

БИБЛИОТЕКА АВТОМОБИЛИСТА



РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС



Серия «Библиотека автомобилиста»

А.В. Коробейник

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

Практический курс

*Допущено Министерством образования РФ
в качестве учебного пособия для студентов
образовательных учреждений
среднего профессионального образования*

Ростов-на-Дону

ФЕНИКС

2004

ББК 30.82

К-68

Коробейник А.В.

К-66 Ремонт автомобилей. Практический курс / Серия «Библиотека автомобилиста». — Ростов н/Д: «Феникс», 2004. — 512 с.

Данное учебное пособие является второй частью двухтомника «Ремонт автомобилей». В этом учебном пособии нашли основные практические методы и приемы выполнения ремонтных процессов. Практическое значение и доступность языка делают данную книгу актуальной и полезной.

Учебное пособие предназначено для студентов, преподавателей и широкого круга читателей, интересующихся проблемами ремонта автотехники.

ISBN 5-222-03468-2

ББК 30.82

© Коробейник А.В., 2003

© «Феникс», оформление, 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Вступительное слово</i>	10
----------------------------------	----

ГЛАВА I ТЕОРИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. Виды способов восстановления деталей	14
§ 2. Слесарно-механическое восстановление деталей	18
2.1. Слесарно-механическое доведение деталей под ремонтный размер	18
2.2. Постановка дополнительной ремонтной детали	20
2.3. Использование фигурных вставок для заделки трещин в корпусных деталях	22
2.4. Применение спиральных вставок для восстановления резьбовых поверхностей	25
2.5. Восстановление посадочных отверстий свертными втулками	27
§ 3. Применение пластического деформирования для восстановления деталей	29
3.1. Процесс восстановления деталей способом пластической деформации	29
3.2. Восстановление методами пластического деформирования размеров изношенных поверхностей деталей	30
3.3. Восстановление формы деталей	36
3.4. Восстановление поверхностным пластическим деформированием механических свойств деталей	40
§ 4. Сварка и наплавка	45

4.1. Техника безопасности при выполнении сварочно-наплавочных работ	45
4.2. Сварка и наплавка. Общие сведения	49
4.3. Восстановление сваркой и наплавкой	51
§ 5. Напыление газотермическим способом	89
5.1. Техника безопасности при выполнении газотермических работ	89
5.2. Физика и сущность процесса	90
5.3. Газоэлектрическое напыление	95
5.4. Газопламенное напыление	103
5.5. Напыление методом детонаций	112
5.6. Материалы, применяемые для восстановления деталей методом напыления	116
5.7. Свойства газотермических покрытий	119
§ 6. Пайка деталей.	
Способ восстановления пайкой	121
6.1. Техника безопасности при выполнении паяльных работ	121
6.2. Общие сведения о процессе пайки	122
6.3. Паяние и лужение. Технологические процессы ..	124
6.4. Припой и флюсы, применяемые при паянии и лужении деталей	128
§ 7. Восстановление деталей электрохимическими способами	131
7.1. Производственная санитария и техника безопасности	131
7.2. Электролитический процесс осаждения металлов. Технология восстанавливающего способа	133
7.3. Хромирование	138
7.4. Железнение	144
7.5. Защитно-декоративные покрытия	149
7.6. Автоматизация процесса нанесения покрытий. Оборудование для нанесения покрытий	150
§ 8. Лакокрасочные покрытия в ремонтном деле	153
8.1. Производственная санитария и техника безопасности	153

8.2. Применение лакокрасочных покрытий в авторемонтном производстве. Назначение лакокрасочных покрытий	155
8.3. Лакокрасочные материалы. Характеристика лакокрасочных материалов. Оборудование и инструмент для нанесения покрытий из лакокрасочных материалов	156
8.4. Процесс нанесения лакокрасочных покрытий	168
§ 9. Применение синтетических материалов при восстановлении деталей	175
9.1. Техника безопасности работы с синтетическими материалами	175
9.2. Общие сведения о синтетических материалах и принципах восстановления деталей синтетическими материалами	177
9.3. Области применения синтетических материалов. Характеристика основных синтетических материалов	178
9.4. Использование синтетических материалов. Технология процессов	181
9.5. Технология нанесения полимеров	192
9.6. Нанесение покрытий и изготовление деталей литьем под давлением ...	196
9.7. Изготовление деталей прессованием. Нанесение покрытий	198

ГЛАВА II РЕМОНТ УЗЛОВ И ПРИБОРОВ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. Общие сведения о технологии восстановления и ремонта узлов и приборов автотранспортных и дорожностроительных средств	200
§ 2. Технологический процесс восстановления и ремонта. Проектирование технологических процессов	205
2.1. Исходные данные технологического процесса	205
2.2. Восстановление деталей. Структура технологического процесса	206

2.3. Технологическая база. Выбор технологических баз	208
2.4. Оформление ремонтных чертежей. Анализ дефектов детали	211
2.5. Выбор способов устранения дефектов	212
2.6. Последовательность выполнения операций	217
2.7. Технологическая документация на восстановление детали	218
2.8. Затраты на ремонт. Особенности учета затрат	221
2.9. Сборка. Разработка технологических процессов сборки	225
§ 3. Технология восстановления деталей	228
3.1. Класс деталей «корпусные»	228
3.2. Класс деталей «круглые стержни»	235
3.3. Класс деталей «полые цилиндры»	246

ГЛАВА III РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ УЗЛОВ, АГРЕГАТОВ, ПРИБОРОВ И ДЕТАЛЕЙ

§ 1. Ремонт и восстановление блоков и цилиндров	252
§ 2. Ремонт деталей кривошипно-шатунного механизма	266
2.1. Ремонт поршней	266
2.2. Ремонт поршневых пальцев	272
2.3. Ремонт втулок верхних головок шатуна	277
2.4. Ремонт шатунов	282
2.5. Ремонт коленчатых валов	284
2.6. Ремонт подшипников скольжения	291
2.7. Ремонт баббитовых подшипников	292
2.8. Ремонт подшипников, залитых свинцовистой бронзой	304
§ 3. Ремонт деталей механизма газораспределения	310
3.1. Ремонт клапанов	310
3.2. Ремонт гнезд клапанов	312
3.3. Притирка клапана и гнезда	316

3.4. Ремонт направляющих втулок клапанов	318
3.5. Ремонт пружин клапанов	318
3.6. Ремонт коромысел клапанов	320
3.7. Ремонт валика коромысел	320
3.8. Ремонт штанг толкателей	321
3.9. Ремонт толкателей	321
3.10. Ремонт втулок толкателей	321
3.11. Ремонт распределительных валов	321
§ 4. Ремонт деталей систем смазки и охлаждения	323
4.1. Ремонт деталей системы смазки	323
4.2. Ремонт деталей системы охлаждения	325
4.3. Ремонт термостатов	329
4.4. Ремонт вентиляторов	329
4.5. Ремонт водяных насосов	331
§ 5. Ремонт деталей и узлов топливной аппаратуры	331
5.1. Ремонт карбюраторов	331
5.2. Ремонт топливных насосов	337
5.3. Ремонт топливного насоса высокого давления и форсунок	343
5.4. Испытание секций топливного насоса и форсунок	351
5.5. Ремонт подкачивающих помп	352
5.6. Ремонт регуляторов оборотов	353
5.7. Ремонт топливопроводов	354
5.8. Ремонт топливных баков	357
§ 6. Ремонт электрооборудования	358
6.1. Ремонт проводов	358
6.2. Ремонт свечей	359
6.3. Ремонт магнето	361
6.4. Ремонт ускорителей	367
6.5. Сборка и испытание магнето	368
6.6. Ремонт генераторов	370
6.7. Контрольные испытания генераторов после ремонта	380
6.8. Ремонт и испытание стартеров	381
6.9. Ремонт генераторов переменного тока	386

6.10. Ремонт распределителей	389
6.11. Ремонт аккумуляторных батарей	393
§ 7. Сборка основных деталей двигателя	395
7.1. Установка гильз	395
7.2. Подбор поршней	396
7.3. Подбор колец	397
7.4. Сборка поршня с шатуном	399
7.5. Установка коленчатого вала с шариковыми коренными подшипниками	401
7.6. Укладка коленчатых валов в коренные подшипники, залитые баббитом	402
7.7. Укладка коленчатых валов в подшипники с бронзовыми тонкостенными вкладышами	404
7.8. Сборка шатунных подшипников с шейками валов	405
7.9. Затяжка болтов коренных и шатунных подшипников	407
§ 8. Обкатка и испытание двигателей	408
§ 9. Ремонт трансмиссии и ходовой части	414
9.1. Ремонт фрикционных муфт	414
9.2. Ремонт шпоночных соединений	418
9.3. Ремонт шлицевых соединений	419
9.4. Ремонт зубчатых передач	423
9.5. Ремонт посадочных мест под подшипники качения	429
9.6. Ремонт подшипников качения	431
9.7. Ремонт ходовой части колесных тракторов и автомобилей	433
9.8. Ремонт ходовой части гусеничных тракторов	443
9.9. Ремонт корпусов, картеров и блоков передаточных механизмов	445
§ 10. Ремонт автомобильных шин и ремней	446
10.1. Причины возникновения дефектов в шинах и их устранение	446
10.2. Ремонт покрышек с местным повреждением	453
10.3. Технология восстановительного ремонта покрышек	468

10.4. Технология ремонта камер	470
10.5. Ремонт прорезиненных ремней	475
10.6. Гарантийные обязательства	477
§ 11. Ремонт кузовов и кабин	479
11.1. Дефекты кузовов и кабин	479
11.2. Технологический процесс ремонта кузовов и кабин	480
11.3. Ремонт оборудования и механизмов кузова и кабин	485
11.4. Ремонт неметаллических деталей кузовов	486
11.5. Сборка и контроль кузовов и кабин	488
§ 12. Качество ремонта автомобилей	489
12.1. Общие положения	489
12.2. Оценка качества ремонта автомобилей и их агрегатов	491
12.3. Контроль качества ремонта автомобилей и их агрегатов	493
12.4. Сертификация услуг по ремонту автомобилей ...	496
<i>Литература</i>	507

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

В настоящее время хозяйствующие субъекты нашей страны претворяют в жизнь широкий круг мероприятий, направленных на совершенствование капитального ремонта автомобильного и тракторного парка в целях обеспечения стабильности и эффективности его функционирования и использования.

Совершенно очевидный факт, что рабочие свойства автомобиля в процессе эксплуатации постепенно ухудшаются из-за изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они изготовлены. Это связано с большим количеством факторов и, как правило, с их сложными сочетаниями, о которых мы будем с вами говорить на страницах данной книги. Стоит подчеркнуть, что только в процессе технического обслуживания и регулярного ремонта существует возможность устранить отказы и неисправности машин.

Следует определиться с некоторыми понятиями, к которым мы будем прибегать достаточно часто и знание которых поможет нам общаться на одинаковом и, в то же время, профессиональном языке, который понятен всем, кто так или иначе связан с техникой, ее эксплуатацией и обслуживанием.

Исправным является автомобиль, который отвечает всем требованиям, оговоренным в нормативно-технической документации.

Работоспособный автомобиль удовлетворяет только тем требованиям, соблюдение которых дает возможность использовать его по назначению, не создавая угрозы безопасности движения.

Поврежденным считают автомобиль, перешедший в неисправное, но работоспособное состояние.

Отказом называют переход автомобиля в неработоспособное состояние.

Ремонт — комплекс операций по восстановлению состояния исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей.

Совершенно очевидно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Целесообразность и необходимость ремонта автомобилей как раз и вызвана прежде всего неравнопрочностью их составных частей (сборочных единиц и деталей). Как далее станет ясно, это связано и с различными материалами, используемыми при производстве сборочных единиц и деталей, и с режимами, в которых они эксплуатируются, и с еще очень большим количеством других причин, влияющих на процесс эксплуатации автомобилей. Для того, чтобы сгладить эту ситуацию в процессе эксплуатации автомобилей проводят на автотранспортных предприятиях (АТП) периодическое техническое обслуживание (ТО) и при надобности — текущий ремонт (ТР), который путем замены отдельных деталей и агрегатов позволяет поддерживать автомобили в технически исправном состоянии.

Машины в процессе эксплуатации могут достичь состояния, когда их ремонт в условиях АТП уже технически невозможен или экономически невыгоден. До такого состояния автомобиль или тракторная техника может быть доведена в очень короткий срок: неправильная эксплуатация, применение техники в экстремальных условиях и т.п. Вернуть транспортное средство в эксплуатационный оборот можно, направив его в централизованный текущий или капитальный ремонт (КР) на авторемонтное предприятие (АРП).

Текущий ремонт (ТР). Его основная задача — привести технику в работоспособное состояние, чтобы обеспечивать гарантированную работоспособность автомобиля на пробеге до следующего очередного планового ремонта. Пробег после ТР должен быть не менее пробега до очередного ТО-2. Однако возможность повторных преждевременных отказов исключать нельзя. В этом случае выполняют неплановый ТР, при котором осуществляют замену или восстановление детали и сборочных единиц в объеме, требуемом имеющимся техническим состоянием автомобиля.

Капитальный ремонт (КР) обеспечивает исправность и полный ресурс автомобиля или агрегата путем восстановления и замены необходимых сборочных единиц и деталей, включая базовые. Ресурс допускается близким к полному.

Базовой деталью называют деталь, непосредственно с которой начинают сборку изделия, устанавливая на нее и присоединяя к ней сборочные единицы и другие детали. Это такие, как: у автомобилей — рама, у агрегатов — корпусная деталь.

Экономической эффективностью КР автомобилей является использование остаточного ресурса их деталей. Около 70–80% деталей автомобилей, попадающих в КР, могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после незначительного ремонта.

Детали, до конца исчерпавшие свой ресурс и нуждающиеся в замене, — это 20–25% всех деталей. К примеру, это такие, как: подшипники качения, поршни, поршневые кольца, резинотехнические изделия и др.

Процент деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в допустимых пределах, что дает возможность применять их без ремонта, достигает 25–30.

Остается 35–40% деталей автомобиля, которые возможно использовать повторно после их восстановления. Это большинство сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля: головка цилиндров, блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, картеры коробки передач и заднего моста и др. Экономическая выгода восстановления этих деталей заключается в том, что стоимость восстановления этих деталей не превышает 10–50% стоимости их изготовления.

Осуществлять КР техники стоит хотя бы потому, что себестоимость КР автотранспортных средств и их составных частей, как правило, не более 60–70% стоимости новых аналогичных изделий. При этом немаловажным является еще и то, что при КР достигается высокая экономия металла и энергетических ресурсов. Эффективность централизованного ремонта стала причиной развития авторемонтного производства, которое всегда занимало важное место в промышленном потенциале нашей страны. Отметим, что по некоторым позициям объемы централизованного ремонта автомобилей и их составных частей превзошли объемы их производства.

При надлежащей концентрации и специализации авторемонтного производства представляется возможным при-

близить организацию ремонта к уровню автомобиле- и тракторостроения, естественно, при условии внедрения комплексной механизации и частичной автоматизации производственных процессов.

Данное учебное пособие может быть полезно как студентам, изучающим предметы «Эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей» и «Организация автотранспортного предприятия», так и тем, кто практически работает на авторемонтном предприятии, так как оно содержит полное описание последовательности основных процессов ремонта и восстановления деталей, узлов и агрегатов; описываются инструменты, приспособления и станки применяемые в процессах ремонта и восстановления автотракторной техники, особенности работы с ними; подробно рассказывается о материалах и методах, применяемых в этих ремонтно-восстановительных работах.

ГЛАВА I

ТЕОРИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. ВИДЫ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Центральная задача, к достижению которой стремятся авторемонтные предприятия (АРП), это уменьшение стоимости ремонта автомобилей и агрегатов при гарантии послеремонтного ресурса, т.е. обеспечении гарантий, которые интересны и выгодны потребителям.

В среднем около 20% деталей — утильных, 25–40% — годных, а остальные 40–55% — можно восстановить, таковы результаты исследований ремонтного фонда (автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт). Процент утильных деталей реально возможно существенно снизить на АРП, если таковое предприятие будет иметь в распоряжении эффективные способами дефектации и восстановления.

Если сравнивать с изготовлением новых деталей, технологии восстановления деталей относятся к разряду наиболее ресурсосберегающих (сокращаются затраты на 70%). Затраты на материалы представляются основными источниками экономии ресурсов. Средние затраты на материалы при восстановлении составляют 6,6% от общей себестоимости, а при изготовлении деталей — 38%. По сравнению с изготовлением новых деталей, для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 5–8 раз меньше технологических операций.

Еще неоправданно высока трудоемкость восстановления деталей (несмотря на рентабельность). Трудоемкость на круп-

ных ремонтных предприятиях в среднем до 1,7 раз больше трудоемкости изготовления одноименных деталей на автомобильных заводах.

Небольшие партии восстанавливаемых деталей, применение универсального оборудования, частые переналадки оборудования, мелкосерийный характер производства — усложняют, если не исключают возможность существенного снижения трудоемкости некоторых операций.

Износом рабочих поверхностей обусловлено ведущее количество отказов деталей автомобилей — до 50%, 17,1% — объясняется различного рода повреждениями, и трещинами вызвано 7,8%. Двигателю принадлежит основное место среди всех отказов автомобилей — это до 43% отказов. При износе не более 0,3 мм примерно 85% деталей возможно подвергнуть восстановлению, т.е. при нанесении покрытия незначительной толщины их работоспособность восстанавливается. Деталь становится возможно использовать неоднократно. Многократно использовать деталь дает возможность нанесение металла на несущие поверхности с дальнейшей их механической обработкой.

Доля восстанавливаемых поверхностей:

- наружных и внутренних цилиндрических поверхностей — 53,3%,
- резьбовых — 12,7%,
- шлицевых — 10,4%,
- зубчатых — 10,2%,
- плоских — 6,5%,
- всех остальных — 6,9%.

Способы восстановления деталей, которые получили наиболее широкое приложение в ремонтном производстве и обеспечивают эксплуатационные характеристики деталей надлежащего уровня, отображены на рис. 1, на котором дана их классификация, а их оценочные показатели приведены в табл. 1.

Наличием отвечающих потребностям по наименованию и цене запасных частей обуславливаются объемы восстановления деталей на АРП.

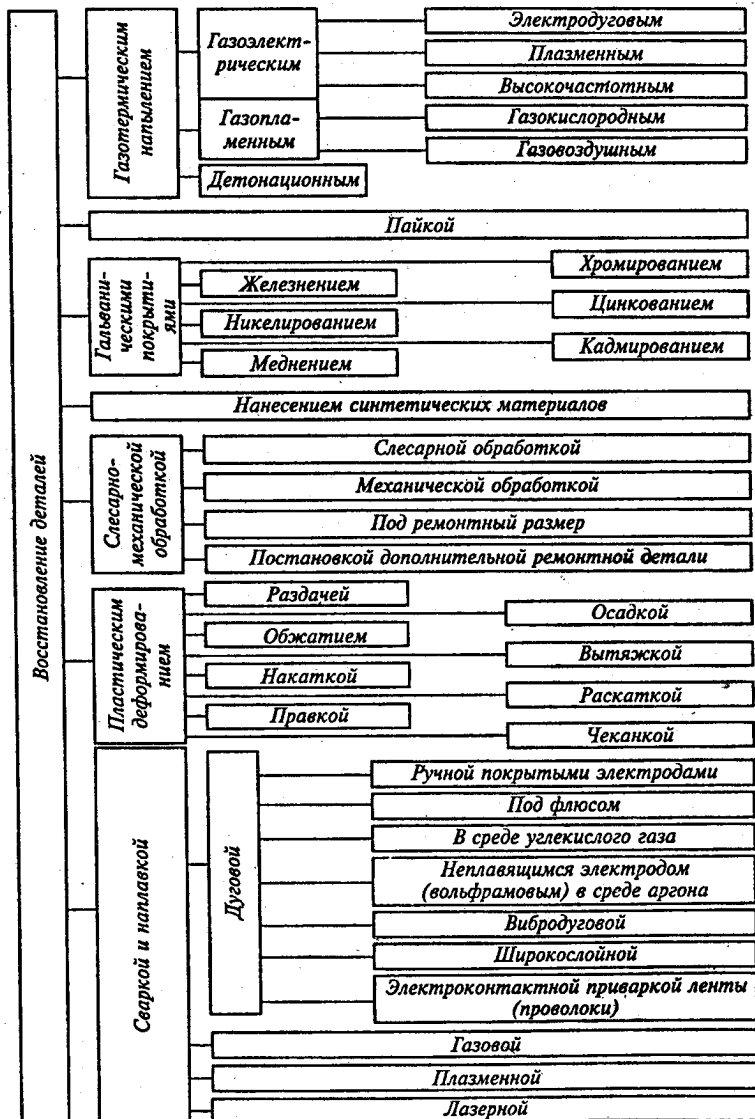


Рис. 1. Классификация способов восстановления

Таблица 1

Характеристики способов восстановления деталей

Показатели	Сварка ручная			Наплавка механизированная			Электролитические покрытия		Пластическое деформирование	Обработка под ремонтный размер	Постановка дополнительной детали
	Электродуговая	Газовая	Аргондуговая	Под слоем флюса	Вибродуговая	В среде CO ₂	Хромирование	Железные			
Коэффициент износостойкости (по отношению к стали 45, закаленной ТВЧ)	0,7	0,7	0,7	0,91	1,0	0,72	1,67	0,91	1,0	0,95	0,9
Коэффициент выносливости (по отношению к образцам из стали 45)	0,6	0,7	0,7	0,87	0,62	0,9	0,97	0,82	0,9	0,9	0,9
Коэффициент сцепления	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,65	1,0	1,0	1,0
Коэффициент долговечности	0,42	0,49	0,49	0,7	0,62	0,63	1,73	0,58	0,9	0,86	0,81
Расчетная толщина покрытия, мм	5,0	3,0	4,0	3-4	2-3	2-3	0,3	0,5	2,0	2,0	5,0
Расход материалов, кг/м ²	48	38	36	38	31	30	21	23	-	-	-
Трудоемкость восстановления, ч/м ²	60	72	56	30	32	28	54,6	18,6	36,2	16,7	148
Энергоемкость восстановления, кВт·ч/м ²	-	80	520	286	234	256	324	121	126	121	121
Производительность процесса, м ² /ч	0,016	0,014	0,018	0,033	0,031	0,036	0,018	0,054	0,028	0,06	0,007

§ 2. СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

2.1. Слесарно-механическое доведение деталей под ремонтный размер

Если термически обработанный поверхностный слой детали при механической обработке детали во время изменения ее размера не будет утрачен, то обработка поверхностей детали под ремонтный размер может считаться эффективной. Дефекты поверхности у дорогостоящей детали соединения ликвидируются механической обработкой до заданного ремонтного размера (к примеру, шейки коленчатого вала), а другую (более простую и менее дорогостоящую деталь) замещают новой надлежащего размера (вкладыши). При этом поверхности детали, образующие посадку, будут обладать размерами, отличными от первоначальных, а соединению будет придана первоначальная посадка (зазор или натяг). При сохранении качества исправленных блоков цилиндров и шатунов, использование вкладышей ремонтного размера (увеличенных на 0,5 мм) даст возможность уменьшить трудоемкость и цену ремонта.

Завод-изготовитель определяет ремонтные размеры детали и допуски на них (рис. 2).

Восстановление деталей под ремонтные размеры характеризуется:

- простотой и доступностью,
- малой трудоемкостью (в 1,5–2,0 раза меньше, чем при сварке и наплавке),
- значительной экономической эффективностью,
- сохранением взаимозаменяемости деталей в пределах ремонтного размера.

Недостатки способа восстановления деталей под ремонтные размеры:

- увеличение номенклатуры запасных частей,
- усложнение организации процессов хранения деталей на складе,
- усложнение комплектования и сборки.

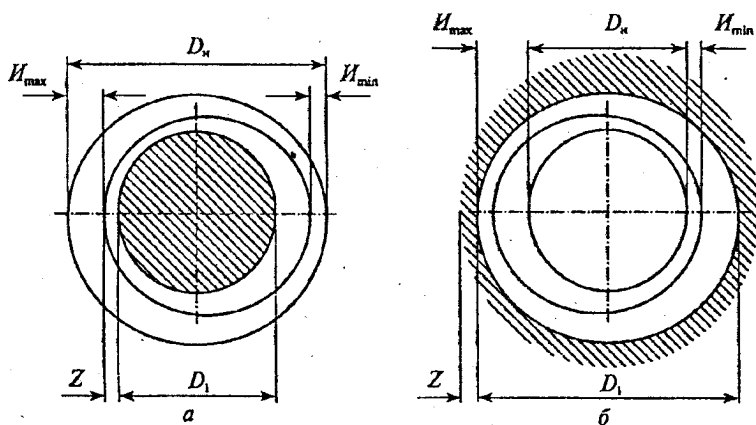


Рис. 2. Схема к расчету ремонтных размеров:
 а — для вала; б — для отверстия

$$D_i = D_H \pm 2i (\beta I_{max} + z) ,$$

где D_i — i -й ремонтный размер, мм;

D_H — номинальный размер, мм;

i — номер ремонтного размера ($i=1-n$);

β — коэффициент неравномерности износа;

I_{max} — максимальный односторонний износ, мм;

z — припуск на механическую обработку на сторону, мм.

$$\beta = I_{max} / (I_{max} - I_{min}) ,$$

где I_{min} — минимальный односторонний износ, мм.

Число ремонтных размеров:

для вала

$$n = (D_H - D_{min}) / \gamma ;$$

для отверстия

$$n = (D_{max} - D_H) / \gamma ;$$

где $\gamma = 2(\beta I_{max} + z)$ — ремонтный интервал;

D_{min} , D_{max} — соответственно минимально допустимый диаметр для вала и максимально допустимый диаметр для отверстия, определяемые из условия прочности или нарушения толщины термообработанного слоя.

Ремонтный интервал зависит:

— от величины износа поверхности детали за межремонтный пробег автомобиля,

— от припуска на механическую обработку.

Соответствующими руководствами по ремонту и техническими условиями должны быть регламентированы значения ремонтных интервалов.

2.2. Постановка дополнительной ремонтной детали

Для восстановления резьбовых и гладких отверстий в корпусных деталях, шеек валов и осей, зубчатых зацеплений, изношенных плоскостей применяют способ дополнительных ремонтных деталей (сокращенно — ДРД).

Изношенная поверхность, при восстановлении детали, обрабатывается под больший (отверстие) или меньший (вал) размер и на нее устанавливается специально изготовленная ДРД: ввертыш, втулка, насадка, компенсирующая шайба или планка (рис. 3). Крепление ДРД на основной детали произ-

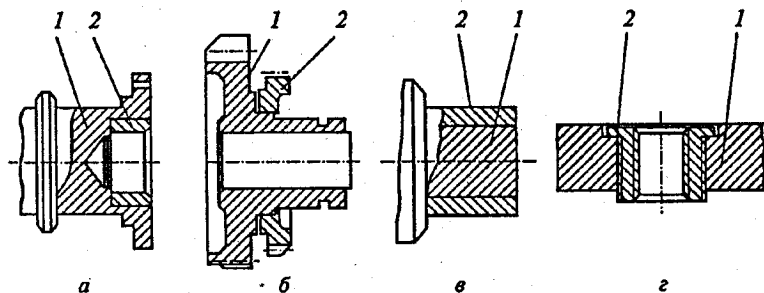


Рис. 3. Восстановление изношенных отверстий (а), шестерен (б), шеек цапф (в), резьб (г) постановкой дополнительных деталей:

1 — изношенная деталь; 2 — дополнительная деталь

водится напрессовкой с гарантированным натягом, приваркой, стопорными винтами, клеевыми композициями, на резьбе. При выборе материала для дополнительных деталей следует учитывать условия их работы и обеспечивать срок службы до очередного ремонта. После установки рабочие поверхности дополнительных деталей обрабатываются под номинальный размер с соблюдением требуемой точности и шероховатости.

Усилие запрессовки F подсчитывают по формуле:

$$F = f \pi d L p,$$

Где $f \approx 0,08-0,10$ — коэффициент трения;

d — диаметр контактирующих поверхностей, мм;

L — длина запрессовки, мм;

p — удельное контактное давление сжатия, кгс/мм².

Диаметр контактирующей поверхности:
для вала

$$d = d_{H.O.},$$

для втулки

$$d = d_{B.O.} + 2\delta,$$

где $d_{H.O.}$, $d_{B.O.}$ — соответственно нижнее и верхнее предельные отклонения вала и втулки, мм;

δ — толщина втулки, мм.

Значение минимально допустимой толщины втулки определяют из условия прочности

$$\delta = p n d / (2[\sigma]),$$

где $n = \sigma_T / [\sigma]$ — запас прочности;

$[\sigma]$ — допускаемое напряжение, кгс/см²;

σ_T — предел текучести для материала втулки, кгс/см².

К расчетной толщине втулки σ необходимо прибавить припуск на ее механическую обработку после запрессовки.

Удельное контактное давление сжатия между деталями

$$p = 10^{-3} \Delta / [D(C_1/E_1 + C_2/E_2)],$$

где Δ — максимальный расчетный натяг, мкм;
 C_1 и C_2 — коэффициенты охватываемой и охватывающей детали;
 E_1 и E_2 — модули упругости материала охватываемой и охватывающей детали, кгс/мм².

$$C_1 = [(d^2 + d_o^2) (d^2 - d_o^2)] - \mu_1,$$

$$C_2 = [(D^2 + d^2) (D^2 - d^2)] - \mu_2,$$

где d_o — диаметр отверстия охватываемой детали (для вала $d_o=0$), мм;

D — наружный диаметр охватывающей детали, мм;

μ_1 и μ_2 — коэффициенты Пуассона для охватываемой и охватывающей детали (для стали — 0,3; для чугуна — 0,25).

Если для постановки ДРД используются тепловые методы сборки, то температуру нагрева охватывающей детали или охлаждения охватываемой детали определяют по формуле

$$T = 10^{-3}K(\Delta + S)/(\alpha d),$$

где $K = 1,15-1,30$ — коэффициент, учитывающий частичное охлаждение или нагрев при сборке;

S — гарантированный зазор, мкм;

α — коэффициент линейного расширения охватывающей детали при нагреве или охватываемой при охлаждении.

2.3. Использование фигурных вставок для заделки трещин в корпусных деталях

Можно устранить трещины в корпусных деталях (головках и блоках цилиндров двигателей, картерах коробок передач, задних мостах и других деталях) следующими двумя видами фигурных вставок (рис. 4).

Уплотняющие вставки (рис. 4, а) применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей.

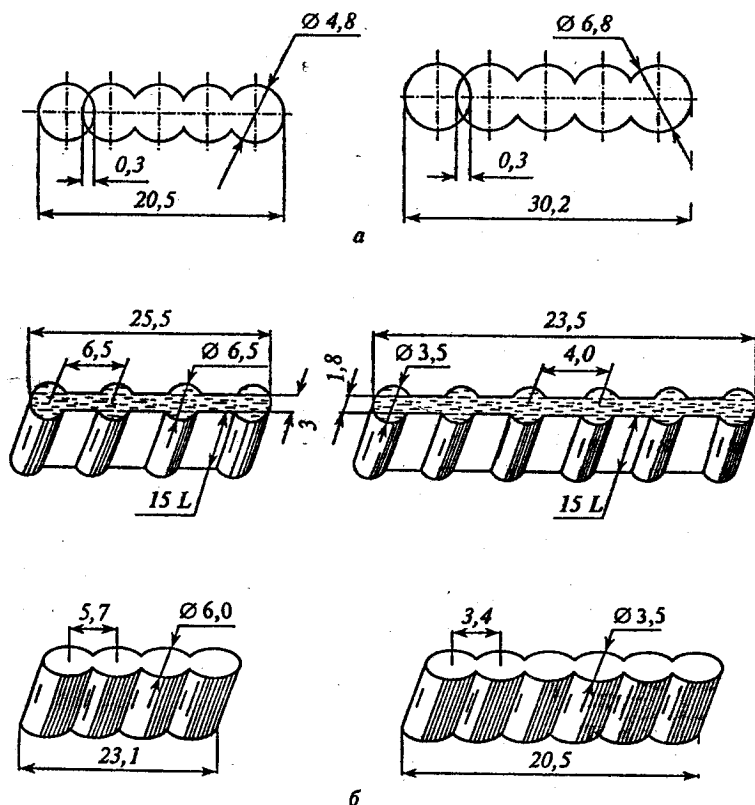


Рис. 4. Фигурные вставки:
 а — уплотняющие; б — стягивающие

Для тонкостенных деталей используют вставки диаметром 4,8 мм, а для деталей с толщиной стенок 12–18 мм — 6,8 мм. Для установки уплотняющей фигурной вставки сверлят отверстия диаметром 4,8 или 6,8 мм на глубину 3,5 или 6,5 мм за пределами конца трещины на расстоянии 4–5 или 5–6 мм соответственно. Затем, используя специальный кондуктор (рис. 5), последовательно вдоль трещины сверлят такие же отверстия. Через каждые пять отверстий (рис. 6) сверлят отверстия поперек трещины — по два с каждой стороны. Отверстия продувают сжатым воздухом, обезжирива-

ют ацетоном, смазывают эпоксидным составом, устанавливают и расклепывают фигурные вставки. Вставки диаметром 6,8 мм помещают в отверстие в два ряда.

Стягивающие вставки (рис. 4, б) используют для стягивания боковых кромок трещины на толстостенных деталях. В деталях сверлят по кондуктору перпендикулярно трещине четыре или шесть отверстий (по два или три отверстия с каждой стороны) диаметром, соответствующим диаметру вставки, с шагом, большим на 0,1–0,3, и глубиной 15 мм. Перемычку между отверстиями удаляют специальным пробойником в виде пластины шириной 1,8 или 3,0 мм в зависимости от размеров вставки. В паз запрессовывают фигурную вставку, ее расклепывают и зачищают (опиливанием или переносным вращающимся абразивным кругом) этот участок заподлицо.

Фигурные вставки устанавливаются в несколько слоев до полного закрытия паза с последующим расклепыванием каждого слоя. Фигурные вставки изготавливают способом волочения в виде фасонной ленты из ст. 20, ст. 3.

Качество заделки трещины проверяют на герметичность на стенде в течение 3 мин при давлении 0,4 МПа.

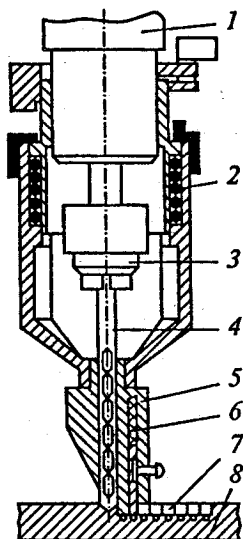


Рис. 5. Кондуктор для сверления отверстий под фигурные вставки:
 1 — шпиндель сверлильной машины;
 2 — приспособление для сверления;
 3 — патрон; 4 — сверло; 5 — кондуктор;
 6 — фиксаторы; 7 — просверленные отверстия; 8 — деталь

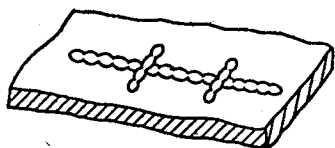


Рис. 6. Схема установки уплотняющей и стягивающей вставок

Для выполнения работ по заделке трещин с использованием фигурных вставок используют следующее оборудование: сверлильную машину или электрическую дрель; шлифовальную машину или станок обдирочно-шлифовальный; клепальный молоток; пистолет для обдува детали сжатым воздухом; емкости с ацетоном и с составом на основе эпоксидной смолы.

2.4. Применение спиральных вставок для восстановления резьбовых поверхностей

Один из способов восстановления изношенной или поврежденной резьбы — это установка резьбовой спиральной вставки. Эти вставки увеличивают надежность резьбовых соединений деталей, особенно изготовленных из алюминия и чугуна. Спиральные вставки изготавливают из коррозионно-стойкой проволоки ромбического сечения в виде пружинящей спирали (рис. 7).

Технологический процесс восстановления резьбовой поверхности включает:

— рассверливание отверстия (см. табл. 34) с применением накладного кондуктора и снятие фаски ($1 \times 45^\circ$). Смещение осей отверстий не более 0,15 мм, перекося осей отверстий не более 0,15 мм на длине 100 мм;

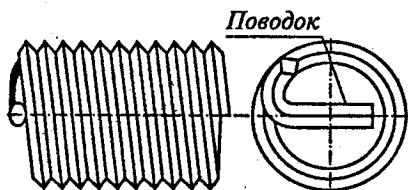


Рис. 7. Резьбовая спиральная вставка

— нарезание резьбы в рассверленном отверстии детали (см. табл. 34). Скорость резания 4–5 м/мин, частота вращения 60–80 мин⁻¹;

— установка резьбовой вставки в деталь: установить резьбовую вставку в монтажный инструмент (рис. 8, а); ввести стержень инструмента в резьбовую вставку так, чтобы ее технологический поводок вошел в паз нижнего конца стержня; завернуть вставку в отверстие наконечника инструмента, а затем с помощью инструмента в резьбовое отверстие детали (рис. 8, б);

— вынуть инструмент и удалить (посредством удара бородка) технологический поводок резьбовой вставки;

— контроль качества восстановления резьбы с помощью «проходного» и «непроходного» калибра или контрольного болта. При контроле резьбовая вставка не должна вывертываться вместе с калибром (контрольным болтом).

Проходной калибр, завернутый на всю длину вставки, не должен отклоняться более чем на 0,5 мм в любую сторону. Непроходной резьбовой калибр соответствующего размера не должен ввертываться в установленную в деталь вставку. Резьбовая вставка должна утопаться в резьбовом отверстии не менее чем на один виток резьбы. Выступание ее не допускается.

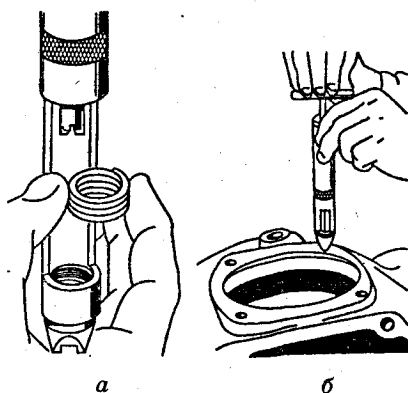


Рис. 8. Установка резьбовой вставки:

а — в монтажный инструмент; б — в резьбовое отверстие детали

2.5. Восстановление посадочных отверстий свертными втулками

Восстанавливают свертными втулками посадочные отверстия под подшипники качения. Технологический процесс включает в себя следующие операции:

— изготовление заготовки свертной втулки. Заготовки свертных втулок получают резкой стальной ленты на полосы шириной H и длиной $L = 1 + 3-5$ мм. Толщина ленты зависит от износа детали (табл. 2). Длина и ширина заготовки свертной втулки:

$$l = \pi (d_{max} - \lambda + \delta),$$

$$H = B(1 + \psi/100),$$

где l — длина заготовки свертной втулки, мм;

d_{max} — максимальный диаметр расточенного отверстия, мм;

λ — номинальная толщина ленты (табл. 2), мм;

δ — допуск на толщину ленты, мм;

H — ширина заготовки свертной втулки, мм;

B — ширина восстанавливаемой поверхности, мм;

ψ — величина относительной осевой деформации (числовые значения приведены в табл. 2);

Таблица 2

Параметры стальной ленты в зависимости от износа восстанавливаемого отверстия

Увеличение диаметра ремонтируемого отверстия, мм	Номинальная толщина ленты, мм	Относительная осевая деформация ленты при свертывании, %
До 0,5	0,8	15,2
0,5-0,7	1,0	13,2
0,7-1,0	1,2	12,5
1,0-1,2	1,4	11,5
1,2-1,4	1,6	10,2

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

— свертывание втулки из заготовки путем ее сгиба на специальных приспособлениях. После свертывания втулки с одного из ее торцов снимают фаску;

— подготовка ремонтируемого отверстия под свертную втулку: растачивание отверстия; нарезка на обработанной поверхности винтообразной канавки треугольного профиля;

— установка втулки в ремонтируемое отверстие с помощью специальной оправки, которая крепится в пиноли задней бабки токарного станка (рис. 9);

— раскатка втулки специальным раскатником (рис. 10) на режимах: окружная скорость 50–70 м/мин, подача 0,3–0,4 мм/об;

— обработка фаски в соответствии с чертежом на новую деталь.

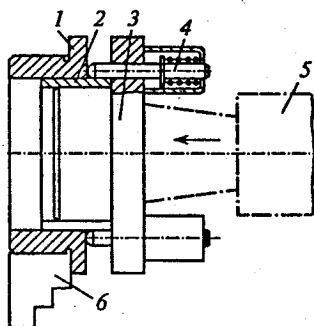


Рис. 9. Схема установки свертной втулки в отверстие детали на токарном станке:
1 — деталь; 2 — свертная втулка; 3 — оправка;
4 — штифты; 5 — пиноль задней бабки; 6 — патрон станка

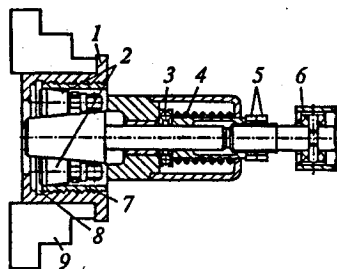


Рис. 10. Схема раскатки свертной втулки:
1 — деталь; 2 — ролики;
3 — подшипник упорный;
4 — пружина; 5 — регулировочные гайки; 6 — шарнирный хвостовик; 7 — свертная втулка; 8 — канавка;
9 — кулачок патрона токарного станка

§ 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

3.1. Процесс восстановления деталей способом пластической деформации

Способ пластического деформирования основан на способности деталей изменять форму и размеры без разрушения путем перераспределения металла под давлением, т. е. основан на использовании пластических свойств металла деталей. Особенность способа — это перемещение металла с нерабочих поверхностей детали на изношенные рабочие поверхности при постоянстве ее объема. Пластическому деформированию могут подвергаться детали в холодном или в нагретом состоянии в специальных приспособлениях на прессах.

Стальные детали твердостью до HRC 30 (низкоуглеродистые стали), а также детали из цветных металлов и сплавов обычно деформируют в холодном состоянии без предварительной термообработки. При холодном деформировании наблюдается упрочнение металла детали, т. е. происходит наклеп, который повышает предел прочности и твердости металла при одновременном понижении ее пластических свойств. Этот процесс требует приложения больших усилий. Поэтому при восстановлении деталей очень часто их нагревают.

В нагретом состоянии восстанавливают детали из средне- и высокоуглеродистых сталей. При восстановлении деталей необходимо учитывать верхний предел нагрева и температуру конца пластического деформирования металла. Относительно низкая температура конца деформирования металла может привести к наклепу и появлению трещин в металле. В табл. 3 приведены интервалы горячей обработки металлов давлением. В зависимости от конструкции детали, характера и места износа нагрев может быть общим или местным.

Процесс восстановления размеров деталей состоит из операций:

— подготовка — отжиг или отпуск обрабатываемой поверхности перед холодным или нагрев их перед горячим деформированием;

Таблица 3

**Интервалы температур горячей обработки
металлов давлением, °С**

Материал детали	Обработка	
	Начало	Окончание
Сталь с содержанием углерода, %:		
< 0,3	1200-1150	800-850
0,3-0,5	1150-1100	800-850
0,5-0,9	1100-1050	800-850
Сталь:		
низколегированная	1100	825-850
среднелегированная	1100-1150	850-875
высоколегированная	1150	875-900
Медные сплавы:		
бронза	850	700
латунь ЛС59	750	600

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

— деформирование — осадка, раздача, обжатие, вытяжка, правка, электромеханическая обработка и др.;

— обработка после деформирования — механическая обработка восстановленных поверхностей до требуемых размеров и при необходимости термическая обработка;

— контроль качества.

3.2. Восстановление методами пластического деформирования размеров изношенных поверхностей деталей

Осадку (рис. 11, а) используют для увеличения наружного диаметра сплошных и полых деталей, а также для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет сокращения их высоты (бронзовые втулки и др.). Допускается уменьшение высоты втулок на 8-10%.

При осадке направление действия внешней силы Р перпендикулярно к направлению деформации θ . Для сохране-

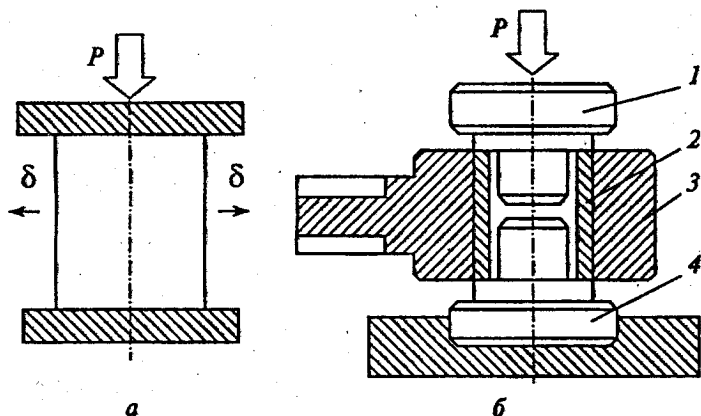


Рис. 11. Пластическое деформирование осадкой:
 а — принципиальная схема; б — осадка давлением втулки
 верхней головки шатуна; 1, 4 — оправки; 2 — втулка;
 3 — шатун

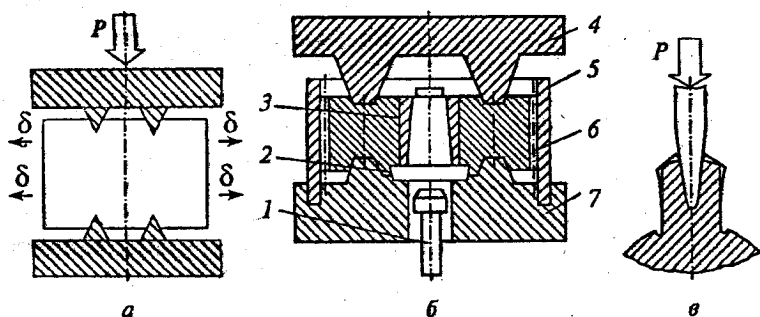


Рис. 12. Пластическое деформирование вдавливанием:
 а — принципиальная схема; б — восстановление зубчатых
 колес; в — восстановление изношенной части шлица; 1 —
 выталкиватель; 2 — центрирующий конус; 3 — разрезная
 коническая пружинящая втулка; 4 — пуансон; 5 — ограничи-
 тельное кольцо; 6 — зубчатое колесо; 7 — матрица

ния формы отверстий, канавок и прорезей перед осадкой в них вставляют стальные вставки. Осадку втулок из цветных металлов производят в специальных приспособлениях гидравлическими прессами (рис. 11, б). В специальных штампах при нагреве до температурыковки осадкой восстанавливают шейки, расположенные на концах стальных валов.

Вдавливание (рис. 12, а) отличается от осадки тем, что высота детали не изменяется, а увеличение ее диаметра происходит за счет выдавливания металла из нерабочей части. Вдавливанием восстанавливают тарелки клапанов двигателей, зубчатые колеса (рис. 12, б), боковые поверхности шлицев на валах (рис. 12, в) и т.д. Шлицы прокатывают по направлению их продольной оси заостренным роликом, который внедряется в металл и разводит шлиц на 1,5–2,0 мм в сторону. Инструментом служат ролики диаметром 60 мм с радиусом заострения около 0,4 мм. Нагрузка на ролик составляет 2,0–2,5 кН.

Раздачу (рис. 13, а) применяют для увеличения наружного диаметра пустотелых деталей (втулки, поршневые пальцы и др.) при практически неизменяемой ее высоте. Изменение наружного диаметра детали происходит за счет увеличения ее внутреннего диаметра. При раздаче через отверстие детали продавливают шарик (рис. 13, б) или специальную оправку (рис. 13, в). На увеличение диаметра влияет материал детали, температура раздачи, величина износа и размеры. При этом возможны укорочение детали и появление в ней трещин.

Обжатием (рис. 14, а) восстанавливают детали с изношенными внутренними поверхностями за счет уменьшения наружных размеров, которые не имеют для них значения (корпуса насосов гидросистем, проушины рычагов, вилок и др.). Обжатие осуществляют в холодном состоянии под прессом в специальном приспособлении (рис. 14, б). Втулку проталкивают через матрицу, которая имеет сужающее входное отверстие под углом 7–8°, калибрующую часть и выходное отверстие, расширяющееся под углом 18–20°. Калибрующая часть матрицы позволяет уменьшить внутренний диаметр детали на величину износа с учетом припуска на развертывание до требуемого размера. Наружный размер восстанавливают одним из способов наращивания.

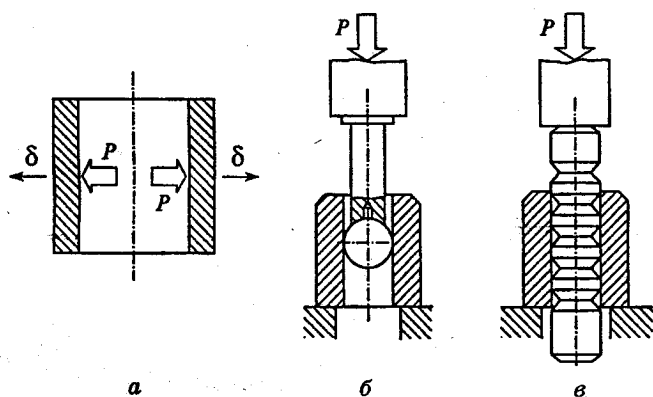


Рис. 13. Пластическое деформирование раздачей:
 а — принципиальная схема; б — объемная раздача шариком;
 в — объемная раздача оправкой

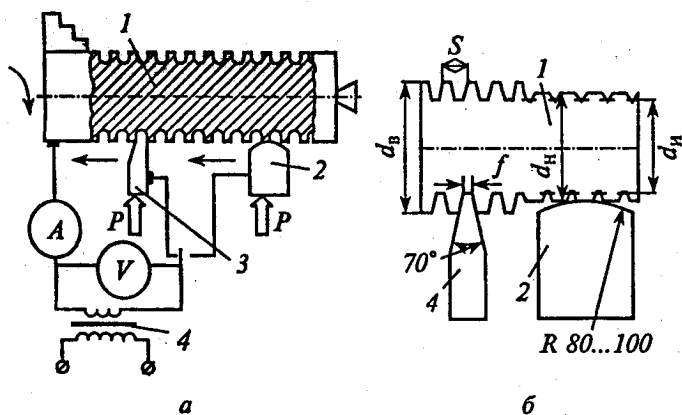


Рис. 14. Пластическое деформирование обжатием:
 а — принципиальная схема; б — приспособление для обжатия
 втулок; 1 — опорная втулка; 2 — матрица; 3 — восстанавлива-
 емая втулка; 4 — оправка

После восстановления детали должны быть проверены на отсутствие трещин.

Накатка основана на вытеснении рабочим инструментом материала с отдельных участков изношенной поверхности детали (рис. 15). Способ позволяет увеличивать диаметр накатываемой поверхности детали на 0,3–0,4 мм и применяется для восстановления изношенных посадочных мест под подшипники качения. К типовым деталям, подлежащим ремонту объемной накаткой, относятся чашка коробки дифференциала, валы коробки передач, поворотные цапфы и т. п. Накатке подвергаются детали без термической обработки, с обильной подачей индустриального масла. Рекомендуется применять для деталей, которые воспринимают контактную нагрузку не более 70 кгс/см². Детали, имеющие твердость HRC < 32, можно восстанавливать в холодном состоянии. При накатке детали необходимо соблюдать условие

$$nt = \pi d,$$

где n — число зубьев инструмента;

t — шаг накатки, мм;

π — диаметр восстанавливаемой поверхности, мм.

В качестве инструмента для накатки используют рифленный цилиндрический ролик или обойму с шариками, устанавливаемые на суппорте токарного станка. Режимы накатки (м/мин): скорость для роликов из стали — 8–20, чугуна — 10–15, латуни и бронзы 30–50, алюминия — до 90; подача для стали твердостью HB 270–300: продольная — 0,6, поперечная — 0,15–1 мм. Число проходов зависит от материала детали, шага и толщины выдавливаемого слоя металла.

Электромеханическая обработка предназначена для вос-

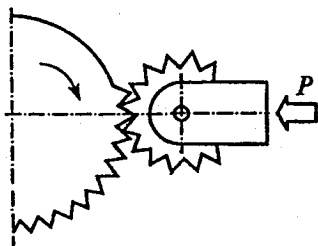


Рис. 15. Принципиальная схема пластического деформирования накаткой

становления поверхностей деталей неподвижных сопряжений и состоит в искусственном нагреве металла электрическим током в зоне деформации, что способствует повышению пластических свойств металла. Схема обработки приведена на рис. 16, а. Процесс состоит из двух операций (рис. 16, б): высадки металла и сглаживания выступов до необходимого размера.

Обработку ведут на токарном станке. В резцедержатель суппорта закрепляют специальную оправку с рабочим инструментом. Деталь и инструмент подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора. При вращении детали к ней прижимают инструмент, который имеет продольную подачу S , которая должна быть в 3 раза больше контактной поверхности пластины. Через зону контакта детали и инструмента (площадь контакта мала) пропускают ток 350–700 А напряжением 1–6 В. Деталь мгновенно нагревается до 800–900 °С и легко деформируется инструментом. Обработка осуществляется с охлаждением, что способствует закалке поверхностного слоя.

В качестве высаживающего и сглаживающего инструмента используют пластину или ролик из твердого сплава (для высаживания заостренная, а для сглаживания закругленная). При выдавливании образуются выступы, аналогичные резьбе. Диаметр детали увеличивается от d_u до d_o . Сгла-

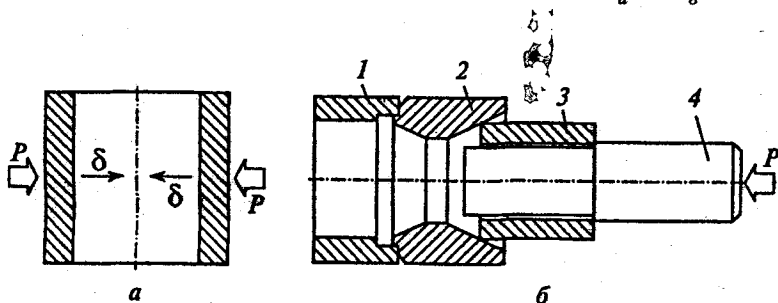


Рис. 16. Пластическое деформирование электромеханической обработкой:

- а — схема обработки; б — схема высадки и сглаживания;
1 — деталь; 2 — сглаживающая пластина; 3 — высаживающая пластина; 4 — понижающий трансформатор

живание поверхности осуществляют до d_n . Ширина сглаживающей пластинки в 3–5 раз больше подачи.

После обработки детали поверхность прерывистая, а площадь контакта с сопрягаемой деталью уменьшается. Предельное уменьшение площади контакта допускается 20%. Увеличение диаметра незакаленных деталей возможно на 0,4 мм, а закаленных — на 0,2 мм.

3.3. Восстановление формы деталей

Во время эксплуатации у многих деталей появляются остаточные деформации: изгиб, скручивание, коробление и вмятины (валы, оси, рычаги, рамы, балки и др.). Для устранения этих дефектов используют правку. В зависимости от степени деформации и размеров детали применяют механический, термомеханический и термический способы правки.

При механической правке используют два способа: давлением и наклепом.

Механическая правка давлением может производиться в холодном состоянии или с нагревом. Правку в холодном состоянии осуществляют у валов диаметром до 200 мм в том случае, если величина (стрела) прогиба не превышает 1 мм на 1 м длины вала (рис. 17). За размер стрелы прогиба принимают половину числового значения биения вала, показываемого индикатором. Для правки вал 4 ставят на при-

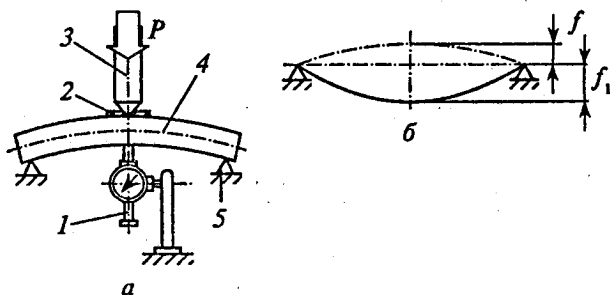


Рис. 17. Схемы холодной правки вала:

а — монтажная; б — расчетная: 1 — индикатор; 2 — прокладка; 3 — нажимной шток; 4 — вал; 5 — опоры

змы или опоры 5 винтового или гидравлического пресса выпуклой стороной вверх и перегибают нажимом штока 3 пресса через прокладку 2 из цветного сплава так, чтобы обратная величина прогиба была в 10–15 раз больше того прогиба f , который имел вал до правки. Точность правки контролируют индикатором 1.

Пресс выбирают по усилию правки, которое рассчитывают по формуле

$$P = 6,8\sigma Td^3/(10^3l),$$

где P — усилие правки, кН;

σT — предел текучести материала вала, МПа;

d — диаметр сечения вала, м;

l — расстояние между опорами, м.

Недостатки механической холодной правки — это опасность обратного действия, снижения усталостной прочности и несущей способности детали. Опасность обратного действия вызвана возникновением неуравновешенных внутренних напряжения, которые с течением времени, уравниваясь, приводят к объемной деформации детали.

Ухудшение усталостной прочности деталей происходит за счет образования в ее поверхностных слоях мест с растягивающими напряжениями, причем снижение усталостной прочности достигает 15–40%.

Для повышения качества холодной правки применяют следующие способы: выдерживание детали под прессом в течение длительного времени; двойная правка детали, заключающаяся в первоначальном перегибе детали с последующей правкой в обратную сторону; стабилизация правки детали последующей термообработкой. Последний способ дает лучшие результаты, но при нагреве может возникнуть опасность нарушения термической обработки детали, кроме того, он дороже первых двух.

Механическая горячая правка производится при необходимости устранения больших деформаций детали и осуществляется при температуре 600–800 °С. Нагревать можно как часть детали, так и всю деталь. Правка завершается термической обработкой детали.

Правка наклепом (чеканкой) не имеет недостатков, присущих правке давлением. Она обладает простотой и неболь-

шой трудоемкостью. При правильной чеканке достигаются: высокое качество правки детали, которое определяется стабильностью ее во времени; высокая точность правки (до 0,02 мм); отсутствие снижения усталостной прочности детали; возможность правки за счет ненагруженных участков детали (рис. 18).

В качестве инструмента для чеканки применяются пневматические или ручные молотки. От наносимых ударов в поверхностном слое детали возникают местные напряжения сжатия, которые вызывают устойчивую деформацию детали.

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

Термический способ правки заключается в нагревании ограниченных участков детали (вала) с выпуклой стороны. В результате нагревания металл стремится расшириться. Противодействие соседних холодных участков приводит к появлению сжимающих усилий. Выправление вала происходит под действием стягивающих усилий, которые являются результатом пластического упрочнения волокон. Эффективность правки зависит от степени закрепления концов детали — при жестком закреплении прогиб устраняется в 5–10 раз быстрее, чем при незакрепленных концах балки. Оптимальная температура нагрева стальных деталей составляет 750–850°C.

При термомеханическом способе правки осуществляют равномерный прогрев детали по всему деформированному сечению с последующей правкой внешним усилием. Нагрев

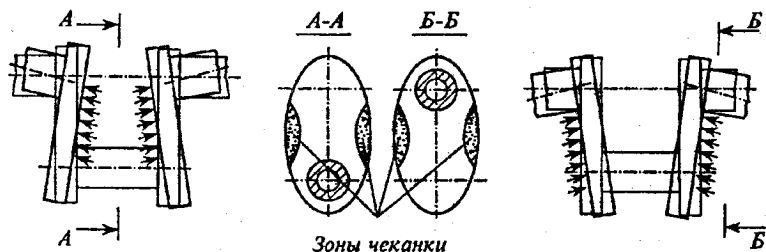


Рис. 18. Правка коленчатого вала наклепом (чеканкой)

осуществляется газовыми горелками до температуры отжига (750–800 °С).

Правка и рихтовка без нагрева вмятин капотов, крыльев применяется, если толщина их стенок не превышает 1 мм.

Процесс предварительного выравнивания вмятин происходит выбиванием вогнутой части детали до получения у нее правильной формы, его называют выколоткой. Процесс окончательного выравнивания поверхности после выколотки называют рихтовкой. При правке вмятины под нее устанавливают поддержку 3 (рис. 19, а); ударами выколоточного молотка по вмятине выбивают ее до уровня неповрежденной части поверхности. Подравнивают деревянной или резиновой киянкой оставшиеся после выколотки бугорки. При правке вмятин соблюдают следующие требования: глубокие вмятины без острых загибов и складок выравнивают, начиная с середины и постепенно перенося удары к краю; вмятины с острыми углами выбивают, начиная с острого угла или с выправки складки; пологие вмятины выправляют с краев, постепенно перенося удар к середине.

Рихтовка может быть ручная и механизированная. Ручную рихтовку выполняют рихтовальными молотками и поддержками, которые подбирают по профилю восстанавливаемых панелей. Под растянутую поверхность подставляют поддержку 3 (рис. 19, б), которую одной рукой прижимают к

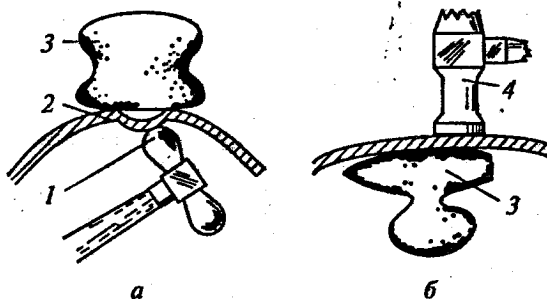


Рис. 19. Выколотка и рихтовка вмятин:

а — выколотка; б — рихтовка; 1 — выколотка; 2 — вмятина;
3 — поддержка; 4 — рихтовальный молоток

панели. По лицевой стороне восстанавливаемой поверхности наносят частые удары рихтовальным молотком 4 так, чтобы они попадали на поддержку. При этом удары постепенно переносят с одной точки на другую, осаживая бугорки и поднимая вогнутые участки. Рихтовку продолжают до тех пор, пока ладонь руки не перестанет ощущать шероховатость. При работе необходимо ударять всей плоскостью головки молотка. Удары острым краем головки оставляют насечки (рубцы), которые трудно удалить.

3.4. Восстановление поверхностным пластическим деформированием механических свойств деталей

Обработка поверхностным пластическим деформированием (ППД) — это вид обработки давлением, при которой с помощью различных инструментов для рабочих тел пластически деформируется поверхностный слой материала обрабатываемой детали; применяется при восстановлении деталей из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов, обладавших достаточной пластичностью.

В результате обработки ППД достигается: сглаживание шероховатости поверхности; упрочнение поверхности; калибрование; образование новой геометрической формы поверхности; стабилизация остаточных напряжений структурного состояния.

При обработке ППД с осевым перемещением деформирующих роликов пластическое деформирование начинается впереди роликов, на некотором расстоянии от поверхности.

В зоне контакта деформирующих роликов с обрабатываемой поверхностью образуется заторможенный (защемленный) клиновидный объем металла, способствующий направленному поверхностному пластическому деформированию. Металл, в основном, перемещается в окружном направлении. Внутри выступов микронеровностей наблюдается осевое течение металла. Вершины неровностей пластически деформируются, и происходит смыкание впадин. Уровень расположения впадин практически сохраняется постоянным.

Роликовые деформирующие инструменты и устройства различаются по виду обрабатываемой поверхности, кинема-

тике процесса, форме, размерам, количеству деформирующих элементов, характеру контакта с обрабатываемой поверхностью, способу создания и стабильности усилий деформирования и др.

По способу создания усилий деформирования роликовые инструменты разделяются на регулируемые (жесткие) и самонастраивающиеся.

В регулируемых деформирующих инструментах усилие деформирования создается за счет натяга — разницы между диаметром обрабатываемой детали и настроечным диаметром инструмента. Обработка регулируемыми инструментами жестких деталей позволяет повысить точность размеров, а также исправить форму поверхности (овальность, конусность).

Самонастраивающиеся деформирующие инструменты рекомендуются применять при обработке маложестких деталей и материалов, подверженных перенаклепу. Они снабжены механизмом (пружинным, пневматическим, гидравлическим) для создания необходимого усилия деформирования и поддержания его в процессе обработки на определенном уровне; обеспечивают получение равномерного упрочнения поверхностного слоя и стабильной шероховатости поверхности.

В деформирующих инструментах и устройствах применяются стержневые и кольцевые ролики. Стержневые ролики применяют в многороликовом накатном инструменте сепараторного типа, служащем для накатывания деталей, имеющих форму цилиндра, конуса, а также для накатывания плоских кольцевых поверхностей, а кольцевые ролики — в инструментах для упрочняющей и калибрующей обработки деталей, имеющих концентраторы напряжений в виде галтелей, канавок, а также наружных цилиндрических поверхностей.

По кинематике движения деформирующие инструменты и устройства разделяются на простые и дифференциальные. Простые инструменты работают по схеме простого накатывания, деформирующий ролик совершает движение вокруг своей оси (материальной или геометрической). Дифференциальные инструменты характеризуются наличием единой опорной поверхности для всех деформирующих роликов, благодаря чему, кроме вращательного движения, они совершают переносное движение относительно обрабатываемой детали.

По характеру контакта с обрабатываемой поверхностью деформирующие инструменты разделяются на статические — непрерывного действия и ударные — импульсные. При обработке статическим инструментом контакт деформирующего ролика с обрабатываемой поверхностью осуществляется непрерывно под воздействием постоянного усилия деформирования. Инструменты ударного действия снабжены механизмами для прерывания контакта ролика с поверхностью детали.

Поверхностное пластическое деформирование цилиндрических отверстий роликовым инструментом осуществляется раскатками. Многороликовые регулируемые дифференцированные раскатки (рис. 20) применяются для обработки диаметров отверстий от 25 до 250 мм деталей, изготовленных из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов (с твердостью до 40 HRC). В них деформирующие ролики 1 расположены равномерно по окружности в сепараторе 3. Опорой роликов является конус 2, установленный на оправке 4. Осевое смещение сепаратора ограничено с одной стороны буртиками оправки, с другой — гайкой 5 и контргайкой 6, предназначенными для регулирования размеров раскатки. Пружина 9 служит для автоматического возврата

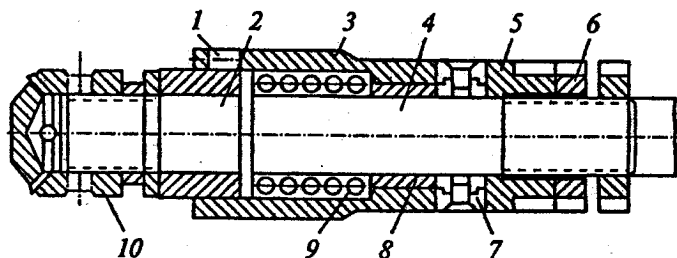


Рис. 20. Многороликовая регулируемая дифференциальная раскатка:

- 1 — деформирующие ролики; 2 — конус; 3 — сепаратор;
4 — оправка; 5, 10 — гайка; 6 — контргайка; 7 — подшипник;
8 — втулка; 9 — пружина

сепаратора с роликами в исходное положение после вывода раскатки из обрабатываемой детали. Для уменьшения трения сепаратора об оправку и исключения возможности задиров в сепараторе установлена втулка 8. Осевые усилия при обработке воспринимаются подшипником 7. От выпадания ролики предохраняются крышкой. Смазочно-охлаждающая жидкость подается через отверстия, имеющиеся в оправке и гайке 10, которая предназначена для крепления опорного конуса.

Перед обработкой раскатка регулировочной гайкой настраивается на определенный размер, и сепаратор с роликами и пружиной отводится до упора в крайнее левое положение. Детали или инструменту сообщается вращение, и раскатка вводится в обрабатываемое отверстие. Осевая подача инструмента или детали происходит за счет самоподачи или принудительного перемещения.

После обработки при выводе инструмента или детали ролики, сжимаемая пружину, смещаются на меньший диаметр опорного конуса, и инструмент свободно выходит из обработанного отверстия.

Минутная подача (S_m) при раскатывании равна

$$S_m = S_o n_p,$$

где S_o — подача на один оборот сепаратора с роликами относительно детали, мм;

n_p — угловая скорость раскатывания, мин⁻¹.

Подача на один оборот сепаратора с роликами относительно детали определяется по формуле

$$S_o = S_p z,$$

где S_p — подача на один ролик (расстояние между последовательными положениями двух соседних роликов на образующей детали), мм/рол;

z — число роликов на раскатке, ед.

Угловая скорость раскатывания

$$n_p = 1000 V_p / (\pi D),$$

где V_p — окружная скорость раскатывания, м/мин.

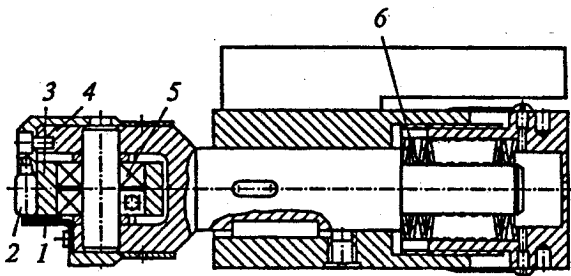


Рис. 21. Однороликовый накатник:

- 1 — упор; 2 — деформирующий ролик; 3 — опорный ролик;
4 — сепаратор; 5 — подшипник; 6 — пружина

Поверхностное пластическое деформирование наружных цилиндрических поверхностей роликовым инструментом (рис. 21) применяется как для сглаживающей, так и для упрочняющей обработки. Стержневой деформирующий ролик 2 устанавливается в сепараторе 4 и опирается на опорный ролик 3, смонтированный на подшипнике 5. От выпадания деформирующий ролик 2 удерживается упором 1. Усилие деформирования создается пружиной 6. Инструмент закрепляется на суппорте токарного станка.

Режимы обработки: скорость обкатывания — 60–100 м/мин; осевая подача 0,1–0,4 мм/об; усилие деформирования 50–500 кгс. После обкатывания достигается шероховатость 0,63–0,08 мкм, снимаемый припуск 0,005–0,02 мм.

При обработке ППД могут возникать дефекты поверхности:

- отслаивание металла (шелушение) в результате переклепа из-за неправильного выбора режима обработки;
- вмятины, риски, сколы, раковины из-за нарушения целостности рабочей поверхности деформирующего ролика;
- волнистость из-за неодинаковых диаметров рабочих роликов) и формы (из-за наличия концентраторов напряжений и неравномерности деталей).

§ 4. СВАРКА И НАПЛАВКА

4.1. Техника безопасности при выполнении сварочно-наплавочных работ

В зависимости от применяемого метода сварки и наплавки зависит организация рабочего места при выполнении работ по восстановлению деталей сваркой и наплавкой. Комплекс технически связанного между собой оборудования для выполнения сварочно-наплавочных работ называется постом, установкой (станком), линией. В комплексы в зависимости от оснащения входят: сварочное оборудование (источник питания, сварочный аппарат с приборами управления и регулирования процесса); технологические приспособления и инструмент; механическое и вспомогательное оборудование (транспортные, погрузочные и разгрузочные устройства); система управления.

Источники переменного тока — это сварочные трансформаторы (для ручной сварки и наплавки ТД-300, ТД-500, СТШ-500, механизированной — ТДФ-1001, ТДФ-1002 и др.) и специализированные установки на их основе, постоянного тока — сварочные выпрямители (для ручной сварки и наплавки ВД-201УЗ, ВД-306УЗ, ВД-401УЗ и др., механизированной — ВС-600, ВСЖ-303, ВДГ— 302 и др., универсальные — ВДУ-1201УЗ, ВДУ-1601 и др.; для многопостовой сварки — ВКСМ-100-1-1, ВДМ-1001 и др.), преобразователи (ПСО-300-2, ПСО-315М и др.) и агрегаты, специализированные источники на базе выпрямителей. Сварочные машины рекомендуется устанавливать в отдельном помещении, а на рабочем месте в этом случае должен находиться щиток для дистанционного управления.

В состав установки (станка) для сварки или наплавки, кроме электросварочного оборудования, входят: технические средства размещения и перемещения сварочных автоматов, головок, инструментов; технические средства размещения, закрепления и перемещения изделия (сварочные манипуляторы, позиционеры, кантователи, поворотные столы, вращатели); флюсовое оборудование (при сварке и наплавке под флюсом); вспомогательное оборудование и средства управления.

Вращатели — это шпиндельные устройства, предназначенные для вращения детали вокруг оси.

Основной частью комплекса оборудования для механизированной сварки и наплавки является сварочная и наплавочная аппаратура — полуавтоматы и автоматы.

На рабочем месте газосварщика устанавливают сварочный стол с подставкой для газосварочной горелки. На расстоянии 3–4 м от сварочного стола монтируют рампу с кислородным и ацетиленовым редукторами и шкаф для хранения шлангов и горелок. Ацетиленовый генератор, а также баллоны с кислородом и ацетиленом хранятся в отдельных помещениях.

К электрогазосварочным и наплавочным работам допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и специальное обучение, имеющие удостоверение на право выполнения указанных работ. Все сварщики, выполняющие дуговую и газовую сварку, должны ежегодно проходить проверку знаний.

Рабочий пост сварщика должен быть оборудован местной вытяжной вентиляцией для отсоса вредных паров, газов и аэрозолей, состоящих из окислов металлов и продуктов сгорания обмазок и флюсов.

Правильное и рациональное размещение рабочего места сварщика имеет большое значение в повышении безопасности сварочных работ, производительности труда и качества сварки. В целях защиты сварщиков, подсобных и вспомогательных рабочих от лучистой энергии, горящих поблизости сварочных дуг в постоянных местах сварки для каждого сварщика устраивают отдельные кабины площадью (2×2) – (2×3) 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 кабин 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. В помещениях с холодными полами, например, цементными на рабочих местах под ноги укладывают деревянные решетки или настилы.

При ручной дуговой сварке в кабине сварщика устанавливают сварочный стол или кондуктор, настенную полку для мелкого инструмента и приспособлений, стул со спинкой и другое оборудование. Кабина оборудуется местной вентиляцией.

Для предохранения глаз и лица сварщика от вредного воздействия 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 — 200–400 А, а также ЭС-100, ЭС-300, ЭС-500.

В целях исключения попадания под напряжение при замене электродов сварщик обязан пользоваться сухими брезентовыми рукавицами, которые одновременно защищают его руки от расплавленного металла и лучистой энергии дуги.

Большое значение для безопасности сварщика имеет проверка правильности проведения проводов к сварочным постам и оборудованию. Прокладка проводов к сварочным машинам по полу или земле, а также другим способом, при котором изоляция проводов не защищена и провод доступен для прикосновения, не разрешается. Ток от сварочных агрегатов к месту сварки передается гибкими изолированными проводами. Для предупреждения поражения электрическим током все оборудование должно быть заземлено.

Электроустановки, электрооборудование 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 флюсом режим работы должен быть таким, чтобы сварочная дуга была полностью закрыта слоем флюса. Убирают флюс флюсоотсосами, совками и скребками.

Сварочную дугу при вибродуговой наплавке и сварке закрывают специальными устройствами, в которых должно быть предусмотрено смотровое окно со светофильтром нужной плотности.

При выполнении газовой сварки соблюдаются те же правила безопасности, что и при дуговой. Однако при газовой сварке необходимо следить, чтобы в радиусе 5 м от рабочего места отсутствовали горючие материалы.

В местах хранения и вскрытия барабанов с карбидом кальция запрещено курить и применять инструмент, дающий при ударе искры. Барабаны с карбидом хранят в сухих прохладных помещениях. Вскрытие барабана разрешается только латунным ножом. Ацетилен при соприкосновении с медью образует взрывчатые вещества, поэтому применять медные инструменты при вскрытии карбида и медные припои при ремонте ацетиленовой аппаратуры нельзя. Ацетиленовые генераторы располагают на расстоянии не менее 10 м от открытого огня.

Баллоны с газами хранят и транспортируют только с навинченными на их горловины предохранительными колпаками и заглушками на боковых штуцерах вентилях. При транспортировании баллонов не допускаются толчки и удары. Переносить баллоны на руках запрещается. К месту сварочных работ их доставляют на специальных тележках или носилках.

Баллоны с газом устанавливают в помещении не ближе чем на 1 м от радиаторов отопления и не ближе чем на 10 м — от горелок и других источников тепла с открытым огнем.

Запрещено хранить баллоны с кислородом в одном помещении с баллонами горючего газа, с барабанами карбида кальция, лаками, маслами и красками.

При обнаружении на баллоне или вентиле следов жира или масла баллон немедленно возвращают на склад. Соседство масла и кислорода может привести к взрыву.

В целях безопасности в обращении кислородные баллоны окрашивают в синий цвет, ацетиленовые — в белый, а баллоны с пропанбутановыми смесями — в красный.

Ацетилен с воздухом образует взрывоопасные смеси, поэтому нужно следить, чтобы не было утечки газа и перед началом работы тщательно проветривать рабочее помещение.

Подъемно-транспортное оборудование с механическим приводом обязательно регистрируется в инспекции Гостехнадзора, которая проводит его техническое освидетельствование.

Подъемные устройства с ручным приводом, цепи и канаты проходят освидетельствование комиссией под руководством главного инженера ремонтного предприятия. Техническая проверка содержит осмотр оборудования, поднятие груза,

масса которого превышает на 10% грузоподъемность подъемного устройства по паспорту, на высоту 100 мм и выдержку в поднятом положении 10 мин. Цепи, канаты и чалочные устройства испытывают под двойным грузом. Результаты испытания заносятся в спецжурнал, а на кранах и других подъемных устройствах четко наносят краской предельную грузоподъемность и срок последующего освидетельствования.

К управлению кранами допускаются рабочие, имеющие специальные удостоверения на право работы на грузоподъемных средствах.

4.2. Сварка и наплавка. Общие сведения

На сварку и наплавку приходится от 40 до 80% всех восстановленных деталей. Такое широкое распространение этих способов обусловлено:

- простотой технологического процесса и применяемого оборудования;
- возможностью восстановления деталей из любых металлов и сплавов;
- высокой производительностью и низкой себестоимостью;
- получением на рабочих поверхностях деталей наращиваемых слоев практически любой толщины и химического состава (антифрикционные, кислотно-стойкие, жаропрочные и т.д.).

Нагрев до температуры плавления материалов, участвующих при сварке и наплавке, приводит к возникновению вредных процессов, которые оказывают негативное влияние на качество восстанавливаемых деталей. К ним относятся металлургические процессы, структурные изменения, образование внутренних напряжений и деформаций в основном металле деталей.

В процессе сварки и наплавки происходит окисление металла, выгорание легирующих элементов, насыщение наплавленного металла азотом и водородом, разбрызгивание металла.

Соединение наплавленного металла с кислородом воздуха является причиной его окисления и выгорания легирую-

щих элементов (углерода, марганца, кремния и др.). Кроме этого, из воздуха в наплавленный металл проникает азот, который является источником снижения его пластичности и повышения предела прочности. Для защиты от этих отрицательных явлений при сварке и наплавке используют электродные обмазки, флюсы, которые при плавлении образуют шлак, предохраняющий возможный контакт металла с окружающей средой. С этой же целью применяют и защитные газы.

Влага, которая всегда содержится в гигроскопичных электродных обмазках и флюсах, является источником насыщения металла водородом, который способствует повышению пористости наплавленного металла и возникновению в нем значительных внутренних напряжений. Исключить воздействие влаги можно тщательной сушкой электродных обмазок и флюсов.

При сварке и наплавке выделяются углекислый и угарный газы, которые бурно расширяются и являются источником разбрызгивания жидкого металла. Эти потери металла можно уменьшить, если использовать электроды с пониженным содержанием углерода, тщательно очищать детали от окислов или вводить в состав электродных обмазок и флюсов вещества, содержащие раскисляющие элементы (марганец, кремний).

Неравномерный нагрев детали в околошовной зоне (зоне термического влияния) приводит к структурным изменениям в основном металле детали. Механические свойства металла в этой зоне снижаются. Размеры зоны термического влияния зависят от химического состава свариваемого металла, способа сварки и ее режима. Размеры зоны термического влияния для газовой сварки составляют 25–30 мм, а при электродуговой сварке — 3–5 мм. Увеличение сварочного тока и мощности сварочной горелки приводит к расширению зоны термического влияния, а скорости сварки (выбором рационального режима) — к уменьшению.

Из-за неравномерного (местного) нагрева и структурных превращений, происходящих в зоне термического влияния, возникают внутренние напряжения деформации в деталях. Если внутренние напряжения превышают предел текучести материала детали, то возникают деформации. Они могут быть значительно снижены путем нагрева деталей перед сваркой

и медленного охлаждения после сварки, применения специальных приемов сварки и наплавки.

В технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой входят следующие операции — это подготовка деталей к сварке или наплавке; выполнение сварочных или наплавочных работ; обработка деталей после выполнения сварочных или наплавочных работ. Порядок выполнения сварочных и наплавочных работ зависит от выбранного способа.

4.3. Восстановление сваркой и наплавкой

Ручная сварка и наплавка плавящимися электродами (рис. 22). Параметры режима — это сила тока, напряжение и скорость наплавки. Для получения минимальной глубины проплавления основного металла электрод наклоняют в сторону, обратную направлению наплавки.

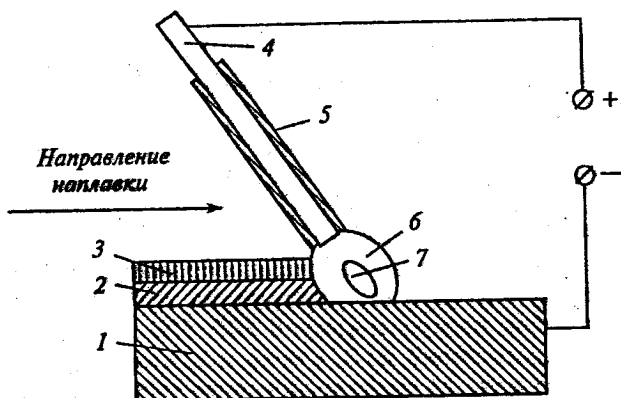


Рис. 22. Схема ручной наплавки:

1 — основной металл; 2 — наплавленный валик; 3 — шлаковая корка; 4 — электродный стержень; 5 — покрытие электродного стержня; 6 — газошлаковая защита; 7 — сварочная ванна

Общие потери при наплавке покрытыми электродами с учетом потерь на угар, разбрызгивание и огарки составляют до 30%.

Сила тока зависит от толщины материала ремонтируемого изделия и определяется по формуле

$$I = k\sigma,$$

где k — коэффициент, зависящий от толщины свариваемого изделия (табл. 4);

σ — толщина материала, мм.

Напряжение дуги составляет 22–40 В. Диаметр электрода (табл. 4) $d_{эл} = 0,58 + (1-2)$ мм. Длина дуги не должна превышать диаметра электрода.

Таблица 4

Зависимость коэффициента k
от толщины материала изделия

σ , мм	1-2	3-4	5-6
k	25-30	30-45	45-60
$d_{эл}$	2-3	3-4	4-5

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Ручная сварка и наплавка используются для устранения трещин, вмятин, пробоин, изломов и т.д. В табл. 5 приведены способы подготовки поврежденного участка изделия.

Для уменьшения вредного последствия рассмотренных в разд. 4.1 явлений сварку и наплавку ведут электродами с обмазкой — тонкой или толстой.

Малоответственные детали сваривают электродами с тонкой обмазкой, которые изготовляют из проволоки Св-08. Проволоку рубят на куски длиной 300–500 мм и покрывают обмазкой, состоящей из 3/4 мела и 1/4 жидкого стекла, разведенного в воде до сметанообразного состояния.

Определяющим при выборе толстых электродов является процесс — сварка или наплавка. Для сварки используют электроды, обозначаемые буквой «Э» с двузначной цифрой через дефис, например Э-42. Цифра показывает прочность сварочного шва на разрыв.

Таблица 5

Способы подготовки деталей перед сваркой

Дефект	Способ подготовки поврежденного участка к сварке	Инструмент
Трещина	Зачистка до металлического блеска поверхности вокруг трещины на ширину 12–15 мм Вырубка канавки вдоль трещины на глубину 1/2 и ширину 2/3 от толщины стенки	Бормашина, стальная щетка, шабер, напильник. Бормашина, зубило, крейцмейсель, сверло 3 мм
Пробоина	Зачистка до металлического блеска поверхности вокруг пробоины. Изготовление заплата из стали Ст3 толщиной 2–2,5 мм (при расположении пробоины в стенке с необработанной поверхностью заплата изготавливается внахлест, в стенке с обработанной поверхностью — вплотай)	То же, что и при зачистке трещины Механические ножницы, зубило, молоток
Облом	Изготовление ремонтной детали по форме обломанной части Зачистка скосов 3x45° в местах стыковки основной и ремонтной деталей	Ножовка, напильник Бормашина, напильник
Износ резьбовых отверстий	Расверливание отверстия до полного снятия старой резьбы (при диаметре отверстия менее 12 мм — зенкование отверстия)	Сверло (зенкер)

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Наплавочные электроды обозначают двумя буквами «ЭН» и цифрами, которые показывают гарантированную твердость наплавленного данным электродом слоя.

