку *3* для всасывающего шланга *2,* сам шланг, насадку *1* для стыковки с выхлопной трубой автомобиля, гофрированный элемент *4* и гибкий вытяжной короб *5,* основной вытяжной короб *6* с развилками *7* около каждого поста, вентилятор *9* на кронштейне *11,* соединенный гофрированными муфтами *8* с вытяжным коробом и трубой *10.*

Мобильная вытяжная система (рис. 22.1, *б, в),* часто используемая на диагностических линиях, содержит вытяжной короб-воздуховод *12* (любой необходимой формы) с направляющими *13,* по которым перемещается каретка *14* с всасывающим шлангом *2* на катушке *3* (или на балансире) и вентилятор *9.*

При организации комплексной системы удаления отработавших газов от всех рабочих постов необходимо установить на вытяжной короб столько кареток, сколько будет реально работающих двигателей (обычно они составляют не более 40 % всех автомобилей). При этом каждый канал может иметь свой собственный вентилятор либо группа каналов подсоединяется к центральному вентилятору. В случае установки нескольких кареток на одном коробе-воздуховоде, они оборудуются воздушными клапанами, которые открываются и закрываются в зависимости от того, используется или не используется данная каретка.

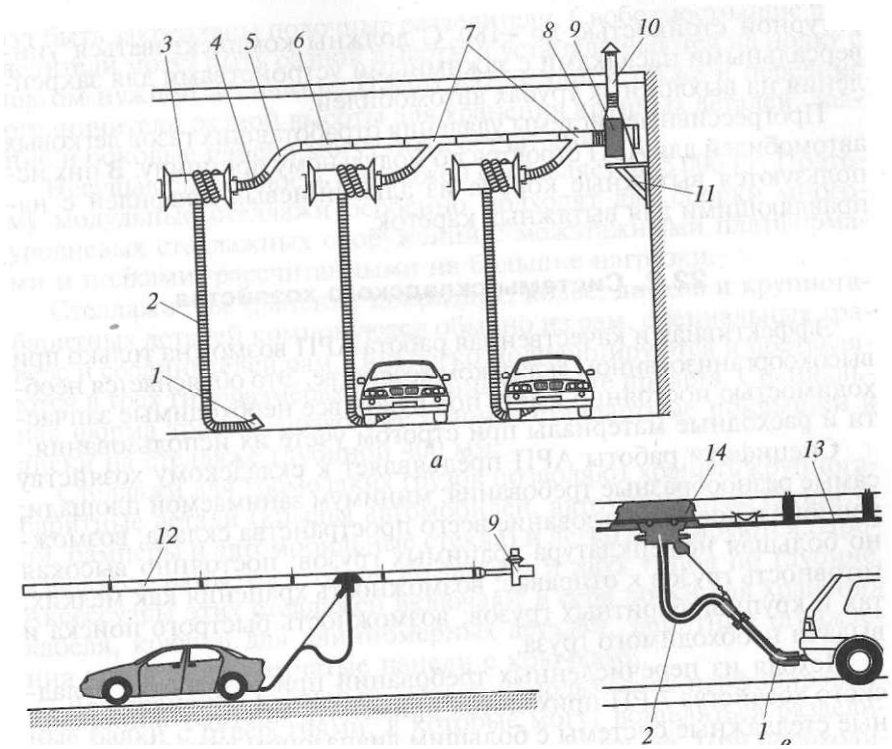


Рис. 22.1. Стационарная (я) **И** мобильная *(б, в)* подвесные вытяжные системы:

1 — насадка шланга; *2* — всасывающий шланг; *3* — катушка; *4* — гофрированный элемент; *5* — гибкий вытяжной короб; *6* — основной вытяжной короб; *7* — развилки вытяжного короба; *8* — гофрированные муфты; *9* — вентилятор; *10* — труба; *11* — кронштейн для вентилятора; *12* — ваытяжной короб-воздуховод; *13* — направляющие; *14* — каретка

Катушки для всасывающих шлангов могут быть установлены стационарно или размещаться на подвижных каретках и перемещаться вдоль воздуховода по направляющим. Стандартная длина барабанов катушек составляет 600; 800 и 1000 мм. Катушки поставляются компактными, готовыми к установке узлами, оснащенными простыми всасывающими шлангами. Шланги с темпе-

ратурной стойкостью до +180 °С должны комплектоваться универсальными насадками с зажимными устройствами для закрепления на выхлопных трубах автомобилей.

Прогрессивные системы удаления отработавших газов легковых автомобилей для АРП строятся по модульному принципу. В них используются вытяжные короба из алюминиевых профилей с направляющими для вытяжных кареток.

22.2. Системы складского хозяйства

Эффективная и качественная работа АРП возможна только при высокоорганизованном складском хозяйстве. Это объясняется необходимостью постоянно иметь под рукой все необходимые запчасти и расходные материалы при строгом учете их использования.

Специфика работы АРП предъявляет к складскому хозяйству самые разнообразные требования: минимум занимаемой площади; рациональное использование всего пространства склада; возможно большая номенклатура хранимых грузов; постоянно высокая готовность грузов к отправке; возможность хранения как мелких, так и крупногабаритных грузов; возможность быстрого поиска и выдачи необходимого груза.

Исходя из перечисленных требований при разработке складского хозяйства АРП приходится применять многофункциональные стеллажные системы с большим диапазоном возможностей и рациональной организацией всего пространства склада. Всем этим требованиям отвечают следующие системы:

модульные стеллажи;

стеллажи для громоздких грузов и деталей автомобильных кузовов;

стеллажи для покрышек, дисков и крупногабаритных деталей;

многоярусные стеллажные конструкции;

полочные системы для хранения больших и крупногабаритных деталей (таких, как двигатели и двери);

разнообразные полочные контейнеры для хранения мелких деталей;

модульные стеллажи с проходными стеллажными стойками;

передвижные стеллажи.

Модульные многофункциональные стеллажи дают возможность создания индивидуальной конфигурации под любой складируемый груз путем пристраивания стеллажных пролетов. Промышленность предлагает два варианта пролетов по ширине, шесть типоразмеров рам по высоте и пять типоразмеров по глубине стеллажей.

Модульные стеллажи более всего подходят для хранения упакованной продукции и грузов средних размеров. Полки крепятся на стойках по принципу безболтового соединения. Стойки с обеих сторон гарантируют устойчивость стеллажа. В пазы на полках могут быть закреплены полочные разделители. Свободностоящие разделители могут быть разной высоты и устанавливаются на полку с шагом нужной величины. Предусматриваются также и передние ограничители разной высоты для хранения крупных деталей. Задние и боковые панели могут быть сетчатыми.

Несущая способность стеллажей составляет до 5 000 кг. Поэтому модульные стеллажи особенно подходят для сборки многоуровневых стеллажных сооружений с межэтажными платформами и полками, рассчитанными на большие нагрузки.

Стеллажи для хранения покрышек, колес, дисков и крупногабаритных деталей компонуются обычно из рам, специальных траверс и соединителей рам. Они легко модифицируются и поставляются в трех типоразмерах по ширине и высоте пролета. Специальная форма траверс позволяет хранить стандартные покрышки и диски на стеллаже глубиной 400 мм.

Стеллажи для громоздких грузов позволяют хранить крупногабаритные детали (крылья автомобилей, автомобильные глушители, бамперы и автомобильные стекла) и легко монтируются. Производятся рамы трех типов по высоте и двух типов по глубине. Аксессуары этих стеллажей включают в себя лотки для хранения кабеля, крючки для длинномерных деталей, защитные ограждения углов стоек, сетчатые панели с крючками.

Для хранения кузовных деталей используются перфорированные балки с отверстиями, в которые могут вставляться разделительные стержни для фиксации кузовных деталей. При необходимости можно установить защитное покрытие.

Полочные контейнеры предлагаются изготовителями складского оборудования в ассортименте, составляющем более 2 000 типов. Контейнеры предназначены для хранения мелких деталей и разработаны непосредственно под размеры полочных стеллажных систем, что гарантирует использование всей площади полки по ширине и высоте. Предлагаются также дополнительные аксессуары: этикетки и складские ящики, которые могут быть разделены на ячейки различных размеров с помощью разделителей. Банки с лакокрасочными материалами также могут храниться непосредственно на полках стеллажа.

22.3. Получение тепловой энергии для технологических нужд и обогрева производственных помещений

Одной из проблем отечественных АРП является получение тепловой энергии для технологических нужд и обогрева производственного помещения. Повышение топливной экономичности нагревательных приборов на авторемонтных предприятиях ведет к повышению прибыльности самих предприятий и экологической пользе.

Наиболее остро эта проблема стоит перед предприятиями, расположенными в отдельно стоящих строениях, удаленных от центральных сетей теплоснабжения. При высокой стоимости электроэнергии альтернативой ей может служить использование соответствующих автономных агрегатов, работающих на газе или дизельном топливе. Установка таких агрегатов в дополнение к существующим системам теплоснабжения или вместо них резко снижает затраты на оплату энергоснабжения и коммунальных услуг.

Основная задача состоит в правильном выборе нагревательных устройств, требования к которым следующие:

максимальный коэффициент полезного действия, т.е. экономичность;

универсальность (возможность использовать в качестве топлива как газ, так и жидкое дизельное топливо);

высокая надежность и долговечность;

простота в обслуживании и эксплуатации;

доступная цена.

Основными видами нагревательных устройств для обогрева автомастерских в настоящее время являются горелки, работающие на любом топливе (газе, сжиженном и бытовом, дизельном топливе, керосине и пр.), воздушные нагреватели и бойлеры (разнообразные агрегаты для нагрева воды).

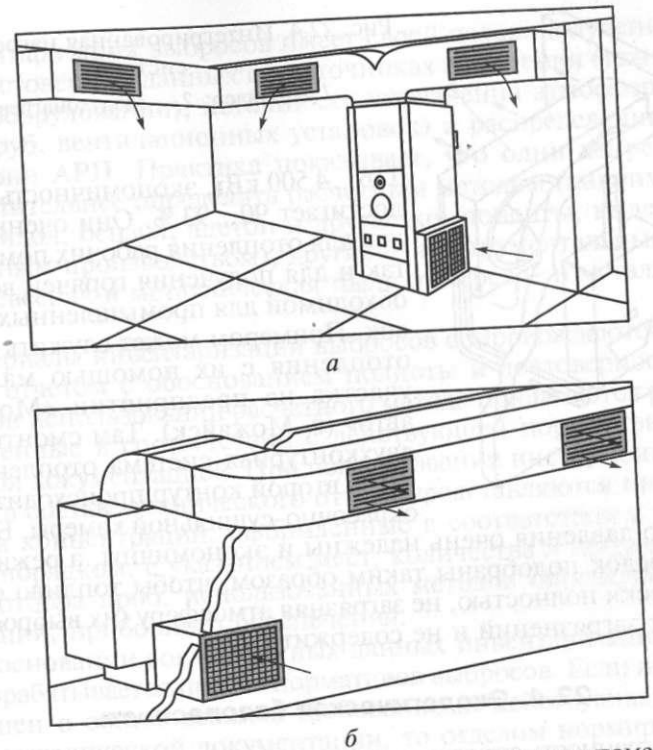
Промышленность выпускает горелки топливной мощностью 11... 6 380 кВт, что позволяет вырабатывать до 5,5 млн ккал/ч. Такие параметры позволяют удовлетворить любые технические потребности. Горелки пожаробезопасны и более чем надежны. Они способны обогреть как небольшой бойлер или рабочую окрасочно-сушильную камеру, так и большие производственные площади.

Воздушные нагреватели выпускаются в многочисленных вариантах исполнения с комплектацией любыми горелками. Топливная мощность нагревателей составляет 21... 1058 кВт, что позволяет смонтировать одну установку, вырабатывающую от 18 до 910 тыс. ккал/ч. Нагреватели могут монтироваться внутри помещения или снаружи (рис. 22.2). При наружном размещении нагреватели могут монтироваться на полу или вертикально на стене (рис. 22.3).