Каждому типу электрода соответствует несколько марок составов обмазок. По входящим в них веществам все электродные покрытия разделяют на следующие группы:

- рудно-кислородное — Р,
- рутиловое — Т,
- фтористо-кальциевое — Ф,
- органическое — О и др.

Наиболее распространены рудно-кислородные (ОММ-5, ЦМ-7, ЦМ-8 и др.), рутиловое (АНО-1, АНО-3, АНО-4, АНО-12, ОЗС-3, ОЗС-4, ОЗС-6 и др.) и фтористо-кальциевые покрытия (УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ЦЛ-9, ОЗС-2, АНО-7 и др.).

Газовая сварка и наплавка. Сущность процесса — это расплавление свариваемого и присадочного металла пламенем, которое образуется при сгорании горючего газа в смеси с кислородом. В качестве горючего газа используют ацетилен, что позволяет обеспечить температуру пламени 3100–3300°C. Ацетилен получают с помощью ацетиленовых генераторов, а кислород сохраняют и транспортируют в стальных баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа.

Сварку и наплавку осуществляют сварочными горелками. Мощность пламени характеризуется массовым расходом ацетилена, зависящим от номера наконечника горелки (табл. 6). Расход ацетилена можно определить по формуле

$$A=SR',$$

где S — толщина детали, мм;

R' — коэффициент, характеризующий удельный расход ацетилена на 1 мм толщины детали, м³ (ч·мм) (для чугуна $R' = 0,11-0,14$; для стали — $0,10-0,12$; для латуни — $0,12-0,13$; для алюминия — $0,06-0,10$).

Расход кислорода на 10–20% больше, чем ацетилена.

При ручной сварке пламя направляют на свариваемые кромки так, чтобы они находились в восстановительной зоне на расстоянии 2–6 мм от конца ядра. Конец присадочной проволоки также держат в восстановительной зоне или в сварочной ванне.

Угол наклона ее мундштука горелки к поверхности свариваемого металла зависит от толщины соединяемых кромок изделия. Углы наклона мундштука горелки в зависимости от толщины металла при сварке низкоуглеродистой стали приведены в табл. 7; от теплопроводности металла (чем толще металл и чем больше его теплопроводность, тем угол наклона мундштука горелки должен быть больше, что способствует более концентрированному нагреву металла вследствие подведения большего количества теплоты). Существуют два основных способа газовой сварки. Правый (рис. 23, а). Процесс сварки ведется слева направо, горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. В результате происходит хорошая защита сварочной ванны от воздействия атмосферного воздуха и замедленное

охлаждение сварного шва. Такой способ позволяет получить швы высокого качества. Применяют при сварке металла толщиной более 5 мм. Пламя горелки ограничено с двух сторон кромками изделия, а позади — наплавленным валиком, что значительно уменьшает рассеивание теплоты и повышает степень ее использования. Этим способом легче сваривать потолочные швы, так как в этом случае газовый поток пламени направлен непосредственно на шов и тем самым препятствует вытеканию металла из сварочной ванны.

Таблица 6

Мундштуки наконечников горелок

Номер наконечника	Расход ацетилена, дм ³ /ч	Диаметр канала сопла, мм
1	150	1,0
2	250	1,3
3	400	1,6
4	500	2,0
5	1000	2,5
6	1700	3,0
7	2500	3,5

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 7

Угол наклона мундштука горелки в зависимости от толщины свариваемого материала

Толщина материала, мм	До 1	1-3	3-5	5-7	7-10	10-12	12-15	Свыше 15
Угол наклона, град.	10	20	30	40	50	60	70	80

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Левый (рис. 23, б). Процесс сварки выполняют справа налево, горелка перемещается за присадочным прутом, а пламя направляется на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке. Пламя свободно растекается по поверхности металла, что снижает опасность его пережога.

Способ позволяет получить внешний вид шва лучше, так как сварщик отчетливо видит шов и может получить его равномерным по высоте и ширине, что особенно важно при сварке тонких листов. Этим способом осуществляют сварку: вертикальных швов снизу вверх; на вертикальных поверхностях горизонтальными швами выполняют сварку, направляя пламя горелки на заваренный шов.

Для получения сварного шва с высокими механическими свойствами необходимо качественно произвести подготовку свариваемых кромок, которая состоит в очистке их от масла, окалины и других загрязнений на ширину 20–30 мм с каждой стороны шва; разделку под сварку, которая зависит от типа сварного соединения; прихватки короткими швами, длина, количество и расстояние между ними зависит от толщины металла, длины и конфигурации шва.

При толщине металла до 6–8 мм применяют однослойные швы, до 10 мм — двухслойные, более 10 мм — трехслойные и более. Перед наложением очередного слоя поверхность предыдущего слоя необходимо хорошо очистить металлической щеткой. Сварку выполняют короткими участками, стыки валиков в слоях не должны совпадать. При однослойной сварке зона нагрева больше, чем при многослойной. При наплавке очередного слоя проводят отжиг нижележащих слоев.

Диаметр присадочной проволоки при сварке левым способом металла толщиной до 15 мм равен $d = S/2 + 1$, где

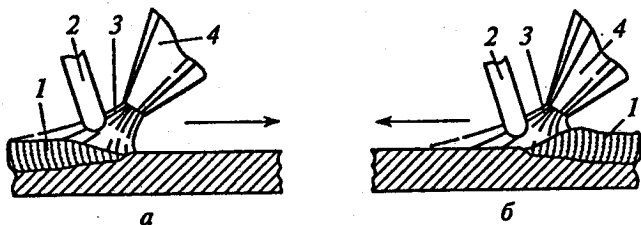


Рис. 23. Основные способы газовой сварки:

1 — формирующий шов; 2 — присадочный пруток; 3 — пламя горелки; 4 — горелка

S — толщина свариваемой стали (мм), при правом способе — половине толщины свариваемого металла. При сварке металла толщиной более 15 мм применяют проволоку диаметром 6–8 мм.

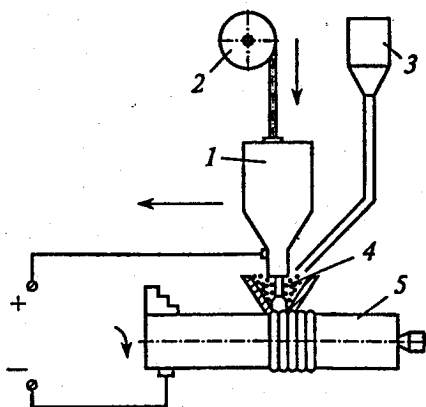
После сварки, чтобы металл приобрел достаточную пластичность и мелкозернистую структуру, необходимо провести проковку металла шва в горячем состоянии и последующую нормализацию при температуре 800–900 °С.

Дуговая наплавка под флюсом. Способ широко применяется для восстановления цилиндрических и плоских поверхностей деталей. Это механизированный способ наплавки, при котором совмещены два основных движения электрода — это его подача по мере оплавления к детали и перемещение вдоль сварочного шва.

Сущность способа наплавки под флюсом (рис. 24) заключается в том, что в зону горения дуги автоматически подаются сыпучий флюс и электродная проволока. Под действием высокой температуры образуется газовый пузырь, в котором существует дуга, расплавляющая металл. Часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку из жидкого флюса, которая защищает расплавленный металл от окисления, уменьшает разбрызгивание и угар. При кристаллизации расплавленного металла образуется сварочный шов.

Рис. 24. Схема автоматической дуговой наплавки цилиндрических деталей под флюсом:

- 1 — патрон; 2 — кассета;
3 — бункер; 4 — флюс;
5 — деталь



Преимущества способа:

- возможность получения покрытия заданного состава, т. е. легирования металла через проволоку и флюс и равномерного по химическому составу и свойствам;
- защита сварочной дуги и ванны жидкого металла от вредного влияния кислорода и азота воздуха;
- выделение растворенных газов и шлаковых включений из сварочной ванны в результате медленной кристаллизации жидкого металла под флюсом;
- возможность использования повышенных сварочных токов, которые позволяют увеличить скорость сварки, что способствует повышению производительности труда в 6–8 раз;
- экономичность в отношении расхода электроэнергии и электродного металла;
- отсутствие разбрызгивания металла благодаря статическому давлению флюса; возможность получения слоя наплавленного металла большой толщины (1,5–5 мм и более);
- независимость качества наплавленного металла от квалификации исполнителя;
- лучшие условия труда сварщиков ввиду отсутствия ультрафиолетового излучения; возможность автоматизации технологического процесса.

Недостатки способа:

- значительный нагрев детали;
- невозможность наплавки в верхнем положении шва и деталей диаметром менее 40 мм из-за отека наплавленного металла и трудности удержания флюса на поверхности детали;
- сложность применения для деталей сложной конструкции, необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки;
- возможность возникновения трещин и образования пор в наплавленном металле.

Режим наплавки определяется силой тока, напряжением, скоростью наплавки, материалом электродной проволоки, ее диаметром и скоростью подачи, маркой флюса и перемещением электрода, шагом наплавки.

Силу тока определяют по таблицам или по формуле:

$$I = 110d_3 + 10d_3^2,$$

где d_3 — диаметр электрода, мм.

При наплавке сварку обычно ведут постоянным током обратной полярности. Напряжение сварочной дуги задают в пределах 25–35 В, скорость наплавки составляет 20–25 м/ч, подачи проволоки — 75–180 м/ч. Вылет электрода и шаг наплавки зависят от диаметра проволоки и определяются по формулам:

$$\sigma = (10-12)d_p; S = (2,0-2,5)d_p,$$

где σ — вылет электрода, мм;

S — шаг наплавки, мм.

Схема дуговой наплавки под флюсом *цилиндрических деталей* приведена на рис. 24. Деталь 5 устанавливают в патроне или центрах специально переоборудованного токарного станка, а наплавочный аппарат — на его суппорте. Электродная проволока подается из кассеты 2 роликами подающего механизма наплавочного аппарата в зону горения электрической дуги. Движение электрода вдоль сварочного шва обеспечивается вращением детали, а по длине наплавленной поверхности продольным движением суппорта станка. Наплавка производится винтовыми валиками с взаимным их перекрытием примерно на 1/3. Сыпучий флюс 4, состоящий из отдельных мелких крупиц, в зону горения дуги поступает из бункера 3. Под воздействием высокой температуры часть флюса плавится (рис. 25), образуя вокруг дуги эластичную оболочку, которая надежно защищает расплавленный металл от действия кислорода и азота. После того как дуга переместилась, жидкий металл твердеет вместе с флюсом, образуя на наплавленной поверхности ломкую шлаковую корку. Флюс, который не расплавился, может быть снова использован. Электродная проволока подается с некоторым смещением от зенита «е» наплаваемой поверхности в сторону, противоположную вращению детали. Это предотвращает отекаание жидкого металла сварочной ванны. Режимы наплавки устанавливаются в зависимости от диаметра наплаваемой поверхности детали и приведены в табл. 8.

Для наплавки используются наплавочные головки А-580М, ОКС-5523, А-765 или наплавочные установки СН-2, УД-209 и другие.

При наплавке *плоской поверхности* наплавочная головка или деталь совершает поступательное движение со смещением электродной проволоки на 3–5 мм поперек движения после наложения шва заданной длины. Наплавку шлицев производят в продольном направлении путем заправки впадин, устанавливая конец электродной проволоки на середине впадины между шлицами. Основные параметры наплавки плоских поверхностей приведены в табл. 9.

Твердость и износостойкость наплавленного слоя в основном зависят от применяемой электродной проволоки и марки флюса.

Для наплавки используют электродную проволоку:

— для низкоуглеродистых и низколегированных сталей — из малоуглеродистых (Св-08, Св-08А), марганцовистых (Св-08Г, Св-08ГА, Св-15Г) и кремниймарганцовистых (Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС) сталей;

— с большим содержанием углерода — Нп-65Г, Нп-80, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 и др.

В зависимости от способа изготовления флюсы для автоматической наплавки делят на плавленые, керамические и флюсы-смеси. Плавленые флюсы содержат стабилизирующие и шлакообразующие элементы, но в них не входят леги-

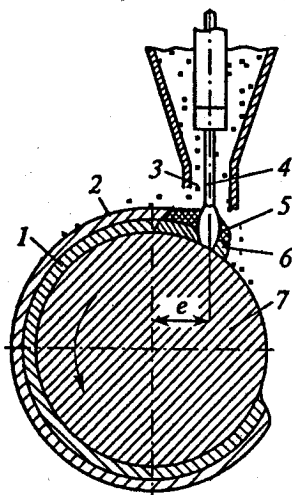


Рис. 25. Схема горения электрической дуги под слоем флюса:
 1 — наплавленный металл; 2 — шлаковая корка; 3 — флюс; 4 — электрод; 5 — расплавленный флюс; 6 — расплавленный металл; 7 — основной металл; e — смещение электрода с зенита

рующие добавки, поэтому они не могут придавать слою, наплавленному малоуглеродистой, марганцовистой и кремний-марганцовистой проволоками, высокую твердость и износостойкость. Из плавящихся флюсов наиболее распространены АН-348А, АН-60, ОСу-45, АН-20, АН-28.

Керамические флюсы (АНК-18, АНК-19, АНК-30, КС-Х14Р, ЖСН-1), кроме стабилизирующих и шлакообразующих элементов, содержат легирующие добавки, главным образом в виде ферросплавов (феррохрома, ферротитана и др.), дающие слою, наплавленному малоуглеродистой проволокой, высокую твердость без термообработки и износостойкость.

Таблица 8

Режим наплавки цилиндрических поверхностей

Диаметр детали, мм	Сила тока, А	Скорость, м/ч		Смещение электрода e , мм
		подачи проволоки	наплавки	
40-50	110-130	70-100	14-18	4-5
60-70	170-180	70-120	20-24	5-6
80-90	170-200	120-150	20-24	6-7
90-100	170-200	120-150	20-24	7-8

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 9

Основные параметры наплавки плоских поверхностей

Износ, мм	Сила тока, А	Проволока	
		Скорость подачи, м/ч	Диаметр, мм
2-3	160-220	100-125	1,6-2,0
2-4	320-350	150-200	1,6-2,0
4-5	350-460	180-210	2,0-3,0
5-6	650-750	200-250	4,0-5,0

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Флюсы-смеси состоят из плавленного флюса АН-348 с порошками феррохрома, графита, а также жидкого стекла.

Для наплавки деталей с большим износом рекомендуется применять автоматическую наплавку порошковой проволокой, в состав которой входят феррохром, ферротитан, ферромарганец, графитовый и железные порошки. Используют два типа порошковой проволоки: для наплавки под флюсом и для открытой дуги без дополнительной защиты. Режимы наплавки зависят от марки проволоки и диаметра детали. Разбрызгивание электродного материала во время наплавки можно уменьшить, используя постоянный ток низкого напряжения (20–21 В). Выпускаются проволоки для сварки и наплавки как стальных, так и чугуновых деталей (ПП-АН1, ПП-1ДСК и др.)

При наплавке могут возникнуть дефекты:

— неравномерность ширины и высоты наплавленного валика из-за износа мундштука или подающих роликов, чрезмерного вылета электрода;

— наплыв металла вследствие чрезмерной силы сварочного тока или недостаточного смещения электродов от зенита;

— поры в наплавленном металле из-за повышенной влажности флюса (его необходимо просушить в течение 1–1,5 ч при температуре 250–300°С).

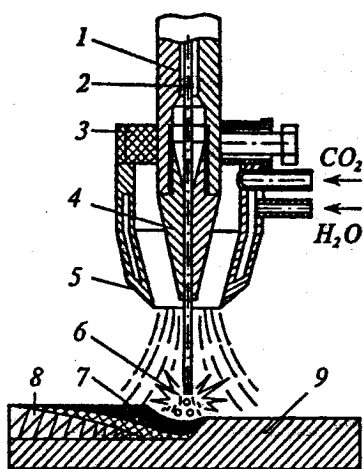


Рис. 26. Схема наплавки в среде углекислого газа:
1 — мундштук; 2 — электродная проволока; 3 — горелка; 4 — наконечник; 5 — сопло горелки; 6 — электрическая дуга; 7 — сварочная ванна; 8 — наплавленный металл; 9 — наплавляемая деталь

В ремонтном производстве наплавку под флюсом применяют для восстановления шеек коленчатых валов, шлицевых поверхностей на различных валах и других деталей автомобиля.

Наплавка в среде углекислого газа. Этот способ восстановления деталей отличается от наплавки под флюсом тем, что в качестве защитной среды используется углекислый газ.

Сущность способа наплавки в среде углекислого газа (рис. 26) заключается в том, что электродная проволока из кассеты непрерывно подается в зону сварки. Ток к электродной проволоке подводится через мундштук и наконечник, расположенные внутри газозащитной горелки. При наплавке металл электрода и детали перемешивается. В зону горения дуги под давлением 0,05–0,2 МПа по трубке подается углекислый газ, который, вытесняя воздух, защищает расплавленный металл от вредного действия кислорода и азота воздуха.

При наплавке используют токарный станок, в патроне которого устанавливают деталь 8, на суппорте крепят наплавочный аппарат 2 (рис. 27). Углекислый газ из баллона 7 подается в зону горения. При выходе из баллона 7 газ резко расширяется и переохлаждается. Для подогрева его пропус-

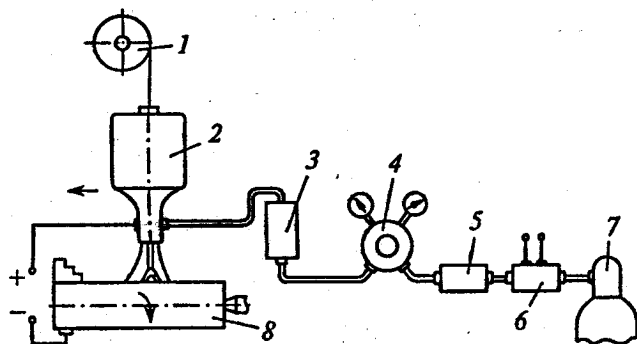


Рис. 27. Схема установки для дуговой наплавки в углекислом газе:

- 1 — кассета с проволокой; 2 — наплавочный аппарат;
- 3 — расходомер; 4 — редуктор; 5 — осушитель; 6 — подогреватель;
- 7 — баллон с углекислым газом; 8 — деталь

кают через электрический подогреватель 6. Содержащуюся в углекислом газе воду удаляют с помощью осушителя 5, который представляет собой патрон, наполненный обезвоженным медным купоросом или силикагелем. Давление газа понижают с помощью кислородного редуктора 4, а расход его контролируют расходомером 3.

К достоинствам способа относятся:

- меньший нагрев деталей;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокую по площади покрытия производительность процесса (на 20–30%);
- возможность наплавки деталей диаметром менее 40 мм;
- отсутствие трудоемкой операции по отделению шлаковой корки.

Недостатки:

- повышенное разбрызгивание металла (5–10%),
- необходимость применения легированной проволоки для получения наплавленного металла с требуемыми свойствами;
- открытое световое излучение дуги.

Для наплавки применяют следующее оборудование:

- наплавочные головки АВС, А-384, А-409, А-580, ОКС-1252М;
- источники питания ВС-200, ВСУ-300, ВС-400, ПСГ-350, АЗД-7,5/30;
- подогреватели газа;
- осушитель, заполненный силикагелем КСМ крупностью 2,8–7 мм;
- редукторы-расходомеры ДРЗ-1–5–7 или ротаметры РС-3, РС-3А, РКС-65, или кислородный редуктор РК-53Б.

При наплавке используют материалы:

- электродную проволоку Св-12ГС, Св-0,8ГС, Св-0,8Г2С, Св-12Х13, Св-06Х19Н9Т, Св-18ХМА, Нп-30ХГСА;
- порошковую проволоку ПП-Р18Т, ПП-Р19Т, ПП-4Х28Г и др.

Режимы наплавки, выполняемой на цилиндрических деталях, приведены в табл. 10.

Наплавку в среде углекислого газа производят на постоянном токе обратной полярности. Тип и марку электрода

Таблица 10

Режим наплавки цилиндрических поверхностей

Диаметр детали, мм	Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Смещение электрода, мм	Шаг наплавки, мм	Вылет электрода, мм	Расход углекислого газа, л/мин
10-20	0,5-0,8	0,8	70-90	16-18	40-45	2-4	2,5-3,0	7-10	6-8
20-30	0,8-1,0	1,0	85-110	18-20	40-45	3-5	2,8-3,2	3-11	6-8
30-40	1,0-1,2	1,2	90-150	19-23	35-40	5-8	3,0-3,5	10-12	6-8
40-50	1,2-1,4	1,4	110-180	20-24	30-35	6-10	3,5-4,0	10-15	8-10
50-60	1,4-1,6	1,6	140-200	24-28	30-20	7-12	4,0-6,0	12-20	8-10
60-70	1,6-2,0	2,0	280-400	27-30	20-15	8-14	4,5-6,5	18-25	10-12
70-80	2,0-2,5	2,5	280-450	38-30	11-20	9-15	5,0-7,0	20-27	12-15
80-90	2,5-3,0	3,0	300-480	28-32	10-20	9-15	5,0-7,5	20-27	14-18
90-100	0,8-1,0	1,0	100-300	18-19	70-80	8-10	2,8-3,2	10-12	6-8
100-150	0,8-1,0	1,2	130-160	18-19	70-80	8-12	3,0-3,5	10-13	8-9
200-300	0,8-1,0	1,2	150-190	19-21	20-30	18-20	3,0-3,5	10-13	8-9
200-400	1,8-2,8	2,0	350-420	32-34	25-35	18-22	4,5-6,5	25-40	15-18

выбирают в зависимости от материала восстанавливаемой детали и требуемых физико-механических свойств наплавленного металла. Скорость подачи проволоки зависит от силы тока, устанавливаемой с таким расчетом, чтобы в процессе наплавки не было коротких замыканий и обрывов дуги. Скорость наплавки зависит от толщины наплавляемого металла и качества формирования наплавленного слоя. Наплавку валиков осуществляют с шагом 2,5–3,5 мм. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий не менее чем на 1/3 его ширины.

Твердость наплавленного металла в зависимости от марки и типа электродной проволоки 200–300 НВ.

Расход углекислого газа зависит от диаметра электродной проволоки. На расход газа оказывают также влияние скорость наплавки, конфигурация изделия и наличие движения воздуха.

Механизированную сварку в углекислом газе применяют при ремонте кабин, кузовов и других деталей, изготовленных из листовой стали небольшой толщины, а также для устранения дефектов резьбы, осей, зубьев, пальцев, шеек валов и т.д.

Электродуговая наплавка неплавящимся электродом (вольфрамовым) в среде аргона. Этот способ наплавки широко используется для восстановления алюминиевых сплавов и титана. Сущность способа — электрическая дуга горит между неплавящимся вольфрамовым электродом и деталью. В зону сварки подается защитный газ — аргон, а присадочный материал — проволока (так же, как при газовой сварке). Аргон надежно защищает расплавленный металл от окисления кислородом воздуха. 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. Благодаря защите дуги струями аргона (внутренняя) и углекислого газа (наружная) в 3–4 раза сокращается расход аргона при сохранении качества защиты дуги.

К преимуществам способа относятся:

— высокая производительность процесса (в 3–4 раза выше, чем при газовой сварке);

- высокая механическая прочность сварного шва;
- небольшая зона термического влияния;
- снижение потерь энергии дуги на световое излучение, так как аргон задерживает ультрафиолетовые лучи.

Недостатки:

- высокая стоимость процесса (в 3 раза выше, чем при газовой сварке)
- использование аргона.

Режим сварки определяется двумя основными параметрами: силой тока и диаметром электрода. Силу сварочного тока выбирают исходя из толщины стенки свариваемой детали (чем тоньше стенка, тем меньше сила сварочного тока), она составляет 100–500 А. Диаметр вольфрамового электрода составляет 4–10 мм.

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

Для наплавки в среде защитных газов применяют:

- специальные автоматы и установки АГП-2, АДСП-2, УДАР-300, УДГ-501;
- полуавтоматы А-547Р, Л-537, ППП-10;
- преобразователи ПСГ-350, ПСГ-500.

Вибродуговая наплавка. Этот способ наплавки является разновидностью дуговой наплавки металлическим электродом. Процесс наплавки осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность.

На рис. 28 дана принципиальная схема вибродуговой установки с электромеханическим вибратором. Деталь 3, подлежащая наплавке, устанавливается в патроне или в центрах токарного станка. На суппорте станка монтируется наплавочная головка, состоящая из механизма 5 подачи проволоки с кассетой 6, электромагнитного вибратора 7 с мундштуком 4. Вибратор создает колебания конца электрода с частотой 110 Гц и амплитудой колебания до 4 мм (практически 1,8–3,2 мм), обеспечивая размыкание и замыкание сварочной цепи. При периодическом замыкании электродной проволоки и детали происходит перенос металла с электрода на деталь. Вибрация электрода во время наплавки обеспечивает стабильность процесса за счет частых возбуждений ду-

говых разрядов и способствует подаче электродной проволоки небольшими порциями, что обеспечивает лучшее формирование наплавленных валиков.

Электроснабжение установки осуществляется от источника тока напряжением 24 В. Последовательно с ним включен дроссель 9 низкой частоты, который стабилизирует силу сварочного тока. Реостат 8 служит для регулировки силы тока в цепи. В зону наплавки при помощи насоса 1 из бака 2 подается охлаждающая жидкость (4–6% -ный раствор кальцинированной соды в воде), которая защищает металл от окисления.

К преимуществам способа относятся:

— небольшой нагрев деталей, не влияющий на нагрев деталей;

— небольшая зона термического влияния; высокая производительность процесса;

— возможность получать наплавленный слой без пор и трещин; минимальная деформация детали, которая не превышает полей допусков посадочных мест.

К недостаткам способа относят:

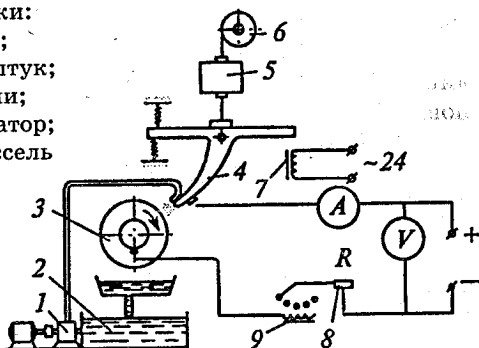
— снижение усталостной прочности деталей после наплавки на 30–40%.

Качество соединения наплавленного металла с основным зависит от полярности тока, шага наплавки (подача суппорта станка на один оборот детали), угла подвода электрода к

Рис. 28. Схема установки для

вибродуговой наплавки:

- 1 — насос; 2 — бак;
3 — деталь; 4 — мундштук;
5 — механизм подачи;
6 — кассета; 7 — вибратор;
8 — реостат; 9 — дроссель



детали, качества очистки и подготовки поверхности, подлежащей наплавлению, толщины слоя наплавки и др.

Высокое качество наплавки получают при токе обратной полярности («+» на электроде, «-» на детали), шаге наплавки 2,3–2,8 мм/об и угле подвода проволоки к детали 15–30°. Скорость подачи электродной проволоки не должна превышать 1,65 м/мин, а скорость наплавки — 0,5–0,65 м/мин. Наибольшая скорость наплавки

$$V_H = (0,4-0,7)V_{np},$$

где V_{np} — скорость подачи электродной проволоки, м/мин.

$$V_{np} = nsDh / (250d^2\eta),$$

где n — частота вращения детали, мин;

s — шаг наплавки, мм/об;

D — диаметр детали, мм;

h — толщина наплавляемого слоя, мм;

d — диаметр электродной проволоки, мм;

η — коэффициент наплавки ($\eta = 0,85-0,90$).

Надежное сплавление обеспечивается при толщине наплавленного слоя, равной 2,5 мм.

Структура и твердость наплавленного слоя зависят от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. Если при наплавке используется проволока Нп-80 (содержание углерода 0,75–0,85%), то валик в охлаждающей жидкости закаляется до высокой твердости (26–55 НРС₃). При использовании при наплавке низкоуглеродистой проволоки Св-08 твердость поверхности наплавки равна 14–19 НКС₃.

Вибродуговой наплавкой восстанавливают детали с цилиндрическими, коническими наружными и внутренними поверхностями, а также с плоскими поверхностями (рис. 29).

При однослойной наплавке толщина слоя колеблется от 0,5 до 3 мм, а при многослойной наплавке ее можно получить любой толщины.

Рациональный режим наплавки:

— напряжение — 28–30 В; сила тока — 70–75 А (диаметр проволоки 1,6 мм);

— скорость подачи проволоки — 1,3 м/мин;

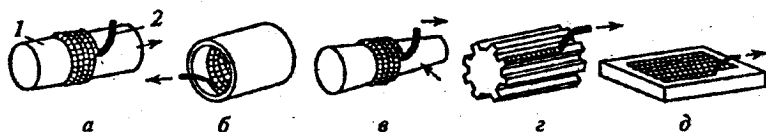


Рис. 29. Схемы вибродуговой наплавки изношенных поверхностей:

a — наружных цилиндрических; *б* — внутренних цилиндрических; *в* — наружных конических; *г* — шлицевых; *д* — плоских;
1 — деталь; 2 — электрод

- скорость наплавки — 0,5–0,6 м/мин;
- амплитуда вибрации — 1,82 мм.

Широкослойная наплавка. Сущность способа — это наплавка тел вращения за один оборот детали с поперечным колебанием электрода, а не по винтовой линии.

Режимы наплавки:

- ток — 250–420 А; напряжение — 26–28 В;
- скорость подачи проволоки — 240–400 м/ч;
- скорость наплавки — 5,0–6,0 м/ч;
- вылет, смещение и размах колебаний электрода соответственно — 18–20, 6–7 и 27–57 мм.

Внутренние цилиндрические и конические поверхности наплавляются с использованием специальных удлиненных мундштуков. Тела сложной формы наплавляют самозащитной порошковой проволокой на специализированных станках, позволяющих придать оси вращения горизонтальное положение.

Плоские поверхности целесообразно наплавлять колебательными движениями электрода или с использованием электродной ленты.

Параметры наплавки:

- ширина ленты — 20–30 мм;
- ток — 600–1000 А;
- рациональная скорость наплавки для ленты шириной не более 30 мм — 15–60 м/ч. Процесс наплавки осуществляют отдельными участками во избежание коробления деталей.

Плазменно-дуговая сварка и наплавка. Плазменная струя представляет собой частично или полностью ионизированный газ, обладающая свойствами электропроводности и имеющая высокую температуру. Она создается дуговым разрядом, размещенным в узком канале специального устройства, при обдуве электрической дуги потоком плазмообразующего газа. Устройства для получения плазменной струи получили название плазмотронов или плазменных горелок (рис. 30). Плазменную струю получают путем нагрева плазмообразующего газа в электрической дуге, горящей в закрытом пространстве. Температура струи достигает 10 000–30 000 °С, а скорость в 2–3 раза превышает скорость звука.

Плазмотрон состоит из охлаждаемых водой катода и анода, смонтированных в рукоятке. Катод обычно изготовляют из вольфрама или лантанированного вольфрама (вольфрамовые стержни с присадкой 1–2% окиси лантана), анод

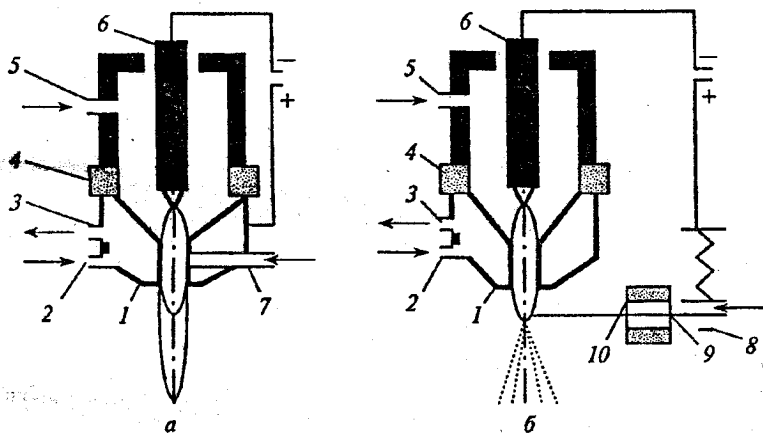


Рис. 30. Схема плазмотрона:

- а — для работы на порошках; б — для работы на проволоке;
- 1 — сопло плазменной струи (анод); 2, 3 — подвод и отвод охлаждающей воды; 4 — изолирующее кольцо; 5 — подвод плазмообразующего газа; 6 — вольфрамовый электрод (катод); 7 — подача напыляемого порошка; 8 — контактное устройство для проволоки; 9 — напыляемая проволока (анод); 10 — направляющая трубка для проволоки

(сопло) — из меди (водоохлаждаемое сопло). Катод и анод изолированы друг от друга прокладкой из изоляционного материала (асбеста). Технические характеристики плазматронов для сварки и наплавки приведены в табл. 11 и 12.

Для получения плазменной струи между катодом и анодом возбуждают электрическую дугу от источника постоянного напряжения 80–100 В. Электрическая дуга, горящая между катодом и анодом, нагревает подаваемый в плазматрон газ до температуры плазмы, т. е. до состояния электропроводности. В поток нагретого газа вводится материал для сварки и наплавки. Образующиеся расплавленные частицы материала выносятся потоком горячего газа из сопла и наносятся на поверхность изделия.

В качестве плазмообразующих газов используют аргон и азот. Аргонная плазма имеет более высокую температуру — 15 000–30 000 °С, температура азотной плазмы ниже — 10 000–15 000 °С. Применение нейтральных газов способствуют предотвращению окисления материалов.

В зависимости от подключения плазматрона к источнику питания плазменная дуга может быть открытой, закрытой и комбинированной.

При открытой плазменной дуге (рис. 31, б) ток течет между вольфрамовым электродом и деталью. Плазмообразующий газ совпадает с дуговым разрядом на всем пути его следования от катода до анода. Такой процесс сопровождается передачей большого количества тепла детали. Открытая плазменная дуга применяется при резке металлов.

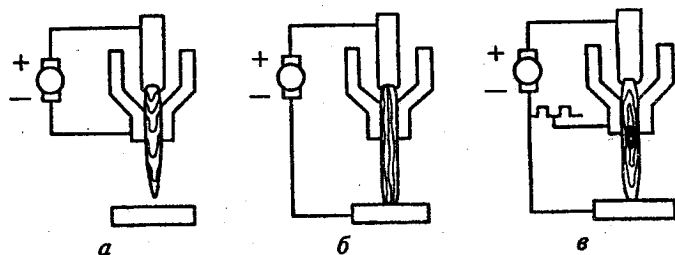


Рис. 31. Схема включения плазматронов:

а — закрытая; б — открытая; в — комбинированная

Таблица 11

Технические характеристики плазмотронов для наплавки

Параметры	Плазмотроны для наплавки		
	наружных поверхностей	внутренних поверхностей	Универсального типа
Допустимая сила тока, А	260	230	310
Производительность наплавки, кг/ч	0,5-5,2	0,3-3,0	0,5-3,8
Диаметр, мм: плазмобразующего сопла выходного отверстия защитного сопла	4 12-13	4 10-12	3-4 10-12
Высота плазмотрона, мм	135	48	12

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 12

Технические характеристики плазмотронов для сварки

Тип плазмотрона	Максимальная сварочная сила тока, А		Толщина свариваемого металла, ММ	Максимальный расход, л/мин		Масса, кг
	прямая полярность	обратная полярность		газов (суммарный)	охлаждающей воды	
ПРС-0201	60	20	0,05-1,5	6,6	2,0	0,1
ПРС-0401	100	40	0,1-2,5	6,6	2,0	0,3
ПРС-0301	315	—	0,5	17,0	4,0	1,0
ПМС-501	500	—	—	—	—	—
ПМС-804	800	—	6-12	—	—	—
Многодуговой	600	400	1-60	45,0	8,4	3,0

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 13

Режимы плазменной наплавки порошковыми материалами

Номер режима	Наплавляемый порошок	Режим наплавки				Формирование наплавляемого слоя, мм		Твердость, НРС
		Число слоев	Сварочная сила тока, А	Скорость подачи порошка, м/ч	Расход порошка, кг/ч	Высота (максимальная)	Глубина	
1	ПГ-СР4	Один	120	6	3,2	2,7-3,0	4,0-4,2	50-52
2			145	6	3,2	2,9-3,3	4,3-4,7	41-42
3			100	6	3,2	4,6-4,6		57-58
4			145	11	3,2	1,7-1,9	0,5-2,3	44-49
5			120	11	3,2	2,4-2,5	0,5-0,6	56-58
6			100	11	3,2	2,4-2,9		58-61
7			100	6	3,2	4,2-4,6	0,5	56-57
8			120	6	3,2	7,0-7,2	1,6-3,2	48-52
9	ПГ-СР4	Два	100	6	3,2	7,1-7,2	0,4-0,5	57-60
			100	6	3,2			
10			145	11	3,2	5,0-5,7	0,5-2,1	48-50
			100	6	3,2			
11	ПГ-СР2 ПГ-СР4	Первый	100	6	2,7	5,3-6,0	0,5-1,0	57-59
		Второй	100	6	3,2			
12	ПГ-СР2 ПГ-СР4	Первый	120	11	2,4	5,5-5,5	0,5-1,5	55-56
		Второй	100	6	3,2			
13	ПГ-С ПГ-СР4	Первый	100	6	2,7	6,0-6,0	1,0-1,3	48-51
		Второй	100	6	3,2			

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

При закрытой плазменной дуге (рис. 31, а) плазмообразующий газ проходит соосно с дугой лишь часть пути и, отделяясь от нее, выходит из сопла плазмотрона в виде факела плазмы. Температура закрытой плазменной дуги (светлой ее части) на 25-30% выше, чем открытой. Эта дуга применяется для плавления тугоплавких порошков, подаваемых в сжатую часть дуги.

При комбинированной схеме горят две дуги (рис. 31, в): между вольфрамовым электродом и деталью; между вольф-

рамовым электродом и водоохлаждаемым соплом. Плазмотрон с комбинированной дугой позволяет отдельно регулировать плавление присадочного и основного материала изменением величины соответствующих сопротивлений.

Исходный материал покрытия подается в плазмотрон в виде порошка, проволоки, прутка. Режимы плазменной наплавки порошковыми материалами приведены в табл. 13.

Плазменную наплавку выполняют одиночным валиком (при наплавке цилиндрических деталей по винтовой линии), а также с применением колебательных механизмов, на прямой и обратной полярности. Наиболее простой способ наплавки — это наплавка по заранее насыпанному на наплавляемую поверхность порошку.

В ремонтной практике для получения износостойких покрытий применяют хромборникелевые порошки СНГН и ПГ-ХН80СР4, твердосплавные порошки на железной основе ФБХ-6-2, КБХ, УС-25 и другие, а также смеси порошков.

Для плазменной наплавки выпускаются установки УМП-303, УПУ-602 и другие и оборудование-комплект КПН-01.23-215 Ремдеталь, пост 01.23-21 Ремдеталь, для сварки УПС-301, УПС-403, УПС-804. Толщина напыляемого материала — 0,1–2 мм.

Лазерная наплавка. Этот способ наплавки представляет собой технологический метод получения покрытий с заданными физико-механическими свойствами путем нанесения наплавочного материала (порошок, фольга, проволока и др.) с последующим оплавлением его лазерным лучом. Наименьших затрат энергии требуют порошковые материалы.

Порошки на поверхность детали могут подаваться непосредственно в зону лазерного луча с помощью дозатора; после предварительной обмазки клеящим составом; в виде коллоидного раствора. Для первого случая характерен увеличенный расход порошка (в 5–7 раз) и ухудшение физико-механических свойств покрытия. Коллоидный раствор — это смесь порошка и раствора целлюлозы.

С увеличением толщины обмазки увеличивается поглощение излучения и растет КПД наплавки. Одновременно возрастает твердость нанесенного слоя, которую путем подбора скорости наплавки и материала можно регулировать в пределах 35–65 НRC.

Таблица 14

Технологические параметры лазерной наплавки в зависимости от фракции и состава порошка

Порошок	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	6,0	
		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	8,0-10,0	350
	200-400	15-35	8,5-11,0	
	400-600	15-30	9,0-11,5	

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

При наплавке порошковых материалов необходимо учитывать грануляцию частиц. Увеличение размеров частиц приводит к росту твердости и износостойкости покрытия. Рациональной является смесь различных фракций: 40-100 мкм — 10%, 100-280 мкм — 80%, 280 мкм и более — 10%.

Качество покрытий зависит от скорости перемещения лазерного луча, толщины наплавляемого слоя и перекрытия валиков. Покрытия, нанесенные лазерной наплавкой, имеют следующие характеристики: толщина слоя, наплавленного за один проход, — до 0,8 мм; толщина дефектного слоя — не более 0,1 мм; прочность сцепления — до 35 кг/мм²; потери наплавляемого материала — не более 1%; глубина зоны термического влияния — не более 1 мм. Толщина нанесенного слоя может достигает 40-50 мкм.

Оплавление лазерным лучом проводится на установках, которые используют серийные лазеры: ЛГН-702 «Кардамон»,

ЛТ1-2, «Иглай», «Комета», «Катунь», Латус-31, Юпитер 1,0, и лазерных технологических модулях: 01.03.178 «Ремдеталь» и 01.12.376 «Ремдеталь». В табл. 14 приведены технологические параметры наплавки.

Лазерной наплавкой восстанавливают тарелки клапанов, кулачки распределительных и кулачковых валов и других деталей.

Электроконтактная приварка ленты (проволоки). Сущность процесса — точечная приварка стальной ленты (проволоки) к поверхности детали в результате воздействия мощного импульса тока. В точке сварки происходит расплавление металла ленты (проволоки) и детали. Схема приварки металлической ленты к поверхности вала показана на рис. 32. Деталь 2 устанавливают в центрах 1 или патроне, а сварочная головка с роликами 4. Лента (проволока) плотно прижимается роликами посредством пневмоцилиндров. Подвод тока к роликам производится от трансформатора 5. Требуемая длительность цикла обеспечивается прерывателем тока.

Ленту приваривают ко всей изношенной поверхности или по винтовой линии в процессе вращения детали. Скорость вращения детали пропорциональна частоте импульсов и продольному перемещению сварочной головки.

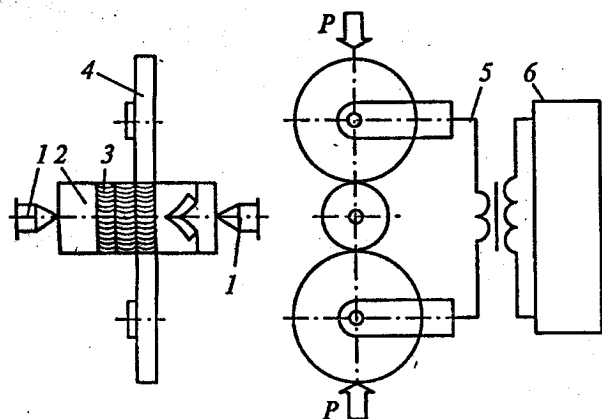


Рис. 32. Схема электроконтактной приварки стальной ленты:

- 1 — центр; 2 — восстанавливаемая деталь; 3 — лента;
4 — ролик; 5 — трансформатор; 6 — прерыватель тока

Преимущества способа:

- высокая производительность процесса (в 2,5 раза превосходит вибродуговую наплавку);
- малое тепловое воздействие на деталь (не более 0,3 мм); небольшая глубина плавления;
- незначительный расход материала (в 4–5 раз превосходит вибродуговую наплавку);
- возможность получения наплавленного металла с любыми свойствами;
- благоприятные санитарно-производственные условия работы сварщика.

Недостаток — ограниченность толщины наплавленного слоя и сложность установки.

Способ электроконтактной приварки ленты используется для восстановления поверхностей валов, а также отверстий в чугунных и стальных деталях, в том числе корпусных.

Твердость, износостойкость и прочность сцепления ленты с деталью зависят от марки стали ленты. Высокую твердость обеспечивают ленты из хромистых и марганцевых сталей. Рекомендации по выбору материала ленты представлены в табл. 15. Толщина ленты берется в пределах 0,3–1,5 мм. Усилия прижатия роликов при приварки ленты 1,3–1,6 кН.

Ролики (электроды) изготавливают из специальных медных сплавов, бронзы (БрНБТ, ХКд-0,5-0,3, БрХ, БрХЦр-0,6-0,05), сплава Мц-4, меди М-1.

Для восстановления деталей применяют установки «Рем-деталь»:

- 011-1-02 и ОКС-12296-ГОСНИТИ — для шеек валов;
- 011-1-05 — для резьбовых участков валов малого диаметра и поверхностей деталей типа «вал»;
- 011-1-06 — для внутренних поверхностей гильз цилиндров;
- 011-1-11 — коренных опор блоков цилиндров.

Режим приварки определяется показателями:

— электрическими — сила сварочного тока и длительность сварочного цикла. Малая сила тока не обеспечивает надежной приварки, а большая сила тока приводит к образованию на поверхности детали пор и трещин;

— механическими — частота вращения, подача электродов, усилие сжатия электродов. Подачу электродов, частоту

Таблица 15

**Твердость приваренного слоя
в зависимости от материала ленты**

Марка стали привариваемой ленты	Твердость приваренного слоя, HRC	Марка стали привариваемой ленты	Твердость приваренного слоя, HRC
Сталь 20	30–35	Сталь 55	50–55
Сталь 40	40–45	Сталь 40X	55–60
Сталь 45	45–50	Сталь 65X	60–65

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 16

Режимы приварки стальной ленты

Параметры	Детали	
	корпусные	типа «вал»
Сила сварочного тока, А	7,8–8,0	16,1–18,1
Длительность сварочного цикла, с	0,12–0,16	0,04–0,08
Длительность паузы, с	0,08–0,10	0,10–0,12
Скорость сварки, м/мин	0,5	0,7–1,2
Подача электродов, мм/об	Ручная	3–4
Усилия сжатия электродов, кН	1,70–2,25	1,90–1,60
Ширина рабочей части электродов, мм	8	4
Диаметр рабочей части электродов, мм	50	150–180
Материал ленты	Сталь 20	Сталь 40–50
Материал детали	Чугун СЧ 18–36; СЧ 21–40	Сталь любая
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	0,5–1,0	1,5–2,0

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

вращения детали, продолжительность сварочного цикла подбирают из условия получить 6–7 сварочных точек на 1 см длины шва (подбирают на эталонных образцах при постоянной скорости вращения). Подача электрода обеспечивает перекрытие сварных точек: малое перекрытие ухудшает свариваемость ленты с основным металлом, а повышенное — увеличивает зону отпуска, что снижает твердость приваренного слоя. Недостаточное усилие сжатия электродов на по-

верхности ленты и детали приводит к эрозионному разрушению, сопровождающемуся сильным искрением в зоне контакта; большое усилие сжатия электродов приводит к деформации электродов и снижению их стойкости.

Ориентировочные режимы приварки стальной ленты приведены в табл. 16.

Для деталей типа «вал» диаметром 30–50 мм рекомендуются следующие режимы приварки ленты толщиной 0,44 мм:

- частота вращения — 5 мин⁻¹;
- подача сварочной головки — 3 мм/мин;
- усилие сжатия электродов — 1,5 кН;
- количество охлаждающей жидкости — 1,5 л/мин.

Роль охлаждающей жидкости — это охлаждение роликов сварочной головки и эффективный отбор теплоты из зоны приварки. Твердость восстанавливаемой поверхности достигает 55 HRC и более.

Особенности сварки чугуновых деталей. Многие корпусные детали изготавливаются из серого, высококачественного и ковкого чугуна, который является трудносвариваемым материалом. У деталей из чугуна сваркой заделывают трещины и отверстия, присоединяют отколотые части детали, наплавляют износостойкие покрытия.

Наличие в чугуне значительного содержания углерода и низкая его вязкость вызывают значительные трудности при восстановлении деталей из этого материала. Быстрое охлаждение чугуна приводит к образованию в околошовной зоне твердых закалочных структур. Местный переход графита в цементит, который может произойти при расплавлении чугуна, приводит к образованию структуры белого чугуна. В этих зонах металл тверд и хрупок. Разница в коэффициентах линейного расширения серого и белого чугуна является причиной образования внутренних напряжений, что приводит к появлению трещин. Выгорание углерода и кремния в процессе сварки приводит к тому, что сварочный шов получается пористым и загрязненным шлаковыми включениями. Они появляются в результате неполного выделения газов и шлаков из-за быстрого перехода чугуна из жидкого состояния в твердое.

Таким образом, трудность сварки чугуновых деталей вызывается следующими основными причинами: отсутствие

площадки текучести у чугуна, хрупкость и небольшой предел прочности на растяжение вызывает образования трещин в процессе сварки; отсутствие переходного пластического состояния при нагреве до плавления. Текучесть чугуна в процессе сварки затрудняет восстановление деталей даже с небольшим уклоном от горизонтального положения; получение отбеленных участков карбида железа Fe_3C и высокоуглеродистых сталей, которые трудно поддаются механической обработке.

При восстановлении чугунных деталей можно применить горячий и холодный способы сварки.

Горячая сварка чугуна — процесс, который предусматривает нагрев детали (в печи или другими способами) до температуры 650–680 °С. Температура детали во время сварки должна быть не ниже 500 °С. Такие температуры позволяют:

- задержать охлаждение сварочной ванны, что способствует выравниванию состава металла ванны;
- освободить свариваемую деталь от внутренних напряжений литейного и эксплуатационного характера;
- предупредить появление сварочных напряжений и трещин.

Для деталей с большой жесткостью (блок цилиндров и другие корпусные детали) при сварке обязателен общий нагрев.

В процессе сварки происходят структурные преобразования с перераспределением внутренних напряжений (термическое воздействие). Металл, на который непосредственно действует сварочная дуга, плавится, образуя жидкую ванну, а тот, который соприкасается со сварочной ванной, нагревается вследствие теплоотдачи. В результате скорости нагрева и охлаждения отдельных участков зоны термического влияния при сварке неодинаковы. Металл сварочной ванны при охлаждении кристаллизуется (с большой скоростью) в тонкий слой первого участка зоны термического влияния. Происходит уменьшение объема за счет усадки на 1%. Этот слой первого участка связан с основным металлом детали и твердым металлом шва, что мешает нормальной усадке и приводит к возникновению напряжений растяжения и образованию трещин.

Усадка во время охлаждения сокращает длину валика (валик соединен с основным металлом), а основной металл

детали растягивает его. Этот процесс является следствием образования поперечных трещин. Для предотвращения этого процесса необходимо:

- обеспечить достаточную пластичность наплавленного шва (подобрать соответствующие присадочный материал, обмазку и режимы сварки);
- проковывать швы во время кристаллизации;
- равномерно нагревать и особенно охлаждать как шов, так и свариваемую деталь;
- сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности («+» — электрод, «-» — деталь) и малой силы (25–30 А на 1 мм диаметра электрода);
- наплавлять валики длиной 30–40 мм;
- применять сварку отжигающими валиками и многослойным швом.

Если при сварке чугуна использовать электрод из низкоуглеродистой стали, то металл шва получится высокоуглеродистым (т. е. будет отличаться высокими хрупкостью и твердостью). Количество углерода в металле шва зависит от геометрии шва, в частности, отношения h_1/h_2 , где h_1 — глубина проплавления; h_2 — усиление шва (рис. 33). Чем меньше значение этого отношения, тем меньше в металл шва поступает расплавленного чугуна детали и тем ниже содержание в шве углерода. Например, если в чугуне около 3% углерода, то в металле шва в зависимости от h_1 углерода будет 1,5–2,0% (в нижней части больше, чем в верхней). Снижают содержание углерода в наплавленном слое за счет уменьшения силы сварочного тока (глубины проплавления чугуна h_1), подбора компонентов покрытия электрода и многослойности сварного шва.

Изменяя состав и толщину обмазки сварочной проволоки, скорость сварки и силу тока, можно получить стальной шов с разным содержанием углерода и разной твердости —

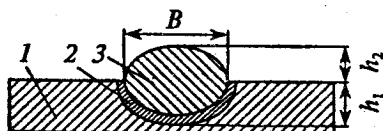


Рис. 33. Валик сварного шва:
 1 — нейтральная зона
 основного металла; 2 — зона
 термического влияния;
 3 — наплавленный металл;
 B — ширина валика

от закаленной высокоуглеродистой стали до мягкой отпущенной низкоуглеродистой.

Лучшие результаты при горячей сварке чугуна дает ацетилено-кислородное пламя с присадочным материалом из чугуна.

Горячая сварка чугуна предполагает необходимость применения специального нагревательного оборудования: термические и нагревательные печи, кожухи, термостаты и т. д. Поэтому этот способ сварки применяют только в тех случаях, когда необходимо получить наплавленный металл, близкий по структуре, прочности и износостойкости к основному металлу детали.

При сварке необходимо обязательно применять флюс, который выполняет следующие функции: растворяет образующиеся оксиды кремния и марганца, переводя их в шлак; окисляет и частично растворяет графитные включения чугуна, находящиеся на свариваемых поверхностях; образует микроуглубления, которые повышают свариваемость чугуна; предохраняет от окисления расплавленную ванну; увеличивает текучесть сварочных шлаков. В качестве флюса применяют техническую безводную буру ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$). Бура в чистом виде для сварки не пригодна, так как высокая температура ее плавления вызывает образование в сварочной ванне густых шлаков, которые плохо всплывают на поверхность металла, в результате чего образуются шлаковые раковины. Применение в качестве флюса смеси из 50% переплавленной измельченной буры и 50% кальцинированной соды увеличивает текучесть шлаков и расплавленного металла в ванне, улучшает качество сварки. Лучшие результаты дает флюс ФСЧ-1 следующего состава (% по массе): буры — 23, кальцинированной соды — 27, азотнокислого натрия — 50.

Кромки трещины для сваривания готовят механическим способом или оплавлением металла газовой горелкой с избытком кислорода. Перед сваркой подогретые кромки и конец стержня покрывают слоем флюса. Пламя горелки должно быть строго нейтральным. В ванну расплавленного металла вводят присадочную проволоку с флюсом, подогретые перед этим до температуры плавления. Затем сварщик концом чугунной проволоки воздействует на кромки ванны, делая круговые движения.

Горячей сваркой ацетиленокислородным пламенем с присадкой чугуна рекомендуется восстанавливать блоки цилиндров двигателей и других корпусных деталей при наличии трещин на ребрах жесткости.

Газовую сварку чугуна цветными сплавами без подогрева детали выполняют в сочетании с дуговой сваркой и широко применяют в ремонтном производстве для сварки трещин на обрабатываемых поверхностях корпусных деталей. Присадочный материал — латунь. Температура плавления латуни ниже температуры плавления чугуна (880–950 °С), поэтому ее можно применить для сварки, не доводя чугун до плавления и не вызывая в нем особенных структурных изменений и внутренних напряжений. Использование этого процесса позволяет получить сварочные швы плотные, легко поддающиеся обработке.

При сварке трещин в чугунных деталях выполняют следующие операции:

- снятие с кромок трещин фасок с углом разделки 70–80°;
- грубая обработка фасок (желательно с образованием насечки);
- очистка места сварки от грязи, масла и ржавчины;
- подогрев подготовленных к сварке мест пламенем газовой горелки до температуры 900–950 °С;
- нанесение на подогретую 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;
- покрытие шва листовым асбестом.

При холодной сварке чугуна деталь не нагревают (возможен подогрев не выше 400 °С для снятия напряжения и предупреждения возникновения сварочных напряжений). Сварочная ванна имеет небольшой объем металла и быстро твердеет. Способ получил более широкое применение по сравнению с горячей сваркой из-за простоты выполнения.

В зоне сварного шва происходят отбеливание и закалка с одновременным ростом внутренних напряжений, которые могут привести к образованию трещин.

Высота сварочного шва определяется значением $(h_1 + h_2)$, не одинакова для электродов с разными покрытиями и находится в пределах 4–7 мм.

Холодная сварка применяется для устранения трещин и заварки пробоин в тонкостенных корпусных и крупногабаритных чугуновых деталях, которые требуют последующей механической обработки и эксплуатируются под нагрузкой при тепловом воздействии.

Заварка трещин в тонких (до 10 мм) ненагруженных стенках осуществляется без разделки кромок. Процесс заварки в этом случае проводят в следующем порядке:

- поверхность детали очищают на расстоянии 25 мм от краев трещины;
- концы трещины обваривают за два прохода (рис. 34, а);
- дугу возбуждают на расстоянии 10–12 мм от одного конца трещины и ведут сварку в направлении другого конца трещины (валик наваривают на расстоянии 10–12 мм от конца трещины);
- не прерывая дуги, ведут сварку в обратном направлении, вторым слоем перекрывая первый;
- делят трещину на участки длиной 30–50 мм; отступив от конца трещины на выбранную длину участка, наплавляют с двух сторон трещины (отступая от ее краев на 1–1,5 мм) подготовительные валики 1, 2 и 3, 4 (ширина валика равна толщине стенки детали), причем валики 2 и 4 не должны соприкасаться со стенками детали и перекрывать валики, которые лежат под ними;
- очистка наплавленных вдоль кромок трещины валиков от шлаков;
- наплавка валиков 5 и 6 (за два прохода, не прерывая дуги), образуя шов, закрывающий трещину;
- проковывание молотком участка шва (после окончания сварки), не зачищая шлака.

В таком же порядке сваривают и другие участки трещины (II, III, IV, V).

Сварку трещин в толстостенных деталях (рис. 34, б), которые в дальнейшем подвергаются механической обработке или работают под нагрузкой, проводят с разделкой кромок. Ширина разделки краев трещины под сварку на поверхности детали должна быть в 2 раза больше ее толщины, а глуби-

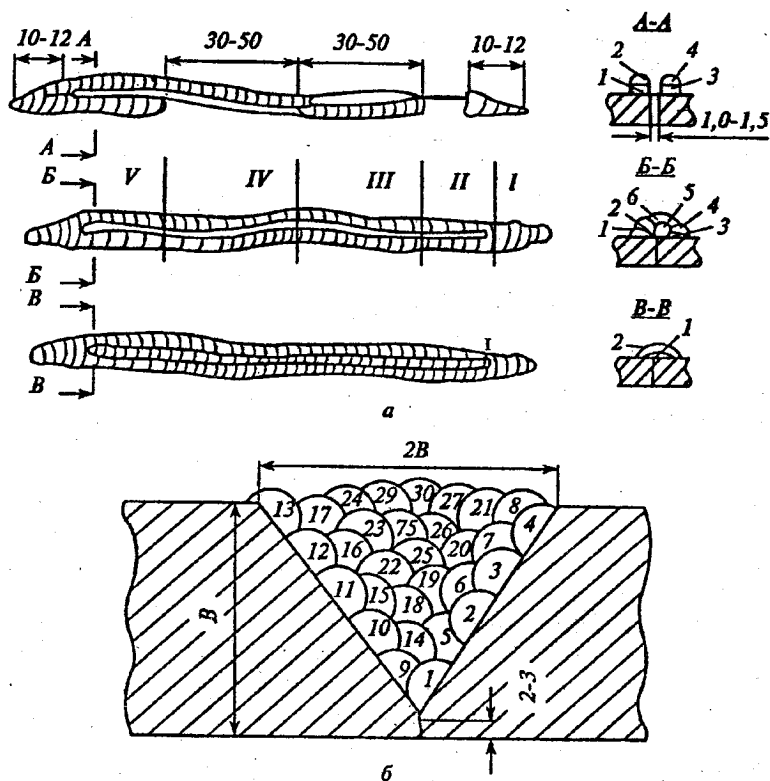


Рис. 34. Схема наложения валиков при сварке чугуновых корпусных деталей:
 а — трещина в тонкостенной детали (без разделки кромок трещины); б — трещина в толстостенной детали (с разделкой кромок трещины); В — толщина стенки детали; 1, 2, 3, ..., 30 — номера валиков;
 I, II, III, IV, V — номера участков

на разделки на 2–3 мм меньше этой толщины. Кромки трещины разделяют фрезерованием или слесарным способом вручную. При такой технологии облегчается сварка деталей в вертикальной плоскости.

Подготовительные валики на кромки трещины наплавляют раздельно: сначала два ряда валиков 1–8 на одну сторону среза вверх на участке протяженностью 30–50 мм, а затем — на другую сторону среза валики 9–17. Каждый предыдущий валик должен частично перекрываться последующим. После наплавки первого слоя очищают шлак и наплавляют второй. 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 валики центральными (соединительными) валиками. Заполнение шва на каждом участке проводят с перерывом для охлаждения.

Холодная сварка может осуществляться:

— электродами МНЧ-1 (63% Ni + 37% Cu) со специальным фтористо-кальциевым покрытием. Процесс сварки выполняется электродами диаметром 3–4 мм на постоянном токе 140–150 А обратной полярности, короткой дугой, участками 20–30 мм, которые сразу же проковываются. Вместо медно-никелевых электродов можно также использовать железо-никелевые электроды типа ЖНБ;

— электродами ЦЧ-4, представляющими собой сварочную проволоку Св-08 или Св-08А с фтористо-кальциевым покрытием, содержащим титан или ванадий, которого в наплавленный металл переходит до 9,5%. Процесс ведется электродами диаметром 3–4 мм на постоянном токе 120–150 А обратной полярности при напряжении 20 В. Перед сваркой рекомендуется подогреть деталь до 150–200 °С, а после наложения валиков сразу же их проковывать;

— электродами ОЗЧ-1, представляющими собой медную электродную проволоку с фтористо-кальциевым покрытием, содержащим железный порошок. Процесс сварки рекомендуется вести на постоянном токе 150–160 А обратной полярности и напряжении 20 В, короткой дугой, небольшими участками по 30–60 мм. После сварки каждый участок необ-

ходимо проковывать и продолжать ее после охлаждения шва до 50–60 °С.

Особенности сварки деталей из алюминия и его сплавов. Особенности сварки этих деталей состоят в следующем:

— очень плохая сплавляемость алюминия (температура плавления алюминия 658 °С) из-за образования на его поверхности тугоплавкой окисной пленки (Al_2O_3), температура плавления которой 2050 °С. Окислы снижают механическую прочность деталей. Для их удаления применяют флюсы типа АФ-4А, в состав которых входят хлористый натрий (28%), хлористый калий (50%), хлористый литий (14%) и фтористый натрий (8%);

— при нагреве до 400–450 °С алюминий сильно теряет свою прочность, и деталь может разрушиться даже от легкого удара;

— алюминий, как и чугун, не имеет пластического состояния и при нагреве сразу переходит из твердого состояния в жидкое. Алюминиевые сплавы в расплавленном состоянии активно растворяют водород, который при быстром охлаждении не успевает покинуть расплавленный металл и создает в нем поры и раковины. Источник появления водорода — это влага, для удаления которой рекомендуется прогреть детали;

— коэффициент линейного расширения алюминия в 2, а теплопроводность в 3 раза больше, чем у стали, что способствует появлению значительных внутренних напряжений, которые приводят к деформациям в свариваемых деталях. Для уменьшения внутренних напряжений целесообразно подогревать перед сваркой детали до температуры 250–300 °С и медленно охлаждать после сварки.

Для деталей из алюминия и его сплавов рекомендуются следующие способы сварки:

— неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона (аргонодуговая сварка). В качестве присадочного материала используют сплавы алюминия. В зависимости от толщины деталей используют электроды диаметром 1–5 мм, силу сварочного тока — 45–280 А, напряжением — 22–24 В. Расход аргона колеблется в пределах 4–12 л/мин. Сварку ведут на переменном токе без применения флюса;

— электродами ОЗА-2 (сплава алюминия) и ОЗА-1 (технического алюминия) на постоянном токе обратной поляр-

ности, короткой дугой (электродуговая сварка). Сила тока выбирается из расчета 35–45 А на 1 мм диаметра электрода. Стержень электрода изготавливают из алюминиевой проволоки. Электрод имеет покрытие АФ-4А;

— ацетилено-кислородным нейтральным пламенем (газовая сварка) с использованием флюса АФ-4А. Присадочный материал должен быть того же состава, что и основной металл. В момент расплавления основного и присадочного материалов пленку окислов разрывают с помощью стального крючка.

§ 5. НАПЫЛЕНИЕ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

5.1. Техника безопасности при выполнении газотермических работ

К работе на установках для напыления допускаются лица не моложе 18 лет, обученные приемам работы на оборудовании.

При плазменном и детонационном напылении наиболее вредными для здоровья работающих являются шум, загрязнение воздуха, ультрафиолетовые и инфракрасные излучения. Для защиты оператора от шума рекомендуется покрытия наносить в специальных камерах.

При плазменном и детонационном напылении воздух помещения может загрязняться металлической пылью, аэрозолями обрабатываемых материалов и окислами азота. Для защиты оператора в этом случае также служат специальные камеры с местным отсосом воздуха.

Плазменная струя является интенсивным источником инфракрасного и ультрафиолетового излучения, поэтому оператор должен работать в защитной маске со светофильтром. Камеры для напыления также оборудуют соответствующими светофильтрами. Руки от излучения защищаются рукавицами из асбестовой ткани.

Требования к технике безопасности при газоплазменном и электродуговом напылении предъявляются те же, что и при выполнении работ по газовой и электродуговой сварке.

5.2. Физика и сущность процесса

Газотермическое напыление используется для получения износостойких, коррозиестойких, жаропрочных, теплоизоляционных и других покрытий. При газотермическом напылении для формирования покрытий используются цветные металлы и сплавы, стали, полимеры, оксиды, бориды, нитриды и др. Покрытия могут быть нанесены на металлы, пластмассы, стекло, дерево, ткань, бумагу, керамику, так как в процессе напыления температура изделия изменяется незначительно. Толщина покрытия обычно составляет примерно 100–500 мкм.

Газотермический метод формирования покрытий заключается в нагреве исходного материала покрытия до жидкого или пластичного состояния и его распылении газовой струей. Напыляемый материал поступает на обрабатываемую поверхность в виде потока жидких капель или пластифицированных частиц, которые при соударении закрепляются на поверхности детали, образуя покрытие.

По способу плавления исходного материала различают газопламенные, газозлектрические и детонационные методы. Наибольшее распространение получили методы электродугового и плазменного напыления.

При газотермическом напылении источником тепловой энергии является пламя, образующееся в результате горения смеси кислорода и горючего газа (ацетилена, метана и др.). При электродуговом и плазменном напылении источником тепла является электрическая дуга, горящая между электродами в потоке газа.

Исходный материал покрытия подается в высокотемпературный газовый поток в виде проволоки (прутка) или порошка. Для электродугового напыления можно использовать только проволоку, для детонационного напыления — только порошок, для газопламенного и плазменного методов — как проволоку, так и порошок.

Максимальная температура при газотермическом напылении покрытий составляет:

- при газопламенном методе — 1800–3500 К,
- при электродуговом и плазменном — 7500–2000 К.

Скорость частиц напыляемого материала составляет, м/с:

- при газопламенной обработке — 50–100,
- при электродуговой — 60–2500,
- при плазменной — 100–400,
- при детонационной — 700 и более.

Напыление покрытий происходит в следующем порядке:

- расплавление наплавляемого материала;
- ускорение и распыление расплавленного материала;
- полет напыляемых частиц в направлении к обрабатываемой поверхности;
- удар частиц и их сцепление с поверхностью обрабатываемого изделия.

Во всех процессах газотермического напыления в высокотемпературном потоке газа напыляемый материал ускоряется, нагревается, плавится (или пластифицируется) и в виде потока жидких капель (или пластифицированных частиц) при ударном взаимодействии с обрабатываемой поверхностью формирует покрытие.

Принципиальная схема газотермического напыления показана на рис. 35. Верхняя часть рисунка показывает распыление проволочного материала, нижняя — напыляемого порошка. Проволочный материал поступает в высокотемпературный поток газов в расплавленном состоянии, при напылении из порошков — в твердом состоянии.

Частица порошка (нижняя часть) на участке *A* нагревается до температур плавления. На участке *B* частицы плавятся и превращаются в жидкие капли металла. При движении жидких капель на участке *B* может происходить перегрев и частичное испарение капель.

Струя сжатого воздуха (или другого газа-носителя) распыляет каплю расплавленного металла на мельчайшие частицы, сообщает им значительные ускорения, под действием которых происходит разгон частиц, формирование распыленных частиц по величине и конфигурации. В полете частицы распределяются в определенном порядке по сечению струи.

Наиболее интенсивное напыление происходит по центру потока, где сосредотачиваются самые крупные фракции наименее окисленных распыленных частиц.

Основная масса напыляемого материала поступает по центру потока (пятно 5), где достигаются наилучшее сцепление с основой, минимальная пористость и окисление частиц.

В наружной части факела (кольцо 7) материал напыляется с минимальной скоростью, при этом образуется окисленный слой частиц с высокой пористостью и плохим сцеплением с подложкой.

Жидкие или пластифицированные частицы с поверхностной пленкой частично разрушаются при ударе с обрабатываемой поверхностью. При ударе капли разрушается окисная пленка и происходит частичное разбрызгивание жидкого ядра. Частицы, отвердевшие до удара, не разрушаются. Такая схема формирования покрытия приводит к появлению в нем микропустот и микропор, образованных газовыми пузырями.

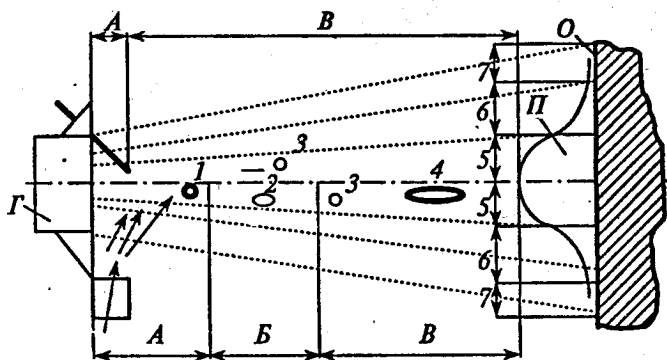


Рис. 35. Схема процессов газотермического напыления для проволочных (верхняя часть рисунка) и порошковых материалов:

- А — область нагрева исходного материала до начала плавления; Б — область нагрева до полного плавления; В — область движения частиц материала в расплавленном состоянии (возможны перегрев, испарение); Г — распылительная газотермическая головка (горелка); О — основа; П — покрытие; 1 — твердая частица порошка; 2 — частица, расплавленная не полностью; 3 — расплавленная частица (капля); 4 — испаряющаяся (перегреваемая) капля (частица); 5 — центральное пятно; 6, 7 — среднее и периферийное кольца пятна напыления

Так как напыление покрытия осуществляется на практически холодную подложку, при охлаждении капель (частиц) напыляемого слоя в них возникают внутренние («усадочные») напряжения.

Сцепление частиц покрытия происходит за счет механического сцепления, адгезии, частичной сварки и действия внутренних напряжений («усадочных» сил).

Основные технологические операции процесса газотермического напыления. После разборки детали поступают в моечное отделение, где их очищают моющим раствором, дефектуют и отправляют в цех (участок, отделение) напыления.

Механическая обработка изделий. Для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям деталей они подвергаются механической обработке, в том числе специальной (нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок, насечка поверхностей, накатка резьбы роликом).

Обезжиривание. При нанесении всех покрытий перед струйной обработкой поверхность детали обезжиривают органическими растворителями, моющими средствами и т.д. Чугунные детали, кроме обезжиривания, подвергают обжигу при температуре 260–530 °С для выгорания масла, содержащегося в порах.

Струйная обработка. С целью активации поверхности и придания ей шероховатости поверхность деталей подвергают струйной обработке. Поверхность деталей, не подлежащая напылению при струйной обработке, должна быть защищена. После обработки детали обдувают сухим сжатым воздухом для удаления частиц абразива с поверхности.

Процесс напыления. Операция напыления производится сразу же в течение 10–15 мин. В качестве плазмообразующих газов используют аргон или азот. Для предотвращения перегрева изделий и окисления покрытий применяют охлаждение.

Для осуществления процесса напыления включают установку и в случае необходимости — систему охлаждения изделий. Необходимую толщину получают многократным повторением напыления. После напыления изделие снимают с приспособления, не допуская повреждения покрытия.

Экран-маски и другие защитные приспособления снимают после охлаждения до комнатной температуры изделия с покрытием, чтобы не повредить его.

Окончательная механическая обработка. Окончательная обработка деталей с нанесенным покрытием производится на шлифовальных или токарных станках.

Контроль качества покрытий. Детали с покрытием подвергаются контролю по внешнему виду, толщине, геометрическим размерам. Контроль по внешнему виду производится с целью выявления внешних дефектов — сколов, вздутий, шелушения и других дефектов. Осмотр осуществляется с помощью лупы. Геометрические размеры детали с покрытием и толщину покрытия измеряют с помощью штангенциркуля, микрометра и толщиномеров.

Исследования и опыт напыления газотермических покрытий показывают, что прочность их сцепления во многом зависит от принятого технологического процесса подготовки поверхности к нанесению покрытия и от строгого соблюдения последовательности выполнения предусмотренных процессом операций.

Напыляемая деталь должна быть очищена и обезжирена в соответствующих растворителях согласно технологическому процессу очистки, принятому на ремонтных предприятиях. Поверхности деталей, на которые напыляется покрытие, и прилегающие к ним участки на расстоянии 15–20 мм должны быть дополнительно обезжирены уайтспиритом или бензином и протерты чистой хлопчатобумажной материей. При обезжиривании поверхностей особое внимание следует обращать на удаление масла и других загрязнений из отверстий, каналов, канавок и т. д. Для этого деталь дополнительно надо обезжирить в расплаве солей.

Следы масла или каких-либо других загрязнений на восстанавливаемой поверхности резко снижают прочность сцепления напыленных покрытий. В связи с этим подготовленная к напылению поверхность детали должна тщательно оберегаться от загрязнения. Трогать поверхность руками без сухих чистых хлопчатобумажных перчаток не допускается. Детали хранят в специальных закрывающихся стеллажах. Время их хранения до напыления не должно превышать 2,5 ч.

5.3. Газоэлектрическое напыление

В газоэлектрических процессах для создания высокотемпературного потока используют тепловое действие электрической дуги, плазменной струи, индукционного нагрева токами высокой частоты.

Газоэлектрические методы напыления — одни из наиболее распространенных способов получения металлических покрытий поверхностей нанесением на эти поверхности расплавленного металла. Сущность процесса — металл, расплавленный дугой или ацетилено-кислородным пламенем и распыленный струей сжатого воздуха (давление до 0,6 МПа), покрывает поверхность восстанавливаемой детали.

В зависимости от источника расплавления металла различают электродуговое, плазменное и высокочастотное напыления (табл. 17).

Применяя газоэлектрические методы напыления, необходимо учитывать, что слой, нанесенный на поверхность детали, не повышает ее прочности. Поэтому применять эти способы для восстановления деталей с ослабленным сечением не следует. При восстановлении деталей, находящихся под действием динамических нагрузок, а также деталей, работающих при трении без смазочных материалов, необходимо знать, что сцепляемость напыленного слоя с основным металлом детали недостаточна.

Необходимую шероховатость на поверхности деталей, подлежащих напылению, достигают:

— для поверхностей термически необработанной круглой детали на токарно-винторезном станке нарезают «равную» резьбу резцом, установленным с большим вылетом ниже оси детали на 3–6 мм. Вибрация резца приводит к появлению шероховатой поверхности с заусенцами. Резьбу нарезают при скорости резания 8–10 м/мин (без охлаждения) за один проход резца на глубину 0,6–0,8 мм. Шаг резьбы составляет 0,9–1,3 мм, а для вязких и мягких материалов — 1,1–1,3 мм. На галтелях резьбу не нарезают. Для выхода резца при нарезании резьбы и устранения выкрашивания покрытия у торца детали делают канавки, глубина которых должна быть на 0,2–0,3 мм больше глубины резания. Часто нарезание резьбы заменяют более производительным про-

Таблица 17

Способы напыления

Напыление	Преимущества	Недостатки
Электродуговое	Достаточно высокая производительность и простота установки	Повышенное окисление металла и выгорание легирующих элементов
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, покрытие однородное и прочное, высокая производительность	Сложность оборудования

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

цессом — накаткой резьбы. Прочность связи основного металла с покрытием при этом несколько ухудшается;

— для поверхностей плоских деталей нарезают «рваные» канавки на строгальных станках. На поверхности небольших плоских деталей нарезают на токарных или карусельных станках «рваные» канавки в виде архимедовой спирали. Поверхности подвергают пескоструйной обработке. Канавки должны располагаться перпендикулярно к направлению действия нагрузки.

Для получения высокого качества покрытий струю распыленного металла направляют перпендикулярно к обрабатываемой детали и выдерживают расстояние от сопла горелки до детали в пределах 150–200 мм. Вначале металл наносят на участки детали с резкими переходами, углами, галтелями, уступами, а затем осуществляют напыление всей поверхности, равномерно наращивая металл. Требуемые размеры, качество отделки и правильную геометрическую форму поверхностей, покрытых распыленным металлом, получают при окончательной механической обработке.

Электродуговое напыление. Процесс электродугового напыления осуществляется специальным аппаратом (рис. 36), который действует следующим образом. С помощью протяжных роликов по направляющим законечникам непрерывно подаются две проволоки, к которым подключен

электрический ток. Возникающая между проволоками электрическая дуга расплавляет металл. Одновременно по воздушному соплу в зону дуги поступает сжатый газ под давлением 0,6 МПа. Большая скорость движения частиц металла (120–300 м/с) и незначительное время полета, исчисляемое тысячными долями секунды, обуславливают в момент удара о деталь ее пластическую деформацию, заполнение частицами пор поверхности детали, сцепление частиц между собой и с поверхностью, в результате чего образуется сплошное покрытие. Последовательным наслаиванием расплавленного металла можно получить покрытие, толщина слоя которого может быть от нескольких микрон до 10 мм и более (обычно 1,0–1,5 мм — для тугоплавких и 2,5–3,0 мм — для легкоплавких металлов).

Особенностью электродугового напыления является образование нескольких максимумов в факеле распыления. Это связано с тем, что струя сжатого 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.

Питание электродуговой дуги осуществляется переменным или постоянным током. При работе на постоянном токе дуга горит непрерывно, на переменном токе она перио-

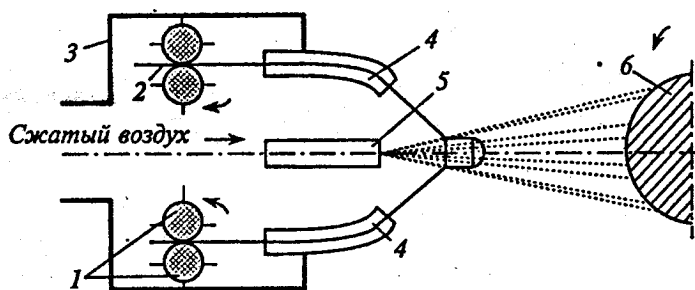


Рис. 36. Схема работы металлизатора:

1 — ролики; 2 — электрическая проволока; 3 — провода от трансформатора; 4 — направляющие; 5 — сопло; 6 — деталь

Таблица 18

Рекомендуемые материалы электродной проволоки

Операция	Материал проволоки
Восстановление поверхностей под неподвижные посадки	Стали: 08, 10, 15, 20
Получение износостойких покрытий	Стали: 45, У7, У7А, У8, У8А, У 10. Проволока марок: Нп-40, Нп-30ХГСА, Нп-30Х13
Металлизация деталей, работающих при высоких температурах	Хромоникелевые стали
Восстановление подшипников	Антифрикционные сплавы составов (% 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, раковин и нанесение противокоррозионных покрытий в чугунных деталях	Цинк: Ц1, Ц2
Заделка трещин в деталях из алюминиевых сплавов	Сплавы: АД, АМц, АМг

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

дически возобновляется. При использовании постоянного тока процесс плавления более стабилен, дисперсность частиц и плотность получаемых покрытий выше, чем при применении переменного тока.

Установка для электродуговой металлизации включает электродуговую горелку, напыляемый материал в виде проволоки и источник электропитания. Рабочее напряжение равно 18–40 В, сила тока — 100–140 А. Производительность электродуговой установки выше, чем при газопламенном напылении, и составляет:

- для стали — 5–70,
- бронзы — 60–90,
- алюминия — 3–37,
- цинка — 10–140 кг/ч.

Напыленный слой неустойчив к ударным, механическим, колебательным нагрузкам и к скручиванию.

Наибольшие объемы работ по напылению выполняют переносными (ручными) горелками ЭМ-ЗА, ЭМ-14 и станочными — КДМ-2, ЭМ-6, ЭМ-12. В зависимости от выполняемых операций применяют проволоки, которые приведены в табл. 18.

Твердость регулируется подбором исходного материала или режима охлаждения в процессе нанесения покрытия.

Плазменное напыление. Плазменное напыление — это процесс нанесения покрытий напылением, при котором для расплавления и переноса материала на поверхность детали используются тепловые и динамические свойства плазменной струи.

Устройство плазмотронов уже было описано (см. рис. 30). Попадая в плазменную струю, порошок расплавляется и приобретает определенную скорость полета, которая достигает наибольшей величины на расстоянии 50–80 мм от среза сопла плазмотрона. На этом расстоянии целесообразно располагать деталь.

Преимущества плазменного напыления: этим способом удается наносить покрытия из всех материалов, которые не разлагаются и не испаряются при обычных температурах (окислы, нитриды, карбиды и многокомпонентные материалы, называемые псевдосплавами); затраты на получение азотной плазмы вдвое меньше стоимости кислородно-ацетиленового пламени при эквивалентных выделениях энергии; процесс позволяет полностью автоматизировать технологию; возможность нанесения покрытий на детали разнообразной конфигурации (плоские, криволинейные поверхности, тела вращения).

При плазменном напылении производительность плазмотронов составляет от 2 до 20 кг/ч. Однако по сравнению с электродуговым напылением плазменное имеет меньшую производительность.

Технологический процесс подготовки поверхностей при плазменном напылении покрытий на изношенные цилиндрические поверхности деталей типа «вал», а также фигурные и плоские поверхности, износ которых не превышает 1,0–1,5 мм, предусматривает следующие операции:

— очистку деталей от грязи, масляных и смолистых отложений, а при неравномерном их износе — механическую обработку для устранения неровностей и придания поверхности правильной геометрической формы;

— сушку деталей после промывки в сушильном шкафу при температуре 80–150 °С или обдувку сжатым воздухом;

— механическую обработку в зависимости от вида детали и места напыления. Поверхности деталей типа «вал», которые не подвергались закалке и химико-термической обработке, протачивают на токарном станке на глубину не менее 0,1 мм на сторону. Поверхности под подшипники обрабатывают резанием. Коренные и шатунные шейки коленчатого вала шлифуют на круглошлифовальном станке;

— дополнительная промывка отверстий, масляных каналов, пазов в ацетоне с помощью капроновых или щетинных «ершей»;

— обработку отверстий масляных каналов, используя для этого угловые шлифовальные круги и бормашины (типа ИП-1011). Шлифуют фаски под углом 45° на глубину 1,5–2,0 мм. Масляные каналы и отверстия закрывают графитовыми пробками на глубину 3–5 мм так, чтобы они выступали над поверхностью на 1,5–2,0 мм;

— специальная механическая обработка выполняется в случае нанесения покрытий толщиной более 1,0 мм или при эксплуатации детали в условиях повышенных нагрузок, особенно срезающих. Основные виды специальной механической обработки: нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок, насечка поверхности, накатка резьбы роликом;

— абразивно-струйная обработка выполняется для получения требуемой шероховатости.

Шероховатость поверхности после обработки должна быть 10–60 мкм в зависимости от материала детали. Все отверстия и каналы перед абразивно-струйной обработкой закрывают стальными или графитовыми пробками, а также различными заглушками. Абразивно-струйная обработка ведется в специальных камерах (например, типа 026–07.00.000 «Ремдеталь»). Режимы обработки: давление сжатого воздуха — 0,3–0,6 МПа, дистанция обдува — 50–100 мм, угол атаки струи — 75–90°. В качестве абразивных материалов используют электрокорунд с зернистостью 80–150 мкм или металлическую дробь ДЧК, ДСК номера 01, 02, 03, 05. Металлический абразив не должен иметь следов ржавчины. Металлическая дробь применяется для обработки материалов с твердостью до HRC 40, кроме материалов с высокой вязкос-

тью. Абразив из электрокорунда может быть использован до 30 раз, металлическая дробь — 60–90 раз. Электрокорунд после пяти-семикратного использования необходимо просушить при температуре 200–250 °С в течение 3,5 ч и отделить мелкую фракцию (менее 100 мкм). После абразивно-струйной обработки детали обдувают сухим воздухом для удаления частиц абразива с поверхности.

Для поверхностей деталей, имеющих местный износ не более 2–3 мм, при подготовке выполняют следующие операции: очистка деталей от грязи; очистка деталей от масляных и смолистых отложений; предварительная механическая обработка; абразивно-струйная обработка поверхностей детали электрокорундом зернистостью 500–800 мкм в струйных камерах.

Восстановление изношенных деталей плазменным напылением выполняют на специализированных участках. Их необходимо укомплектовывать установкой для газотермического напыления, плазменной установкой, источником питания, установкой для охлаждения оборотной воды, камерой для струйной обработки деталей, установкой для определения зернового состава порошков, электропечью, водяным насосом, масловлагоотделителем, техническими весами (предел взвешивания не менее 5 кг), слесарными верстаками и стеллажами для хранения порошков, абразива и деталей.

Для охлаждения плазменных горелок и источника питания желательно использовать дистиллированную воду.

Приведем режимы напыления в зависимости от напыляемого материала. Состав плазмообразующего газа:

— аргон — 70–95%,

— азот — 530%.

Расход газа (л/мин):

— плазмообразующего — 35–45,

— транспортирующего — 6–9.

Сила тока — 280–370 А.

Напряжение дуги 45–50 В.

Дистанция напыления 80–120 мм.

Частота вращения детали — 20–40 мин⁻¹.

Напыленные плазменные покрытия обладают повышенной твердостью, хрупкостью и пониженной теплопроводностью из-за оксидных включений и пор в слое покрытия. От-

рицательное влияние оказывает качество напыленного плазменного покрытия и разница в коэффициентах термического напряжения, возникающая в процессе напыления. Все это предопределяет ряд особенностей последующей обработки покрытия. Применение обычных режимов в процессе механической обработки приводит к возникновению трещин, сколов и дополнительных термических напряжений. Для механической обработки плазменных покрытий необходимо использовать алмазный инструмент. Приступать к чистовой обработке деталей с плазменным покрытием следует не ранее чем через 24 ч после напыления в связи с необходимостью полной релаксации внутренних напряжений в деталях и покрытиях. При правильном шлифовании покрытие не должно выглядеть глянцевым или полированным. Шлифование проводится с подачей фильтрованной охлаждающей жидкости (наилучшим вариантом является вода с добавкой 5% эмульсола при расходе 0,6–0,85 л/мин).

Высокочастотное напыление. Плавление исходного материала покрытия (проволоки) происходит за счет индукционного нагрева, а распыление — струёй сжатого воздуха. Головка высокочастотного аппарата (рис. 37) имеет индуктор, питаемый от генератора ТВЧ, и концентратор тока, который обеспечивает плавление проволоки на небольшом участке ее длины.

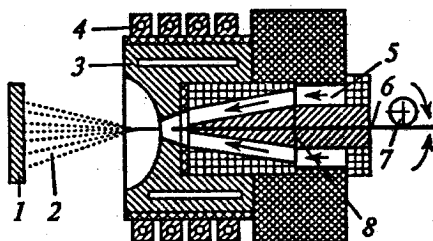


Рис. 37. Схема распылительной головки аппарата для высокочастотного напыления:

- 1 — концентратор тока; 2 — напыляемая поверхность;
3 — газометаллическая струя; 4 — индуктор; 5 — канал подачи сжатого воздуха; 6 — проволока; 7 — ролики;
8 — направляющая втулка

Высокочастотное напыление предназначено только для стационарных работ, так как подвод электроэнергии осуществляется от мощных генераторов ТВЧ, используемых для поверхностной закалки.

Преимущества высокочастотного напыления:

- небольшое окисление металла,
- относительно высокая механическая прочность покрытия.

Недостатки:

- недостаточная производительность процесса,
- сложность конструкции,
- высокая стоимость оборудования и энергоносителей.

5.4. Газопламенное напыление

При газопламенном напылении высокотемпературный поток создается при сгорании горючих газов (ацетилен, водорода, метана и др.) в атмосфере кислорода или воздуха. Температура пламени горючих газов в смеси с кислородом — 2000–3200 °С, в смеси с воздухом — 500–900 °С.

Аппараты для газопламенного напыления в зависимости от вида напыляемого материала существуют двух типов: проволочные и порошковые (рис. 38).

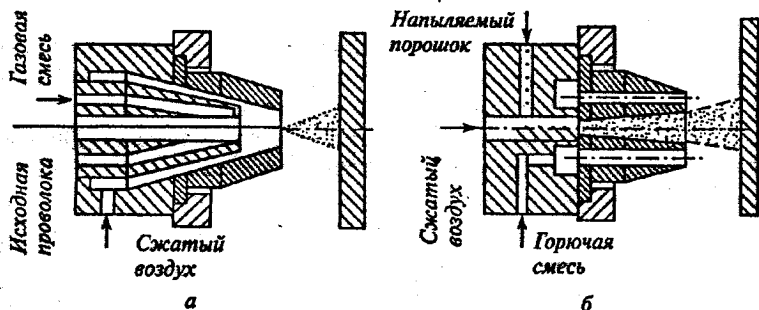


Рис. 38. Схема процессов газопламенного напыления с применением исходного материала:

а — в виде проволоки или стержней; *б* — в виде порошков

Основными элементами газопламенных горелок являются:

- сопловая система,
- устройство подачи проволоки или порошка,
- привод этого устройства (воздушная турбина, пневматический или электрический двигатель),
- элемент управления,
- соединения подачи горючего газа и сжатого воздуха (кислорода),
- корпус с рукояткой.

Горелки могут быть ручными и машинными. В проволочных горелках используется проволока диаметром от 1,5 до 5,0 мм. В зависимости от толщины распыляемой проволоки имеют производительность в ручном режиме работы для стали и алюминия от 1,5 до 8,5 кг/ч; при напылении порошков карбида вольфрама — 4–9, окиси алюминия — 1,5–3,0 кг/ч.

Преимущества газопламенного напыления — это высокая дисперсность распыляемых частиц, независимость от источника тока, простота обслуживания, низкая стоимость оборудования. Недостатки — малая производительность и большая стоимость напыляемых материалов.

Основа процесса газопламенного нанесения материалов — пластификация порошка в высокотемпературном источнике тепла (ацетилено-кислородном пламени) и нанесение его газовыми потоками на предварительно подготовленную изношенную поверхность.

Преимущества газопламенного нанесения порошковых материалов состоят в локальности обработки, незначительном влиянии на подложку, возможности нанесения покрытий на изделия больших размеров, отсутствии ограничений на сочетания материалов покрытия и подложки, что позволяет охватить большую номенклатуру восстановления изношенных деталей.

В зависимости от назначения и материала детали, условий эксплуатации, контактов сопрягаемых поверхностей при восстановлении деталей используют следующие методы газопламенного нанесения покрытий:

- без последующего оплавления — используется для восстановления деталей с износом до 2,0 мм на сторону без деформации, искажения или изменения структуры основно-

го металла, не подвергающихся в процессе эксплуатации ударам, знакопеременным нагрузкам, большому нагреву;

— с одновременным оплавлением — используется для восстановления деталей с местным износом до 3–5 мм, работающих при знакопеременных и ударных нагрузках, изготовленных из серого чугуна, конструкционных, коррозионно-стойких сталей и др.;

— с последующим оплавлением — дает возможность восстановить детали типа вала с износом до 2,5 мм на сторону. Восстановленные детали устойчивы против коррозии, абразивного изнашивания, действия высоких температур.

Технологический процесс газопламенного нанесения покрытий:

— нагрев поверхности детали до 200–250 °С;
— нанесение подслоя, который дает основу, необходимую для наложения основных слоев;

— нанесение основных слоев, позволяющих получить покрытия с необходимыми физико-механическими свойствами.

На прочность сцепления покрытий с основой влияют:

— способ подготовки поверхности и используемый при этом абразивный материал;

— параметры струйной обработки;

— время выдержки после обработки;

— наличие предварительного подогрева;

— применение подслоя;

— использование терморегулирующих порошков;

— способ распыления;

— эффективная мощность пламени;

— параметры процесса распыления;

— состав материала покрытия (наличие поверхностно-активных добавок в покрытии зависит и от применяемого оборудования, и от присадочных материалов).

Технические характеристики и назначение порошков приведены в табл. 19.

Основой конструкции аппаратов для напыления порошковых покрытий является базовая схема сварочной горелки, которая служит для смешивания горючего газа с кислородом и получения газового пламени. Мощность, состав и форма сварочного пламени зависят от мундштуков наконечников горелок.

Таблица 19

Характеристики и назначение порошков для газопламенного нанесения покрытий

Марка порошка	Основа	Твердость, НРС	Характеристика покрытия	Область применения метода
Самофлюсующиеся порошки для газопорошковой напылки				
ПГ-10Н-01 ПГ-10К-01 ПГ-ЮН-04	Никель Кобальт Никель	56-63 46-51 86-97 HRB	Износостойкое, коррозиестойкое, беспористое гладкое покрытие с высокими физико-механическими свойствами и адгезией	Для восстановления деталей из стали, чугуна с местным износом, работающих при знакопеременных нагрузках, в агрессивных средах и при повышенных температурах
Самофлюсующиеся порошки для газопламенного напыления с последующим оплавлением				
ПГ-12Н-01, ПГ-12Н-02, ПС-12НВК-01	Никель Никель Порошковая смесь	36-45 46-53 56-63	Износостойкое, коррозиестойкое покрытие с высокой адгезией	Для восстановления деталей типа «вал», работающих при знакопеременных нагрузках, абразивном изнашивании и при воздействии высоких температур
Порошковые материалы для газопламенного напыления без последующего оплавления				
ПТ-19Н-01, ПТ-НА-01, ПГ-19М-01, ПГ-19Н-01	Никель Никель Медь Железо	30-41 — 65-72 HRB 74-72 HRB	Износостойкое, коррозиестойкое покрытие с высокой адгезией и пористой структурой	Для восстановления и упрочнения посадочных мест деталей типа «вал», не подвергающихся в процессе эксплуатации ударным и сильным знакопеременным нагрузкам

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Основное назначение аппарата для напыления — подавать порошок в ядро факела пламени. В зависимости от способа подачи порошка из питателя различают два вида аппаратов напыления.

У инжекторного газопламенного распылительного аппарата порошок через клапан, размещенный в корпусе аппарата, под влиянием всасывающего воздействия кислорода и горючего газа, протекающего по каналу, попадает в сопло, а затем — в ядро пламени (рис. 39).

Особенностью распылительных аппаратов косвенной (наружной) подачи порошка является многоканальное сопло, через которое проходит газовая смесь образующаяся в смесительной камере. Порошок из бункера попадает в ядро пламени через верхнюю часть факела по принципу гравитации по направляющей трубке (рис. 40).

Основная трудность при конструировании горелок — обеспечение разряжения канала порошкового бункера при

соблюдении безопасности, т. е. необходимо исключить возможность обратного удара пламени в бункер.

В комплект оборудования для участка газопламенного напыления на изношенную поверхность детали входят:

— аппараты для напыления (021-4 ВПО «Ремдеталя», ОКС-5531-ГОСНИТИ, УПТР-1-78);

— горелка для наплавки (ГН-2);

— станки токарные и круглошлифовальные для предварительной и последующей обработки напыленного слоя (ЗВ1161, ЗА151, ЗВ12, ЗА423);

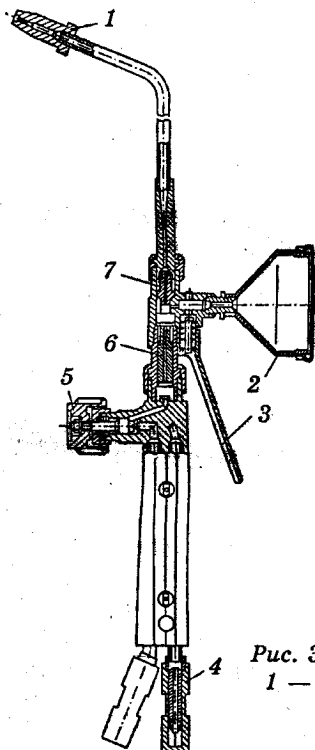


Рис. 39. Модернизированная горелка ГН-2:
 1 — мундштук; 2 — бункер; 3 — рычаг;
 4, 5 — инжектор; 6 — вентиль;
 7 — штуцер

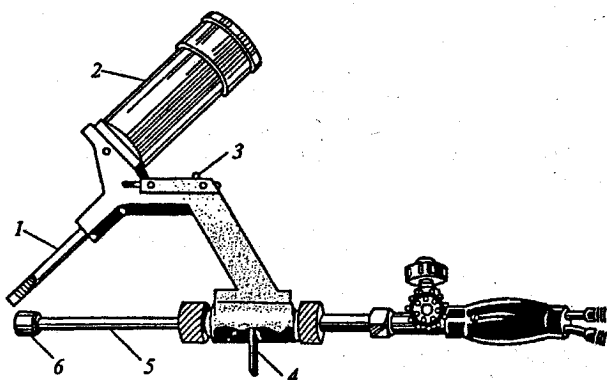


Рис. 40. Горелка ОКС-5531:

1 — подводная труба; 2 — емкость; 3 — курок;
4 — установочный штырь; 5 — пробка; 6 — наконечник

- установка для восстановления деталей типа «вал»;
- универсальная установка для восстановления коленчатых валов (вращатель);
- установка для струйной обработки деталей;
- щуп газовый для контроля давления воздуха и газов;
- редукторы: ацетиленовый (ДАП-2), кислородный (ДКП-1-65), пропановый (ДПП-1-65);
- шланги: кислородные (типа III ВН 0 12), пропановые и ацетиленовые (типа I ВН 0 12);
- баллоны: кислородный и ацетиленовый;
- ацетиленовый генератор низкого и среднего давления (при отсутствии ацетилена в баллонах) — только для газопорошковой наплавки;
- бормашина;
- печь для сушки порошка (температура до 500 °С);
- термометр (ТХ*-1479 или ТП);
- стеллаж (ОРГ-1468-06-92А);
- набор сит с ячейками;
- стол сварщика (С 19920 «Ремдеталь»;
- подставка под баллоны;
- технический ацетилен (газобаллонный) в баллонах;

- технический кислород (газобаллонный);
- ацетон;
- композиционные самофлюсующиеся порошки;
- порошок электрокорунда (50–800 мкм);
- фильтр-масловлагоотделитель (5.1278–72 ДВ 41–16);
- синтетические моющие средства (для обезжиривания деталей);
- порошки.

Схема технологического процесса, которую можно принять на данном участке, приведена на рис. 41.

Газопламенному напылению подвергаются следующие детали (порошки: ПТ-НА-01 — для подслоя + ПТ-19-ОИ или ПГ-19М-01 — для основного слоя):

- посадочные места — картер маховика;
- маховик;
- валы (ведущий, раздаточный, промежуточный, первичный, вторичный и т.д.);
- опоры коренных подшипников, посадочные отверстия под гильзу — блок цилиндров;
- посадочные пояски, опорные буртик — гильза цилиндров;

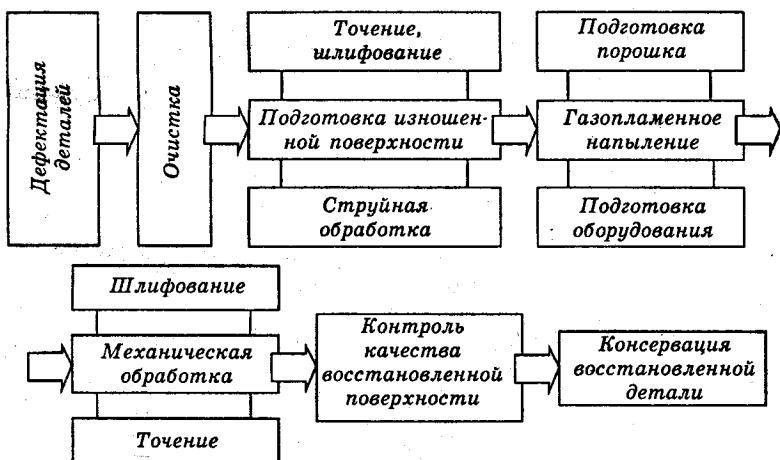


Рис. 41. Схема технологического процесса

- опорные шейки — распределительный вал;
- нижняя головка — шатун;
- шейки под шарикоподшипники — вал редуктора;
- коренные и шатунные шейки — коленчатый вал.

Газопламенное напыление без последующего оплавления осуществляют в два этапа: напыление подслоя (порошок ПТ-НА-01); напыление основного слоя (порошок ПТ-19Н-01 или др.).

Фигурные и плоские детали напыляют вручную или по копиру, детали типа «вал» — вручную или при автоматической подаче аппарата со скоростью 8 мм за один оборот детали.

Предварительно деталь подогревают горелкой при избытке ацетилене, с тем чтобы противодействовать окислению поверхности. Стальные детали подогревают до 50–100 °С, бронзовые и латунные — до 300 °С.

При напылении участков значительной длины после первого прохода следует остановить подачу порошка и начать процесс с охлажденного конца детали. Основной слой наносят за несколько проходов; толщина покрытия должна быть не больше 2,0 мм на сторону.

Напыление с последующим оплавлением. Оплавление следует проводить сразу же за напылением, оно может быть выполнено с использованием тепла ацетилено-кислородного пламени, нагревом ТВЧ, лазерным лучом в печи с защитно-восстановительной атмосферой. Участок, покрытый порошком, нагревают до полного расплавления всех зерен металла в напыленном слое, в результате получают блестящую поверхность. Во избежание перегрева, а следовательно, возможного образования окислов, усадки и отслоения напыленного покрытия необходимо соблюдать следующие требования: сначала напыленный слой оплавляют в середине, затем аппарат перемещают поочередно к концам напыленного слоя и оплавляют порошок. Деталь охлаждают в соответственно нагретых печах. Твердость напыленных покрытий — в зависимости от марки порошка.

Для напыленных покрытий с твердостью до HRC 40 возможна токарная обработка резцами с пластинами из твердых сплавов марки ВК8 или резцами с пластинами из борнитрида. Токарную обработку покрытий выполняют в несколько этапов:

- снятие фасок с края покрытия;
- снятие неровностей — выполняется от середины покрытия к концам;
- окончательная обработка.

Для обработки цилиндрических деталей типа «вал» применяют круглошлифовальные станки (ЗЕ161, ЗБ12, ЗА151 и другие). При обработке шлифованием обязательно применение охлаждающей жидкости, в качестве которой можно использовать 2–3% -й раствор кальцинированной соды. Шлифование проводится непосредственно после нанесения покрытий или после предварительной токарной обработки. Шлифование напыленных покрытий с твердостью до HRC 60 выполняется кругами из карбида кремния или белого электрокорунда, а покрытие более HRC 60 — алмазными кругами.

Режим напыления	Давление, МПа
кислорода	0,34–0,45
ацетилена	0,03–0,05
Расход, л/ч:	
кислорода	800–1000
ацетилена	600–800
Частота вращения детали (мин ⁻¹) при диаметре восстанавливаемой поверхности, мм:	
до 40	250
40–80	150
80–160	75
160–250	50
Дистанция напыления, мм	150–250
Продольная подача аппарата, мм/об	3–4
Расход порошка, кг/ч	2,5–3,0

Острodefицитность и высокая стоимость ацетилена определили направление дальнейшего развития газопламенного напыления. Анализ и изучение газопламенной наплавки и напыления выявили повышенную энергонасыщенность процесса при использовании ацетилена. Начальные условия возможности перевода процесса на более низкую энергетическую ступень определились из физических параметров двухфазного потока ацетилено-кислородного и пропано-кислородного пламени. Их энергетические балансы неадекват-

ны. Разница температур между ними 400°C в пользу ацетилено-кислородного пламени. Это основной недостаток. Но есть и преимущества — это скорость истечения пропано-кислородного пламени, которая ниже ацетилено-кислородного, и увеличенное по длине ядро пламени, так как основной нагрев частиц происходит внутри ядра пламени.

Для рационального использования пропано-кислородного пламени необходима аппаратура, обеспечивающая устойчивое горение пламени как с порошком, так и без него. С этой целью была модернизирована серийная горелка ГН-2, при этом допускается снижение производительности на 20–30% вследствие разницы температуры пламени. Расход пропана в 1,5–2,0 раза ниже расхода ацетилена, а стоимость последнего в 3–4 раза выше.

5.5. Напыление методом детонации

Детонационные покрытия формируются с помощью ударных волн, периодически инициируемых микровзрывами смеси кислорода и ацетилена.

Установка детонационного напыления (рис. 42) состоит из камеры сгорания, выполненной совместно с водоохлаждаемой трубкой-стволом 5, электрической свечи 2, газопроводом по кислороду и ацетилену 7, порошкового дозатора 4 и источника тока 3. Детали устанавливаются на мишени на расстоянии 70–150 мм от края ствола детонационной пушки.

Технология нанесения покрытия заключается в следующем:

- подача кислорода и ацетилена в камеру сгорания;
- подача дозируемого количества напыляемого порошка из питателя в потоке азота;
- смесь кислорода и ацетилена поджигается электрической искрой;
- взрыв (выделяется большое количество тепла);
- возрастание давления в трубке-стволе;
- выстрел порошка из трубки-ствола по направлению мишени.

В результате взрыва и после него в камеру непрерывно поступает азот, защищающий газовые клапаны от действия

взрыва и очищающий от продуктов сгорания ствола и камеру сгорания.

Цикл взрыва длится 0,23 с, т.е. в секунду производится 3–4 взрыва.

При каждом взрыве на ограниченный участок поверхности наносится покрытие толщиной 6,3 мкм. Последовательным нанесением порошка на отдельные участки создаются сплошные покрытия. Обычно это достигается перемещением детали относительно канала ствола.

Во взрывной волне газ сжимается до давления десятков атмосфер с температурой несколько тысяч градусов. Несмотря на высокие температуры, развивающиеся в месте контакта частиц порошка с подложкой, деталь не нагревается до температуры более 200 °С.

Уровень шума при работе детонационной установки — 140 дБ, что выше предела допустимого техникой безопасности (80 дБ). Поэтому установка помещается в звукопроницаемую камеру и управляется оператором, расположенным за перегородкой.

После достижения детонационной волной открытого конца ствола она увлекает напыляющие частицы и в виде двухфазного потока (продукты детонации и напыляемые

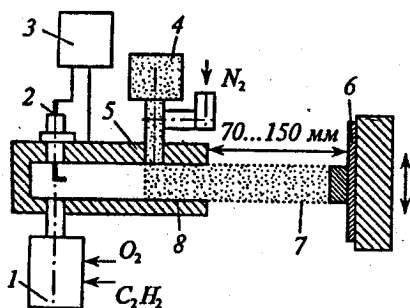


Рис. 42. Схема установки для нанесения детонационного покрытия:

- 1 — газопровод; 2 — электрическая свеча; 3 — источник тока;
4 — порошковый дозатор; 5 — трубка-створ; 6 — подложка;
7 — покрытие; 8 — порошок

частицы) движется к мишени. Скорость потока на выходе из ствола составляет 875 м/с, материал покрытия выбрасывается взрывной волной на обрабатываемую поверхность со сверхзвуковой скоростью.

В двухфазном потоке продукты детонации нагреваются и ускоряют напыляемые частицы, которые могут плавиться и испаряться. Вблизи обрабатываемой подложки поток газа тормозится и растекается вдоль поверхности. Покрытие может формироваться из полностью расплавленных частиц и из смеси расплавленного и нерасплавленного материалов. Высокая скорость в момент удара и высокая температура в зоне взаимодействия вызывают приваривание и кристаллизацию частиц порошка на поверхности подложки.

В отличие от газопламенных и плазменных методов детонационные покрытия формируются при более высоких скоростях частиц и наличии более крупных непроплавленных частиц в конце двухфазного потока. Это приводит к эффектам ударного прессования и абразивного воздействия потока на поверхность, в результате чего возможно отделение частиц покрытия от подложки и увеличение плотности уже сформированного покрытия.

Формирование первого слоя детонационного покрытия характеризуется плотным прилеганием к подложке и отсутствием пор. Это связано с плавлением микрообъемов обрабатываемой поверхности, перемешиванием материала подложки с покрытием, что способствует образованию прочной связи. Несмотря на низкую общую температуру подложки (200–250 °С), контактная температура в отдельных точках достигает температуры плавления стали (~1500 °С).

Поры, образующиеся при напылении первого слоя, при формировании последующих слоев уменьшаются в объеме или исчезают в результате эффекта горячего ударного прессования.

Двухфазный поток ударной волны неоднороден по длине. Для нерасплавленного металла он минимален в начале потока и максимален в конце.

В результате воздействия непроплавленных частиц в конце двухфазного потока происходит отделение верхних слоев покрытия (эффект абразивного отделения). Верхние слои покрытия слабо связаны с материалом покрытия из-за отсут-

ствия дополнительного упрочнения при напылении последующих слоев и большого количества нерасплавленных частиц.

Износостойкость поверхностных слоев покрытия толщиной 10–30 мкм низкая. Не удается нанести твердосплавные покрытия на гладкую поверхность, имеющую высокую твердость. Причиной этого служат следующие процессы: при напылении твердые нерасплавленные частицы (например, карбид, вольфрам) внедряются в подложку; другие частицы, попадая на горячий слой металла, проникают в него, входя в состав покрытия; частицы карбида, попадая на внедренные частицы карбида, отскакивают от нее и не участвуют в формировании покрытия.

Толщина детонационных покрытий обычно составляет 40–220 мкм. Покрытие состоит из трех зон: переходная зона толщиной 5–30 мкм определяет прочность сцепления покрытия с подложкой; основная зона, толщина которой в зависимости от назначения покрытия составляет 30–150 мкм; поверхностная зона толщиной 10–40 мкм обычно удаляется при доводочных операциях.

Детонационными методами напыляют порошки чистых металлов — Ni, Al, Mo, N, окислов, карбидов, нитридов и т.д.

Комплект оборудования для нанесения покрытия включает:

- электропечь (СНОЛ-1.6.2.5 1/13,5);
- вихревой аппарат (АВСП-100);
- пескоструйный шкаф с инжекторным аппаратом (ВНИИАВТОГЕНмаш № 02-71.12);
- пескоструйный пистолет (027110);
- стойку с газовыми баллонами (не менее 3);
- масловлагоотделитель (ДВ 41-16);
- сито с ячейками;
- лабораторные весы (ВПА-200 г-М);
- твердомер;
- микрометрический инструмент.

Для детонационного нанесения покрытий применяются установки УДН-2М, Днепр, АДК, ЛНП5, КПИ-6, АУДН-2М.

Технологический процесс детонационного нанесения покрытий состоит из следующих операций:

- подготовка поверхности деталей перед нанесением покрытий;

- подготовка порошка;
- нанесение покрытий;
- контроль качества покрытий;
- механическая обработка;
- контроль качества покрытий после механической обработки.

Для образования прочной связи между материалами детали и покрытия необходимо нанести промежуточный слой, если наблюдается слабая адгезия между покрытием и материалом детали, если коэффициенты термического расширения покрытия и материала детали резко различаются и если деталь работает в условиях переменных температур. Толщина промежуточного слоя составляет 0,05–0,15 мм. Для нанесения промежуточного слоя используются порошки никрома, молибдена, никельалюминиевых сплавов, стали 12Х18Н9 и т.п.

В качестве рабочих газов используют азот и кислород, технический ацетилен и пропан-бутан. Выбор газа зависит от технической характеристики детонационно-газовой установки.

При нанесении покрытий на участки поверхности деталей остальные ее части закрывают накладными экранами из тонких листов металла. Для малых по площади деталей используют специальные маски-экраны, которые устанавливают на расстоянии не более 50 мм от напыляемой поверхности.

Дистанцию напыления задают в зависимости от материала, размеров и форм детали, материала и необходимой толщины покрытия и изменяют от 50 до 200 мм.

Необходимую толщину покрытий получают многократным повторением циклов стрельбы. Смещение детали между двумя циклами не должно превышать 0,5 диаметра створа.

5.6. Материалы, применяемые для восстановления деталей методом напыления

Для напыления используют проволоку и порошки. При восстановлении стальных и чугунных деталей напылением наиболее часто применяют стальную проволоку диаметром 0,8–3,0 мм с содержанием углерода 0,3–0,8%. Для увеличения износостойкости концентрация углерода должна быть выше.

Для противокоррозионных покрытий используют цинковую, алюминиевую и стальную проволоки (ст. 10X18H10T).

Проволоки из алюминиевой бронзы применяют для получения антифрикционных покрытий ответственных подшипников скольжения.

Для создания различных составов покрытий наиболее технологично использовать при газотермическом напылении порошковые материалы.

Порошки должны иметь сферическую форму, хорошую сыпучесть и легко подаваться питателем в плазмотрон. Размер частиц 25–150 мкм. Более мелкие частицы не имеют достаточную кинематическую энергию, чтобы при ударе образовать прочную связь с обрабатываемой поверхностью. Более крупные (более 150 мкм) не успевают прогреться, что также не способствует образованию прочной связи с подложкой.

Так как порошки гигроскопичны (интенсивно поглощают влагу), их следует хранить в герметичной таре или металлические порошки перед нанесением прокаливать при 150–200 °С, а керамические — при 600–800 °С.

Основными характеристиками, определяющими качество порошка для напыления, являются текучесть, минимальный и максимальный размеры частиц, их форма и склонность к адгезии (слипанию и комкованию), стабильность гранулометрического и химического составов. Для получения износостойких покрытий могут применяться следующие группы порошков:

— порошки из самофлюсующихся сплавов на никелевой, никель-хромовой и кобальтовой основах, которые широко применяются для газопламенного напыления с последующим оплавлением покрытий. Они придают комплекс ценных эксплуатационных свойств: износостойкость, эрозионную и коррозионную стойкость, удовлетворительно противостоят высокотемпературному окислению. Недостатки — высокая стоимость, дефицит основных компонентов сплавов;

— порошки из металлических сплавов;

— порошки из карбидов и оксидов металла. Тугоплавкие соединения применяются, в основном, с подслоем из металлических порошков. Только детонационное напыление позволяет наносить рабочие слои некоторых покрытий без подслоев;

— механические смеси порошков. Смеси на основе вышеперечисленных групп порошков находят все большее применение для газотермического напыления благодаря простоте и невысокой стоимости их приготовления. Однако использование механических смесей порошков имеет существенные недостатки, главным из которых является сегрегация (расслоение) компонентов при смешивании, транспортировании из дозирующих устройств в струю, а также в процессе напыления. Сегрегация компонентов смесей приводит к неравномерности структуры покрытия, увеличению пористости, снижению прочности и ухудшению эксплуатационных характеристик покрытия. Механические смеси не поддаются стандартизации, поэтому их составы, как правило, подбирают опытным путем. Особых способов приготовления такие смеси не требуют. Они могут перемешиваться на любом оборудовании или спекаться с последующим дроблением;

— композиционные порошки представляют собой интегрированные комплексы исходных компонентов (металл, керамика, пластмасса) в каждой порошковой частице.

Классифицировать эти порошки можно по типу строения частиц, характеру поведения компонентов при напылении и по методам получения и назначения.

По типу строения различают плакированные и конгломератные частицы (рис. 43).

Плакированная частица (рис. 43, а) представляет собой исходную частицу (ядро) одного из материалов, на поверхности которой расположен один или несколько слоев других материалов.

Частица композиционного порошка конгломератного типа сформирована из множества исходных частиц нескольких материалов. У гетеродисперсных конгломератных частиц (рис. 43, в) между дисперсностью компонентов существует большая разница и частицы одного из них служат основой (ядром). На ее поверхности размещаются частицы остальных компонентов. В этом случае отношение диаметра частиц основы к диаметру частиц остальных компонентов составляет 10:20. Гомодисперсные конгломератные частицы (рис. 43, б) формируются из различных исходных компонентов с частицами, близкими по размеру (отношение диаметров обычно 1:3).

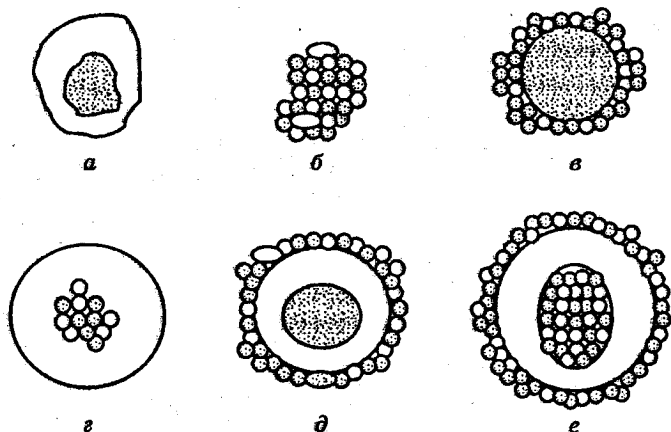


Рис. 43. Конструкция композитных порошков:
 а — плакированная частица; б — гомодисперсные конгломератные частицы; в — гетеродисперсные конгломератные частицы; г, д, е — структуры смешанного типа

Комбинация этих основных типов позволяет получить ряд структур смешанного типа (рис. 43, г, д, е).

По характеру поведения при напылении композиционные порошки делятся на реагирующие при нагреве и термонейтральные. В первом случае получение покрытия совмещено с синтезом новых веществ, и его состав резко отличается от исходного состава частиц. Во втором случае существенного изменения состава в процессе напыления не происходит.

5.7. Свойства газотермических покрытий

В зависимости от назначения покрытий они должны иметь комплекс физико-механических характеристик, отвечающих условиям эксплуатации. Все покрытия (износостойкие, коррозиестойкие, теплозащитные и др.) должны иметь высокую прочность сцепления с подложкой и не отслаиваться в процессе службы.

Прочность сцепления покрытия с подложкой. По сравнению со сварными соединениями прочность на отрыв напыленных слоев низка и составляет 5–80 МПа. Детонационная и плазменная металлизация позволяет получить большее сцепление покрытия с подложкой. Толщина покрытия обычно не превышает 1 мм, так как с увеличением толщины возникают большие внутренние напряжения, которые приводят к отслаиванию покрытия.

Твердость. Материал покрытия, как правило, имеет более высокую твердость, что объясняется закалкой частиц, их наклепом при ударе о поверхность и наличием в слое окисных пленок.

Плотность и пористость. Обычная плотность составляет 80–97%. Покрытия из Al_2O_3 и ZrO_2 имеют пористость 10–15%. Покрытия из самофлюсующихся сплавов на основе никеля могут иметь пористость менее 2%.

Износостойкость. Износостойкость покрытий не имеет взаимосвязи с твердостью. В условиях сухого трения плазменные покрытия не работают, так как износ покрытий в 2–3 раза превышает износ обычных материалов.

В условиях же жидкостного и граничного трения покрытия имеют высокую взаимосвязь 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. Масса поглощаемого смазочного масла составляет 1–1,25% от массы нанесенного покрытия или 8–10% от объема.

В процессе работы образуется дисульфид молибдена MoS_2 , работающий как твердая смазка.

В условиях абразивного износа высокую стойкость имеют покрытия из самофлюсующихся сплавов на основе никеля и Al_2O_3 .

В частности, износостойкость покрытий из самофлюсующихся сплавов на основе никеля (СНГН) в 3,5–4,6 раз выше износостойкости закаленной стали 45. Хорошие антифрикционные свойства для подшипников скольжения имеют покрытия из оловяно-свинцово-медных псевдосплавов.

Коррозионная стойкость. Для получения защитных покрытий обычно используют алюминий, цинк, медь, хромоникелевые сплавы, и др. Вследствие пористости покрытий их толщина не должна быть меньше 0,2 мм для цинка; 0,23 мм — для алюминия; 0,18 мм — для меди; 0,6–1,0 мм — для нержавеющей стали.

§ 6. ПАЙКА ДЕТАЛЕЙ. СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЙКОЙ

6.1. Техника безопасности при выполнении паяльных работ

При пайке деталей используют различные припои и флюсы, которые содержат вредные для здоровья работающих элементы — это свинец, цинк, литий, калий, натрий, кадмий и др. Эти элементы и их окислы в виде пыли, паров и аэрозолей загрязняют воздух в помещении. Поэтому, кроме общей вентиляции, рабочие посты паяльщиков должны быть оборудованы местными отсосами.

Для защиты рук от попадания на них кислотных флюсов и от ожогов расплавленным припоем следует применять рукавицы из асбестовой ткани. При пайке методом погружения, во избежание разбрызгивания расплавленного припоя детали необходимо подогревать до температуры 110–120 °С.

Промывку деталей от остатков кислотных флюсов следует производить в специальных ваннах. Слив воды из ванны в канализацию допускается только после соответствующей очистки воды.

При работе паяльником обязательно соблюдают следующие правила:

- ручка электрического паяльника должна быть сухой, не проводящей тока;
- горячий паяльник укладывают на специальную металлическую подставку;
- перегретый паяльник не охлаждают в жидкости;
- запрещено выполнять пайку деталей, в которых находились легковоспламеняющиеся материалы, без предваритель-

ной очистки и промывки деталей, а также вблизи легковоспламеняющихся материалов, при отсутствии местной вентиляции;

— тщательно моют руки после работы.

6.2. Общие сведения о процессе пайки

Пайкой (паянием) называют процесс получения неразъемного соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, при помощи расплавленного вспомогательного (промежуточного) металла или сплава, имеющего температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы.

При ремонте автомобилей пайку применяют для устранения трещин и пробоин в радиаторах, топливных и масляных баках и трубопроводах, приборах электрооборудования, кабин, оперения и т.д.

Пайка как способ восстановления деталей имеет следующие преимущества:

— простота технологического процесса и применяемого оборудования;

— высокая производительность процесса;

— сохранение точной формы, размеров и химического состава деталей (а при пайке легкоплавкими припоями — сохранение структуры и механических свойств металла);

— простота и легкость последующей обработки, особенно после пайки тугоплавкими припоями;

— небольшой нагрев деталей (особенно при низкотемпературной пайке);

— возможность соединения деталей, изготовленных из разнородных металлов;

— достаточно высокая прочность соединения деталей;

— низкая себестоимость восстановления детали.

Основной недостаток пайки — некоторое снижение прочности соединения деталей по сравнению со сваркой.

Припой в процессе паяния в результате смачивания образует с поверхностью спаиваемой детали зону промежуточного сплава, причем качество паяния в таком случае при наличии чистых металлических поверхностей будет зависеть от скорости растворения данного металла в

припое: чем скорость растворения больше, тем качество пайки лучше. Иначе говоря, качество паяния зависит от скорости диффузии. Увеличению степени диффузии способствуют:

— наличие чистых металлических поверхностей спаиваемых деталей. При окисленной поверхности степень диффузии припоя значительно уменьшается или полностью отсутствует;

— предотвращение окисления расплавленного припоя в процессе пайки, для чего применяются соответствующие паяльные флюсы;

— паяние при температуре, близкой к температуре плавления спаиваемой детали;

— медленное охлаждение после паяния.

В зависимости от назначения спаиваемых деталей швы пайки подразделяются:

— на прочные швы (должны выдерживать механические нагрузки);

— плотные швы (не должны пропускать жидкостей или газов, находящихся под слабым давлением);

— прочные и плотные швы (должны выдерживать давление жидкостей и газов, находящихся под большим давлением).

В паяемых конструкциях применяют стали всех типов, чугуны, никелевые сплавы (жаропрочные, жаростойкие, кислотостойкие), медь и ее сплавы, а также легкие сплавы на основе титана, алюминия, магния и бериллия. Ограниченное применение имеют сплавы на основе тугоплавких металлов: хрома, ниобия, молибдена, тантала и вольфрама.

Родственным пайке процессом является *лужение*, при котором поверхность металлической детали покрывают тонким слоем расплавленного припоя, образующего в контакте с основным металлом припой-сплав переменного состава с теми же зонами, что и зоны при пайке. Лужение можно применять как предварительный процесс с целью создания более надежного контакта между основным металлом и припоем или как покрытие для защиты металлов от коррозии.

6.3. Паяние и лужение. Технологические процессы

Технологический процесс паяния состоит из следующих операций:

— механической (шабером, напильником, шлифовальной шкуркой) или химической очистки. Промежуток между двумя поверхностями должен быть везде одинаков и не превышать 0,1–0,3 мм. Такой небольшой промежуток необходим для образования капиллярных сил, которые способствуют засасыванию припоя на значительную глубину от кромки. Если спаиваемые поверхности имеют следы жира или масла, то их обрабатывают горячим раствором щелочи. Обычно берут 10%-ный раствор соды. Если механически очистить детали по какой-либо причине нельзя, то применяют травление деталей в кислотах. Обычно берут 10%-ный раствор серной кислоты для меди и ее сплавов, а для деталей из черных металлов — 10%-ный раствор соляной кислоты, причем раствор должен быть подогрет до 50–70 °С;

— покрытия флюсом;

— нагревания (паяльником, паяльной лампой и другим способом);

— предварительного облуживания припоем (паяльником, или натиранием, или погружением в припой). Предварительное лужение имеет весьма важное значение, так как в этом случае достигаются повышенные прочность и плотность спая. В случае невозможности предварительного лужения паяние ведут и по чистой поверхности, но результаты будут более низкими. Для предварительного лужения применяется тот же припой, какой применяется и для последующего паяния;

— скрепления мест для спаивания, покрытия их флюсом и нагревания. Детали скрепляют, чтобы места соединений не расходились при небольших механических воздействиях, например при наложении паяльника;

— введение припоя, его расплавление и удаление излишков припоя, а также остатков флюса.

Метод паяния в значительной мере зависит от типа применяемого припоя. Наиболее характерные случаи паяния:

— паяльником с применением мягких припоев;

— ручной паяльной лампой с применением обычно твердых припоев;

— электрическое паяние (место спая служит сопротивлением, через сопротивление пропускается ток низкого напряжения).

При паянии паяльником обычно применяют припой, температура плавления которых не выше точки плавления свинца (327 °С). Такое паяние производят тогда, когда детали не подвергаются большим нагрузкам или требуют в дальнейшем распаивания. Если детали подвергаются в процессе работы нагреванию до высоких температур, паяние паяльником с применением мягких припоев исключается.

Подготовку паяльника для работы производят одновременно с подготовкой деталей. Паяльник слегка проковывают (частично для удаления нагара и окислов), зажимают в тиски и опиливают так, чтобы рабочая часть его была полукруглой. Если опиливать паяльник без предварительной проковки, то он скоро изнашивается. Конец паяльника делают полукруглым потому, что в этом случае он не так быстро охлаждается, как острый, лучше прогревает места спайки и равномернее разъедается жидким припоем.

После механической подготовки паяльник облуживают, для чего нагревают его не выше 400 °С; конец паяльника опускают в водный раствор хлористого цинка, после чего горячим паяльником трут о кусок припоя до тех пор, пока вся рабочая часть не покроется слоем полуды.

При работе паяльник должен иметь температуру, удовлетворяющую следующему требованию: если паяльник положить рабочим местом к прутку припоя, часть припоя, прилегающая к паяльнику, должна расплавиться через 0,5–1 с. Во время работы температура паяльника должна быть такова, чтобы капли припоя, приставшие к паяльнику, были в жидком состоянии.

Более удобный способ облуживания паяльника заключается в следующем: в куске нашатыря (хлористого аммония) делают небольшие углубления и туда кладут кусочки припоя. Проводя горячим паяльником вперед и назад по твердому нашатырю, одновременно касаются и припоя. Таким образом паяльник облуживается быстрее.

Если нагретым паяльником коснуться шва и одновременно к шву подложить кусок припоя в виде прутка, ленты или проволоки, то припой расплавится и проникнет в шов.

Излишек припоя разглаживают по шву паяльником. Припой также наносят на шов паяльником, так как к паяльнику всегда прилипают капли припоя, и если концом паяльника проводить по шву, жидкий припой всасывается в шов. Чтобы новые капли припоя перешли на паяльник, его снова отнимают от шва и прикладывают к куску припоя.

Технологический процесс лужения состоит из следующих операций:

- очистки поверхности от посторонних веществ металлической щеткой, песком, известью или шлифовальной шкуркой;
- обезжиривания бензином или горячим водным раствором соды или едкого натра;
- промывки в воде;
- химической чистки от окислов травления в кислотах;
- покрытия флюсами (хлористым цинком) кистью или погружением в водный раствор флюса;
- подогревания до температуры плавления полуды и лужения.

Лудят небольшие предметы паяльником. Лужение больших предметов производят методом натирания. Для этого изделие смачивают раствором хлористого цинка и нагревают до температуры плавления олова, после чего посыпают порошкообразной смесью олова с хлористым аммонием (нашатырем). Олово при этом плавится и, растертое паклей, образует на поверхности ровный слой. После лужения остатки флюса отмывают горячей водой.

Чугун. Чтобы запаять трещину или иной дефект в чугунной детали мягким припоем, производят тщательную механическую очистку места паяния и хорошо смачивают его соляной кислотой. Затем это место обрабатывают водным раствором хлористого цинка, посыпают порошком нашатыря (хлористого аммония) и подогревают паяльником или паяльной лампой. Нагревать место пайки надо до тех пор, пока не станет плавиться поднесенный к нему припой. Тогда натирают припоем место спайки и сейчас же протирают его порошком нашатыря, нанесенного на густую металлическую щетку или паклю. Эта операция — предварительное лужение перед паянием. Пока деталь еще горячая, запаивают трещины или иные дефекты паяльником, перемещая его от одного конца трещины к другому. Если припой не проходит в трещину,

необходимо с обоих краев ее снять небольшую фаску, вылудить это место и снова произвести паяние. Излишек припоя снимается шабером или напильником.

Алюминий. Для паяния алюминия на паяльник надевают рифленый наконечник (рабочая часть его пропилена трехгранным напильником). Насадку изготовляют из стали и закаливают, с тем чтобы зубцы не срабатывались. Насадку вытачивают на токарном станке, и ее конец спиливают. Трубку насадки пропиливают ножовкой на четыре части, это создает пружинистость насадки, и она плотно вставляется в рабочую часть обычного паяльника. Диаметр отверстия в насадке высверливают в соответствии с диаметром рабочего конца паяльника.

Места спая тщательно очищают до блеска, на зубчики насадки берут расплавленную канифоль и наносят на спаиваемое место. Когда в процессе облуживания канифоль начнет покрывать алюминий, паяльник короткими движениями передвигают взад и вперед, и зубцы будут скоблить металл. Таким методом очищают всю поверхность места спая, после чего облуживают очищенные места. Затем приступают к паянию. Для этого берут на паяльник каплю олова, предварительно посыпанную канифолью, и подносят к облуженному месту. Если оно шероховатое, то паяльником снимают эту шероховатость, которая представляет собой пористое олово, смешанное с частичками окиси алюминия, образующейся из-за недостатка флюса. Предварительно на место спая насыпают канифоль, берут на паяльник каплю олова и наносят на спаиваемый шов. Как только олово смочит место спая, паяльник снимают с металла. Затем паяние производят вторично, для этого место спая снова посыпают канифолью.

При паянии алюминия, особенно в процессе его лужения, паяльник следует хорошо разогреть и длительное время держать на одном месте и после прогрева металла медленно водить по спаиваемому шву.

Для паяния алюминиевых сплавов рекомендуются припой ПОС-50 и ПОС-90. Флюсом служит минеральное масло (особенно рекомендуется оружейное). Предварительно на спаиваемые швы наносят флюс и затем зачищают места пайки. Паяние ведут мощным, хорошо прогретым паяльником. Перед началом паяния металл следует хорошо прогреть. Для

паяния алюминиевых сплавов выпускается и специальный припой П-250А, он состоит из 80% олова и 20% цинка. Флюсом служит смесь йодида лития (2–3 г) и олеиновой кислоты (20 г). Перед работой паяльник необходимо облудить указанным припоем, пользуясь канифолью. Спаиваемые поверхности очищают от остатков флюса марлевым тампоном, смоченным в ацетоне.

6.4. Припои и флюсы, применяемые при паянии и лужении деталей

Металл или сплав, при помощи которого ведется пайка, называется припоем. По температуре плавления припоев процессы пайки подразделяются на два основных вида: пайка легкоплавкими (мягкими) припоями и пайка тугоплавкими (твердыми) припоями.

К легкоплавким относятся припои, температура плавления которых ниже 450°C , а к тугоплавким — припои, температура плавления которых выше 450°C (рис. 44). К припоям предъявляются следующие основные технологические требования:

— высокая жидкотекучесть и хорошая смачиваемость соединяемых поверхностей;

— устойчивость к коррозии; достаточная прочность и пластичность;

— температура плавления ниже, чем у соединяемых металлов.

Легкоплавкие припои представляют собой сплавы цветных металлов. Наибольшее применение получили оловянно-свинцовые припои ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50 и ПОС-61. Цифры показывают процентное содержание олова в припое. Эти припои имеют хорошую смачиваемость поверхности большинства металлов и высокую пластичность. Их низкая температура плавления (менее 450°C) позволяет проводить пайку простейшими средствами (паяльниками). С увеличением содержания олова в припое повышается механическая прочность и коррозионная стойкость соединения, но также увеличивается и стоимость припоя. Свинец повышает пластичность припоя. Эти припои применяют для восста-

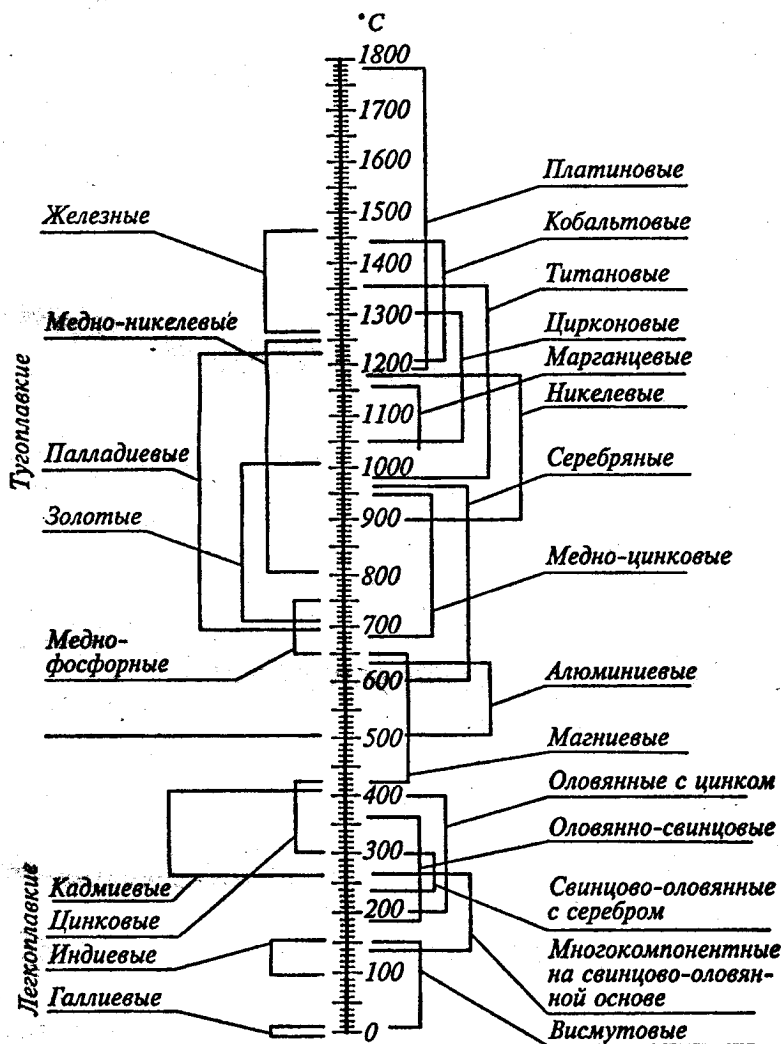


Рис. 44. Классификация припоев по температуре плавления

новления деталей, работающих при высоких температурах и небольших нагрузках, т. е. для радиаторов, коллекторов генераторов, топливных баков, электропроводов и др.

Легкоплавкие припои оловянно-цинковые типа П-200, П-250А используют для пайки алюминия, его сплавов и меди. Тугоплавкие припои представляют собой чистые цветные металлы и их сплавы.

Для пайки черных металлов применяют медные припои марок М1 и М2. Они весьма жидкотекучи, хорошо смачивают поверхности и дают прочные и пластичные соединения. Недостаток — высокая температура плавления (1083°C).

Медно-цинковые припои марок ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54, Л-62 и Л-68 (цифры указывают процентное содержание меди в припое) применяют для пайки меди, бронзы, латуни и черных металлов. С увеличением содержания цинка в этих припоях уменьшается прочность и возникает хрупкость, но цинк снижает температуру плавления припоя. Поэтому пайку латуни проводят припоем ПМЦ-36, а сталь и чугун лучше паять припоем Л-62.

Лучшие тугоплавкие припои — серебряно-медно-цинковые марок ПСр10, ПСр12М, ПСр25, ПСр45, ПСр65 и ПСр70 (цифры указывают процентное содержание серебра в припое) — позволяют получать высокопрочные и пластичные соединения, но очень дорогие. Эти сплавы применяют для пайки ответственных деталей из стали, меди и ее сплавов. Флюсы при пайке используют жидкие и твердые. В случае применения легкоплавких припоев берут жидкие флюсы, представляющие собой водные растворы хлористого аммиака (нашатырь) и хлористого цинка (цинк, протравленный соляной кислотой). Концентрация раствора в пределах 25–50%. Для пайки меди (проводов) в качестве флюса часто используют чистую канифоль или соединения на ее основе.

Пайку тугоплавкими припоями ведут с твердыми флюсами, представляющими собой порошки буры и ее смеси с борной кислотой и борным ангидридом. Наибольшее применение имеет чистая бура, прокаленная перед употреблением при температуре $400\text{--}460^{\circ}\text{C}$. Для пайки алюминия и его сплавов удобны флюсы Ф320А, Ф380А и другие, содержащие хлористый литий, фтористый натрий и хлористый цинк, активно разрушающие окисную пленку алюминия.

§ 7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ

7.1. Производственная санитария и техника безопасности

- Требования к гальваническим участкам:
- помещения должны быть отделены от остальных цехов сплошными стенами или перегородками, доведенными до перекрытия здания;
- высота помещения — не меньше 5 м;
- пол должен быть покрыт метлахской плиткой по асфальту или кислотоупорному цементу с уклоном 1:150 в сторону канализационного трапа;
- стены должны быть высотой 1,5–2 м и облицованы керамической плиткой или окрашивают масляной краской;
- наличие естественного и искусственного освещения;
- температура воздуха в зимнее время 17–22 °С,
- влажность — не более 75%.

Для удаления паров, газов, пыли и создания нормальных условий труда необходимо оборудовать участки мощной приточно-вытяжной вентиляцией. Для вытяжки используют общую и местную (бортовые отсосы) вентиляционные системы. Бортовые отсосы соединяют с вентилятором с помощью железных воздухопроводов, которые покрывают внутри и снаружи бакелитовым или другим кислотоупорным лаком по предварительной грунтовке. Каналы должны быть герметичными.

Разрежение, создаваемое вытяжной вентиляцией, компенсируется в летнее время естественным притоком воздуха через форточки и открытые окна, а в зимнее — приточной вентиляцией, нагнетающей калорифером подогретый воздух (16–18 °С). Количество нагнетаемого воздуха должно составлять 85–90% от отсасываемого.

Сточные воды отводят из ванн промывки и рубашек гальванических ванн газовыми трубами или резиновыми шлангами, по которым вода поступает в ближайший сливной канал. Сливные каналы (трапы) делают в полу под ваннами или рядом с ними.

При промывке деталей вода загрязняется солями, кислотами и щелочами. Поэтому перед спуском в канализацию их необходимо обезвредить.

К работе в гальванических цехах и отделениях допускаются рабочие в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, специальное обучение и инструктаж по технике безопасности.

Рабочие гальванических цехов обеспечиваются спецодеждой:

- резиновыми сапогами,
- перчатками,
- прорезиненными фартуками,
- халатами
- очками.

В обеденный перерыв и после окончания рабочего дня спецодежду нужно хранить в шкафу. Запрещается уносить ее домой.

Кроме того, нельзя хранить пищевые продукты, принимать пищу и курить в рабочем помещении, засасывать растворы ртом через шланги или стеклянные трубки, ремонтировать оборудование при включенной силовой сети, допускать посторонних лиц на рабочие места.

Приточно-вытяжная вентиляция должна быть исправной, ее разрешается включать не позже чем за 15 мин до начала работы, а выключать не раньше чем через 15 мин после окончания смены. Ванны, выделяющие вредные вещества, по окончании работы следует закрывать крышками.

Приготавливать, корректировать и фильтровать электролиты нужно при включенной вентиляции. При разбавлении кислот надо обязательно лить кислоту в воду, а не наоборот. Соли и кислоты в электролит необходимо добавлять мелкими порциями. Во всех этих случаях следует пользоваться защитными очками, чтобы в глаза не попали брызги, а при засыпке сухих химикатов в ванны — противопыльными респираторами.

Случайно пролитую на пол или оборудование кислоту необходимо немедленно смыть водой, а затем остатки ее нейтрализовать сухой кальцинированной содой до прекращения реакции. Пролитую щелочь надо смыть водой.

При попадании кислоты, щелочи или электролита на открытые участки тела или в глаза пораженные места необ-

ходимо немедленно обмыть струёй воды. Затем пораженные кислотой или кислым электролитом места следует промыть 2–3%-ным раствором пищевой соды, а пораженные щелочью — 1%-ным раствором уксусной кислоты и снова промыть водой.

В случае получения травм, ожогов, отравлений пострадавшему необходимо оказать первую помощь и направить его в медицинский пункт.

Бутыли и стеклянные баллоны с кислотами и щелочами следует хранить в корзинах или деревянной обрешетке. Бутыли надо перевозить на специальных тележках или переносить на носилках. Они должны быть герметически закупорены. Запрещается хранить кислоты и щелочи в открытых емкостях. При вскрытии барабанов с хромовым ангидридом и едкими щелочами кроме спецодежды необходимо надевать защитные очки.

Штанги, подвески и аноды следует чистить только мокрым способом, смачивая металлические щетки или шлифовальное полотно водой, так как пыль цветных металлов ядовита и вдыхание ее может вызвать отравление.

Нельзя закреплять детали в приспособлениях над поверхностью ванны. Упавшие в ванну детали надо доставать приспособлениями (магнитами, совками и др.). Громоздкие и тяжеловесные детали и подвески надо перемещать электролитфером.

Электротехническое оборудование заземляют. Необходимо предупреждать случаи короткого замыкания в ваннах, что может привести к ожогам работающих и вызвать взрыв газов, выделяющихся при электролизе.

7.2. Электролитический процесс осаждения металлов. Технология Восстанавливающего способа

Электролитическое осаждение металлов основано на явлении электролиза, т. е. окислительно-восстановительных процессах, происходящих в электролите и на электродах при прохождении через электролит постоянного тока. Восстановление поверхностей этим способом наращивания не вызывает структурные изменения в деталях, позволяет устранять

незначительные износы. Процесс восстановления легче поддается механизации и автоматизации.

Основу процесса составляет электролиз металлов, сущность которого заключается в следующем (рис. 45). Положительно заряженные ионы (катионы) перемещаются к отрицательному электроду (катоде), где получают недостающие электроны и превращаются в нейтральные атомы металла. Отрицательно заряженные ионы (анионы) перемещаются к положительно заряженному электроду (аноду), теряют свой электрический заряд и превращаются в нейтральные атомы. На катоде выделяются металл и водород, а на аноде — кислород и кислотные остатки. Катодами являются восстанавливаемые детали, а в качестве анодов используют металлические электроды (растворимые и нерастворимые). Растворимые аноды делают из того же металла, который должен осаждаться на катоде, нерастворимые аноды изготавливают из свинца (применяют только при хромировании).

Масса металла q , откладывающаяся на катоде при электролизе, определяется по закону Фарадея по формуле

$$q = aI/T_{осж},$$

где a — электрохимический эквивалент, г/(А · ч);

I — сила тока при электролизе, А;

$T_{осж}$ — продолжительность электролиза, ч.

В электролите, помимо ионов металла, присутствуют и другие заряженные частицы — водород, гидроокиси металла и др. Они вызывают неизбежные потери электроэнергии, которые учитываются коэффициентом

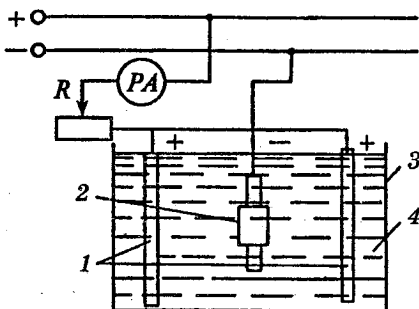


Рис. 45. Схема установки для электролитического осаждения металла:
1 — анод; 2 — катод (деталь); 3 — ванна;
4 — электролит

$$\eta = (G_2 - G_1),$$

где G_2, G_1 — масса детали соответственно до и после электролиза, г.

Время (в часах) процесса электролиза (осаждения металла) в зависимости от толщины наращиваемого слоя определяется по формуле

$$T_{осж} = 1000 \gamma h / (\alpha \eta D_k),$$

где D_k — катодная плотность тока, А/дм²;

h — толщина слоя покрытия, мм;

γ — плотность металла покрытия, г/см³ (табл. 20).

Электролитические и химические покрытия при ремонте автомобилей 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 пр.), для защиты от науглероживания при цементации (меднение). Чаще всего цель покрытия является комплексной.

Таблица 20

Технологические режимы электролиза

Наносимый металл	γ , г/см ³	a , 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

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Используемые при осаждении металлов электролиты чаще всего в своей основе содержат растворы солей осаждаемых металлов. Технологический процесс восстановления деталей нанесением покрытий включает три этапа:

- подготовка поверхностей деталей;
- осаждение покрытий;
- обработка нанесенного покрытия.

Подготовка деталей к покрытию состоит из механической обработки поверхностей, обезжиривания обработанной поверхности и декапирования.

Механическая обработка включает пескоструйную обработку, шлифование и полирование. Выбор способа механической обработки зависит от назначения покрытия. Когда покрытие наносят с целью восстановления изношенной поверхности, производят шлифование для получения правильной геометрической формы и полирование для получения необходимой шероховатости поверхности. Шлифование выполняют на шлифовальных станках с использованием шлифовальных или войлочных кругов, накатанных абразивным порошком. Полирование производят бязевыми кругами, на которые наносят полировальные пасты (обычно пасту ГОИ).

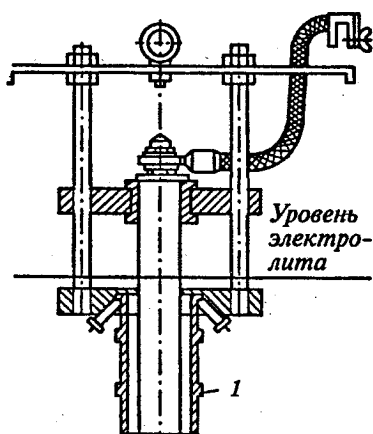


Рис. 46. Приспособление для хромирования гильз:

1 — гильза

Детали, наращиваемые противокоррозионными покрытиями, обычно подвергаются пескоструйной (металлическим «песком») обработке.

Поверхности деталей, не подлежащие восстановлению, изолируют (при хромировании используют токонепроводящие материалы — лаки и синтетические материалы: полихлорвиниловый пластик, цапон-лак и др.). Затем детали монтируются на подвесное приспособление (рис. 46). Обезжиривание деталей производят одним из следующих способов:

— обрабатывают поверхность растворителями (бензин, уайт-спирит);

— проводят механическую очистку венской известью (кашицеобразным раствором кальцемагниевого извести);

— обезжиривают в растворах щелочей (проводят путем погружения деталей в горячий щелочной раствор ($t = 60^\circ\text{C}$) и выдержки в нем 5–60 мин);

— проводят электрохимическое обезжиривание в растворах щелочей. Оно заключается в погружении деталей в горячий ($t = 60\text{--}80^\circ\text{C}$) щелочной раствор, через который пропускают ток (катод — детали, а анод — пластины из малоуглеродистой стали).

Плотность тока 5–10 А/дм², длительность процесса — 1–2 мин. Выделяющийся на поверхности детали водород в виде пузырьков срывает с поверхности жировую пленку.

Декапирование (анодная обработка деталей) — это удаление тончайших окисных пленок с обрабатываемой поверхности детали, которые образуются во время обезжиривания и промывки, а также обнажения структуры металла детали.

При хромировании обработку ведут в основном электролите, при этом детали сначала выдерживаются 1–2 мин без тока для нагрева детали до температуры электролита, а затем проводят сам процесс в течение 30–45 с при анодной плотности тока 25–35 А/дм². После этого, не вынимая детали из ванны, переключают деталь на катод и хромируют ее.

При железнении анодную обработку ведут не в основном электролите, а в специальном.

7.3. Хромирование

Хромирование получило широкое распространение как для восстановления деталей и повышения их износостойкости, так и для декоративных и противокоррозионных целей.

Преимущества электролитического хрома:

— электролитический хром — металл серебристо-белого цвета с высокой микротвердостью $400-1200 \text{ МН/м}^2$ (в 1,5–2,0 раза выше, чем при закалке ТВЧ), близкой к микротвердости корунда;

— обладает высокой износостойкостью, особенно в абразивной среде (в 2–3 раза по сравнению с закаленной сталью);

— устойчивостью в отношении химических и температурных воздействий, причем высокая коррозионная стойкость сочетается с красивым внешним видом;

— имеет низкий коэффициент трения (на 50% ниже, чем у стали и чугуна);

— высокую прочность сцепления покрытия с поверхностью детали.

Недостатки хромирования и хромового покрытия:

— низкий выход металла по току (8–42%);

— небольшая скорость отложения осадков (0,03 мм/ч);

— высокая агрессивность электролита;

— большое количество ядовитых выделений, образующихся при электролизе;

— толщина отложения покрытия практически не превышает 0,3 мм;

— гладкий хром плохо удерживает смазочное масло.

Электролитические осаждения хрома отличаются от других гальванических процессов как по составу электролита, так и по условиям протекания процесса. Эти особенности состоят в следующем: в качестве электролита используют хромовую кислоту (водный раствор хромового ангидрида CrO_3) с небольшими добавками серной кислоты (H_2SO_4), а не растворы их солей, как при осаждении других металлов. Концентрация хромового ангидрида в электролите может колебаться в широких пределах — от 100 до 400 г/л, а серной кислоты — от 1 до 4 г/л (причем соотношение $\text{CrO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4$ должно находиться в пределах 90–120). В этом случае выход по току хрома наибольший и процесс идет устойчиво.

Количество трехвалентного хрома в ванне должно быть 3–4% содержания хромового ангидрида; электролиз в хромовокислых электролитах ведется с нерастворимыми свинцово-сурьмистыми анодами.

Применение растворимых хромовых анодов невозможно ввиду того, что:

- анодный выход по току хрома в 6–8 раз выше катодного;
- процесс осаждения хрома проводится при высокой катодной плотности тока ($D_k = 20\text{--}30 \text{ А/дм}^2$). При повышении катодной плотности тока увеличиваются твердость осадка и хрупкость слоя, а при пониженных значениях A осадки получаются пластичными;

- обратная зависимость выхода по току от температуры электролита и его концентрации. С повышением концентрации электролита выход по току резко понижается, тогда как в большинстве других гальванических процессов выход по току повышается;

- хромовые ванны имеют плохую растворяющую способность, т. е. толщина осадков оказывается неравномерной в зависимости от положения анода по отношению к детали (катоде). На ближайших к аноду участках получается большая толщина слоя, а на удаленных — меньшая;

- возникновение значительных растягивающих напряжений в электролитически осажденном слое. Напряжение тем больше, чем толще покрытие. При определенной толщине растягивающие напряжения достигают таких значений, которые приводят к отслоению покрытия. В хромовых покрытиях в связи с этим снижается усталостная прочность на 20–30%.

Указанные недостатки хромовых покрытий накладывают ограничение на максимально допустимую толщину слоя, которая не должна превышать 0,30 мм.

В зависимости от вида хрома выбирают состав электролита и определяют режим нанесения покрытия (табл. 21). Время, необходимое для получения заданной толщины покрытия, рассчитывают по формуле $T_{осж} = 1000gh / (63D_k)$. В ремонтной практике наибольшее распространение получил универсальный электролит.

При хромировании получают блестящие, молочные или серые покрытия (рис. 47). Блестящий хром характеризует-

Таблица 21

Состав электролитов и режимы хромирования

Наименование компонентов и параметров	Электролит и условия электролиза		
	Разведенный	Универсальный	Концентрированный
Хромовый ангидрид (CrO_3), г/л	120–150	200–250	350–400
Серная кислота (H_2SO_4), г/л	1,2–1,5	2,0–2,5	3,5–4,0
Температура электролита, °С	40–100	20–60	15–30
Плотность тока, А/дм ²	50–65	45–55	40–50
Выход по току, %	16–18	13–15	10–12

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

ся высокой микротвердостью (600–900 МН/м²), мелкой сеткой трещин, видимой под микроскопом. Осадки хрупкие, но с высокой износостойкостью. Молочный хром характеризуется пониженной микротвердостью (400–600 МН/м²), пластичностью и высокой коррозионной стойкостью. Серый хром отличается весьма высокой микротвердостью (900–1200 МН/м²) и повышенной хрупкостью, что снижает его износостойкость.

В зависимости от того, в каких условиях работает восстановленная деталь, стремятся получить тот или иной вид осадка. Например, для деталей неподвижных соединений могут применяться как блестящие, так и молочные осадки. В подвижных соединениях, работающих при давлениях до 0,5 МПа, рекомендуются блестящие осадки; в деталях, работающих при давлениях свыше 5 МПа и знакопеременной нагрузке, — молочные осадки.

Саморегулирующий электролит. Его применяют для более устойчивой работы ванн хромирования. Это достигается путем введения в ванну труднорастворимого сульфата стронция. Наиболее широкое распространение получил электролит следующего состава (г/л):

- хромовый ангидрид CrO_3 — 200–300,
- сульфат стронция SrSO_4 — 5,5–5,6,
- кремнефторид калия K_2SiF_6 — 18–20.

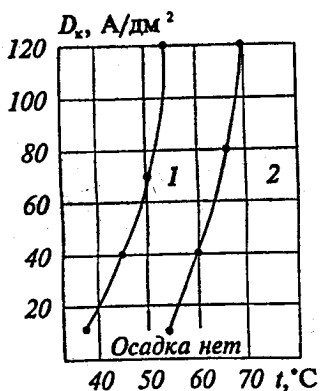


Рис. 47. Распределение зон хромовых покрытий:
1 — блестящий хром;
2 — молочный хром

Плотность тока $D_k = 40-80 \text{ A/dm}^2$, температура $55-65^\circ\text{C}$.
Выход по току в этом электролите равен $\eta = 17-19\%$.

Положительные свойства электролита:

- возможность применения более высоких плотностей;
- скорость осаждения выше, чем в сернокислых электролитах;
- хорошая рассеивающая способность;

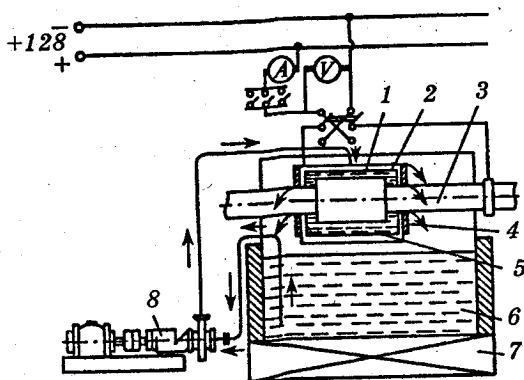


Рис. 48. Схема установки для струйного хромирования:
1 — анод; 2 — устройство для поддержания уровня электролита
3 — наращиваемый вал; 4 — раздвижная кассета;
5 — ванна; 6 — электролит; 7 — подогреватель; 8 — насос

— меньшая чувствительность к изменению температуры и к загрязнению электролита железом, медью и другими металлами.

Отрицательные свойства:

- агрессивность и ядовитость электролита;
- детали подвесных приспособлений, аноды и детали ванн разрушаются больше, чем в сернокислом электролите.

Холодные электролиты в ремонтном производстве применяют двух типов:

- электролит с добавкой фтористых солей,
- тетрахроматные.

Наибольшее распространение для восстановления изношенных деталей получил тетрахроматный электролит следующего состава (г/л):

- CrO_3 — 350–400,
- $NaOH$ — 40–50,
- H_2SO_4 — 2–2,5,
- сахар — 1–2.

Режим электролиза:

- катодная плотность тока $D_k = 50–100$ А/дм²,
- температура раствора — 17–23 °С.

Этот электролит позволяет получать качественные осадки с большой производительностью (выход по току 30–33%), имеет меньшие внутренние напряжения. Покрытия получаются более мягкие, беспористые (без трещин), серого оттенка, легко полируемые до зеркального блеска. Применяют для получения защитно-декоративных покрытий. Особенность тетрахроматных электролитов — малая агрессивность к углеродистым сталям. Поэтому вполне допустимо изготовление ванн для хромирования из малоуглеродистой листовой стали без дополнительной футеровки.

Саморегулирующийся холодный электролит — наиболее перспективный электролит. Его состав (г/л):

- хромовый ангидрид — 380–420,
- кальций углекислый — 60–75,
- кобальт сернокислый — 18–20.

Режим электролиза:

- катодная плотность $D_k = 100–300$ А/дм²,
- температура электролита — 18–25 °С.

Преимущества электролита — высокий выход по току (35–40%).

Недостаток — требуются мощные холодильные агрегаты для достижения 18–25 °С при высокой плотности тока (до 200 А/дм²).

Специальные процессы хромирования. *Пористое хромирование.* Применяют для повышения износостойкости деталей, работающих при больших давлениях и температурах и недостаточной смазке. Пористый хром представляет собой покрытие, на поверхности которого специально создается большое количество пор или сетка трещин, достаточно широких для проникновения в них масла. Его можно получить механическим, химическим и электрохимическим способами. Наиболее широко применяют электрохимический способ, который заключается в том, что хром осаждается при режиме блестящего хромирования, обуславливающим появление в покрытии сетки микротрещин. Для их расширения и углубления покрытие подвергают анодной обработке в электролите того же состава, что и при хромировании. В зависимости от режима хромирования и анодного травления можно выполнить пористость двух типов: канальчатую и точечную. Для получения пористых покрытий деталь хромируют в универсальном электролите при плотности тока 40–50 А/дм², а затем переключают полярность ванны и проводят анодное травление при той же плотности тока. Канальчатую пористость получают при температуре электролита 58–62 °С и продолжительности травления 6–9 мин, а точечную — при 50–52 °С и 10–12 мин. Пористые покрытия используют при размерном хромировании, например поршневых колец. Их толщина составляет 0,1–0,15 мм. Пористое хромирование колец увеличивает их износостойкость в 2–3 раза, а износостойкость гильзы — в 1,5 раза. Детали, покрытые пористым хромом, обычно подвергают термообработке в масле при температуре 150–200 °С в течение 1,5–2 ч для устранения водородной хрупкости и насыщения пор маслом.

Струйное хромирование. Его проводят в саморегулирующемся электролите при температуре 50–60 °С в широком диапазоне плотности тока, достигающей 200 А/дм². Скорость протекания электролита 40–60 см/с, катодно-анодное расстояние — 15 мм. При этом получают блестящие покрытия. Выход по току достигает 22%, что вместе с высокой плотностью тока ускоряет процесс осаждения хрома: при $t = 50$ °С

и $D_k = 100 \text{ А/дм}^2$ скорость осаждения составляет 0,1 мм/ч. При струйном хромировании в тетрахроматном электролите высококачественные покрытия осаждаются при $D_k = 150\text{--}160 \text{ А/дм}^2$ со скоростью 0,25 мм/ч. В универсальном электролите хромируют: при температуре — 50 °С, плотности тока — 70–90 А/дм², скорости протекания электролита — 100–120 см/с, катодно-анодном расстоянии 15 мм. Скорость осаждения хрома составляет 0,08–0,10 мм/ч. Схема установки для струйного хромирования показана на рис. 48.

Проточное хромирование. Оно обеспечивает блестящие покрытия повышенной твердости и износостойкости и улучшенной равномерности покрытия в универсальном электролите с повышенным содержанием серной кислоты (3–7 г/л) при температуре — 55–65 °С, плотности тока — 100–150 А/дм², скорости протекания электролита — 100–120 см/с и межэлектродном расстоянии — 15–30 мм. Выход по току составляет 20–21%. Способ эффективен для хромирования цилиндров и коленчатых валов двигателей.

7.4. Железнение

Процесс железнения представляет собой осаждение металла на ремонтируемую поверхность детали в водных растворах солей железа. Он нашел широкое применение при восстановлении деталей с износом от нескольких микрометров до 1,5 мм на сторону. Производительность процесса железнения примерно в 10 раз выше, чем при хромировании. Средняя скорость осаждения металла составляет 0,72–1 мкм/с, а выход металла по току равен 80–95%.

Железнение возможно из водных растворов серноокислых или хлористых закисных солей. Серноокислые электролиты по сравнению с хлористыми менее агрессивны, ниже по производительности, и при одних и тех же условиях электролиза осадки откладываются хрупкие, с большими внутренними напряжениями. Исходный материал серноокислых электролитов дороже хлористых. В ремонтной практике наибольшее распространение получили хлористые электролиты. Выбор того или иного электролита зависит от условий работы деталей и производственных возможностей предприятий.

Электролит готовят растворением в воде солей хлористого железа и других компонентов. Если для приготовления электролита используется стружка из малоуглеродистой стали, то ее перед употреблением подвергают обезжириванию в 10–15%-ном растворе каустической соды при температуре 80–90 °С, а затем промывают в горячей ($t = 70\text{--}80\text{ °С}$) воде. После этого обезжиренную стружку травят до насыщения соляной кислоты.

Электролиты бывают горячие и холодные. Горячие электролиты ($t = 60\text{--}95\text{ °С}$) производительнее холодных, но при работе с ними необходимы дополнительный расход энергии на поддержание высокой температуры электролита, частая его корректировка, дополнительная вентиляция и большая предосторожность со стороны рабочих.

Холодные электролиты ($t < 50\text{ °С}$) устойчивее против окисления. Позволяют получать качественные покрытия с лучшими механическими свойствами. Во все холодные электролиты вводится хлористый марганец, который замедляет образование дендритов и способствует получению гладких покрытий большой толщины. Марганец на электроде не осаждается и сохраняется в электролите длительное время.

При железнении применяют растворимые аноды, изготовленные из малоуглеродистой стали с содержанием углерода до 0,2%. При электролизе аноды растворяются, образуя на поверхности нерастворимый шлак, состоящий из углерода, серы, фосфора и других примесей. Попадая в ванну, они загрязняют ее и ухудшают качество покрытий. Во избежание этого аноды необходимо помещать в диафрагмы из пористой керамики или чехлы, сшитые из кислотостойкого материала (стеклоткань, шерсть и др.).

Железнение проводят в стальных ваннах, внутренние стенки которых облицовывают кислотостойкими материалами (антегмитовая плитка АТМ-1, эмаль типа 105А, железокремниймолибденовый сплав МФ-15, кислотостойкая резина, фторопласт-3, керамика, фарфор).

Один из существенных недостатков процесса железнения — большое количество водорода в осадке (до $2,5\text{ м}^3$ на 1 мкг осадка). Он в осадке находится в различных формах и отрицательно влияет на механические свойства восстановленных деталей. С целью освобождения от водорода в осад-

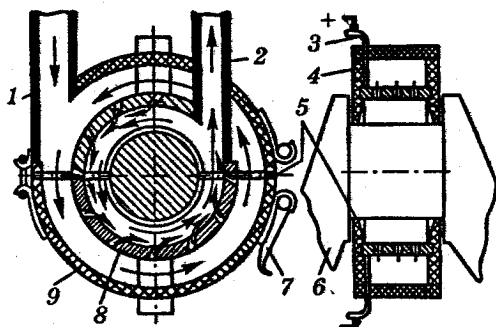


Рис. 49. Схема электролитической ячейки для анодно-струйного осаждения металлов:

- 1 — подводной патрубков; 2 — отводной патрубков; 3 — кабель для подвода тока; 4 — верхний корпус ячейки; 5 — уплотняющая прокладка; 6 — катод; 7 — зажим; 8 — анод; 9 — нижний корпус ячейки

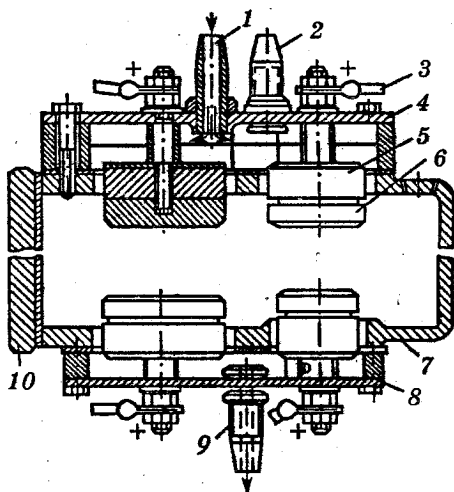


Рис. 50. Схема электролитической ячейки для проточного осаждения металлов:

- 1 — подводящий штуцер; 2 — штуцер отвода газов; 3 — токопровод; 4 — верхняя крышка; 5 — анод; 6 — гайка; 7 — картер коробки передач; 8 — нижняя крышка; 9 — сливной штуцер; 10 — крышка-плита

ке необходимо детали после железнения подвергать низкотемпературному сульфидированию с последующей размерно-чистой обработкой пластическим деформированием. В этом случае усталостная прочность деталей повышается на 40–45%, а износостойкость возрастает в 1,5–2 раза.

При восстановлении крупногабаритных деталей сложной конфигурации (блоки цилиндров, картеры коробок передач и задних мостов, коленчатые валы и другие) возникают трудности, связанные с изоляцией мест, не подлежащих покрытию (площадь их поверхности в десятки раз превышает покрываемую площадь), сложной конфигурацией подвижных устройств, необходимостью иметь ванны больших размеров, быстрым загрязнением электролитов и т.д. Для железнения таких деталей применяют вневаннный способ.

Принцип вневаннного железнения — это в зоне нанесения покрытия создание местной ванны (электролитической ячейки), при сохранении традиционной технологии железнения. В этом случае непокрываемые поверхности не изолируют, уменьшается обеднение прикатодного слоя электролита и возможно увеличение плотности тока в несколько раз и, следовательно, повышение производительности процесса.

Способы вневаннного осаждения металлов. Струйное железнение. С помощью насоса электролит подают струями в межэлектродное пространство через отверстия насадка. Насадок одновременно служит анодом и местной ванночкой. Для получения равномерного покрытия деталь вращается с частотой до 20 мин⁻¹. Железнение возможно из концентрированного холодного хлористого электролита при плотности тока $D_k = 40-55 \text{ А/дм}^2$ с производительностью 0,4 мм/ч. Для упрощения технологического процесса применительно к ремонту шеек коленчатых валов разработана электролитическая ячейка (рис. 49), которая дает возможность вести железнение и хромирование шеек без вращения детали. В эту ячейку электролит поступает под давлением через патрубок 7 и благодаря наклонному расположению отверстий в цилиндрическом аноде 8 приобретает вращательное движение вокруг катода. Скорость протекания электролита в анодно-катодном пространстве принимают 100–150 см/с при удельном его расходе 40–45 л/мин на 1 дм² покрываемой поверхности.

Проточное железнение. С помощью приспособлений изношенное отверстие детали превращается в закрытую местную гальваническую ванночку. В ее центр устанавливают анод 5 (рис. 50) и через нее прокачивают насосом электролит. Анод и деталь неподвижны. При их подключении к источнику постоянного тока на поверхности отверстия осаждается железо. Электролит протекает в катодно-анодном пространстве со скоростью 15–18 см/с. Температура электролита — 75–80 °С, катодная плотность тока — 25–30 А/дм². Осаждаются качественные гладкие покрытия со скоростью 0,3 мм/ч, толщиной до 0,7 мм и твердостью 4000–4500 МПа. Износостойкость восстановленных данным способом посадочных поверхностей на 25–50% выше износостойкости новых.