Большой интерес представляют интегрированные нагревательные системы, состоящие из двух совместно работающих узлов: бойлера /, устанавливаемого снаружи, и непосредственно воздухонагревателя *2* внутри помещения (рис. 22.4).

Комбинированные сплит-системы — прекрасное решение для обогрева любых помещений, в том числе и для работы с легковоспламеняющимися материалами, что очень актуально для АРП.

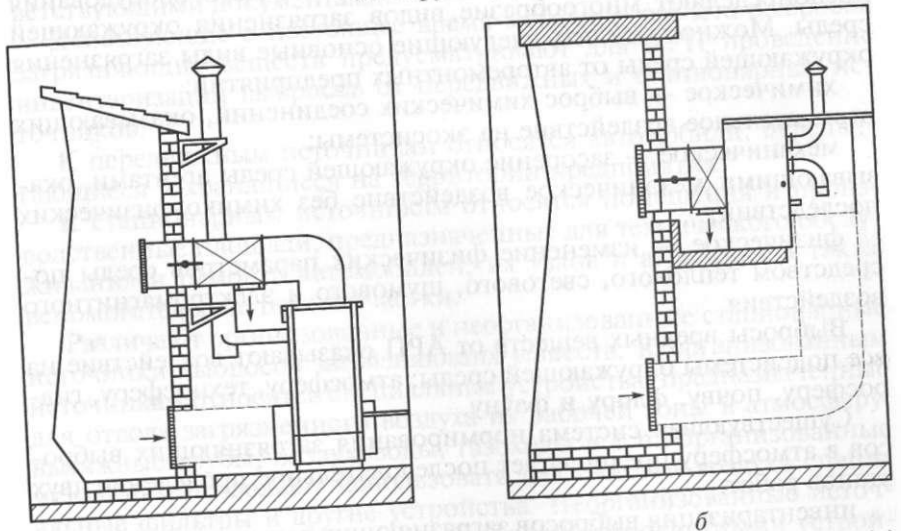
Бойлеры — агрегаты для получения нагретой воды, представляют собой высокотехнологичные агрегаты тепловой мощностью



а

б

Рис. 22.2. Размещение воздушного нагревателя внутри помещения (*а*) и снаружи (*б*)



а *б*

Рис. 22.3. Наружное размещение воздушного нагревателя на полу (*а*) и вертикально на стене (*б*)

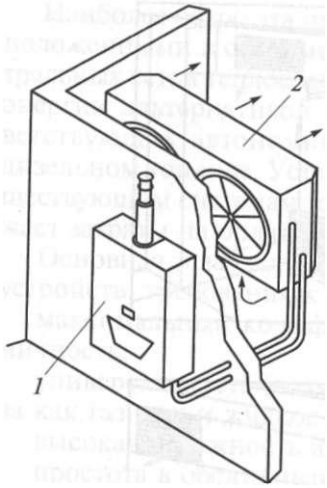


Рис. 22.4. Интегрированная нагревательная система:
1 — бойлер; *2* — воздухонагреватель

116...4 500 кВт, экономичность которых достигает 90...93 %. Они очень удобны как для отопления рабочих помещений, так и для получения горячей воды, необходимой для промышленных установок. Примером может служить вариант отопления с их помощью малярного участка на предприятии «Мострансавто» (г. Можайск). Там смонтирована двухконтурная система отопления, где через второй контур происходит нагрев окрасочно-сушильной камеры. Бойлеры высокого давления очень надежны и экономичны, а режимы работы горелок подобраны таким образом, чтобы топливо сгорало практически полностью, не загрязняя атмосферу (их выбросы свободны от загрязнений и не содержит NO_2).

22.4. Экологическая безопасность

Многогранность структуры авторемонтного производства, выполняемых работ и используемого технологического оборудования предопределяют многообразие видов загрязнения окружающей среды. Можно выделить следующие основные виды загрязнения окружающей среды от авторемонтных предприятий:

химическое — выброс химических соединений, оказывающих отрицательное воздействие на экосистемы;

механическое — засорение окружающей среды агентами, оказывающими механическое воздействие без химико-физических последствий;

физическое — изменение физических параметров среды посредством теплового, светового, шумового и электромагнитного воздействия.

Выбросы вредных веществ от АРП оказывают воздействие на все подсистемы окружающей среды: атмосферу, техносферу, гидросферу, почву, флору и фауну.

Существующая система нормирования загрязняющих выбросов в атмосферу предполагает последовательное проведение двух этапов работ:

инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

нормирование выбросов на основании расчетов рассеивания и учета фоновых концентраций.

Инвентаризация выбросов имеет своей целью получение полных и достоверных данных об источниках выделения (технологическом оборудовании), источниках загрязнения атмосферы (дымовых труб, вентиляционных установок) и распределении их по территории АРП. Практика показывает, что одни ингредиенты предпочтительнее определять расчетным методом (например, толуол, ксилол, бензол, ацетон и другие компоненты, выделяемые окрасочным производством), другие — инструментальным методом (древесная и металлическая пыль от дерево- и металлообработки).

Материалы инвентаризации выбросов сопровождаются техническим отчетом с обоснованием полноты и достоверности данных. При использовании расчетного метода прилагаются расчеты, выполненные в соответствии с действующей нормативно-методической документацией. При использовании инструментального метода в составе технического отчета представляются протоколы замеров концентраций, оформленные в соответствии с действующим порядком, с указанием мест, количества и продолжительности отбора проб, использованных методов определения концентраций, приборного обеспечения.

На основании согласованных данных инвентаризации выбросов разрабатывается проект нормативов выбросов. Если последний выполнен в соответствии с требованиями действующей нормативно-методической документации, то отделом нормирования и разрешений выдается разрешение на выброс, оформленное соответствующими документами.

Действующие в настоящее время методики расчета выбросов загрязняющих веществ предусматривают для АРП проведение инвентаризации выбросов от передвижных и стационарных источников.

К передвижным источникам относятся автомобили, передвигающиеся и хранящиеся на территории предприятия.

К стационарным источникам относятся помещения и производственные площади, предназначенные для технического обслуживания и ремонта автомобилей, их узлов и агрегатов, а также вспомогательные цеха и участки.

Различают организованные и неорганизованные стационарные источники выбросов загрязняющих веществ. К организованным источникам относятся специальные устройства, предназначенные для отвода загрязненного воздуха из рабочей зоны в атмосферу: вытяжные трубы, воздуховоды, газоходы и т.п. Организованные источники позволяют использовать для очистки воздуха специальные фильтры и другие устройства. Неорганизованные источники не оборудованы газоотводящими и газоочистными устройствами, и загрязняющие вещества от таких источников поступают непосредственно в атмосферу.

В зависимости от состава и характера выполняемых работ на различных производственных участках выбрасываются разные по составу загрязняющие вещества. Для АРП наиболее типичны следующие зоны, цеха и участки: стоянка автомобилей, зона технического обслуживания и ремонта, участок мойки автомобилей, участок лакокрасочных покрытий, участок сварки и резки металлов, шиномонтажный участок, механический участок, участок ремонта и регулирования топливной аппаратуры, участок контроля токсичности отработавших газов автомобилей, участок мойки деталей, узлов и агрегатов перед ремонтом.

Подробные методики расчета выбросов загрязняющих веществ от производственных процессов автотранспортных предприятий с подробными расчетными формулами обширно представлены в справочной литературе. Поэтому целесообразно коротко остановиться на методическом подходе к определению вредных выбросов загрязняющих веществ в зонах технического обслуживания и ремонта автомобилей, мойки, окраски, на участке проведения сварочных работ.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от зоны технического обслуживания (ТО) и ремонта выполняется исходя из следующих положений.

Зона ТО и ремонта является на АРП основной и для нее характерно наличие универсальных и специализированных тупиковых постов. Источниками выбросов загрязняющих веществ в этой зоне являются перемещающиеся по ней автомобили.

Для автомобилей с бензиновыми двигателями рассчитывается выброс CO, CH, NOv, **S02;** для автомобилей с дизелями — CO, CH, *NOx,* **S02,** C.

Для помещения зоны ТО с тупиковыми постами валовой выброс M^{Th} т/год, /-го вещества рассчитывается по формуле

$$M^{Ti} = \frac{j}{H} 2Z(^{2m}_{ij}S_i + m^{npij}t^{np})n^K \cdot 10^6,$$

где n_{ijj} — удельный пробеговый выброс /'-го вещества *j-м* автомобилем, г/км (по справочнику); S^T — расстояние от ворот помещения до поста ТО, км; m^{npij} — удельный выброс /-го вещества при прогреве двигателя, г/мин (по справочнику); $/^{пр}$ — время прогрева, мин ($/^{пр}$= 1,5 мин); $n^к$ — количество ТО, проведенных в течение года; / — количество автомобилей, проходящих ТО.

Если на предприятии имеется несколько зон ТО и ремонта, то расчет проводится для каждой из них отдельно.

Аналогично производится расчет выбросов загрязняющих веществ от мойки автомобилей с тупиковыми постами. Удельные значения выбросов w, и m^{npi} принимаются для теплого периода года.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка лакокрасочных покрытий имеет свою специфику. На окрасочных участках АРП проводятся подготовительные работы (шпатлевка, шлифование) и непосредственно окрасочные работы. Окраска и сушка могут производиться непосредственно на участке или в окрасочной камере. Шпатлевка наносится на поверхность кузова вручную, а загрязняющих веществ выделяется незначительное количество, поэтому существующие методики рекомендуют их не учитывать.

Основные выбросы вредных веществ образуются при окраске способом пневматического распыления лакокрасочного материала. Здесь источниками вредных выбросов являются аэрозоли красок и пары растворителей. Состав и количество выделяемых загрязняющих веществ зависят от количества и марок применяемых лакокрасочных материалов и растворителей, методов окраски и эффективности работы очистных устройств. Расчет выбросов производится раздельно для каждой марки применяемых лакокрасочных материалов и растворителей.

Валовой выброс $M^к$, т/год, аэрозоля для каждого вида материала определяется по формуле

$$M^к = /и/А- Ю-^7,$$

где m — количество израсходованной за год краски, кг; /, — количество сухой части краски, % (по справочнику); 8^K — доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, % (табл. 22.1).

Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка сварки и резки металлов производится с учетом марки используемых электродов и металла. В процессе сварочных работ при электродуговой и газовой сварке выделяются сварочная аэрозоль, соединения

Таблица 22.1

Выделение вредных компонентов при окраске и сушке в зависимости от способа окраски

Способ окраски	Доля краски 5^K, потерянной в видс cUpUoUJl/l, /v	Доля выделяющегося растворителя 8^P, %	
		При окраске	При сушке
Распыление:			
пневматическое	30	25	75
безвоздушное	2,5	23	77
пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50
гидроэлектростатическое	1	25	75
Окунание	—	28	72

марганца, фториды, оксиды железа, углерода, хрома, кремния, диоксид азота и множество других агрессивных соединений.

Расчет количества загрязняющих веществ производится по удельным показателям, приведенным к расходу сварочных материалов.

Расчет валового выброса M^c, т/год, загрязняющих веществ при всех видах электросварочных работ производится по формуле

$$м^c = \&я\text{-}ю\text{-}^6,$$

где & — удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, расходуемых сварочных материалов, г/кг; B — масса расходуемого за год сварочного материала, кг.

Контрольные вопросы

1. Какие типы систем вытяжки отработавших газов наиболее широко используются в авторемонтном производстве?
2. Какие мероприятия по охране труда и экологической безопасности проводятся при выполнении моечных, сварочных и окрасочных работ?

Глава 23. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ И ЕГО СИСТЕМ

23.1. Задачи диагностики и способы диагностирования

Под диагностикой понимается обнаружение скрытых неисправностей узлов и агрегатов автомобилей без их разборки, количественная оценка параметров, влияющих на безопасность движения автомобиля, а также регулирование его важнейших механизмов.