Электронатиране. При этом способе осаждения металла деталь не опускается в ванну, а устанавливается либо на специальном столе, либо в центрах (патрон) товарного станка и присоединяется к катоду источника постоянного тока (рис. 51). Анодом служит стержень 4, изготовленный из любого металла или графита и обернутый каким-либо адсорбирующим материалом так, чтобы образовался плотный тампон 5. Тампон в зависимости от требуемого покрытия пропитывают электролитом до полного его насыщения и посредством кабеля соединяют с анодом источника тока. Анодный тампон, непрерывно смачиваемый электролитом, из сосуда 1 накладывают на деталь 8, которая медленно вращается, и устанавливают требуемую плотность тока. В системе катод (деталь 8) — тампон 5 (своего рода гальваническая ванна) — анод (стержень 4) протекает электрохимическая реакция и на поверхности катода (детали) осаждается тот или другой металл. Стекающий электролит собирается в ванну 9 для повторного использования. Постоянное поступление в зону электролиза свежего электролита и перемещение анода по покрываемой поверхности препятствуют росту зародившихся кристалле металла, снижают внутренние напряжения в покрытии и уменьшают дендрито-образование. Все это позволяет получать мелкозернистые покрытия высокого качества. Этот способ железнения целесообразно применять для восстановления посадочных поверхностей крупных валов, осей и корпусных деталей.

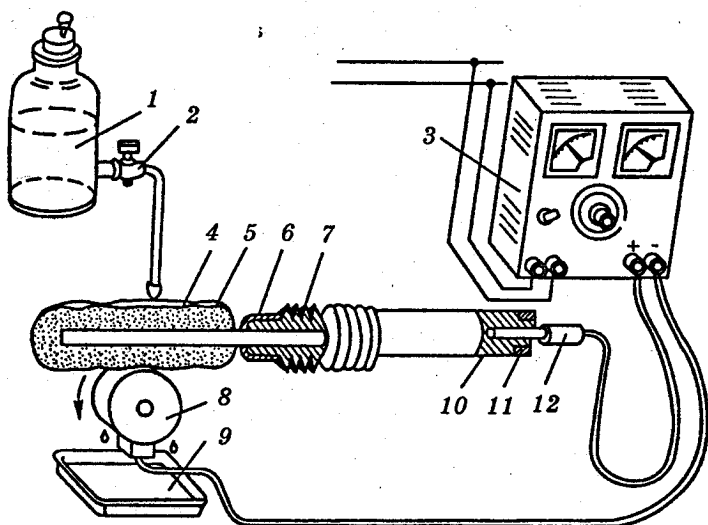


Рис. 51. Схема процесса электронатирания:

- 1 — сосуд с электролитом; 2 — кран; 3 — выпрямитель;
 4 — графитовый анод; 5 — тампон; 6 — пластмассовый колпачок;
 7 — алюминиевый корпус с ребрами для охлаждения;
 8 — деталь; 9 — ванна для электролита; 10 — гнездо для клеммы;
 11 — пластмассовая гайка; 12 — клемма кабеля

7.5. Защитно-декоративные покрытия

Цинкование. Этот процесс применяют главным образом для защиты деталей из черных металлов от коррозии. В ремонтном производстве его используют для защиты от коррозии крепежных материалов. Наибольшее распространение при цинковании получили сернокислые электролиты состава (г/л):

- сернокислый цинк ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) — 215,
- сернокислый алюминий ($Al_2SO_4 \cdot 18H_2O$) — 30,
- сернокислый натрий ($NaSO_4 \cdot H_2O$) — 50
- дикстрин ($C_6H_{19}O_{15}$) — 10.

Покрyтия осаждаются в ваннах или в специальных вращающихся барабанах или колоколах. Процесс идет при комнатной температуре и плотности тока $1-2 \text{ А/дм}^2$ — без перемешивания и $3-5 \text{ А/дм}^2$ — при перемешивании электролита. Толщина цинковых покрытий $15-30 \text{ мкм}$.

Никелирование. Никелирование применяют для покрытия металлов — стали, меди, латуни, цинка, алюминия. Непосредственно никелем покрывают только медь и латунь, а остальные металлы — только после предварительного меднения. Никель применяют в качестве защитного покрытия перед декоративным хромированием. С помощью никелирования повышают износостойкость трущихся поверхностей деталей и восстанавливают их размеры. Состав ванны (г/л) и режим никелирования для получения покрытия никеля толщиной $15-25 \text{ мкм}$:

- сернокислый никель ($\text{NiSO}_4 - 7\text{H}_2\text{O}$) — $280-300$,
- хлористый никель ($\text{NiCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) — $35-45$,
- борная кислота (H_3BO_3) — $31-40$;
- температура электролита — $50-60^\circ\text{C}$,
- плотность тока — $2-5 \text{ А/дм}^2$,
- напряжение — $2,5-3 \text{ В}$.

Соотношение площадей анода и катода $1:1$. При никелировании в качестве анодов применяют чистый никель.

7.6. Автоматизация процесса нанесения покрытий.

Оборудование для нанесения покрытий

Для нанесения покрытий применяют стационарные, барабанные и колокольные ванны, автоматические и полуавтоматические установки и конвейерные линии. На участках с небольшой производственной программой и большой номенклатурой ремонтируемых деталей используют обычно стационарные ванны, которые могут быть оснащены автоматическими устройствами. Автоматические устройства поддерживают заданную температуру электролита и другие параметры режима электролиза. Для покрытия мелких деталей служат барабанные и колокольные ванны.

Автоматические конвейерные установки и линии сложны по конструкции, дороги и дают экономический эффект

лишь в условиях крупносерийного и массового производства. Автоматические линии используют при ускоренных процессах нанесения покрытий небольшой толщины, когда время выполнения отдельных подготовительных операций соизмеримо с временем осаждения металла.

Устройство стационарных ванн зависит от наличия и типа системы нагрева электролита, его фильтрации и перемешивания.

При нанесении покрытий в кислых электролитах без подогрева применяют такие же ванны, как и для электрохимического травления. В ремонтном производстве такие ванны используют для холодного железнения и цинкования. В случае получения покрытий в горячих сернокислых электролитах ванну снабжают змеевиком из титана, свинца, освинцованной стали или нержавеющей стали.

Устройство ванн для нанесения покрытий в щелочных электролитах более простое, так как в этом случае не требуется футеровка. Ванны могут нагреваться как внутренним способом, так и внешним. При внутреннем нагреве требования к теплопроводности материала футеровки ванны снижаются.

Для повышения производительности электрохимических процессов и улучшения свойств покрытий ванны необходимо снабжать устройствами для перемешивания и фильтрации электролита, встряхивания или качания катодных штанг.

Мелкие детали обрабатывают во вращающихся колоколах и барабанах из токонепроводящего материала, не поддающегося разрушению электролитом (эбонит, винипласт, текстолит, органическое стекло, дерево). Колокол имеет форму усеченного конуса (круглого или граненого). Он приводится во вращение электродвигателем через червячный редуктор и зубчатую или ременную передачу. Ток к деталям (катоде), насыпанным в колокол, подводится с помощью металлических щеток или опусканием в колокол металлического стержня или провода с грузом, контактирующим с деталями. Анод представляет собой пластину, опускаемую в колокол на переносном штативе. Детали загружают в колокол с электролитом. По окончании электролиза колокол наклоняют над баком с сеткой, детали попадают в сетку, а электролит стекает в бак, откуда он снова заливается в колокол. Недостатки

колокольных ванн — это быстрый нагрев электролита из-за малого его объема при большой площади поверхности деталей и низкая производительность процесса.

В полуавтоматических установках и линиях автоматически выполняется какая-либо одна операция, чаще всего нанесение покрытия. Подготовительные и заключительные операции производят вручную в обычных стационарных ваннах. В автоматических линиях операции технологического процесса, кроме монтажа деталей, выполняются автоматически по заданным режимам с помощью исполнительных механизмов. По принципу действия автоматические линии (автоматы) делят на два вида:

— **неперенастраиваемые (с жестким циклом)** — предназначены для определенного технологического процесса. Чтобы его изменить, надо переделывать конструкцию линии. Поэтому такие линии наиболее пригодны и эффективны при массовом производстве. К ним относятся все автоматические конвейерные линии;

— **перенастраиваемые (с нежестким циклом)** — позволяют изменить технологический процесс без переделки линии. Их рационально применять в условиях мелкосерийного и серийного производства при изменяющихся видах и толщине покрытия. В таких автоматах подвеску или барабан с деталями переносят из ванны в ванну автооператором, движением которого управляют по заданной программе. Линии имеют ванны, которые обслуживаются одним или несколькими автооператорами, которые переносят детали из ванны в ванну в соответствии с технологическим процессом и заданной программой. Это транспортная тележка, оборудованная приводами горизонтального перемещения, подъема, опускания и поворота. В автоматах этого типа можно совмещать несколько технологических процессов нанесения различных покрытий (не более восьми). Один автооператор должен обслуживать не более 8–10 ванн.

§ 8. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ В РЕМОНТНОМ ДЕЛЕ

8.1. Производственная санитария и техника безопасности

Организация процесса окраски должна обеспечивать рациональное распределение рабочих с учетом их квалификации и оборудования на рабочих местах. Оборудование на участке располагают так, чтобы обеспечивались минимальные перемещения изделия с одного рабочего места на другое.

При использовании подъемных механизмов вокруг рабочего места должно оставаться свободное, ничем не загроможденное пространство шириной не менее 1 м.

Внутренние размеры камер с нижним отсосом воздуха определяются габаритными размерами изделия в плане и проходом вокруг него шириной не менее 1,2 м.

Инструменты (краскораспылители, кисти, шпатели и др.) хранят в шкафах, также оборудованных вытяжной вентиляцией.

Рядом с малярным отделением обычно располагают краскозаготовительное помещение, в котором готовят лакокрасочные материалы для нанесения, доводят их до рабочей консистенции и хранят их в объеме, необходимом для проведения лакокрасочных работ в течение суток. Краскозаготовительное отделение должно находиться в изолированном помещении у наружной стены с оконными проемами. Кроме основных выходов, должен быть самостоятельный эвакуационный выход.

Для обеспечения в окрасочных отделениях нормальных санитарно-гигиенических условий и пожарной безопасности необходимо соблюдать технологический режим, правила и нормы пожарной безопасности и промышленной санитарии.

Помещения окрасочных участков должны быть светлыми, чистыми, беспыльными. Конструктивные элементы и ограждения окрасочных помещений (стены, потолки, полы и др.) должны быть выполнены огнестойкими. Внутренние поверхности стен должны быть выложены метлахской плиткой на высоту 2,4 м, а полы должны быть сделаны из прочных, негорючих 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 в малярном отделении должно быть воздушное или водяное низкого давления. Температура поверхности отопительных приборов при водяном отоплении не должна превышать 90 °С.

Все растворители представляют собой горючие, а при большой концентрации паров токсичные и взрывоопасные жидкости. Поэтому при работе с ними обеспечивают хорошую вытяжную вентиляцию. Приточный воздух, который подают в рабочую зону, должен быть чистым и не должен содержать вредных выделений. Наилучшие условия труда обеспечиваются при подаче воздуха приточными системами в верхнюю зону помещения и отсосом загрязненного воздуха из-под кузова через отверстия в полу.

В малярном отделении допускается естественное и искусственное освещение. При общем освещении обычными электрическими лампами освещенность участка окраски должна быть не менее 75 лк. В помещениях, где ведут окрасочные работы, нельзя пользоваться приборами с неисправной или не приспособленной для данных условий электроарматурой, открытыми источниками огня, а также выполнять сварочные работы. В окрасочных камерах используют 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.

Во избежание кожных заболеваний перед окрасочными работами руки смазывают защитной пастой, например, ИР-1, ПМ-1, фурацилиновой пастой или мылом ИДМ, или надевают перчатки. Для защиты органов дыхания и зрения от воздействия лакокрасочного тумана используют средства индивидуальной защиты (респираторы РМП-62, РУ-60 и др.).

Смешивание лакокрасочных материалов производят только в краскоприготовительном отделении, а хранят их в специальных помещениях в плотно закрытой таре. Алюминиевую пудру необходимо держать в сухом помещении, так как при повышенной влажности она может самовоспламениться. В приготовленных для окраски помещениях, окрасочных отделениях и складах лакокрасочных материалов

должны находиться в обязательном порядке средства пожаротушения (пенные огнетушители, ящики с песком, асбестовые одеяла, щит с инвентарем и др.).

8.2. Применение лакокрасочных покрытий в авторемонтном производстве. Назначение лакокрасочных покрытий

Для защиты деталей автомобиля от разрушения из-за атмосферных воздействий и придания им декоративного вида применяют различные системы покрытий.

Система покрытий — это сочетание последовательных нанесенных слоев лакокрасочных материалов различного назначения. Необходимость применения системы покрытий вызвана невозможностью в одном материале сочетать многообразие свойств, какими должно обладать покрытие.

Лакокрасочные материалы — это жидкие составы, которые после нанесения их на поверхность детали тонким слоем и высыхания образуют пленки, которые должны иметь прочное сцепление с поверхностью. Образование пленок происходит в результате двух основных процессов:

— **испарения растворителей.** В начальной стадии, когда растворителей содержится много, испарение идет быстро, при этом увеличивается концентрация пленкообразующих и возрастает вязкость лакокрасочных материалов. Остатки растворителей испаряются медленно из-за образовавшейся на поверхности детали пленки, которая затрудняет их улетучивание, и из-за прочного удержания их пленкообразующими;

— **химических превращений** — окисления, полимеризации и поликонденсации. Эти процессы переводят пленкообразующие из жидкого состава в твердое.

Для образования прочного сцепления пленки с поверхностью детали необходимо обеспечить смачиваемость и адгезию. Эти условия приводят к тому, что капля краски, нанесенная на окрашиваемую поверхность, будет растекаться, образуя пленку, и прилипать к поверхности. Качество прилипания зависит от следующих показателей:

— материала поверхности (лакокрасочная пленка лучше сцепляется с поверхностью черных и хуже с поверхнос-

тью цветных металлов, так как их поверхность является более гладкой, чем у черных металлов);

— шероховатости поверхности (при большой шероховатости поверхности имеющиеся выступы не смачиваются краской, и отрыв ее происходит по выступающим местам поверхности);

— степени очистки поверхности от загрязнений и влаги (остатки жиров, масел и пыли на окрашиваемой поверхности также ухудшают адгезию и способствуют отслаиванию покрытия. Наличие влаги на поверхности приводит к снижению адгезии).

Эксплуатационная надежность лакокрасочных покрытий зависит от растрескивания пленки из-за различных коэффициентов теплового расширения материалов покрытия и защищаемого изделия и адсорбции на покрытии влаги, пыли и различных газообразных примесей, содержащихся в атмосфере. Эти процессы приводят к механическому разрушению и старению покрытия.

В результате старения лакокрасочные покрытия (начало старения — это потеря блеска покрытия) теряют эластичность, растрескиваются, шелушатся и разрушаются.

Если покрытие обладает недостаточной водостойкостью пленки, то через ее поры проникает вода, которая, соприкасаясь с металлом, вызывает его коррозию под пленкой. Продукты коррозии вспучивают лакокрасочную пленку, и она отрывается от поверхности металла.

8.3. Лакокрасочные материалы. Характеристика лакокрасочных материалов. Оборудование и инструмент для нанесения покрытий из лакокрасочных материалов

Основные компоненты лакокрасочных материалов — это пленкообразующие, пигменты, растворители. Лакокрасочные материалы состоят из многих компонентов, важнейшими из которых являются пленкообразующие, пигменты, растворители.

Растворители — летучие жидкости, способные растворять пленкообразующие. Служат для придания лакокрасоч-

ным покрытиям необходимой вязкости, растекаемости, улучшения адгезии.

Пигменты — это цветные порошкообразные вещества, не растворяющиеся в растворителях и образующие с пленкообразующими защитные или декоративно-защитные покрытия. Служат для придания покрытию необходимого цвета. В качестве пигментов используют оксиды или соли металла (охру, железный сурик, ультрамарин, цинковые и титановые белила), металлические порошки (цинковую пыль, алюминиевую пудру), графит, сажу, а также некоторые органические вещества.

В качестве *пленкообразующих* используют преимущественно синтетические (искусственные) смолы, растительные масла, битумы, эфиры и др. Они служат для образования пленки с достаточной адгезией и необходимыми служебными свойствами, важнейшим из которых является сопротивляемость воздействию климатических факторов (температура, влажность и др.).

Для улучшения служебных и технологических свойства лакокрасочных покрытий могут вводить компоненты:

- наполнители,
- сиккативы,
- инициаторы,
- пластификаторы,
- отвердители,
- катализаторы,
- ускорители полимеризации,
- добавки для улучшения смачиваемости и растекаемости и т.д.

В ремонтном производстве, как и в машиностроении, применяют следующие виды лакокрасочных материалов:

- грунтовки,
- шпатлевки,
- краски,
- эмали,
- растворители,
- разбавители,
- смывки и др.

В зависимости от основных пленкообразующих, входящих в их состав, все лакокрасочные материалы разделены на следующие группы:

1. Определяет название материала полным словом: грунтовка, шпатлевка, эмаль и т. п.

2. Обозначает буквами состав пленкообразующего вещества:

- НЦ — нитроцеллюлозные,
- МЛ — меламиналкидные,
- ГФ — глифталевые,
- ФЛ — фенольные,
- ЭП — эпоксидные,
- БТ — битумные,
- МА — масляные густотертые (готовые к употреблению) и др.

3. Устанавливает основное назначение материала (обозначается через тире цифрами):

- 1 — атмосферостойкий,
- 4 — водостойкий,
- 6 — маслобензостойкий,
- 7 — химически стойкий,
- 8 — термостойкий,
- 9 — электроизоляционный и др.
- «О» — грунтовка,
- «ОО» — шпатлевка.

4. Указывает порядковый номер, присвоенный данному материалу из одной, двух или трех цифр.

5. Указывает полным словом цвет материала (голубой, синий, белый и т. п.).

Для лакокрасочных материалов, которые не содержат в своем составе органических растворителей (водоразбавляемые, порошковые, водоземulsionные), после наименования лакокрасочного материала ставят буквенный индекс:

- П — краска порошковая;
- В — краска водоразбавляемая;
- Э — краска водоземulsionная;
- Б — лак, не содержащий активного растворителя.

Шпатлевки (НЦ-007, НЦ-008, НЦ-009, ПФ-002, МС-006, ЭП-0010, ЭП-0020) — это густые пасты, состоящие из пленкообразующего вещества, наполнителей и пигментов. Шпатлевки предназначены для устранения неровностей и исправления на поверхности изделий разных дефектов: вмятин, раковин, царапин и др. Большое количество пигментов и

наполнителей, содержащихся в шпатлевках, придают им хорошую шлифуемость, но ухудшают их защитные свойства, эластичность и устойчивость к вибрации. Поэтому шпатлевки нельзя наносить толстыми слоями. Адгезия шпатлевок к металлу хуже, чем у грунтовок, их наносят на предварительно загрунтованные поверхности.

Грунтовки — это пигментированные растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях. Грунтовки применяют в качестве первого слоя, обеспечивающего прочное сцепление их с поверхностью окрашиваемого металла и с последующими слоями лакокрасочных покрытий. Грунтовки обладают повышенной сцепляемостью (адгезией). Их наносят распылением, кистью, окунанием, электрораспылением и электроосаждением. Толщина грунтовочного слоя 15–20 мкм. Грунтовки бывают:

— с инертными пигментами (ГФ-021, ФЛ-ОЗК и др.). Они не защищают поверхность металла от коррозии, но механически препятствуют проникновению влаги к поверхности;

— пассивирующие (ГФ-017, ГФ-031 и др.) содержат хроматы металлов или другие пигменты, которые взаимодействуют с влагой и пассивируют металл. Эти грунтовки используют для защиты днища и крыльев и наносят только кистью;

— фосфатирующие (ВЛ-02, ВЛ-08, ВЛ-023 и др.) обладают хорошей адгезией по отношению к черным и цветным металлам. При их нанесении на поверхности металла образуется противокоррозионная фосфатная пленка;

— протекторные (ПС-1, ЭП-057 и др.) обеспечивают длительное время электрохимическую защиту металла в жестких коррозионных условиях;

— преобразователи ржавчины (Э-ВА-01, Э-ВА-0112 и др.) используют для подготовки корродированной поверхности под окраску без удаления продуктов коррозии.

Краски представляют собой пасты, состоящие из пигментов или смеси пигментов и наполнителей, замешанных на олифе или специально подготовленных растительных маслах. Краски бывают жидкотертые (готовые к употреблению) и густотертые. Густотертые краски разводят олифой, глицеральными или пентафтальевыми лаками до нужной вязкости. Краски применяют для защиты изделий от коррозии и

придания им декоративного вида. Покрытия на основе красок менее стойки к воздействию атмосферных условий, чем покрытия на основе многих синтетических эмалей, поэтому краски в ремонтном производстве применяют ограниченно.

Эмали (МЛ-12, МЛ-197, МЛ-1110 и др.) — это пигментированные лаки, наносимые в основном по грунтовке или шпатлевке. Эмали применяют для защиты изделий от коррозии и придания им декоративного вида. При окраске кузовов автомобилей применяют синтетические, меламиноалкидные и нитроцеллюлозные эмали. Меламиноалкидные эмали придают после сушки покрытию глянец, высокую атмосферостойкость, эластичность и твердость, стойкость к изменению температур от -40 до $+60$ °С, высокую стойкость к воздействию воды, топлив и масел. Покрытия из нитроэмалей относительно стойкие к воздействию минеральных масел, бензина, имеют стойкость к изменению температур от -40 до $+60$ °С, а также слабых щелочных растворов; длительное воздействие воды приводит к отслаиванию покрытия.

Смывки (СД, АФТ-1, СП-6 и др.) используют для снятия лакокрасочного покрытия. Они представляют собой смеси различных растворителей. При их воздействии покрытие разбухает, вспучивается и отстает от металла. Иногда смывки могут быть заменены обычными растворителями. Наибольшее распространение получили смывки на основе органических растворителей.

Растворители и разбавители (уайт-спирит, Сольвент, Р-40, РФГ-1 и др.) применяют для придания лакокрасочным материалам необходимой рабочей вязкости. Это однокомпонентные органические летучие и бесцветные жидкости или их смеси в различном сочетании компонентов. При смешивании с лакокрасочными материалами растворители не должны вызывать коагуляции (свертывания) пленкообразователя, расслаивания и помутнения раствора. Состав растворителей подбирают таким, чтобы обеспечить оптимальные условия для высыхания лакокрасочного материала и плотность нанесенной пленки.

Инструменты для окраски и шпатлевания.

Кисти — инструменты, с помощью которых получают защитно-декоративные лакокрасочные покрытия. Окраска кистями зависит от правильного выбора размера и типа ки-

сти. Лучшими кистями для окрасочных работ являются кисти, изготовленные из свиной щетины. Щетина очень упруга, износостойка и мало сминается, что позволяет нажимать на кисть, не деформируя ее. В щетинные кисти более низкого сорта добавляют 15–20% конского волоса. Капроновые кисти по своим качествам близки к щетинным. Для изготовления волосяных кистей используют барсучий и хорьковый волос. Из выпускаемых промышленностью кистей в ремонтном производстве получили распространение кистичручки (круглые и плоские, для окраски различных поверхностей) и филиночные кисти (небольшого размера, плоские или круглые, для окраски труднодоступных мест).

Шпатели предназначены для нанесения и выравнивания шпатлевок при устранении на поверхности изделия небольших вмятин и глубоких царапин. Они представляют собой тонкие упругие пластинки из стали, пластмассы и различных пород дерева (бук, ясень, береза), а на криволинейные поверхности — куском листовой резины. Рабочая кромка шпателя должна быть чистой, ровной и гладкой, без щербин и царапин.

Оборудование для нанесения покрытий пневматическим распылением. Лакокрасочные материалы наносят различными методами, однако основным промышленным методом является пневматическое (воздушное) распыление. Этим методом наносят примерно 70% производимых лакокрасочных материалов, он позволяет наносить на поверхность равномерные слои грунтовок и эмали. Этим способом можно получить высококачественные покрытия на больших поверхностях.

Недостаток метода:

- образование красочного тумана, что ухудшает санитарно-гигиенические условия труда;
- необходимость интенсивного отсасывания загрязненного воздуха;
- большие потери лакокрасочного материала (от 30 до 60%) в зависимости от размеров и конфигурации деталей;
- повышенный расход растворителей для доведения лакокрасочных материалов до рабочей вязкости.

Воздушное распыление лакокрасочных материалов осуществляют краскораспылительными устройствами. Сжатый

воздух с давлением 0,4–0,7 МПа подводится к ним от общей заводской сети или компрессора.

Установка (рис. 52) работает следующим образом. В маслоотделитель 5 подается сжатый воздух для очистки его от воды и масла. Очищенный сжатый воздух по шлангу 3 поступает в краскораспылитель 2 и одновременно по шлангу 4 через редуктор давления в красконагнетательный бак 6. Под давлением сжатого воздуха лакокрасочный материал по шлангу 7 поступает к краскораспылителю. В некоторых случаях (при значительном расходе лакокрасочных материалов) краскораспылитель подсоединяют непосредственно к трубе центральной системы подачи грунтовок и эмалей через редуктор понижения давления. В этом случае необходимость в красконагнетательном баке 6 отпадает. Если расход лакокрасочного материала небольшой, то он подается самотеком из стакана, расположенного на корпусе краскораспылителя.

Краскораспылители. Для нанесения лакокрасочного материала используют краскораспылители различных конструкций. Несмотря на большое разнообразие конструкций краскораспылителей, принцип действия их одинаков. Основными деталями краскораспылителя (рис. 53) являются корпус, сопло выхода лакокрасочного материала, распылительная головка, игла, курок, механизмы для регулирования лакокрасочного материала и воздуха. В авторемонтном произ-

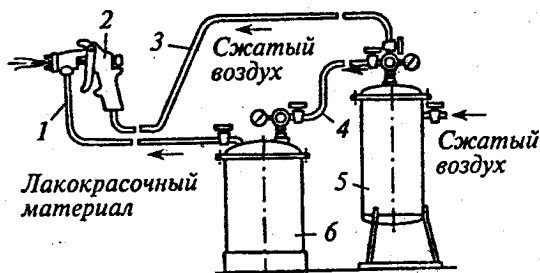


Рис. 52. Схема установки пневматического распыления:
1 — шланг; 2 — краскораспылитель; 3, 4 — шланги;
5 — маслоотделитель; 6 — бак

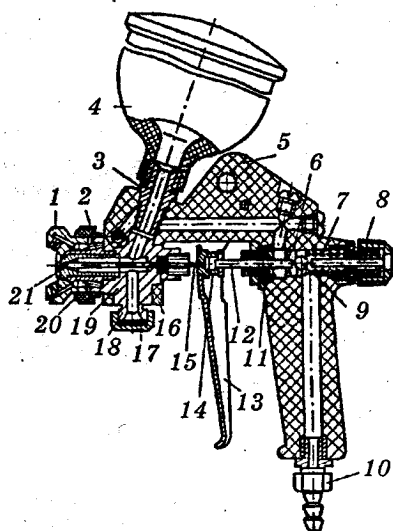


Рис. 53. Краскораспылитель КРУ-1:

- 1 — воздушная головка;
- 2 — распределители воздуха;
- 3, 18 — штуцера;
- 4 — бачок для краски;
- 5 — корпус; 6 — седло клапана; 7 — пружина;
- 8 — винт для регулирования расхода лакокрасочного материала; 9 — шарик;
- 10 — штуцер для подачи воздуха; 11, 16 — уплотнения; 12 — шток;
- 13 — курок пусковой;
- 14 — шток; 15 — игла запорная; 17 — заглушка; 19 — краскопровод;
- 20 — гайка накидная;
- 21 — сопло

водстве используются краскораспылители с внешним смешением (КРУ-1, КР-10, КР-10-1, КР-20, КР-30, С-765 ЗИЛ).

Правила нанесения покрытий краскораспылителем:

— его необходимо перемещать параллельно окрашиваемой поверхности на расстоянии 25–30 см от нее (рис. 54). Если это расстояние будет превышать указанные значения, то часть лакокрасочного материала не будет попадать на окрашиваемую поверхность, что приведет к увеличению его потерь и снижению производительности труда, а покрытие будет получаться матовым. Если же краскораспылитель держать слишком близко, то лакокрасочный материал будет сбиваться наносимой струей, а на окрашиваемой поверхности будут образовываться морщины и подтеки;

— скорость перемещения краскораспылителя 30–40 см/с;

— угол колебания краскораспылителя в горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно перпендикуляра к окрашиваемой поверхности не должен превышать 5–10°;

— покрытие наносят параллельными полосами, перекрывая их края на 40–60 мм для компенсации слабоокрашен-

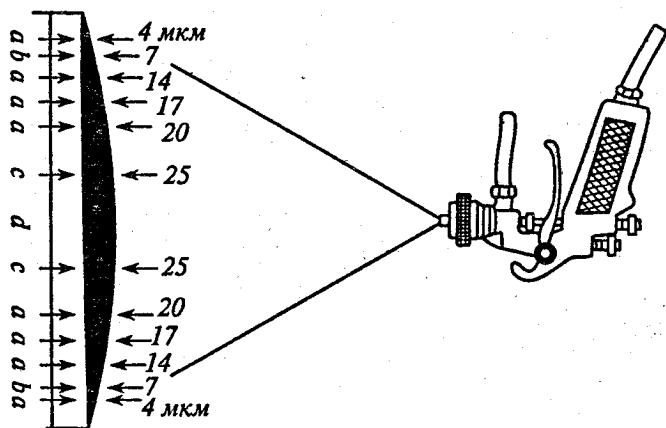


Рис. 54. Распределение толщины лакокрасочного покрытия по ширине струи:

a — 20 мм; *b* — 10 мм; *c* — 35 мм; *d* — 70 мм

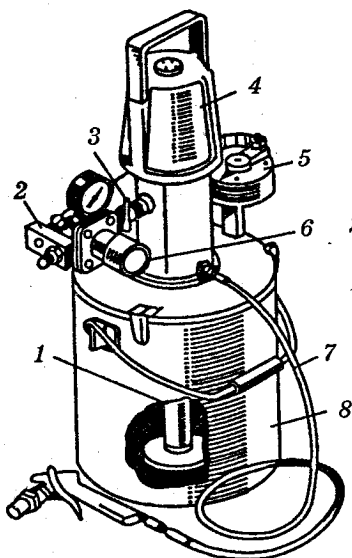


Рис. 55. Установка «Виза-1»:

1 — поршневой насос; 2 — пневмопривод; 3 — трехходовый кран; 4 — двигатель; 5 — ротационный двигатель; 6 — клапан; 7 — шланг; 8 — сосуд для материала.

ных мест. Первый слой лакокрасочного материала наносят горизонтальными полосами, а второй — вертикальными;

— необходимо следить за правильным соотношением расхода воздуха и краски, потому что при недостатке воздуха из краскораспылителя выбрасываются крупные брызги, а при недостатке краски получается пульсирующая прерывающаяся струя;

— уменьшать число слоев эмали за счет увеличения их толщины недопустимо, так как это ведет к снижению механических показателей пленки, образованию на ней морщин и подтеков.

Установки для безвоздушного распыления. Распыление осуществляется под действием высокого давления (до $250-10^5$ Па) на краску, которая, вытекая из сопла с большой скоростью, дробится на мелкие капли в результате резкого увеличения испарения растворителей (снижения давления), сопровождающегося значительным увеличением объема. Факел краски четко очерчен и защищен от окружающей среды оболочкой паров растворителей и тем самым предотвращает рассеивание ее частиц.

Преимущества способа перед окрашиванием краскораспылителями обычного типа:

— сокращается расход лакокрасочного материала на 20% из-за уменьшения расхода на туманообразование;

— экономятся растворители на разбавление материалов за счет применения более вязких лакокрасочных материалов;

— улучшаются условия труда (меньшее туманообразование).

Безвоздушное распыление наиболее эффективно при окрашивании средних и особенно крупных изделий, имеющих сплошную плоскую или объемную обтекаемую форму с плавной кривизной. Этим способом можно наносить лакокрасочные материалы на основе различных пленкообразующих и получать покрытия толщиной до 25–30 мкм за одну технологическую операцию. При нанесении методом безвоздушного распыления подогретых красок образующиеся покрытия имеют лучший внешний вид, чем без подогрева, однако использование таких установок более сложно.

Установки безвоздушного распыления лакокрасочных материалов выпускаются нескольких типов с подогревом («Луч-2» и др.) и без подогрева («Виза-1», «Радуга-0,63» и др.).

В установке «Виза-1» (рис. 55) на крышке бака закреплен двигатель 4, соединенный с поршневым насосом 7 высокого давления. На выходе в поршневой насос установлен фильтр грубой очистки. На крышке бака также закреплен ротационный двигатель 5, связанный с мешалкой и обеспечивающий ее вращение. Сжатый воздух подается к двигателю по шлангу через воздухораспределитель с краном.

Насос снабжен мультипликатором двойного действия, преобразующим давление поступающего воздуха 0,4–0,7 МПа в высокое давление на лакокрасочный материал 9–16 МПа.

При нажатии на пусковой крючок краскораспылителя сжатый воздух из магистрали через регулятор давления, трехходовой воздушный кран 3 поступает в пневмопривод 2 цилиндра двигателя и с помощью механизма переключения перепускных и выхлопных клапанов вызывает движение штока поршня и насоса; насос засасывает из бака лакокрасочный материал и под высоким давлением подает его по шлангу к краскораспылителю. При освобождении пускового крючка поршень останавливается и распыление прекращается.

Установки для окрашивания в электростатическом поле. Для электроокрашивания применяют несколько типов распылителей. По способу распыления их делят на электростатические, электромеханические, пневматические и безвоздушные. Окраска в электрическом поле совершенствуется путем комбинирования этого способа с пневмо- и безвоздушным распылением. Установка ручного электроокрашивания состоит из пистолета-распылителя, дозирующего устройства (например, красконагнетательного бака), источника высокого напряжения, кабеля для подвода высокого напряжения к пистолету-распылителю, шлангов для лакокрасочного материала и воздуха. Чтобы получить почти 100%-ное осаждение лакокрасочного материала на окрашиваемой поверхности кузова, высокое напряжение подводится непосредственно к краске, и она распыляется без помощи сжатого воздуха.

Электростатические распылители («Ореол-5М») имеют насос для подачи лакокрасочного материала, источник высокого напряжения и устройство для регулирования подачи краски. При перемещении краскораспылителя относительно заземленного изделия создается электрическое поле. Под действием сил электрического поля лакокрасочный матери-

ал на коронирующей кромке получает заряд, дробится на мельчайшие частицы и осаждается на поверхности изделия. Время окраски 1 м^2 поверхности изделия этим распылителем составляет 1–1,5 мин.

Электромеханические распылители чашечного типа (ЭР-1М) имеют наибольшее применение при электроокрашивании. В этих установках распыление лакокрасочного материала осуществляется под действием электростатических и механических (центробежных) сил. Распыляющим устройством являются коронирующие насадки различной формы (чаши, грибки или диски) диаметром 50–150 мм, которые приводятся во вращение с частотой 1200–1400 мин^{-1} от электро-механического привода. Лакокрасочный материал подается по специальному каналу внутрь чаши или по специальному трубопроводу сбоку от нее и под действием центробежной силы тонким слоем растекается по ее краям. Высокое напряжение (80–120 кВ) подводится к головке распылителя и передается на коронирующую кромку чаши по насадке. Под действием электрического поля коронного заряда краска распыляется и ее мелкие частицы устремляются к окрашиваемой поверхности изделия. Производительность электро-механического распылителя зависит от диаметра чаши и составляет, например, для распылителя ЭР-1М — 25–100 г/мин (по массе) или 50–200 $\text{м}^2/\text{ч}$ (по поверхности окраски).

Пневмоэлектростатические (электровоздушные) устройства создают более направленное перемещение красочной пыли лакокрасочного материала, чем электро-механические, и тем самым позволяют лучше прокрашивать углубления в изделиях. Распыление красок в них осуществляется с помощью струи сжатого воздуха под давлением 0,4–0,5 МПа. Подача таких распылителей составляет 30–250 г/мин.

При пневматическом распылении в электрическом поле (УЭРЦ-5) возможны некоторые потери краски, поскольку краскораспылитель расположен на некотором расстоянии от коронирующей зоны и не вся распыляемая краска доходит до нее. Часть краски, не получившая электрический заряд от краскораспылителя к поверхности изделия, теряется. Конструкция распылителей и процесс предварительной зарядки частиц исключают искрообразование даже при соприкосновении металлического изделия с распылительной головкой устройства.

8.4. Процесс нанесения лакокрасочных покрытий

В зависимости от масштаба и вида производства окрасочные работы сосредоточены в одном или нескольких местах. Это вызвано необходимостью предохранить готовые детали от появления на них коррозионных разрушений при их перемещении и хранении. При такой организации производства окрасочные работы выполняют на участках (или в окрасочных отделениях).

Принятую технологию окрашивания отражают в маршрутных картах технологических процессов, которые разрабатываются для отдельных видов изделий. В картах указываются все стадии процесса окрашивания, применяемые материалы, нормы расхода этих материалов, режим сушки и некоторые другие показатели.

Выбор способа окрашивания зависит от ряда условий, например от требований, предъявляемых к покрытию (класс покрытия), от вида применяемых лакокрасочных материалов, конфигурации и размеров изделий, масштаба и вида производства. При окрашивании изделий могут применять несколько способов. В каждом конкретном случае вопрос выбора способа окрашивания решается возможностью производства и экономической целесообразностью.

Технологический процесс окрашивания складывается из следующих основных операций:

- подготовки поверхности,
- грунтования,
- шпатлевания,
- нанесения покрывных материалов (краски, эмали, лака),
- сушки покрытий.

Приготовление окрасочных материалов. Перед употреблением окрасочные материалы тщательно перемешивают электромеханическим или вибрационным способом, процеживают и разбавляют соответствующими растворителями до необходимой рабочей вязкости.

Подготовка поверхности детали к окраске производится с целью удаления различного рода загрязнений, влаги, коррозионных повреждений, старой краски и др. Примерно 90% трудозатрат приходится на подготовительные работы и только 10% — на окрашивание и сушку. От качества подготов-

ки поверхностей в значительной степени зависит долговечность лакокрасочного покрытия.

Окрашиваемая поверхность в зависимости от применяемого способа ее очистки может иметь различную степень шероховатости, отличающуюся размером выступов и глубиной впадин. Для обеспечения защиты металла от коррозии толщина слоя краски должна превышать выступающие на металле гребешки в 2–3 раза.

Подготовка поверхностей к окраске включает:

- очистку деталей,
- обезжиривание,
- мойку,
- сушку.

Очистка деталей от загрязнений производится механической обработкой (механическим инструментом, сухим абразивом, гидроабразивной очисткой и др.) или химическим способом (обезжириванием, одновременным обезжириванием и травлением, фосфатированием и др.). Загрязнения нежирового происхождения удаляются водой или щетками. Влажные поверхности протирают сухой ветошью.

В ремонтной практике применяют три способа удаления старой краски — это огневой, механический и химический.

При огневом способе старая краска выжигается с поверхности детали пламенем газовой горелки или паяльной лампы (для удаления старой краски с деталей кузова и оперения этот способ применять не рекомендуется), а при механическом — с помощью щеток с механическим приводом, дробью и т.д. Химический способ удаления старой краски — это наиболее эффективный как по качеству, так и по производительности способ. Старую краску чаще всего удаляют органическими смывками (СД, АФТ-1, АФТ-8, СП-6, СП-7, СПС-1) и щелочными растворами (растворы едкого натра (каустика) с концентрацией 8–10 г/л, смеси каустика с кальцинированной содой и т.д.).

Последовательность удаления старой краски смывками:

- очистка от грязи, жира, мойка деталей или кузова;
- сушка после мойки;
- нанесение смывки на поверхность детали кузова кистью;
- выдержка 15–30 мин (в зависимости от марки смывки и вида материала покрытия) до полного вспучивания старой краски;

— удаление старой вспученной краски механическим способом (щетками, скребками и т.п.);

— промывка,

— обезжиривание поверхности уайт-спиритом или другими органическими растворителями;

— сушка после промывки,

— обезжиривание.

Щелочные растворы используют для удаления старой краски в ваннах. Последовательность удаления старой краски:

— очистка от грязи, обезжиривание, промывка;

— сушка после промывки;

— погружение и выдержка в ванне со щелочным раствором (при температуре раствора 50–60 °С);

— нейтрализация в ванне с раствором фосфорной кислоты с концентрацией 8,5–9,0 г/л фосфорной кислоты (при концентрации 10 г/л каустика в щелочной ванне) или 5–6 г/л фосфорной кислоты в кислотной ванне (при концентрации 10 г/л кальцинированной соды в щелочной ванне);

— промывка в ванне с проточной водой при температуре 50–70 °С;

— сушка после промывки.

После удаления старой краски и продуктов коррозии проводят операции обезжиривания, травления, фосфатирования и пассивирования.

Детали из черных металлов, никеля, меди обезжиривают в щелочных растворах. Изделия из олова, свинца, алюминия, цинка и их сплавов обезжиривают в растворах солей с меньшей свободной щелочностью (углекислый или фосфорный натрий, углекислый калий, жидкое стекло).

Травление — очистка металлических деталей от коррозии в растворах кислот, кислых солей или щелочей. На практике операции травления и обезжиривания совмещают.

Фосфатирование — процесс химической обработки стальных деталей для получения на их поверхности слоя фосфорнокислых соединений, не растворимого в воде. Этот слой увеличивает срок службы лакокрасочного покрытия, улучшает сцепление его с металлом и замедляет развитие коррозии в местах нарушения лакокрасочной пленки. Детали кузова и кабины подлежат фосфатированию в обязательном порядке.

Пассивирование необходимо для повышения коррозионной стойкости лакокрасочного покрытия, нанесенного на фосфатную пленку. Ее проводят в ваннах, струйных камерах или нанесением раствора двуххромовокислого калия или двуххромовокислого натрия (3–5 г/л) волосяными щетками при температуре 70–80° С продолжительностью обработки 1–3 мин.

Перед нанесением лакокрасочного покрытия поверхность изделий должна быть сухой. Наличие влаги под пленкой краски исключает хорошую ее сцепляемость и вызывает коррозию металла. Сушка обычно производится воздухом, нагретым до температуры 115–125° С, в течение 1–3 мин до удаления видимых следов влаги.

Процесс окрашивания должен быть организован так, чтобы после подготовки поверхности она сразу же была грунтована, так как при больших перерывах между окончанием подготовки и грунтованием, особенно черных металлов, поверхность окисляется и загрязняется.

Грунтование. Применение той или иной грунтовки определяется в основном видом защищаемого материала, условиями эксплуатации, а также маркой наносимых покрывных эмалей, красок и возможностью применения горячей сушки. Сцепление (адгезия) грунтовочного слоя с поверхностью определяется качеством ее подготовки.

Грунтовку нельзя наносить толстым слоем. Ее наносят равномерным слоем толщиной 12–20 мкм, а фосфатирующие грунтовки — толщиной 5–8 мкм. Нанесение грунтовок производят всеми описанными ранее способами. Для получения грунтовочного слоя с хорошими защитными свойствами, не разрушающегося при нанесении шпатлевки или эмали, его необходимо высушить, но не пересушивать. Режим сушки грунтовки указан в нормативно-технической документации, по которой производят окрашивание данных изделий. При пересушке необратимых грунтовок (феноломасяных, алкидных, эпоксидных и др.) резко ухудшается сцепление с ними наносимых покрывных эмалей, особенно быстросохнущих.

Шпатлевание. На поверхностях деталей могут быть вмятины, небольшие углубления, раковины, несплошность в местах стыков, царапины и другие дефекты, которые заделывают нанесением на поверхность шпатлевки. Шпатлевка способствует значительному улучшению внешнего вида по-

крытий, но так как содержит большое количество наполнителей и пигментов, то ухудшает механические свойства, эластичность и вибростойкость покрытий.

Шпатлевание применяют в тех случаях, когда другими методами (подготовкой, грунтованием и др.) невозможно удалить дефекты поверхностей.

Выравнивание поверхностей производят несколькими тонкими слоями. Нанесение каждого последующего слоя выполняют только после полного высыхания предыдущего. Общая толщина быстросохнущих шпатлевок не должна быть более 0,5–0,6 мм. Эпоксидные шпатлевки, не содержащие растворителей, допускается наносить толщиной до 3 мм. При нанесении шпатлевки толстыми слоями высыхание ее протекает неравномерно, что приводит к растрескиванию шпатлевки и отслаиванию окрасочного слоя.

Шпатлевку наносят на предварительно загрунтованную и хорошо просушенную поверхность. Для улучшения сцепления с грунтовкой проводят обработку загрунтованной поверхности шлифовальной шкуркой с последующим удалением продуктов зачистки. Сначала проводят шпатлевание наиболее значительных углублений и неровностей, затем шпатлевку сушат и обрабатывают шкуркой, после чего производят шпатлевание всей поверхности.

Шпатлевку наносят на поверхность методом пневматического распыления, механическим или ручным шпателем. Зашпатлеванную поверхность после высыхания шпатлевки тщательно шлифуют.

Шлифование. Для удаления с зашпатлеванной поверхности шероховатостей, неровностей, а также соринки, частицы пыли и других дефектов производят шлифование. Для шлифования применяют различные абразивные материалы в порошкообразном виде или в виде абразивных шкурок и лент на бумажной и тканевой основе. Шлифовать можно только полностью высохшие слои покрытия. Такой слой должен быть твердым, не сдираться при шлифовании, а абразив не должен сразу «засаливаться» от покрытия. Операцию шлифования проводят вручную или с помощью механизированного инструмента.

Используют шлифование «сухое» и «мокрое». В последнем случае поверхность смачивают водой или каким-либо инертным растворителем, шлифовальную шкурку также вре-

мя от времени смачивают водой либо растворителем, промывая ее от загрязнения шлифовочной пылью. Вследствие этого уменьшается количество пыли, увеличивается срок службы шкурки и улучшается качество шлифования.

Нанесение внешних слоев покрытий. После нанесения грунтовки и шпатлевки (если она необходима) наносят внешние слои покрытия. Число слоев и выбор лакокрасочного материала определяются требованиями к внешнему виду и условиями, в которых изделие будет эксплуатироваться.

Первый слой эмали по шпатлевке является «выявительным», его наносят более тонко, чем последующие. Выявительный слой служит для обнаружения дефектов на зашпатлеванной поверхности. Выявленные дефекты устраняют быстросохнущими шпатлевками. Высушенные зашпатлеванные участки обрабатывают шкуркой и удаляют продукты зачистки. После устранения дефектов наносят несколько тонких слоев эмали. Нанесение эмалей производят распылителем.

Для получения покрытий хорошего качества с красивым внешним видом в участке (отделении) должно быть чисто, просторно, много света; температура помещения должна поддерживаться в пределах 15–25 °С при влажности не выше 75–80%. Вытяжная вентиляция должна обеспечивать отсос паров растворителей, препятствовать оседанию красочной пыли, которая сильно загрязняет поверхность и ухудшает внешний вид покрытия.

Каждый последующий слой эмали наносят на хорошо просушенный предыдущий слой и после устранения дефектов.

Последний слой покрытия полируют полировочной пастой для придания более красивого внешнего вида.

Полирование. Для придания всей окрашенной поверхности равномерного зеркального блеска производят полирование. Для этого используют специальные полировочные пасты (№ 291 и др.). Полирование проводят небольшими участками. Эту операцию можно осуществлять вручную (фланелевым тампоном) или с помощью механических приспособлений.

Сушка. После нанесения каждого слоя лакокрасочных материалов проводится сушка. Она может быть естественной и искусственной. Процессы естественной сушки ускоряют интенсивная солнечная радиация и достаточная скорость ветра. Чаще всего естественная сушка применяется для бы-

стросохнувших лакокрасочных материалов. Основные способы искусственной сушки: конвекционная, терморadiационная, комбинированная.

Конвекционная сушка. Она выполняется в сушильных камерах потоком горячего воздуха. Тепло идет от верхнего слоя лакокрасочного покрытия к металлу изделия, образуя верхнюю корку, которая препятствует удалению летучих компонентов, и тем самым замедляется процесс сушки. Температура сушки в зависимости от вида лакокрасочного покрытия колеблется в пределах 70–140 °С. Продолжительность сушки 0,3–8 ч.

Терморadiационная сушка. Окрашенная деталь облучается инфракрасными лучами, а сушка начинается с поверхности металла, распространяясь к поверхности покрытия.

Комбинированная сушка (терморadiационно-конвекционная). Суть ее состоит в том, что кроме облучения изделий инфракрасными лучами производится дополнительный нагрев горячим воздухом.

Перспективными методами сушки лакокрасочных покрытий является ультрафиолетовое облучение и электронно-лучевая сушка.

Контроль качества окраски изделий. Контроль осуществляют внешним осмотром, измерениями толщины нанесенного слоя пленки и адгезионных свойств подготовленной поверхности.

Внешним осмотром выявляют наличие блеска покрытия, сорности, рисков, потеков и других дефектов окрашенной поверхности. На поверхности допускаются на 1 дм² площади не более 4 шт. соринки размерами не более 0,5х0,5 мм, незначительная шагрень, отдельные риски и штрихи. Лакокрасочное покрытие не должно иметь подтеков, волнистости и разнооттеночности.

Определение степени сушки лакокрасочных материалов по осаждению на поверхности пыли является наиболее распространенным на практике способом и заключается в испытании состояния высыхающей поверхности прикосновением пальца. Пробу пальцем проводят каждые 15 мин, затем каждые 30 мин, субъективно определяя степень высыхания пленки. Принимают, что пленка освободилась от пыли, если при легком проведении пальцем на ней не остается

следов. На высохшей от пыли пленке еще возможен сильный отлип.

Степень практического высыхания наиболее просто и надежно можно определить отпечатком пальца. Пленка считается практически высохшей, если при нажатии на нее пальцем (без особого усилия) она не дает отлипа и на ней не остается отпечатка.

Толщина лакокрасочной пленки без нарушения ее целостности определяется магнитным толщиномером ИТП-1, имеющим диапазон измерений 10–500 мкм. Действие прибора основано на измерении силы притяжения магнита к ферромагнитной подложке в зависимости от толщины немагнитной пленки.

Контроль адгезии (прилипаемости) покрытия к металлу выполняется методом решетчатого надреза. На внутренней поверхности изделия делают 5–7 параллельных надрезов до основного металла скальпелем по линейке на расстоянии 1–2 мм в зависимости от толщины покрытия и столько же надрезов перпендикулярно. В результате образуется решетка из квадратов. Затем поверхность очищают кистью и оценивают по четырехбалльной системе. Полное или частичное (более 35% площади) отслаивание покрытия соответствует четвертому баллу. Первый балл присваивают покрытию, когда отслаивание его кусочков не наблюдается.

§ 9. ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

9.1. Техника безопасности работы с синтетическими материалами

При работе с полимерными материалами необходимо соблюдать правила, изложенные в «Санитарных правилах по работе с эпоксидными смолами».

Токсичность полимерных материалов обусловлена как токсичностью самих материалов, так и токсичностью раство-

рителей и отвердителей. Летучие вещества эпихлоргидрин и толуол, выделяемые при нагревании эпоксидных смол, действуют на нервную систему и печень. Эпоксидные смолы вызывают заболевания кожи (дерматит, экземы) как при непосредственном контакте со смолой и отвердителем, так и при воздействии продуктов испарения.

Допустимые концентрации опасных газов и паров в воздухе рабочей зоны (в мг/м³):

- ацетон — 200;
- бензин-растворитель — 300;
- гексаметилендиамин — 1;
- дихлорэтан — 10;
- толуол — 50;
- керосин — 300;
- эпихлоргидрин — 1;
- этилендиамин — 2.

Отвердитель полиэтиленполиамин при попадании в глаза вызывает продолжительный конъюнктивит, попадание в органы дыхания вызывает нарушение дыхания, угнетение центральной нервной системы.

Цехи и участки, на которых выполняются работы с использованием полимерных композиций, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Все работы с приготовлением и использованием композиции на основе эпоксидных смол должны производиться в вытяжном шкафу.

При попадании на кожу эпоксидных композиций, брызг отвердителя, смолы надо немедленно удалить их тампоном, смоченным этилцеллозольвом и смыть горячей водой с мылом.

Запрещается принимать пищу и курить на рабочем месте. В течение рабочего дня следует периодически мыть руки и лицо теплой водой с мылом.

Механическая обработка отвержденной эпоксидной композиции выполняется на рабочем месте, оборудованном местным отсосом.

Для защиты кожи применяют силиконовый крем, который тонким слоем наносят на лицо и руки.

9.2. Общие сведения о синтетических материалах и принципах восстановления деталей синтетическими материалами

Применение полимерных материалов при ремонте автомобилей по сравнению с другими способами позволяет снизить:

- трудоемкость восстановления на 20–30%,
- себестоимость ремонта — на 15–20%,
- расход материалов — на 40–50%.

Это обусловлено следующими особенностями их использования:

- не требуется сложного оборудования и высокой квалификации рабочих;
- возможностью восстановления деталей без разборки агрегатов;
- отсутствие нагрева детали;
- не вызывает снижения усталостной прочности восстановленных деталей;
- во многих случаях позволяет не только заменить сварку или наплавку, но и восстанавливать детали, которые другими известными способами восстановить невозможно или опасно с точки зрения безопасности труда;
- позволяет миновать сложные технологические процессы нанесения материала и его обработку.

Полимеры — это высокомолекулярные органические соединения искусственного или естественного происхождения.

Пластмассы — композиционные материалы, изготовленные на основе полимеров, способные при заданных температуре и давлении принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации. Кроме полимера, являющегося связующим веществом, в состав пластмассы входят:

- наполнители,
- пластификаторы,
- отвердители,
- ускорители,
- красители
- другие добавки.

Содержание наполнителей (металлический порошок, цемент, графит, ткань и др.) может достигать 70%.

Полимеры делят на две группы:

— термопластичные (термопласты) — полиэтилен, полиамиды и другие материалы — при нагревании способны размягчаться и подвергаться многократной переработке;

— термореактивные (реактопласты) — эпоксидные композиции, текстолит и другие материалы — при нагревании вначале размягчаются, а затем в результате химических реакций затвердевают и необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние.

Пластмассы применяют для:

— восстановления размеров деталей,
— заделки трещин и пробоин,
— герметизации и стабилизации неподвижных соединений,

— изготовления некоторых деталей и пр.

Пластмассы наносят:

— намазыванием,
— газопламенным напылением,
— вихревым, вибрационным способами,
— литьем под давлением,
— прессованием и др.

Для обеспечения надежной адгезии полимера с деталью ее поверхность должна быть тщательно подготовлена, для чего производится очистка от грязи, механическая обработка или зачистка поверхности шлифовальной шкуркой, тщательное обезжиривание (в щелочных растворах, ацетоном, бензином и др.) с последующей сушкой. Для увеличения сцепляемости полимера с поверхностью детали у последней сверлят отверстия, нарезают канавки, резьбу, проводят струйную обработку и т.д.

9.3. Области применения синтетических материалов.

Характеристика основных синтетических материалов

В ремонтном производстве используют составы на основе эпоксидных смол (табл. 22), чаще всего смолу ЭД-16. Она отвердевает под действием отвердителей:

— полиэтиленполиамин (ПЭПА),
— ароматических аминов (АФ-2),
— низкомолекулярных полиаминов (Л-18, Л-19 и Л-20).

Таблица 22

Состав эпоксидных композиций (в частях по массе)

Компонент	А	Б	В	Г	Д	Е
Смола ЭД-16	100	100	100	100	—	100
Компаунд-115	—	—	—	—	120	—
Дибутилфталат	10-15	15	15	—	—	45
Полиэтиленполиамин	8-9	10	10	—	—	9
Олигоамид Л-19	—	—	—	30	—	—
Отвердитель АФ-2	—	—	—	—	30	—
Железный порошок	—	160	—	120	—	—
Цемент	—	—	—	60	—	—
Алюминиевая пудра	—	—	25	—	—	—
Графит	—	—	—	—	70	—

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Для повышения эластичности и ударной прочности в состав вводят пластификатор, в основном дибутилфталат. Введение в состав композиции наполнителей (железный и алюминиевый порошки, асбест и др.) позволяет улучшить физико-механические свойства и снизить стоимость.

Технология приготовления эпоксидной композиции включает следующие операции:

- эпоксидную смолу разогревают в термощкафу или емкости с горячей водой до жидкого состояния (60–80 °С);
- проводят отбор необходимого количества жидкой эпоксидной смолы;
- добавляют небольшими порциями пластификатор (дибутилфталат);
- перемешивают смеси в течение 5–8 мин;
- вводят в состав необходимые наполнители;
- перемешивают смеси в течение 8–10 мин.

Полученная композиция (состав) сохраняется длительное время. Непосредственно перед ее применением добавляют отвердитель и тщательно перемешивают в течение 5–7 мин. Время использования полученного состава находится в пределах 20–30 мин.

Для герметизации и восстановления посадок неподвижных соединений находят широкое распространение эластомеры и герметики (табл. 23), в том числе анаэробные. Элас-

Таблица 23

Характеристики эластомеров и герметиков

Марка	Максимальный зазор соединения, мм	Разрушающее напряжение при сдвиге, МПа	Время набора полной прочности (при 20°C), ч
«Анатерм-1» (АН-1)	0,07	5	24
«Анатерм-4» (АН-4)	0,15	8	24
«Анатерм-6» (АН-6)	0,7	8-15	8
«Анатерм-8» (АН-8)	0,6	6	8
«Анатерм-17» (АН-17)	0,1-0,45	0,5-3	8
«Уникерм-1» (УГ-1)	0,4	5-12,5	24
«Уникерм-3» (УГ-3)	0,4	4-12	24
«Уникерм-7» (УГ-7)	0,15	15	3-5
«Уникерм-8» (УГ-8)	0,45	15	1-6
«Уникерм-11» (УГ-11)	0,25	—	3-5
Эластомер ГЭН-150(В)	0,12-0,16	—	0,7 (при 115 °С)
Герметик 6Ф Герметик	0,2	—	3 (при 150-160 °С)
«Эластосил 137-83», компаунд ПТ-75Т	0,8	—	6
Замаска У-20А	0,25	0,015	—

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 24

Условия получения и характеристики клеевых соединений

Марка	Условие нанесения		Условие затвердевания			Характеристика соединения	
	Температура, °С	Время выдержки, мин	Давление, МПа	Температура, °С	Время, ч	Рабочая температура, °С	Прочность на сдвиг, МПа
БФ-2	15-25	30-60	1-2	140-150	1-2	60	30
	80-90	15					
БФ-4	15-25	30-60	1-2	140-150	1-2	60	30
	60	15					
ВС-ЮТ	15-25	60	0,05-0,20	180	1-2	300	18
ВС-350	20	60	0,1-0,2	180-200	2	350	18
БФ-6	80	20	0,02	180	2	—	—
№ 88	15-25	8-10	0,01-0,05	15-20	24	—	20

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

томеры представляют собой вальцованные листы типа твердой резины, толщиной 2–5 мм. Раствор эластомера приготавливают растворением в ацетоне. Одну весовую часть, например ГЭН-150 (В) или 6Ф, растворяют соответственно в 6,2 или 5 частях ацетона (ГОСТ 2768–79). Необходимое количество эластомера режут на кусочки 10х 10 мм и помещают в стеклянную емкость, заливают расчетным количеством ацетона и оставляют на 10–12 ч для разбухания и растворения. Емкость должна быть плотно закрыта резиновой или притертой стеклянной пробкой. Работу производят на столе, оборудованном вытяжным шкафом.

Анаэробные полимерные составы — это смеси жидкостей различной вязкости, способные длительное время оставаться в исходном состоянии без изменения свойств и быстро отвердевать с образованием прочного полимерного слоя в узких зазорах между поверхностями при температурах 15–35 °С при условии прекращения контакта с кислородом воздуха. Скорость отверждения и время достижения максимальной прочности соединений зависит от температуры окружающей среды. При температуре ниже 15 °С полимеризация замедляется. Благодаря высокой проникающей способности анаэробные полимерные материалы плотно заполняют трещины, микродефекты сварных швов, зазоры.

В табл. 24. приведены условия получения и характеристики некоторых клеевых соединений, применяемых при ремонте машин.

Примерные области применения полимерных материалов при ремонте машин приведены в табл. 25.

9.4. Использование синтетических материалов.

Технология процессов

Для заделки трещин чугунных корпусных деталей, работающих в нормальных условиях, рекомендуется следующий количественный состав композиции в весовых частях:

- оксидная смола ЭД-16 — 100;
- дибутилфталат — 15;
- железный порошок — 160;
- полиэтиленполиамин — 8.

Таблица 25

Области применения полимерных материалов

Материал	Область применения
Эпоксидный состав А	Устранение трещин длиной до 20 мм, склеивание металлических изделий, вклеивание подшипников и других деталей при зазоре до 0,2 мм
Эпоксидный состав А, стеклоткань или техническая бязь	Устранение трещин и обрывов трубопроводов
Эпоксидный состав Б	Ремонт чугунных и стальных деталей, устранение трещин длиной до 20 мм, восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием, восстановление резьбовых соединений и др.
Эпоксидный состав Б, стеклоткань	Устранение трещин длиной до 20–150 мм у чугунных и стальных деталей
Эпоксидный состав Б, стальная пластина	Устранение пробоин и трещин длиной более 150 мм у чугунных и стальных деталей
Эпоксидный состав В	Ремонт алюминиевых деталей: устранение трещин длиной до 20 мм, восстановление посадочных поверхностей, ремонт резьбовых соединений, уплотнение сварных швов
Эпоксидный состав В, стеклоткань	Устранение трещин длиной до 20–150 мм у алюминиевых деталей
Эпоксидный состав В, стальная пластина	Устранение пробоин и трещин длиной более 150 мм у алюминиевых деталей
Эпоксидный состав Г	Восстановление неподвижных соединений с последующей механической обработкой
Эпоксидный состав Д	Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой
Эпоксидный состав Е	Восстановление и стабилизация резьбовых соединений
Клей БФ-2 и БФ-4	Склеивание металлов, стекла, керамики, древесины и др.
Клей ВС-ЮТ и ВС-3 50	Склеивание металлов, текстолита, пенопласта и т. д.
Клей БФ-6 и № 88	Склеивание ткани, кожи, резины, войлока между собой и приклеивание их к металлу, дереву и другим материалам
ЭластомерГЭН-150 (В)	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм — без термообработки, до 0,16 мм — с термообработкой при 115 °С
Герметик 6Ф	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм — без термообработки, до 0,2 мм — с термообработкой при 160°С
Анаэробные герметики АН-4, УГ-7	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,15мм. Стопорение резьбовых соединений

Продолжение табл. 25

Материал	Область применения
Анаэробные герметики АН-17, УГ-1, УГ-3, УГ-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,4 мм. Стопорение резьбовых соединений
Материал	Область применения
Анаэробные герметики АН-6, АН-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,6 мм. Стопорение резьбовых соединений
Герметик «Эластосил 137-83»	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной и масляной средах при зазоре до 0,8 мм
Компаунд ЛТ-75Т	То же, включая топливную среду
Уплотнительная замазка У-20А	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в водной и воздушной средах
Герметик УН-25	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в среде воды, масла, бензина
Уплотняющая жидкая прокладка: ГИП-242 ГИП-244	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водной и воздушной средах. То же, включая маслобензиновую среду
Полиамид, полиэтилен, полипропилен	Восстановление и изготовление деталей литьем под давлением

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

При восстановлении деталей, работающих в условиях вибрации, в указанный состав вводят до 30% тонкоизмельченной слюды и резины.

Применение полимерных материалов дает хорошие результаты только при тщательном выполнении операций по подготовке поверхности в зоне дефекта. Следы краски и коррозии не допускаются. По концам трещины сверлят отверстия диаметром 2,5–3,0 мм. (рис. 56, а). Снимают фаску вдоль трещин под углом 60–70° на глубину 1–3 мм. Зачищают поверхность на расстоянии 40–50 мм от трещины шлифовальным кругом, дважды обезжиривают ацетоном с последующей просушкой в течение 8–10 мин. На подготовленную поверхность шпателем наносят эпоксидный состав Б (см. табл. 22) при ремонте чугунных и стальных деталей, состав В — алюминиевых деталей.

Если длина трещин меньше 20 мм (рис. 56, б), то проводят отверждение композиции при комнатной температуре

12 ч, а затем при нагревании в термошкафу по одному из режимов: при температуре 40 °С в течение 48 ч, при температуре 60 °С — 24 ч, при температуре 80 °С — 5 ч, при температуре 100 °С — 3 ч.

Трещины длиной 20–150 мм (рис. 56, *в*) заделывают постановкой накладок из стеклоткани. При этом первая накладка должна перекрывать трещину на 20–25 мм, а вторая на 30–40 мм. Каждую накладку прокатывают роликом.

Трещину длиной более 150 мм (рис. 56, *г*) заделывают наложением металлических накладок толщиной 1,5–2 мм с перекрытием трещины на 40–50 мм на эпоксидную композицию с последующим закреплением их винтами. В накладке сверлят отверстия диаметром 10 мм на расстоянии 50–

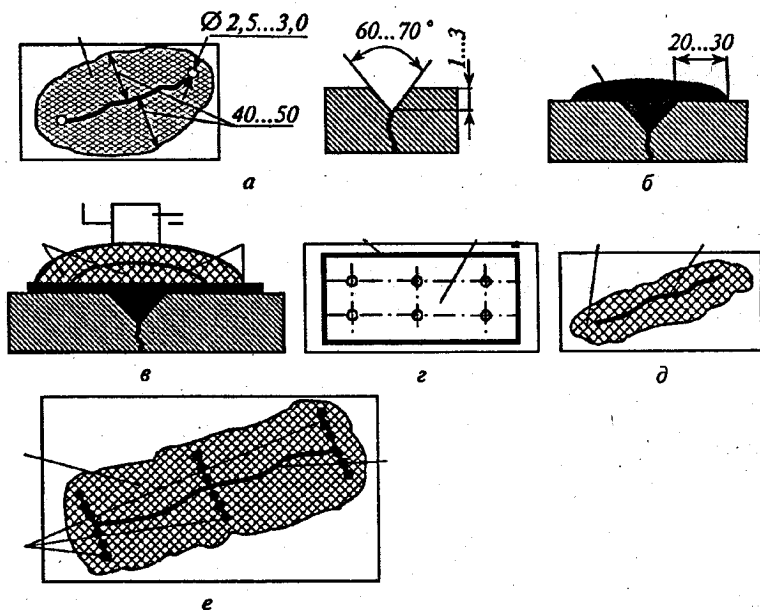


Рис. 56. Применение полимерных материалов при заделке трещин (*а–г, е*) и пробоин (*д*): 1 — зона подготовки поверхности; 2 — композиция; 3 — стеклоткань; 4 — ролик; 5 — стальная накладка; 6 — сварочный шов; 7 — фигурная вставка; 8 — трещина

70 мм друг от друга. По этим отверстиям накернивают и сверлят отверстия в детали, нарезают резьбу М8. Данным способом можно заделывать также пробойны. Данный способ может применяться в тех случаях, когда трещины расположены на плоских поверхностях деталей. Дефекты неплоских поверхностей деталей, при наличии пробойн и трещин, рекомендуется устранять сваркой или комбинированным способом (рис. 56, *д*). С этой целью, для придания герметичности, на сварочный шов наносят слой эпоксидной композиции.

Хорошие результаты при заделке трещин дает применение фигурных вставок (рис. 56, *е*) с последующей герметизацией зоны нанесением эпоксидной композиции. Применение фигурных стягивающих вставок позволяет вернуть первоначальное пространственное положение базовых элементов корпусных деталей, что положительно влияет на работоспособность отремонтированных узлов.

Приклеивание фрикционных накладок осуществляется клеем ВС-10Т.

Технология приклеивания:

- обезжиривают поверхности колодки ацетоном;
- проводят сушку в течение 10 мин;
- наносят клей ВС-10Т толщиной 0,1–0,2 мм;
- сушат не менее 5 мин на воздухе при комнатной температуре (после сушки резиновый брусок не должен прилипнуть);
- соединяют склеиваемые детали (рис. 57), обеспечивая давление 0,5–1,0 МПа;
- устанавливают приспособления в сушильный шкаф для полимеризации и выдержки при температуре 180–190 °С в течение 40 мин.;
- отключают шкаф, охлаждают его вместе с приспособлением до 70–100 °С;
- охлаждают приспособление на воздухе до 35–40 °С;
- разбирают приспособление;
- зачищают подтекания и наплывы клея;
- проводят контроль качества склеивания внешним осмотром и простукиванием.

Для восстановления неподвижных подшипниковых соединений применяют эпоксидные композиции, эластомеры и анаэробные герметики. Поверхности зачищают до блеска,

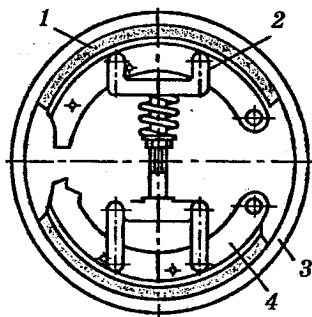


Рис. 57. Приспособление для прессования тормозной накладки:

- 1 — тормозная накладка;
- 2 — винтовой нагрузжатель;
- 3 — технологический барабан;
- 4 — тормозная колодка

дважды обезжиривают ацетоном с последующей сушкой в течение 10 мин.

При малом износе (зазор до 0,2 мм) на поверхность детали наносят эпоксидный состав А (см. табл. 22), выдерживают 10 мин, соединяют детали, удаляют излишки эпоксидного состава и отверждают.

При большом износе на подготовленные посадочные поверхности шпателем наносят эпоксидный состав (Б или Г — для стальных и чугунных, В — для алюминиевых деталей). Затем деталь с составом выдерживается на воздухе при комнатной температуре в течение 2 ч для состава Б и 1 ч — для состава Г. Деталь устанавливают на кондуктор (плиту с направляющими втулками и фиксирующими штифтами), закрепленный на столе сверлильного станка (пресс или другое оборудование), и формируют слой эпоксидного состава под номинальный размер с помощью калибрующей стальной оправки, закрепленной в шпинделе станка (без вращения оправки). Это обеспечивает соблюдение параллельности осей восстанавливаемых отверстий и их межцентровых расстояний. Оправку предварительно смазывают маслом АКЗП-6 или техническим солидолом. После калибрования проводят отверждение состава. Вместо формирования после полного отверждения эпоксидного состава отверстия можно расточить.

При ремонте неподвижных подшипниковых соединений (корпус-подшипник, вал-подшипник и др.) часто применяют эластомер ГЭН-150 (В) и герметик 6Ф. Поверхность, на которую наносят покрытие, зачищают абразивной шкуркой на

тканевой основе до металлического блеска. Эту операцию производят с помощью ручной пневматической шлифовальной машины. После этого дважды обезжиривают зачищенную поверхность ацетоном и просушивают в течение 10 мин. Кистью (окунанием или центробежными способами) наносят равномерно тонкий слой эластомера и выдерживают на воздухе 20 мин. Толщина одного слоя покрытия находится в пределах 0,01–0,015 мм. При необходимости наносят последующие слои до получения заданной толщины (см. табл. 25). При необходимости проводят термообработку покрытия (см. табл. 23 и 25) в сушильном шкафу или камере при температуре 115–160 °С в течение 30 мин. Неподвижные соединения с покрытием из эластомера или герметика собирают запрессовкой с натягом 0,01–0,03 мм.

Эффективный и несложный способ восстановления посадочных отверстий под подшипники в корпусных деталях — это калибрование поверхности эпоксидных композиций. Его сущность состоит в том, что на изношенную поверхность детали наносят слой эпоксидной композиции, который после предварительного частичного отверждения калибруют, исключая таким образом расточку восстановленных отверстий.

Технологический процесс (рис. 58) включает операции:

- очистку поверхности посадочного отверстия,
- обезжиривание,
- приготовление эпоксидной композиции,
- нанесение слоя композиции толщиной 1–1,5 мм на подготовленную поверхность,
- частичное отверждение,
- калибрование,
- окончательное отверждение композиции,
- снятие наплывов,
- контроль качества покрытий.

Таким способом восстанавливают посадочные отверстия подшипников в корпусах водяного насоса, коробок передач, раздаточных коробок, в крышках распределительных шестерен двигателей и т.д.

Для калибрования используют механические или гидравлические прессы, вертикально-расточные или сверлильные станки.

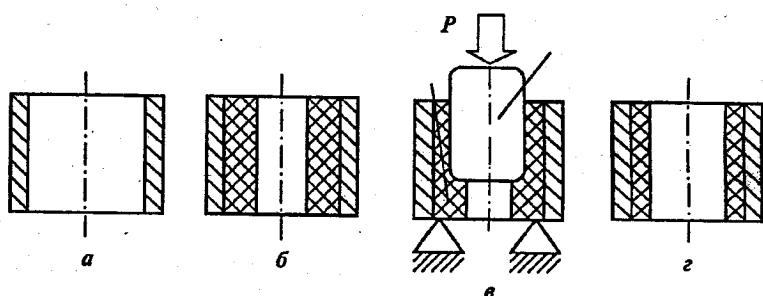


Рис. 58. Схема последовательности этапов технологического процесса восстановления деталей размерным калиброванием: а — изношенное отверстие, очищенное и обезжиренное; б — нанесенный слой эпоксидной композиции, частично отвержденной; в — калибрование; г — отвержденный слой эпоксидной композиции; 1 — эпоксидная композиция; 2 — калибр

На рис. 59 представлена схема восстановления неподвижных сопряжений при ослаблении посадки. При износе посадочного отверстия 2 корпусной детали 3 эластомер наносят на поверхность наружного кольца подшипника 7. Аналогично этому при износе посадочного отверстия 4 корпусной базовой детали покрытие наносят на поясok стакана подшипника 7. При ослаблении посадки в сопряжении подшипника 5 и гнезда эластомер наносят на поверхность отверстия стакана подшипника.

Часто посадочные поверхности в корпусах (иногда и на валах) восстанавливают вклеиванием втулок, заранее изготовленных с необходимой точностью с помощью эпоксидного состава А. В этом случае исключается последующая механическая обработка втулки. Иногда в подготовленное отверстие с нанесенным эпоксидным клеем вставляют обезжиренную тонкую пластину — свертную втулку и раскатывают отверстие роликовым раскатником.

При фиксации колец подшипников в корпусе и на валу с помощью анаэробных герметиков поверхности обеих деталей очищают и тщательно обезжиривают. На поверхности деталей наносят из капельницы флакона герметик, разрав-

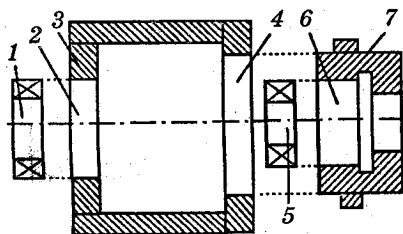


Рис. 59. Схема восстановления неподвижных сопряжений: 1, 5 — подшипники качения; 2, 4, 6 — посадочные отверстия; 3 — корпусная деталь; 7 — стакан подшипника

нивают капли кистью. При сборке детали центрируют с помощью оправок и приспособлений. Собранное соединение выдерживают в неподвижном состоянии при комнатной температуре 30–40 мин, после чего анаэробный материал набирает технологическую прочность и с ремонтируемого узла можно снимать центрирующее приспособление. По истечении 5–24 ч (см. табл. 22) герметик набирает рабочую прочность. Марку герметика выбирают по таблице в зависимости от зазора в соединении. С увеличением толщины слоя герметика его долговечность снижается. Для повышения прочности и расширения технологических возможностей в герметики добавляют наполнители (табл. 26).

Составы на основе анаэробных материалов готовят непосредственно перед их употреблением путем тщательного перемешивания наполнителей с герметиком. Состав следует использовать в течение 1 ч.

Сильно изношенные *резьбовые отверстия* в корпусных деталях часто восстанавливают установкой ввертышей. В этом случае ввертыши удобно закреплять нанесением на поверхности их и отверстия эпоксидного состава А. При небольших износах соединение восстанавливают путем нанесения эпоксидного состава на подготовленные отверстие и шпильку (болт). При износе до 0,3 мм наносят состав Е или анаэробный герметик, а более 0,3 мм — состав Б, при восстановлении соединения с алюминиевой деталью — состав В. Для стопорения резьбовых соединений применяют анаэробный герметик или состав Е. Во всех случаях необходимо соблюдать условия подготовки поверхностей и режимы отверждения полимера.

Таблица 26

**Допустимые зазоры применения составов
на основе анаэробных герметиков**

Состав композиции, % от общей массы	Допустимый зазор, мм
Порошок железный ПЖ очень мелкий (ВМ) или мелкий (М) — 15, анаэробный герметик — остальное	0,15–0,3
Пудра бронзовая или порошок медный — 15, порошок полиэтилена мелкодисперсный — 30, герметик — остальное	0,15–0,5
Тальк — 25, порошок железный ПЖ (М) — 5, герметик — остальное	0,5–1,0
Графит — 25, пудра бронзовая или порошок железный ПЖ (М), или порошок медный — 0,1, герметик — остальное	0,5–1,0
Пудра алюминиевая — 25, пудра бронзовая или порошок железный ПЖ (М) — 0,1, герметик — остальное	0,5–1,0
Порошок медный — 15, герметик — остальное	0,15–0,5

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

При ремонте из-за деформации сопрягаемых деталей разъемного неподвижного соединения, повреждений прокладок не всегда удается добиться надежной герметичности. Для обеспечения герметичности находят эффективное применение полимерные герметизирующие материалы. Они могут быть неотверждающимися (жидкие уплотняющие материалы типа ГИПК и уплотнительные замазки, например У-20А). Их применяют обычно в сочетании с твердыми традиционными прокладками и отверждающимися (герметик типа «Эластосил» и др.) взамен твердых прокладок. «Эластосил 137-83» и компаунд КЛТ-75 можно использовать при неплоскости соединяемых поверхностей до 0,8 мм.

Технологический процесс включает очистку поверхностей сопрягаемых деталей от старых прокладок, зачистку, обезжиривание поверхностей ацетоном, нанесение герметика и сборку соединения. Герметик «Эластосил 137-83» и компаунд КЛТ-75 наносят на одну из подготовленных деталей ров-

ным слоем толщиной 1–3 мм (взамен твердых прокладок). Сборку соединений после нанесения герметика производят в течение 20 мин, отверждение — при комнатной температуре в течение 6 ч.

Таблица 27

**Оборудование для ремонта деталей
полимерными материалами**

Оборудование	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Стол рабочий с вытяжным шкафом ОП-2078	0,6	2500x800x2660	285
Шкаф сушильный:			
вакуумный ВШ-0,035А	2	735x585x700	100
электрический СНРЛ-3,5,3,5,3,5/3	2	610x645x760	2800
Пресс гидравлический Д 2424Б	2,2	1920x1460x3050	
Установка газопламенного напыления УПН-6-63	—	335x110x200 (горелка), ЩР45x390 (бачек)	9,2
Комплект оборудования для приклеивания накладок муфт сцепления ОП-10585:			
установка для зачистки дисков	0,75	1280x950x1240	250
Устройство:			
для промывки дисков	0,75	1200x110x1160	220
зачистки накладок	0,37	920x300x1430	70
установки дисков	—	850x735x1380	130
Приспособление для сжатия дисков	—	ЩЯ00x570	41
Устройство для полимеризации клеевых соединений ОП-16614	15	950x1000x2000	700
Установка:			
для нанесения композиционных материалов ИМС-223М	0,6	820x455x1150	75
сушильная передвижная оптического излучения УСПО-1	19	1080x1430 (излучающая панель)	240

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Герметики ГИПК-242 и ГИПК-244 разогревают до 80 °С, наносят на одну из деталей, устанавливают твердую прокладку, на нее вновь наносят слой герметика и собирают соединение. Эти герметики можно использовать и без твердых прокладок при зазоре до 0,15 мм.

Появляющиеся при сборке подтеки в соединении должны быть удалены тампоном, смоченным ацетоном.

При трещинах, пробоинах, обрывах трубопроводов, зачищают и обезжиривают поврежденный участок, наносят на него эпоксидный состав А (см. табл. 22). Затем покрывают составом одну из сторон стеклоткани и наматывают ее в два-три слоя на поврежденный участок. На стеклоткань вновь наносят эпоксидный состав А и отверждают.

В табл. 27 приведена спецификация основного оборудования.

9.5. Технология нанесения полимеров

Газопламенное напыление. Сущность процесса — струя воздуха со взвешенными в ней частицами порошкового полимера проходит через факел ацетиленовоздушного пламени (температура 650–700 °С и выше; скорость прохождения полимерного материала 20–30 м/с), частицы размягчаются до пластического состояния и при ударе о подготовленную поверхность детали сцепляются с ней, образуя сплошное полимерное покрытие.

Покрытие наносят с помощью установки для газопламенного напыления (УПН-6-63 или УГПЛ-П), которая имеет распылительную газовую горелку и питательный бачок, соединенные между собой шлангом. В технологический процесс напыления входят операции:

— очистка от краски, грязи и масла кабины, кузова, деталей оперения, имеющих неровности и вмятины глубиной не более 5 мм. Поврежденные поверхности с вмятинами и неровностями выправляют, а трещины и пробоины заваривают. Поверхность сварных швов зачищают шлифовальной машиной для удаления острых углов и кромок с радиусом закругления менее 2 мм;

— сушка порошка (ПФН-12 или ТПФ-37), просеянного через сито с сеткой 0,16–0,25 мм, при температуре 60 °С в течение 5–6 ч. Влажность порошка должна быть не более 2%;

— подготовка установки. В установку засыпают предварительно подготовленный порошок;

— присоединяют к горелке круглое или плоское сопло;

— присоединяют шланг одним концом к штуцеру питательного бачка, другим — к порошковому штуцеру горелки;

— подводят ацетилен и сжатый воздух к соответствующим штуцерам горелки (рис. 60). Применяемый сжатый воздух должен быть очищен от избытка влаги и масляных загрязнений. Использование круглого или плоского сопла зависит от ширины поверхности, на которую наносят покрытие: при цилиндрическом сопле струя за один проход захватывает 15–20 мм, при плоском — 65–70 мм;

— нанесение покрытия. Зачищенную поверхность нагревают до 220–230 °С (температуру нагрева контролируют по изменению цвета термокарандаша; перегрев поверхности (до синей побегалости) не допускается). Режим нанесения покрытия: скорость перемещения горелки — 1,2–1,6 м/мин; давление сжатого воздуха — 0,3–0,6 МПа;

— расстояние между мундштуком и нагревательной поверхностью — 100–120 мм; число проходов горелки — 2–3;

— прикатывание нанесенного слоя роликом, смоченным холодной водой (процедуру проводят через 5–8 с после нанесения покрытия). Перед прикаткой ролик должен находиться в холодной воде, а при прикатке — периодически охлаждаться холодной водой;

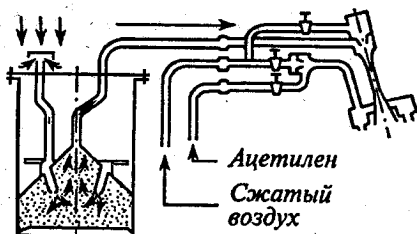


Рис. 60. Схема работы установки газопламенного напыления полимерных материалов

— второй слой наносят после прогрева покрытия пламенем горелки в течение 5–8 с. Через 8–10 с опять прикатывают покрытие роликом. Операцию повторяют до полного выравнивания вмятины или неровности. Покрытие должно быть плотным, без пузырей и неровностей.

После нанесения покрытия через 15–20 мин его зачищают шлифовальной машиной до получения плавного перехода от поверхности металла к поверхности покрытия. Отслаивания нанесенного покрытия от металлической поверхности не должно быть. Полимерные покрытия на значительные по площади поверхности наносят по частям.

Вибровихревые способы нанесения полимерных покрытий. Применяют для нанесения тонкослойных полимерных покрытий. Эти покрытия обладают высокими прочностными и антифрикционными качествами, имеют противокоррозионную и химическую стойкость, износостойкость и т. д.

В ремонтном производстве тонкослойные покрытия из полимерных материалов используют:

- для ремонта изношенных деталей;
- для химической или противокоррозионной защиты;
- для улучшения антифрикционных свойств трущихся поверхностей;
- для создания электроизоляции,
- для теплоизоляции,
- для декоративных целей.

В установках такого типа взвихрение порошка при подаче воздуха или газа через пористое дно совмещено с вибрацией дна или всего аппарата. Регулированием подачи воздуха, частоты и амплитуды колебаний создается возможность получения слоя с равномерной концентрацией воздушно-порошковой смеси по высоте аппарата.

Нанесение тонкослойных полимерных покрытий вибровихревым способом осуществляют в такой последовательности:

- подготовка порошкового материала и поверхности детали (обезжиривание, зачистка, изоляция участков детали, не подлежащих покрытию);
- предварительный нагрев детали;
- нанесение покрытия;

- термообработка;
- контроль качества нанесенного покрытия.