В силу своего функционального назначения диагностическое оборудование играет важнейшую роль в повышении эффективности работы всего авторемонтного предприятия.

В процессе диагностирования можно обнаружить такие неисправности, как нарушения в работе двигателя и приборов системы зажигания, отклонение углов установки колес, а также произвести некоторые виды регулирования (например, регулирование системы управления двигателем и тормозных усилий на каждом колесе, балансировка колес и т.д.).

Система диагностики предназначена для решения следующих задач: проверка исправности, проверка работоспособности, поиск неисправности.

В настоящее время используемые на АРП способы диагностирования автомобиля классифицируются следующим образом:

по степени охвата объектов диагностирования автомобиля — общие и локальные;

по характеру взаимодействия между объектом и средством диагностирования — функциональные и тестовые;

по используемым средствам диагностирования — диагностирование с универсальными и специализированными, встроенными и внешними средствами;

по степени автоматизации — автоматические, автоматизированные и ручные.

В зависимости от назначения, объема работ, места в технологическом процессе обслуживания и ремонта диагностирование подразделяется на три вида.

Первый вид — диагностирование, выполняемое с периодичностью ТО-1 и ТО-2, предназначено главным образом для определения технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения.

Второй вид — диагностирование проводимое для оценки тягово-экономических показателей автомобиля, а также для выявления скрытых неисправностей и отказов, их места, характера и

причин. По результатам составляется углубленный диагноз технического состояния автомобиля, устанавливаются объемы ремонтных воздействий, необходимых для восстановления его работоспособности и поддержания исправного технического состояния.

Третий вид — диагностирование, выполняемое с целью контроля технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобиля как в процессе технического обслуживания, так и на специализированных постах при текущем ремонте (например, контроль и регулирование фар, углов установки колес, приборов системы зажигания и др.).

В зависимости от пропускной способности АРП и типа ремонтируемых автомобилей диагностические работы выполняются на отдельных постах (тупиковых или проездных) или постах, расположенных в линию.

23.2. Классификация средств технического диагностирования

Используемое при диагностировании контрольно-диагностическое оборудование позволяет обнаружить скрытые неисправности автомобиля и получить количественную оценку его параметров, не прибегая к разборке механизмов.

Оптимальный состав комплекта средств технического диагностирования (СТД) зависит от таких факторов, как размер и мощность авторемонтного предприятия, направление его деятельности, отведенная работам по диагностированию роль, специализация и стадия становления диагностического участка, квалификация персонала.

Основные требования, предъявляемые к оснащению диагностического участка, следующие:

инструментарий диагноста должен содержать основные и вспомогательные приборы, а также программное и информационное обеспечение, достаточное для решения текущих задач участка;

комплект оборудования должен обладать способностью к наращиванию вслед за постановкой новых задач и расширением деятельности участка, причем к наращиванию функциональных возможностей оборудования наиболее простым и экономичным способом;

диагностическое оборудование должно продолжительное время сохранять свою актуальность и эффективность, несмотря на частые и быстрые изменения в конструкциях автомобилей и методик их обслуживания и ремонта;

оборудование, входящее в комплект, должно быть согласовано по техническим характеристикам и адаптировано для совместного применения, поскольку в противном случае затрудняется оперативное использование различных методик исследования, представление полученных результатов и их перекрестный анализ;

оснащение диагностического участка должно иметь разумные и экономически целесообразные стоимость и срок окупаемости.

Существуют многочисленные конструкции и типы стендов, устройств и приборов для диагностирования одних и тех же агрегатов и систем автомобилей по одинаковым параметрам. Однако в основу их конструкций заложены различные методы диагностирования и системы измерения параметров.

Несмотря на все многообразие СТД, обусловленное широкой номенклатурой диагностических параметров, их можно разделить на несколько групп на основании следующих квалификационных признаков:

по виду энергии носителя сигналов в канале связи;

по функциональному назначению: для комплексного диагностирования автомобиля в целом; для углубленного диагностирования;

по принципиальному конструктивному исполнению: внешние (подключаемые к автомобилю только на момент проведения диагностирования); бортовые (установленные на автомобиле постоянно как его дополнительное оборудование);

по степени подвижности (только внешние СТД): стационарные; передвижные; переносные;

по степени автоматизации выполнения операций: автоматические; полуавтоматические; ручные; комбинированные;

по виду источника энергии, обеспечивающего функционирование СТД: работающие от источника электрической энергии, сжатого воздуха, вакуума, движущихся и вращающихся масс (механические), генератора звуковых колебаний.

Полученные при диагностировании фактические значения диагностических параметров сравниваются с нормативными и делается вывод об исправности или неисправности автомобиля.

Подробно с номенклатурой диагностических параметров автомобилей с бензиновыми двигателями можно ознакомиться в технической и справочной литературе.

Номенклатура отечественного диагностического оборудования для авторемонтных предприятий, выпускаемая с указанием производителя и с техническими характеристиками, также широко представлена в соответствующих изданиях.

23.3. Типовой диагностический комплекс

Полная компьютерная диагностика автомобиля выполняется на стационарных проездных комплексах многовариантной конфигурации, имеющих возможность дальнейшего расширения функций (рис. 23.1).

Комплекс построен по модульному принципу, что позволяет укомплектовывать его оборудованием исходя из индивидуальных

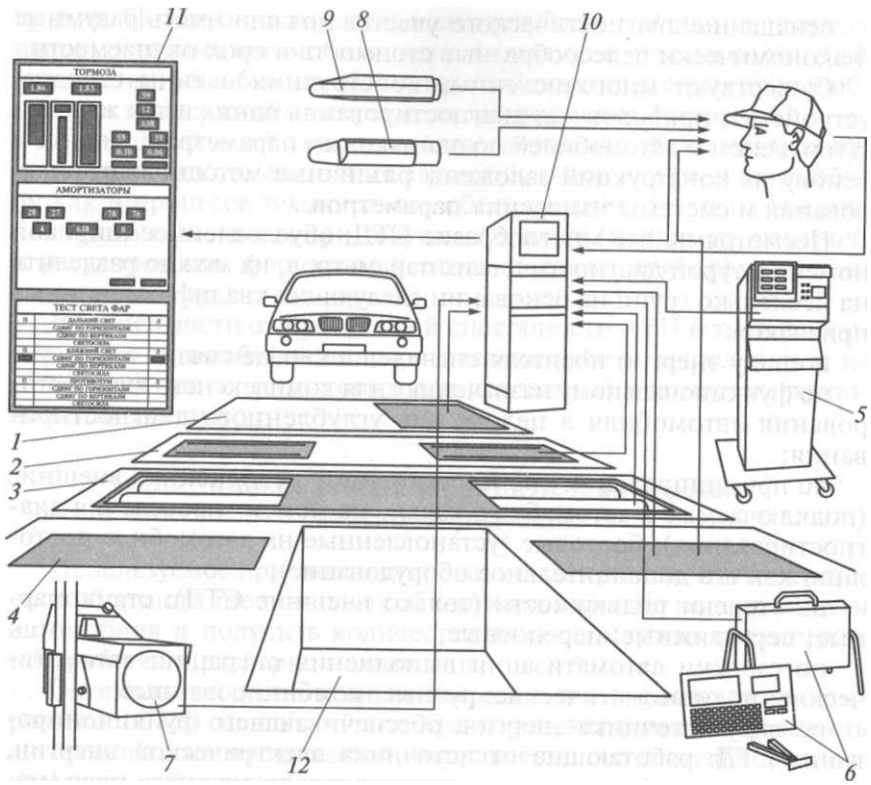


Рис. 23.1. Схема типового стационарного проездного диагностического комплекса:

1 — тестер (детектор) увода автомобиля от направления прямолинейного движения; *2* — амортизаторный стенд; *3* — тормозной стенд; *4* — люфт-детекторный стенд; *5* — газоанализатор; *6* — дымомер; *7* — анализатор света фар; *8* — тестер тормозной жидкости; *9* — тестер охлаждающей жидкости и аккумулятора; *10* — диагностический центр; *11* — дисплей вывода результатов проверок систем автомобиля в графическом виде; *12* — осмотровая яма для визуального осмотра узлов и деталей подвески

требований заказчика. В технологическую линию легко интегрируются любые необходимые дополнительные стенды и приборы.

Каждая группа стендов и приборов, входящих в состав комплекса, оснащена специальными программируемыми устройствами для взаимодействия системы управления с оборудованием. Данные со всех стендов обрабатываются компьютером и могут быть выведены на дисплей в графическом либо в цифровом виде. При необходимости результаты проверок можно распечатать на встроенном принтере. Вся информация сохраняется в памяти компьютера, что позволяет создать базу данных, и является веским аргументом в случае разногласий с клиентом.

Технологический процесс диагностирования на комплексе строится таким образом, чтобы за один проход автомобиля можно было проверить максимум параметров: увод автомобиля от направления прямолинейного движения, состояние амортизаторов и тормозов, износ шарниров подвески, качество тормозной жидкости, плотность охлаждающей жидкости и электролита, токсичность выхлопных газов, правильность регулирования фар (и произвести их регулирование).

Таким образом, итоговый отчет представляет собой максимум информации об автомобиле и исправности его систем. При этом программа предусматривает разбивку всех измеренных параметров на группы, а также занесение в перечень данных, не измеряемых на диагностическом комплексе.

Поскольку полная диагностика автомобиля включает в себя еще и визуальный осмотр узлов и деталей подвески, то протокол состояния автомобиля можно пополнить описанием состояния шин, колесных дисков, световых приборов и многого другого, вплоть до лакокрасочного покрытия.

Диагностические комплексы являются наиболее совершенным решением вопроса комплексной механизации диагностических работ, технологических, организационных и других вопросов авторемонтного производства. Представляя собой оборудование высокого технического уровня, они аккумулируют в себе лучшие достижения в области приборостроения, электроники и других областей науки и техники. Сложные комплексы называются диагностическими системами.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт разработки и использования СТД, даже самые совершенные системы не могут обеспечить полную и необходимую оценку технического состояния автомобиля без участия персонала в процессе. Многие проверки не могут быть автоматизированы и требуют непосредственного участия специалистов, поскольку выполняются путем визуального осмотра, прослушивания, на ощупь или с применением простейших контрольных приборов (например, контроль поверхностей на отсутствие коррозии, вмятин и повреждений окраски, состояния гидропривода тормозной системы). Поэтому любая автоматизированная система должна включать в себя и ручные устройства для выполнения оператором осмотра и некоторых других операций.

23.4. Контроль увода автомобиля от направления прямолинейного движения

Увод автомобиля от направления прямолинейного движения в основном зависит от величины схождения и углов развала управляемых колес. Правильная установка колес — не только залог наи-

лучшей управляемости автомобиля, но и параметр, влияющий на нагрузки в узлах подвески и рулевого управления, на износ шин и расход топлива.

Периодический контроль углов установки колес (УУК) автомобилей — операция, необходимая для выявления неисправностей элементов подвески и рулевого управления на самой ранней стадии.

В связи с этим все оборудование для контроля УУК по назначению разделяется на две группы:

экспресс-диагностирование с целью выявления дефектов, требующих проведения дополнительных работ;

углубленный контроль и регулирование.

К оборудованию первой группы относятся *площадочные стенды (детекторы увода)* К-619, К-112, Testos-1, входящие в состав проходного диагностического комплекса. Стенд (рис. 23.2) представляет собой подвижную горизонтально расположенную измерительную площадку *2* размером 500 х 390 мм.

В состав стенда входит также платформа *1* с трапами и указательная колонка *3* (система сигнализации — светофор). При этом платформа устанавливается на опорной балке, утопленной в нише пола. Основной частью платформы является измерительная площадка *2,* которая перемещается на катках в поперечном относительно движения автомобиля направлении. Диапазон рабочего перемещения площадки от нейтрального ее положения не менее 10 мм влево и 2 мм вправо (погрешность срабатывания и возврата в нейтральное положение площадки ±0,25 мм); возврат площадки в исходное нейтральное положение автоматический. Допустимая скорость перемещения автомобиля через стенд 1,5... 2 км/ч. Измерительная платформа устанавливается по ходу движения автомобиля так, чтобы на нее опиралось только одно колесо.