Нагретую до температуры на 30–50 °С выше температуры плавления полимера деталь помещают в псевдооживенный слой порошка и выдерживают в нем определенное время. Частицы порошка, интенсивно перемешиваясь под действием проходящего воздуха (инертного газа), оседают на поверхности нагретой детали и, сплавляясь, превращаются в равномерное покрытие без пор.

Достоинства вибровихревого метода нанесения полимерных покрытий:

- равномерное псевдооживение порошка по всему объему;
- легкость перевода в псевдооживенное состояние комкующихся и плохосыпучих порошков полимерных материалов;
- равномерность толщины покрытия по высоте детали;
- возможность получения покрытий большей толщины, чем при вихревом или вибрационном напылении;
- хорошее оживение смеси порошкообразных полимеров с наполнителями;
- отсутствие расслоения компонентов в процессе сжижения;
- увеличение отношения объема взвиренного порошка к насыпному (до значений 1,6–2,0).

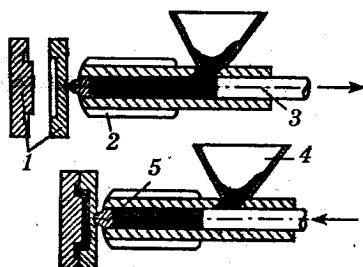


Рис. 61. Схема технологического процесса литья под давлением:
 1 — половины пресс-формы; 2 — обогрев; 3 — плунжер;
 4 — бункер; 5 — сопло

9.6. Нанесение покрытий и изготовление деталей литьем под давлением

Технологический процесс переработки термопластичных полимерных материалов литьем под давлением включает следующие операции (рис. 61): предварительное размягчение полимерного материала в инжекционном цилиндре литьевой машины до состояния текучести; подача плунжером или червяком (шнеком) полимерного материала в гнезда литьевой пресс-формы; остывание полимерного материала в гнездах под определенным давлением; раскрытие пресс-формы и выталкивание изделия из формующей полости; возврат плунжера или червяка (шнека) в исходное положение инжекционным механизмом.

Процесс формирования материала в деталь протекает за 20–30 с. В течение каждого хода плунжера полимерный материал проходит ряд зон нагревания с постепенно повышающейся температурой и через мундштук инжекционного цилиндра впрыскивается в пресс-форму. Отверстие в мундштуке имеет диаметр 1–5 мм.

Трудоемкость изготовления деталей машин из термопластичных полимерных материалов в среднем в 3–9 раз ниже, чем металлических (вследствие резкого сокращения числа операций, например механической обработки деталей после изготовления, продолжительности машинного и подготовительно-заключительного времени, контрольных, транспортных и других операций, длительности производственного цикла).

Способом литья под давлением могут быть восстановлены детали типа «вал» и «отверстие»; изготовлены различные втулки, колпаки, крышки, пробки, заглушки, ручки, шайбы и другие детали.

Восстановление изношенных деталей нанесением полиамидных покрытий литьем под давлением (например, валов привода вентилятора, валиков водяного насоса, вилок выключения муфт сцепления и др.). Литьем под давлением восстанавливают детали, износ поверхности которых более 0,5 мм, при следующих условиях работы:

- без смазки — удельное давление до 5 МПа;
- скорость скольжения — до 1,0 м/с;
- рабочая температура — до 80 °С;

- со смазкой — удельное давление до 10 МПа; скорость скольжения — до 1,5 м/с; рабочая температура — до 100 °С.

Последовательность операций технологического процесса:

— удаление следов износа с поверхности деталей (точение или шлифование);

— обезжиривание поверхности деталей (капля воды должна растекаться и смачивать поверхность. Попадание масла и грязи на обезжиренную поверхность не допускается);

— фосфатирование деталей в 50%-ном растворе суперфосфата. Время обработки 5–10 мин. Цвет поверхностей фосфатированных деталей должен быть от светло-серого до темного. На воздухе при влажности 50–70% фосфатированные детали могут храниться не более 48 ч;

— длительное их хранение предусмотрено только в герметичной таре;

— промывка деталей последовательно в холодной проточной воде, 5%-ном растворе кальцинированной соды и горячей воде;

— сушка деталей в термошкафу при температуре 100–120 °С или лампами инфракрасного излучения;

— приготовление полиамидного полимерного материала или отходов полиамидных деталей к литью. Сушка при температуре 85–95 °С в течение 36–48 ч в сушильном шкафу до влажности не более 0,25% (высушенный материал хранят в герметически закрытой таре);

— нагрев детали до температуры 240 °С (их температура в момент впрыска расплава полимера должна быть не менее 170 °С);

— нагрев пресс-формы до температуры 80–110 °С. Рабочие полости пресс-форм периодически смазывают парафином. Нагревают пресс-форму только в начале работы при нанесении покрытий на первые 3–5 деталей;

— подготовка литьевой машины: включение обогрева за 45–60 мин до литья; загрузка высушенного полимерного материала. Температура расплава полиамидного материала 230–250 °С;

— установка в пресс-форму детали, сборка пресс-формы, установка на стол литьевой машины и поджим к соплу;

— впрыскивание расплава полимера. Время выдержки расплава под давлением должно быть 20–35 с, удельное давление на расплав полимера — 30–35 МПа;

— снятие давления, разборка пресс-формы, извлечение детали с нанесенным полимерным покрытием и удаление облоя и литниковой прибыли;

— термообработка детали — выдержка в масле Дп-11 при температуре 120–130 °С в течение 1,5–2 ч с последующим охлаждением в этой среде до 100 °С и далее — на открытом воздухе;

— контроль качества поверхности и размеров — проводят через 24 ч после нанесения покрытия. Волнистость, раковины, трещины, поры, пузыри и утяжка на поверхности детали не допускаются, покрытие не должно отставать от металлической поверхности.

9.7. Изготовление деталей прессованием.

Нанесение покрытий

Технологический процесс переработки терморезистивных материалов прессованием (рис. 62) включает операции:

— загрузку пресс-материала в виде порошка или таблеток в пресс-форму;

— воздействие тепла и давления (материал размягчается, растекается по внутренней полости пресс-формы и принимает ее конфигурацию);

— снятие температуры и отвердевание материала;

— снятие давления пресса,

— разборку пресс-формы,

— изъятие готовой детали.

Этот метод относительно прост. Он обеспечивает хорошее качество восстановленных или изготовленных деталей в условиях ремонтного производства.

Режим прессования включает три основных параметра:

— температуру,

— удельное давление,

— выдержку в прессе.

Восстановление изношенной детали опрессовкой. Деталь устанавливают в пресс-форму до загрузки ее пресс-материалом или после, в зависимости от конфигурации детали. Прессованием можно достичь толщину покрытия детали до 5 мм.

Технологический процесс восстановления включает следующие операции:

- зачистку поверхности (стальным ершом, шабером, напильником или шлифовальной шкуркой);
- закругление и притупление острых граней (следы коррозии на поверхности детали не допускаются);
- обезжиривание поверхности детали;
- взвешивание прессовочного материала;
- предварительный подогрев прессовочного материала в сушильном шкафу при температуре 80–90 °С в течение 5–7 мин (при нагревании материал периодически перемешивают;
- перегрев материала не допускается;
- подогревают одновременно несколько дозировок материала);
- подготовка пресс-формы к прессованию (очистку ее от остатков материала продувкой сжатым воздухом под давлением 0,2–0,5 МПа и смазку (периодическую) рабочих поверхностей парафином или воском);
- подогрев пресс-формы на прессе до температуры 160–170 °С;
- подогрев детали до 120–130 °С;
- установка детали в пресс-форму;
- загрузка прессовочного материала;
- снятие давления, поднятие пуансона и извлечение детали;
- зачистка облоя;
- контроль качества прессования.

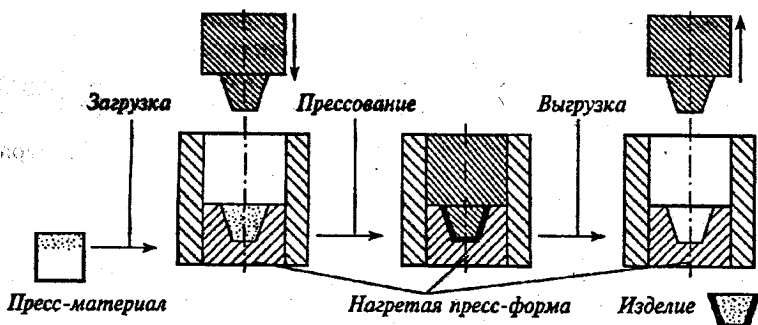


Рис. 62. Схема технологического процесса переработки термореактивных материалов методом прессования

ГЛАВА II

РЕМОНТ УЗЛОВ И ПРИБОРОВ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА УЗЛОВ И ПРИБОРОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ И ДОРОЖНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Технологическое проектирование является основным звеном технологической подготовки производства (ЕСТПП), согласно которой предусмотрено три вида технологических процессов: единичный; типовой; групповой.

Единичный технологический процесс разрабатывается для ремонта изделий одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс разрабатывается для ремонта группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками, и характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций. Типизация направлена на устранение многообразия технологических процессов и базируется на классификации, т. е. разделении объектов ремонта по конструктивно-технологическим признакам на группы, для которых возможна разработка общих технологических процессов или операций.

Групповой технологический процесс разрабатывается для ремонта группы изделий, обладающих различной конфигурацией, но общими технологическими признаками, в конкретных условиях производства на специализированных рабочих местах с целью применения методов и средств крупносерийного и массового производства в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. При пост-

роении групповых процессов за базовую берут деталь, называемую комплексной, под которой понимается реальная или условная (искусственно созданная) деталь, содержащая в своей конструкции все основные элементы, характерные для деталей данной группы, и являющаяся ее конструктивно-технологическим представителем.

Типовое и групповое проектирование основано на принципах технологической унификации. Все детали по общности технологических задач, вытекающих из их конструктивных признаков, разбиты на классы, подклассы, группы и подгруппы.

На основании классификации деталей для каждого класса выполняется проектирование типового технологического процесса, имеющего принципиально общий маршрут и содержание операций, типовые схемы базирования и конструкцию оснастки. На базе этого составляют технологические процессы на конкретные детали данного класса, пользуясь типовым технологическим процессом. Технологическая унификация осуществляется по общности элементов обрабатываемых деталей, их конфигурации и размеров, по требуемой точности и качеству их поверхностей. Принцип унификации распространяется также на общность применяемого оборудования, методов восстановления и установки деталей и типов приспособлений при выполнении основных операций.

При использовании типовых и групповых технологических процессов их доработка в конкретных условиях отличается сравнительной простотой. Выполняется корректировка переменных размеров детали, меняющихся внутри одного типа, уточняются типоразмеры оборудования, инструмент, шифры приспособлений, определяются режимы резания и нормы времени. Из группового технологического процесса исключаются избыточные операции и переходы, необходимые для обработки комплексной детали, но не нужные для данной детали группы.

Проектирование типовых и групповых технологических процессов способствует сокращению сроков и стоимости технологической подготовки производства. Типовые и групповые методы заложены в основу ЕСТПП и способствуют созданию системы автоматизированного проектирования (САПР) технологических процессов.

Методика проектирования единичных технологических процессов разработана для условий неавтоматизированного проектирования и включает ряд задач, для решения которых технолог использует свою интуицию и накопленный опыт. Задачи проектирования решаются на основе расчетов, выполняемых неавтоматизированно или с использованием ЭВМ.

Выбор метода проектирования технологических процессов определяется конкретными условиями производства. Характер ремонтного производства определяет не только метод проектирования типовой, групповой или единичной технологии, но и глубину технологических разработок, а также способ их выполнения — неавтоматизированно или автоматизированно.

Так, в условиях единичного и мелкосерийного производства при неавтоматизированном проектировании подробные разработки единичных технологических процессов выполняются на крупные детали. Для средних и мелких деталей такие разработки экономически нецелесообразны и трудно-выполнимы из-за большого разнообразия деталей и ограниченного числа технологов. Технология выполнения операций и переходов определяется квалификацией рабочих и опытом, накопленным каждым предприятием.

В серийном производстве основными методами проектирования технологических процессов являются типовой и групповой. На детали оригинальных конструкций проектируется единичная технология, преимущественно операционная.

Автоматизация проектирования позволяет:

- улучшить технологическую подготовку производства;
- совершенствовать сами методы технологического проектирования;
- осуществлять многовариантный поиск оптимальных условий выполнения технологических операций и переходов.

Целью технологического проектирования является обеспечение качественных показателей изделия в целом. Таким образом, одной из первых задач системы проектирования технологических процессов является перевод предписанных техническими условиями качественных показателей изделия в количественные нормы его точности.

Различные методы проектирования технологических процессов (типовые, групповые и единичные) и способы их вы-

полнения (неавтоматизированные или автоматизированные) имеют единую основу — разрабатываемый технологический процесс ремонта изделий является функцией технических характеристик изделий, количественно выражаемых через технические показатели его точности, и производственных условий, в которых этот процесс должен осуществляться.

Не способ проектирования, а технические характеристики изделия — его дефекты, размеры, конфигурация и показатели точности, а также конкретные условия ремонтного производства прежде всего определяют решение основных задач проектирования технологического процесса. Метод и способ проектирования определяют лишь глубину технологических проработок.

Способы проектирования технологического процесса — неавтоматизированный и автоматизированный — имеют определенные специфические подходы к решению этой задачи. Так, при неавтоматизированном проектировании многие его этапы, связанные с анализом технических условий и показателей точности изделия, выбором способа восстановления поверхностей и базирования, формированием отдельных операций, их последовательности решаются на основании интуиции и опыта технолога. При их решении используют нормативные и справочные рекомендации, типовые решения, а также выполняют некоторые расчеты. Проектирование осуществляют от решения общих задач к частным, при этом некоторые задачи в зависимости от метода проектирования, определяющего глубину проработки, не рассматривают.

При автоматизированном проектировании проще решаются задачи, существо которых может быть формализовано. Эти задачи в большинстве своем отражают частные вопросы проектирования технологических процессов. Поэтому в САПР проектирование ведут от решения частных вопросов к общим.

В ремонтном производстве распространены следующие формы организации технологических процессов восстановления деталей:

— подефектная технология — технологический процесс разрабатывается на каждый дефект;

— маршрутная технология — технологический процесс разрабатывается на комплекс дефектов определенного сочетания, возникающих на деталях данного наименования;

— групповая технология — технологический процесс разрабатывается на группу однотипных деталей определенного класса, в соответствии с типизацией технологических процессов.

При подефектной технологии комплектование деталей происходит только по наименованию, без учета их одноименности и имеющихся дефектов.

Запуск в производство больших партий деталей и применение специализированного оборудования, приспособлений и инструмента становится нерациональным. Прохождение деталей по цехам и участкам усложняется, а продолжительность цикла восстановления значительно увеличивается во времени. Эти недостатки стали тормозом на пути дальнейшего развития подефектной технологии.

При маршрутной технологии, предложенной проф. К.Т. Кошкиным, разрабатывается технологический процесс на устранение определенного сочетания дефектов. Маршрутная технология имеет наиболее выгодную последовательность выполнения технологических операций при кратчайшем маршруте прохождения деталей по цехам и участкам.

Возрастают значение и роль способа восстановления деталей, так как содержание маршрута определяется именно способом восстановления деталей. Так как детали имеют разнообразные дефекты, устраняемые различными способами, то сочетание дефектов не может быть охвачено одним маршрутом, с одним технологическим процессом. Очевидно, для каждого сочетания дефектов — каждого маршрута — необходим свой технологический процесс.

Номер маршрута устанавливается на участке дефектации. Количество маршрутов должно быть минимальным. Большое количество маршрутов затрудняет планирование и учет производства, усложняет технологическую документацию, требует увеличения складских помещений. Поэтому применение маршрутной технологии целесообразно при централизованном восстановлении деталей и в крупных специализированных предприятиях.

При групповой технологии технологический процесс разрабатывается для групп деталей, устранение дефектов которых производится одними и теми же способами с последую-

щей механической обработкой, проводимой на одготипном оборудовании.

В качестве представителя (эталопа) деталей данной группы выбирается наиболее характерная деталь, характеристики и дефекты которой наиболее полно отражают эту совокупность деталей. Групповая технология основывается на классификации деталей, которая должна учитывать:

- геометрическую форму;
- материал и термическую обработку;
- износы и другие дефекты;
- условия работы.

Групповая технология в ремонтном производстве отличается от групповой технологии в машиностроении, разработанной проф. С. П. Митрофановым, своими особенностями, связанными со способами восстановления деталей. При групповой технологии возможно широкое использование групповых приспособлений и настройка оборудования для восстановления групп деталей, а также станков для последующей механической обработки.

Все это сокращает номенклатуру и количество необходимой оснастки и снижает трудовые затраты за счет сокращения вспомогательного и подготовительно-заключительного времени по каждой партии различных групп деталей.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Исходные данные технологического процесса

Для проектирования технологических процессов необходима базовая, руководящая и справочная информация.

Базовая информация — это данные, которые отражены в конструкторской документации на изделие, и программа восстановления этого изделия.

Руководящая информация — это сведения, которые содержатся:

— в стандартах на технологические процессы и методы управления ими, на оборудование и оснастку;

— в документации на перспективные технологические процессы;

— в производственных инструкциях.

Справочная информация содержится:

— в действующих технологических процессах;

— описаниях прогрессивных методов и способах восстановления деталей;

— каталогах и справочниках прогрессивного технологического оборудования и оснастки;

— материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов и др.).

Процесс проектирования осуществляется путем последовательного решения этапов. Основные этапы разработки типовых и групповых технологических процессов и задачи, решаемые на каждом этапе, должны соответствовать указанным в табл. 28.

2.2. Восстановление деталей.

Структура технологического процесса

Технологический процесс восстановления деталей — это процесс, содержащий целенаправленные действия по изменению определенного состояния детали с целью восстановления его эксплуатационных свойств.

Технологический процесс восстановления деталей состоит из определенного числа операций. Структура технологической операции приведена на рис. 63.

Разбиение технологического процесса восстановления деталей на операции определяется типом производства, основной характеристикой которой является коэффициент закрепления операций ($K_{3.0}$). Он характеризует число технологических операций, приходящихся на одно рабочее место за месяц. Если $20 < K_{3.0} \leq 40$, то это мелкосерийное производство. Если $10 < K_{3.0} \leq 20$, то это среднесерийное производство. Если $1 < K_{3.0} \leq 10$, то это крупносерийное производство. Степень дифференциации технологического процесса восстановления деталей на операции увеличивается с уменьшением значения $K_{3.0}$.

Таблица 28

Этапы разработки типовых и групповых технологических процессов

Этапы разработки технологических процессов		Задачи, решаемые на этапе технологических процессов	
типовых	групповых	типовых	групповых
Классификация деталей	Группирование деталей	Создание групп деталей, обладающих общностью конструкторско-технологических характеристик. Выбор типовых представителей групп деталей	Создание групп деталей, обладающих общностью технологических характеристик. Выбор комплексной детали для каждой группы
Количественная оценка групп деталей		Определение типа производства (единичное, серийное, массовое).	
Анализ конструкций деталей по чертежам и техническим условиям, программ выпуска и типа производства		Разработка основных схем маршрутов восстановления деталей	
Выбор технологических баз		Выбор поверхностей базирования. Оценка точности и надежности базирования	
Анализ дефектов деталей		Выявление дефектов, которые подлежат устранению.	
		Определение допустимых, ремонтных и предельных значений размеров рабочих поверхностей деталей.	
		Разработка ремонтных чертежей деталей.	
Выбор способов устранения дефектов		Выбор способов устранения дефектов на основе конструктивно-технологических характеристик детали; показателей физико-механических свойств детали; технико-экономических показателей способов восстановления деталей	
Составление технологического маршрута восстановления детали		Определение последовательности операций. Определение оборудования по операциям	
Разработка технологических операций		Рациональное построение технологических операций.	
		Выбор структуры операции.	
		Установление рациональной последовательности переходов в операции.	
Разработка технологических операций		Выбор оборудования, обеспечивающего оптимальную производительность при условии обеспечения требуемого качества.	

Продолжение табл. 28

Этапы разработки технологических процессов	Задачи, решаемые на этапе технологических процессов
	Расчет загрузки технологического оборудования.
	Выбор конструкции оснастки.
	Установление принадлежности выбранной конструкции к стандартным системам оснастки.
	Установление исходных данных, необходимых для расчетов, и расчет припусков на обработку и межоперационных припусков.
	Установление исходных данных, необходимых для расчетов оптимальных режимов обработки, и их расчет.
	Установление исходных данных, необходимых для расчетов норм времени, и их расчет.
	Определение разряда работ и обоснование профессий исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности этих работ.
Расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов технологических процессов.	Выбор рационального варианта технологического процесса восстановления деталей.
Оформление технологических процессов.	Согласование технологических процессов восстановления деталей со всеми заинтересованными службами и утверждение.

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

2.3. Технологическая база. Выбор технологических баз

Точность механической обработки при восстановлении деталей зависит от правильного выбора технологических баз, который требует четкого представления о функциональном назначении поверхности деталей и размерной взаимосвязи между ними, об износе и повреждениях, которые претерпевают эти поверхности.

В качестве технологических баз нельзя использовать поверхности, которые в процессе эксплуатации изнашиваются,



Рис. 63. Состав технологической операции

иначе будет наблюдаться нарушение координации между отдельными поверхностями деталей.

Обычно поверхности, которые используют как технологические базы, не изнашиваются, и поэтому их можно использовать многократно при восстановлении с достаточной точностью необходимой координации поверхностей деталей (например, конические поверхности центровых отверстий деталей типа вала, фрезерованные плоскости на щеках колчатых валов и т. п.).

Технологические базы обрабатывают с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими положениями:

— поверхности, являющиеся базовыми, обрабатываются в первую очередь;

— стараться использовать базы завода-изготовителя;

— поверхности, связанные с точностью относительного положения (соосность, перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;

— за технологические базы наиболее целесообразно принимать центровые отверстия валов, технологические отверстия в корпусных деталях и т. д.;

— при восстановлении за технологическую или измерительную базу принимают основные или вспомогательные поверхности, которые сохранились и не подлежат восстановлению;

— если в процессе восстановления деталь должна быть обработана по всем поверхностям, за технологическую необходимо принять такую базу, при использовании которой можно обработать за одну установку все основные и вспомогательные поверхности;

— при отсутствии такой возможности технологической базой должна быть такая поверхность (или совокупность поверхностей), которая позволит с одной установки обработать в первую очередь основные или вспомогательные поверхности;

— принятая технологическая база должна сохраняться на всех операциях технологического процесса (принцип постоянства баз), если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, которая размерно связана непосредственно с обрабатываемой;

— при выборе технологической базы необходимо помнить, что поверхность (или совокупность поверхностей, которые образуют технологическую базу) должна оставлять детали минимальное и в то же время достаточное число степеней свободы.

2.4. Оформление ремонтных чертежей. Анализ дефектов детали

Анализ проводится с целью выявления целесообразности устранения дефектов детали. Необходимо произвести оценку степени влияния каждого дефекта на эффективность и безопасность использования детали с учетом назначения и конфигурации, показателей ее качества, режимов и условий эксплуатации.

Малозначительным называется дефект, который не оказывает существенного влияния на использование детали по назначению и ее долговечность.

Значительным называется дефект, который существенно влияет на использование детали по назначению и на ее долговечность, но не является критическим.

Критическим называется дефект, при наличии которого использование детали по назначению практически невозможно или исключается в соответствии с требованиями безопасности.

Определенные сочетания дефектов, каждый из которых при отдельном его рассмотрении является малозначительным или значительным, могут быть эквивалентны критическому дефекту. Из этого следует, что изношенная деталь должна выбраковываться не только в случае, когда размер одной из ее поверхностей превышает допустимый для ремонта, но и когда совокупность нескольких дефектов (малозначительных и значительных) делает ее восстановление экономически нецелесообразным.

На основе анализа дефектов разрабатывают ремонтные чертежи, которые служат рабочими конструкторскими документами, предназначенными для разработки технологических процессов восстановления деталей.

На ремонтном чертеже в обязательном порядке должны быть приведены изображение восстановленной детали, **технические требования к ней, спецификация ремонтного сборочного чертежа, таблица дефектов с указанием способов их устранения, условия и перечень дефектов, при которых деталь не принимают на восстановление, рекомендуемый основной технологический маршрут восстановления.** При не-

обходимости на ремонтных чертежах приводят указания по базированию и таблицы категорийных ремонтных размеров.

Изображение детали размещают в левом верхнем углу листа формата А3. Допускается выполнять ремонтные чертежи на листах других форматов, но не более формата А1.

На ремонтных чертежах сплошной толстой (основной) линией обозначают поверхности, подлежащие восстановлению, а также последующей обработке. Остальную часть изображения указывают сплошной тонкой линией.

В технических требованиях указывают:

- допустимые отклонения размеров,
- шероховатость восстановленных поверхностей,
- разброс твердости,
- допустимость наличия пор, раковин и отслоений,
- прочность сцепления нанесенного слоя и других параметров, обусловленных применением того или иного способа,
- допуски расположения поверхностей, которые должны быть выдержаны в процессе восстановления.

В таблице дефектов должны быть указаны:

- номера и наименования дефектов,
- коэффициенты их повторяемости от общего числа деталей, поступивших на дефектацию и от общего числа ремонтнопригодных деталей,
- основной и допускаемые способы устранения дефектов.

При восстановлении деталей способами сварки, наплавки, напыления и другими следует указывать наименование, обозначение материала, защитную среду. Под таблицей дефектов должны быть указаны условия и дефекты, при которых деталь не принимается на восстановление. В правом верхнем углу поля чертежа помещают таблицу категорийных размеров.

2.5. Выбор способов устранения дефектов

В настоящее время ремонтные предприятия располагают достаточно большим числом проверенных практикой способов восстановления деталей, позволяющих вернуть работоспособность изношенным и поврежденным деталям. К ним относятся способы:

- ремонтных размеров,
- дополнительных деталей,
- пластической деформации,
- электролитических и газотермических покрытий,
- наплавки и др.

Однако не все из указанных способов восстановления деталей являются равноценными.

При использовании **способа ремонтных размеров** усложняется система снабжения запасными частями, технической документацией, возникает необходимость больших запасов деталей различной номенклатуры. Кроме того, многократное использование данного способа приводит к снижению запасов прочности деталей, уменьшению их износостойкости, так как при этом постепенно снимается упрочненный различными способами поверхностный слой металла.

При использовании **способа дополнительных деталей** значительно увеличиваются затраты на восстановление изделия и это, во многих случаях, приводит к тому, что указанный метод оказывается экономически неэффективным. Особенно нерационально использовать данный способ для восстановления деталей, имеющих незначительные износы.

Простой и экономичный способ восстановления деталей **пластической деформацией** имеет ограниченную область применения и часто не может быть использован для восстановления конкретных изделий в связи со специфическими особенностями их конструкции.

Для того чтобы из существующих способов **нанесения покрытий** выбрать наиболее рациональный, необходимо правильно оценить как сами покрытия, так и применимость их для восстановления конкретных деталей.

Впервые экспериментальные и теоретические исследования выбора способа восстановления деталей были выполнены В. А. Шадричевым. По предложенной им методике способ восстановления деталей должен выбираться в результате последовательного использования трех критериев:

- применимости,
- долговечности,
- технико-экономической эффективности.

В дальнейшем эта методика была конкретизирована, усовершенствована, в особенности применительно к понятию

первого и третьего критериев, и приведена к виду, удобному для практического применения.

Согласно рассматриваемой методике, выбираемый способ восстановления ($СВ$) выражается как функция (f) трех коэффициентов:

$$СВ = f(K_T, K_D, K_Э),$$

где K_T — коэффициент применимости способа, учитывающий его технологические, конструктивные и эксплуатационные особенности детали;

K_D — коэффициент долговечности, обеспечиваемый способом восстановления, применительно к данному виду восстановления деталей;

$K_Э$ — коэффициент технико-экономической эффективности способа восстановления, характеризующий его производительность и экономичность.

Общая методика выбора рационального способа восстановления состоит из трех этапов.

1. Рассматривают различные способы восстановления и производят выбор из них таких, которые удовлетворяют необходимому значению коэффициента K_T .

2. Из числа способов восстановления, удовлетворяющих K_T , проводят выбор тех, которые обеспечивают последующий межремонтный ресурс восстановленных деталей, т. е. удовлетворяют значению коэффициента долговечности K_D .

3. Если установлено, что требуемому значению K_D для данной детали соответствуют два или несколько способов восстановления, то выбирают из них те, у которых наилучшие значения $K_Э$.

Для исключения субъективных мнений при выборе рациональных способов восстановления деталей введено понятие коэффициента применимости, численное значение которого ограничивается двумя уровнями:

1 — способ восстановления деталей по всем его параметрам применим для восстановления данной детали;

0 — способ восстановления для данной детали неприменим.

Применимость способов для восстановления конкретных деталей оценивается в результате расчетов по обобщенному показателю.

$$Y = \prod_{i=1}^7 z_i,$$

где Z , — частные показатели, которые так же, как и обобщенный показатель, могут принимать только два значения: 1 — способ по данной характеристике отвечает соответствующему параметру детали (мог бы быть применен); 0 — способ по рассматриваемой характеристике не может быть применен для восстановления детали.

Схема решения данной задачи приведена на рис. 63.

Коэффициент долговечности — K_D определяется как функция трех аргументов:

$$K_D = f(K_H, K_B, K_{сц}),$$

где $K_H, K_B, K_{сц}$ — коэффициенты соответственно износостойкости, выносливости и сцепляемости.

Коэффициент долговечности равен значению того из коэффициентов в данной формуле, который имеет наибольшую величину.

Значения коэффициентов износостойкости и выносливости определяются на основании стендовых и эксплуатационных сравнительных испытаний новых и восстановленных деталей.

Сложнее обстоит дело с коэффициентом сцепляемости, который определяется по формуле:

$$K_{сц} = i_0 / i_2,$$

где i_0 — опытное значение для данной детали прочности сцепления наращенного слоя с основным металлом, кгс/мм²;
 i_2 — эталонное значение прочности сцепления, кгс/мм².

Опытное значение прочности сцепления наращенного слоя с основным металлом определяют методом отрыва штифта от покрытия.

Эталонные значения прочности сцепления:

— для наружных стальных поверхностей, воспринимающих значительные ударные или знакопеременные нагрузки — 50 кгс/мм²;

— для наружных стальных и чугуновых поверхностей, не воспринимающих значительные ударные или знакопеременные нагрузки — 20 кгс/мм²;

— внутренних посадочных поверхностей под подшипники, не воспринимающих знакопеременные и значительные ударные нагрузки, стальных, чугуновых или детали из алюминиевых сплавов — 5 кгс/мм²;

— наружных или внутренних стальных или чугуновых поверхностей, не воспринимающих значительные ударные или знакопеременные нагрузки слоем, характеризующимся пористостью, при работе сопряжения в условиях обильной смазки — 4 кгс/мм².

Значения коэффициента $K_{сч}$ не могут быть выше единицы. Схема решения данной задачи аналогична рис. 64. При определении экономического эффекта, получаемого от восстановления деталей на единицу продукции, а не за определенный промежуток времени, нельзя не учитывать относительную производительность способов восстановления.

Сравнение производительности характерных способов восстановления, например наплавочных, не связано с какими-либо трудностями. Затруднения возникают при попытке сравнения производительности принципиально отличающихся способов. Чтобы избежать этого, вводится понятие условной детали. За условную деталь принят полый валик (применительно к способам пластических деформаций) диаметром 40 мм, длиной 100 мм и с величиной износа на сторону 0,2 мм.

Производительность различных способов определялась исходя из основного времени, затрачиваемого на предварительную обработку (если требуется при данном способе), собственно восстановление (раздачу или наращивание) и последующую механическую обработку, и сравнивалась с производительностью ручной дуговой наплавки. Значение коэффициента производительности (K_n) определялось по зависимости

$$K_n = t_{рн}/t_i,$$

где $t_{рн}$, t_i — основное время восстановления условной детали соответственно ручной наплавкой и i -м способом.

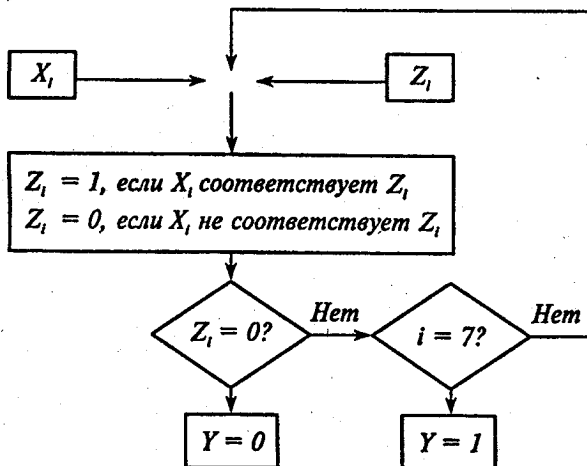


Рис. 64. Блок-схема расчета обобщенного показателя:

K_{cu} — параметры, характеризующие восстанавливаемую деталь (X_1 — вид материала; X_2 — вид поверхности; X_3 — наружный диаметр, мм; X_4 — внутренний диаметр, мм; X_5 — требуемая величина покрытия, мм; X_6 — отношение к знакопеременным нагрузкам; X_7 — вид сопряжения); Z_i — технологические характеристики способа восстановления (Z_1 — вид металлов и сплавов, по отношению к которым применим метод; Z_2 — вид поверхности восстановления; Z_3 — минимально допустимый наружный диаметр восстановления, мм; Z_4 — минимально допустимый внутренний диаметр восстановления, мм; Z_5 — обеспечиваемая толщина (глубина) наращивания или упрочнения, мм; Z_6 — вид нагрузки на восстанавливаемую поверхность; Z_7 — сопряжения и посадки восстановленной поверхности)

2.6. Последовательность выполнения операций

При восстановлении детали проходят последовательно ряд операций в следующем порядке:

— в первую очередь выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);

— механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

— наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и пр.). При этом в первую очередь выполняют операции, при которых детали нагревают до высокой температуры (сварка, наплавка, термическая обработка). Если необходимо, то детали подвергают вторичной правке. Затем выполняют операции, не требующие нагрева деталей (хромирование, железнение и пр.);

— окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и пр.);

— контрольные операции назначают в конце технологического процесса и после выполнения наиболее ответственных операций.

Запись операций производится кратко, например:

05 — термическая (отпуск шлицев);

10 — токарная (срезание шлицев);

15 — наплавочная (вибродуговая наплавка поверхности под шлицы);

20 — токарная (обтачивание поверхности под шлицы);

25 — фрезерная (шлицефрезерная);

30 — слесарная (заготовка ленты под три изношенные шейки) и т.п.

2.7. Технологическая документация на восстановление детали

Технологический процесс восстановления деталей можно представить в виде маршрутного, маршрутно-операционного и операционного описания. Комплектность документов на единичный (ЕТП) и типовой (групповой) (ГТП, ГТП) технологические процессы восстановления деталей должна обязательно соответствовать данным табл. 29. Маршрутная карта (МК) является составной и неотъемлемой частью комплекта.

Таблица 29

Комплектность документов на технологический процесс восстановления деталей

Условное обозначение документа	Вид документа (обозначение формы)	Технологический процесс					
		Единичный			Типовой (групповой)		
		Описание технологического процесса					
		Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное	Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное
ТЛ	Титульный лист (форма 2 или 3 ГОСТ 3.1105-84)	—	—	—	—	—	—
ВТД	Ведомость технологических документов (форма 5, 5а ГОСТ 3.1122-84)	—	—	—	—	—	—
Э	Карта эскизов (форма 7, 7а или 8, 8а ГОСТ 3.1105-84)	+	—	—	+	+	+
М	Маршрутная карта (форма 2, 16 ГОСТ 3.1122-84)	+	+	+	+	+	+
ТПП/У	Карта ТПП (ГТП) (форма 1, 1а ГОСТ 3.1121-84)				—	—	—
ВТП/У	Ведомость деталей к ТПП (ГТП) (форма 6, 6а ГОСТ 3.1121-8)				+	+	+
ТИ	Технологическая инструкция (форма 5, 5а ГОСТ 3.1105-84)	—	—	—	—	—	—
КК	Комплектовочная карта (форма 7, 7а ГОСТ 3.1123-84)	—	—	—	—	—	—
ВО	Ведомость оснастки (форма 3, 3а ГОСТ 3.1122-84)	—	—	—	—	—	—
О	Операционная карта механической обработки (форма 1, 1а или 2, 1а ГОСТ 3.1404-74)						
О	Операционная карта дуговой и электрошлаковой сварки (форма 1, 1а ГОСТ 3.1406-74)		—	—			
О	Операционная карта точечной контактной и шовной контактной сварки (форма 7, 7а ГОСТ 3.1406-74)		—	—			

Продолжение табл. 29

Условное обозначение документа	Вид документа (обозначение формы)	Технологический процесс					
		Единичный			Типовой (групповой)		
		Описание технологического процесса					
		Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное	Маршрутное	Маршрутно-операционное	Операционное
О	Операционная карта стыковой контактной сварки (форма 9, 9а ГОСТ 3.1406-74)		—	—			
О	Операционная карта наплавки (форма 9, 9а ГОСТ 3.1113-79)		—	—			—
О	Операционная карта слесарных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ (форма 1, 1а, 2, 2а ГОСТ 3.1407-74)		—	—		—	
О	Операционная карта газопламенной пайки и пайки паяльником (форма 3, 3а ГОСТ 3.1417-74)		—				
О	Операционная карта ТП нанесения полимерных покрытий (форма 3, 3а ГОСТ 3.1414-73)		—				
О	Операционная карта технического контроля (форма 2, 1а ГОСТ 3.1502-74)			—		—	—
О	Операционная карта испытаний (форма 2, 1а ГОСТ 3.1118-82)		—	—			

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Примечание. «+» — документ обязательный; «—» — документ составляется по усмотрению разработчика.

При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, на котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций.

При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты. Технологические режимы следует проставлять в соответствии с разделами 4 ГОСТ 3.1121-84.

Карта эскизов (КЭ) — это графический технологический документ, содержащий эскизы, схемы, таблицы, дефекты, технические требования, необходимые для выполнения процесса, операции или перехода, а также поясняющие методы и средства, обеспечивающие безопасное выполнение операций. Необходимость разработки отдельных КЭ в маршрутно-операционных и операционных процессах определяется разработчиком. Карты эскизов разрабатывают на основе чертежа и руководств по капитальному ремонту. На эскизе к процессу восстановления должны быть указаны номера и наименования дефектов, технические требования, номера размеров обрабатываемых поверхностей. На правильно оформленном эскизе число изображений должно быть минимальным и вместе с тем эскиз должен читаться без затруднений. Элементы деталей, размеры, не связанные с поверхностью, обрабатываемой на данной операции или в данном процессе, на эскизе не указываются. Условные обозначения технологических баз, опор, зажимов и установочных устройств должны соответствовать ГОСТ 3.1107-81.

2.8. Затраты на ремонт. Особенности учета затрат

Основным экономическим показателем, который характеризует степень совершенства технологического процесса восстановления деталей, является себестоимость восстановления, в которой группируются затраты на восстановление детали через следующие калькуляционные статьи:

$$C = C_{из} + C_M + C_{зпо} + C_{зпд} + C_{сн} + C_{ц} + C_{озр} + C_{рсзо} + C_{б} + C_n,$$

где $C_{из}$ — стоимость изношенной детали, р.;

C_M — стоимость материалов, потребляемых для восстановления детали, р.;

$C_{зпо}$ — основная заработная плата производственных рабочих с учетом премий, кроме премий из прибыли, р.;

$C_{зпд}$ — дополнительная заработная плата производственных рабочих, р.;

$C_{сн}$ — отчисления на социальные нужды, р.;

$C_{ц}$, $C_{озр}$, $C_{рсзо}$ — объем накладных цеховых, общезаводских и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$C_{б}$ — потери от брака, р.;

C_n — прочие расходы, р.

Содержание элементов затрат каждой группы (каждого слагаемого) приведено в табл. 30.

$$C_{зпо} = T_{ш} C_{ч}$$

где $T_{ш}$ — штучное время выполнения операции, мин;

$C_{ч}$ — тариф оплаты часовой работы специалиста (рабочего), р.

$$C_M = K_M C_{зпо}; C_{зпд} = K_{зпд} C_{зпо};$$

$$C_{сн} = K_{сн} (C_{зпо} + C_{зпд}); C_{ц} = K_{ц} C_{зпо};$$

$$C_{озр} = K_{озр} C_{зпо}; C_{рсзо} = K_{рсзо} C_{зпо};$$

$$C_n = K_n (C_{б} - C_n) = K_n C_{б} / (1 + K_n)$$

В табл. 31 приведены диапазоны значений коэффициентов, приведенных в вышеизложенной формуле.

Если восстановление деталей осуществляется по подефектной технологии, то их себестоимость определяют по формуле:

$$C_B = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \eta_i C_{Вой} ,$$

где $C_{Вой}$ — себестоимость выполнения j -й операции при устранении i -го дефекта; определяется по формуле:

Таблица 30

**Затраты,
включаемые в калькуляционные группы расходов
на восстановление деталей**

Наименование калькуляционной статьи	Содержание затрат, включаемых в затратную статью
Стоимость изношенной детали — $C_{из}$	Если ремонтный фонд приобретается, то $C_{из}$ можно определить по цене металлолома или договорной, с учетом расходов на транспортно-заготовительные и контроль — сортировочные работы
Сырье и материалы — $C_{м}$	Стоимость сырья и материалов, непосредственно расходующихся при восстановлении детали. Делятся на основные материалы (расходуются на деталь) и вспомогательные (обеспечение техпроцесса — обтирка, источник получения газа; флюс и т.д.). В эти затраты включаются транспортно-заготовительные расходы
Основная заработная плата — $C_{зав}$	Основная заработная плата персонала, непосредственно занятого при восстановлении деталей (плата по расценкам, тарифам и т.д.; доплаты всех видов; премии, исключая премии из прибыли)
Дополнительная заработная плата — $C_{доп}$	Выплаты за непроработанное на производстве время в соответствии с законодательством о труде и договором (компенсация неиспользованного отпуска, оплата учебы и т.д.).
Отчисления на социальные нужды — $C_{отч}$	Обязательные отчисления по установленным законодательством нормам от фонда оплаты труда: органам государственного страхования — 5,4 %, в пенсионный фонд — 28 %, в пенсионный фонд с работодателя — 1 %; на обязательное медицинское страхование — 3,4% (городской фонд), на обязательное медицинское страхование — 0,2 % (федеральный фонд), в фонд занятости — 1,5%
Накладные цеховые расходы — $C_{ц}$	Комплексная непропорциональная статья расходов, включающая заработную плату управленческого аппарата цеха, вспомогательных и подсобных рабочих; амортизацию зданий и сооружений, за траты по текущему ремонту зданий и сооружений цеха; канцелярские расходы; расходы на топливо и энергию; инвентарь и т. д.

Продолжение табл. 30

Наименование калькуляционной статьи	Содержание затрат, включаемых в затратную статью
Накладные общезаводские расходы — $C_{ор}$	См. цеховые расходы, но в отношении к заводским службам управления, зданиям, сооружениям и подразделениям обслуживания
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования — $C_{резю}$	Комплексная непропорциональная статья калькуляционных расходов, включающая все расходы по внутризаводскому транспорту, амортизационные расходы по оборудованию, его текущему ремонту и обслуживанию; затраты на износ инструмента и т.д.
Потери от брака — C_6	Потери от брака учитываются с помощью выхода годных деталей в процессе восстановления. Учитываются только в отчетных калькуляциях
Прочие расходы — C_n	Включаются налоги, сборы, отчисления в специальные небюджетные фонды, платежи за предельно допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, по обязательному страхованию имущества, плата за аренду и др.

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 31

Значение коэффициентов в формуле

Коэффициент	Диапазон значений
K_m — для ремонтных работ:	
сварочные	0,7–1,1
гальванические	0,3–0,7
постановка дополнительной детали	1,0–1,8
напыление	0,6–1,2
механическая обработка	0,05–0,2
склеивание	0,12–0,4
$K_{элд}$	0,1–0,18
$K_{сн}$	0,395
K_u	0,85–1,05
$K_{ор}$	0,55–0,70
$K_{резю}$	0,65–0,85
K_n	0,05–0,01

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

$$C = C_{из} + C_M + C_{зпо} + C_{зпд} + C_{сн} + C_{ц} + C_{озр} + C_{рсао} + C_{б} + C_n, p;$$

η_i — коэффициент повторяемости i -го дефекта;

n — число дефектов, которые необходимо устранить;

m — число операций, которые необходимы для устранения i -го дефекта.

По маршрутной технологии:

$$C_B = \sum_{i=1}^n K_i C_{Bi},$$

где K_i — маршрутный коэффициент ($\sum_{i=1}^n K_i = 1$);

n — число маршрутов восстановления детали;

C_{Bi} — себестоимость восстановления детали по i -му маршруту (C_{Bi} определяется по формуле $C = C_{из} + C_M + C_{зпо} + C_{зпд} + C_{сн} + C_{ц} + C_{озр} + C_{рсао} + C_{б} + C_n$), p .

2.9. Сборка.

Разработка технологических процессов сборки

Технология сборки как документ включает описание состава и последовательности операций и переходов сборки изделия с технико-экономическими расчетами затрат труда, материалов, электроэнергии, количества необходимого оборудования и оснастки, числа производственных рабочих, производственной площади, трудоемкости и себестоимости сборки изделия. Разработка технологического процесса сборки осуществляется с учетом использования достижений технологии сборки в автомобилестроении, производственных ресурсов, необходимости сокращения материальных, трудовых и энергетических затрат, всемерной механизации и автоматизации работ, использования передового опыта ремонтных предприятий, прогрессивных форм организации сборочных процессов и создания наилучших условий труда.

Разработка технологического процесса сборки производится поэтапно на основе стандартов ЕСТП, ЕСТД и других документов в такой последовательности:

— технологический анализ сборочных чертежей, уточнение разбивки изделия на сборочные единицы, оценка уров-

на технологичности и ремонтпригодности изделия и его частей и разработка рекомендаций по их улучшению;

— анализ плановых заданий и выбор организационных форм сборочного процесса;

— размерный анализ основных соединений (с учетом изменения размеров в эксплуатации и при ремонте) и выбор методов сборки и их сочетаний для изделия в целом;

— разработка (уточнение) технических условий и технологических инструкций на сборку соединений, узловую и общую сборку изделий, контроль, регулировку и испытание сборочных единиц и изделия;

— пробная разборка и сборка образца изделия, составление схем сборки изделия и его составных частей, составление комплекточной карты;

— определение и оптимизация состава, содержания и последовательности операций и переходов;

— нормирование технологического процесса;

— выбор и определение количества стандартного оборудования и оснастки, заказ нестандартизованных средств технологического оснащения (в том числе средств контроля, испытаний и транспортирования);

— проектирование поточной линии, синхронизация сборочных операций и разработка планировки и организации линии (участка, цеха);

— определение требований техники безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды;

— технико-экономический анализ и обоснование принятого варианта технологического процесса сборки изделий;

— оформление технологической документации.

Наиболее сложным, трудоемким и ответственным этапом разработки технологического процесса сборки является определение и оптимизация состава, содержания и последовательности операций и переходов. При этом учитывают тип производства (единичное, серийное, массовое), доступность и удобство выполнения работ, рациональную последовательность установки составных частей изделия, применение единых средств технологического оснащения для выполнения ряда операций и др.

Графическое изображение в виде условных обозначений последовательности сборки (разборки) изделия или его со-

ставной части называется *схемой сборки* (разборки) изделия. Для составления схемы после технологического анализа конструкции изделия его делят на узлы первого, второго и других более высоких порядков.

Схемы строят отдельно для общей сборки (разборки) изделия и **сборки** (разборки) каждого из его узлов. Схема общей сборки изделия показана на рис. 65. Каждый элемент изделия условно обозначен на схеме прямоугольником, разделенным на три части. В верхней части указывают наименование элемента, в левой нижней части — его обозначение (индекс), в правой нижней части — число одноименных элементов. Индексы элементов соответствуют номерам деталей и узлов на чертежах и в спецификациях. На рис. 66 даны схемы узловой сборки изделия, общая сборка которого показана на рис. 65.

Схему сборки начинают с базовой детали (узла) и заканчивают готовым изделием (узлом). Между ними проводят осевую линию, сверху которой показывают присоединяемые детали, снизу — сборочные единицы. Схему разборки, наоборот, начинают с изделия (узла) и заканчивают базовой деталью (узлом). Последовательность установки и снятия составных частей изделия определяют при решении задачи формирования технологических операций сборки и разборки.

При необходимости на схемах сборки показывают установку контрольных операций, делают дополнительные надписи, определяющие содержание сборочных и конт-

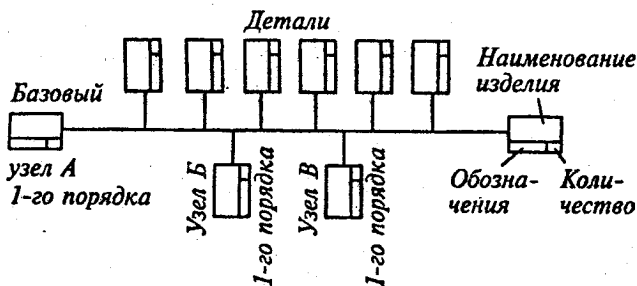


Рис. 65. Схема общей сборки

рольных операций, например «приварить», «сверлить совместно с...», «отрегулировать зазор...» и т.п.

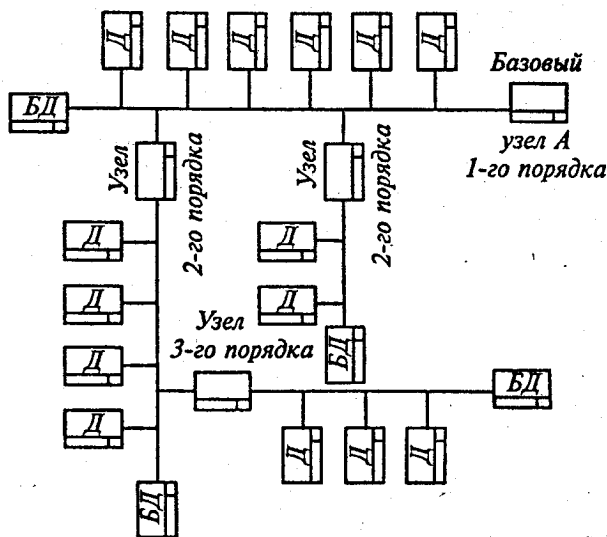


Рис. 66. Схема узловой сборки:
БД — базовая деталь; Д — деталь

§ 3. ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

3.1. Класс деталей «корпусные»

К корпусным деталям автомобиля относят:

- блок и головку блока цилиндров,
- крышку распределительных шестерен,
- корпус масляного и водяного насосов
- различные картеры — сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, мостов, рулевого механизма
- другие детали.

Они, как правило, изготавливаются в виде отливки из чугуна (блоки двигателей КамАЗ из серого чугуна СЧ-21, ЯМЗ — из легированного чугуна и т.д.) и алюминиевых сплавов АЛ4 и АЛ9 (блок цилиндров двигателя ЗМЗ, головки цилиндров КамАЗ, ЗМЗ и др.).

Корпусные детали предназначены для крепления деталей агрегата, имеют:

— отверстия, отверстия для установки подшипников, втулок, вкладышей, валов, гильз, штифтов, резьбовые отверстия для крепления деталей;

— плоскости и технологические плоскости.

Общим конструктивно-технологическим признаком для большинства корпусных деталей является наличие плоской поверхности и двух установочных отверстий, используемых в качестве установочной базы как при изготовлении, так и при восстановлении деталей данного класса.

В процессе эксплуатации корпусные детали подвергаются химическому, тепловому и коррозионному воздействию газов и охлаждающей жидкости, механическим нагрузкам от переменного давления газов, динамическим нагрузкам, вибрации, контактными нагрузкам, влиянию абразивной среды и т.д. Для данного класса деталей основными видами износа являются коррозионно-механический и молекулярно-механический, которые характеризуются следующими явлениями — молекулярным схватыванием, переносом материала, разрушением возникающих связей, вырыванием частиц и образованием продуктов химического взаимодействия металла с агрессивными элементами среды.

При эксплуатации машин в корпусных деталях возможно появление следующих характерных дефектов:

механические повреждения:

- повреждения баз;
- трещины на стенках и плоскостях разъемов, поверхностях под подшипники и на опорных поверхностях;
- забоины установочных, привалочных или стыковых поверхностей;
- обломы и пробоины частей картера;
- обломы шпилек;
- забитость или срыв резьбы;
- выпадание заглушек;

нарушение геометрических размеров, формы и взаимного расположения поверхностей:

- износ посадочных и рабочих поверхностей, резьбы;
- кавитационный износ отверстий, через которые проходит охлаждающая жидкость;
- несоосность, неперпендикулярность, нецилиндричность и некруглость отверстий;
- коробление, или деформация обработанных установочных, привалочных или стыковых поверхностей.

Дефекты корпусных деталей, которые устраняются с помощью слесарных операций:

пробоины — постановкой металлической накладки на клею (составы на основе эпоксидной смолы) с закреплением ее болтами;

обломы — приваркой обломанной части с закреплением ее болтами или с постановкой усиливающей накладки;

трещины — заделыванием с помощью фигурных вставок; нанесением состава на основе: эпоксидной смолы, эпоксидной смолы с наложением накладок из стеклоткани, эпоксидной смолы с наложением металлической накладки и закреплением ее болтами; сваркой; сваркой с последующей герметизацией шва полимерным составом, с помощью фигурных вставок и эпоксидной смолы;

повреждения и износ резьбовых отверстий — прогонкой метчиком, нарезанием резьбы увеличенного размера, установкой ввертыша (резьбовой пробки) и нарезанием резьбы нормального размера, нанесением полимерных материалов на резьбовые поверхности, установка резьбовых спиральных вставок;

обломы болтов, шпилек — удалением обломанной части с помощью бора или экстрактора, с помощью гайки или прутка;

коробление привалочных поверхностей — шлифованием, фрезерованием или шабрением;

ослабление посадки и выпадание штифтов — развертыванием отверстий под штифты и установкой штифтов увеличенного размера (по диаметру).

Восстановление корпусных деталей начинают с удаления обломанных шпилек и болтов, повреждений резьбовых отверстий, а также устранения трещин и других поврежде-

ний, требующих применения сварочных операций, так как сварка может повлечь за собой коробление обработанных плоскостей деталей. Последовательность операций технологического процесса восстановления корпусных деталей приведена в табл. 32.

Таблица 32

Технологический маршрут типового технологического процесса ремонта корпусных деталей

Содержание операции	Оборудование
Удаление обломанных болтов и шпилек	Сверлильный или электроискровой станок
Подготовка трещин, пробоин, отверстий с сорванной резьбой и подготовка вставок к заварке	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 швов на герметичность	Стенд для гидравлического испытания
Обработка установочной плоскости и отверстий	Плоскошлифовальный, фрезерный или сверлильный станок
Обработка привалочных плоскостей	Фрезерный станок
Предварительно растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД, поверхности под покрытия	Расточной станок
Окончательное растачивание посадочных мест под подшипники, втулки, ДРД	То же
Запрессовка ДРД	Пресс
Нанесение покрытий (гальванических, полимерных и др.)	Установка для нанесения покрытий
Предварительная обработка ДРД, гальванических, полимерных покрытий	Расточной или шлифовальный станок
Окончательная обработка ДРД, гальванических, полимерных покрытий	То же
Доводка точных внутренних поверхностей	Хонинговальный станок

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Отломанную часть болта, шпильки, оставшуюся в глубине резьбового отверстия, удаляют с помощью:

— бора (рис. 67, а). Бор — это закаленный конический стержень с острыми прямыми зубьями и головкой под ключ или вороток. Чтобы вывернуть сломавшийся болт (шпильку), просверливают в нем отверстие, забивают в это отверстие бор. При этом бор плотно сцепляется с телом болта, что позволяет его вывернуть;

— экстрактора (рис. 67, б). Экстрактор — это конический стержень, на котором нарезаны пять левых спиральных канавок. В центре облома сверлят отверстие диаметром (табл. 33) на всю длину облома, забивают экстрактор в высверленное отверстие соответствующего номера и вывинчивают обломок из резьбового отверстия.

Если обломанный конец болта, шпильки расположен на уровне поверхности детали, то на него накладывают гайку меньшего размера и приваривают (рис. 67, в). Вращая гайку, вывинчивают обломок из резьбового отверстия.

Если обломанный конец болта, шпильки слегка выступает над поверхностью детали, то на него надевают шайбу и

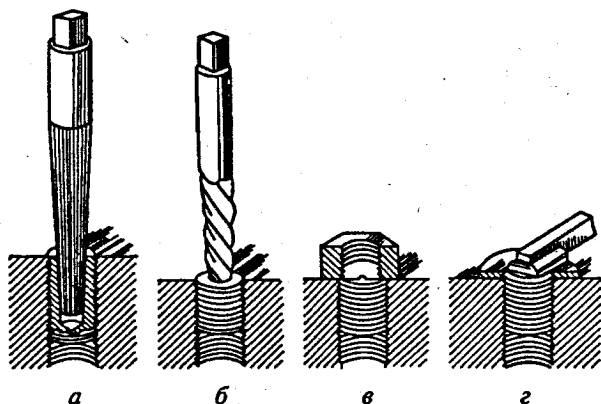


Рис. 67. Инструменты и приемы для вывертывания обломанных шпилек:

- а — бор; б — экстрактор; в — приваривание гайки;
г — приваривание прутка

Таблица 33

**Диаметр сверла и экстрактора
для удаления обломанных частей болтов, шпилек**

Размер извлекаемого болта или шпильки	Диаметр сверла, мм	Размер направляющей экстрактора, мм
M6	3	4,0
M8	3	4,3-5,0
M10	4	5,0-6,3
M12	6	8,3
M14	8	8,3-9,0
M16	8	10,3-11,0
M18	10	12,0

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

приваривают стальной пруток (рис. 67, г), за который и вывинчивают обломок.

Технологические рекомендации по устранению дефектов резьбовых отверстий приведены в табл. 34.

Дефект коробления плоскостей устраняется: шлифованием, когда отклонение от плоскостности более 0,02 мм на длине 100 мм;

фрезерованием или шабрением, когда отклонение от плоскостности более 0,2. При этом используют для установки деталей базовые поверхности, созданные на деталях заводом-изготовителем, восстановленные поверхности или, что реже, изготовленные ремонтным заводом.

Износ внутренних цилиндрических поверхностей в корпусных деталях устраняют растачиванием под ремонтный размер при помощи дополнительных ремонтных деталей с последующей механической обработкой, электрохимических и эпоксидных покрытий, наплавкой и плазменным напылением.

При разработке технологического процесса восстановления корпусной детали придерживаются следующих правил: вначале устраняют трещины, отколы, обломы, затем восстанавливают базовые технологические поверхности, наращивают изношенные поверхности, обрабатывают рабочие поверхности под ремонтный или номинальный размер. При восстановлении детали определенного наименования необходи-

Таблица 34

Устранение дефектов резьбовых отверстий. Технологические рекомендации. Размеры

Нарезание резьбы увеличенного размера						
Рассверлить резьбовое отверстие. Нарезать резьбу увеличенного размера	Нормальная резьба дефектного отверстия	Резьба увеличенного размера	Требуемый диаметр сверла, мм			
			при обработке чугуна, бронзы		при обработке стали, алюминия, латуни	
	M8	M10		8,2		8,2
	M10	M12x1,25		10,2		10,2
	M12x1,25	M14x1,5		12,3		12,4
	M14x1,5	M16x1,5		14,3		14,4
	M16x1,5	M18x1,5		16,3		16,4
	M20x1,5	M22x1,5		20,3		20,4
Установка свертыша и нарезание в нем резьбы нормального размера						
Рассверлить резьбовое отверстие. Нарезать резьбу в соответствии с размерами, указанными в табл. Обезжирить внутреннюю поверхность резьбового отверстия и поверхность резьбы свертыша. Нанести тонкий слой состава на основе эпоксидной смолы на внутреннюю поверхность резьбового отверстия и поверхность свертыша. Завернуть свертыш в отверстие. Удалить вытесненные излишки состава тампоном, смоченным в ацетоне. Произвести отверждение состава. Просверлить отверстие в свертыше. Скорость резания до 30 м/мин, подача 0,05–0,2 мм/об. Нарезать резьбу в свертыше. Скорость резания 4–5 м/мин, частота вращения 60–90 мин ⁻¹	Нормальная резьба дефектного отверстия	Диаметр сверла для обработки отверстия под свертыш, мм	Нормальный диаметр резьбы свертыша	Диаметр сверла для сверления отверстия во свертыше под резьбу, мм		
	M8	12,5	M14x1,5	6,7		
	M10	14,5	M16x1,5	8,5		
	M12x1,25	16,5	M18x1,5	10,7		
	M14x1,5	18,5	M20x1,5	12,5		
	M16x1,5	20,5	M22x1,5	14,5		
	M20x1,5	25,0	M27x2,0	18,5		
Нанесение полимерных материалов на резьбовые поверхности						
Зачистить и обезжирить внутреннюю поверхность резьбового отверстия и поверхность сопрягаемой шпильки (болта). Просушить в течение 10 мин. Нанести тонкий слой состава на основе эпоксидной смолы ЭД-16. Завернуть шпильку в отверстие. Удалить вытесненные излишки состава с помощью тампона, смоченного в ацетоне. Произвести отверждение состава						
Установка резьбовых спиральных вставок						
Рассверлить изношенные резьбовые отверстия до размеров, указанных в таблице. Скорость резания до 30 м/мин, подача 0,05–0,2 мм/об.	Нормальная резьба отверстия	Допустимый диаметр отверстия, мм	Диаметр сверла, мм	Диаметр рассверленного отверстия, мм	Размер метчика	Наружный диаметр спиральной вставки
	M8	8,86	8,7	8,70–8,86	M10x1,25	10,1 ^{+0,15}
	M10	10,62	10,5	10,45–10,62	M12x1,5	12,2 ^{+0,15}
	M12	12,38	12,2	12,18–12,38	M14x1,75	14,7 ^{+0,20}
	M12x1,25	12,38	12,7	12,70–12,86	M14x1,25	14,7 ^{+0,20}
	M14	14,13	14,0	13,90–14,13	M16x2,0	16,3 ^{+0,25}
	M14x1,5	14,62	14,5	14,45–14,62	M16x1,5	17,0 ^{+0,25}
	M16	16,40	16,2	16,20–16,40	M18x2,0	18,4 ^{+0,25}
	M16x1,5	16,62	16,5	16,45–16,62	M18x1,5	18,7 ^{+0,25}
	M18	18,13	18,0	18,10–18,40	M20x2,5	20,4 ^{+0,25}
	M18x1,5	18,40	18,0	18,90–19,13	M20x1,25	21,1 ^{+0,25}
	M20	20,40	20,0	20,10–20,40	M22x2,5	22,5 ^{+0,30}

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

мо выбрать способ устранения каждого из имеющихся на ней дефектов, а затем уже, руководствуясь приведенной последовательностью устранения дефектов, проектировать технологический процесс ремонта детали.

3.2. Класс деталей «круглые стержни»

К классу деталей «круглые стержни» относятся детали, которые имеют цилиндрическую форму, причем их длина значительно превышает диаметр. К таким деталям относятся:

- поршневые пальцы,
- оси привода сцепления,
- валики водяного насоса,
- шкворни,
- оси блока шестерен заднего хода,
- толкатели,
- валы коробок передач,
- карданные валы и крестовины карданов,
- валы и полуоси задних мостов,
- поворотные цапфы,
- валы рулевого управления,
- впускные и выпускные клапаны,
- коленчатые и распределительные валы и др.

Они изготавливаются из конструкционных среднеуглеродистых и легированных сталей, высокопрочного чугуна. В зависимости от назначения и условий работы детали данного класса могут иметь шейки, отверстия, резьбу, шпоночные канавки, шлицы, выточки, галтели, зубья, кулачки, торцовые поверхности, фланцы и другие поверхности, работающие при различных видах трения и нагрузках. Рабочие поверхности в большинстве случаев подвергают закалке токами высокой частоты или цементацией с последующей закалкой и низкотемпературным отпуском. В зависимости от отношения длины к диаметру различают жесткие (не более 12) и нежесткие (больше 12) стержни.

В процессе эксплуатации детали подвергаются:

- периодическим нагрузкам от сил давления газов и инерции движущихся масс, которые вызывают переменные напряжения в их элементах;

- трению шеек о вкладыши подшипников;
- трению при высоких удельных давлениях и нагрузках при наличии абразива;
- динамическим нагрузкам;
- изгибу и скручиванию и т. д.

Для них характерны следующие виды износа:

- окислительный,
- нарушение усталостной прочности,
- молекулярно-механический,
- коррозионно-механический,
- абразивный.

Они характеризуются следующими явлениями:

- образованием продуктов химического взаимодействия металла со средой и разрушением отдельных микрорайонов поверхностного слоя с отделением материала;
- молекулярным схватыванием,
- переносом материала,
- разрушением возникающих связей,
- вырыванием частиц и др.

При нормальных условиях эксплуатации основной дефект деталей этого класса — износ. Перегрузка и усталость металла, нарушение смазки трущихся поверхностей вызывают нагрев и деформацию детали, интенсивный износ, задиры и схватывание на поверхностях трения. Следствием усталости материала детали может быть их поломка. Большое разнообразие внешних факторов, воздействующих на условия работы деталей, приводит к изменению скорости изнашивания их поверхностей и случайному сочетанию дефектов.

Характерные дефекты:

- износ шеек,
- повреждение или износ резьбовых поверхностей,
- неплоскостность,
- биение привалочных поверхностей фланцев,
- износ гнезд под подшипники,
- износ эксцентриков и кулачков,
- износ шлицов,
- повреждения установочных поверхностей,
- износ зубьев.

Трещины на шейках деталей являются одной из основных причин их выбраковки. Так, например, для коленчатых

валов — это примерно 9–16% валов, поступающих в капитальный ремонт. Коленчатые валы могут выбраковываться со следующими трещинами: на галтелях коренных и шатунных шеек; на цилиндрической части шеек на расстоянии менее 6 мм от торцов шеек; на кромках отверстий масляных каналов при длине трещины свыше 15 мм и расположении ее под углом более 30° к оси шейки; трещины, находящиеся на расстоянии друг от друга менее 10 мм и расположенные под углом более 30° к оси вала; более восьми трещин длиной менее 5 мм на цилиндрической части шеек и у кромок отверстий масляных каналов; более трех трещин длиной свыше 5 мм.

Износ поверхностей детали устраняется различными способами (разд. III) — обработкой под ремонтный размер, пластической деформацией, установкой дополнительной ремонтной детали, накаткой, наплавкой, напылением металлов и полимеров и др. На выбор способа восстановления поверхностей деталей влияют условия работы детали, качество ее поверхности, производственная программа и экономическая целесообразность.

Последовательность операций типового технологического процесса восстановления деталей класса «круглые стержни» приведена в табл. 35. Наиболее сложными деталями этого класса являются коленчатые валы. Они требуют наибольшего количества основных и вспомогательных операций. В табл. 36 приведены дефекты коленчатых валов и способы их устранения.

Большинство изношенных валов имеют прогиб, значение которого контролируют при установке их крайними коренными шейками на призмы индикатором, который закреплен на штативе. Вал поворачивают в призмах вручную, наблюдая за показаниями индикатора. Разность между крайними показаниями индикатора за один оборот коленчатого вала представляет собой значение прогиба. Если прогиб превышает значение, указанное в технических условиях, то его устраняют правкой. Если значение прогиба меньше, то вал не правят, а шлифуют под ремонтный размер.

Правка вала методом статического изгиба. При данном методе правку проводят на гидравлических прессах путем нагружения и разгружения вала. В зависимости от

Таблица 35

Технологический маршрут типового технологического процесса восстановления деталей класса «круглые стержни»

Операция	Оборудование
Исправление центровых отверстий	Токарный или центровочный 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, сверлильный станки
Предварительная и окончательная обработка поверхностей, подлежащих сопряжению с ДРД	Токарный станок
Запрессовка ДРП	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
Подготовка поверхностей к электрохимическому наращиванию	—
Нанесение электрохимических покрытий	Установка
Предварительная обработка электрохимических покрытий	Круглошлифовальный станок
Чистовая обработка поверхностей	Тоже
Балансировка	Балансировочный станок
Доводка	Станок для суперфиниширования

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Таблица 36

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 электродуговой наплавкой, электроконтактной приваркой ленты, газотермическим напылением порошковых материалов. Наплавка с последующим обтачиванием и шлифованием, электроконтактная приварка ленты с последующим шлифованием
Износ маслосгонной резьбы	Углубление резьбы резцом и шлифование шейки до выведения следов износа
Износ шпоночных канавок	Фрезерование под увеличенный размер шпонок, 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
Торцевое биение фланца маховика. Изгиб вала: до 0,15–0,2 мм до 0,2–1,2 мм	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой. Шлифование шеек под ремонтный размер. Правка под прессом или чеканка шеек
Трещины	Шлифование шеек под ремонтный размер, разделка трещин с помощью абразивного инструмента
Коррозия трущихся поверхностей	Зачистка шлифовальной шкуркой, шлифование и полирование

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

прогиба и опыта правильщиков зависит число нагружений, их величина и направление. Процесс нагружения повторяют до тех пор, пока прогиб оси вала не станет меньше допустимого. Недостаток данного метода — это снижение усталостной прочности и пластичности вала, так как в зоне галтелей шатунных шеек могут развиваться старые и зарождаться новые микро- и макротрещины, а также возможен возврат прогиба.

Правка вала методом чеканки. Этот метод наиболее успешно следует применять для правки валов двигателей с рядным расположением цилиндров, имеющих аварийные прогибы до 0,75 мм (биение 1,5 мм). Снижение усталостной прочности не наблюдается, сохраняется высокая стабильность формы детали в эксплуатации.

Чеканку галтелей выполняют клепальным пневматическим молотком КМП-14М или ручным слесарным молотком массой 0,8 кг со специальными бойками, размеры которых должны соответствовать размерам галтелей. Перед чеканкой у вала определяют место и направление наибольшего изгиба, после чего его устанавливают на призмы максимальным прогибом вниз.

Если максимальное биение находится в области третьей коренной шейки в плоскости кривошипа, то выполняют чеканку галтелей первой и второй шеек в зоне перекрытия коренной и шатунной шеек на дуге 40–50°. После чего проводят контроль биения вала. Если значение биения выше допустимого, то необходимо: чеканить галтели третьей и четвертой шеек; контроль биения; чеканить галтели пятой и шестой шеек. При биении коленчатого вала больше 0,8 мм чеканку проводят неоднократно в указанной последовательности.

Когда максимальный прогиб находится в плоскости, перпендикулярной кривошипам, правку вала осуществляют чеканкой двух симметрично расположенных галтелей относительно выпрямляемой шейки. Участок наклепа располагается под углом 45° к плоскости кривошипа.

Коленчатые валы шлифуют под ремонтный или номинальный размеры. Шлифование под ремонтный размер чаще всего выполняют в одну операцию. Величина износа шеек определяет ремонтный размер шеек, выбор которого проводится в соответствии с техническими условиями.

Для шлифования шеек применяют универсальные шлифовальные станки 3А423 и 3В423. Сначала шлифуют коренные шейки и другие поверхности, находящиеся на одной с ними оси, а затем шатунные. Шейки вала шлифуют электрокорундовыми на керамической связке шлифовальными кругами зернистостью 16–60 мкм.

Перед шлифованием шлифовальный круг правят алмазным карандашом, закрепленным в оправке, при обильном охлаждении эмульсией. Цилиндрическую часть круга правят, перемещая алмазный карандаш в горизонтальной плоскости, а галтели — качанием оправки с карандашом в этой же плоскости. Боковые плоскости круга обрабатывают до требуемой ширины при поперечной подаче шлифовального круга. Шлифовальные круги рекомендуется править после шлифования одного-двух коленчатых валов.

Базовыми поверхностями при шлифовании коренных шеек являются центровые отверстия. Шлифование шатунных шеек проводят на другом станке, оборудованном центросместителями, обеспечивающими совпадение осей шатунных шеек с осью вращения станка.

Крайние коренные шейки коленчатого вала закрепляют в патрон центросместителя, предварительно установленного на требуемый радиус кривошипа, что обеспечивает погрешность базирования не более 0,03 мм. Затем шатунные шейки выставляются только в горизонтальной плоскости. Предварительно шлифуемую шейку выставляют призмой, окончательно — индикаторным устройством. Показание индикатора равняется половине припуска на шлифование. При окончательно отшлифованной шейке индикатор устанавливается на «ноль».

Припуск на шлифование оставляют в пределах 0,3–0,5 мм на сторону. В каждом конкретном случае режимы шлифования уточняются в зависимости от жесткости коленчатого вала (табл. 37).

Для предотвращения появления микротрещин при шлифовании применяют обильное охлаждение. Струя охлаждающей жидкости должна полностью покрывать рабочую поверхность шлифовального круга. В качестве охлаждающей жидкости используют эмульсию (10 г эмульсионного масла на 1 л воды).

Таблица 37

Режимы шлифования

Окружная скорость:	
шлифовального круга, м/с	25-35
шлифуемой поверхности, м/мин (коренные шейки)	18-25
шлифуемой поверхности, м/мин (шатунные шейки)	7-12
Поперечная подача круга, м/м	
черновое шлифование	0,02-0,03
чистое шлифование	0,003-0,006
Продольная подача, мм/об	
	7-11

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Когда полностью использованы предусмотренные конструкторами межремонтные размеры, что соответствует максимальному накоплению усталостных напряжений, на изношенные шейки коленчатого вала наносят металлопокрытия. Усталостные напряжения возникают из-за неравномерного износа шеек, кратковременных перегрузок двигателя, неравномерной подачи топлива к цилиндрам, смещения опор блока в связи со старением металла. Предел выносливости у таких коленчатых валов снижается на 20-25% по сравнению с новыми. Зона накопления усталостных повреждений у карбюраторных двигателей находится в центральной части шеек (щеки значительно прочнее шеек) в зоне маслопроводящих отверстий, у дизельных — в зоне перехода галтели в щеки вала. Основной опасной нагрузкой для дизельных двигателей считают изгибающий момент (разрушение вала по щекам), а для карбюраторных — крутящий (разрушение вала по шейкам).

При перешлифовках валов карбюраторных двигателей удаляются поверхностные слои шеек с накопившимися усталостными повреждениями, а их наращивание приводит к разгрузке наиболее напряженных слоев металла, что способствует восстановлению их ресурса. Для коленчатых валов дизельных двигателей перешлифовкой полностью удалить напряжение и предельно разрушенные слои металлов в зоне

галтелей практически невозможно, поэтому их ресурс восстановить не удастся.

Более 85% объема восстановления шеек коленчатого вала выполняются сварочно-наплавочными методами.

Изношенные поверхности под шкив и шестерни наращивают на наплавочном станке У-651У4 или на токарно-винторезном, оснащенном наплавочной головкой ОКС-6569, электродуговой наплавкой проволоки 18ХГС или 30ХГС диаметром 1,0–1,5 мм в среде углекислого газа. После наплавки проверяют состояние центровых отверстий. Видимые забоины, вмятины и следы коррозии исправляют растачиванием на токарно-винторезном станке типа 1М63 или 16К20. Для этого вал зажимают в патроне за первую коренную шейку, а под крайнюю устанавливают люнет. Затем выверяют вал и добиваются, чтобы биение коренной шейки было не более 0,03 мм. Исправляют центровое отверстие протачиванием до выведения следов износа.

Для исправления второго центрового отверстия вал зажимают в патроне за поверхность под шестерню коленчатого вала, а люнет устанавливают под первую коренную шейку и поджимают вращающимся центром. Наплавленные поверхности протачивают на станке типа 1М63 с применением резцов с твердосплавными пластинами марки ТК. Шлифование обработанных поверхностей проводят на круглошлифовальных станках типа ЗБ161.

Шпоночный паз заваривают в среде углекислого газа и наплавляют всю шейку вала проволокой 08Г2С или 08ГС толщиной 0,8–1,2 мм на полуавтомате А-547У или ЦДГ-301 для дуговой сварки. Паз заваривают на всю глубину с превышением наплавленного слоя над остальной поверхностью примерно на 1 мм. Фрезеруют шпоночные пазы на горизонтально-фрезерном станке типа 6Р82Г. Для точного размещения и обработки паза применяют специальное приспособление. Контролируют положение паза относительно диаметральной плоскости и угловое смещение относительно оси первого кривошипа.

Для упрочнения валов применяют накатывание галтелей роликами из твердосплава. Накатные устройства должны обеспечивать пневматическое, гидравлическое или пневмогидравлическое статическое (безударное) нагруже-

ние роликов и иметь автоматический регулятор давления для поддержания постоянного усилия накатывания требуемой величины. Подвод роликов, достижение требуемых усилий накатывания, а также снятие нагрузки (отвод роликов) следует осуществлять плавно при вращающемся коленчатом вале. Накатывание неподвижного вала вращающимися накатными устройствами не рекомендуется, так как это ведет к фиксации прогиба от собственного веса. Прекращение вращения вала в процессе накатывания не допускается. В процессе накатывания упрочняемая поверхность галтелей должна смазываться жидким машинным маслом (93–95%) в смеси с олеиновой кислотой (5–7%). Смазывающая жидкость не должна содержать металлических или абразивных примесей.

Частота вращения коленчатого вала должна быть в пределах 40–60 мин⁻¹; давление роликов на галтели — 8000–8500 Н/м²; время упрочнения (обкатки) — 0,12–0,18 мин; полное упрочнение галтелей на всех шатунных шейках выполняют за 2,5–3,0 мин.

Галтели коленчатых валов обрабатывают по схеме «на врезание» (рис. 68, а); обкатывают с помощью устройства (рис. 68, б), позволяющего применять деформирующие ролики минимального диаметра и снижать тем самым силу обкатывания. Деформирующие конические ролики 1 размещены в сепараторе 2 и контактируют с опорным конусом 3, смонтированным в корпусе 4. Для предотвращения одностороннего нагружения коленчатого вала служат два поддерживающих ролика 5, каждый из которых опирается на два роликотоподшипника 6, расположенных в нижней головке 7. Деформирующие и поддерживающие головки устанавливают в нагружающем устройстве клещевого типа, смонтированном на токарном станке, например 1К62. Сила деформирования создается гидроцилиндром, действующим на рычаги клещевого устройства. На упрочнение не оказывают влияние отклонения линейных размеров шеек, а рабочая и опорная части деформирующих роликов разделены, чем существенно повышается их долговечность.

Диаметр деформирующего ролика — 12 мм, угол конуса — 25°, угол опорного конуса — 46°. Радиусы закругления ролика соответствуют минимально допустимым радиусам

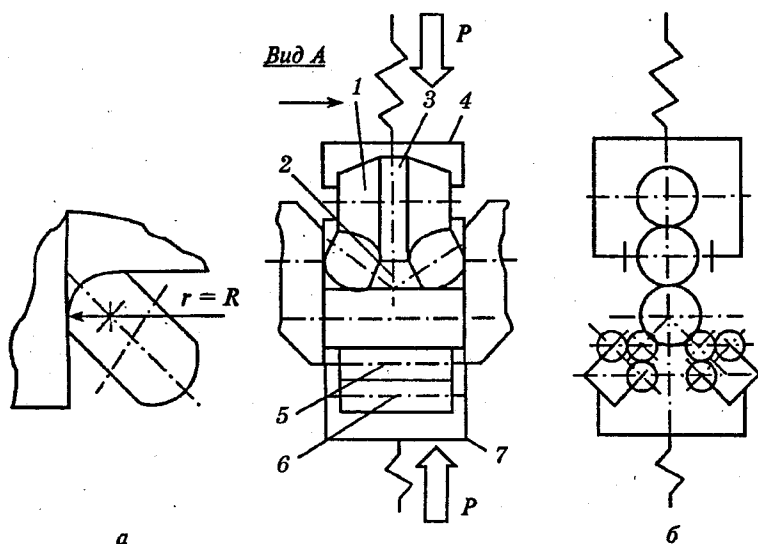


Рис. 68. Схема обкатывания галтелей:
 а — по схеме «врезание»; б — устройство для обкатки

галтелей. Для предотвращения остаточного деформирования вала обкатывание производят в три-четыре перехода (по несколько шеек в каждом переходе). Силу в каждом переходе создают таким образом, чтобы деформация вала, образовавшаяся за предыдущий переход, компенсировалась при последующем переходе. В результате достигается соосность коренных шеек 0,01–0,03 мм, не требуется холодная правка вала, а их сопротивление усталости повышается на 55–75%.

Полирование шеек коленчатого вала алмазными лентами. Полирование производят на специальном станке одновременно всех коренных и шатунных шеек. Станок обеспечивает вращательное и возвратно-поступательное (колебательное) движения обрабатываемого вала и прижим с регламентированной силой. Постоянный контакт инструментов и детали обеспечивается за счет синхронного вращения копиров и обрабатываемого вала. Нарезанные кусочки алмазной ленты наклеиваются на башмаки с дугообразной рабо-

чей частью. Радиальная сила прижима инструмента к шейке вала создается пружиной. При полировании необходимо обеспечивать постоянный подвод СОЖ в зону обработки.

Режим полирования: частота вращения вала — $0,8 \text{ с}^{-1}$; сила прижима инструмента — 120 Н ; амплитуда колебаний — 4 мм ; частота колебаний — $0,5 \text{ с}^{-1}$; СОЖ — ОСМ-1.

Полирование шеек коленчатого вала пастами. В качестве полирующего материала применяют пасту ГОИ или алмазную пасту. Давление полировальных хомутов на шейки вала должно быть в пределах $100\text{--}120 \text{ Н/м}^2$. Продолжительность полировки при частоте вращения коленчатого вала 150 мин^{-1} составляет $3\text{--}5 \text{ мин}$.

Суперфиниширование. Для доводки шеек вместо полирования применяют также суперфиниширование. Суперфиниширование выполняют головкой, оснащенной абразивными брусками, на специальном полуавтомате 3875К. Зернистость брусков $4\text{--}8$. В качестве СОЖ используют смесь керосина с маслом или жидкость ОСМ-1. Шероховатость после обработки составляет $R_{\text{a}0,1}^{0,3}$. Суперфиниширование выравнивает точность размеров, а также снижает шероховатость шеек, вызванную неоднородностью условий предшествующей обработки. При шлифовании валов под суперфиниширование оставляют припуск $0,005 \text{ мм}$.

Уравновешивание коленчатых валов нарушается вследствие износа трущихся поверхностей (при эксплуатации), неравномерном наращивании изношенных поверхностей и механической обработке. Увеличенный в результате этого дисбаланс приводит к дополнительным вибрациям, ухудшающим работу двигателя. Уравновешенность вала достигается либо сверлением отверстий, либо фрезерованием щек. Балансировку коленчатых валов проводят на станке КИ-4274.

3.3. Класс деталей «полые цилиндры»

К полым стержням относятся детали с отношением их высоты к наибольшему диаметру не менее $0,5$. К этому классу относятся:

- гильзы цилиндров,
- втулки,

— крышки подшипников первичного вала коробки передач,

— фланцы валов коробки передач,

— ступицы колес,

— чашки дифференциалов и др.

Детали этого класса чаще всего изготавливаются из модифицированного, ковкого и специального чугуна, углеродистых сталей.

Особенность деталей данного класса — это наличие концентрических наружных и внутренних цилиндрических поверхностей. Они могут иметь гладкие и ступенчатые, зубчатые и шлицевые, фланцевые и сложные поверхности.

В процессе эксплуатации детали подвергаются механическим нагрузкам и для них основными видами износа являются коррозионно-механический и молекулярно-механический, которые характеризуются следующими явлениями:

— молекулярным схватыванием,

— переносом материала,

— разрушением возникающих связей,

— вырыванием частиц,

— образованием продуктов химического взаимодействия металла с агрессивными элементами среды.

Полюе стержни работают в условиях трения, которое сопровождается циклическим изменением температуры и наличием агрессивной среды.

Основные дефекты, характерные для деталей этого класса деталей:

— износ внутренних и наружных посадочных мест под подшипники;

— износ шеек под сальники;

— износы, задиры, кольцевые риски на трущихся поверхностях.

Внутренние и наружные поверхности этих деталей, а также их торцы являются базовыми при механической обработке.