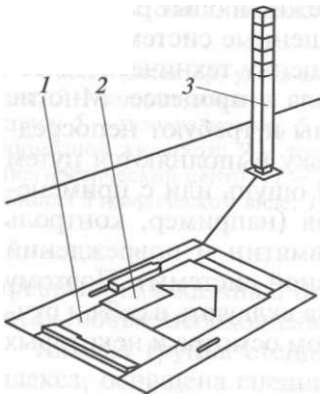


Рис. 23.2. Площадочный стенд К-619 для экспресс-диагностирования УУК:

1 — платформа с трапами; *2* — измерительная площадка; *3* — указательная колонка

Принцип действия детектора увода основан на следующем. При нарушении УУК на платформу во время движения автомобиля воздействует боковая сила, по величине которой микропроцессор вычисляет углы движения передних и задних колес. Точность метода довольно высока — на длине пути 1 км стенд способен определить увод в 1 м.

Указательная колонка J внешне представляет собой стойку со световыми индикаторами красного, желтого, зеленого и белого цветов. Колонка соединена с датчиками линейного перемещения и выключателями платформы (расположенными под боковым трапом) с помощью кабеля.

Загорание белого индикатора свидетельствует об отсутствии бокового воздействия шины на площадку; индикатор зеленого цвета говорит о том, что воздействие в норме; желтого — углы установки колес близки к норме; красного — установка колес нарушена. Одновременно с загоранием красного индикатора срабатывает звуковой сигнал.

Основным недостатком этих стендов является то, что они не обеспечивают проверку всех геометрических параметров установки колес отдельным измерением схождения каждого колеса.

К оборудованию второй группы относятся разнообразные оптические, кордовые, инфракрасные, трехмерные и роботизированные измерительные стенды и комплексы.

Вне зависимости от того, каким прибором оборудован измерительный участок, перед измерением и регулированием УУК необходимо провести подготовительные работы, которые иногда называют предразвальными операциями:

визуальный контроль элементов подвески и рулевого управления на выявление различных деформаций, люфтов, износа деталей;

балансировка колес;

выявление по справочной литературе и инструкциям величин измеряемых УУК конкретного автомобиля, а также условий проведения измерений;

обеспечение горизонтальности рабочей площадки (ямы, эстакады или подъемника);

установка передних управляемых колес на поворотные круги, а задние на сдвижные площадки, чтобы обеспечить каждому колесу определенную степень свободы.

После выполнения упомянутых операций переходят непосредственно к измерениям. В первую очередь закрепляют на дисках колес захваты с датчиками аппаратуры измерения и производят так называемую компенсацию.

Суть компенсации проста — вывесив колесо, захват на диске регулируют так, чтобы диаметрально противоположные точки приспособления с датчиками вращались в одной плоскости, т.е. реальное колесо, всегда имеющее какие-то деформации, заменяется моделью его условной плоскости вращения. Проще всего компенсацию проводить на компьютерных стендах для измерения УУК — достаточно с помощью ватерпаса на захвате установить стенд в горизонтальной плоскости и повернуть вывешенное колесо. Процессор компьютера совершит все необходимые вычисления. В случае работы на стенде, не оборудованном компьютером, мастер обязан руководствоваться инструкцией и иметь некоторые познания в геометрии.

После проведения компенсации остается только зафиксировать на всех колесах параметры УУК. Для определения угла расхождения управляемых колес в повороте их поочередно устанавливают в крайнее положение, поворачивая рулевое колесо. Определив параметры УУК, их сравнивают с эталонными для данного автомобиля и в случае необходимости выполняют регулирование.

Самое широкое распространение на авторемонтных предприятиях получили *оптические стенды.* Принцип их действия состоит в следующем: на передние колеса автомобиля устанавливаются измерительные головки, на каждой из которых имеется два излучателя. Один из них направлен вдоль автомобиля, второй — поперек. На задние колеса автомобиля с помощью адаптеров устанавливаются шкалы с делениями. Продольный световой луч проецируется на шкалы, и мастер может визуально считывать значения углов схождения колес передней оси. Для измерения углов развала обе передние головки имеют встроенные уровни, как правило, пузырькового типа.

К недостаткам стендов такого типа можно отнести невысокую точность, низкую скорость выполнения измерений. Из-за невозможности одновременного измерения параметров передней и задней оси в процессе работы приходится переставлять передние измерительные головки на задние колеса. Кроме того, время операций значительно возрастает из-за необходимости проведения большого числа вспомогательных вычислений. Естественно, при работе на таких стендах не предусмотрена возможность автоматического сравнивания результатов измерений с рекомендуемыми производителем значениями и их распечатка в доступном для понимания виде.

Примером такого стенда может служить электрооптический стенд К-111 (рис. 23.3), предназначенный для проверки и регулирования углов установки передних колес легковых автомобилей. Погрешность измерений параметров не превышает +15' (на современных серийных автомобилях допуск угла схождения колес достигает ±5').

Также широко используются на АРП более совершенные *кордовые стенды,* оснащенные четырьмя измерительными головками с потенциометрическими датчиками. Необходимая для измерений кинематическая связь между потенциометрами соседних измерительных головок обеспечивается специальными резинками (кордами) с крючками на концах, которые мастер зацепляет за рычажки потенциометров перед измерениями. Точность кордовых стендов выше по сравнению с оптическими, а входящие в их состав интерфейсные платы позволяют выводить значения всех измеренных параметров на монитор, автоматически сравнивать полученные значения с рекомендуемыми производителем и представлять клиенту итоговую распечатку с указанием значений до и после регулирования.

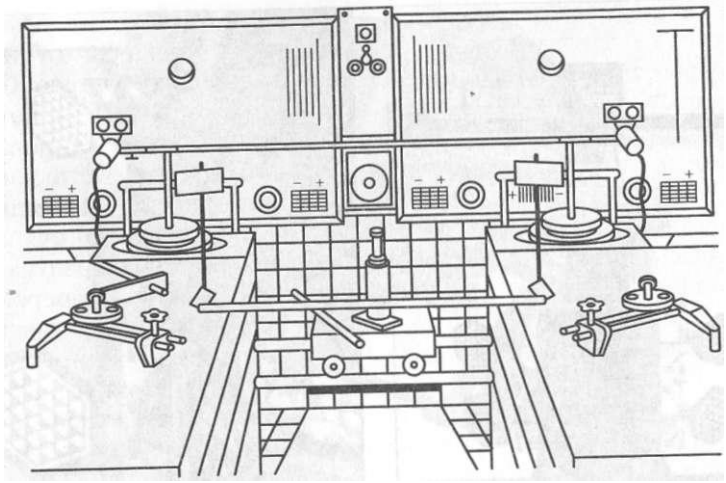
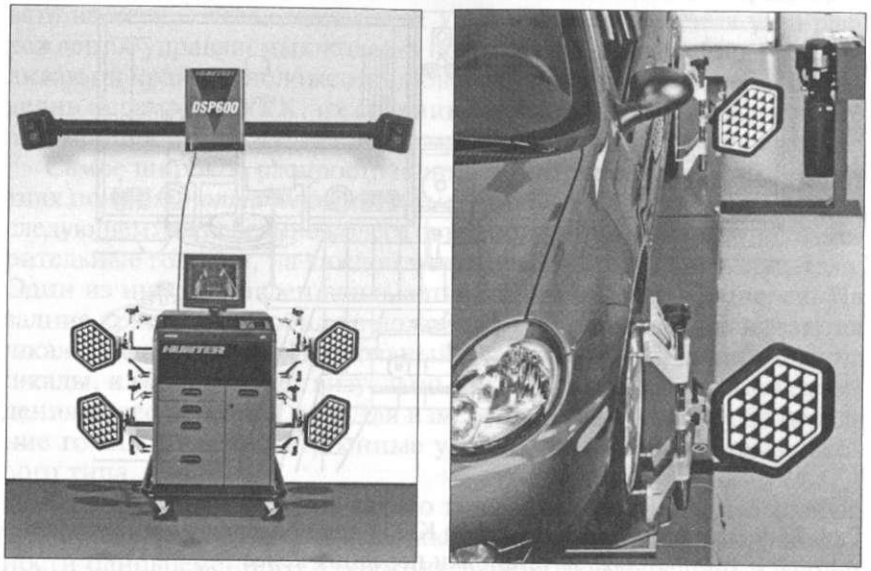


Рис. 23.3. Электрооптический стенд К-111 для проверки и регулирования углов установки передних колес

Информация между измерительными головками и центральным модулем передается по проводам.

Еще более совершенны даже по сравнению с кордовыми *инфракрасные стенды.* Они имеют более высокую точность измерений и у них отсутствует проводная связь между измерительными головками. Вместо потенциометров на каждой измерительной головке установлены источники инфракрасного излучения, связанные между собой каналом. Также на каждой головке имеется матрица из специальных чувствительных элементов. Электронная система определяет, какой из них «засвечен» поперечным лучом источника от противоположной головки, и по величине расстояния от «засвеченного» элемента до центра матрицы определяется величина схождения для каждого колеса. Инфракрасные лучи, направленные вдоль автомобиля, служат для определения продольной оси его симметрии. Оснащение такого стенда персональным компьютером позволяет, помимо всего прочего, сохранять результаты проведенного регулирования.

Прогрессивные технологии привели к созданию стендов нового поколения — *трехмерных стендов (3D)* (рис. 23.4, *а)* для анализа геометрии подвески, измеряющих параметры УУК в трехмерном пространстве. Их отличие в том, что на дисках колес исследуемого автомобиля закрепляются не измерительные блоки с датчиками, а светоотражающие экраны-мишени (рис. 23.4, *б)* с нанесенными на них метками. Центральная стойка стенда оснащена двумя размещенными на консолях цифровыми фотокамерами со специальными светодиодами, каждый из которых осматривает свою пару



а *б*

Рис. 23.4. Трехмерный (3D) стенд с экранами-мишенями *(а)* и экраны-мишени на колесах автомобиля *(б)*

экранов-мишеней. Излучаемый ими свет отражается от элементов экранов-мишеней и фиксируется видеокамерами.

В зависимости от положения установленных на колесах экранов-мишеней (которое зависит от величины УУК) меняется проекция светоотражающих элементов на светочувствительную матрицу камеры. По степени изменения проекции светоотражающих элементов на матрицу система и рассчитывает все УУК.

Пресловутый человеческий фактор при работе на этом стенде сведен к минимуму. Мастеру необходимо только установить автомобиль на стенд, закрепить экраны-мишени на колесах, с помощью регулировочных винтов и ватерпаса установить их в горизонтальной плоскости, включить установку, по команде компьютера откатить автомобиль на 20 см назад и вернуть его в первоначальное положение. Конечно же, сам стенд не «выворачивает» передние колеса в крайние положения — это также делает мастер, вращая руль.

Все остальное сделает электроника. Камеры на стойках отследят перемещения каждого экрана-мишени, а компьютер даст полную характеристику измеряемых параметров. В память компьютера заложены параметры УУК практически всех известных моделей автомобилей.

Настоящей революцией в развитии технологий измерения и регулирования УУК явилось появление *роботизированных измерительных комплексов.* Примером может служить комплекс WAB 01 (рис. 23.5) немецкой компании Nussbaum, который включает в себя специальный подъемник ножничного типа с электронной синхронизацией движения платформ и установленные на них автоматические измерительные головки. Головки с помощью привода могут перемещаться от одной оси автомобиля к другой и автоматически находить центры колес.

Рис. 23.5. Роботизированный измерительный комплекс WAB 01 компании Nussbaum

Измерения производятся без участия оператора. На измерительной головке имеется адаптер в виде трехлучевой звезды, опорные лапки которого автоматически подводятся к диску колеса. Положение на колесе датчиков (находящихся в основании адаптера) позволяет вычислить углы его установки.

Особый интерес представляет способ выполнения процедуры компенсации осевого биения диска колеса. Оператору не приходится поочередно вывешивать переднюю и заднюю оси автомобиля и прокручивать колеса, как это необходимо делать на обычных стендах, или прокатывать автомобиль вперед-назад, как на трехмерных стендах. Автомобиль в процессе измерений остается неподвижным, а его колеса автоматически приводятся во вращение за счет разнонаправленного движения передних поворотных кругов и задних площадок, встроенных в платформы подъемника. При такой процедуре от оператора не требуется никаких действий, кроме наблюдения за процессом. Перед въездом автомобиля на подъемник поворотные круги и задние площадки автоматически занимают положение, соответствующее выбранному из базы данных расстоянию между осями данного автомобиля.

23.5. Диагностирование тяговых качеств автомобиля

Технологический процесс комплексного диагностирования автомобиля по основным показателям его эксплуатационных свойств (мощности и топливной экономичности) основан на имитации в стационарных условиях тестовых нагрузочных и скоростных режимов работы автомобиля. Диагностическими параметрами при этом чаще всего являются мощность на ведущих колесах (колесная мощность), крутящий момент на ведущих колесах (тяговое усилие), линейная скорость на окружности роликов, удельный расход топлива, эффективная мощность двигателя, момент сопротивления колес и трансмиссии, время выбега, время разгона, ускорение (замедление) при разгоне.

Для диагностирования по этим параметрам на АРП используются стенды тяговых качеств автомобилей. Такие стенды классифицируются по следующим основным признакам:

по способу нагружения: инерционные, силовые, комбинированные;

виду измеряемых диагностических параметров;

назначению стенда по типу диагностируемого автомобиля: для легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов;

типу тормозного устройства;

типу опорно-приводного устройства.

В зависимости от типа нагрузочного устройства существует два режима диагностирования: скоростной и нагрузочный. Первый реализуется на инерционных стендах в процессе разгона инерционной системы автомобиль—стенд. Второй режим характеризуется постоянством скорости и тормозных сил на беговых барабанах в момент диагностирования и осуществим только на стендах, оборудованных тормозными нагрузочными устройствами.

В инерционных стендах в качестве маховых масс используют массы барабанов стенда и специальные маховики, соединенные с барабанами через редуктор. При разгоне барабанов ведущими колесами автомобиля маховые массы оказывают сопротивление, равное моменту инерции стенда. Чем больше колесная мощность автомобиля, тем меньше путь разгона и время разгона инерционных масс в установленном скоростном диапазоне.

В силовых стендах в качестве тормозных устройств могут быть использованы фрикционное тормозное устройство, гидравлический тормоз, электродвигатель переменного или постоянного тока, работающий в режиме генератора, электродинамический тормоз.

Широкое распространение получили силовые стенды с электродинамическим тормозом, характеризующиеся наибольшим диапазоном скоростных и нагрузочных режимов, меньшими габаритами и стоимостью, надежностью и простотой в эксплуатации, экономичностью в потреблении энергии.

В зависимости от типа опорно-приводных устройств различают следующие конструкции стендов тяговых качеств (СТК): однобарабанные, двухбарабанные под каждое колесо ведущей оси (наиболее распространенные), двухбарабанные под колеса ведущей оси, трех- и четырехбарабанные для автомобилей с двумя ведущими осями.

Двухбарабанные стенды небольшого диаметра (минимальный диаметр 240 мм) в сравнении с однобарабанными менее металлоемки, но обеспечивают большую устойчивость испытуемого автомобиля. СТК, приведенный на рис. 23.6, состоит из барабанов *2,* опорно-приводного устройства, стационарного пульта / управления и индикации, а также вентилятора для обдува радиатора автомобиля, устройства для отвода отработавших газов, пульта дистанционного управления стендом, страховочных устройств, устройства для проверки стенда, нагрузочного устройства.

Диагностируемый автомобиль устанавливают ведущими колесами на барабаны стенда. Ведущие колеса приводят во вращение эти барабаны, преодолевая тормозной момент, создаваемый нагрузочным устройством. Тормозной момент задается в зависимости от требуемой нагрузки на ведущие колеса.

Режим испытаний на двухбарабанном стенде сопровождается повышенной деформацией шин, что приводит к их интенсивному нагреву и износу. Для исключения этого побочного явления на время испытаний рекомендуется повышать давление воздуха в шинах ведущих колес на 30...50 % и осуществлять обдув шин, а в некоторых случаях ограничивать максимальные скорости испытаний.

Имитируемая скорость движения снимается двумя импульсными датчиками с передней роликовой пары и левого заднего ролика стенда. С помощью электроники сигналы с датчиков преобразуются в значения скорости, ускорения и пробуксовывания. Сила тяги измеряется электронным прибором, а компьютер вычисляет ее значение на основании полученных исходных данных. Второй компьютер для определения силы тяги управляет тормозом, работающим на вихревых токах. По одной из программ процессор сравнивает но-

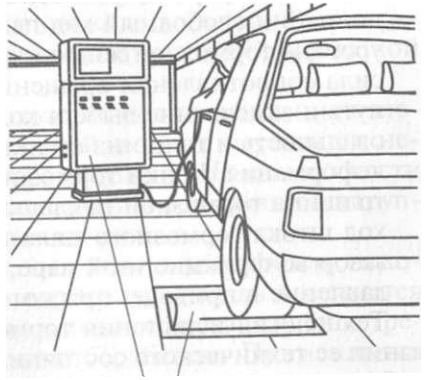


Рис. 23.6. Двухбарабанный стенд для диагностики тяговых качеств автомобиля:
/ — стационарный пульт управления и индикации; *2* — барабаны опорно-приводного устройства

минальную скорость движения с фактической (на заднем ролике) и регулирует ее так, чтобы фактическая скорость не превышала номинальную. Дополнительные регулирующие контуры контролируют все элементы диагностирования и предохраняют персонал от несчастного случая.

В компьютер стенда вводятся специфические для автомобилей величины: масса автомобиля, корректировочный фактор сопротивления воздуха, сопротивление качению. Дистанционное управление устанавливает пределы скорости, программу, номинальные значения и выключает вентилятор.

С помощью стенда можно точно установить срок ремонта или замены деталей двигателя легковых автомобилей.

23.6. Диагностирование тормозной системы

В соответствии с ГОСТ 26048—83, диагностические параметры тормозной системы подразделяются на две группы: интегральные параметры общего диагностирования и частные параметры поэлементного диагностирования для поиска неисправностей в отдельных системах и устройствах.

К *интегральным параметрам* относятся:

тормозной путь автомобиля и колеса;

отклонение от коридора движения;

установившаяся тормозная сила автомобиля и колеса;

удельная тормозная сила;

уклон дороги, на котором удерживается автомобиль в заторможенном состоянии;

коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси;

осевой коэффициент распределения тормозной силы;

время срабатывания тормозного привода;

давление и скорость его изменения в контурах тормозного привода.

К *частным параметрам* относятся:

полный и свободный ход педали;

уровень тормозной жидкости в резервуаре;

сила сопротивления вращению незаторможенного колеса;

путь и замедление выбега колеса;

овальность и толщина стенки тормозного барабана;

деформация стенки тормозного барабана;

толщина тормозной накладки;

ход штока тормозного цилиндра;

зазор во фрикционной паре;

давление в приводе, при котором колодки касаются барабана.

Технология испытания тормозной системы при диагностировании ее технического состояния строится по одному из трех способов:

ходовые испытания;

испытания в процессе эксплуатации;

испытания в стационарных условиях.

Принимая во внимание сложность современных тормозных систем автомобилей (оснащение гидровакуумными усилителями, антиблокировочными устройствами и пр.) и ужесточение требований к ним, можно отметить очевидную неэффективность ходовых испытаний, которые обычно применяют для грубой оценки тормозных качеств автомобиля.

Диагностирование в процессе эксплуатации по замедлению движения производится с помощью встроенных приборов (деселерографов) инерционного действия и тоже малоэффективно.

Наиболее объективную, достоверную и точную оценку эффективности работы тормозных систем автомобилей обеспечивает диагностирование в стационарных условиях на специализированных тормозных стендах, которые классифицируются по пяти признакам:

по использованию сил сцепления колеса с опорной поверхностью: с использованием; без использования;

месту установки: стационарные; переносные (подключаются к автомобилю на время диагностирования); настроечные (используются как дополнительное оборудование автомобиля);

способу нагружения: силовые; инерционные;

режиму движения колеса: с частичным проворачиванием; с полным проворачиванием;

конструкции опорного устройства: первая группа — платформенные, роликовые, ленточные; вторая группа — с вывешиванием осей колес; без вывешивания осей колес.

Режим частичного проворачивания колеса характерен для платформенных стендов, а полного проворачивания — для всех остальных стендов.

В большинстве стендов, работающих с использованием сил сцепления колеса с опорной поверхностью, реализуемый тормозной момент ограничен силой сцепления колеса с опорной поверхностью стенда, что не позволяет реализовать полный тормозной момент автомобиля.

В стендах, работающих без использования сил сцепления колеса с опорной поверхностью, тормозной момент передается непосредственно через колесо или через ступицу. Из-за сложности конструкции и нетехнологичности проведения испытаний эта группа стендов не нашла широкого применения.

В силовых платформенных стендах колеса автомобиля неподвижны поэтому при нажатии на тормозную педаль измеряется лишь усилие сдвига заблокированных колес с места, т. е. сила трения между тормозными накладками и барабаном. Применяются стенды с одной общей платформой под все колеса и с платфор-

мами под каждое колесо. Из-за ряда существенных недостатков (не учитывается влияние скорости движения на коэффициент трения скольжения и динамические воздействия в тормозной системе, результаты измерений во многом зависят от положения колес на площадке стенда и состояния протекторов колес) эти стенды не нашли широкого применения.

Платформенные инерционные тормозные стенды (рис. 23.7) имеют две или четыре подвижные платформы — одну общую на каждую сторону или отдельные под каждое колесо. Они более совершенны по сравнению с силовыми, так как более полно учитывают динамику действия тормозных сил в реальных условиях. Основное назначение этих стендов — общее экспресс-диагностирование тормозных систем автомобиля.

Стенд состоит из подвижных платформ *2* с рифленой поверхностью, на которые автомобиль наезжает колесами *4* со скоростью 6... 12 км/ч, останавливаясь при резком торможении. Под влиянием возникающих при этом сил инерции автомобиля и сил трения между шинами и поверхностью платформ происходит перемещение платформы, пропорциональное тормозной силе, воспринимаемое датчиками *3* (жидкостными, механическими или электронными) и фиксируемое измерительными приборами, расположенными на пульте /. Возврат платформы в исходное положение осуществляется за счет пружины *5*.

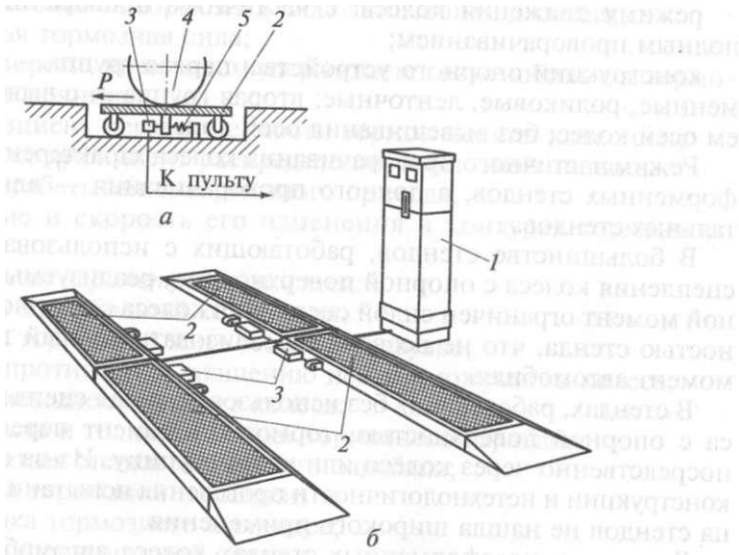


Рис. 23.7. Платформенный инерционный тормозной стенд:
а - принцип действия; *б* - общий вид; / - пульт; *2* - подвижные платформы *J* - датчики перемещения платформы; *4* - колесо автомобиля; 5 - возвратная пружина

Платформенные инерционные тормозные стенды также обладают рядом существенных недостатков: необходимость некоторого пространства для разгона автомобиля, недостаточный уровень безопасности работ при диагностировании, не очень высокая точность и достоверность диагностической информации.