Износ отверстий под подшипники и шейку шестерни, сальники устраняют постановкой дополнительных ремонтных деталей (ДРД) — втулок. Если же при восстановлении отверстий под подшипники и сальники используется вибродуговая наплавка, то они сначала растачиваются, наплавля-

ются в два слоя, а затем растачиваются в соответствии с заданным размером.

Если же на детали имеются шейки, то их износ может устраняться либо вибродуговой наплавкой (механическая обработка, наплавка и механическая обработка с последующим шлифованием), либо электроконтактной приваркой стальной ленты (шлифование, приварка ленты, шлифование поверхности ленты).

При восстановлении полых стержней необходимо обеспечивать размеры и шероховатость восстановленных поверхностей, твердость и прочность сцепления нанесенного материала с основным металлом, а также соосность и симметричность относительно общей оси, допустимую цилиндричность и круглость.

Технологический процесс восстановления деталей данного класса начинают с подготовки изношенных поверхностей к наплавке. Затем выполняют операции, связанные с термическим воздействием на деталь, после чего осуществляют: подготовку поверхностей под постановку ДРД, устанавливают ДРД и обрабатывают их; готовят поверхности к электрохимическому наращиванию, наращивают поверхность и предварительно ее обрабатывают. В конце технологического процесса проводят чистовую обработку и хонингование поверхностей.

Наиболее характерной деталью в классе «полые цилиндры» является гильза цилиндров. Основные дефекты гильз:

- износ зеркала цилиндра;
- износ, изменение формы и взаимного расположения верхнего и нижнего установочных поясков относительно оси цилиндра;
- сколы и трещины любого размера и расположения;
- отложения накипи на поверхности, омываемой водой;
- отложения накипи на поверхностях посадочных поясков;
- коробление, отколы, глубокие задиры или потеря натяга вставки гильзы.

При наличии сколов или трещин любого размера и расположения гильзы выбраковывают.

Коррозионный износ и деформацию поясков гильзы устраняют железнением (предварительное шлифование, нане-

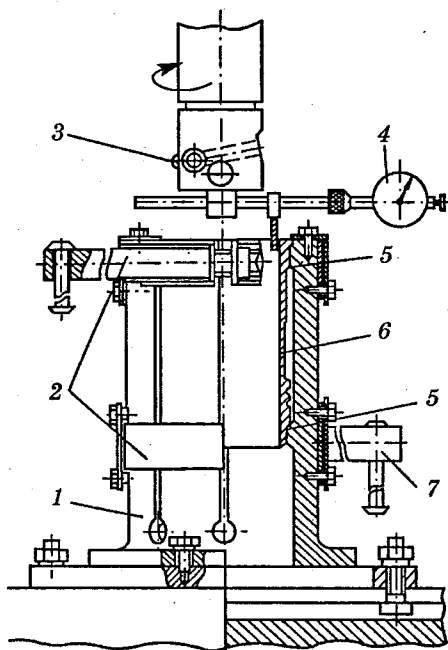
сение покрытия и окончательное шлифование до исходного размера) или плазменным напылением с последующим оплавлением покрытия (предварительное шлифование, струйная обработка, нанесение покрытия, оплавление покрытия кислородным пламенем, окончательное шлифование восстановленных поясков).

Износ зеркала цилиндра устраняется растачиванием с последующим хонингованием под один из ремонтных размеров и постановкой ДРД.

Для растачивания зеркала гильза цилиндров устанавливается в приспособление (рис. 69), в котором она базируется посадочными поясками. Растачивание гильз производится под один из ремонтных размеров на алмазно-расточном станке 2А78Н резцами, оснащенными пластинками из эльбора или твердого сплава ВК6. Режим резания: подача — 0,03–0,05 мм/об; скорость резания — 80–100 м/мин; глубина резания — 0,015–0,2 мм.

Рис. 69. Приспособление для центровки и закрепления гильзы на столе расточного станка:

- 1 — корпус;
- 2 — верхний и нижний пояса зажима гильзы;
- 3 — резец;
- 4 — индикаторное приспособление совмещения оси гильзы цилиндров с осью шпинделя;
- 5 — верхний и нижний посадочные пояски приспособления;
- 6 — гильза;
- 7 — стяжной винт пояса с рукояткой



После растачивания отверстие гильзы обрабатывают на хонинговальных станках ЗГ833 и ЗА83С-33. Черновое хонингование производят брусками КЗ 1 ОСТ 1 К или алмазными брусками АС6М1 100%-ной концентрации с содержанием алмазов в бруске 3,5 карата. Чистовое хонингование ведут брусками КЗМ20СМ1К или алмазными брусками АСМ20М1 100%-ной концентрации.

Хонингование ведут при режимах:

- окружная скорость — 60–80 м/мин;
- возвратно-поступательная скорость — 15–25 м/мин;
- давление на бруски — 0,5–1,0 МПа (черновое хонингование) и 0,4–0,6 МПа (чистовое);
- СОЖ — керосин;
- припуск на черновое хонингование — 0,05–0,07 мм,
- на чистовое — 0,01–0,03 мм.

При восстановлении гильз постановкой ДРД используются легкоъемные пластины из стали 65Г, У10А или 60 С2А.

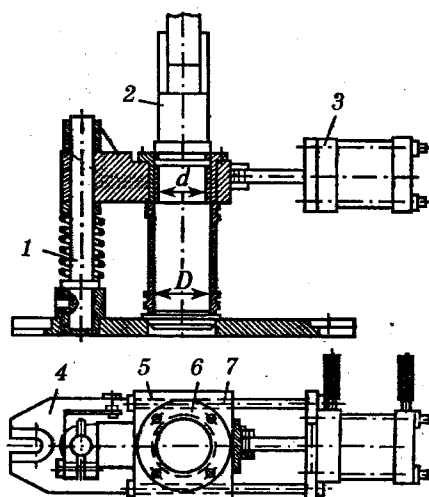


Рис. 70. Приспособление для совмещения операций свертывания и запрессовки пластины в гильзу цилиндров:
 1 — ось; 2 — калиброванный пуансон; 3 — пневмоцилиндр;
 4 — плита; 5 и 7 — обжимные головки; 6 — вкладыши

Ленты толщиной 0,5; 0,6; 0,7 мм нарезаются на пластины в размер, обусловленный диаметром расточенной гильзы с учетом припуска под шлифование торцов. Глубина растачивания определяется конструктивными параметрами гильзы и ходом поршня. После обработки торцов пластину помещают между обжимными головками 5 и 7 (рис. 70) и, включив пневмоцилиндр 3, обжимают и свертывают пластину во втулку. С помощью штока прессы и калиброванного пуансона 2 запрессовывают втулку в гильзу цилиндров. В каждую гильзу последовательно запрессовывают две пластины определенной ширины. Стыковые зазоры пластин должны быть разведены в противоположные стороны (на 180°). Благодаря упругим свойствам и небольшой толщине пластины плотно прилегают к поверхности отверстия. Пластины друг к другу должны быть прижаты по торцу усилием в 10–12 раз больше, чем усилие запрессовки их в цилиндр. Превышение длины пластин по сравнению с расчетной приводит к их выпучиванию внутрь гильзы. Гильзы с запрессованными пластинами подвергаются черновому и чистовому хонингованию.

ГЛАВА III

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ УЗЛОВ, АГРЕГАТОВ, ПРИБОРОВ И ДЕТАЛЕЙ

§ I. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЛОКОВ И ЦИЛИНДРОВ

Характерными повреждениями блока являются:

- срыв резьбы в отверстиях под шпильки и болты;
- неплотность и коробление привалочных поверхностей под головку блока, заднюю балку, картер шестерен и другие детали;
- износ постелей под вкладыши коренных подшипников;
- износ отверстий под втулки распределительных валов, втулки толкателей и палец промежуточной шестерни;
- трещины в перемычках и в местах установки шпилек крепления головки блока;
- излом гнезд под втулки распределительного вала, пробоины и трещины, разрушающие маслопроводящие магистрали.

Сорванная резьба в отверстиях под шпильки и болты восстанавливается постановкой свертышей. При этом отверстия с изношенной резьбой рассверливают и в них нарезают резьбу. Для более надежного крепления свертышей резьбу нарезают двумя метчиками. Третий метчик не применяется. После такой подготовки в отверстие свертыша свертыш с нормальной резьбой.

Для удобства проведения ремонта свертыши изготавливают партиями. Для этого берут стальной прут длиной 50–75 см, нарезают на нем резьбу и делают проточки на расстоянии, равном высоте свертыша. Пруток с нарезными свертышами изгибается. Это дает возможность легко вернуть очередной свертыш в подготовленное отверстие в блоке. За-

винченный свертыш отрезают по заточке и опиливают за-подлицо с поверхностью блока. Дополнительно свертыш крепят гладким стопором, который запрессовывают в отверстие, просверленное таким образом, чтобы стопор заходил в резьбу свертыша и отверстия блока.

Установив стопор, в теле свертыша по кондуктору сверлят отверстие под шпильку или болт и нарезают резьбу нормального размера.

При нарушении плоскостности или при короблении привалочные поверхности шабруют по плите. При этом на поверхность плиты тонким слоем наносят краску и плиту без нажима передвигают по проверяемой поверхности блока. Участки, на которых остается краска, шабруют. Шабровку можно считать оконченной, если на каждом участке поверхности площадью 1 см^2 будет 3–4 пятна краски. Неплоскостность и коробление привалочных поверхностей не должны превышать $0,15 \text{ мм}$.

Неплоскостность и коробление можно также устранять передвижением по ремонтируемой поверхности абразивного круга большого диаметра, который укладывают на поверхность боковой стороной, или шлифованием торцовой поверхностью вращающегося абразивного круга (рис. 71).

Если постели под вкладыши коренных подшипников имеют овальность, конусность или относительное смещение осей отверстий более $0,02 \text{ мм}$, а также при износе, вызывающем перекося оси коленчатого вала относительно нижней плоскости блока более $\pm 0,05 \text{ мм}$, растачивают отверстия под вкладыши увеличенного размера. Перед расточкой тщательно проверяют поверхности прилегания крышек подшипников и блока. Отверстия под вкладыши растачивают на специальных станках. На рисунке 72 показан станок РПР-3 для расточки отверстий под вкладыши и расточки вкладышей в блоке.

Изношенные отверстия под втулки распределительных валов, втулки толкателей и пальцы промежуточных шестерен развертывают под детали ремонтных размеров.

При наличии трещин в перемычках, местах установки шпилек, изломах гнезд под втулки распределительных валов, пробоев и трещин, разрушающих маслопроводящие магистральи, блоки, как правило, выбраковывают. При необхо-

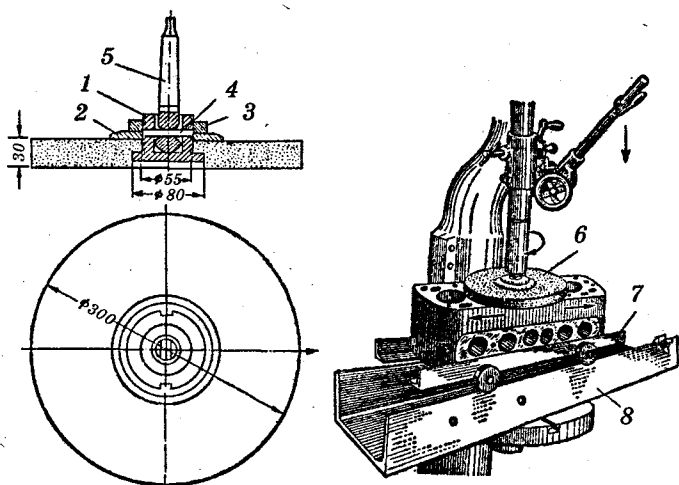


Рис. 71. Приспособление для шлифования плоских поверхностей:

- 1 — фланец, 2 — шайба, 3 — гайка, 4 — шпилька шарнира,
 5 — конус, 6 — шлифовальный камень, 7 — тележка,
 8 — направляющий швеллер

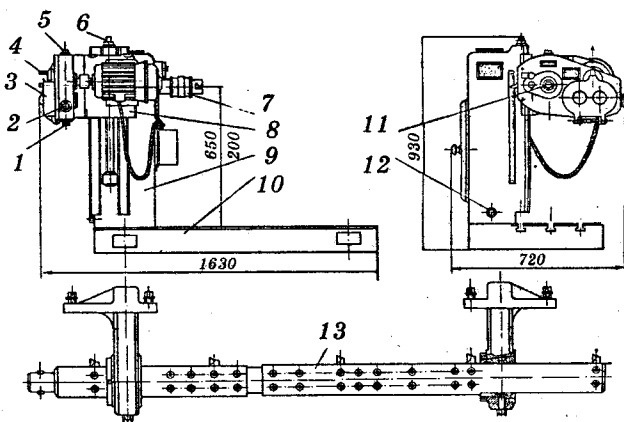


Рис. 72. Станок РПР-3:

- 1 — сливная пробка, 2 — маслоуказатель, 3 — кожух сменных шестерен, 4 — кнопка включения подачи, 5 — заливная пробка, 6 — винт подъема, 7 — шарнирный подъем, 8 — шпиндельная бабка, 9 — тумба, 10 — плита, 11 — винт подачи, 12 — болт заземления, 13 — борштанга

димости блоки с указанными дефектами могут быть восстановлены горячей сваркой. Отремонтированные блоки обязательно подвергают гидравлическому испытанию водой под давлением 3–4 атм.

Характерные неисправности цилиндров и гильз автотракторных двигателей — износ зеркала, царапины и задиры на рабочей поверхности, трещины и сквозные раковины.

Износ цилиндра по длине и по диаметру неодинаков. Больше всего изнашивается участок, по которому перемещается верхнее компрессионное кольцо. Диаграмма износа цилиндра несколько напоминает индикаторную диаграмму. Своеобразный износ цилиндров вызывается следующими причинами:

— возвратно-поступательным движением поршня со скоростью, изменяющейся от нуля до наибольшей величины в средней части хода, что создает переменные условия трения;

— неравномерным нагревом рабочей поверхности (участки цилиндра, находящиеся на расстоянии 5 мм друг от друга, могут иметь температурный перепад до 15° , для участков, расположенных дальше друг от друга, этот перепад может достигать 100°);

— недостаточной смазкой по следующим причинам:

— вследствие того, что в верхней и нижней мертвых точках поршень меняет направление движения, скорость его снижается до нуля, а это приводит к полужидкостному и к полусухому трению; при высокой температуре масло частично выгорает и теряет свои смазочные свойства; в сопряжении цилиндр — поршень и цилиндр — кольца отсутствует надежная циркуляция масла; масло загрязняется продуктами сгорания и износа; во время пуска двигателя не сразу образуется масляная пленка;

— неравномерным давлением колец на стенку цилиндра, зависящим от давления газов и меняющимся в пределах от 30 до 1 кг/см^2 ;

— упругой деформацией стенок и искажением формы цилиндра в процессе работы двигателя;

— частыми разборками двигателей и особенно поршневой группы;

— наличием в воздухе абразивных частиц, попадающих в цилиндр вместе с воздухом.

Все эти причины вызывают сложный износ цилиндров, неравномерный по длине и окружности. Как правило, цилиндр изнашивается больше в плоскости, расположенной по длине двигателя. Большему износу в этой плоскости способствуют также дефекты ремонта (непараллельность осей коренных и осей шатунных шеек и поршневого пальца, а также износ шатунных шеек и прогиб коленчатого вала).

Царапины и задиры на рабочей поверхности цилиндра могут появиться в результате неправильной обкатки нового или отремонтированного двигателя, а также вследствие ослабления крепления поршневого пальца и других дефектов сборки. Трещины в стенах цилиндров образуются главным образом в результате замерзания воды в рубашке охлаждения двигателя и резкого охлаждения перегретого двигателя. Цилиндры можно ремонтировать:

- расточкой под увеличенный размер или расточкой с последующей доводкой абразивными брусками;
- гильзованием;
- наращиванием слоя на внутреннюю поверхность цилиндра.

В расточенные цилиндры устанавливают поршни увеличенного ремонтного размера. В соответствии с ремонтными размерами поршней цилиндры после окончательной обработки должны иметь размеры, указанные в табл. 38.

При расточке цилиндров необходимо оставлять припуск на последующую обработку. Если цилиндры растачивают на расточных станках, скорость резания которых может быть доведена до 100–150 м/мин, а подача до 0,02–0,05 мм/об, то последующую доводку можно исключить. В этом случае цилиндры или гильзы растачивают непосредственно под размеры, указанные в таблице 38.

Для определения ремонтного размера (рис. 73) цилиндр измеряют индикатором в максимально изношенном участке. К полученному размеру прибавляют величину припуска на невыход резца и припуск на последующую обработку. По таблице выбирают ближайший ремонтный размер, который должен быть больше размера, полученного расчетом, т. е.

$$D_{pp} \geq 2a + 2b,$$

где D_{pp} — ремонтный размер цилиндра;

Таблица 38

Марка двигателя Диаметр цилиндра	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	Д-35	«Универсал»	ІМА	ГАЗ-51	ЗИС-120
Нормальный	145 ^{+0,08}	92 ^{+0,035}	125 ^{+0,09}	71	100 ^{+0,035}	95 ^{+0,07}	125 ^{+0,060}	82,00 82,06	101,56 101,62
Первый увеличенный	146 ^{-0,08}	92,75 ^{+0,035}	126 ^{+0,01}	—	101 ^{+0,035}	96 ^{+0,07}	26 ^{+0,060}	82,800 82,825	102,06 102,12
Второй увеличенный	—	93,50 ^{+0,035}	—	—	—	97 ^{+0,07}	127 ^{+0,060}	83,000 83,025	102,56 102,62.
Третий увеличенный	—	—	—	—	—	—	—	83,250 83,275	103,0& 103,12
Четвертый увеличенный	—	—	—	—	—	—	—	83,500 83,525	103,56 103,62
Уменьшенный	144 ^{+0,08}	—	—	—	—	—	—	—	101,06 101,12

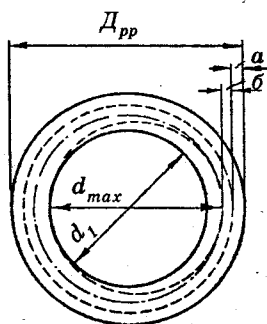


Рис. 73. Определение ремонтного размера цилиндра

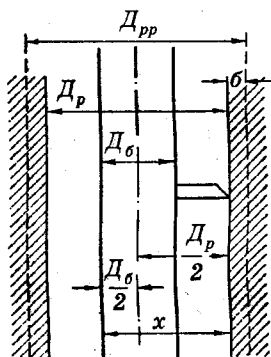


Рис. 74. Схема установки резца в борштанге

d_{max} — наибольший диаметр изношенного цилиндра;
 a — припуск на невыход резца; $a = 0,02-0,03$ мм;
 b — припуск на последующую обработку; $b = 0,02-0,03$ мм.

Припуск на невыход резца a обеспечивает работу резца в металле. В случае выхода на поверхность металла возможно скольжение резца по поверхности с последующим резким его заглублением, приводящим к искажению формы обрабатываемой детали.

При таком способе определения ремонтного размера возможны случаи, когда некоторые участки цилиндра останутся необработанными, в связи с чем придется повторить расточку. Объясняется это неравномерным износом цилиндров. При одностороннем износе цилиндра, если расчетный размер D_{pp} равен ремонтному или отличается от него на $0,05-0,1$ мм, следует проверить расчетный размер по формуле:

$$D_{pp} = d_1 + (d_{max} - d_1) 2 + 2a + 2b,$$

где D_{pp} — диаметр цилиндра, получающийся при одностороннем износе;

d_{max} — максимальный диаметр после износа;

- d_1 — предыдущий ремонтный размер (или диаметр цилиндра в неизношенном участке);
 a — запас на невыход резца;
 b — припуск на последующую обработку.

Обе формулы дают неточные результаты. Для точных расчетов изношенные цилиндры необходимо измерять от оси (по радиусу).

В зависимости от конструкции станка резцы устанавливают в борштангах или однорезцовых головках наблочных станков, в однорезцовой головке при наличии калиброванного упора.

Резцы в борштангах или однорезцовых головках наблочных станков устанавливают с помощью обычного микрометра. Как видно из схемы (рис. 74), размер X , который должен показывать микрометр при установке резца для получения заданного диаметра расточки, равен:

$$X = \frac{D_p + D_b}{2}$$

где X — показания микрометра;

D_p — диаметр расточки, равный ремонтному размеру цилиндра без припуска на последующую обработку;

$$D_p = D_{pp} - 2b,$$

где D_b — диаметр борштанги или головки, в которой крепится резец.

Резец в расточной головке при наличии калиброванного упора (рис. 75) устанавливают с помощью штихмасса или калибра. В этом случае резец устанавливают на расстоянии X от упора. Для установки резца необходимо знать базу B , т. е. расстояние от оси вращения шпинделя станка до упора:

При расточке цилиндров (или гильз) на токарном станке в приспособлениях, прикрепляемых к патрону или шпинделю токарного станка, и креплении резца на суппорте диаметр определяют пробной расточкой небольшого пояска цилиндра и проверкой микрометрическим штихмассом.

При расточке блоков автомобильных и тракторных двигателей установочными базами являются привалочная плос-

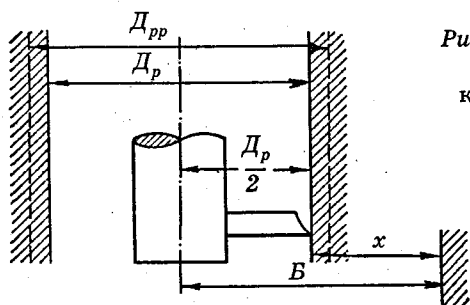


Рис. 75. Схема установки резца при наличии калиброванного упора

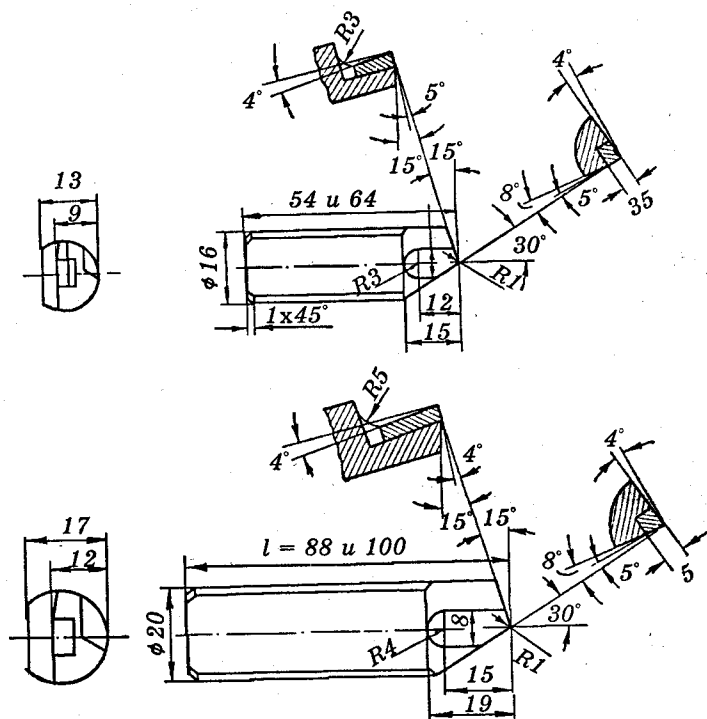


Рис. 76. Рекомендованные углы заточки резцов для расточки цилиндров и гильз

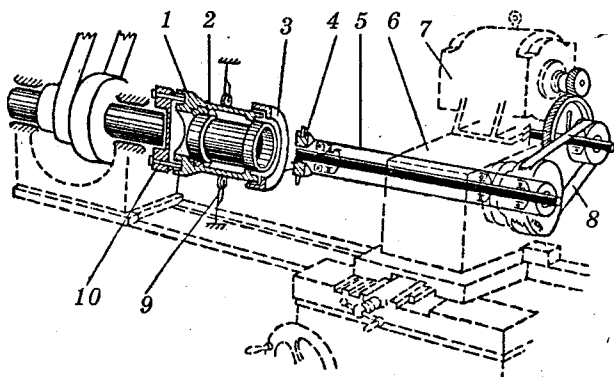


Рис. 77. Приспособление к токарному станку для скоростной расточки гильз:

- 1 — кондуктор, 2 — сменные кольца, 3 — зажимная гайка, 4 — резцовая головка, 5 — пиноль со шпинделем, 6 — корпус, 7 — электродвигатель, 8 — механизм передач, 9 — люнет, 10 — фланец

кость под нижний картер и неизношенный поясok в верхней части цилиндра. При расточке гильз установочными базами являются верхний и нижний обработанные с наружной стороны гильзы пояски.

Для расточки закаленных цилиндров или гильз на станках рекомендуются резцы с углами заточки, приведенными на рисунке 76. Резцы должны иметь пластинки из твердых сплавов ВК-2, ВК-3. Закаленные гильзы на токарных станках рекомендуется растачивать при скорости резания 32–40 м/мин, подаче 0,15–0,2 мм/об и глубине резания 0,4–0,5 мм.

На станках для скоростной расточки цилиндры можно растачивать при скорости резания 260 м/мин, подаче 0,02 мм/об и глубине резания до 0,1 мм.

Приспособления к токарным станкам для скоростной расточки (рис. 77) дают возможность обрабатывать гильзы со скоростью резания до 120–150 м/мин.

Цилиндры или гильзы можно шлифовать с помощью шлифовального круга, вращающегося на шпинделе, ось которого можно перемещать только в горизонтальном направлении.

нии (рис. 78, а) или по окружности (планетарное движение), радиус которой может изменяться (рис. 78, б).

Планетарные станки для внутреннего шлифования мало распространены в ремонтных предприятиях, поэтому цилиндры и гильзы шлифуют с помощью планетарных приспособлений к токарным станкам, или суппортно-шлифовальных приспособлений.

Цилиндры и гильзы шлифуют при скорости резания 28–32 м/сек, подаче 0,2–0,4 ширины круга на 1 оборот изделия.

Шлифованием можно исправить форму цилиндра или гильзы любой твердости. Дефектами шлифования является относительно небольшая рабочая поверхность шлифовального круга по сравнению с обрабатываемой поверхностью гильзы или цилиндра. В связи с этим при проходе шлифовального круга по длине обрабатываемой поверхности круг изнашивается и цилиндр получается конусным.

Конусность цилиндра увеличивается также и за счет нагрева в процессе обработки. После расточки необходимо поверхность цилиндров подвергнуть доводке абразивными брусками. Доводку выполняют с помощью доводочных головок (рис. 79), в которых абразивные бруски могут свободно перемещаться. Доводка цилиндров проводится с целью улучшения качества поверхности (высота неровностей после довод-

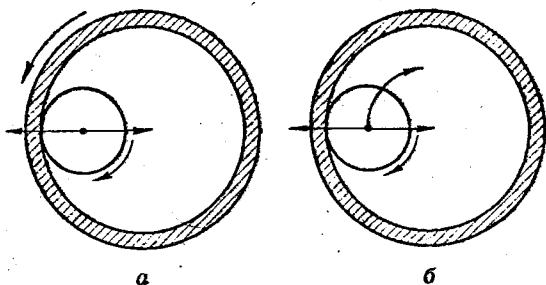


Рис. 78. Схема шлифовки цилиндров:

а — с помощью шлифовального круга, вращающегося на шпинделе, ось которого может передвигаться только в горизонтальной плоскости; б — с помощью шлифовального круга, вращающегося на шпинделе, ось которого перемещается по окружности

ки равна 0,1–1 микрону), а не формы цилиндра. Объясняется это тем, что абразивные бруски, перемещающиеся относительно оправки, самоустанавливаются по поверхности цилиндра и при работе только копируют форму цилиндра.

Доводку цилиндров абразивными брусками (хонингование) ведут по следующему режиму:

— скорость перемещения брусков по окружности цилиндра 60–75 м/мин;

— скорость перемещения брусков вдоль цилиндра 12–15 м/мин;

— давление абразивных брусков на поверхность цилиндра до 15 кг/см²;

— ход доводочной головки (рис. 79) равен:

$$S=L + 2k - m,$$

где S — ход доводочной головки;

L — длина обрабатываемого цилиндра;

k — перебег головки, равный 12–25 мм;

m — длина бруска (100 мм);

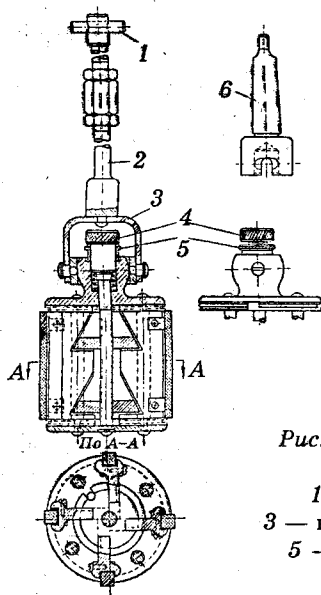


Рис. 79. Прибор для доводки цилиндров абразивными брусками:

- 1 — штифт, 2 — приводной валик,
3 — вилка, 4 — винт с накатной головкой,
5 — барабан с делениями, 6 — патрон

— охлаждение керосином (рис. 80).

Целесообразно цилиндр подвергнуть черновой и чистой доводке. При черновой доводке применяют карборундовые абразивные бруски СМ-1, зернистостью 100–200.

При чистой доводке применяют бруски с более мягкой связкой (М-2 или М-3) и с зернистостью 300–400. Вследствие хорошей блестящей поверхности, получаемой после доводки абразивными брусками с зернистостью 400 и выше, этот процесс получил название зеркального хонингования.

Улучшение качества поверхности цилиндров после расточки может быть достигнуто обработкой поверхности чугунными притирами. В качестве притира можно использовать разрезанный по длине поршень или головку для хонингования, в которую вместо абразивных брусков вставляют чугунные притиры.

Притирку ведут по следующему режиму:

- скорость притирания 6–30 м/мин;
- давление притира на поверхность обрабатываемого цилиндра $0,5 \text{ кг/см}^2$;
- скорость перемещения притира вдоль оси цилиндра 5–6 м/мин;
- охлаждение керосином с абразивными (карборундовым, корундовым или наждачным) порошками.

Качество поверхности, получаемой после притирки, лучше, чем после хонингования (высота поверхностей 0,08–0,2 микрона).

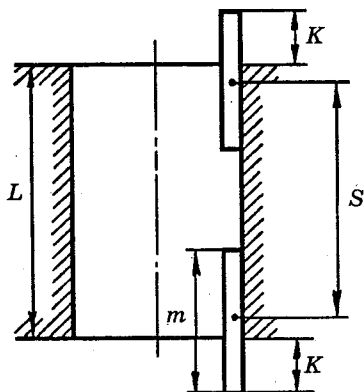


Рис. 80. Схема к расчету длины хода доводочной головки

Если предыдущая расточка цилиндра велась под последний ремонтный размер, то после износа цилиндр восстанавливают гильзованием.

Обычно эта операция целесообразна для блоков цилиндров.

Гильзы изготовляют из маслот, отлитых из серого чугуна обычным или центробежным способом, или из модифицированного чугуна. Гильзы, изготовленные из маслот, отлитых центробежным способом, изнашиваются на 45% меньше, чем гильзы из маслот, отлитых обычным способом.

Гильзы, изготовленные из модифицированного чугуна, изнашиваются почти в два раза меньше, чем гильзы, изготовленные из обычного серого чугуна.

Размеры отверстия под гильзу в блоке и размеры гильзы, вставляемой в отверстие блока, приведены на рисунке 81.

Кроме описанных способов ремонта, в практике применялись: обработка цилиндров плавающими райберами, развертывание цилиндров развертками большого диаметра, расточка плавающими резцами, восстановление цилиндров металлизацией, хромированием, а также гильзование цилиндров гильзами, свернутыми из стальной ленты.

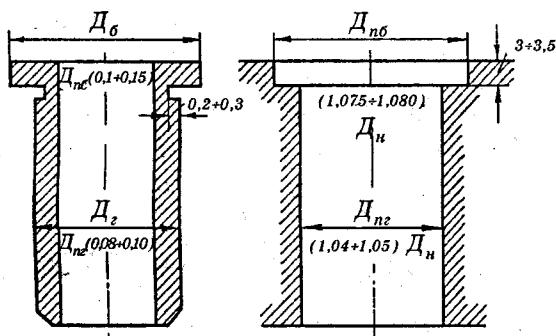


Рис. 81. Обработка блока и гильзы при гильзовке цилиндров

§ 2. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

В комплект шатунно-кривошипного механизма входят: поршень, кольца, поршневой палец, втулка верхней головки шатуна, шатун и коленчатый вал. Эти детали являются основными деталями, состоянием которых определяется мощность и экономичность двигателя.

Износ поршневых колец приводит к пропуску газов, а также к перекачиванию масла в камеру сжатия, что вызывает перерасход топлива и смазочных материалов.

Увеличение зазоров между поршневыми пальцами и втулками, между пальцами и отверстиями бобышек поршней, между шейками коленчатого вала и подшипниками являются причиной быстрого износа этих деталей.

Поломка какой-либо из деталей шатунно-кривошипного механизма, обрыв головки шатуна, поломка пальца, поломка коленчатого вала являются причиной аварии двигателя, повреждений блоков цилиндров и других деталей. Поэтому ремонт этих деталей и проверку их состояния необходимо выполнять с особой тщательностью.

2.1. Ремонт поршней

В процессе работы поршня юбка приобретает овальность и конусность, кольцевые канавки теряют правильную форму и из прямоугольных превращаются в трапециевидные, причем широкое основание трапеции будет направлено к стенке цилиндра, отверстие под поршневой палец принимает форму овала, большая ось которого располагается вдоль оси поршня.

Предельный износ кольцевых канавок и отверстий под пальцы наступает раньше, чем износ юбки. После того как износ юбки достигнет предельного значения, поршень, как правило, выбраковывают. Поршни из алюминиевых сплавов при износе юбки восстанавливают дробеструйным наклепом наружной и внутренней поверхностей.

Для возможности использования расточенных цилиндров промышленность выпускает поршни увеличенных размеров (табл. 39). Поршни с изношенными кольцевыми ка-

Таблица 40

Наименование поршневых колец	Размеры канавок (в мм) поршней двигателей								
	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	Д-35	«Универсал»	1МА	ГАЗ-51	ЗИС-120
Нормального размера									
Первое компрессионное	5 ^{+0,02}	4 ^{+0,025}	+0,125 4 ^{+0,100}	+0,065 2,5 ^{+0,045}	+0,105 3 ^{+0,080}	4,5 ^{+0,030}	4 ^{+0,025}	2,45 2,47	3,035 3,000
Второе компрессионное	4 ^{+0,02}	4 ^{+0,025}	+0,125 4 ^{+0,100}	Не восстанавливается	+0,105 3 ^{+0,080}	4,5 ^{+0,030}	4 ^{+0,025}	2,435 2,455	3,035 3,000
Третье компрессионное	4 ^{+0,02}	4 ^{+0,025}	+0,090 4 ^{+0,065}	То же	+0,075 3 ^{+0,050}	4,5 ^{+0,030}	4 ^{+0,025}	4,035 4,055	3,035 3,000
Четвертое компрессионное	—	—	+0,090 4 ^{+0,060}	—	+0,075 3 ^{+0,050}	—	—	—	—
Первое маслосъемное	6 ^{+0,02}	5 ^{+0,025}	+0,050 6 ^{+0,025}	—	+0,075 5 ^{+0,050}	4,5 ^{+0,030}	5 ^{+0,025}	4,035 4,055	4,790 4,815
Второе маслосъем	—	—	+0,050 6 ^{+0,025}	—	+0,075 5 ^{+0,050}	—	—	—	—
Увеличенного размера									
Первое компрессионное	5,5 ^{+0,02}	4,5 ^{+0,025}	+0,125 4,5 ^{+0,100}	—	+0,105 3,5 ^{+0,080}	5,1 ^{+0,030}	4,6 ^{+0,025}	2,75 2,77	3,435 3,460
Второе компрессионное	4,5 ^{+0,02}	4,5 ^{+0,025}	+0,125 4,5 ^{+0,100}	—	+0,105 3,5 ^{+0,080}	5,1 ^{+0,030}	4,6 ^{+0,025}	2,735 2,755	3,435 3,460
Третье компрессионное	4,5 ^{+0,02}	4,5 ^{+0,025}	+0,090 4,5 ^{+0,065}	—	+0,075 3,5 ^{+0,050}	5,1 ^{+0,030}	4,6 ^{+0,025}	—	3,435 3,460

Наименование поршневых колец	Размеры канавок (в мм) поршней двигателей								
	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	Д-35	«Универсал»	1МА	ГАЗ-51	ЗИС-120
Четвертое компрессионное	—	—	+0,090 4,5 ^{+0,065}	—	+0,075 3,5 ^{+0,050}	5,1 ^{+0,030}	—	—	5,190 5,215
Первое маслосъемное	—	5,5 ^{+0,025}	—	—	Не устанавливается	—	—	4,335 4,355	—
Второе маслосъемное	—	—	—	—	То же	—	—	4,335 4,355	—

Таблица 41

Наименование показателей	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	Д-35	«Универсал»	ГАЗ-51	ЗИС-120	1МА
Зазоры в стыках колец до приработки (в мм):									
первого компрессионного	0,6–0,8								0,25
второго компрессионного	0,5–0,7	0,65–0,85	0,4–0,6	0,15–0,45	0,40–0,75	0,25–0,35	0,2–0,4	0,25–0,45	0,20
третьего компрессионного	0,5–0,7								0,15
маслосъемного	0,45–0,65							0,15–0,45	0,15
Количество компрессионных колец									
количество колец	3	3	4	3	4	3	2	3	3
Количество маслосъемных колец									
количество колец	1	1	2	—	2	1	2	1	1

навками протачивают на токарном станке под увеличенный (по высоте) размер кольца (рис. 82). Промышленностью для поршней нормального и ремонтного размеров изготавливают кольца нормального и увеличенного по высоте размеров.

Установочной базой при проточке кольцевых канавок является внутренний обработанный поясok юбки поршня и в некоторых случаях углубление на донышке поршня под центр. Кольцевые канавки протачивают или одним резцом, или гребенкой, имеющей столько же резцов, сколько канавок на поршне.

Кольцевые канавки растачивают до размеров, приведенных в таблице 40.

Поршневые кольца в случае их износа не ремонтируют, а заменяют новыми. При подборе колец по цилиндрам следует руководствоваться данными о зазорах в стыках, приведенными в таблице 41.

При подгонке зазора в стыке кольца обрабатывают одну сторону стыка, а вторую используют для проверки прилегания концов друг к другу. Стык кольца обрабатывают напильником в стальном кондукторе, имеющем паз для прохода напильника под углом 45 или 90° (рис. 83), а также с помощью тонкого шлифовального круга с горизонтальной или наклоненной под углом 45° площадкой (рис. 84).

При неправильной проточке канавок приходится подгонять кольца по высоте. В этом случае зачищают кольца с одной стороны на плите, покрытой наждачной бумагой, или при помощи шлифовального круга (рис. 85). Для удобства кольцо устанавливают в деревянную оправку или в приспособление, используемое для подгонки колец в стыке.

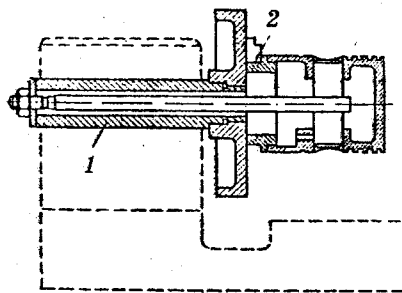


Рис. 82. Установка поршня при проточке канавок:
1 — шпindelь станка,
2 — центрирующее кольцо

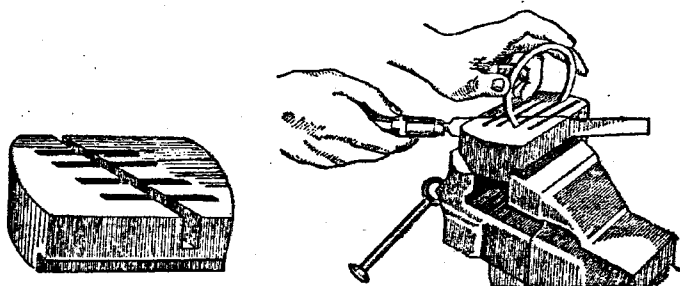


Рис. 83. Приспособление для опиловки стыка кольца

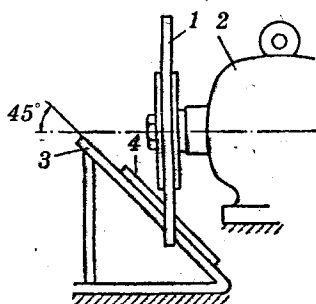


Рис. 84. Приспособление для шлифовки стыка кольца:

- 1 — абразивный круг,
- 2 — электродвигатель,
- 3 — подставка,
- 4 — кольцо

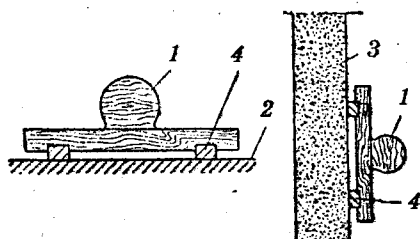


Рис. 85. Обработка кольца по высоте:

- 1 — деревянная державка,
- 2 — наждачное полотно,
- 3 — абразивный круг,
- 4 — кольцо

При правильной проточке канавок в пределах установленных допусков и при надлежащем качестве изготовления ремонтных колец эта операция не должна выполняться. Отверстия в поршнях под поршневые пальцы в случае их износа развертывают под пальцы ремонтных размеров. При развертывании отверстия под палец поршень укрепляют в поршневых тисках, рабочие поверхности которых имеют свинцовые обкладки. Размеры отверстий в поршнях под пальцы приведены в табл. 42.

В исключительных случаях при износе отверстий под поршневые пальцы больше допустимых размеров применяется постановка втулок в бобышки поршня.

Втулки запрессовывают с натягом 0,1–0,2 мм.

2.2. Ремонт поршневых пальцев

Поршневые пальцы обычно изнашиваются в местах соприкосновения с бобышками поршня и втулкой верхней головки шатуна.

Наиболее распространен способ ремонта пальцев перешлифовкой под ремонтные размеры. Пальцы шлифуют на станках для бесцентровой шлифовки (рис. 86, б), на обычных шлифовальных станках с приспособлением для бесцентровой шлифовки (рис. 86, а), на шлифовальных станках с применением оправки (рис. 87), на токарных станках с помощью суппортно-шлифовальных приспособлений.

После шлифовки пальцы должны иметь размеры, указанные в табл. 43.

После износа пальцев сверх предельного ремонтного размера их подвергают раздаче.

Предназначенные для раздачи пальцы загружают в металлический ящик с твердым карбюризатором. Простейшим карбюризатором является смесь из 60% древесного угля и 40% соды (Na_2CO_3).

В закрытом ящике пальцы, окруженные карбюризатором, нагревают до температуры 920–950° и выдерживают при этой температуре 2–3 часа. При таком способе нагрева поверхностные слои пальцев обогащаются углеродом. Нагретый палец устанавливают в матрицу (рис. 88) и через внут-

Таблица 43

Размеры пальцев	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	Д-35	«Универсал»	1МА	ГАЗ-51	ЗИС-120
Нормальный	60 ^{-0,008}	28 ^{-0,009}	48 ^{+0,005 -0,010}	18 ^{-0,006}	38 ^{-0,005}	33 ^{+0,008 -0,008}	40 ^{+0,011 -0,005}	22,00 21,99	28,00 27,99
Увеличенные I	60,3 ^{-0,008}	28,3 ^{-0,009}	48,3 ^{+0,005 -0,010}	18,2 ^{-0,006}	38,3 ^{-0,005}	33,3 ^{+0,008 -0,008}	43,3 ^{+0,011 -0,005}	22,08 22,07	28,05 28,04
Увеличенные II	—	—	—	—	—	—	—	22,12 22,11	28,10 28,09
Увеличенные III	—	—	—	—	—	—	—	22,20 22,19	28,20 28,19
Уменьшенный	59,7 ^{-0,008}	27,7 ^{-0,009}	47,7 ^{+0,005 -0,010}	—	37,7 ^{-0,005}	32,7 ^{+0,008 -0,008}	47,7 ^{+0,011 -0,005}	—	—

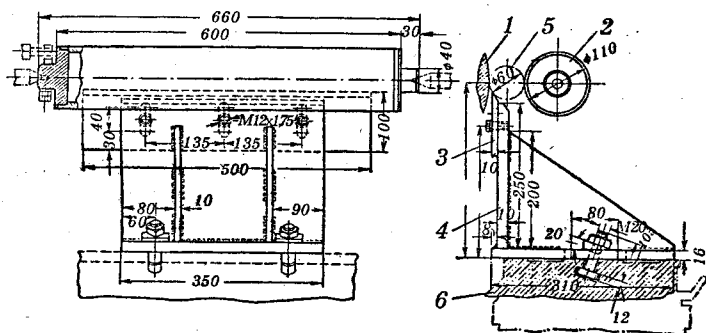


Рис. 86. Шлифование пальцев

(в приспособлении для бесцентровой шлифовки):

- 1 — шлифовальный круг, 2 — подающий вал, 3 — нож, 4 — стойка, 5 — поршневой палец, 6 — станина станка

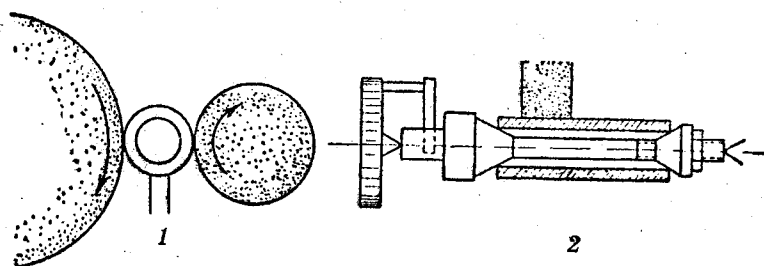


Рис. 87. Шлифование пальцев

(на станках для бесцентровой шлифовки) и на оправках

реннее отверстие его продавливают шарик или пуансон, наружный диаметр которого больше отверстия пальца на 0,4–0,5 мм.

После этого пальцы подвергают закалке в масле при температуре 740–820° и отпуску при температуре 200°. Затем пальцы шлифуют.

Небольшого увеличения пальцев по диаметру можно достичь раздачей в холодном состоянии. Если внутреннее отверстие пальца выполнено в виде конусов или имеет утолщения, пальцы подвергают раздаче в матрицах с помощью разрезных оправок, выполненных в соответствии с формой

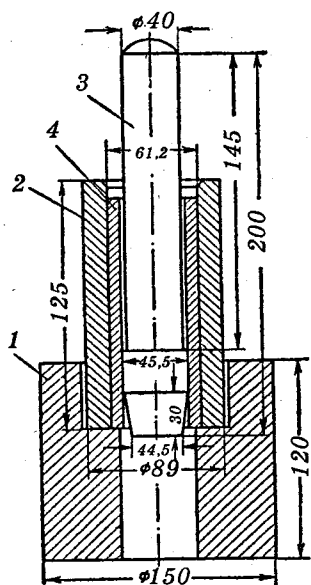


Рис. 88. Приспособление для раздачи пальцев с цилиндрическим отверстием:
1 — основание, 2 — матрица,
3 — пуансон, 4 — поршневой палец

внутреннего отверстия пальца, или перед раздачей заливают отверстие свинцом и после этого вдавливают стальной стержень в свинец (рис. 89).

Предварительно палец отжигают и шлифуют до выведения износа. Для раздачи залитого свинцом пальца обычно используют стержни клапанов. Давление стержня передается через свинец стенкам пальца, который раздается. После раздачи палец вынимают из приспособления, выплавляют сви-

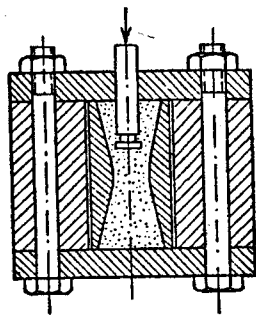


Рис. 89. Приспособление для раздачи пальцев с конусным отверстием

нец, затем палец нагревают до температуры 820° , закаливают в масле и отпускают при температуре 200° . По окончании закалки палец шлифуют и полируют. Чтобы предохранить пальцы от окисления, их нагревают в нейтральной среде.

Для этого пальцы перед нагревом смазывают тонким слоем машинного масла (или автолом) и помещают в ящик. Затем ящик нагревают. После того как масло загорится, ящик закрывают. Продукты сгорания масла создают в ящике нейтральную среду и шлифованные поверхности пальцев не подвергаются окислению. Пальцы можно также восстанавливать хромированием с последующим шлифованием.

2.3. Ремонт Втулок Верхних головок шатуна

Для втулок верхних головок шатунов характерны следующие дефекты:

- 1) износ поверхности отверстия под палец; при этом втулка изнашивается больше с нижней стороны;
- 2) износ наружной поверхности в месте соприкосновения с верхней головкой шатуна.

При износе отверстия под палец в случае хорошего состояния посадки в сопряжении с шатуном исправляют внутреннее отверстие без выпрессовки втулки из головки шатуна. Отверстие обрабатывают под палец увеличенного размера развертыванием, тонкой расточкой или доводкой при помощи оправки с абразивными брусками. Для получения точного отверстия втулки необходимо выполнять черновое и чистовое развертывание или применять развертки с переменным шагом, обеспечивающие лучшую устойчивость во время работы и получение правильного отверстия. Тонкую расточку втулок выполняют при скорости резания 150–500 м/мин, подаче 0,03–0,10 мм/об и глубине резания 0,05–0,45 мм. Наиболее хорошие результаты получаются при доводке втулок при помощи оправки с одним абразивным бруском и двумя направляющими (рис. 90). Доводку рекомендуется вести в два приема: предварительно и окончательно.

Предварительную доводку лучше выполнять бруском зернистостью 46–120 и твердостью C_2-SM_2 при скорости доводки 60–25 м/мин и удельном давлении бруска 5–

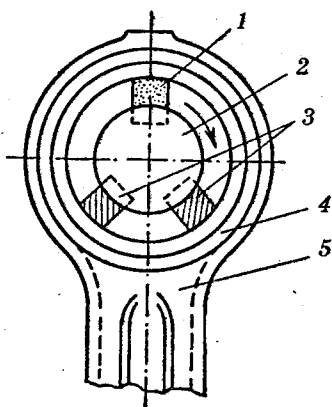


Рис. 90. Схема абразивной обработки отверстия втулки:

- 1 — абразивный брусок,
2 — оправка, 3 — чугунные
пластины, 4 — втулка,
5 — шатун

10 кг/см², а окончательную — бруском зернистостью 270–395 и твердостью CM_2-M_2 при скорости доводки 25–35 м/мин и удельном давлении бруска на поверхность втулки 5–6 кг/см².

Абразивный брусок перед работой нужно пропитать веретенным маслом.

Доводку выполняют без охлаждения.

Размеры отверстий втулок после окончательной обработки приведены в табл. 44.

Втулки, размеры которых вышли за пределы допустимых, ремонтируют осадкой или протягиванием через коническое отверстие. При осадке втулку в специальном приспособлении (рис. 91) (или в головке шатуна) сжимают под прессом. За счет укорочения втулки уменьшается диаметр отверстия и втулка увеличивается по наружному диаметру.

Втулку нужно осаживать в приспособлении, у которого матрица и ограничивающий стержень могут перемещаться в процессе осадки. При достаточно высоких давлениях 100–140 кг/см² внутренняя и наружная поверхности втулки получают настолько чистыми (при соответствующем изготовлении приспособления), что исключается необходимость в их дальнейшей механической обработке.

Протягивание втулок возможно при ремонте втулок, увеличенных по наружному диаметру. Втулку, отремонтированную этим способом, устанавливают в шатун, имеющий умень-

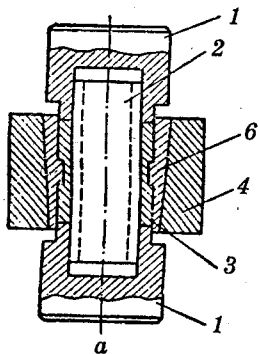


Рис. 91. Приспособление для осадки втулок:

- а — в специальном кольце,
 б — в головке шатуна;
 1 — обжимка, 2 — палец, 3 — втулка,
 4 — матрица, 5 — шатун,
 6 — вкладыш

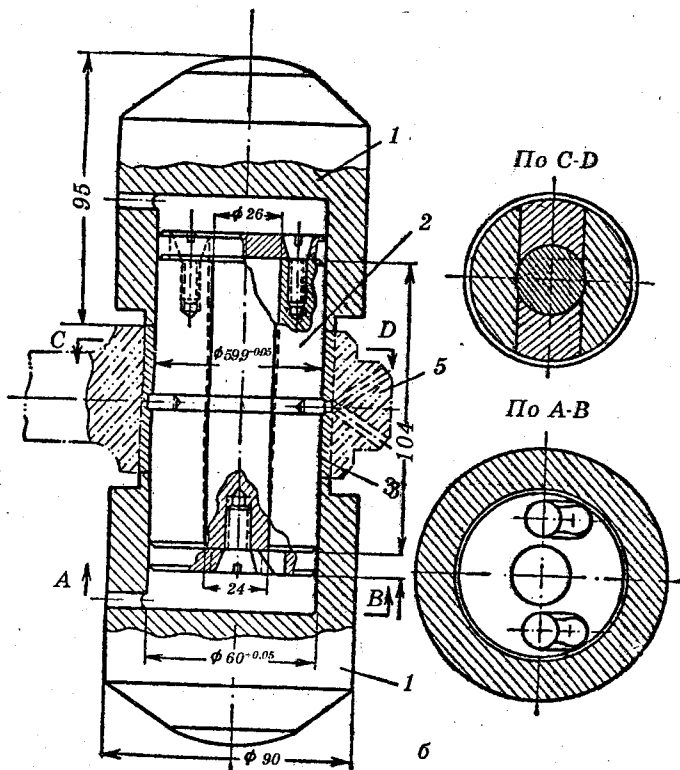


Таблица 44

Размер внутреннего отверстия втулки	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-Ю	Д-35	«Универсал»	1МА	ГАЗ-51	ЗИС-120
Нормальный	60 ^{+0,018}	28 ^{+0,020 +0,007}	48 ^{+0,045 +0,030}	18 ^{+0,014 +0,007}	38 ^{+0,010 +0,003}	33 ^{+0,015}	48 ^{+0,025 +0,009}	21,997 22,007	27,997 28,007
Увеличенные I	60,3 ^{+0,018}	28,3 ^{+0,020 +0,007}	48,3 ^{+0,045 +0,030}	18,2 ^{+0,014 +0,007}	38,3 ^{+0,010 +0,003}	33,3 ^{+0,015}	48,3 ^{+0,025 +0,009}	22,077 22,087	28,050 28,060
Увеличенные II	—	—	—	—	—	—	—	22,117 22,127	28,100 28,110
Увеличенные III	—	—	—	—	—	—	—	22,197 22,207	28,200 28,210
Уменьшен	59,7 ^{+0,018}	27,7 ^{+0,020 +0,007}	47,7 ^{+0,045 +0,030}	—	37,7 ^{+0,010 +0,003}	32,7 ^{+0,015}	47,7 ^{+0,025 +0,009}	—	—
Зазор между пальцами и втулкой	0,026–6,000	0,007–0,029	0,025–0,055	0,007–0,020	0,003–0,015	0,003–0,013	0,020–0,030	0,0025–0,0075	0,0025–0,0075

Таблица 45

Наружный диаметр штулок верхней головки шатуна	КДМ-46	П-46	Д-54	ПД-10	S-35	«Универсал»	IMA	ГАЗ-51	ЗИС-12Э
Нормальный	68 ^{+0,120 +0,090}	33 ^{+0,115 +0,065}	55 ^{+0,150 +0,090}	22 ^{+0,023 +0,100}	44 ^{+0,125 +0,075}	40 ^{+0,320 +0,270}	55 ^{+0,117 +0,087}	23,440 23,470	29,670 29,700
Первый увеличенный	68,5 ^{+0,120 +0,090}	33,5 ^{+0,115 +0,065}	55,5 ^{+0,150 +0,090}	—	44,5 ^{+0,125 +0,075}	40,5 ^{+0,320 +0,270}	55,5 ^{0,117 +0,087}	—	—
Второй увеличенный	69 ^{+0,120 +0,090}	34 ^{+0,115 +0,065}	56 ^{+0,150 +0,090}	—	45 ^{+0,125 +0,075}	41 ^{+0,320 +0,270}	56,0 ^{+0,117 +0,087}	—	—
Третий увеличенный	65,5 ^{+0,120 +0,090}	34,5 ^{+0,115 +0,065}	56,5 ^{+0,150 +0,090}	—	—	41,5 ^{+0,320 +0,270}	56,5 ^{+0,117 +0,087}	—	—
Четвертый увеличенный	70 ^{+0,120 +0,090}	—	57 ^{+0,150 +0,090}	—	—	42 ^{+0,320 +0,270}	57 ^{+0,117 +0,087}	—	—
Пятый увеличенный	—	—	—	—	—	—	57,5 ^{+0,117 +0,087}	—	—
Шестой увеличенный	—	—	—	—	—	—	58 ^{+0,117 +0,087}	—	—

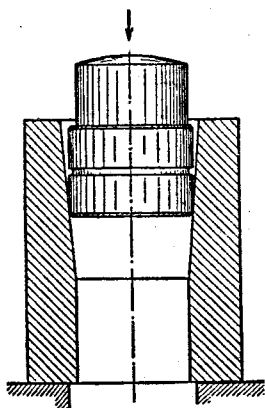


Рис. 92.
Приспособление
для протягивания
втулок

шенное отверстие в верхней головке (предыдущий ремонтный размер). Втулки протягивают в приспособлении (рис. 92), имеющем коническое отверстие, заканчивающееся цилиндрической частью, диаметр которой равен ремонтному наружному диаметру втулки.

После окончательной обработки втулки по наружному диаметру должны иметь размеры, приведенные в табл. 45.

Для увеличения по наружному диаметру втулки можно подвергать осталиванию или металлизации. Для лучшей приработки внутренней поверхности ее покрывают свинцом гальваническим способом.

2.4. Ремонт шатунов

Наиболее характерными дефектами шатунов являются:

1) износ отверстия под втулку верхней головки шатуна (у шатунов, втулки которых имеют наружную канавку для подвода смазки, в верхней головке остается неизношенный пояс);

2) изгиб и скручивание шатуна;

3) износ поверхности разъема шатуна и крышки шатуна;

4) износ опорных поверхностей под головку и гайку шатунных болтов;

5) износ антифрикционной заливки или посадочных мест под вкладыши.

При износе отверстие верхней головки шатуна протачивают или развертывают до ремонтного размера, после чего в отверстие запрессовывают втулку, увеличенную по наружному диаметру.

При изгибе и скручивании шатуны правят в приспособлениях (рис. 93). Наиболее хорошие результаты получаются при стабилизации правленных шатунов. Для этого шатун

нагревают до температуры 400–450° в течение 0,5–1 часа. Можно также применять двойную правку (правку с перегибом). Деформированные шатуны можно править и местным нагревом. Однако для шатунов с небольшим сечением правка затруднена. При правке местным нагревом поверхность детали нагревают газовой горелкой или токами высокой частоты с выпуклой стороны. В этом случае участок расширя-

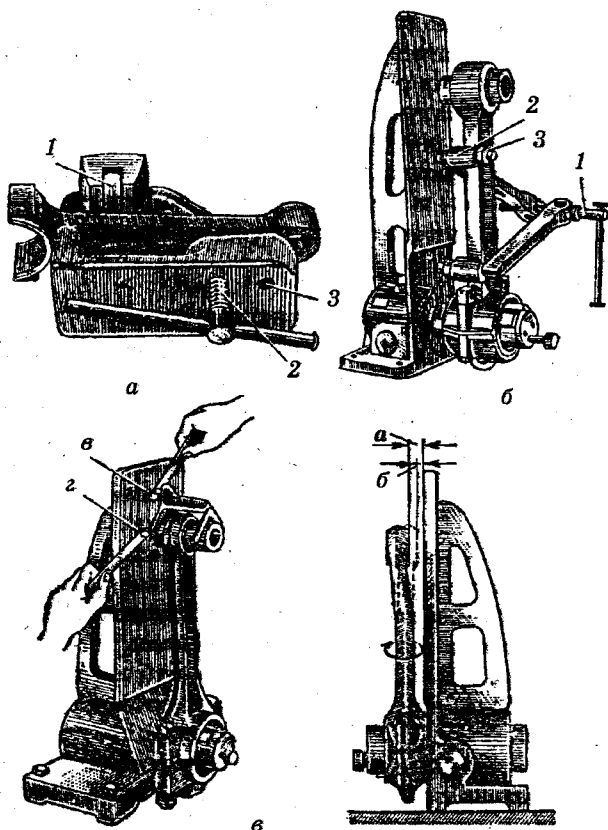


Рис. 93. Приспособление для правки шатунов:
 а — исправление изгиба, б — исправление скрученности,
 в — проверка

ется и часть слоев пластически деформируется. При остывании деталь выправляется.

Износ поверхностей разъема шатуна или крышки устраняют припиливанием и шабровкой с проверкой по краске. При этом обязательна проверка параллельности плоскостей разъема поверхности отверстия нижней головки. Для этой проверки шатун плоскостью разъема устанавливают на плиту и штангенрейсмусом проверяют высоту от плиты до краев поверхности отверстия. Разность показаний штангенрейсмуса не должна быть больше 0,05 мм. Перпендикулярность торцовых поверхностей нижней головки шатуна к оси отверстия проверяют на плите при помощи угольника. Если в нижнюю головку шатуна устанавливают вкладыши, то после ремонта плоскостей разъема необходимо расточить или шлифовать отверстия под размер вкладышей. Плоскости прилегания головок и гаек шатунных болтов ремонтируют наваркой и последующей опиловкой.

2.5. Ремонт коленчатых валов

Износ коленчатых валов сильно влияет на износ других деталей двигателя. Увеличение зазора между шейками коленчатого вала и подшипниками определяется, главным образом, износом шеек вала, так как они изнашиваются почти в два раза быстрее, чем сопряженные с ними подшипники. Увеличение зазоров в шатунных и коренных подшипниках приводит к снижению давления масла, увеличению ударных нагрузок и износа самих подшипников и шеек, пальцев, втулок верхних головок шатуна, поршня, гильзы. В некоторых случаях увеличение зазоров между шейками вала и подшипниками приводит к авариям, так как отбиваются тарелки клапанов, разбиваются втулки верхних головок шатунов, обрываются болты и т. д. Увеличенный зазор между коренными шейками и подшипниками вызывает усталостные поломки коленчатых валов. Для уменьшения износа шеек коленчатых валов, а следовательно, и других основных деталей двигателя необходимо тщательно соблюдать правила технического ухода, следить за своевременной сменой и очисткой топливных фильтров, своевременной подтяжкой регулирую-

мых подшипников и заменой вкладышей нерегулируемых подшипников. У коленчатых валов изнашиваются установочные конусные углубления (под центры в торцах вала), шпоночные канавки, посадочные места под шестерни и маховик, коренные и шатунные шейки. Кроме того, у коленчатого вала могут быть трещины, изгиб и скручивание.

Изношенные шпоночные канавки ремонтируют сплошной заваркой или заваркой с применением ложных шпонок из графита или меди. После сплошной заварки шпоночные канавки фрезеруют. При этом нужно особенно тщательно устанавливать вал, чтобы шпоночная канавка не была смещена. У коленчатых валов тракторов изношенные посадочные места под маховик восстанавливают электродуговой наплавкой или электроэрозионным наращиванием. Коленчатые валы, у которых обнаружены трещины, выбраковывают.

Износ коренных и шатунных шеек является наиболее характерным дефектом коленчатого вала. Коренные и шатунные шейки коленчатых валов, смазываемые разбрызгиванием, имеют корсетный или бочкообразный износ. Корсетность шеек возникает при подаче к подшипнику загрязненного абразивными частицами масла. Бочкообразность у шеек образуется при нормальной эксплуатации двигателя в случае смазки шеек маслом, содержащим незначительное количество абразивных частиц.

Шатунные шейки, смазываемые под давлением, в результате износа имеют конусообразную форму (рис. 94). Объясняется это тем, что при вращении вала масло сепарруется и тяжелые абразивные частицы располагаются ближе к поверхности канала, удаленной от оси вращения. По выходе из канала более загрязненное масло попадает на участок шейки, расположенный со стороны щеки, через которую проходит смазочный канал, и шейка с этой стороны больше изнашивается. Конусность шейки приводит к перекоосу шатуна на шейке и износу цилиндра в плоскости, перпендикулярной плоскости качания шатуна.

При эксплуатации коленчатых валов с центробежной очисткой масла нужно иметь в виду, что в случае несвоевременной очистки каналов и полостей шеек повышается износ шеек. Объясняется это тем, что при заполнении полости абразивными частицами они в виде комков попадают между

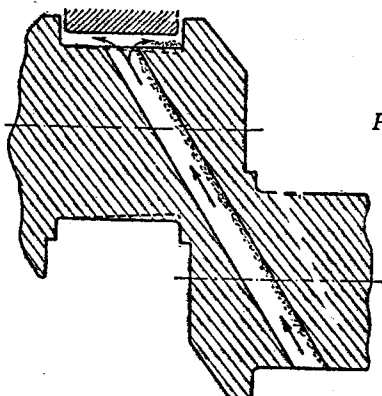


Рис. 94. Износ шеек, смазываемых под давлением

шейкой и подшипником. Очищать полости нужно осторожно, чтобы не поломать и не погнуть трубку, установленную внутри полости. При ремонте коленчатых валов с устройствами для центробежной очистки следует проверять развальцовку трубок.

Износ шатунных шеек по окружности неравномерен. Шейка изнашивается больше со стороны, обращенной к оси коленчатого вала (рис. 95). Это можно объяснить следующим образом.

На шатунную шейку действует сила, возникающая в результате давления газов и передаваемая через шатун на шейку, а также центробежная сила инерции от массы шатуна, отнесенной к вращающимся частям. В результате действия этих сил шейка нагружается и изнашивается больше со стороны, обращенной к оси вращения коленчатого вала.

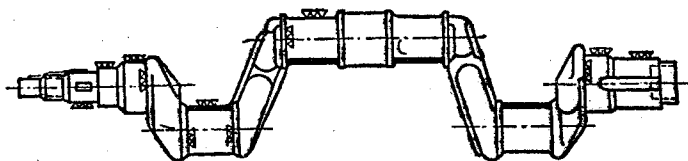


Рис. 95. Расположение участков максимального износа шатунных шеек коленчатого вала

Расположение наибольшего износа коренных шеек зависит от конструкции двигателя.

Изношенные шейки исправляют шлифованием на специальных шлифовальных станках, снабженных центросместителями для шлифования шатунных шеек и приспособлениями для уравнивания смещенного (при шлифовке шатунных шеек) коленчатого вала.

Шлифование коренных шеек не отличается от шлифования обычных цилиндрических деталей. Коренные шейки шлифуют при скорости шлифования 28–32 м/сек, кругом зернистостью 60–100 и твердостью $СМ_2-СТ_1$. Для получения оптимальных микронеровностей (0,69–1,1 микрона) вал вращают со скоростью 15 м/мин при предварительном шлифовании и 8 м/мин при окончательном. Окончательно шейки шлифуют за 3 прохода: два с подачей круга, и один без подачи.

Шейки вала при шлифовании охлаждают эмульсией.

Шатунные шейки шлифуют после установки вала в центросместителях двумя способами:

- 1) с сохранением радиуса кривошипа коленчатого вала;
- 2) с сохранением материала шейки.

В связи с односторонним износом шатунных шеек при установке вала по первому способу с шейки снимают много металла, и диаметр ее резко уменьшается. Если обозначить через a (рис. 96) разность в износе шейки по наименьшему

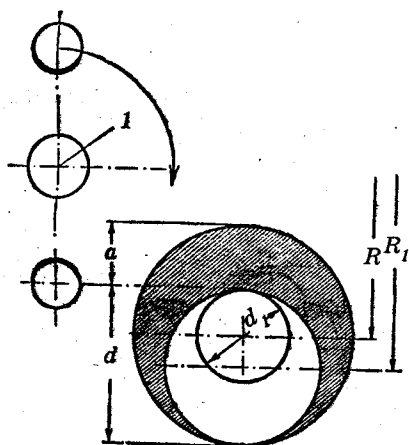


Рис. 96. Изменение радиуса кривошипа и диаметра шейки при шлифовке коленчатого вала:

l — ось коренных шеек

диаметру, через d наименьший диаметр шейки, то максимальный возможный диаметр шейки после шлифования с сохранением радиуса кривошипа R будет:

$$d_1 = d - a.$$

При шлифовании шейки по второму способу вал устанавливают так, чтобы линия центров станка делила наименьший диаметр шейки d пополам. При этом максимально возможный после шлифования диаметр шейки будет:

$$d_1 = d.$$

При такой установке вала диаметр шейки после шлифования будет на величину неравномерного износа a больше, чем при установке вала по первому способу. Следует помнить, что в этом случае радиус кривошипа станет больше на величину, равную половине величины неравномерности износа, т. е.

$$R_1 = R + a/2.$$

При шлифовании коленчатых валов дизельных тракторов вал устанавливают с расчетом сохранения радиуса кривошипа, так как при небольшом расстоянии от днища поршня до клапанов в верхней мертвой точке увеличение радиуса кривошипа приводит к авариям.

Коленчатые валы карбюраторных двигателей шлифуют с сохранением материала шейки. Для шлифования шеек с целью сохранения материала вал устанавливают с помощью центросместителя так, чтобы отклонения индикатора в плоскости колена вала и в перпендикулярной плоскости были парно одинаковыми (рис. 97), т. е.:

$$X = X_1 \text{ и } Y = Y_1.$$

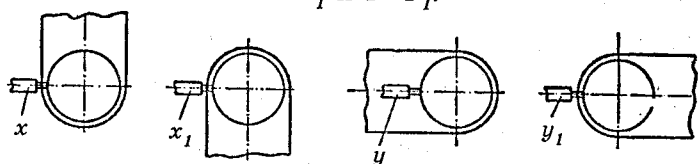


Рис. 97. Установка шатунной шейки коленчатого вала при шлифовке

Для установки коленчатых валов дизельных двигателей, если известен радиус кривошипа, центросместители станка смещают (по имеющейся для этого шкале) на величину радиуса кривошипа. Более точные результаты можно получить, если установку вести по новому валу. Центросместители при этом смещают так, чтобы при вращении шатунной шейки нового вала, установленного в центросместителе, индикатор не показывал заметных отклонений. Если радиус кривошипа вала неизвестен, то его можно определить при помощи специального штангенрейсмуса и микрометра (рис. 98). При этом микрометром измеряют диаметры шатунной и коренной шеек, а штангенрейсмусом определяют расстояние l от поверхности коренной шейки до поверхности шатунной. Из рисунка 66 видно, что:

$$R = \frac{D_{Ш} - D_{К}}{2} + l.$$

Шлифование шатунных шеек отличается от шлифования коренных тем, что число оборотов вала подбирают в зависимости от его длины и веса. Это вызывается тем, что при вращении коленчатый вал, смещенный от оси вращения на расстояние, равное радиусу кривошипа, прогибается (рис. 99)

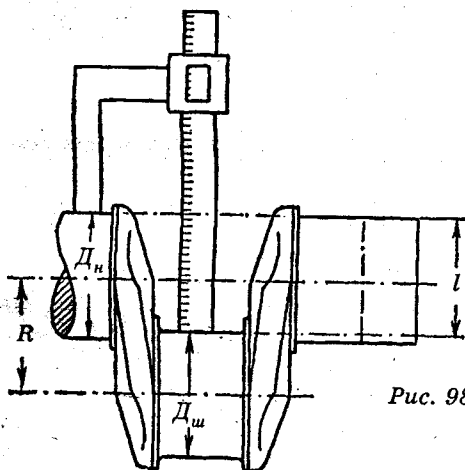


Рис. 98. Определение радиуса кривошипа

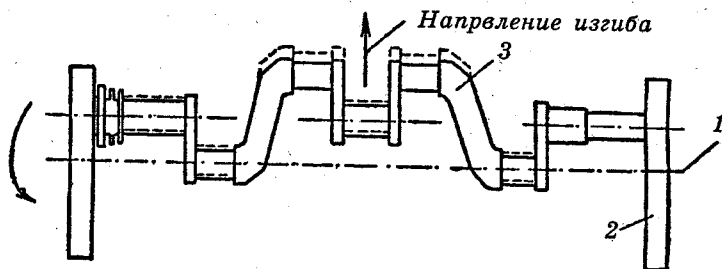


Рис. 99. Изгиб коленчатого вала при шлифовке шатунных шеек:

1 — ось станка, 2 — центросместители, 3 — коленчатый вал

в сторону, противоположную от оси вращения. Этот изгиб будет тем больше, чем больше вес, число оборотов вала и его длина и чем тоньше вал.

Практически допустимое число оборотов вала для шлифования шатунных шеек может быть определено следующим образом. Новый вал, или вал с шлифованными шейками, устанавливают на станок так, чтобы индикатор, подвешенный к одной из средних шатунных шеек, при вращении вала вручную не давал заметных отклонений. Включив станок и постепенно увеличивая скорость вращения вала, определяют число оборотов, при котором биение вала, показываемое индикатором, будет находиться в пределах допуска на обработку (0,01–0,02 мм).

При шлифовании шеек коленчатого вала необходимо строго следить за сохранением радиусов галтелей. Для получения заданного радиуса галтелей углы шлифовального круга закругляют алмазом или его заменителем.

Изгиб коленчатых валов устраняют холодной правкой при помощи прессы или местным наклепом щек с помощью пневматических молотков. При этом нужно иметь в виду, что выправленные в холодном состоянии валы опять изгибаются. Поэтому правки валов следует по возможности избегать.

Валы надо править только в случае, когда размеры шеек вследствие прогиба вала выходят за пределы ремонтных размеров.

Скручивание валов — явление редкое и носит аварийный характер. Скрученные валы не правят.

При ремонте коленчатых валов, имеющих противовесы, необходимо проверять их крепление. Прочность крепления проверяют остукиванием противовесов легким молотком.

В случае ослабления подтягивают болты (или гайки шпилек), крепящие противовесы.

К отремонтированным коленчатым валам предъявляют следующие требования:

1) шатунные и коренные шейки должны иметь гладкую поверхность и искажения геометрической формы их не должны превышать 0,01 мм для валов двигателей КДМ-46, П-46 и Д-54 и 0,02 мм для валов двигателей «Универсал», 1 МА и Д-35;

2) шейки коленчатых валов должны быть шлифованы под один размер; допускаемая разность между размерами шеек не должна превышать 0,05 мм;

3) радиусы галтелей должны быть в пределах 5–6 мм для валов тракторных двигателей и 2–3 мм для валов автомобильных двигателей и двигателя П-46;

4) кромки масляных каналов должны быть затуплены; каналы должны быть чистыми;

5) противовесы не должны обезличиваться;

6) разница в величине радиуса кривошипа не должна превышать 0,5 мм; увеличение радиуса кривошипа для дизельных двигателей не допускается;

7) валы, шейки которых после шлифования имеют диаметр меньше допустимых величин, необходимо выбраковывать.

2.6. Ремонт подшипников скольжения

В качестве антифрикционных сплавов для подшипников скольжения автотракторных двигателей применяются баббиты и свинцовистая бронза.

Характерными дефектами подшипников, покрытых слоем антифрикционного сплава, являются: усадка и износ антифрикционного слоя, трещины и выкрашивание.

Все эти повреждения устраняют заменой антифрикционного слоя.

2.7. Ремонт баббитовых подшипников

Ремонт баббитовых подшипников складывается из следующих основных этапов: подготовки подшипников к заливке (обезжиривание, удаление старого баббита, раздача вкладышей, нанесение флюса, плавление баббита, подогрев формы), заливки и механической обработки.

Подготовка подшипников к заливке. Для обезжиривания подшипники, поступившие в ремонт, кипятят в 10%-ном растворе каустической или кальцинированной соды.

Старый баббит из подшипника удаляют нагревом в пламени паяльной лампы, погружением в ванну с расплавленными отходами баббита, нагревом в индукционной электрической печи.

При удалении баббита паяльной лампой пламя направляют на подшипник или вкладыш с тыльной стороны. Направлять пламя непосредственно на баббит нельзя, так как при этом он интенсивно окисляется. После того как баббит начнет плавиться, подшипник встряхивают над тиглем (или противнем) и очищают от остатков баббита стальной щеткой.

При выплавлении в ванне с расплавленными отходами баббита в нее погружают подшипник (или вкладыш), выдерживают его в ней до плавления баббита, после чего подшипник встряхивают и очищают стальной щеткой.

Расплавленный баббит в ванне необходимо закрыть слоем древесного угля или хлористым цинком для предохранения от окисления.

Баббит можно также выплавлять введением подшипника в низкочастотный индуктор. В качестве такого индуктора может быть применена катушка (рис. 100), имеющая 135 витков из провода ПБД диаметром 3,05 мм. Индуктор включают в сеть с напряжением 220 в.

При подборе вкладышей их насухо протирают, вставляют в тщательно обезжиренное и насухо вытертое гнездо подшипника, после чего определяют выступание зажатого вкладыша над плоскостью разъема подшипника или приспособления.

При хорошем прилегании к гнезду и при наличии нормального выступания над плоскостью разъема подшипника (для толстостенных вкладышей 0,10–0,30 мм, а для тонкостенных 0,01–0,03 мм) вкладыш раздают на приспособле-

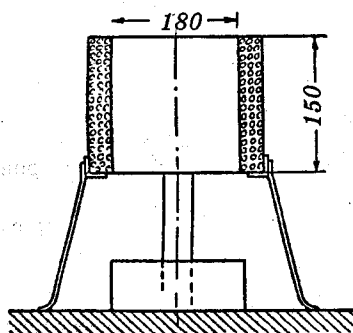


Рис. 100. Низкочастотный индуктор для выплавки старого баббита

нии (рис. 101). Эта операция позволяет избежать скручивания вкладыша после заливки и усадки баббита.

Толстостенные вкладыши раздают на величину 0,4–0,5 мм, а тонкостенные — в пределах 0,5–1,2 мм.

Проверенные вкладыши после раздачи покрывают с наружной стороны обмазкой, предохраняющей поверхности, не подлежащие лужению, от попадания на них полуды. В качестве такой обмазки применяется мел, перемешанный с жидким стеклом.

Поверхности вкладыша можно предохранить также от пристаивания к ним полуды протираием нагретого до температуры 50–70° вкладыша асбестовой ватой, смоченной в концентрированной серной кислоте. При этом на остальной поверхности создается пленка, к которой не пристает полуда. Отверстия во вкладыше нужно закупорить пробками из асбеста. Поверхности вкладыша, подлежащие лужению, покрывают флюсом. В качестве флюса применяют водный раствор хлористого цинка $ZnCl_2$, или раствор хлористого цинка с добавкой 50 г/л нашатыря.

Лужение подшипников. Для лужения применяют прутки полуды, которым натирают нагретый до температуры плавления полуды вкладыш. Можно также облуживать вкладыш, погружая его в тигель с расплавленной полудой. Излишки полуды удаляют с поверхности стальной щеткой. В качестве сплава для полуды применяют свинцовистый третник. Для баббитов на свинцовой основе, например БТ, БН, Б-2, можно применять в качестве полуды свинец.

При лужении поверхностей, покрытых свинцовистой бронзой, нужно строго следить, чтобы вкладыш не перегревался, так как при этом он плохо облуживается. Лужение чугунных поверхностей требует особой подготовки. Наилучшие результаты получаются в случае применения чистой проточки поверхности, а также при зачистке наждачной шкуркой. Наждачная шкурка удаляет с поверхности чугуна свободный графит и несколько увеличивает поверхность феррита.

Увеличить сцепление чугунной поверхности с полудой можно также натиранием поверхности латунным прутком, латунной щеткой или смазыванием поверхности раствором медного купороса.

Лужение алюминиевых поверхностей затруднено наличием на поверхности алюминия твердой пленки окисла, плавящейся при высокой температуре. Чтобы соединить алюминий с полудой, необходимо удалить пленку механическим путем под слоем флюса. Для этого на поверхность, подготавливаемую к лужению, насыпают хлористый цинк и рас-

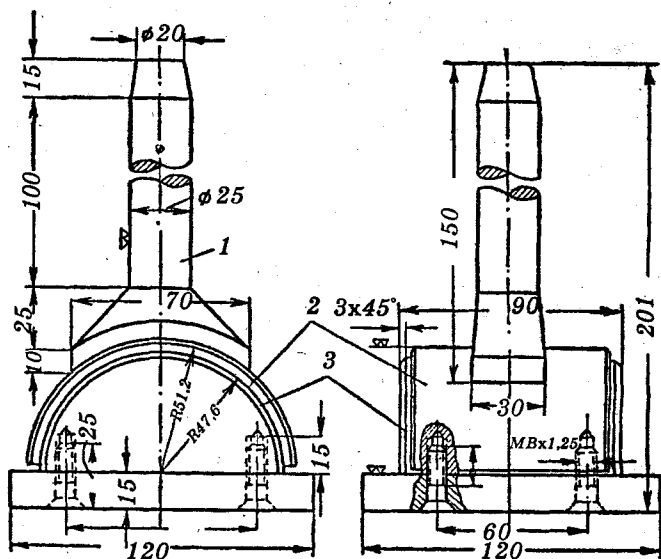


Рис. 101. Раздача вкладыша в приспособлении:

1 — наставка, 2 — вкладыш, 3 — подставка

плавляют. Затем поверхность нагревают до плавления полуды и наносят последнюю. После этого металлическим скребком под слоем полуды и хлористого цинка разрушают и очищают пленку окислов, и полуда соединяется с алюминием. Лужение удобнее выполнять стальным паяльником, которым разрушают пленки окислов.

Алюминий можно лудить свинцовистым третником и оловом или, что лучше, алюминиевыми припоями, например, припоем, состоящим из 25% цинка, 55% олова, 20% кадмия, или припоем, состоящим из 50% алюминия и 50% цинка. Последним припоем можно лудить, не применяя флюсы.

Соединение полуды с поверхностью подшипника или вкладыша происходит за счет диффузии, вследствие которой расплавленная полуда проникает в нагретую поверхность вкладыша. Качество лужения определяют осмотром. Сразу после лужения приступают к заливке.

Заливка баббитовых подшипников. Для заливки подшипников применяют баббиты БТ, БН, БМ, Б-83 и Б-2. Для заливки тонкостенных вкладышей больше всего подходит баббит Б-2, состоящий из 1,5–2,5% олова, 0,2–0,4% кальция, 0,15–0,4% натрия, 0,1% магния и 96,7–98,05% свинца.

Существуют следующие виды заливок: статическая, или обыкновенная, центробежная, вибрационная, заливка под давлением, заливка с последующей опрессовкой слоя и заливка с последующим жидким штампованием.

Кроме заливки, подшипники можно также ремонтировать посредством прокатанного листового баббита, напайкой слоя баббита паяльником, нанесением слоя с помощью пластической деформации баббита в холодном состоянии, а также подбором подшипников с использованием старого баббита без перезаливки.

При статической заливке расплавленный баббит заливают в неподвижную форму, образованную прибором и установленным в нем подшипником или вкладышем (рис. 102).

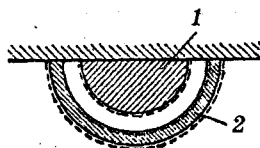


Рис. 102. Схема статической заливки вкладышей:
1 — сердечник прибора,
2 — вкладыш

В момент заливки расплавленного баббита сердечник прибора и подшипник должны быть нагреты. При этом следует помнить, что в случае низкой температуры сердечника баббит, остывая, плохо сплавляется с полудой и иногда не успевает заполнить всю форму, а в случае высокой температуры вкладыша или подшипника плавится и стекает полуда. Чем выше температура расплавленного баббита при заливке, тем меньше может быть температура сердечника. Обычно при заливке подшипников баббитом Б-83 сердечник должен быть нагрет до температуры 180–200°, а при заливке баббитом БТ 150–175°.

Баббит нужно заливать не позже чем через 7–10 секунд после лужения вкладыша. Струя баббита должна быть по возможности короткой и непрерывной. Длинная струя приводит к захватыванию воздуха и образованию воздушных раковин в залитом слое. Прерывистая струя приводит к образованию окислов между отдельными спаями баббита и к образованию в дальнейшем трещин в баббитовом слое.

В процессе плавления баббит нужно предохранять от окисления, так как при этом изменяется его состав и ухудшаются его механические свойства.