Ленточные инерционные тормозные стенды воспроизводят дорожные условия взаимодействия шин с опорными поверхностями. Однако и они не лишены некоторых недостатков — имеют значительные габариты и не обеспечивают достаточную устойчивость автомобиля в процессе диагностирования. К конструктивным недостаткам следует отнести проскальзывание ленты и большие механические потери в парах трения.

Подавляющее большинство стендов для диагностирования тормозной системы имеют роликовое опорное устройство и рассчитаны на силовой метод диагностирования, который позволяет определить тормозные силы каждого колеса при задаваемом усилии нажатия на педаль, время срабатывания тормозного привода и оценить состояние рабочих поверхностей тормозных накладок и барабанов, эллипсность барабанов. В этих стендах при принудительном прокручивании заторможенных колес имитируется скорость движения автомобиля 2...5 км/ч.

Роликовые инерционные тормозные стенды позволяют получить наиболее достоверную диагностическую информацию, но из-за своей сложности, высокой стоимости и недостаточной технологичности в эксплуатации применяются крайне ограниченно.

При испытании тормозных систем в стесненных условиях для локализации неисправностей и углубленного диагностирования наиболее эффективны переносные средства технического диагностирования.

23.7. Диагностирование амортизаторов и дисбаланса колес

Диагностирование амортизаторов легковых автомобилей выполняется на специальных стендах без демонтажа амортизаторов. Технология проверки заключается в принудительном возбуждении колебаний подвески с заданной начальной частотой, находящейся в сверхкритическом диапазоне колебаний, и в прохождении частоты возбуждения через весь диапазон низких частот, а также через точку резонанса до полного прекращения колебаний.

Колебания задаются подвеске диагностируемого автомобиля с помощью вибратора, рабочий ход толкателя которого составляет 18 мм, частота двойных ходов 15,3 Гц; среднее время проверки составляет 1... 2 мин.

Проверка правого и левого амортизаторов на стенде осуществляется поочередно. Обычно пост диагностирования амортизаторов

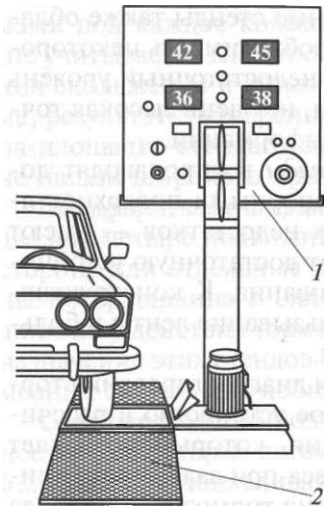


Рис. 23.8. Стенд для проверки амортизаторов:
1 — пульт индикации; *2* — подвижная площадка

комплектуется двумя подвижными площадками, что существенно облегчает работу.

Стационарный электромеханический диагностический стенд (потребляемая мощность 2,3 кВт) для проверки амортизаторов (рис. 23.8) состоит из подвижной площадки и пульта индикации. Индикация результатов измерений осуществляется на цифровом индикаторе и регистрируется в виде диаграммы на бумажной ленте самописца. При этом измеряются амплитуда колебаний, частота следования импульсов и интенсивность их затухания.

Диагностирование дисбаланса колес (снятых с автомобиля) включает в себя не только выявление, но и устранение дисбаланса (балансировку) каждого колеса в статическом и динамическом режимах.

При балансировке в статическом режиме колесо крепится к ступице, ось вращения которой расположена горизонтально. Колесо вращают легким толчком сначала в одну, затем в другую сторону до полной остановки и отмечают мелом низшие точки для обеих сторон. Несовпадение отмеченных мелом точек происходит вследствие наличия момента сил трения в подшипниках вала колеса. После определения наиболее «тяжелого» места колеса (оно находится между этими точками) укрепляют на противоположной («легкой») части обода балансировочный грузик, уравновешивающий несбалансированную массу колеса.

Балансировка в статическом режиме не всегда устраняет дисбаланс колеса и иногда после нее возникает динамическая неуравновешенность (динамический дисбаланс), которая проявляет себя только при вращении колеса. Поэтому сначала производят статическую балансировку описанным выше способом на балансировочном станке, а затем приступают к балансировке в динамическом режиме. При балансировке установленного на вал станка несбалансированное колесо начинает колебаться («бить») во время вращения. Эти колебания воспринимаются валом и передаются на индикатор, с помощью которого определяются необходимое положение и масса балансировочных грузиков.

В отечественном авторемонтном производстве нашли применение балансировочные станки двух типов: для балансировки снятых с автомобиля колес и для балансировки колес непосредственно

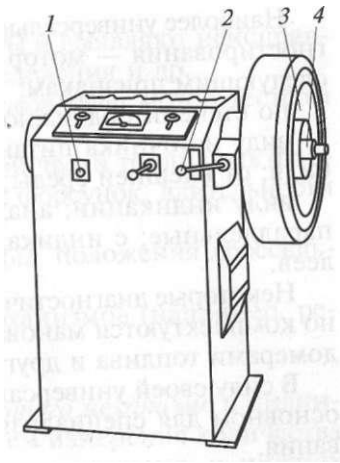


Рис. 23.9. Стационарный балансировочный станок AMR-2:
1 — выключатель двигателя; *2* — рычаг переключения плоскостей балансировки (направления вращения); *3* — балансируемое колесо; *4* — вал станка

на автомобиле. Станки первого типа применяют при ремонте и ТО автомобилей, а также при шиномонтажных работах; второго типа — при диагностировании автомобилей на специальных постах и при ТО.

Станки для балансировки колес, снятых с автомобиля, выпускаются фирмами многих стран Европы и Америки. Они отличаются друг от друга своими техническими характеристиками и массогабаритными размерами.

Основные технические характеристики стационарного балансировочного станка AMR-2 (производства Германии), показанного на рис. 23.9, приведены ниже.

Основные технические характеристики стационарного балансировочного станка AMR-2

Частота вращения вала, об/мин	650
Мощность электродвигателя, кВт	0,8
Диапазон измерения дисбаланса, г	До 200
Максимальные массогабаритные размеры балансируемого колеса:	
диаметр, мм	850
ширина, мм	250
масса, кг	30
Габаритные размеры станка, мм	990 x 800 x 650
Масса станка, кг	120

23.8. Диагностирование двигателя

Технологический процесс диагностирования двигателя условно можно разделить на четыре этапа: диагностирование систем электрооборудования, систем топливоподачи, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, тяговых качеств автомобиля.

Качественная реализация этих процессов на АРП во многом зависит от используемого диагностического оборудования, которое отличается большим многообразием и постоянно совершенствуется.

Наиболее универсальные и многофункциональные средства диагностирования — мотор-тестеры, которые классифицируются по следующим признакам:

по степени подвижности: стационарные, переносные;

виду источника питания: от аккумуляторной батареи автомобиля; от внешней среды;

виду индикации: аналоговые; цифровые комбинированные; параллельные; с индикацией на экране осциллоскопов и дисплеев.

Некоторые диагностические средства этого класса дополнительно комплектуются мановакуумметрами, газоанализаторами, расходомерами топлива и другими измерительными приборами.

В силу своей универсальности мотор-тестеры предназначены в основном для специализированных постов станций техобслуживания.

При диагностировании *систем электрооборудования* мотор-тестеры выполняют следующие функции:

определение состояния свечей и проводов высокого напряжения;

определение режимов работы и неисправностей катушки зажигания (межвитковых замыканий, правильности подключения, пробоев);

диагностирование коммутатора и датчика Холла;

просмотр работы центробежного регулятора (графика зависимости угла опережения зажигания от оборотов, дефектов центробежного регулятора);

определение углов опережения зажигания без стробоскопа;

проверка работы генератора и системы зарядки аккумулятора.

При проверках систем зажигания фиксируются не только картины протекания тока в первичной цепи и угол опережения зажигания, но и напряжение на клеммах катушки зажигания, величина тока и напряжение разрыва, напряжение пробоя искрового промежутка свечи, напряжение дуги, длительность искрового разрыва. Импортные приборы позволяют измерить и другие параметры: число колебаний тока в катушке зажигания после окончания искрового разряда, падение напряжения на так называемых паразитных зазорах (например, между бегунком и контактами на крышке распределителя зажигания).

Для измерения параметров систем зажигания используются емкостные и индуктивные датчики и кабели специальной конфигурации. Разнообразие систем зажигания, устанавливаемых на современных и более старых автомобилях, требует оснащения мотор-тестеров массой дополнительных адаптеров для подключения.

Мотор-тестеры позволяют также диагностировать двигатели с механической, электронной или микропроцессорной системами

зажигания, определяют режимы их работы и выявляют неисправности систем топливоподачи, газораспределения и др.

При диагностировании *систем топливоподачи* мотор-тестеры выполняют следующие функции:

электрическая проверка электрической части топливных форсунок (межвитковых замыканий обмоток форсунок, длительности фазы впрыска);

проверка работы датчиков температуры, положения дроссельной заслонки, датчиков кислорода;

проверка работы исполнительных механизмов (например, регулятора оборотов холостого хода);

проверка работы бензонасоса.

Диагностирование *кривошипно-шатунного механизма* и цилиндропоршневой группы выполняется путем измерения количества газов, прорывающихся в картер, зазоров в верхних и нижних головках шатунов, компрессии в цилиндрах, стуков и вибрации, перепадов давления масла в диагностируемых сопряжениях, разрежения во впускном трубопроводе, частоты вращения коленчатого вала двигателя при выключении из работы отдельных цилиндров.

Мотор-тестер может работать совместно с газоанализаторами, сохраняет в базе данных информацию (с выводом на печать) о найденных неисправностях и выполненной работе по их устранению. Вся информация, собираемая и обрабатываемая мотор-тестером, выводится на дисплей монитора в удобной для анализа форме. Это могут быть цифровые или аналоговые сигналы, включая реальные формы напряжений в цепях системы зажигания, сигналов датчиков и исполнительных механизмов.

Мотор-тестеры высшей группы сложности (рис. 23.10) снабжаются программным обеспечением, облегчающим диагностирование двигателя и анализ полученных результатов. Возможно тестирование не только в ручном (по команде оператора), но и в автоматическом режиме. При этом производится серия последовательных измерений различных параметров во время прокрутки двигателя стартером на холостом ходу, на повышенной частоте вращения и при ускорении. Полученные значения параметров сравниваются с эталонными для данного двигателя, которые хранятся на жестком диске системного блока мотор-тестера. Если какой-

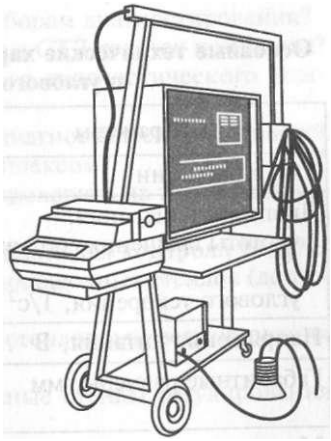


Рис. 23.10. Мотор-тестер высшей группы сложности

Наиболее универсальные и многофункциональные средства диагностирования — мотор-тестеры, которые классифицируются по следующим признакам:

по степени подвижности: стационарные, переносные;

виду источника питания: от аккумуляторной батареи автомобиля; от внешней среды;

виду индикации: аналоговые; цифровые комбинированные; параллельные; с индикацией на экране осциллоскопов и дисплеев.

Некоторые диагностические средства этого класса дополнительно комплектуются мановакуумметрами, газоанализаторами, расходомерами топлива и другими измерительными приборами.

В силу своей универсальности мотор-тестеры предназначены в основном для специализированных постов станций техобслуживания.

При диагностировании *систем электрооборудования* мотор-тестеры выполняют следующие функции:

определение состояния свечей и проводов высокого напряжения;

определение режимов работы и неисправностей катушки зажигания (межвитковых замыканий, правильности подключения, пробоев);

диагностирование коммутатора и датчика Холла;

просмотр работы центробежного регулятора (графика зависимости угла опережения зажигания от оборотов, дефектов центробежного регулятора);

определение углов опережения зажигания без стробоскопа;

проверка работы генератора и системы зарядки аккумулятора.

При проверках систем зажигания фиксируются не только картины протекания тока в первичной цепи и угол опережения зажигания, но и напряжение на клеммах катушки зажигания, величина тока и напряжение разрыва, напряжение пробоя искрового промежутка свечи, напряжение дуги, длительность искрового разрыва. Импортные приборы позволяют измерить и другие параметры: число колебаний тока в катушке зажигания после окончания искрового разряда, падение напряжения на так называемых паразитных зазорах (например, между бегунком и контактами на крышке распределителя зажигания).

Для измерения параметров систем зажигания используются емкостные и индуктивные датчики и кабели специальной конфигурации. Разнообразие систем зажигания, устанавливаемых на современных и более старых автомобилях, требует оснащения мотор-тестеров массой дополнительных адаптеров для подключения.

Мотор-тестеры позволяют также диагностировать двигатели с механической, электронной или микропроцессорной системами

зажигания, определяют режимы их работы и выявляют неисправности систем топливоподачи, газораспределения и др.

При диагностировании *систем топливоподачи* мотор-тестеры выполняют следующие функции:

электрическая проверка электрической части топливных форсунок (межвитковых замыканий обмоток форсунок, длительности фазы впрыска);

проверка работы датчиков температуры, положения дроссельной заслонки, датчиков кислорода;

проверка работы исполнительных механизмов (например, регулятора оборотов холостого хода);

проверка работы бензонасоса.

Диагностирование *кривошипно-шатунного механизма* и цилиндропоршневой группы выполняется путем измерения количества газов, прорывающихся в картер, зазоров в верхних и нижних головках шатунов, компрессии в цилиндрах, стуков и вибрации, перепадов давления масла в диагностируемых сопряжениях, разрежения во впускном трубопроводе, частоты вращения коленчатого вала двигателя при выключении из работы отдельных цилиндров.

Мотор-тестер может работать совместно с газоанализаторами, сохраняет в базе данных информацию (с выводом на печать) о найденных неисправностях и выполненной работе по их устранению. Вся информация, собираемая и обрабатываемая мотор-тестером, выводится на дисплей монитора в удобной для анализа форме. Это могут быть цифровые или аналоговые сигналы, включая реальные формы напряжений в цепях системы зажигания, сигналов датчиков и исполнительных механизмов.

Мотор-тестеры высшей группы сложности (рис. 23.10) снабжаются программным обеспечением, облегчающим диагностирование двигателя и анализ полученных результатов. Возможно тестирование не только в ручном (по команде оператора), но и в автоматическом режиме. При этом производится серия последовательных измерений различных параметров во время прокрутки двигателя стартером на холостом ходу, на повышенной частоте вращения и при ускорении. Полученные значения параметров сравниваются с эталонными для данного двигателя, которые хранятся на жестком диске системного блока мотор-тестера. Если какой-

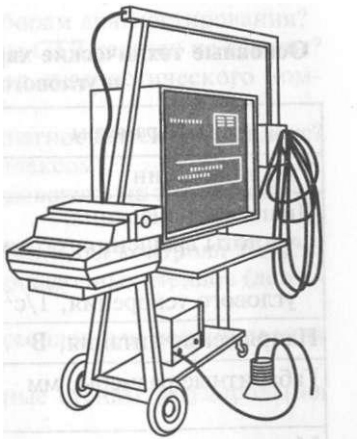


Рис. 23.10. Мотор-тестер высшей группы сложности

либо параметр вышел за допустимые пределы (а предельные значения тоже заложены в память), то информация об этом появится на дисплее. Далее можно воспользоваться специальной экспертной программой, которая выведет на дисплей перечень возможных причин неисправностей.

Мотор-тестеры используются и при диагностировании тяговых качеств* автомобиля методом оценки мощности двигателей по величине углового ускорения вращения коленчатого вала, измеренного в режиме свободного разгона (без внешней нагрузки), от минимально устойчивой до максимальной частоты вращения при быстром (резком) увеличении подачи топлива в цилиндры до максимального. При этом измеренное значение углового ускорения a связано с фактической эффективной мощностью двигателя $N_{№}$, л.с, зависимостью

$$N_{дв} = 716{,}2'$$

где I — приведенный момент инерции вращающихся масс двигателя, кгс/с^2; n — частота вращения коленчатого вала, на которой осуществляется измерение параметра a, об/мин.

Описанный метод диагностирования реализуется в приборах ИМ-1, МК-8-007, ИК-1, сравнительные характеристики которых приведены в табл. 23.1.

Прибор МК-8-007 для измерения частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала (рис. 23.11), изготовленный в Чехии, обеспечивает аналоговую индикацию результатов измерений на ленте двухкоординатного самописца.

Таблица 23.1

Основные технические характеристики измерителей частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала

Параметры	ИМ-1	МК-8-007	ИК-1
Тип индикации	Аналоговая		
Диапазон измерения: частоты вращения, об/мин углового ускорения, 1/с^2	До 1200; до 6 000 200... 500	До 3 000 До 150	До 3 000; до 150 До 300
Напряжение питания, В	12	220	200
Габаритные размеры, мм	270x170x x190	450x320x x160	400x210x X140
Масса, кг	2,5	3	4,5

* Подробно о диагностировании тяговых качеств см. подразд. 23.5.

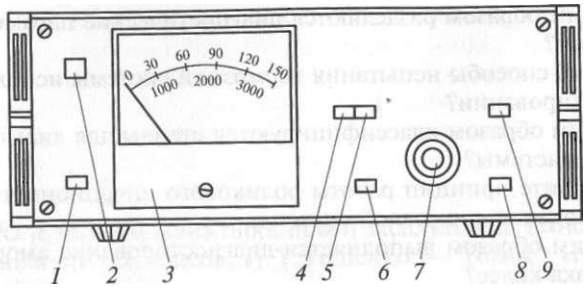


Рис. 23.11. Прибор МК-8-007 для измерения частоты вращения и углового ускорения коленчатого вала:
1 — выключатель; *2* — контрольная лампа включения прибора; *3* — указатель оборотов; *4* — кнопка измерения частоты вращения; 5 — кнопка измерения углового ускорения; *6, 7* — кнопка и регулятор предварительного выбора частоты вращения; *8* — кнопка установки нуля; *9* — кнопка выбора интервала ускорения

Прибор ИК-1 в отличие от МК-8-007 имеет дополнительное запоминающее устройство. В комплект прибора входят электромагнитные индукционные датчики частоты вращения, различные по конструкции.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под диагностикой автомобиля?
2. Каковы задачи, решаемые диагностикой?
3. Назовите основные способы диагностирования, используемые на АРП.
4. Каково предназначение каждого вида диагностирования?
5. Какие требования предъявляются к приборам диагностирования?
6. По каким квалификационным признакам СТД делятся на группы?
7. Назовите состав оборудования типового диагностического комплекса.
8. По какому принципу строится типовой диагностический комплекс?
9. Какова задача системы управления комплексом?
10. Какие параметры автомобиля можно проверить на типовом диагностическом комплексе?
11. На какие группы разделяется оборудование для контроля УУК?
12. Какое оборудование входит в состав площадочных стендов (детекторов увода)?
13. Каков принцип действия оптических стендов для регулирования УУК?
14. Как работают кордовые и инфракрасные стенды регулирования УУК?
15. Каковы особенности трехмерных стендов для анализа геометрии подвески?
16. Какие конструкции стендов тяговых качеств автомобиля вы знаете/

17. Каким образом разделяются диагностические параметры тормозной системы?

18. Какие способы испытания тормозной системы используются при ее диагностировании?

19. Каким образом классифицируются стенды для диагностирования тормозной системы?

20. Опишите принцип работы роликового инерционного стенда для диагностирования тормозной системы.

21. Каким образом выполняется диагностирование амортизаторов и балансировка колес?

22. Каким образом и с помощью каких приборов выполняется диагностирование двигателя?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Власов Ю.А.*** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Ю.А.Власов, Н.Т.Тищенко. — Томск : Изд-во Томского ГАСУ, 2004. - 277 с.

2. ***Турин Ф. В.*** Технология автотракторостроения / Ф. В. Гурин, В.Д. Клепиков, В.В.Рейн. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1981.-295 с.

3. ***Дмитренко В. М.*** Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностирования подвижного состава автотранспортных средств : в 2 ч. / В. М.Дмитренко. — Пермь : Изд-во Пермского ГТУ, 2002. - 160 с. и 102 с.

4. ***Зотов Н.М.*** Основы механической обработки деталей транспортных средств / Н. М. Зотов, Е. В. Баланина. — Волгоград : Изд- во ВолгГТУ, 2004. - 180 с.

5. ***Капустин А. А.*** Автосервис и фирменное обслуживание / А. А. Капустин. - СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2005. - 175 с.

6. ***Карагодин В. И.*** Ремонт автомобилей и двигателей: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / В. И. Карагодин, Н. Н. Митрохин. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2005. — 496 с.

7. ***Кобус В. Н.*** Современные методы ремонта кузовов легковых автомобилей / В. Н. Кобус. — М.: Транспорт, 1980. — 175 с.

8. ***Кудрин А. И.*** Основы расчета нестандартизованного оборудования для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / А. И. Кудрин. - Челябинск : Изд-во Ю-УрГУ, 2003. - 168 с.

9. ***Максимов В. А.*** Нормативное обеспечение экологической безопасности автомобильного транспорта / В.А Максимов, В. И. Сарбаев, Р. И. Исмаилов. - М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2004. - 235 с.

10. ***Наерман М. С.*** Прецизионная обработка деталей алмазными и абразивными брусками / М. С. Наерман, С. А. Попов. — М.: Машиностроение, 1971. - 224 с.

11. ***Некрасов Ю. И.*** Справочник молодого газосварщика и газорезчика / Ю.И. Некрасов. — М.: Высш. шк., 1984. — 168 с.

12. ***Новиков А. Н.*** Восстановление и упрочнение деталей машин, изготовленных из алюминиевых сплавов, электрохимическими способами / А.Н.Новиков, Н.В.Бакаев. - Орел : Изд-во ОрелГТУ, 2004. - 170 с.

13. ***Радин Ю.А.*** Справочное пособие авторемонтника / Ю.А.Радин, Л.М.Сабуров, Н.И.Малов. — 2-е изд., стер. — М. : Изд-во Куйбышевского обкома КПСС, 1988. - 224 с.

14. ***Раевский М.А.*** Справочник по обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ. Оборудование и инструмент / М.А. Раевский, В.П. Обметица. - 2-е изд. — М.: Высш. шк., 1991. — 175 с.

15. ***Родионов Ю.В.*** Ремонт автомобилей. Техническое нормирование труда / Ю.В.Родионов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Пенза : Изд-во ПГУАС, 2005. - 220 с.

16. ***Розаренов Ю.Н.*** Оборудование для электрической сварки плавлением : учеб. пособие для учащихся машиностроит. техникумов / Ю. Н. Розаренов. — М.: Машиностроение, 1987. — 208 с.