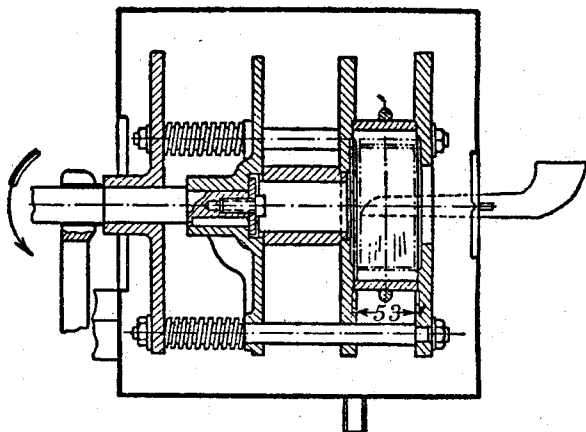
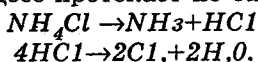


Рис. 103. Схема центробежной заливки подшипника

Чтобы предохранить баббит от окисления в тигле, поверхность его покрывают слоем древесного угля толщиной 2–3 см. Для этого применяют куски угля величиной 2–3 мм.

Лучше применять для этой цели хлористый цинк, который, находясь на поверхности, предохраняет баббит от окисления и раскисляет окислы. Особенно много окислов содержится в баббите при неправильном использовании отходов последнего (сплески, литники, стружка).

К свежему баббиту разрешается добавлять до 30% стружки, сплесков и литников. Для получения хороших результатов стружку следует поливать раствором хлористого цинка. После высыхания стружку нужно спрессовать под прессом в брикеты и в таком виде добавлять в расплавленный баббит. Баббит с добавкой стружки в процессе плавления следует очищать (рафинировать) нашатырем. Для этого в закрытую ложку с отверстиями закладывают порцию нашатыря (из расчета 2–3 г на 1 кг баббита). Затем ложку опускают на дно тигля. При этом нашатырь распадается на аммиак и соляную кислоту, которая отнимает кислород от окислов и очищает баббит. Процесс протекает по таким реакциям:



Температуру расплавленного баббита лучше всего проверять с помощью пирометра или стеклянным термометром со шкалой до 500°, закрытым защитным кожухом.

Скорость охлаждения залитого подшипника оказывает решающее влияние на структуру баббита. Для получения хорошей структуры залитый подшипник следует охлаждать водяной пылью, тряпкой, смоченной в воде, или воздухом.

При центробежной заливке (рис. 103) расплавленный баббит заливают во вращающуюся форму, в которую установлен заливаемый подшипник или вкладыш.

Благодаря трению баббита о стенки вкладыша и сплавлению его с полудой залитый баббит начинает вращаться вместе с вкладышем.

По сравнению со статической заливкой центробежная заливка обладает рядом преимуществ:

1) получается более мелкозернистая структура за счет лучших условий охлаждения и перемешивания баббита в момент образования кристаллических центров;

2) достигается большая плотность баббита вследствие больших давлений от центробежных сил; в слое отсутствуют поры и раковины, так как пузырьки газов выдавливаются баббитом и расстояние для выхода газов меньше, чем при статической заливке (рис. 104);

3) достигается экономия баббита за счет меньших припусков на обработку и более длительного срока службы подшипника;

4) повышается производительность за счет уменьшения времени на установку подшипника (при хорошо сконструированном приборе) и за счет большей скорости охлаждения;

5) уменьшается коэффициент трения (при статической заливке коэффициент трения равен 0,016, а при центробежной для тех же условий только 0,0093).

В случае недостаточной скорости охлаждения при центробежной заливке возможны случаи ликвации, т. е. расслоения баббита на составные части по удельному весу.

Ликвация, получающаяся в обычных условиях центробежной заливки, не ухудшает работоспособности подшипника.

При вибрационной заливке (рис. 105) баббит заливают в вибрирующие формы.

Наиболее простыми устройствами для создания вибрации являются рессора и электродвигатель с дисбалансом.

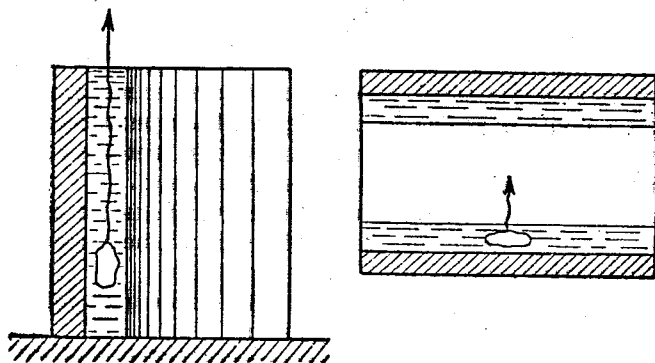


Рис. 104. Схема выхода газа при статической и центробежной заливках подшипников

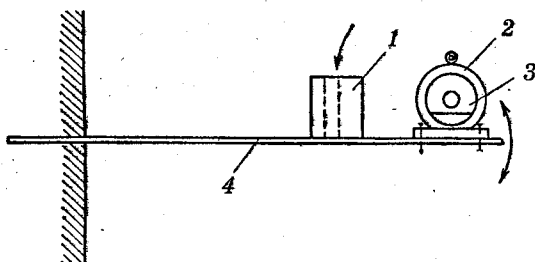


Рис. 105. Вибрационная заливка подшипника:
1 — форма, 2 — электродвигатель, 3 — дисбаланс, 4 — пружина

Этот вид заливки занимает промежуточное положение между статической и центробежной заливками. При вибрационной заливке достигается некоторое уплотнение баббита, облегчение выхода газов благодаря встряске и лучшее заполнение узких промежутков.

Для заливки под давлением применяют специальные устройства, дающие возможность подавать расплавленный баббит в форму под давлением от 4 до 20 кг/см². Наиболее простыми устройствами, применяемыми для этих целей, являются поршневые установки (рис. 106).

Заливка под давлением характеризуется следующими преимуществами:

- 1) хорошим заполнением формы даже при малых толщинах слоя;
- 2) образованием блестящей поверхности баббита при использовании полированного сердечника формы;
- 3) быстрым охлаждением баббита вследствие заливки расплавленного баббита при более низких температурах;
- 4) при правильном расположении сердечника и хорошем состоянии его поверхности позволяет избежать последующей механической обработки (расточки или шабровки);
- 5) экономией баббита, так как отсутствуют относительно большие литники и исключается разлив баббита;
- 6) копированием формы с точностью $\pm 0,01$ мм.

Заливка с последующим прессованием слоя заключается в том, что сразу же после перехода из жидкого в твердое состояние баббит прессуют с помощью рычажного или вин-

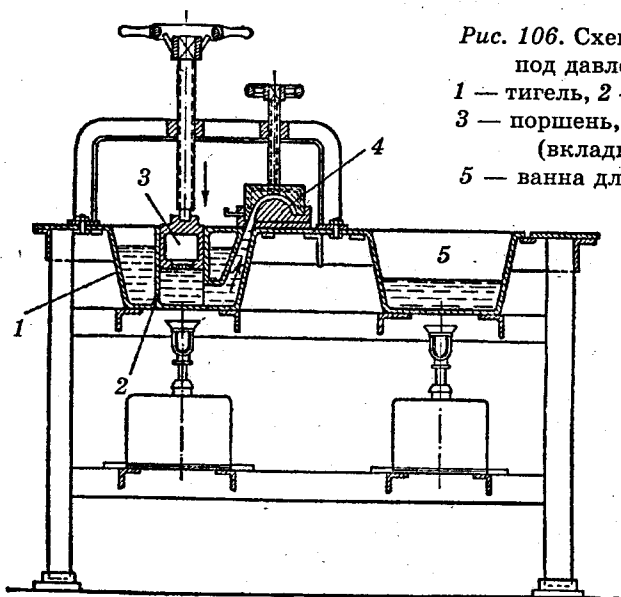
гового приспособления (рис. 107). При этом нагретый баббит хорошо копирует форму.

При заливке с последующим жидким штампованием (рис. 108) в горизонтально расположенный вкладыш или подшипник, закрытый с боков щеками приспособления, заливают порцию баббита, в которую (до затвердевания баббита) опускают сердечник, вытесняющий баббит к верхней части вкладыша или подшипника. После перехода баббита из жидкого состояния в твердое состояние сердечник дополнительно нагружают.

Применение этого вида заливки позволяет уменьшить припуски на последующую обработку по сравнению со статической заливкой.

Качество залитых подшипников проверяют осмотром и остукиванием. Хорошо залитый подшипник при ударах издает чистый металлический звук.

Применение прокатанного листового баббита для ремонта подшипников. При определенных режимах баббиты



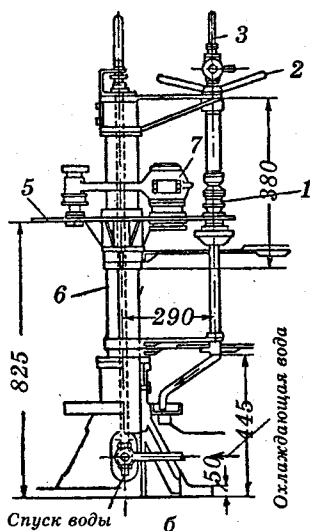
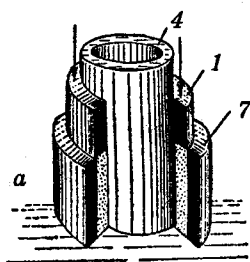


Рис. 107. Заливка с последующим прессованием:

- а — схема заливки, б — станок для заливки с последующим прессованием, 1 — пуансон, 2 — штурвал винтовой подачи, 3 — шланг для подачи воды в гильзу, 4 — гильза (сердечник), 5 — стол, 6 — стойка, 7 — подшипник

хорошо прокатываются в листы. При прокатке вальцы должны быть нагреты до температуры $150-180^{\circ}$. Слитки баббита рекомендуется нагревать перед прокаткой до этой же температуры. Линейное обжатие баббита не должно превышать $0,3$ мм за один пропуск через вальцы.

Прокатанный баббит после нормализации, т. е. после выдержки около часа при температуре $220-225^{\circ}$ и охлаждения на воздухе, обладает лучшими усталостной прочностью, сопротивлением деформации при динамических нагрузках, пределом пропорциональности при сжатии, износостойкостью и др.

Основные преимущества применения листового прокатанного баббита следующие:

1) экономия баббита, так как его не подвергают переплавкам;

2) уменьшение припусков на последующую обработку; при использовании приспособлений, позволяющих точно расположить заготовку из листового баббита в подшипнике, механическая обработка может быть исключена;

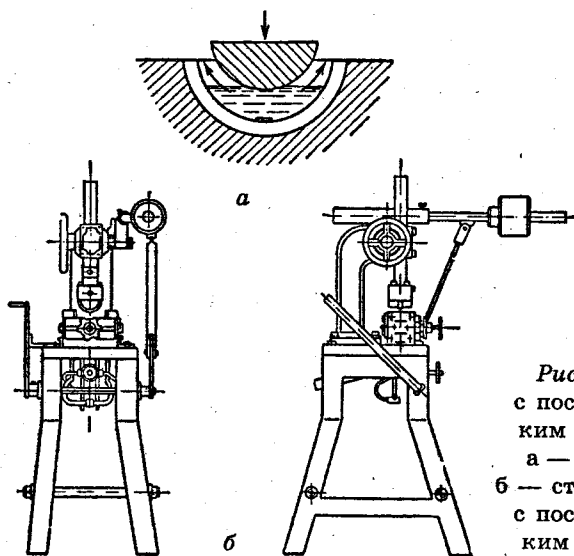


Рис. 108. Заливка с последующим жидким штампованием:
 а — схема заливки,
 б — станок для заливки с последующим жидким штампованием

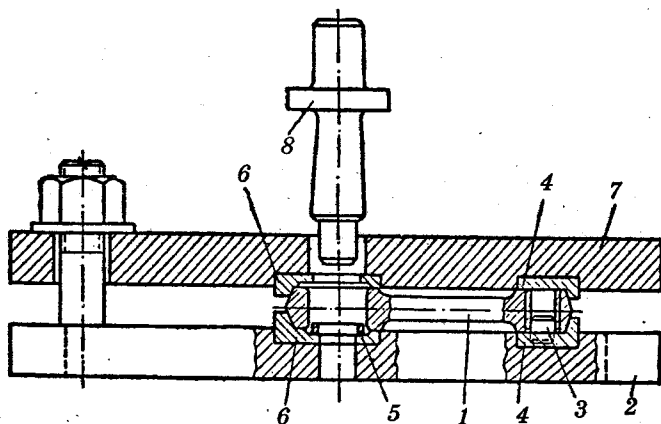


Рис. 109. Нанесение баббитового слоя с помощью пластической деформации:
 1 — шатун, 2 — матрица, 3 — палец, 4 — вкладыш, 5 — баббит,
 6 — фланец, 7 — крышки, 8 — пуансон

3) для подшипников могут быть использованы дешевые баббиты, переплавки которых настолько снижают их качество, что применение их становится нерациональным (например, свинцовисто-кальциевых баббитов БНК, состоящих из 98% свинца, 0,8% кальция и 1,2% натрия).

Разработаны следующие способы крепления листового баббита в подшипнике: пайка по торцам, крепление раздвечей усиков, входящих в вырезы разъема подшипника, припайка по всей поверхности.

Из всех этих способов интерес представляет припайка разогнутой по радиусу подшипника заготовки из листового баббита по всей поверхности.

Для припайки заготовки подшипник облуживают, а наружную поверхность предварительно изогнутой заготовки листового баббита тщательно зачищают. Затем заготовку прижимают к расплавленной полуде, покрывающей подшипник. При его остывании заготовка припаявается к подшипнику. При правильном расположении сердечника прибора, подобранного по размеру шейки вала (с учетом зазора), механическая обработка может быть исключена.

Напайка баббита. Ремонт подшипников напайкой баббита паяльником является малопроизводительной операцией, но дающей хорошее крепление баббита к вкладышу. При напайке вкладыш закрепляют в приспособлении, позволяющем установить горизонтально напаяемый участок.

Нанесение баббитового слоя с помощью пластической реформации. При этом способе подшипник устанавливают в приспособление (рис. 109), в котором пуансон, вдавливаясь в кольцо из баббита, заставляет его течь между пуансонной и облуженной поверхностью подшипника.

При этом способе ремонта подшипников исключается последующая обработка, так как при обратном ходе пуансона отверстие калибруется.

В связи с отсутствием припусков на последующую обработку достигается экономия баббита.

Ремонт подшипников с использованием старого баббита. При большой программе ремонтного предприятия возможен способ ремонта с использованием старого баббита, остающегося в подшипниках после предыдущей эксплуатации.

При этом способе ремонта подшипники, работающие с валами, имеющими шейки меньших диаметров, комплектуют с валами, у которых шейки имеют больший диаметр. Под эти шейки растачивают подобранные подшипники. Недостаток этого способа заключается в том, что в баббитовом слое могут остаться необнаруженными очаги усталостных разрушений.

2.8. Ремонт подшипников, залитых свинцовистой бронзой

Перезаливка подшипников, залитых свинцовистой бронзой (СВ-30), характеризуется рядом затруднений:

1) высокой температурой плавления свинцовистой бронзы (1000–1050°);

2) значительным окислением поверхностей (окисление происходит вследствие нагрева до высокой температуры вкладыша перед заливкой);

3) сложностью изготовления форм для заливки вкладышей;

4) склонностью свинцовистой бронзы к ликвации;

при зональной ликвации свинцовистой бронзы в верхнем ее слое оказывается медь, а в нижнем — свинец; при структурной ликвации кристаллы меди в некоторых участках ограничивают крупные включения свинца; при обратной ликвации дендриты меди выжимают свинец на поверхность подшипника. Небольшие примеси железа, цинка, алюминия, висмута и марганца увеличивают склонность свинцовистой бронзы к ликвации.

Свинцовистую бронзу можно заливать в подшипники одним из следующих способов:

1) статической заливкой;

2) заливкой погружением;

3) центробежной заливкой с нагревом пламенем газовой горелки, электродуговым или высокочастотным нагревом;

4) дуговой наплавкой слоя;

Вместо перезаливки можно покрывать подшипник из свинцовистой бронзы тонким слоем баббита.

Статическая заливка свинцовистой бронзы. Перед заливкой вкладыш предварительно подготавливают. Подготовка заключается в выплавлении старого слоя свинцовистой брон-

зы или снятии его резцом на токарном станке. К вкладышу, освобожденному от бронзы, приваривают с помощью газовой горелки или электродуговой сварочной установки заготовку из жести (рис. 110) и получают форму для заливки.

Форму подвергают химической очистке: обезжиривают в 10–15%-ном растворе щелочи $NaOH$ в течение 1,5–2 минут, выдерживают после этого в ванне с раствором соды Na_2CO_3 при температуре 90–100° в течение 1,5–2 минут и затем в кипящей воде 1–2 минуты. Нагретую до температуры 70–80° форму со стороны вкладыша покрывают бурой, замешанной на воде, и сушат. Перед заливкой форму нагревают в тигельной печи или в горне на древесном угле.

Во время нагрева слой горящего угля должен быть расположен выше формы.

Продукты сгорания угля заполняют форму и создают нейтральную среду, защищающую ее от окисления.

Продолжительность нагрева формы около 15 минут. В нагретую до температуры 1000–1050° форму заливают предварительно тщательно перемешанную расплавленную свинцовистую бронзу. Бронзу плавят в графитовом или шамотном тигле, предохраняя ее от окисления слоем буры. Залитую форму охлаждают водяным туманом. При охлаждении бронза припаивается к вкладышу и жести. После охлаждения жестяную заготовку, приваренную к вкладышу, удаляют проточкой на токарном станке.

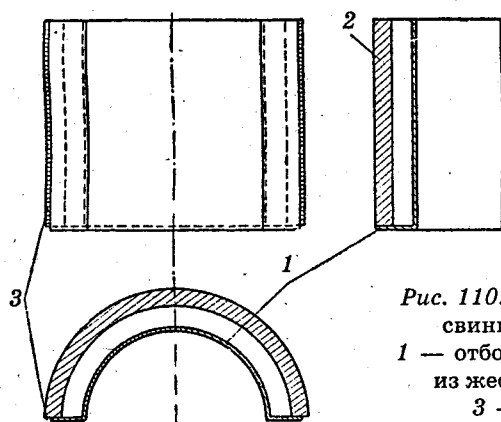


Рис. 110. Форма для заливки свинцовистой бронзы:
1 — отбортованная полутруба из жести, 2 — вкладыш,
3 — сварной шов

Заливка погружением. При заливке погружением форму готовят и подвергают химической очистке так же, как и перед статической заливкой. Затем форму нагревают в расплавленной буре до температуры $1000-1050^{\circ}$. При этом она заполняется расплавленной бурой.

Форму, заполненную бурой, переносят в тигель с расплавленной свинцовистой бронзой.

Бронза вытесняет буру и заполняет форму. Режим охлаждения и дальнейшая механическая обработка вкладыша такие же, как и после статической заливки.

Центробежная заливка свинцовистой бронзы. При центробежной заливке свинцовистой бронзы очищенные вкладыши устанавливают в наружный стакан приспособления и в него запрессовывают стружку свинцовистой бронзы, перемешанную с бурой (5%) и перекисью марганца (5%). Слой стружки должен быть по объему в три раза больше слоя, который желают получить после заливки. Стакан с вкладышами после запрессовки стружки устанавливают в станок. После пуска станка стакан и вкладыш сверху нагревают газовыми горелками для индуктором высокочастотной установки. При нагреве наружного стакана и вкладыша до температуры $1000-1050^{\circ}$ бронза плавится. Затем внутрь вкладыша вводят трубку с мелкими отверстиями, через которые поступает вода для охлаждения залитых вкладышей.

При использовании электрической дуги для плавления стружки внутрь вкладыша через сверления в валах вводят угольные электроды, изолированные от установки и соединенные со сварочным трансформатором. После распределения стружки электроды вынимают и внутрь полдников вводят трубку, по которой поступает вода для охлаждения.

Дуговая наплавка свинцовистой бронзы. Дуговую наплавку свинцовистой бронзы на вкладыш осуществляют при помощи сварочной установки постоянного тока.

При наплавке вкладыш соединяют с отрицательным полюсом установки, а электрод — с положительным. Для наплавки применяют электрод диаметром 6–8 мм из свинцовистой бронзы. Затем наплавляемый участок покрывают слоем толщиной 2–3 мм размолотой прокаленной буры. Рекомендуемая величина тока во время наплавки 220–240 А. При увеличении тока получаются трещины, при снижении

— раковины. Подшипник рекомендуется наплавлять в два слоя, проковывая каждый слой молотком.

Покрытие подшипников из свинцовистой бронзы тонким слоем баббита. Способ основан на свойстве тонких слоев баббита выдерживать значительные нагрузки. Перед заливкой вкладыши устанавливаются в приспособление. Баббит заливают во вкладыши обычными способами.

Более хорошие результаты дает переделка ремонтируемых вкладышей в ячеистые. Для получения ячеек применяют специальные опрессовочные приспособления. На рис. 111 приведены детали приспособления для создания ячеек на вкладышах коренных и шатунных подшипников двигателя Д-54. В очищенные и обезжиренные вкладыши вставляют корпус приспособления и разжимают разрезанным на 8 секторов кольцом с рифленой наружной поверхностью. Секторы разжимают под прессом с помощью конической оправки. Ячейки на вкладышах можно получать накаткой специальными зубчатыми роликами, установив вкладыши в разрезную гильзу (рис. 112).

Размеры приспособления для накатки приведены в табл. 46 и на рисунке 112.

Обработка подшипников после нанесения антифрикционного слоя. После нанесения антифрикционного слоя подшипники растачивают или растачивают и шабруют. Расточку выполняют на специальных расточных станках. Лучше всего растачивать подшипники на станках, позволяющих одновременно обрабатывать подшипники верхних и нижних головок шатунов, так как при этом исключается перекосячиваемых отверстий.

В случае недостаточного прилегания к шейкам вала подшипники после расточки шабруют.

Таблица 46

Наименование вкладышей	Размеры (в мм)					
	d	d ₁	d ₂	d ₃	D	ь
Шатунный двигателя Д-35	81,2	116	77	87	130	7
Шатунный двигателя Д-54	91,2	126	87	97	140	7
Коренные двигателей Д-35 и Д-54	95,2	127	90	101	140	10

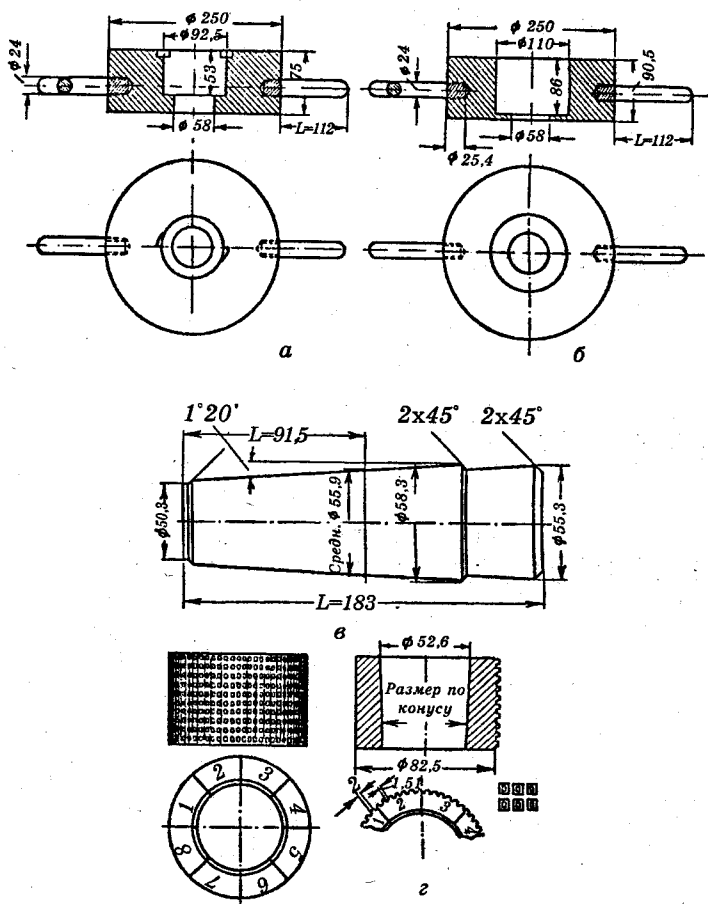


Рис. 111. Детали приспособления для опрессовки вкладышей двигателя:
 а — корпус для опрессовки вкладышей шатунного подшипника,
 б — корпус для опрессовки коренных вкладышей, в — конусная оправка, г — разрезное кольцо

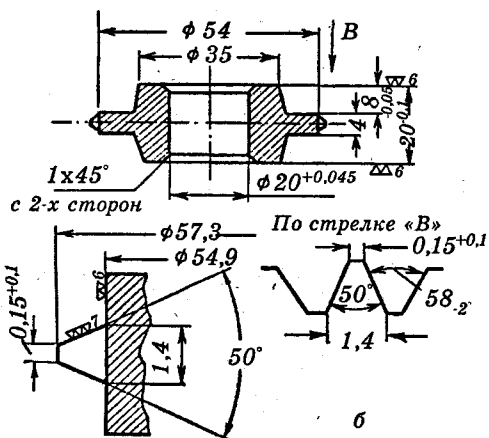
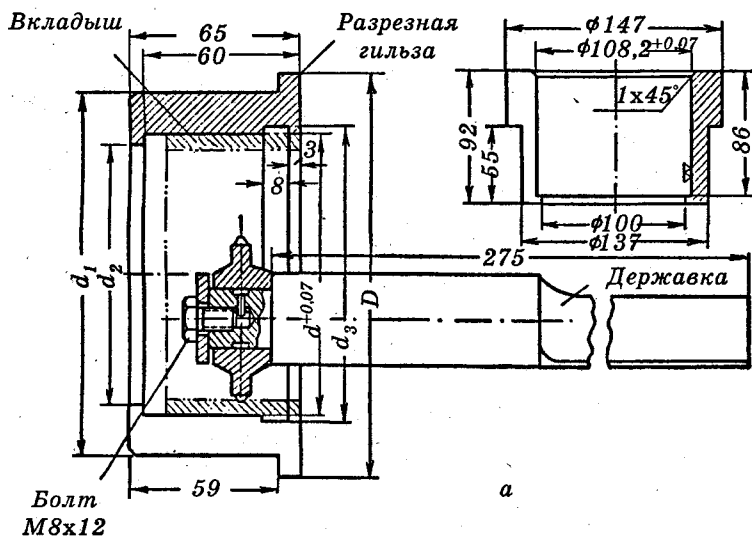


Рис. 112. Приспособление для накатки ячеек:
 а — разрезная гильза для накатки пятого коренного подшипника, б — накатный ролик

Для получения равноценных с расточкой результатов подшипники следует шабрить по валу, диаметр шеек которого больше диаметра шеек вала, для которого предназначены подшипники, на величину зазора.

Окончательно подшипники можно также обрабатывать прошивками, имеющими режущие зубья и калибрующие пояски.

§ 3. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Износ деталей механизма газораспределения оказывает большое влияние на работу двигателя.

Износ гнезд приводит к нарушению герметичности и к углублению клапанов, вызывая уменьшение степени сжатия и падение мощности двигателя.

Износ опорных площадок под клапанными пружинами и уменьшение упругости последних приводят к уменьшению предварительной затяжки пружины, к более плохому прилеганию клапана к гнезду и иногда к подъему выпускных клапанов при такте впуска.

Износ кулачковых валов приводит к нарушению фаз распределения и потере мощности двигателя.

3.1. Ремонт клапанов

Основными дефектами клапанов являются: износ фаски, стержня, торца и участков соприкосновения выточки с сухариками.

При износе фаски клапан шлифуют на специальных приборах, дающих возможность поворачивать клапан на необходимый угол (обычно 45°) относительно оси вращения круга (рис. 113).

Фаску клапана можно шлифовать и на токарном станке с помощью суппортно-шлифовальной дрели. При этом стержень клапана зажимают в патроне токарного станка, а дрель устанавливают на суппорте так, чтобы ось шпинделя с осью стержня клапана составляла угол в 45° .

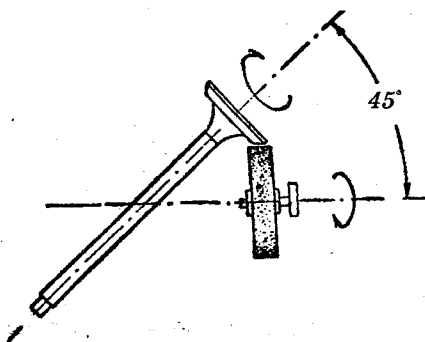


Рис. 113. Шлифование фаски клапана

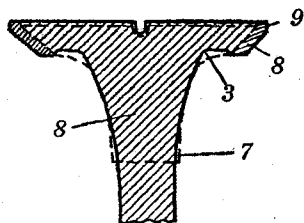
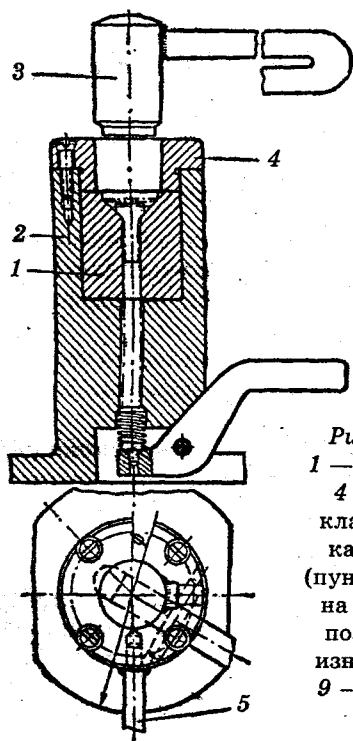


Рис. 114. Раздача тарелки клапана: 1 — матрица, 2 — корпус, 3 — пуансон, 4 — кольцо, 5 — ручка, 6 — форма клапана после штамповки кольцевой канавки с нижней стороны тарелки (пунктиром показано очертание клапана до ремонта), 7 — цилиндрический пояс, получаемый при осадке, 8 — износ фаски, заполняемый при осадке, 9 — металл, вытесняемый при осадке

Фаску обрабатывают при скорости шлифования в пределах 28–32 м/сек. Для шлифования фаски применяют корундовый круг твердостью СТ-С₂ и зернистостью 60–80. Шлифовать фаску можно только до тех пор, пока сохраняется цилиндрический поясok тарелки клапана.

После этого можно отремонтировать фаску клапана наплавкой. В качестве присадочного материала для впускных клапанов применяют сталь 45Х, а для выпускных — силхромовую сталь ЭСХ8. После наплавки клапан подвергают термообработке: закалке и отпуску.

Диаметр тарелки клапана может быть также увеличен раздачей (рис. 114). Для этого клапан нагревают до температуры 800–850° и раздают, после чего его подвергают термообработке.

Изношенные стержни клапанов шлифуют под уменьшенный размер или хромируют до получения нормального размера. Торцы стержней клапанов ремонтируют наплавкой с последующей шлифовкой.

3.2. Ремонт гнезд клапанов

Характерная неисправность гнезда — износ фаски в результате коррозии, смятия и действия абразивных частиц.

Лучший способ ремонта клапанных гнезд — шлифовка абразивными наконечниками (рис. 115).

Хорошее качество поверхности и правильную форму фаски получают при скорости вращения оправки около 20000 об/мин.

Зазор между хвостовиком оправки и направляющей втулкой должен быть равен 0,2 мм. При этом зазоре оправка, вращаясь, совершает колебательные движения и придает фаске сферическую форму. На обработку восьми гнезд такой оправкой затрачивается около 10 минут. Этот способ дает возможность увеличить срок службы гнезд без кольцевания до 10 лет. После обработки гнезд этим способом клапаны очень плотно прилегают к гнездам, вследствие чего отпадает необходимость в притирке клапанов.

Наиболее широко распространен способ ремонта клапанных гнезд обработкой их черновыми и чистовыми фрезами,

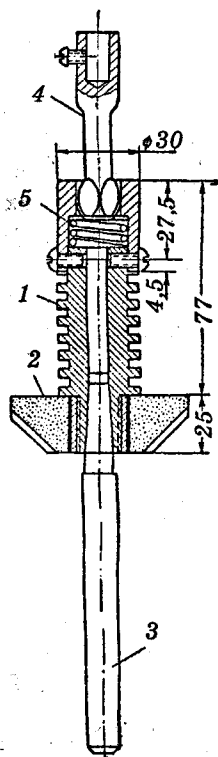


Рис. 115. Приспособление для шлифовки гнезд абразивным наконечником:
1 — корпус, 2 — шлифовальный камень, 3 — направляющий стержень, 4 — наконечник, 5 — пружина

после которой клапаны притирают к гнездам. Для обработки гнезд применяют фрезы с углами наклона режущей части 15, 45 и 75° (черновые) и 45° (чистовые), приведенные на рисунке 116.

Фрезы 15 и 75° применяют для сохранения среднего диаметра и необходимой ширины фаски. При обработке фрезой 15° средний диаметр фаски уменьшается, а при обработке фрезой 75° — увеличивается. Недостатком обработки гнезд фрезами является снятие значительного слоя металла с гнезда. При обработке черновыми фрезами толщина снимаемого слоя металла превышает 0,5 мм, а при обработке чистовыми фрезами — 0,4–0,5 мм.

При большом утопении клапана гнезда восстанавливают кольцеванием.

При этом способе ремонта в расточенные гнезда запрессовывают чугунные кольца с натягом 0,25–0,3 мм.

Более хорошие результаты можно получить в случае смачивания поверхностей кольца перед запрессовкой раствором нашатыря.

Пятигорский ремонтный завод для ремонта клапанных гнезд двигателя КДМ-46 применяет следующую технологию.

В головке делают ступенчатую выточку под гнездо, имеющую размеры, указанные на рисунке 117, а.

Из чугуна вытачивают ступенчатые кольца (рис. 117, б) с расчетом получения натяга от 0,19 до 0,25 мм. Затем кольца смазывают насыщенным раствором нашатыря и запрессовывают в головку. В месте стыка (касания) колец сверлят

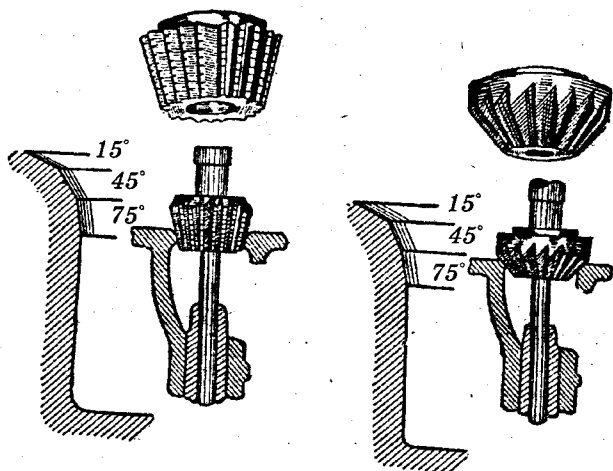


Рис. 116. Углы, под которыми обрабатывается клапанное гнездо

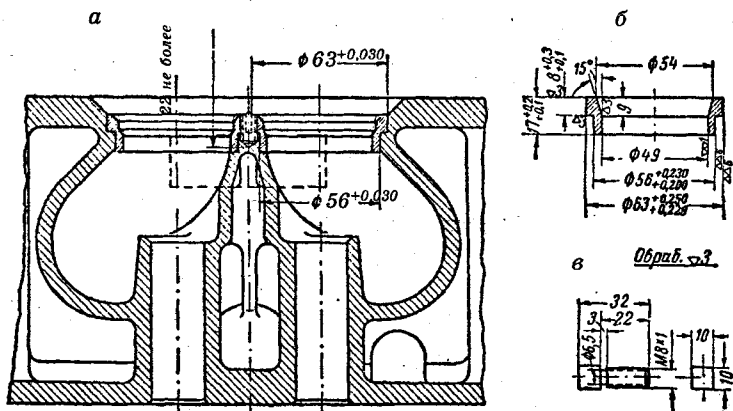


Рис. 117. Кольцевание клапанных гнезд чугунными кольцами:
а — размеры выточек под кольца в головке, б — кольцо,
в — стопор

отверстие глубиной 17 мм и нарезают резьбу размером 8 мм с шагом 1 мм. Резьбу нарезают только перовым и вторым метчиком. В нарезанное отверстие ввинчивают чугунный стопор диаметром 8 мм и длиной 1 мм (рис. 117, б) предварительно смазанный раствором нашатыря.

Расточка головок под гнезда выполняется с помощью приборов. Хвостовик получает вращение от шпинделя сверлильного станка. Прибор для расточки гнезд показан на рис. 118. Гнезда можно растачивать также на расточных станках.

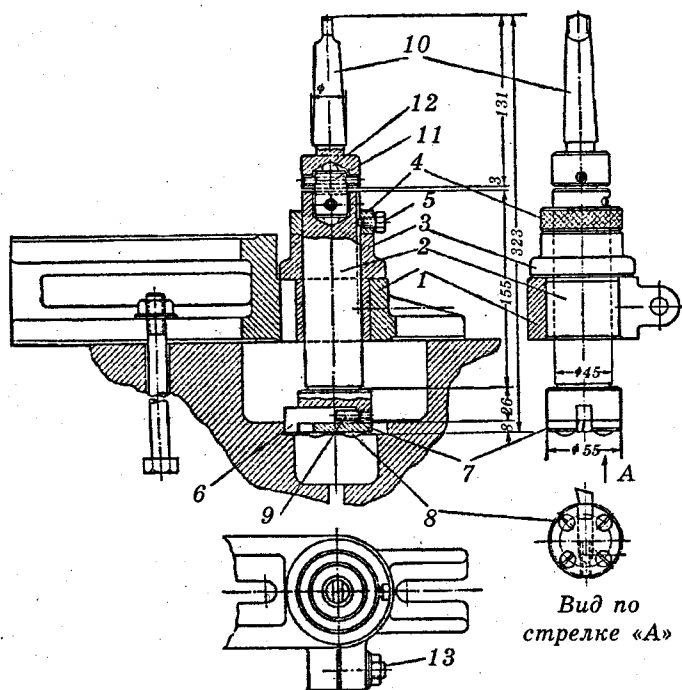


Рис. 118. Универсальный прибор для расточки клапанных гнезд:

- 1 — кронштейн, 2 — резцовая оправка, 3 — направляющая втулка, 4 — кольцо, 5 — стопорный болт, 6 — резец, 7 — зажимная планка, 8 — винт для крепления резца, 9 — винт для регулировки вылета резца, 10 — хвостовик, 11 — сухарь, 12 — шарик, 13 — зажимной болт

При таком способе ремонта имеющиеся между гнездами трещины надежно закупориваются стопором.

Головки, имеющие трещины, кроме рассмотренных ранее способов, могут быть отремонтированы с помощью растворов, образующих в трещинах затвердевшую пленку. К таким растворам относятся: раствор нашатыря или уксусной кислоты в воде; раствор жидкого стекла в воде; раствор хлорного железа, натронной селитры и железного сурика в воде.

Наибольший интерес представляет ремонт трещин с помощью раствора нашатыря. При ремонте головки через трещину продавливают раствор нашатыря. Нашатырь вызывает образование продуктов коррозии, которые вместе с ним создают прочную коллоидную пленку, закупоривающую трещину.

При достаточной выдержке чугунной детали под воздействием раствора нашатыря можно ремонтировать трещины шириной до 0,35 мм.

Для ремонта можно применять раствор нашатыря концентрации от 5% до насыщенного. Чем больше в растворе нашатыря, тем быстрее происходит закупорка. Под давлением трещина обычно несколько расходится и стенки ее омываются раствором нашатыря. После продавливания раствора нашатыря через трещину ремонтируемую головку нужно выдержать (не выливая раствора) в течение 12–24 часов.

Приведенным способом можно устранять трещины даже в таких ответственных местах, как камеры сжатия.

3.3. Притирка клапана и гнезда

Для притирки клапана и гнезда применяют пасту, изготовленную из мелкого наждачного порошка и смеси солидола с автотракторным маслом (автолом).

Абразивный порошок может быть приготовлен из стекла. Для этого стекло завертывают в тряпку и измельчают молотком на наковальне. Толченое стекло засыпают в банку и заливают водой. После энергичного взбалтывания в течение 20–30 сек воду из банки сливают в противень. При этом крупные части стекла остаются в банке, а взвешенные в воде мелкие частицы попадают в противень. После испарения воды остаются мелкие частицы стекла, пригодные для

изготовления пасты. Приготавливая пасту, нужно следить за тем, чтобы абразивный порошок не оседал, а находился во взвешенном состоянии в растворителе. Пасту наносят на фаску гнезда, а клапан устанавливают в отремонтированную направляющую втулку. Чтобы облегчить подъем клапана, между направляющей втулкой и тарелкой клапана устанавливают мягкую пружину.

Клапан притирают возвратно-вращательными движениями, причем в одну сторону клапан перемещают больше, чем в другую. Качество притирки проверяют карандашом, керосином или сжатым воздухом. При проверке карандашом на фаске гнезда и на фаске клапана делают на равных расстояниях четыре черточки, после чего клапан устанавливают в гнездо и проворачивают примерно на четверть оборота. Если при этом все черточки сотрутся, качество притирки считается удовлетворительным. Для проверки керосином клапан собирают с пружиной и под него наливают керосин. Если в течение 5 минут керосин не просочится между клапаном и гнездом, притирку можно считать хорошей.

При проверке сжатым воздухом на участок головки или блока над тарелкой клапана устанавливают металлический стакан (рис. 119), снабженный уплотнительным резиновым кольцом, манометром и штуцером, через который накачивается воздух резиновой грушей. Затем по падению давления судят о качестве притирки.

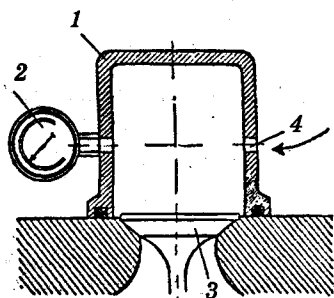


Рис. 119. Проверка качества притирки клапанов:
 1 — стакан приспособления, 2 — манометр, 3 — клапан,
 4 — отверстие для подвода сжатого воздуха

3.4. Ремонт направляющих втулок клапанов

Характерными дефектами направляющих втулок клапанов являются: износ отверстия под стержень клапана, посадочных поясков в сопряжении втулки с головкой или блоком двигателя.

Втулки с изношенными отверстиями развертывают под клапаны нормального или увеличенного размера. При небольшом износе поверхности посадочного пояса втулки нагревают до температуры $900-950^{\circ}$ и выдерживают при этой температуре 15–20 минут. При большом износе посадочные пояски наваривают газовой сваркой и протачивают. Ремонтные втулки выпускаются с уменьшенными внутренними диаметрами.

3.5. Ремонт пружин клапанов

Пружины в процессе эксплуатации теряют упругость и изнашиваются.

Упругость пружин клапанов, как и упругость всех спиральных пружин, восстанавливают повторной термообработкой. Для этого пружину растягивают на 2–3 витка на специальном приспособлении (рис. 120), смазывают обмазкой из жидкого стекла и мела (или предварительно омедняют) и подвергают закалке и отпуску по режимам, соответствующую

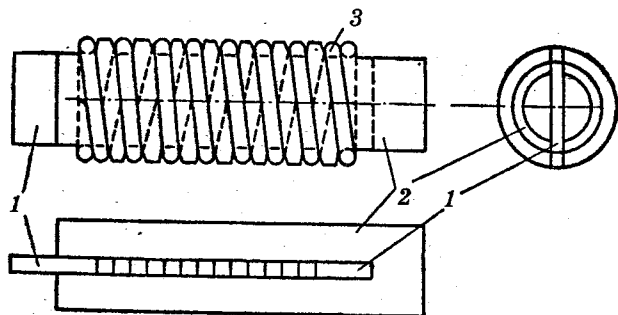


Рис. 120. Приспособление для термообработки пружины:
1 — гребенка, 2 — трубка с вырезом, 3 — пружина

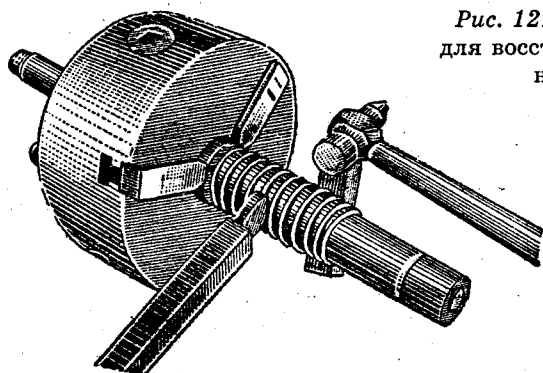


Рис. 121. Приспособление для восстановления клапанных пружин

щим режимам закалки и отпуска, принятым для стали, из которой изготовлена пружина.

Упругость клапанных пружин можно также восстановить наклепом. Для этого пружину устанавливают на товарном станке в приспособление (рис. 121) и прижимают к оправке стальной державкой с прорезью. Шаг подачи, оправки принимают несколько больше шага пружины. Затем, вращая пружину, ее обстукивают молотком. Пружины с изношенными витками заменяют новыми.

Каждую пружину необходимо перед постановкой на токарный станок проверять на упругость на специальных приборах (рис. 122). В табл. 47 приведены длины клапанных пружин и соответствующие усилия в килограммах, которые должны давать пружины при этой длине.

Таблица 47

Марка двигателя	Длина пружины (в мм)	Усилие, которое должна давать пружина (в кг)
«Универсал»	36	28
КДМ-46 наружной	69	46
КДМ-46 внутренней	50	9
Д-54	75,5	17,5
Д-35	66	18-20
1МА	75	16

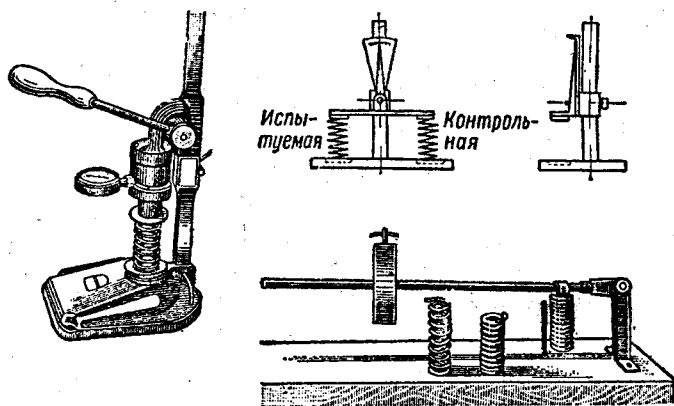


Рис. 122. Приборы для проверки клапанных пружин

3.6. Ремонт коромысел клапанов

Основными дефектами коромысел клапанов являются: износ бойка, отверстия под втулку и резьбы под регулировочный винт.

При износе боек наваривают газовой или электродуговой сваркой, после чего обрабатывают на шлифовальном круге и проверяют по шаблону. Изношенное отверстие развертывают под увеличенную втулку. При износе резьбы нарезают резьбу большего диаметра или отверстие заваривают либо осаживают кузнечным способом и в нем просверливают отверстие, в котором нарезают нормальную резьбу.

3.7. Ремонт Валика коромысел

Валик коромысел изнашивается в местах сопряжения с втулками коромысел. При износе валик перешлифовывают под втулки меньшего размера на станке или в приспособлении для бесцентрового шлифования.

3.8. Ремонт штанг толкателей

У штанг толкателей изнашиваются гнезда головки, нижний торец, резьба, а также изгибается стержень.

Гнезда ремонтируют заваркой и последующей проточкой головки.

Нижний торец ремонтируют проточкой фасонным резцом, причем длину штанги восстанавливают оттяжкой кузнечным способом. Изношенная резьба может быть восстановлена осталиванием.

Изогнутые штанги правят в холодном состоянии.

3.9. Ремонт толкателей

Характерным дефектом толкателей является износ нижней части в участке перемещения кулачка распределительного вала, поверхности, находящейся в сопряжении со втулкой, и гнезда под штангу.

Нижнюю часть толкателя ремонтируют шлифованием. Стержень толкателя перешлифовывают под втулку меньшего (или нормального) размера, либо восстанавливают хромированием.

3.10. Ремонт втулок толкателей

У втулок толкателей изнашиваются отверстия под стержень толкателя и наружные посадочные пояски.

Изношенное отверстие втулки разворачивают под стержень толкателя, увеличенного (или нормального) размера. Посадочные пояски наваривают газовой сваркой и протачивают до нормального или увеличенного размера.

3.11. Ремонт распределительных валов

Основными дефектами распределительных валов являются: износ опорных шеек и кулачков и изгиб вала. Изношенные шейки шлифуют на меньший размер. При износе

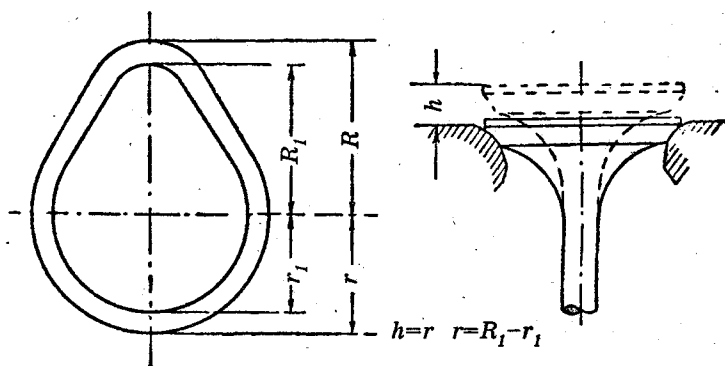


Рис. 123. Схема, показывающая возможность восстановления профиля кулачка шлифованием

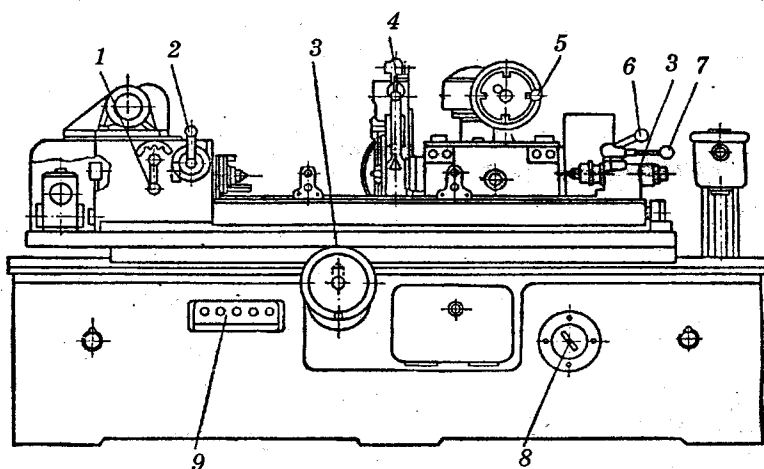


Рис. 124. Станок для шлифовки кулачков распределительных валов:

- 1 — рукоятка для перевода опорного ролика с копира на копир,
 2 — рукоятка для отвода люльки в нерабочее положение,
 3 — маховичок механизма перемещения стола, 4 — кран для пуска охлаждающей жидкости, 5 — маховичок механизма подачи шлифовальной бабки, 6 — рукоятка для зажима пиноли, 7 — рукоятка для отвода пиноли, 8 — выключатель, 9 — кнопочный выключатель для включения и выключения электродвигателя

кулачки шлифуют до восстановления профиля. Возможность такого ремонта можно объяснить тем, что при шлифовании кулачков по копиру сохраняется разность радиусов, а следовательно, и время сечения клапана (рис. 123).

При большом износе кулачки наваривают электродуговой сваркой, применяя чугунные электроды, или наращивают электроэрозионным способом. После этого кулачки шлифуются по копиру на специальных станках (рис. 124). Износостойкость кулачков можно повысить посредством хромирования, электроискрового упрочения твердыми сплавами (Т15К6) и наращивания твердыми сплавами.

§ 4. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМ СМАЗКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ

4.1. Ремонт деталей системы смазки

Характерными дефектами узлов и деталей системы смазки являются: износ отверстий корпуса или втулок под валик масляного насоса, валика в местах сопряжения, корпуса в местах прилегания нагнетательных шестерен, зубьев нагнетательных шестерен по толщине, высоте, торцам и по отверстиям под валик, зубьев шестерен привода по толщине и отверстий под валики; фасок гнезд и фасок предохранительных, редукционных и перепускных клапанов, пружин (перетирание о стенки отверстия); трещины корпуса, вмятины, разрывы сеток маслоприемников; забивание сеток (обмоток) фильтров грубой очистки.

Изношенные отверстия в корпусе масляного насоса развертывают под валик ремонтного размера или запрессовывают в них пробки (предварительно рассверлив отверстия). Пробки после запрессовки рассверливают через кондуктор и развертывают под валик нормального размера. Изношенные втулки под валики осаживают без выпрессовки из корпуса и развертывают под валик нормального размера. После сборки насоса должны быть обеспечены зазоры между валиком и втулками, приведенные в табл. 48.

Таблица 48

Марка двигателя	Зазор между валиком и втулкой (в мм)	Марка двигателя	Зазор между валиком и втулкой (в мм)
«Универсал»	0,045–0,14	КДМ-46	0,060–0,126
АСХТЗ-НАТИ	0,040–0,115	Д-54	0,020–0,063
		Д-35	0,030–0,072

Изношенные валики в местах сопряжения с втулками или отверстиями наваривают и протачивают до нормального диаметра. Изношенные шлицованные концы валика заваривают и обрабатывают под нормальный размер.

Изношенные корпуса восстанавливают облуживанием поверхностей. Нагнетательные шестерни ремонтируют заваркой зубьев по высоте, припайкой латунных или стальных дисков к торцам шестерен. Торцовые зазоры могут быть уменьшены за счет шлифования торцов шестерен и плоскостей корпуса. После сборки торцовые зазоры должны быть у насоса двигателя Д-54 0,075–0,285 мм, у насоса двигателя Д-35 0,025–0,085 мм.

Шестерни привода с изношенными зубьями выбраковывают. Отверстия в шестернях привода можно обрабатывать под валик ремонтного размера. При износе шпоночной канавки в отверстии шестерни привода канавку делают в новом месте.

Изношенные гнезда клапанов и клапаны ремонтируют притиркой.

Изношенные пружины (вследствие истирания о стенку отверстия) заменяют новыми.

Корпусы маслоприемников, имеющие трещины, ремонтируются заваркой или пайкой. Вмятины выправляют молотком. Сетки, имеющие разрывы, запаивают или заменяют новыми.

Забитые сетки фильтров грубой очистки промывают при помощи установки, имеющей топливный насос и четыре форсунки. Форсунки расположены под углом 90° друг к другу и направлены к оси промываемой сетки.

Масляные радиаторы ремонтируют так же, как и водяные. После ремонта масляных насосов их обкатывают и ис-

пытывают на стенде на производительность. Производительность должна быть равна: насоса двигателя Д-54 38 л/мин, насоса двигателя КДМ-46 30 л/мин, насоса двигателя Д-35 24 л/мин и насоса двигателя «Универсал» 54 л/мин.

Перед испытанием регулируют предохранительные клапаны с таким расчетом, чтобы они открывались у насоса двигателя Д-35 при давлении 3,3 кг/см², у насоса двигателя Д-54 при давлении 5,5 кг/см², у насоса двигателя КДМ-46 при давлении 5 кг/см² и у насоса двигателя «Универсал» при 1,4–1,6 кг/см².

Давление масла зависит от состояния насоса и числа оборотов валика насоса.

Насос двигателя КДМ-46 должен создавать давление 2,0–кг/см² при 1000 об/мин; двигателя Д-35 2,8–3 кг/см² при 1510 об/мин; двигателя Д-54 2–2,5 кг/см² при 975 об/мин и двигателя «Универсал» 0,3 кг/см³ при 720 об/мин. Насос нужно испытывать на масле, имеющем вязкость, рекомендованную заводом-изготовителем.

4.2. Ремонт деталей системы охлаждения

Перед ремонтом деталей системы охлаждения с внутренних поверхностей, которые омывает охлаждающая вода, необходимо удалить накипь. Для удаления накипи с чугунных деталей их кипятят в 25%-ном растворе каустической соды. Радиаторы вываривают в 5–10%-ном растворе каустической соды, после чего промывают водой. После мойки радиатора рекомендуют прочистить каждую трубку шомполом.

Ремонт радиаторов. Основными дефектами радиаторов являются: трещины, изгиб и разрывы трубок; отпаивание трубок (от опорных пластин); изгиб охлаждающих пластин; трещины в верхнем и нижнем баках.

Изогнутые трубки и трубки с трещинами и разрывами удаляют из сердцевины. У разборных сердцевин радиаторов (двигатель Д-35) удаление поврежденных трубок не представляет каких-либо затруднений. У неразборных сердцевин трубки отпаивают. Для этого нагревают трубки нагретым шомполом или проволокой из нихрома, пропущенной через

трубку и включенной во вторичную цепь сварочного трансформатора (рис. 125).

Так как участок проволоки, находящийся в трубке, не нагревается, проволоку берут длиной в два раза большей длины трубки радиатора. После того как участок проволоки, находящийся за пределами трубки, нагреется, его втягивают в трубку. Протягивая проволоку то в одну, то в другую сторону, нагревают трубки. Изогнутые трубки выпрямляют на столе при помощи широкой доски (рис. 126). Для уплотнения швов трубки прокатывают между двумя роликами (рис. 127). При этом уплотняются швы и трубка одновременно очищается от накипи.

В табл. 49 приведено количество трубок, которые разрешается заглушать при ремонте радиаторов.

Нужно иметь в виду, что при этом способе ремонта охлаждающая способность радиатора уменьшается. Поэтому прибегать к нему следует в исключительных случаях.

В случае неплотности в швах (или при наличии трещин) трубки обслуживают в глубоких тиглях. Перед погружением трубки в тигель ее зачищают, смазывают раствором хлористого цинка и снизу закрывают асбестовой пробкой. Отпаявшиеся от опорных пластин трубки припаивают при помощи специальных паяльников, имеющих на рабочей торцевой поверхности глухое отверстие, диаметр которого несколько больше наружного диаметра трубки. Каждую установленную после ремонта трубку нужно проверить воздухом в ванне с водой.

Охлаждающие пластины выравнивают и припаивают к трубкам.

Трещины в чугунных нижних и верхних баках радиаторов устраняют сваркой, а в латунных баках запаивают мяг-

Таблица 49

Марка двигателя	Количество трубок, которое разрешается заглушать	Марка двигателя	Количество трубок, которое разрешается заглушать
СХТЗ	11	КДМ-46	10
"Универсал"	10	Д-54	11
АСХТЗ-НАТИ	15	Д-35	7

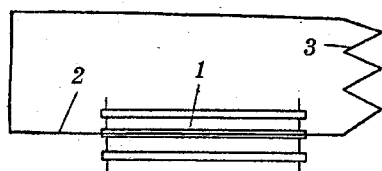


Рис. 125. Схема отпайки трубки с помощью проволоки из нихрома:

- 1 — трубка радиатора,
- 2 — проволока из нихрома,
- 3 — вторичная обмотка сварочного трансформатора

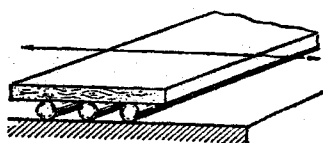


Рис. 126. Правка изогнутых трубок радиатора

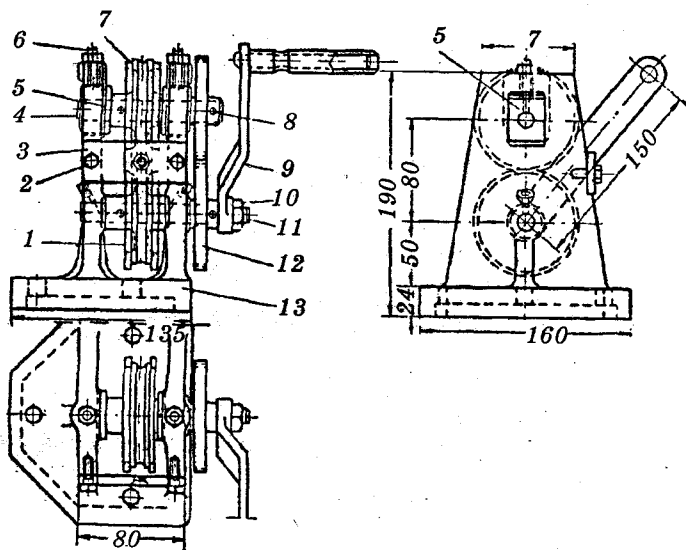


Рис. 127. Уплотнение швов радиаторных трубок:

- 1 — нижний ролик, 2 — болты крепления планки,
- 3 — направляющая планка, 4 — верхний валик,
- 5 — подшипник верхнего валика, 6 — винт с контргайкой,
- 7 — верхний ролик, 8 — штифты, 9 — рукоятка, 10 — гайка крепления рукоятки, 11 — нижний валик, 12 — шестерня,
- 13 — корпус

ким припоем. Отремонтированные сердцевины радиатора испытывают под давлением одним из следующих трех способов (рис. 128):

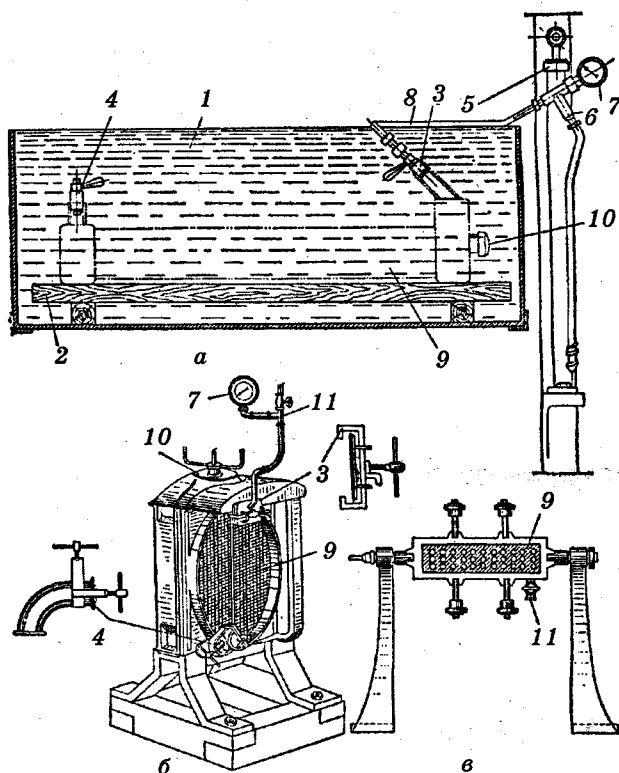


Рис. 128. Схема проверки трубок радиатора:
 а — проверка воздухом, б — проверка водой, водой подаваемой
 внутрь трубок, в — проверка водой, подаваемой с наружной
 стороны трубок, 1 — заглушка отверстия нижнего бака радиа-
 тора, 2 — ванна, 3 — нагнетательный шланг с ниппельной
 гайкой, 4 — заглушка отверстия верхнего бака радиатора,
 5 — воздушный насос, 6 — манометр, 7 — тройник,
 8 — заглушка отверстия наливной горловины, 9 — радиатор,
 10 — деревянная решетка, 11 — трубопровод для подачи воды

1) воздух нагнетают в трубки радиатора, погруженного в воду (рис. 128, а);

2) воду нагнетают в трубки радиатора, находящегося в воздухе (рис. 128, б);

3) воду подают с наружной стороны трубок и по вытеканию воды из трубок определяют повреждения (рис. 128, в).

Сердцевины испытывают под давлением 0,4–0,5 атм. Для радиаторов двигателей Д-35 и Д-54 давление доводят до 1 атм.

4.3. Ремонт термостатов

Термостаты могут иметь следующие неисправности: отрыв трубок; трещины между гофрами; изгиб пластин подвески термостатов.

Оторванные трубки припаивают мягким припоем. При наличии трещины в первом углублении от крышки или доньшка цилиндра термостата цилиндр обрезают по трещине и доньшко или кромку припаивают к следующему выступу. При наличии трещин в других углублениях или при наличии трещин на выступах термостат выбраковывают. Изогнутые пластины подвески выправляют.

4.4. Ремонт вентиляторов

Основными дефектами вентиляторов являются: износ или излом буртика обода чугунного шкива по толщине; изгиб стенок ручьев для ремня у стальных шкивов; износ валика вентилятора в местах сопряжения с обоймами подшипников, втулками или сальниками; изгиб крыльев и крестовины; ослабление крепления крыла и крестовины; трещины на крестовине.

Изношенные или имеющие небольшие изломы буртики чугунных шкивов наваривают газовой сваркой и протачивают до нормального размера.

При большом износе или больших изломах буртик стачивают и на проточенный участок напрессовывают стальное кольцо, предварительно нагретое до температуры 150–200°.

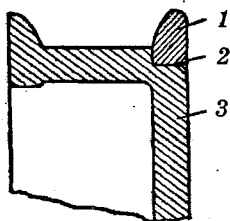


Рис. 129. Ремонт буртика шкива вентилятора:
1 — кольцо, 2 — сварочный шов, 3 — шкив

После напрессовки кольцо дополнительно крепят электросваркой и протачивают до нормального размера (рис. 129). Изогнутые стенки ручьев ремня стальных шкивов правят молотком и проверяют на токарном станке. Изношенные валики восстанавливают наваркой или электроэрозионным наращиванием с последующим шлифованием до нормального размера.

Изогнутые крылья и крестовины правят на плите и проверяют по шаблону. При ослаблении крепления крыльев подтягивают заклепки. В случае большого износа отверстий их рассверливают под заклепки увеличенного диаметра, после чего приклепывают крылья. Трещины в крестовине заваривают.

После ремонта вентилятор необходимо статически сбалансировать (рис. 130). Балансировку ведут до тех пор, пока лопасти вентилятора не будут останавливаться в безразличном положении.

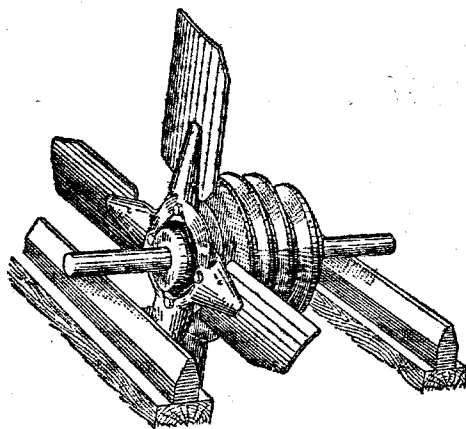


Рис. 130. Балансировка вентилятора

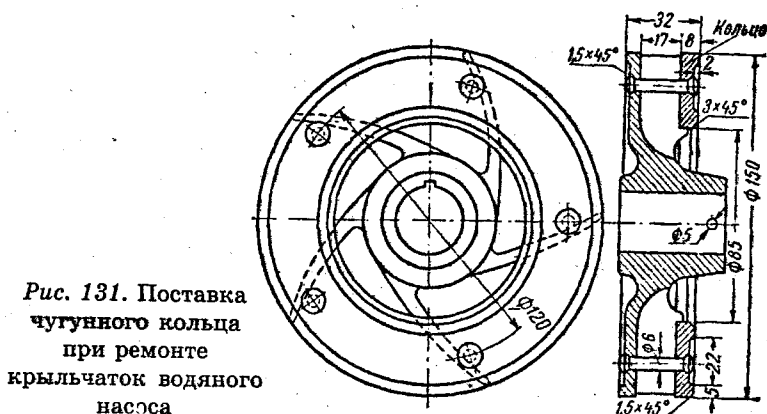


Рис. 131. Поставка
чугунного кольца
при ремонте
крыльчаток водяного
насоса

4.5. Ремонт Водяных насосов

У водяных насосов изнашиваются крыльчатки, корпуса и валик в месте сопряжения с сальником.

Изошенные участки крыльчатки наваривают с помощью газовой сварки или стачивают, оставляя уступ, и в полученное углубление ставят чугунное кольцо, которое приклепывают заклепками (рис. 131).

Корпус ремонтируют проточкой и постановкой в выточку чугунного кольца, которое затем приваривают к корпусу в нескольких местах.

Изошенный валик ремонтируют так же, как и валик вентилятора.

§ 5. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

5.1. Ремонт карбюраторов

Основными неисправностями карбюраторов являются: износ резьбы регулировочных колпачков, краников, винтов холостого хода и резьб корпуса; разрушение покрытия пробковых поплавков; трещины, повреждения мест пайки и вмя-

тины металлических поплавков; износ конусов и фасок гнезд запорных игл поплавковых камер, отверстий шарниров поплавков; увеличение отверстий жиклеров; износ осей воздушных и дроссельных заслонок.

Основной причиной износа деталей системы питания является попадание пыли и грязи вместе с топливом. Абразивные частицы, проходя вместе с топливом через отверстия жиклеров или между поверхностями прецизионных деталей, увеличивают отверстия и зазоры. Грязь забивает отстойники и фильтры.

От состояния системы питания во многом зависит работоспособность и износ деталей двигателей. Неисправности системы питания приводят к повышенному износу деталей двигателя, а иногда и к авариям. Так, например, при плохом распыле топлива или при работе на богатой смеси смывается масло со стенок цилиндра и перегревается двигатель, что приводит к повышенному износу деталей, а иногда и появлению трещин.

При заедании рейки (либо плунжера) топливного насоса происходят обрывы клапанов и поломка стоек клапанных коромысел, изгиб коромысел, образуются трещины в головках цилиндров и на поршнях и т. п. Поэтому предохранению топливной системы от попадания грязи и пыли и качеству ремонта деталей системы нужно уделять особое внимание.

В изношенных резьбовых отверстиях перерезают резьбу на резьбу увеличенного размера или в отверстия ставят свертыши, в которых сверлят отверстия и нарезают резьбу нормального размера. Иногда заваривают (или запаивают) отверстия, после чего сверлят новые отверстия и в них нарезают резьбу под винты нормального или уменьшенного размера.

При повреждении покрытия пробковые поплавки сушат и покрывают новым защитным (шеллачным или бакелитовым) лаком. Для покрытия поплавков можно также использовать клей БФ-2 или БФ-6. Если выкрошился участок пробкового поплавка, ему придают правильную форму. Подгоняют к этому месту кусок пробки, приклеивают его лаком или клеем и после сушки покрывают сверху лаком (рис. 132).

Металлические поплавки перед ремонтом сушат для удаления попавшего внутрь бензина. Для удаления бензина



Рис. 132. Ремонт пробкового поплавка

можно также погрузить поплавков в нагретую до температуры $80-90^{\circ}$ воду. Бензин, испаряясь, выходит из поплавка. Иногда для этой цели с противоположной стороны повреждения (трещины отверстия) высверливают отверстие сверлом диаметром $0,5-1$ мм, через которое и удаляют бензин. После этого запаивают трещины или отверстия мягким припоем. Пайку нужно вести так, чтобы слой припоя был по возможности тонким и не увеличивал вес поплавка более чем на $5-6\%$.

Вмятины у металлических поплавков устраняют следующим образом. Припаивают проволоку к вогнутой поверхности (рис. 133) и затем при помощи проволоки выправляют вогнутый участок. После выправления проволоку отпаивают.

При износе фаски запорного конуса иглы фаску шлифуют на токарном станке при помощи суппортно-шлифовального приспособления. При шлифовании рабочую поверхность шлифовального круга располагают под углом 30° к оси вращения иглы (рис. 134). Гнездо запорного игольчатого клапана ремонтируется фрезерованием (рис. 135). Для этого применяют торцовые фрезы, имеющие угол между рабочими гранями 60° . Фрезу вращают вручную.

После шлифовки иглы и фрезерования гнезда притирают запорный конус иглы к седлу (рис. 136). Для этого на запорный конус иглы наносят тонкую ($10-15$ мк) притирочную пасту, клапан вводят в гнездо и при помощи державки, выполненной из трубки, имеющей три выреза, проворачива-

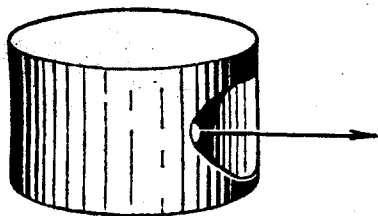


Рис. 133. Устранение вмятин у металлического поплавка

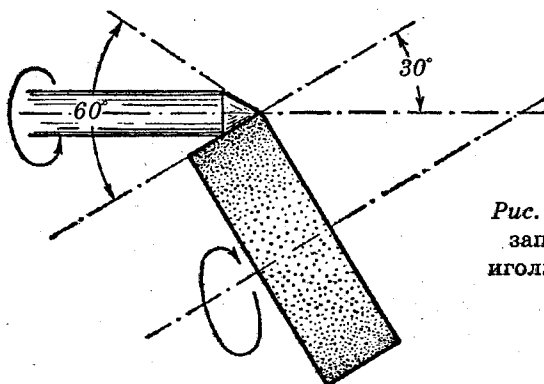


Рис. 134. Шлифовка
запорного конуса
игольчатого клапана

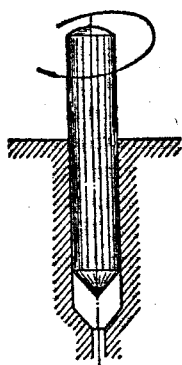


Рис. 135. Фрезерование
гнезда игольчатого клапана

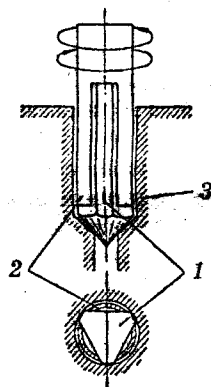


Рис. 136. Притирка
игольчатого клапана:
1 — игольчатый клапан,
2 — трубка, 3 — гнездо

ют притираемую иглу. Изношенные отверстия шарниров поплавков ремонтируют запайкой мягким припоем с последующим сверлением новых отверстий по размеру осей.

Изношенные отверстия жиклеров ремонтируют запайкой твердым припоем с последующими сверлением отверстия и доводкой его с помощью калиброванных райберов (разверток), или зачеканкой отверстия.

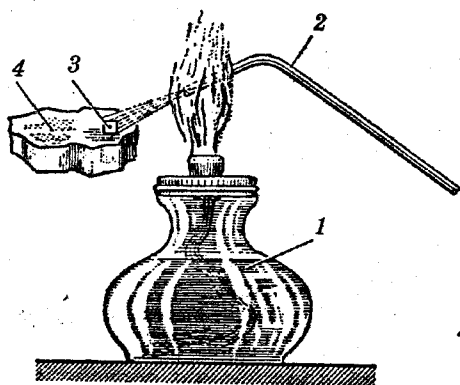
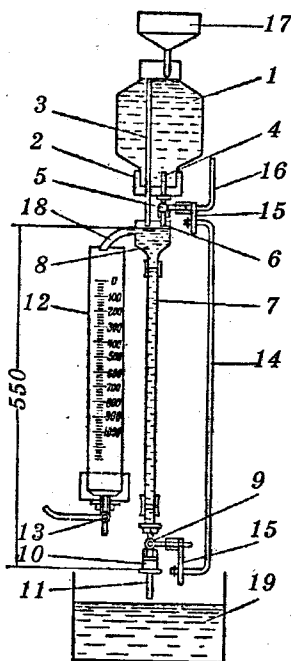


Рис. 137. Запайвание отверстия жиклера:
1 — спиртовая горелка,
2 — февка, 3 — жиклер,
4 — березовый уголь

Рис. 138. Схема прибора для проверки жиклера:
1 — стеклянный баллон водяных часов, 2 — резиновая крышка, 3 — сливная трубка, 4 — втулка, 5 — спусковой кран, 6 — постоянный контрольный жиклер прибора, 7 — напорная трубка, 8 — сливная чашка, 9 — кран напорной трубки, 10 — переходный штуцер, 11 — проверяемый жиклер, 12 — мерный цилиндр, 13 — кран мерного цилиндра, 14 — тяга, 15 — рычаги механизма открытия кранов, 16 — ручка механизма открытия кранов, 17 — воронка, 18 — отводная трубка сливной чашки, 19 — ванна



Отверстия жиклеров запаивают твердым припоем при помощи спиртовой горелки и февки (изогнутой, сужающейся к концу трубки). Затем отверстие в ремонтируемом жиклере очищают, смазывают раствором буры и на него закладывают мелко нарезанные кусочки припоя, смоченные в растворе буры. Запаиваемый жиклер укладывают на кусок березового угля или держат пинцетом и постепенно нагревают пламенем спиртовой горелки, направляемым февкой (рис. 137); при этом плавящийся припой запаивает отверстие.

Рейберы для окончательной обработки отверстий изготовляют из стальной проволоки соответствующего диаметра, которую затачивают на квадрат или на треугольник.

Для проверки жиклеров на пропускную способность имеется ряд приборов. Все эти приборы дают возможность определять количество воды (в см³), пропускаемой жиклером в 1 минуту.

Количество воды, которое должны пропускать жиклеры в 1 минуту под напором столба воды 1000±2 мм при температуре +20°±1°, приведено в табл. 50. Схема прибора для про-

Таблица 50

Пропускная способность жиклеров в см³/мин

	Марка двигателя					
	«Универсал»	1-МА	ПД-10	П-46	ГАЗ-51	ЗИС-120
	Марка карбюратора					
	К-11	К-20А	К-13	К-7	К-49А	МКЗ-14В
Калиброванного отверстия в колодце крышки поплавковой камеры	350-360	—	—	—	—	—
Главного жиклера	—	850-870	135	145	350	260
Воздушного жиклера поплавковой камеры	—	567-593	—	—	—	—
Воздушного жиклера компенсационной камеры	—	629-652	—	—	—	—
Жиклера холостого хода	—	91-99	52-58	140	52	190
Компенсационного жиклера	—	—	—	—	330	310
Жиклера экономайзера	—	—	—	—	150	130

верки жиклеров показана на рисунке 105. Если после заполнения прибора водой, как указано на рисунке, открыть только кран контрольного жиклера, а через нижний проверяемый жиклер не пропускать воду, то она заполнила бы контрольный цилиндр и остановилась на нулевом делении шкалы. Так как при испытаниях с помощью тяги открываются оба крана одновременно, то в мерный цилиндр не попадет столько воды, сколько ее пропустит проверяемый жиклер. Объем стеклянного баллона водяных часов и объем мерного цилиндра выбраны такими, чтобы шкала показывала пропускную способность жиклера в $\text{см}^3/\text{мин}$.

Изношенные оси воздушных и дроссельных заслонок заменяют новыми осями увеличенного размера. При этом отверстия в корпусе карбюратора разворачивают под увеличенный размер оси.

5.2. Ремонт топливных насосов

Основные детали топливного насоса: корпус, головка, крышка-демпфер и коромысло. Корпус, головка, крышка-демпфер изготавливаются из цинкового сплава; коромысло — из стали 45Л с последующей закалкой опорных поверхностей до HRC 52–62; валик ручного привода — из стали А 12, рычаг — из стали 08.

Дефекты *корпуса* и способы их устранения: износы отверстий под валик ручного привода и под ось коромысла устраняют постановкой ДРД с последующим разворачиванием.

Такие дефекты *головки*, как обломы, трещины и износ отверстия под обоймы клапанов более допустимого, являются выбраковочными признаками. Забоины, риски, раковины, следы коррозии на рабочих поверхностях, под клапаны и поверхностях прилегания крышки-демпфера и корпуса топливного насоса устраняют припиливанием. Дефекты крышки-демпфера устраняют так же.

Такие дефекты *коромысла*, как обломы и трещины, являются выбраковочными признаками. Погнутость коромысла устраняют правкой его в холодном состоянии. Износ отверстия под ось устраняют постановкой ДРД с последующим разворачиванием. Местный износ поверхности под штангу

толкателя устраняют обработкой до исчезновения просвета между ними.

После сборки топливный насос должен быть испытан на установке с механическим приводом и обеспечивать при этом:

подачу топлива не более чем через 10 с после включения привода при частоте вращения 45–50 мин⁻¹ кулачкового вала (перед испытанием полость над диафрагмой и клапаны должны быть сухими);

производительность не менее 180 л/ч при частоте вращения кулачкового вала 1300–1400 мин⁻¹;

давление, развиваемое насосом на выходе при закрытом нагнетательном патрубке, должно быть не более 225 мм рт. ст. при частоте вращения кулачкового вала 1300–1400 мин⁻¹; падение давления в течение 10 с при включенном приводе не допускается, как и подтекание топлива в местах соединений.

Испытание топливного насоса производится на бензине при высоте всасывания 0,5 м и подаче бензина на эту высоту по трубопроводу с внутренним диаметром 6 мм.

При низкой производительности топливоподкачивающего насоса (ТПН) закрепляют его корпус в слесарных тисках, вывертывают пробку пружины и вынимают из корпуса пружину и поршень. Затем вывертывают из корпуса ТПН ручной насос в сборе, пробку клапана и вынимают из корпуса ТПН пружины и клапаны. Снимают ТПН с приспособления, предохранив от выпадения штока из втулки. Пара «шток—втулка» является прецизионной, в которой замена одной детали какой-либо деталью из другой пары не допускается! Сняв стопорное кольцо толкателя, вынимают толкатель в сборе.

С поверхностей деталей, используя щетки и чистики, удаляют смолистые отложения и продукты коррозии, препятствующие свободному перемещению толкателя в корпусе ТПН. Детали промывают в щелочном растворе.

При наличии задиров на цилиндрической поверхности толкателя ее зачищают шлифовальной шкуркой. При необходимости заменяют уплотнительные шайбы.

Корпус топливоподкачивающего насоса низкого давления изготавливают из серого чугуна СЧ 15–32. Обломы или трещины, проходящие через резьбовые отверстия, являются выбраковочными признаками. Обломы и трещины на флан-

це корпуса устраняют заваркой или наплавкой, если они захватывают не более $1/2$ длины окружности отверстия. Износ отверстия под поршень устраняют обработкой под ремонтный размер, при размере более допустимого деталь бракуется. Выработку или коррозию рабочей поверхности седел клапанов устраняют обработкой до размера «как чисто». Ослабление посадки седла клапана устраняют обработкой под ремонтный размер с последующей запрессовкой ремонтного седла. Диаметр отверстия под седло более допустимого является выбраковочным признаком.

Для восстановления герметичности корпуса топливоподкачивающего насоса в резьбовом соединении «штука штока — корпус» выполняют следующие операции:

нагревают корпус топливоподкачивающего насоса до температуры 120°C ;

вывертывают пару «штука—штулка» из корпуса насоса;

очищают от остатков клея и обезжиривают резьбовые поверхности штулки и корпуса насоса;

наносят кисточкой на резьбу штулки клей, приготовленный на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20, ЭД-16, и ввертывают штулку в корпус до упора;

проверяют подвижность штока, при его затрудненном перемещении ослабляют затяжку штулки;

просушивают корпус насоса в течение 3 ч при температуре 100°C (или не менее 24 ч при температуре 20°C).

При необходимости восстанавливают герметичность прилегания клапанов насоса к седлам притиркой сопрягаемых поверхностей с использованием пасты АСМ 2/1 НОМ. Притирку проводят вручную петлеобразными движениями. По окончании притирки промывают детали в моющем растворе до полного удаления остатков доводочной пасты и обдувают их сжатым воздухом.

После сборки ТПН проверяют плавность хода поршня и толкателя под действием пружины, нажав рукой на ролик толкателя и переместив толкатель до упора. Рука должна встретить упругое сопротивление. После снятия усилия поршень должен легко возвращаться в исходное положение. Заедания и прихватывания не допускаются.

Испытание ТПН на максимальное развиваемое давление и производительность проводят на стенде КИ-921МТ. Для

этого подключают ТПН к стенду по схеме: топливный бак — фильтр грубой очистки топлива — вакуумметр — топливоподкачивающий насос — манометр — мерный резервуар. Включают стенд и по тахометру устанавливают требуемые по техническим условиям частоту вращения вала привода стенда, разрежение на всасывании и противодействие на выходе из ТПН.

По манометру стенда фиксируют наибольшее развиваемое насосом давление, а по количеству топлива, собранного в мерном цилиндре, — его производительность. Результаты измерения производительности и максимального давления должны соответствовать техническим условиям.

При отсутствии стенда КИ-921МТ проверку работоспособности ТПН проводят вручную. Для этого закрывают большим и указательным пальцем одной руки всасывающее и нагнетательное отверстия и нажимают другой рукой на толкатель ТПН. При этом палец на всасывающем отверстии должен втягиваться внутрь, а на нагнетательном — отжиматься.

Ремонт изношенных гильз сводится к обработке внутреннего отверстия притиром до выведения износа.