17. ***Рыбин Н.Н.*** Предприятия автосервиса. Производственно-техническая база / Н. Н. Рыбин. — Курган : Изд-во Курганского ГУ, 2006. — 149 с.

18. ***Сарбаев В. И.*** Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / В. И. Сарбаев, С. С. Селиванов, В. Н. Коноплев. — М. : Изд-во МГИУ, 2003. — 284 с.

19. ***Сарбаев В. И.*** Условия функционирования и выбор стратегии развития предприятий автосервиса / В.И. Сарбаев, В. В.Тарасов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГИУ, 2002. — 116 с.

20. ***Синельников А. Ф.*** Ремонт кузова легкового автомобиля: окраска и противокоррозионная обработка / А.Ф.Синельников. — М. : Машиностроение, 1993. — 128 с.

21. ***Синельников А. Ф.*** Кузова легковых автомобилей : обслуживание и ремонт / А. Ф. Синельников, Ю.Л.Штоль, С.А.Скрипников. — М.: Транспорт, 1995. - 256 с.

22. Табель гаражного и технологического оборудования для автотранспортных предприятий различной мощности / [С.А.Невский, В.Н.Назаров, М. Е. Егоров и др.]. — М.: Центроргтрудавтотранс, 2000. — 93 с.

23. Технология изготовления автомобильных кузовов / [Д. В. Горячий, А.Д. Горячий и др.]. — М.: Машиностроение, 1990. — 368 с.

24. ***Улашкин А. П.*** Восстановление деталей и узлов автомобилей / А. П. Улашкин. — Хабаровск : Изд-во ХГТУ, 2002. — 204 с.

25. ***Улашкин А. П.*** Курсовое проектирование по восстановлению деталей / А. П. Улашкин, Н. С. Тузов. — Хабаровск : Изд-во ХГТУ, 2000. — 139 с.

26. ***Фещенко В.Н.*** Токарная обработка / В. Н.Фещенко, Р.Х.Махмутов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1990. — 303 с.

27. ***Черепахин А. А.*** Материаловедение : учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / А.А. Черепахин. — М. : Издательский центр «Академия», 2004. — 256 с.

28. ***Шангин Ю.А.*** Ремонтное окрашивание легковых автомобилей : Советы автолюбителям / Ю.А.Шангин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1994. — 160 с.

29. ***Шец С. П.*** Проектирование и эксплуатация технологического оборудования для технического сервиса автомобилей в условиях АТП / С.П.Шец, И.А.Осипов, А.В.Фролов. — Брянск : Изд-во БГТУ, 2004. — 270 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ^

Раздел I

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 1. **Общие положения по ремонту и обслуживанию автомобиля** 5

1.1. Автомобиль как изделие завода-производителя и объект обслуживания и ремонта •••• 5

1.2. Задачи предприятия по обслуживанию и ремонту автомобиля 7

1.3. Производственный и технологический процессы и их элементы 8

Глава 2. **Технологический цикл восстановления потребительских свойств автомобиля** 11

2.1. Формирование структуры технологического цикла 11

2.2. Основные способы восстановления деталей автомобиля 13

Раздел II

МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАТЕРИАЛ ДЕТАЛИ В АВТОРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Глава 3. **Влияние механической и термической обработки на физико-механические и эксплуатационные свойства восстанавливаемой детали** 15

3.1. Характеристики качества поверхности восстанавливаемой детали • ^

3 2 Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства 20 1U детали

3.3. Влияние способа финишной обработки абразивными брусками на качество поверхностей детали 25

3.4. Влияние нагрева детали при ремонте на напряженное состояние и структуру металла 28

Глава 4. **Механическое воздействие на металл лезвийным, абразивным и выглаживающим инструментом** 31

4.1. Тонкое растачивание отверстий 31

4.2. Сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание внутренней резьбы, цекование, зенкование.

4.3. Фрезерование ^6

4.4. Хонингование ^7

4.5. Суперфиниширование и микрофиниширование 43

4.6. Шлифование 47
4.7. Полирование абразивной лентой и мягкими кругами 48
4.8. Обработка поверхностей без снятия стружки 52

Глава 5. **Комбинированное воздействие на поверхность детали** 60

5.1. Доводка-притирка 60
5.2. Электролитическое осаждение металлов 65
5.3. Термомеханическая правка-рихтовка 67
5.4. Химико-механическое воздействие 69

Глава 6. **Воздействие, основанное на пластическом деформировании металла** 71

6.1. Силовое воздействие на металл 71
6.2. Восстановление размеров изношенных деталей 75

Глава 7. **Тепловое воздействие на материал деталей и узлов автомобиля** 80

7.1. Образование неразъемных соединений сваркой 80
7.2. Восстановление деталей наплавкой 85
7.3. Тепловое воздействие на кузов при сушке лакокрасочных покрытий 93

Глава 8. **Нанесение декоративных, износостойких и антикоррозионных покрытий** 96

8.1. Нанесение декоративных лакокрасочных покрытий 96
8.2. Газодинамическое напыление металла 97
8.3. Газотермическое напыление металла 99
8.4. Нанесение антикоррозионных и антишумовых покрытий 102
8.5. Лужение и цинкование кузова 104

Глава 9. **Воздействие с использованием ремонтных композитных материалов, клеевых составов и герметиков** 108

9.1. Фиксация, склеивание, уплотнение, стопорение 108
9.2. Холодная молекулярная сварка 111

Раздел III

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 10. **Обрабатывающее, подъемное, монтажное оборудование....** 115

10.1. Оборудование для обработки деталей лезвийным и абразивным инструментом 115
10.2. Оборудование для подъемных, монтажных и сборочных работ 119
10.3. Пневмоинструмент для слесарно-сборочных, арматурных и кузовных работ 127

Глава 11. **Правочно-измерительные системы для восстановления кузовов** 130

11.1. Оборудование для восстановления геометрии кузовов 130

11.2. Механические и электронные контрольно-измерительные системы 145
11.3. Рациональный выбор контрольно-измерительной системы 149

Глава 12. **Оборудование для сварки листового металла и наплавки деталей** 153

12.1. Сварочное оборудование для газопламенной, электродуговой и контактной сварки 153
12.2. Аппараты и установки плазменной сварки и наплавки 162

Глава 13. **Оборудование для ремонта пластиковых деталей и нанесения износостойких, антикоррозионных и декоративных покрытий** 167

13.1. Технологическая оснастка для ремонта пластиковых деталей 167
13.2. Оборудование для газодинамического нанесения износостойких металлических покрытий 167
13.3. Оборудование для нанесения антикоррозионных покрытий 172
13.4. Оборудование для нанесения порошковых красок 177
13.5. Пневматические краскораспылители 182
13.6. Оборудование для газотермического напыления металла 184

Глава 14. **Оборудование для подготовки к окраске и для сушки лакокрасочных покрытий** 190

14.1. Оборудование участка подготовки автомобилей к окраске 190
14.2. Инфракрасные излучатели для локальной сушки лакокрасочных покрытий 194
14.3. Окрасочно-сушильные камеры 195

Раздел IV

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ, АГРЕГАТОВ И НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЯ

Глава 15. **Восстановление агрегатов и базовых деталей двигателя и трансмиссии** 200

15.1. Разборочно-сборочные работы 200
15.2. Типовые технологии восстановления базовых деталей 208
15.3. Восстановление деталей с использованием лезвийного и абразивного инструмента 214
15.4. Автоматическая наплавка шеек коленчатых валов под слоем флюса 219
15.5. Газотермическое напыление деталей двигателя и трансмиссии ... 221
15.6. Оригинальные технологии ремонта алюминиевых блоков цилиндров 222
15.7. Шлифование шеек коленчатого вала 226
15.8. Гильзование блоков цилиндров 231
15.9. Устранение дефектов чугунных деталей сваркой 234
15.10. Восстановление алюминиевых деталей сваркой 243
15.11. Организация рабочего места сварщика и техника безопасности при выполнении сварочно-наплавочных работ 249

Глава 16. **Ремонт и восстановление кузовов** ... 253

16.1. Восстановление кузова на рихтовочном стенде ... 253
16.2. Удаление поврежденных элементов кузова ... 258
16.3. Сварка кузовных панелей и их элементов ... 259
16.4. Правка методом вытяжки с прихватом ... 271
16.5. Восстановление кузовных деталей с применением полимерных материалов ... 275
16.6. Вклеивание стекол ... 280
16.7. Локальное цинкование панелей кузова ... 282

Раздел V

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЯ

Глава 17. **Подбор цвета, приготовление краски и контроль качества лакокрасочных материалов** ... 285

17.1. Ассортимент материалов ... 285
17.2. Подбор цвета и приготовление краски ... 286
17.3. Входной контроль лакокрасочных материалов ... 289

Глава 18. **Подготовка поверхности кузова к окраске и нанесение лакокрасочного покрытия** ... 292

18.1. Подготовка к окраске ... 292
18.2. Ремонт лакокрасочного покрытия ... 296
18.3. Нанесение верхних слоев эмали ... 299
18.4. Отделка поверхности кузова после окраски ... 302
18.5. Техника безопасности при подготовке и проведении окрасочных работ ... 304

Глава 19. **Специальные технологии окраски автомобилей и их деталей** ... 306

19.1. Нанесение рисунка на кузов ... 306
19.2. Порошковое окрашивание ... 306
19.3. Распыление лакокрасочных материалов с помощью сжатого азота ... 308

Раздел VI

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 20. **Мойка и очистка деталей автомобиля** ... 311

20.1. Особенности и характер загрязнений деталей ... 311
20.2. Моющие средства ... 313
20.3. Моечно-очистные работы ... 314
20.4. Оборудование для мойки автомобилей ... 315
20.5. Оборудование для мойки и очистки деталей ... 317
20.6. Техника безопасности при использовании моечного оборудования и моющих средств ... 323

Глава 21. **Подготовка и очистка сжатого воздуха** ... 324

21.1. Особенности подготовки сжатого воздуха для пневмооборудования ... 324
21.2. Осушение, фильтрация воздуха, конденсатоотвод ... 326
21.3. Проектирование пневмомагистрали ... 330
21.4. Выбор компрессора ... 332

Глава 22. **Организация и охрана труда, экологическая безопасность** ... 342

22.1. Системы вытяжки отработавших газов ... 342
22.2. Системы складского хозяйства ... 344
22.3. Получение тепловой энергии для технологических нужд и обогрева производственных помещений ... 345
22.4. Экологическая безопасность ... 348

Глава 23. **Диагностирование автомобиля и его систем** ... 353

23.1. Задачи диагностики и способы диагностирования ... 353
23.2. Классификация средств технического диагностирования ... 354
23.3. Типовой диагностический комплекс ... 355
23.4. Контроль увода автомобиля от направления прямолинейного движения ... 357
23.5. Диагностирование тяговых качеств автомобиля ... 364
23.6. Диагностирование тормозной системы ... 366
23.7. Диагностирование амортизаторов и дисбаланса колес ... 369
23.8. Диагностирование двигателя ... 371

Список литературы ... 377

Учебное издание

Виноградов Виталий Михайлович

Технологические процессы ремонта автомобилей

Учебное пособие

3-е издание, стереотипное

Редактор *В.А.Жиганов*
Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*
Компьютерная верстка: *В.А.Крыжко*
Корректоры *Т. Н. Морозова, С. Ю. Свиридова*

Изд. № 103112058. Подписано в печать 16.03.2009. Формат 60x90/16.
Гарнитура «Тайме». Бумага офс. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 24,0.
Тираж 2 500 экз. Заказ № 7039.

Издательский центр «Академия», www.academia-moscow.ru
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (495)330-1092, 334-8337.

Отпечатано с электронных носителей издательства.
ОАО «Тверской полиграфический комбинат», 170024, г.Тверь, пр-т Ленина, 5.
Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-42-15.
Home page - www.tverpk.ru Электронная почта (E-mail) - sales@tverpk.ru
иг
Ж