При обработке гильзы (рис. 139) с целью исправления формы и получения соответствующего качества поверхности рекомендуется применять притир из перлитного чугуна длиной $l = 65$ мм и твердостью 280 по Викерсу. Число оборотов притира во время обработки должно быть 250–300 в минуту, длина хода притира 0,75–0,80 его длины, а число

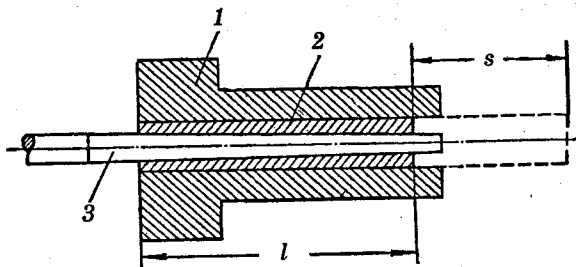


Рис. 139. Притирание гильзы топливного насоса:
1 — гильза, 2 — притир, 3 — конусная оправка

двойных ходов не более 100–150 в минуту. Давление притира на поверхность обрабатываемой гильзы должно быть в пределах 1–1,5 кг/см². Притирку гильзы ведут с применением десятимикронной пасты ГОИ в течение 1–2 минут и трехмикронной пасты в течение 1 минуты.

Для исправления формы плунжера применяется обработка его внешним притиром (рис. 140) из перлитного чугуна длиной 26 мм, микротвердостью 280. Обработку ведут при 250–300 об/мин, длине хода плунжера 55 мм и числе двойных ходов не более 100–150 в мин. Давление притира на обрабатываемую поверхность при обработке 1–2 кг/см². Для предварительного притирания применяют десятимикронную пасту. После обработки в течение 1 минуты наносят новый слой пасты. Продолжительность обработки зависит от искажения геометрической формы ремонтируемого плунжера. Окончательную обработку ведут при том же режиме трехмикронной пастой в течение 1–2 минут.

Обработанные и тщательно промытые гильзы и плунжеры сортируют по размерам на группы через каждые 5 микрон (или 10 микрон). После разбивки подбирают плунжер по гильзе. Хорошо подобранный плунжер должен входить в гильзу на глубину 10–15 мм. Плунжер к гильзе следует подгонять микронной пастой или еще лучше смазывая плунжер дизельным топливом. При этом плунжер зажимают в панговый патрон, приводят во вращение и на него постепенно надвигают гильзу.

Плунжеры, которые вследствие износа не удается подобрать к гильзе, подвергают хромированию, нанося слой толщиной 25–30 микрон. Хромированный плунжер притирают

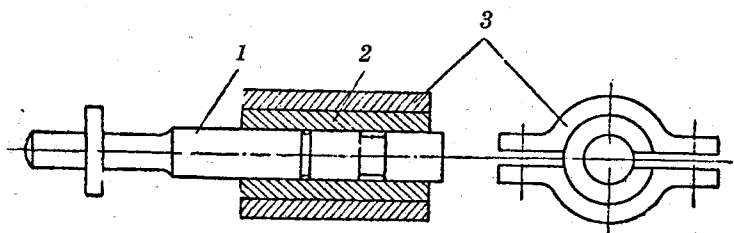


Рис. 140. Притирание плунжера:
1 — плунжер, 2 — притир, 3 — зажим

притиром из упрочненного перлитного чугуна микротвердостью 420, по тому же режиму, по которому притирают обычные плунжеры. При овальности в пределах до 10 микрон продолжительность притирания около 5 минут. После притирания в течение 1 минуты наносят новую пасту. Окончательно притирают на том же режиме с притиранием трехмикронной пасты и деревянного притира.

Хромированные плунжеры комплектуют с гильзами так же, как и плунжеры, восстановленные притиркой. Скомплектованные пары подвергают гидравлическому испытанию. Для этого в гильзу с закрытой надплунжерной камерой заливают топливо, вставляют плунжер и нагружают его определенным усилием. По времени опускания плунжера при различных углах поворота его относительно гильзы определяют качество сопряжения пары.

Хорошо подобранные пары плунжер — гильза трактора ДТ-54 при давлении 22 кг/см^2 и при различных углах поворота продольной канавки плунжера относительно исходного отверстия гильзы должны показывать следующее время от начала испытаний до момента падения давления:

при 60°	30–60 сек.
при 90 и 120°	120–180 сек.
при 150°	0–10 сек.
при 180°	0 сек.

Изношенные обратные клапаны и гнезда ремонтируют попарно притиркой. Для притирки изготовляют приспособление (рис. 141), которое дает возможность поворачивать клапан в гнезде. Клапан к гнезду притирают вручную. Пред-

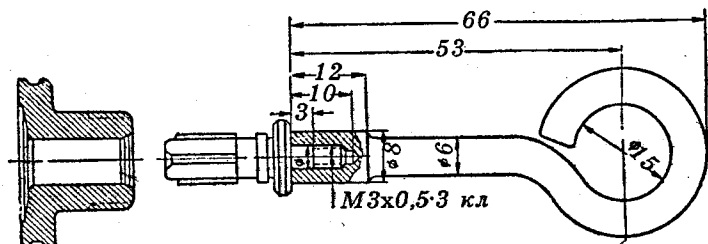


Рис. 141. Приспособление для притирания обратного клапана топливного насоса

варительную притирку ведут с применением десятимикронной пасты, а окончательную — с применением трехмикронной. Пасту наносят только на запорную фаску клапана.

Во время притирки нужно очень внимательно следить за тем, чтобы паста не попала на разгрузочный поясок. После притирки с применением трехмикронной пасты клапан притирают на масле (без пасты), после чего клапан и гнездо подвергают гидравлическому испытанию при давлении 150 атм. При этом падения давления не должно быть.

5.3. Ремонт топливного насоса высокого давления и форсунок

Ремонт топливного насоса высокого давления. Прецизионные детали (корпус распылителя с иглой, гильза с плунжером, нагнетательный клапан с седлом и шток со втулкой) не разуконплектовывают. Детали моют в керосине (прецизионные детали отдельно). Нагар с поверхности форсунок удаляют в моечных ультразвуковых установках. Отверстия в распылителях прочищают специальными приспособлениями — чистиками. После мойки и чистки детали обдувают сжатым воздухом или вытирают чистыми салфетками, дефектуют и сортируют согласно техническим условиям.

Корпус топливного насоса высокого давления (ТНВД) изготавливают из сплава алюминия АЛ9. Обломы и трещины, захватывающие отверстия под штуцера и подшипники и находящиеся в труднодоступных местах, являются выбраковочными признаками. Все остальные трещины и обломы устраняют наплавкой или заваркой в среде аргона. Износ отверстий под толкатели плунжеров устраняют обработкой под ремонтный размер. При размере этого отверстия более допустимого корпус бракуют. Износ отверстия под подшипники державки грузиков устраняют гальваническим натиранием или постановкой ДРД. Износ отверстий под ось промежуточной шестерни, под ось рычага реек и под ось рычага пружины устраняют постановкой ДРД с последующим развертыванием до размеров рабочего чертежа.

Детали плунжерной пары изготавливают из стали 25Х5МА. Такой дефект, как заедание плунжера во втулке,

является выбраковочным признаком. Заедание отсутствует, если плунжер будет свободно опускаться в разных положениях по углу поворота во втулке при установке пары под углом 45° . Износ рабочих поверхностей плунжерной пары, как и следы коррозии на торцевой поверхности втулки, что ведет к потере герметичности, устраняют перекомплектовкой.

Для этого сам плунжер и его втулку притирают и доводят до необходимой шероховатости при допустимой овальности $0,2$ мкм и конусности $0,4$ мкм. Затем плунжеры разбивают на размерные группы (интервал 4 мкм) и подбирают по соответствующим втулкам. Далее плунжер и втулку притирают, промывают в бензине и больше не обезличивают. Затем плунжерную пару проверяют, как указано выше.

Нагнетательный клапан в сборе с седлом изготавливают из стали ШХ-15, HRC 58–64. Риски, задиры, следы износа и коррозия на конусных поверхностях, на направляющей поверхности и на торце седла, на разгрузочном пояске клапана устраняют притиркой на плите притирочными пастами. При этом седло клапана крепят в цанговой державке за резьбовую поверхность. Шероховатость торцевой поверхности седла должна соответствовать Ra $0,16$ мкм, а направляющего отверстия и уплотняющего конуса Ra $0,08$ мкм. После подбора и притирки клапанную пару не обезличивают. Отсутствие заедания клапана в седле определяется его свободным перемещением под действием собственного веса в разных положениях по углу поворота после выдвигения клапана из седла на $1/3$ длины.

Распылитель форсунки в сборе состоит из корпуса, который изготавливают из стали 18X2H4BA, HRC 56–60, и иглы из стали P18, HRC 60–65. Основные дефекты: риски и следы износа на торцевой поверхности корпуса распылителя, на направляющей, на конусных поверхностях иглы и корпуса и износ сопловых отверстий. Корпус распылителя с увеличением сопловых отверстий и со следами оплавления носика бракуют. Сопловые отверстия контролируют калибром (если калибр проходит хотя бы в одно из отверстий, корпус распылителя бракуется).

Риски и следы износа на торцевой поверхности корпуса распылителя устраняют путем притирки и доводки до зеркального блеска на плите, применяя соответствующие при-

тирочные пасты в зависимости от глубины рисок. Риски и следы износа на направляющей и конусной поверхности отверстий в корпусе удаляют при помощи притиров, доводя поверхность до требуемой геометрической формы и шероховатости и затем сортируют по диаметру на группы.

Иглу обрабатывают на соответствующем притире, закрепляя ее через обойму в патроне токарного станка, а притир при помощи оправки держат в руках. При обработке корпуса притир закрепляют в патроне станка, а корпус держат в руках (частота вращения шпинделя $200-350 \text{ мин}^{-1}$, притирку заканчивают при появлении на корпусе притира пояска шириной до $0,5 \text{ мм}$). Иглы сортируют на группы по диаметру направляющей поверхности, подбирают по соответствующим группам корпусов распылителей и доводят притиркой сопряженных деталей после нанесения тонкого слоя пасты сначала на цилиндрическую поверхность иглы, затем на конусную (предварительно промыв и смазав дизельным топливом цилиндрическую поверхность).

Притирку и доводку производят тремя пастами: притирку — пастой 28 мкм (светло-зеленого цвета), доводку — пастой 7 мкм (темно-зеленого цвета), освежение — пастой 1 мкм (черного цвета с зеленым оттенком). После каждого процесса притирки и доводки детали необходимо тщательно промывать в чистом дизельном топливе.

Сопряжение корпус распылителя — игла после ремонта должно соответствовать следующим техническим требованиям:

расстояние между торцом иглы и корпуса должно быть в пределах, определяемых техническими условиями; этот размер обеспечивается доводкой торца;

игла после тщательной ее промывки и смазки дизельным топливом, выдвинутая на $1/3$ длины из корпуса, наклоненного на угол 45° , должна плавно без задержек опускаться до упора под действием собственной массы (проверка плотности, качества распыливания и герметичности запорного конуса производится при испытании форсунки в сборе).

Все непрецизионные детали восстанавливают ранее рассмотренными способами: *трещины на корпусе* — заваркой по технологии, применяемой при сварке деталей из алюминиевого сплава; *резьбу с повреждениями более двух ниток*

— заваркой и нарезанием резьбы по рабочему чертежу, а также нарезанием ремонтной резьбы или постановкой ввертышей; *изношенные опорные шейки вала* — шлифованием под ремонтный размер или хромированием с последующим шлифованием под размер рабочего чертежа.

После сборки приборы системы питания высокого давления прирабатываются, регулируются и испытываются на стендах СДТА-1, СДТА-2. Форсунки испытывают на герметичность, на начало впрыскивания и качество распыливания, на пропускную способность, по которой форсунки разбиваются на четыре группы (0, 1, 2, 3) с клеймением их по наружной поверхности соединения со штуцером.

ТНВД испытывают на начало подачи топлива секциями, на герметичность, на производительность и равномерность подачи топлива. Насосы испытывают и регулируют на определенных режимах.

Номинальный режим: начало действия регулятора; цикловая подача топлива или производительность секции (насоса) при номинальной частоте вращения кулачкового вала; неравномерность подачи топлива между секциями насоса; угол начала нагнетания топлива и чередование подачи по секциям насоса; угол начала впрыскивания топлива и чередование его подачи по секциям насоса.

Режим перегрузки (максимального крутящего момента): цикловая подача топлива или производительность секции (насоса) при частоте вращения кулачкового вала, соответствующей максимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя; частота вращения кулачкового вала в момент полного автоматического выключения регулятором подачи топлива секциями насоса.

Пусковой режим: цикловая подача топлива или производительность секции (насоса) при пусковой частоте вращения; частота вращения кулачкового вала насоса в момент автоматического выключения обогатителя.

В топливных насосах отдельных марок дополнительно контролируют цикловую подачу на частоте вращения кулачкового вала, соответствующей минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя.

Испытание и регулирование топливного насоса проводят на стенде КИ-921 МТ, укомплектованном набором стендовых

форсунок. Перед испытанием подключают насос к системе топливоподачи стенда и заливают свежее масло в корпус насоса и регулятора до верхних меток указателей уровня.

Если проводилась замена плунжерных пар или восстанавливалось какое-либо соединение в насосе или регуляторе, то перед регулировкой насос обкатывают на стенде с полной подачей топлива в течение 10–15 мин без форсунок, а затем 20–30 мин с форсунками при частоте вращения кулачкового вала 800–850 мин⁻¹.

В процессе обкатки следят за возможным появлением стуков, местных нагревов, подтеканий топлива, масла и других неисправностей. Устранив обнаруженные неисправности, приступают к регулировке насоса.

Ремонт форсунок. Основными дефектами штифтовых форсунок являются износы фаски запорного конуса и распиливающего конуса иглы распылителя, фаски гнезда и выходного отверстия корпуса распылителя.

Основные дефекты бесштифтовых форсунок — износ торца иглы и износ доньшка в участке прилегания торца иглы.

Износ фаски запорного конуса иглы и фаски гнезда корпуса распылителя устраняют притиркой вручную. Предварительную притирку ведут в течение 1–2 минут с применением десятимикронной пасты. Пасту наносят очень осторожно только на запорный конус иглы, не допуская попадания пасты на направляющую часть иглы. После притирки десятимикронной пастой пару в течение 1–2 минут притирают трехмикронной пастой в течение 1–2 минут.

При износе распиливающего и запорного конусов перешлифовывают конец иглы (рис. 142), восстанавливая размеры штифта за счет уменьшения длины иглы. Иглу шлифуют на станках или при помощи приспособлений, дающих возможность обрабатывать деталь с точностью 5–8 микрон на диаметре 10 мм. Качество шлифования проверяют инструментом, точность отсчета которого равна 0,1 микрона. Помещение, в котором перешлифовывают и проверяют иглу, должно иметь температуру 20°.

Иглу рекомендуется шлифовать алундовыми кругами средней твердости с зернистостью 250. После шлифования иглы притирают запорный конус и проверяют форсунку на качество притирки и качество распыла.

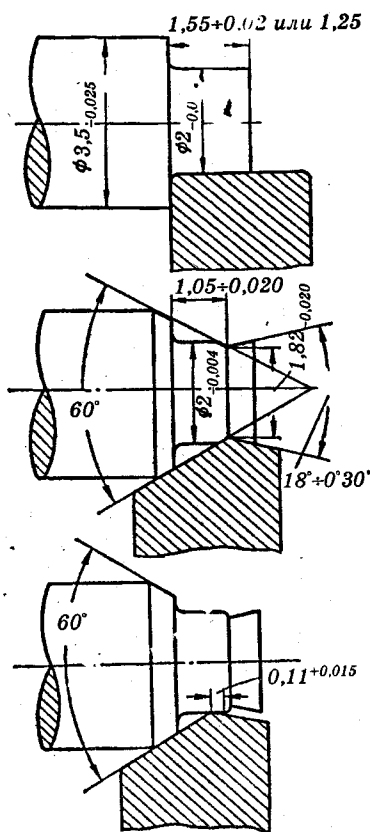


Рис. 142. Перешлифовка
иглы распылителя

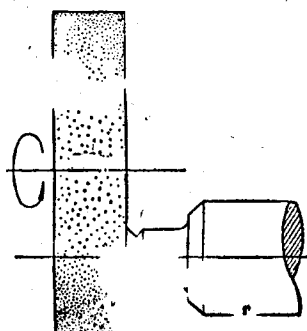


Рис. 143. Укорочен для
распыливающего конуса
иглы распылителя

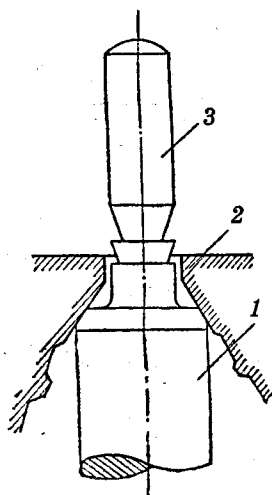


Рис. 144. Осадка
распыливающего конуса:
1 — игла распылителя,
2 — корпус распылителя,
3 — наставка

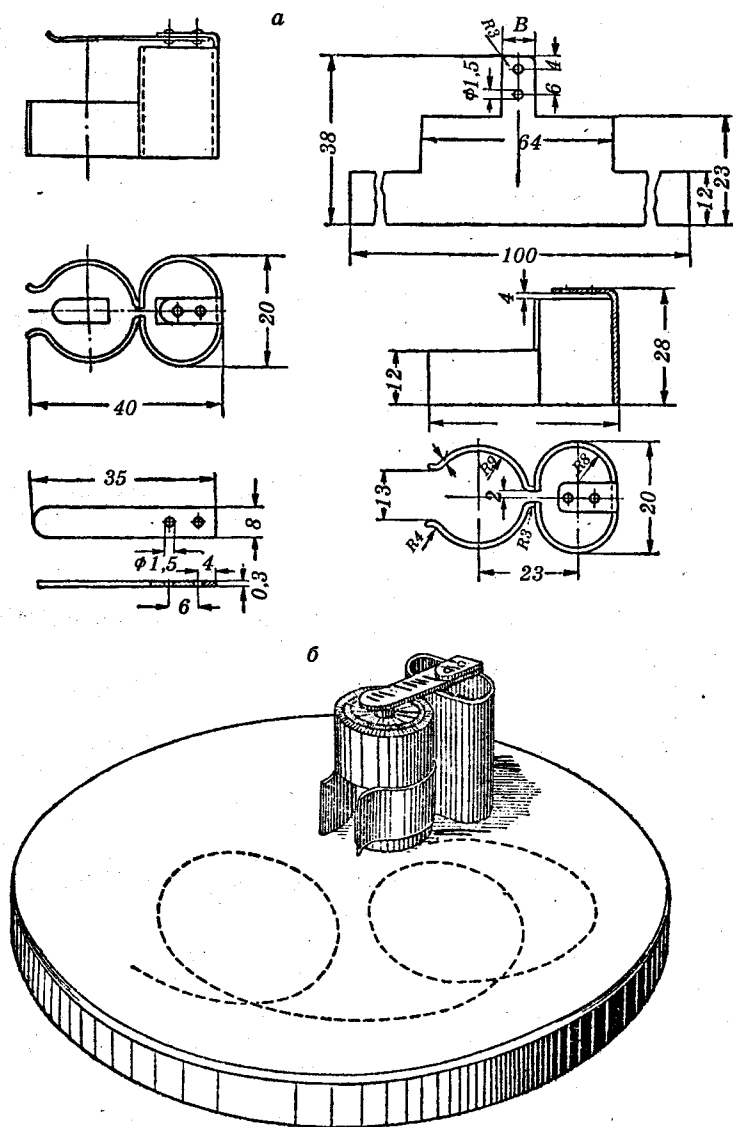


Рис. 145. Притирка торца иглы бесштифтовой форсунки:
 а — державка, б — притирка торца иглы

Более простой (но менее надежный способ) восстановления распиливающего конуса иглы штифтовых форсунок—укорочение конуса шлифовальным кругом на 0,1–0,2 мм (рис. 143), а также осадка конуса с помощью дальней наставки (рис. 144).

Восстановленные таким способом работают около 400 часов. Изношенные бесштифтовые форсунки ремонтируют притиркой торца иглы (рис. 145) и доньшка (рис. 146) на плите.

После ремонта форсунки должны быть проверены и отрегулированы. Плотность в соединениях проверяют при остановке пружины форсунки на давление 230 атм. В форсунке создают давление в 200 атм. В исправной форсунке давление с 200 до 180 атм должно падать в течение 9–20 секунд. Нормальная форсунка распыляет топливо на мельчайшие частицы и равномерно распределяет топливо к поперечному сечению струи. Конус струи топлива, распыливаемого форсункой, должен иметь угол 15–20° для двигателя КДМ-46, 13–17° для двигателей Д-54 и Д-35. Угол конуса определяют по диаметру отпечатка, полученного после впрыска топлива на бумагу, и расстоянию от форсунки до плиты. Ось конуса струи топлива не должна отклоняться от оси распылителя больше чем на 3–5°.

При распыливании не должны появляться стекающие с распылителя капли топлива. При распыле должен быть слышен звук с четкой отсечкой в конце впрыска. Форсунки при испытании необходимо отрегулировать на давление впрыска 120–130 атм (для двигателя КДМ-46) или 122–128 (для двигателей Д-54 и Д-35).

Отклонение в давлении впрыска у форсунок одного двигателя допускается в пределах $\pm 2,5$ атм.

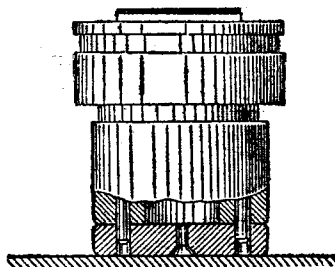


Рис. 146. Притирка доньшка бесштифтовой форсунки

5.4. Испытание секций топливного насоса и форсунок

Комплекты секций насоса после ремонта и сборки необходимо проверить на количество и равномерность подачи топлива на стенде, с комплектом топливопроводов высокого давления и отрегулированных форсунок. После того как валик насоса с проверяемыми топливными секциями достигнет необходимого числа оборотов (для насоса двигателя КДМ-46—650 об/мин и для насосов двигателей Д-54 и Д-35 — 700 об/мин), рейку ставят в положение максимальной подачи и топливо направляют в пробирки. Одновременно включают секундомер. Через 2–3 минуты лотки, направляющие топливо в пробирки, поворачивают и секундомер выключают.

При испытании на стенде секции насоса двигателя КДМ-46 должны подавать 19,6 кг/час, секции насоса двигателя Д-54 — 12,5 кг/час и секции насоса двигателя Д-35 — 8,4 кг/час.

Для определения часовой подачи топлива (в кг) необходимо вес топлива (в граммах), собранного в пробирки, разделить на продолжительность испытания (в секундах) и умножить полученный результат на 3,6. Например, если вес топлива в пробирках равен 540 г за 100 секунд испытания, то часовой расход составит:

$$540 : 100 \cdot 3,6 = 19,4 \text{ кг/час.}$$

Каждая насосная секция должна подавать одинаковое количество топлива. Отклонения в подаче допускаются для секций насоса двигателя КДМ-46 в пределах 2–3% и для секций насосов двигателей ДТ-54 и КД-35 — в пределах 3–4%.

Для определения неравномерности подачи в процентах нужно разделить разность между наибольшим и наименьшим весами топлива в стаканчиках на средний вес топлива, подаваемого секцией, и умножить полученный результат на 100.

Для определения момента впрыска топлива форсунку устанавливают против сетчатого диска, покрытого тонким слоем солидола. По положению и величине участка диска, очищенного топливом, определяют угол опережения и продолжительность впрыска. Угол опережения впрыска по отношению к кулачковому валу насоса должен быть равен: для насоса двигателя КДМ-46 — 3–5°; для насоса двигателя Д-54 — 6,5–9,6°; для насоса двигателя Д-35 — 8–11°, а продолжительность впрыска соответственно — 8; 11 и 15°.

5.5. Ремонт подкачивающих помп

Основные дефекты подкачивающих помп плунжерного типа — износы плунжера (поршня) и отверстия (цилиндра) в корпусе подкачивающей помпы, запорных поверхностей текстолитовых клапанов и их гнезд, шарикового клапана поршня насоса ручной подкачки топлива и его гнезда.

Поршень восстанавливают хромированием с учетом получения зазора между поршнем и отверстием в корпусе 0,02–0,04 мм. Корпусы с изношенными отверстиями (цилиндрами) заменяют новыми.

Текстолитовые клапаны ремонтируют притиранием торцевой поверхности на плите.

Гнезда клапанов ремонтируют шлифованием или лучше притиранием торцевой поверхности.

Изношенные шариковые клапаны поршня ручной подкачки топлива заменяют новыми.

Гнездо исправляют с помощью нового шарика. Для этого шарик устанавливают в гнездо (рис. 147) и с помощью латунной наставки легкими ударами молотка пристукивают к гнезду.

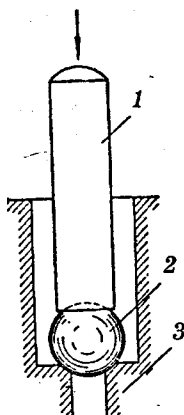


Рис. 147. Ремонт гнезда шарикового клапана:
1 — наставка, 2 — шарик,
3 — гнездо

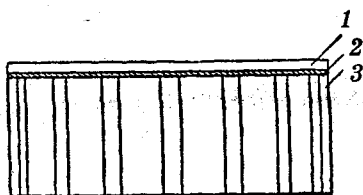


Рис. 148. Напайка пластины на торцевую поверхность шестерни подкачивающей помпы:
1 — пластины из стали,
2 — припой, 3 — шестерня

После нескольких ударов шарик поворачивают и повторяют операцию.

У шестеренчатых помп изнашиваются зубья шестерен по высоте и толщине, торцовые поверхности шестерен, отверстия под шестерни и места прилегания торцов шестерен корпуса помпы, крышка корпуса в местах прилегания торцов шестерен, втулки ведущего валика, ось и отверстие ведомой шестерни.

Шестерни, у которых изношены зубья по длине (торцовый износ шестерен), ремонтируют припайкой диска на малоуглеродистой стали твердым или мягким припоем (рис. 148), а также припайкой латунной пластины мягким припоем.

После припайки диск прорезают и опиливают по профилю зубьев.

Остальные изношенные детали шестеренчатых подкачивающих помп ремонтируют так же, как и аналогичные детали шестеренчатых масляных насосов. При ремонте подкачивающих помп так же, как и при ремонте масляных насосов, следует иметь в виду, что в случае замены отдельных деталей нужно проверять и при необходимости восстанавливать корпус помп. При несоблюдении этого условия помпа после постановки некоторых новых деталей (втулки валиков, шестерни, оси ведомых шестерен) будет работать хуже, чем до ремонта.

Объясняется это тем, что в процессе работы втулки ведущего валика и ось ведомой шестерни изнашиваются односторонне, вследствие чего увеличивается расстояние между осями шестерен, последние начинают упираться зубьями в корпус и изнашивают его. При постановке новых втулок и оси ведомой шестерни расстояние между осями вращения шестерен уменьшается, а зазор между зубьями шестерен и корпусом увеличивается, что приводит к уменьшению производительности помпы.

5.6. Ремонт регуляторов оборотов

У регулятора оборотов изнашиваются отверстия держателя грузиков под ось, пазы и отверстия скользящей муфты, отверстия грузиков под ось, кулачки и упорные выступы грузиков.

Пружины регулятора в процессе работы теряют упругость.

Разработанные отверстия держателя грузиков регулятора заваривают и рассверливают под оси нормального размера. При этом сохраняют расстояния от оси вращения держателя до оси отверстия (под оси грузиков), а также параллельность осей отверстий.

Изношенные пазы скользящей муфты заваривают газовой сваркой, протачивают и фрезеруют до нормальных размеров.

При износе отверстие скользящей муфты растачивают и в него запрессовывают втулку. После запрессовки втулку растачивают под ось нормального размера. Изношенные отверстия под ось у грузиков регулятора развертывают под ось увеличенного размера или рассверливают и в них запрессовывают втулки, которые затем развертывают под ось нормального размера.

Изношенные кулачки грузиков и упорные выступы наваривают и обрабатывают до нормальных размеров. Пружины, потерявшие упругость, заменяют новыми.

5.7. Ремонт топливопроводов

Топливопроводы низкого давления изготавливают из медных или латунных трубок или из стальных трубок с противокоррозийным покрытием. Трубопроводы высокого давления изготавливают из толстостенных стальных трубок.

Техническое состояние топливопроводов характеризуется их пропускной способностью. Основные дефекты трубопроводов: вмятины на стенках, трещины, переломы или истирания, повреждения развальцованных концов трубок в месте нахождения ниппеля. Перед ремонтом трубопроводы промывают дизельным топливом или горячим раствором каустической соды и продувают сжатым воздухом.

Топливопроводы, имеющие трещины и вмятины глубиной более 3 мм, истирания глубиной до 2 мм, радиус изгиба менее 30 мм и смятый конусный наконечник, подлежат замене или ремонту. Накладные гайки, имеющие срыв резьбы более одного витка, а также смятие граней под ключ, подлежат выбраковке.

Основными дефектами топливопроводов являются: изгиб, поперечный разрыв, продольные трещины, повреждения концов, прилегающих к штуцерам.

Вмятины на трубопроводах устраняют правкой (прогонкой шарика). При наличии трещин или переломов, а также истирания трубок дефектные места либо заваривают латуной Л63 с последующей зачисткой, либо вырезают, а затем соединяют: топливопроводы низкого давления при помощи соединительных трубок, а высокого давления — сваркой встык. Если при этом длина трубопровода уменьшилась, то вставляют дополнительный кусок трубки.

Изгиб, требующий удаления части трубопровода, устраняют следующим образом. Поврежденный участок вырезают, края отверстия зачищают шабером и из куска трубки делают вставку. Один конец вставки расширяют так, чтобы он находил на конец ремонтируемого топливопровода (рис. 149, а). Другой конец вставки помещают в предварительно расширенном отверстии второго конца трубопровода. Можно также вместо вырезанного поврежденного участка установить кусок новой трубки, а на стыки надеть трубки, внутренний диаметр которых равен наружному диаметру ремонтируемого трубопровода (рис. 149, б). Стальные топливопроводы запаивают твердыми припоями. При этом концы трубопровода (и вставляемой трубки) в местах пайки тщательно

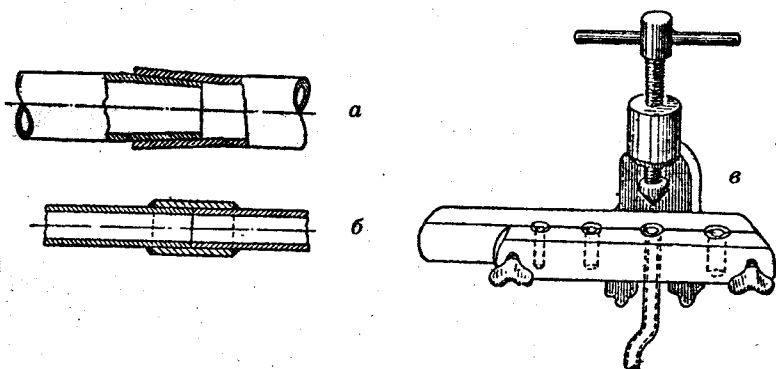


Рис. 149. Ремонт топливопроводов:

а, б — стыковка трубок, в — развальцовка конца трубопроводов

зачищают, смазывают раствором буры и вокруг стыка укладывают кусочки припоя, которые расплавляют с помощью газовой горелки, паяльной лампой или в горне.

При пайке мягким припоем места пайки после очистки облуживают и соединяют до застывания полуды. При поперечном разрыве трубопровода, концы соединяют так же, как и в случае удаления поврежденных кусков, и место стыка запаивают.

Продольную трещину запаивают мягким припоем с помощью паяльника или твердым припоем с помощью горелки.

При повреждении трубопровода в месте соединения со штуцером конец трубки отрезают и развальцовывают (рис. 149, в). Изношенные соединительные поверхности топливопроводов низкого давления восстанавливают с помощью развальцовочного приспособления ПТ-265.10Б. Для этого отрезают неисправный конец трубки с изношенной поверхностью, отжигают трубку, надевают на нее ниппель с гайкой, вставляют трубку в отверстие зажимного устройства, соответствующее ее диаметру, так, чтобы торец трубки выступал примерно на 2–3 мм над верхней кромкой отверстия, и зажимают трубку. Развальцовку трубок производят легкими ударами молотка по бойку.

Для высадки уплотняющего конуса на топливопроводах высокого давления используют приспособление ПТ-265.00А. Перед высадкой уплотняющего конуса неисправный конец топливопровода отрезают и отгибают на длину 15 мм. Надев на топливопровод накидную гайку, устанавливают сухарики и кольцо. Топливопровод с сухариками устанавливают в стяжную гильзу, при этом торец пуансона должен упираться в упорное кольцо, а топливопровод в пуансон. Приспособление устанавливают на пресс и производят высадку конусной головки. По окончании высадки внутренний канал топливопровода рассверливают сверлом соответствующего диаметра на глубину 20 мм и снимают заусенцы на наружной поверхности топливопровода в месте разъема сухариков. Топливопровод промывают дизельным топливом и продувают сжатым воздухом. В накидные гайки ввертывают защитные пробки.

Отремонтированные топливопроводы проверяют на герметичность, а трубопроводы высокого давления — и на про-

пускную способность путем пролива на стенде с контрольной секцией топливного насоса и эталонной форсункой. При этом измеряют количество топлива, которое перетекает через топливопровод в течение 1–2 мин. По результатам полученных значений производят комплектование топливопроводов на группы по пропускной способности. Различие в пропускной способности топливопроводов одного комплекта не должно превышать 0,5% от средней величины пропускной способности топливопроводов, входящих в комплект.

5.8. Ремонт топливных баков

Основными дефектами баков являются повреждения с образованием вмятин, трещин или отверстий и отпаивание горловин.

Баки, имеющие вмятины, выправляют с помощью наставок, вводимых через горловину. Можно также выправить бак, приварив к вогнутому участку крючок, затем при помощи рычага и крючка устранить вмятину, после чего отрезать крючок. Трещины, небольшие отверстия и оторванные горловины запаивают твердым или мягким припоем. При больших повреждениях или разъедании коррозией на участок повреждения припаивают заплату.

Перед пайкой бак нужно тщательно промыть 10%-ным раствором каустической или кальцинированной соды, нагретым до температуры 80–90°. Раствор через трубку нужно подавать на дно бака. Промывку ведут до тех пор, пока на поверхности вытекающего из бака раствора не перестанут появляться радужные пленки. При пайке бак нужно заполнить водой так, чтобы незаполненным остался только ремонтируемый участок.

Нарушение соединения перегородок со стенками заваривают сплошным швом проволокой Св-08 или Св-08ГС диаметром 2 мм. Небольшие трещины, а также нарушение герметичности устраняют пайкой низкотемпературным припоем. Значительные трещины устраняют пайкой высокотемпературным припоем, а в некоторых случаях и постановкой ремонтных накладок из листовой стали толщиной 0,5–1 мм, перекрывающих места повреждений на 10–15 мм. Наклад-

ки приваривают проволокой Св-08 или Св-08ГС диаметром 2 мм сплошным швом по периметру. После ремонта сварные швы зачищают от брызг и окалины, а баки испытывают на герметичность путем опрессовки в водяной ванне под давлением 0,3–0,35 кгс/см² в течение 5 мин.

При общей площади пробоин и сквозных коррозионных разрушений более 600 см² топливный бак бракуют. При меньшей площади повреждений бак ремонтируют постановкой заплат с последующей их приваркой или припайкой высокотемпературным припоем. При ремонте баков сваркой их обязательно выпаривают в течение 3 ч до полного удаления паров топлива.

§ 6. РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

6.1. Ремонт проводов

Неисправности проводов — обрывы и повреждения изоляции.

В случае обрыва провода ремонтируют пайкой. При пайке проводов в качестве флюса вместо хлористого цинка, который вызывает быстрое окисление и разъедание провода в месте пайки, применяют канифоль.

В настоящее время широко практикуется дуговая или контактная сварка проводов.

Наконечники проводов высокого напряжения в случае обрыва у места крепления могут быть изготовлены из латунных трубочек длиной 35 мм. Для этого трубочку затачивают с одной стороны на конус и этим заостренным концом вставляют под изоляцию провода так, чтобы зачищенный конец провода находился внутри трубки. Конец провода припаяют к трубочке и из последней выгибают наконечник.

В случае повреждения изоляции происходит замыкание проводов между собой или на массу. Для устранения этой неисправности заменяют поврежденный провод или на поврежденный участок накладывают новую изоляцию (изоляционную ленту, резину, прессшпан и т. п.). Для проверки

отремонтированный провод отъединяют от потребителей и источников тока. Состояния провода проверяют контрольной лампой, которая в случае обрыва провода не горит.

Для проверки замыкания на массу один конец от контрольной лампы присоединяют к проводу, а провод от источника тока—к массе. При замыкании провода на массу лампа будет гореть.

Состояние изоляции и утечку тока проверяют с помощью неоновой лампы. По силе свечения неоновой лампы можно судить о величине утечки тока, а следовательно, и о состоянии изоляции провода. Провода высокого напряжения проверяют при помощи установок, дающих напряжение 16 000–18 000 В.

6.2. Ремонт свечей

Характерными неисправностями свечей являются трещины изолятора и обгорание электродов.

При обнаружении трещин на изоляторе можно отремонтировать сердечник бурой. Для этого буру плавят и после остывания толкут в порошок. Затем сердечник нагревают до красного цвета, посыпают трещину порошком буры и снова нагревают. При этом бура плавится и заливает трещину. Так повторяют несколько раз, пока трещина не будет полностью залита. После этого сердечник медленно охлаждают. Сердечники, имеющие повреждения, не поддающиеся такому ремонту, могут быть заменены сердечниками, изготовленными из мрамора. Для этого из куска мрамора на токарном станке вытачивают форму по наружным размерам заводского изолятора и сверлят сквозное сверление по диаметру тонкой части центрального электрода. Затем в верхней части изолятора отверстие рассверливают до диаметра, соответствующего утолщенной части электрода, и в это отверстие ввинчивают электрод.

Обгоревшие центральные электроды могут быть заменены электродами, приготовленными из стальной проволоки (сталь 1 или 2) и одного электрода, вынутого из негодного сердечника. Для этого электрод разрезают на три части и каждую из этих частей приваривают к проволоке. Место

сварки прокатывают. После прокатки электрод запрессовывают на цементной замазке в сердечник вместо сгоревшего электрода. Обгоревшие или сломанные боковые электроды высверливают и заменяют новыми, изготовленными из стальной проволоки.

Изоляторы проверяют, подводя ток напряжением 16 000–25 000 В. При этом один полюс источника тока, присоединяют к центральному электроду, а другой — к охватывающей изолятор железной пластине.

Сердечник свечи может быть проверен, будучи собранным с корпусом свечи. Для этого на электрод надевают изоляционную втулку толщиной 1 мм и включают свечи параллельно искровому разряднику в цепь высокого напряжения.

По изменению воздушного промежутка, через который в разряднике проскакивает искра, судят о состоянии сердечника свечи. Отремонтированные или собранные свечи лучше всего проверять в установках (рис. 150), дающих возможность, наблюдать искру в свече при давлении 10–15 атм.

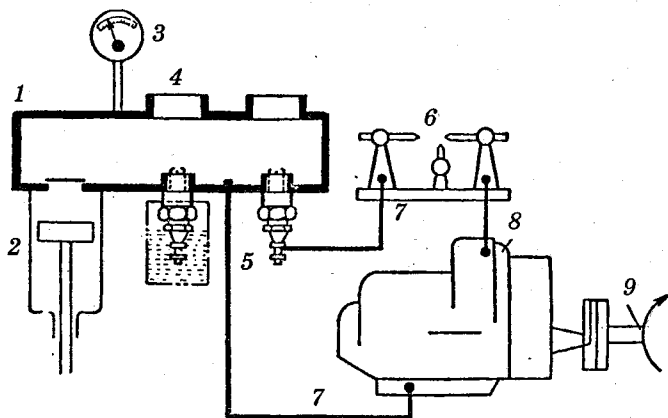


Рис. 150. Проверка сердечника свечи:

- 1 — камера сжатия, 2 — ручной насос, 3 — манометр,
4 — смотровое окно, 5 — испытываемые свечи, 6 — трехэлектродные разрядники, 7 — соединительные провода, 8 — магнето,
9 — привод к валу магнето

6.3. Ремонт магнето

Перебои в работе магнето вызываются неисправностями корпуса, подшипниковых опор и подшипников, прерывателя, ротора, конденсатора, обмоток, изоляционных деталей, токособирающих и токораспределяющих устройств и ускорителя.

Ремонт корпусов, подшипниковых опор и подшипников. Основными неисправностями корпусов, подшипниковых опор и подшипников являются: повреждение резьбы в отверстиях, трещины, ослабление посадок подшипниковых колец, износ подшипников и полюсных башмаков, повреждения маслопроводных трубок.

Отверстия с сорванной резьбой ремонтируют постановкой ввертышей. Можно также углубить отверстие и нарезать в углубленных отверстиях нормальную резьбу.

Для таких отверстий применяют удлиненные болты.

Трещины в корпусах и крышках запаивают или заваривают. Посадочные места под внутренние кольца шарикоподшипников изнашиваются редко и их не восстанавливают. Посадка наружных колец в гнезде нарушается в результате износа (уплотнения) прессшпановых прокладок, отделяющих подшипники от корпуса. Изношенные прокладки заменяют новыми. Постановка прокладок и шайб из материалов, обладающих меньшими, чем прессшпан, изоляционными качествами, не допускается, так как при прохождении через подшипники тока они быстро изнашиваются. Изношенные шарикоподшипники заменяют новыми.

При небольшом износе полюсные башмаки могут быть зачищены тонкой наждачной шкуркой. Испорченные маслопроводные трубки выправляют или заменяют новыми.

Ремонт прерывателей. Основными неисправностями прерывателей являются: разрушение рабочих поверхностей контактов, износ пятки молоточка и рабочей поверхности кулачка, ослабление пружины, износ втулки молоточка и рабочей поверхности корпуса прерывателя (обечайки).

Разрушенные контакты удаляют шлифованием на шлифовальном круге. Затем контактный болт или молоточек нагревают до темно-красного цвета в пламени паяльной лампы и на зачищенную поверхность насыпают буры. На расплавленную буру укладывают кусочки латуни толщиной

0,1 мм. После расплавления латуни накладывают вольфрамовую лепешку и прижимают пинцетом. После того как припой залетит края лепешки, контактный болт или молоточек выносят из пламени и погружают в кипящую воду, содержащую небольшое количество соляной кислоты. Это необходимо для удаления остатков буры. После очистки напаянный контакт доводят до необходимых размеров.

Контакты можно также паять с помощью аккумулятора. В этом случае молоточек (или контактный болт) зажимают в тисках и провод от одного зажима аккумулятора присоединяют к тискам. Затем место под контакт зачищают, смазывают раствором буры, на буру укладывают пластинку припоя и лепешку контакта (рис. 151). Ко второму проводу присоединяют заточенный угольный электрод. Выключают ток после того, как расплавится припой, отключив провод, присоединенный к тискам. Угольный электрод держат прижатым к лепешке до остывания припоя.

При износе пятки молоточка и кулачка прерывателя их заменяют новыми.

В случае ослабления пружину ремонтируют повторной термообработкой или заменяют новой.

Пружины прерывателя следует проверять при помощи точно тарированных динамометров. В момент разрыва контакта прерывателей динамометр должен показывать 500–550 г.

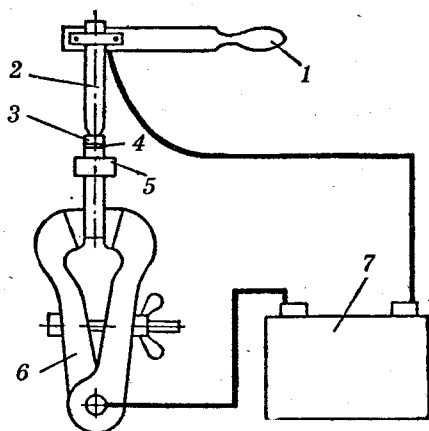


Рис. 151. Напайка контактов прерывателя:

- 1 — держатель,
- 2 — угольный электрод,
- 3 — вольфрамовая лепешка, 4 — латунь,
- 5 — контактный винт,
- 6 — тиски,
- 7 — аккумулятор

Изношенные втулки молоточка прерывателя заменяют новыми.

Ремонт роторов магнето. Типичными неисправностями ротора являются: повреждение резьбы на хвостовике, излом хвостовика полуоси, износ магнитов и размагничивание.

В случае повреждения резьбы исправляют перерезанием. Обломанный хвостовик наращивают с помощью газовой горелки. Изношенную поверхность ротора зачищают мелкой наждачной шкуркой.

В процессе эксплуатации роторы размагничиваются под действием магнитного потока, создаваемого трансформаторной катушкой магнето, магнитных полей электрических машин и трансформаторов, нагрева, сотрясений и ударов и т. п.

Для намагничивания роторов применяют электромагниты (рис. 152), создающие сильное магнитное поле. Аппараты обычно имеют 20–30 тыс. ампервитков. Для намагничивания достаточно двух-трех кратковременных включений тока.

Ротор магнето может быть намагничен с помощью приспособления, изготовленного из корпуса, полюсных башмаков и катушек возбуждения генератора ГБТ. В этом случае к полюсным башмакам прикрепляют накладки, которые с двух сторон плотно охватывают ротор магнето. Обмотку возбуждения через предохранитель мгновенными импульсами включают в сеть постоянного тока напряжением 110–220 В.

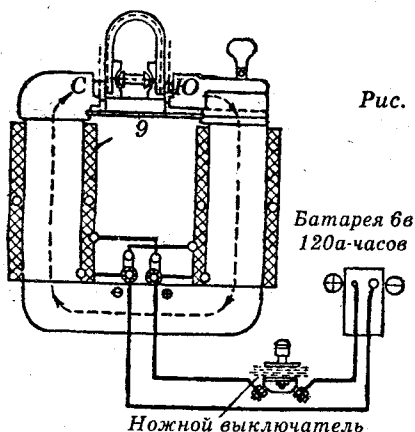


Рис. 152. Схема намагничивания ротора магнето

Роторы можно намагничивать и переменным током. Для этого в сеть вводят плавящийся предохранитель и параллельно ему включают конденсатор емкостью 2 микрофарады. Пробивное напряжение конденсатора должно быть не меньше двойного рабочего. При напряжении в сети переменного тока 220 В диаметр медной проволоки плавкого предохранителя должен быть равен 0,15 мм.

Намагниченность ротора проверяют магнитометрами. Нормальная величина магнитного потока ротора (установленного в корпус магнето) должна быть в пределах 16 000–20 000 максвелл.

Ремонт обмоток магнето. Характерными неисправностями обмоток магнето являются: повреждения изоляции и обрывы.

В случае повреждения наружную изоляцию вторичной обмотки удаляют и на ее место накладывают новую.

Обмотку можно перематывать на специальных намоточных станках, дающих возможность плавно изменять количество оборотов наматываемого сердечника и снабженных амортизатором, предохраняющим провод от разрыва, и счетчиком оборотов.

При перемотке нужно следить, чтобы диаметр, материал и длина наматываемого провода, а также количество рядов и витков строго соответствовали снятой обмотке.

После перемотки катушки покрывают изоляционным лаком, сушат в сушильном шкафу 2–3 суток при температуре 70–90° и испытывают.

Проверка исправности обмоток заключается в том, что в первичную обмотку через прерыватель подают определенной величины ток, а концы вторичной обмотки присоединяют к трехэлектродному искровому разряднику (рис. 153). По характеру искры судят о состоянии обмоток. Трансформаторная катушка магнето при токе в первичной цепи 1,5–2 А должна давать бесперебойную искру при искровом промежутке, равном 7 мм.

Ремонт конденсаторов. У конденсаторов могут быть следующие неисправности: повреждение изоляции, обрыв проводов и утечка.

У магнето СС-4 конденсатор помещается между вторичной и первичной обмотками, вследствие чего отдельный ре-

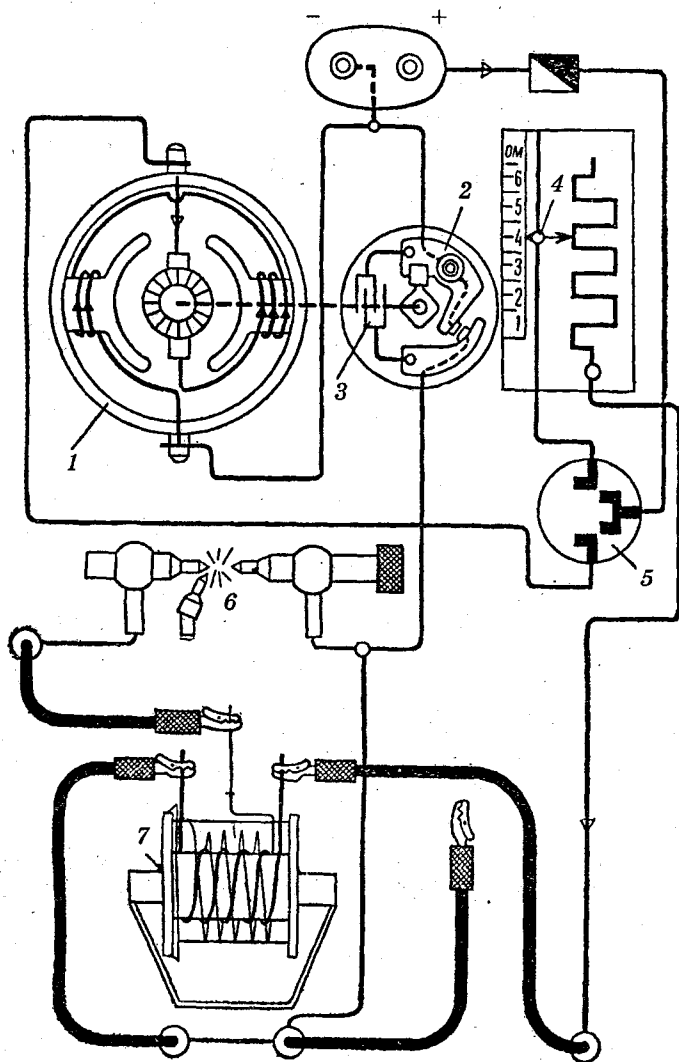


Рис. 153. Проверка трансформаторной катушки:
 1 — электродвигатель, 2 — прерыватель, 3 — конденсатор,
 4 — реостат, 5 — выключатель, 6 — разрядник,
 7 — проверяемая индукционная катушка

монт его невозможен. В большинстве случаев приходится конденсатор заменять новым и прикреплять его с наружной стороны трансформаторной катушки.

Конденсатор можно проверять несколькими способами. Наиболее удобна проверка с помощью неоновой лампы (рис. 154). Для проверки конденсатор включают в цепь постоянного тока с напряжением 300–400 В последовательно неоновой лампе. Если при проверке конденсатора наблюдаются отдельные вспышки, конденсатор можно считать пригодным. Постоянное слабое свечение лампы указывает на утечку тока. Полное свечение лампы будет при пробитом конденсаторе.

Конденсаторы обычно проверяют при напряжении, значительно превосходящем рабочее напряжение конденсатора. Так, конденсаторы, работающие в 12-вольтовой системе электрооборудования, проверяют при напряжении 500 В, а конденсаторы, работающие в 6-вольтовой системе, — при напряжении 350 В.

Наиболее простой способ проверки конденсатора — при помощи обычной лампы, работающей от осветительной сети напряжением 110–220 В. В момент контакта провода с зажимом исправного конденсатора должно быть заметно искрение, но лампа не должна гореть. Если лампа горит, значит конденсатор неисправен (пробит). Если лампа не горит и в момент включения нет искры, значит в цепи конденсатора имеется обрыв.

Ремонт изоляционных деталей токособирающих и распределительных устройств. Основным дефектом изоляционных деталей является образование трещин.

Трещины на карболитовых изоляционных деталях заклеивают карбинольным клеем, клеем БФ-2 или бакелитом. Наиболее прост и надежен ремонт карболитовых деталей с помощью жидкого бакелита. Свежеполоманые детали не

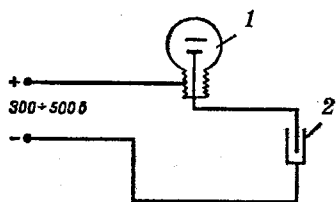


Рис. 154. Проверка конденсатора с помощью неоновой лампы:

1 — неоновая лампа,

2 — проверяемый конденсатор

требуют какой-либо подготовки, если поверхность излома чистая и не имеет жировых пятен. Если поверхности излома загрязнены, деталь нужно предварительно обезжирить ацетоном или спиртом. Ремонт карболитовых деталей бакелитом сводится к следующим операциям:

1) части поломанной детали помещают в сушильный шкаф и нагревают до температуры $100-120^{\circ}$;

2) порцию жидкого бакелита нагревают до температур 140° ;

3) разогретый бакелит наносят на поверхности излома, затем их соединяют и сжимают струбциной;

4) вместе со струбциной деталь помещают в сушильный шкаф, нагревают до температуры 140° и выдерживают при этой температуре 30 минут, после чего деталь охлаждают и место стыка зачищают от приливов выдавившегося бакелита.

Карболитовые детали, имеющие трещины, ремонтируют следующим образом:

1) по всей длине трещины прорезают (или вырубают) канавку;

2) деталь нагревают в сушильном шкафу до температуры $120-140^{\circ}$;

3) выдерживают порцию бакелита при температуре 140° до тех пор, пока пробная капля, нанесенная на холодную (15°) поверхность какой-либо металлической детали, не будет полностью затвердевать,

4) подготовленный бакелит заливают в трещину, заглаживают лопаточкой и деталь охлаждают. Если трещина сквозная, с нижней стороны детали, где трещина не разделана, подкладывают кусочек асбеста или картона, чтобы бакелит не вытекал.

Отремонтированные изоляционные детали подвергают испытанию на пробой током высокого напряжения ($16000-18000$ В).

6.4. Ремонт ускорителей

Характерными неисправностями ускорителей являются: ослабление пружины, износ выступов собачки, задерживающих частей, заедание собачек на осях.

Таблица 51

Марка двигателя	Угол запаздывания зажигания (в градусах)	
«Универсал»	40–42	правое вращение
П-46	30–32	левое вращение
1МА	44–47	правое вращение
ГАЗ-НАТИ и У-5	40–42	левое вращение

Ослабленные пружины восстанавливают разгибанием и повторной термообработкой. Изношенные выступы собачек и задерживающих частей ремонтируют наваркой твердыми сплавами или высокоуглеродистыми сталями с последующей термообработкой. В большинстве случаев детали ускорителя заменяют новыми. Отремонтированный ускоритель должен отвечать следующим требованиям:

срыв собачек ускорителя должен происходить при повороте ведущей части на $80-85^\circ$ после зацепления собачек ускорителя; вращающий момент, необходимый для срыва собачек ускорителя, должен равняться $15-20$ кгсм. При соединении с ведущим валом привода магнето ускоритель должен обеспечивать следующие углы запаздывания (табл. 51).

Величину угла запаздывания можно изменять, переставляя пусковой ускоритель на роторе с одной шпоночной канавки втулки на другую. Шпоночные канавки расположены со смещением относительно друг друга на угол $180 \pm 7^\circ$. Кроме того, угол запаздывания можно изменять смещением прерывателя.

6.5. Сборка и испытание магнето

При сборке магнето необходимо согласовать положение ротора в корпусе, соответствующее максимальному изменению магнитного потока, с началом размыкания контактов прерывателя и положением подвижного контакта распределителя тока высокого напряжения. У магнето (СС-4, М-18, М-24) максимальное изменение магнитного потока происходит в том случае, когда обрез ротора магнето отходит от угла полюсного наконечника трансформатора на $2-3$ мм (рис. 155). При этом положении ротора должны начинать размыкаться контакты прерывателя.

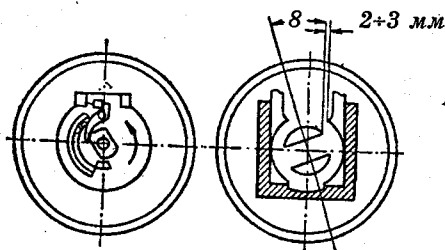


Рис. 155. Положение ротора магнето, соответствующее максимальному изменению магнитного потока

При начале размыкания контактов прерывателя подвижный контакт распределителя тока высокого напряжения должен подходить к одному из неподвижных контактов, передающих ток к свече. Подшипники ротора магнето можно регулировать с помощью стальных шайб, устанавливаемых на ось ротора так, чтобы осевой люфт не превышал 0,05 мм и чтобы под действием магнитных сил при повороте на 10–15° (от устойчивого положения) ротор самостоятельно возвращался в исходное положение. Этот же способ применяют для проверки правильности зацепления шестерен. При переделке магнето одного направления вращения на другое все эти элементы должны быть согласованы. Кроме того, ускоритель должен быть переделан с одного направления вращения на другое. Для этого в ускорителе изменяют расположение пружины и собачек и прорезают под соответствующим углом дополнительную шпоночную канавку во втулке.

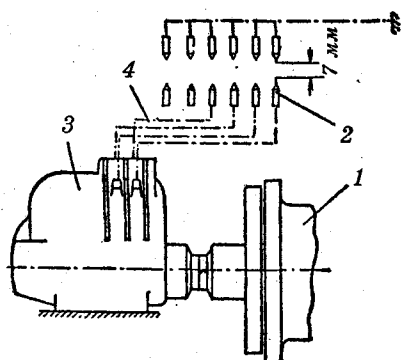


Рис. 156. Схема проверки магнето:
 1 — привод стэнда,
 2 — искровые разрядники,
 3 — испытуемое магнето,
 4 — провода

Магнето после сборки испытывают на специальном стенде УКИС-М-1 или на любой установке (рис. 156), дающей возможность приводить во вращение ротор с необходимым числом оборотов и имеющей трехэлектродные искровые разрядники по числу проводов высокого напряжения магнето.

Отремонтированное магнето должно характеризоваться следующими показателями:

- 1) в момент срыва собачки ускорителя в искровом разряднике искра должна перекрывать воздушный промежуток, равный 7 мм;
- 2) при 200–250 об/мин ускоритель должен отключаться;
- 3) при 1000–1500 об/мин магнето должно давать бесперебойные искры при зазоре между разрядниками не менее 7 мм.

6.6. Ремонт генераторов

Дефекты генераторов: нарушение контакта щеток с контактными кольцами в результате износа или зависания щеток, поломки или ослабления щеточных пружин; замыкание на массу изолированных выводов обмоток статора или ротора; обрыв или межвитковое замыкание обмоток статора или ротора; обрыв или пробой диодов у генераторов со встроенными выпрямителями; износ поверхности контактных колец; трещины или сколы щеткодержателя.

Преждевременный отказ в работе подшипников происходит из-за отсутствия смазки или при значительно превышающем норму натяжении приводного ремня. В местах установки шариковых подшипников возникает износ: на поверхности вала якоря в результате проворачивания его обойм при разрушении подшипников; в отверстиях крышек под посадку подшипников.

Повреждение изоляционных прокладок щеткодержателей и потеря упругости их пружин происходят из-за местного нагрева вследствие образования токопроводящих мостиков при загрязнении.

В результате недостаточной жесткости установки генератора на двигателе могут возникнуть обломы ушек крышки и трещины в перемычках между вентиляционными отверстиями. Для крышек характерно возникновение дефек-

тов, связанных с износом отверстий в ушках под болты крепления и срывом резьбы в ушке под болт крепления натяжного кронштейна.

У шкива возможно появление износа: бортов канавки шкива из-за увеличенного против нормального натяжения приводного ремня; краев канавки под шпонку из-за недостаточной затяжки гайки, крепящей шкив на валу якоря генератора.

Разборка генераторов включает следующие работы: отвертывание винтов крепления и снятие щеткодержателя в сборе со щетками; отвертывание винтов крепления крышки подшипника со стороны контактных колец и снятие ее; отвертывание стяжных винтов крепления крышек генератора; снятие с помощью съемника или пресса крышки со стороны контактных колец в сборе с предварительным отвертыванием винтов крепления фазных выводов обмотки статора; снятие с крышки со стороны контактных колец блоков диодов; снятие статора с обмотками; отвертывание гайки со стороны контактных колец и со стороны шкива с предварительным закреплением ротора в тисках; снятие с помощью съемника или пресса с вала ротора: шкива и шпонки; крышки со стороны привода и подшипника со стороны контактных колец; снятие с крышки со стороны привода шайбы крепления сальника и подшипника.

При дефектации деталей выполняют следующие операции:

давление пружин на щетки проверяют динамометром. Оно должно соответствовать техническим условиям для данного типа генератора. Пружины щеток, потерявшие упругость, заменяют; замыкание на массу изолированных выводов и обмоток проверяют контрольной лампой, питаемой от аккумуляторной батареи или сети напряжением 220–500 В, или омметром. При нарушении изоляции лампа горит. Обрыв обмотки возбуждения или статора проверяют прикосновением щупов к контактным кольцам или поочередно к выводам фаз обмотки статора. В случае обрыва лампа гореть не должна или стрелка омметра не будет отклоняться. Межвитковые замыкания обмотки ротора определяют по сопротивлению катушки возбуждения, которое должно соответствовать техническим условиям. Обмотки статора на межвитковые замыкания проверяют омметром и сравнива-

ют измеренные значения сопротивлений между выводами. При отсутствии межвитковых замыканий сопротивления между выводами должны быть одинаковыми; диоды проверяют источником постоянного тока напряжением не выше 24 В, которое прикладывают к выводам диода через контрольную лампу. Исправный диод должен проводить ток только в одном направлении. При приложении напряжения в прямом направлении (плюс источника соединен с плюсом диода) контрольная лампа должна гореть, а при приложении напряжения в обратном направлении она гореть не должна. Если контрольная лампа горит при приложении напряжения в обоих направлениях, диод негоден из-за короткого замыкания в нем (пробоя). Если контрольная лампа не горит при приложении напряжения в обоих направлениях, диод негоден из-за обрыва;

механические повреждения — износ шеек вала ротора, разрушение подшипников, разработка шпоночной канавки в шкиве, смятие шпонки, выработка в крышках посадочных мест под подшипники и другие дефекты — выявляют осмотром и измерением. Щеткодержатели, имеющие сколы, трещины и деформацию корпуса, заменяют.

Ремонт генератора включает следующие операции:

поврежденную изоляцию выводов заменяют исправной; для снятия отказавшей в работе катушки возбуждения необходимо разобрать ротор с помощью съемника или прессы. Намотку катушки возбуждения делают на оправку проводом соответствующего диаметра. Исправную катушку возбуждения устанавливают на втулку между двумя изоляционными шайбами, напрессовывают на вал половину полюсов и контактные кольца, закрепляют полюсы с помощью гайки, выводы катушки припаивают к контактным кольцам. Затем ротор пропитывают изоляционным лаком;

при отказе в работе одной из фазных обмоток статора заменяют все фазные катушки. У дефектного статора выжигают изоляцию, после чего фазные катушки снимают. Новые катушки каждой фазы наматывают проводом соответствующего диаметра с помощью приспособления на специальной разборной оправке. По окончании намотки откусывают конец провода, отвинчивают гайку оправки и разъединяют секции для снятия катушек фазы. Затем оправку со-

бирают по порядку номеров, выбитых на каждой секции, для намотки следующей фазной обмотки. В углубления очищенного и окрашенного нитроэмалью статора вставляют изогнутую П-образную изоляцию из электротехнического картона. На выступы статора поочередно надевают катушки каждой фазы. Фиксируют катушки в пазах текстолитовыми удерживающими клиньями. Начала фазных катушек зачищают, скручивают и спаивают в тигле припоем ПОС-40. На выводные концы надевают изоляционные хлорвиниловые трубки и закрепляют присоединительные наконечники. Статоры пропитывают путем погружения в ванну с лаком ГФ-95 на 1–2 мин. Сушку производят в шкафу при температуре 100–120°C в течение 4 ч;

поврежденные диоды в блоках отпаивают от соединительных шин и на их место устанавливают исправные. Перед припайкой диодов к шинам проверяют полярность с помощью контрольной лампы так, как это указывалось выше. Условия пайки: припой ПОС-61; флюс — спиртовой раствор канифоли; продолжительность пайки не должна превышать 15 с;

контактные кольца протачивают до выведения следов износа и размера не менее оговоренного в технических условиях. Если диаметр колец после проточки меньше допустимого из-за значительного износа, то кольца заменяют новыми, предварительно отпаяв от них выводы обмотки возбуждения;

вместо дефектной шпоночной канавки на валу ротора фрезеруют новую в месте, противоположном старой;

шейки вала ротора под посадку подшипников восстанавливают хромированием или пластическим деформированием (накаткой).

изношенное отверстие в крышках под посадку подшипника восстанавливают с помощью дополнительной ремонтной детали (расточивание отверстия под втулку, изготовление втулки, запрессовка втулки, растачивание и шлифование втулки под номинальный размер);

изношенные отверстия в ушках крышек под болты крепления восстанавливают с помощью дополнительной ремонтной детали (расточивают отверстие с помощью кондуктора под втулку, ремонтную втулку накатывают по внешнему

диаметру и запрессовывают в подготовленное отверстие ушка);

сорванную резьбу в ушке под натяжной кронштейн восстанавливают путем нарезания резьбы увеличенного диаметра.

Сборку генераторов производят в порядке, обратном разборке, при соблюдении следующих технических требований: изоляция выводов крышек должна выдерживать испытание переменным током напряжением 220 В; катушка обмотки возбуждения ротора должна быть проверена на отсутствие межвитковых замыканий и замыканий на корпус; контактные кольца не должны замыкаться между собой и на корпус; катушка возбуждения должна плотно зажиматься в свободном пространстве ротора под полюсами; собранный ротор должен быть пропитан изоляционным лаком; в шариковые подшипники должна быть заложена специальная смазка (ЛЗ-158, ЦИАТИМ-201 и т.д.); фетровые шайбы сальников пропитаны индустриальным маслом 45, с последующим отжимом; биение контактных колец относительно посадочных мест под шариковые подшипники не должно превышать 0,05 мм.

После сборки генератора ротор должен вращаться свободно от руки. Продольный люфт ротора должен быть в пределах 0,15–0,25 мм. Размеры, зазоры и натяги в сопряжениях отдельных деталей при сборке генераторов должны соответствовать технической документации на ремонт данного типа генератора.

Испытания генераторов осуществляют на соответствие их выходных параметров техническим характеристикам, приведенным в технических условиях. Испытания генераторов проводят на контрольно-испытательном стенде (типов 2214, Э-211, 532, КИ-968 и др.). При испытании проверяют частоту вращения ротора, при которой генератор развивает определенное напряжение без нагрузки и под нагрузкой.

Ремонт щеток и щеткодержателей. Основными неисправностями щеток и щеткодержателей являются: плохое прилегание щетки к коллектору вследствие износа рабочей поверхности щетки; плохой контакт в месте припайки гибкого кабеля, соединяющего щетку с щеткодержателем; ослабление пружины, прижимающей щетку к коллектору; повреждение изоляционной подкладки щеткодержателя.

Плохо прилегающую щетку притирают к коллектору с помощью стеклянной бумаги 00.

Плохой контакт в месте присоединения гибкого провода устраняют пайкой. В качестве припоя применяют олово или третник, а в качестве флюса — канифоль. При плохом нажиме щетки на коллектор разгибают и закаливают пружину или заменяют новой. Давление щетки на коллектор должно быть равным 600 г. При повреждении изоляционную подкладку щеткодержателя заменяют новой.

Ремонт коллекторов. Характерные неисправности коллектора — неравномерный износ рабочей поверхности, повреждение изоляции между ламелями и между ламелями и втулкой коллектора.

При износе коллектор протачивают на токарном станке (в центрах). Если между ламелями выступает изоляция, коллектор следует протачивать при скорости резания не более 30 м/мин. Если изоляция не выступает, скорость резания можно принять равной 60 м/мин. Проточку нужно вести при подаче не более 0,1 мм и минимальной глубине резания. Допускаемая величина уменьшения коллекторов арочного типа, где D_K — нормальный диаметр коллектора.

После проточки коллектор зачищают тонкой стеклянной бумагой 00 до удаления следов резца и грубых царапин с поверхности, приводящих к быстрому износу щеток. На каждый миллиметр уменьшения диаметра коллектора давление щеток должно быть увеличено на 100 г. После зачистки коллектора прорезают изоляцию между пластинами тонкой ручной ножовкой или фрезой. Изоляция должна быть углублена на 0,5 мм. В случае повреждения изоляции между ламелями или между ламелями и втулкой коллектор заменяют или перебирают.

Коллектор на замыкание между ламелями проверяют с помощью контрольной лампы (рис. 157). Для этого концы обмоток отпаивают от ламелей, один конец провода от сети или источника тока присоединяют к одной из ламелей, а второй, соединенный последовательно с лампочкой, — к рядом расположенной ламели.

При повреждении изоляции лампочка загорается. Для проверки замыкания ламелей со втулкой коллектора обмотку не отпаивают. В этом случае один конец провода от ис-

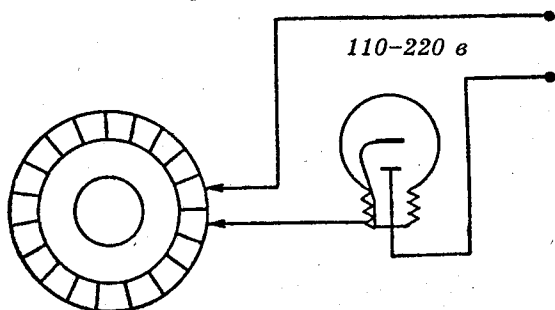


Рис. 157. Проверка изоляции между пластинами коллектора

точника тока присоединяют поочередно к ламелям; а второй от лампочки присоединяют к валу якоря. При исправной изоляции между ламелями и втулкой коллектора лампочка не горит.

Электрическую прочность изоляции, отделяющей ламели от корпуса якоря, следует проверять при напряжении 500 В.

Ремонт якорей. Основные неисправности якоря генератора и стартера и сопрягающихся с ними деталей — износ подшипников, прогиб вала, истирание железа, повреждение изоляции или обрыв проводов обмотки в лобовой части, повреждение изоляции в пазах, вызывающее замыкание обмотки на корпус, замыкание между витками обмотки, обрыв проводов в местах крепления обмотки к ламелям.

Изношенные подшипники заменяют новыми. Изогнутый вал выправляют при помощи прессы. В случае сильного истирания железа якоря для уменьшения магнитных потерь под полюсные наконечники подкладывают пластины из малоуглеродистой стали до получения междужелезного пространства нормальной величины.

При повреждении изоляции в любой части обмотки необходимо установить причины, вызывающие эту неисправность (разбег якоря, отъединение концов обмотки), и с помощью деревянной наставки и молотка обжечь лобовые провода и закрасить изоляционным лаком. Поврежденную обмотку перематывают. Перед снятием обмотки должен быть зарисован эскиз якоря и схема обмотки и записаны сдвиг обмотки по коллекто-

ру относительно паза, число витков в секции, длина одного витка секции и всей секции, число проводников в пазу, марка и диаметр провода, «шаг по пазам» и «шаг по коллектору».

После этого удаляют старую обмотку и очищают якорь. Затем укладывают изоляцию, наматывают обмотку, припаяют концы обмоток к ламелям, сушат обмотку в течение 2–3 часов при температуре 60–100°, пропитывают изоляционным шеллачным лаком, сушат в течение 4–5 часов, вторично покрывают изоляционным лаком и окончательно сушат в течение 10–15 часов. Потом очищают и шлифуют якорь, очищают пазы между ламелями и проверяют якорь на индукционном аппарате (рис. 158).

Во время проверки якорь вводят в переменное магнитное поле, при этом обмотка якоря начинает работать как вторичная обмотка трансформатора. Присоединяя контакт-

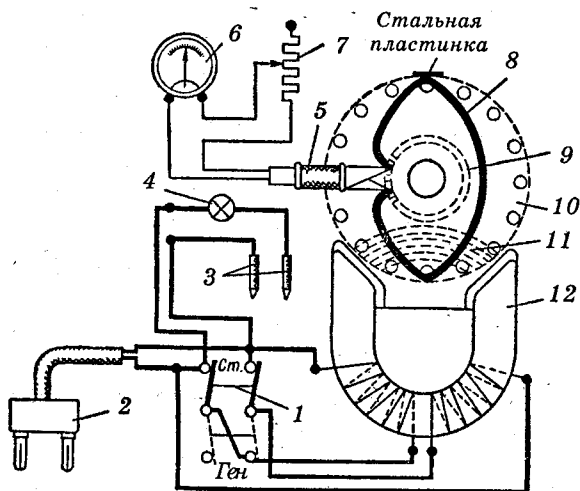


Рис. 158. Проверка якоря генератора на индукционном аппарате: 1 — переключатель; 2 — штепсельная вилка; 3 — щупы контрольной электрической лампы; 4 — контрольная электрическая лампа; 5 — вилка гальванометра; 6 — гальванометр; 7 — реостат; 8 — секция якоря; 9 — коллектор якоря; 10 — железо якоря; 11 — направление магнитных силовых линии; 12 — ярмо аппарата.

ные вилки амперметра к двум соседним ламелям коллектора, определяют ток в обмотке и ее состояние.

Во время проверки амперметр присоединяют так, как указано на рисунке 158. В этом случае амперметр будет показывать максимальный ток в витках, так как при этом положении возникает наибольшая электродвижущая сила. Это положение контактных вилок следует сохранять при проверке всех обмоток, для чего якорь в процессе испытания поворачивают.

При исправных обмотках показания амперметра должны быть одинаковыми. При двухстороннем обрыве в обмотке секции показания амперметра будут равны нулю (рис. 159, а). Такие же показания будут при полном коротком замыкании витков секции (рис. 159, б). В случае частичного замыкания витков секции показания амперметра будут меньше, чем при испытании исправной секции (рис. 159, в). При одностороннем обрыве обмотки секции показания амперметра близки к нулю (рис. 159, г). Короткое замыкание секций обнаруживается также хорошо с помощью ножовочного полотна, накладываемого на паз якоря, находящегося в магнитном поле индукционного аппарата. При коротком замыкании витков пластинка дребезжит.

Если витки секции припаяны неправильно, показания амперметра будут в два раза больше нормального (рис. 159, д).

Ремонт обмоток возбуждения. У обмоток возбуждения могут быть следующие неисправности: повреждение (разрушение) изоляции, короткое замыкание между витками, обрыв обмотки.

При повреждении наружной изоляции обмотки возбуждения старую изоляционную тесьму заменяют новой. В случае короткого замыкания между витками или обрыва витков перематывают обмотку.

Обмотку возбуждения испытывают на индукционном аппарате (рис. 160). В случае замыкания витков в обмотке будет индуцироваться ток и обмотка будет нагреваться. По нагреву в течение 5–6 минут судят о состоянии обмотки. Для проверки исправности обмотки пользуются контрольной лампой или замыкают концы обмотки, установленной на индукционном аппарате. В случае обрыва внутри обмотки она не будет нагреваться. Обмотки возбуждения можно так-

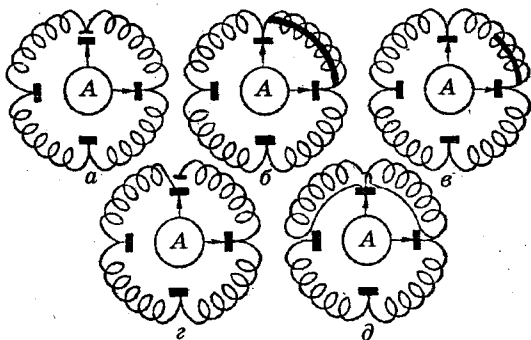


Рис. 159. Неисправности обмотки якоря:

а — двухсторонний обрыв секции обмотки якоря; б — короткое замыкание секции обмотки якоря; в — частичное замыкание секции обмотки якоря; г — односторонний обрыв секции обмотки якоря; д — неправильная припайка концов секции к пластинам коллектора

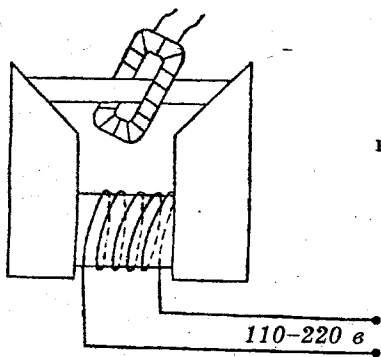


Рис. 160. Проверка катушки возбуждения в индукционном аппарате

же проверять по омическому сопротивлению. Для проверки омического сопротивления определяют ток и напряжение, потребляемые катушкой.

Ремонт реле-регулятора напряжения. Характерными неисправностями реле-регулятора напряжения являются: повреждение изоляции обмоток, обрыв обмоток, поломка пружины, повреждение изоляции клемм, износ рабочей поверхности контактов.

При наличии первых двух неисправностей приходится перематывать обмотки реле и заменять изоляцию. Обмотку реле можно наматывать вручную с помощью электродрели или на специальном намоточном станке. Перед намоткой очищают сердечник электромагнита реле.

Поврежденные изоляционные детали заменяют новыми. Контакты изготавливают из серебра. Контакты припаивают серебряным припоем, состоящим из двух частей серебра и одной части латуни. В качестве флюса для припаивания контактов используют буру. Контакты можно также приклепывать.

Собранное реле или регулятор монтируют на исправляемом генераторе, испытывают и регулируют. Регулировка заключается в установлении необходимых зазоров и натяжения пружины.

6.7. Контрольные испытания генераторов после ремонта

После ремонта и проверки отдельных частей, а также после сборки генератор осматривают и испытывают. При досмотре обращают внимание на состояние окраски, правильность затяжки болтов, разбег вала якоря, который должен быть не больше 0,5 мм, и свободу вращения якоря. Якорь должен свободно, без заеданий, вращаться от руки без шума.

Электромеханические испытания генератора лучше всего выполнять на контрольно-испытательных стендах УКИС-М-1.

В случае отсутствия стенда генератор можно испытывать, применяя любой привод, дающий возможность вращать якорь с необходимым числом оборотов. Исправные генераторы должны иметь следующие показатели (табл. 52 и 53).

Общая продолжительность испытаний при максимальном числе оборотов и максимальной мощности должна быть не меньше 20–30 минут, чтобы можно было определить по нагреву пригодность генератора к длительной работе.

Кроме указанных выше испытаний, можно испытывать генераторы с помощью аккумуляторов (рис. 161). В этом случае генератор работает как электродвигатель и потребляет определенный ток.

Вращение генератора при испытании в качестве электродвигателя должно быть равномерным.

Таблица 52

Марка генератора	Число оборотов в минуту, при которых генератор дает 6 вольт	
	без нагрузки в холодном состоянии	с нагрузкой в холодном состоянии
ГБТ-454	800	Не более 1100
ГАУ-4101	650	Не более 900
ГБФ-4105	800	Не более 1100

Таблица 53

Марка генератора	Число оборотов в минуту	Напряжение (в В)	Ток (в А)
ГБТ-454	2300	6-7	10-12
ГАУ-4101	2300	6-7	16-17
ГБФ-4105	2500	6-8	13-15

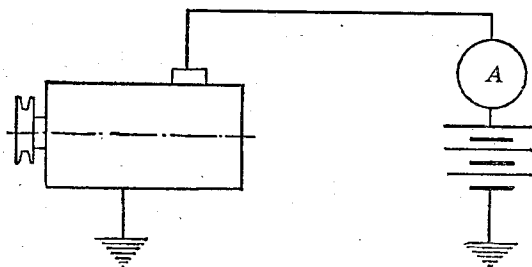


Рис. 161. Испытание генератора с помощью аккумулятора

6.8. Ремонт и испытание стартеров

Ремонт стартеров. Дефекты стартеров: забоины и заусенцы на посадочных местах крышек; срыв внутренней и внешней резьбы на отдельных деталях стартера; срыв шлицев головок винтов крепления полюсных сердечников; задиры на внутренней поверхности полюсных сердечников из-за задевания их железом якоря при износе подшипников; повреждение изоляции обмоток якоря и возбуждения из-за

перегрева или загрязнения; нарушение изоляции изолированных щеткодержателей; износ якоря под втулки подшипников в крышках и промежуточной опоре; износ втулок; замыкание или обрыв обмоток катушек реле стартера или окисление контактных болтов и диска; повреждение муфты привода (заклинивание или проскальзывание роликов, трещины на одной из полумуфт, износ зубьев или забоины торцов шестерни и т. д.); износ роликов, отверстий под пальцы рычага привода.

Разборка стартеров включает следующие операции: отвертывание винтов крепления и гайки перемычки; отсоединение реле стартера от корпуса; ослабление или снятие стяжного болта; снятие защитной ленты; удаление щеток из щеткодержателей; вывертывание стяжных шпилек; снятие крышки со стороны коллектора; снятие оси рычага привода и отвертывание винтов крепления промежуточного подшипника; удаление якоря из корпуса и снятие с него крышки со стороны привода; снятие муфты привода и промежуточного подшипника с вала якоря с предварительным удалением упорного и замкового колец; отвертывание гайки выводного болта и винтов крепления полюсов с обмотками и удаление их из корпуса стартера; снятие крышки и удаление сердечника со штоком из корпуса реле стартера.

В зависимости от конструкции стартера последовательность операций разборки может несколько отличаться от указанной.

Дефектацию отдельных деталей стартера осуществляют путем измерения изношенных поверхностей универсальным (микрометром, штангенциркулем, линейкой) или специальным (шаблонами, калибрами) измерительным инструментом.

Обрыв обмоток реле выявляют с помощью контрольной лампы. При отсутствии обрыва лампа, включенная между выводом реле и корпусом, должна гореть.

Без перемотки катушек реле можно устранить лишь обрыв в месте соединения вывода удерживающей обмотки с корпусом. Для этого пропаивают это соединение или осаживают заклепку, крепящую провод к корпусу.

Межвитковые замыкания обмоток реле стартера выявляют измерением сопротивления втягивающей и удержива-

ющей катушек. Если измеренные сопротивления окажутся меньше значений, указанных в технических условиях, то имеется межвитковое замыкание. Если же имеется обрыв обмоток в других местах (обычно в соединении катушек с выводами), то так же, как и при межвитковых замыканиях, реле стартера заменяют исправным.

Состояние контактных болтов, диска реле и включателя оценивают осмотром. Изношенные медно-графитовые втулки крышек стартера заменяют новыми. Винты крепления полюсных сердечников с сорванными шлицами заменяют новыми.

Наиболее часто встречающейся неисправностью привода является заклинивание или пробуксовка муфты свободного хода. Проверку муфты на пробуксовку проводят прокручиванием шестерни привода относительно шлицевой втулки в приспособлении при помощи динамометрического рычага. В этом случае шестерня в одном направлении проворачиваться не должна (при моменте, превышающем в 2,5 раза номинальный крутящий момент стартера при полном торможении), а в другом направлении должна проворачиваться свободно. Привод, у которого имеет место пробуксовка или заклинивание муфты свободного хода, разбирают, а все детали дефектуют. При разборке муфту со снятой пружиной зажимают в патрон токарного станка и развальцовывают кожух специальным резцом. Кожух муфты можно развальцовывать в тисках с помощью специально заточенного зубила.

Изоляцию щеткодержателей крышки, обмотки якоря и других деталей контролируют лампочкой, которая не горит при нормальной изоляции и загорается, если она нарушена.

При *ремонте стартеров* выполняют следующие операции: забоины и заусенцы на посадочных местах корпуса и крышек удаляют напильником;

нарушение изоляции щеткодержателей восстанавливают путем замены заклепок и оси. На новые заклепки и ось рычага щеткодержателя надевают новые изоляционные втулки и прокладки, после чего их расклепывают и покрывают головки цапонлаком или глифталевой нитроэмалью № 1201;

ремонт обмоток катушек возбуждения и якоря осуществляется путем замены изоляции. В качестве изоляции

применяют кабельную бумагу, литероид толщиной 0,25–0,4 мм и хлопчатобумажную ленту.

У катушек возбуждения: удаляют поврежденную изоляцию; полоски изоляции вставляют между витками; сверху плотно обматывают хлопчатобумажной лентой; выводные концы катушек соединяют между собой и спаивают припоем ПОС-40 с применением канифоли; отремонтированные катушки пропитывают изоляционным лаком и просушивают в сушильном шкафу; в готовые и проверенные катушки вставляют полюсные сердечники и закрепляют в корпусе полюсными винтами.

У обмотки якоря: концы проводов отпаивают от коллектора; отпаянные концы секций при помощи выколотки выбивают из пластин коллектора; снимают верхний слой проводов обмотки; перед снятием нижнего слоя проводов проверяют, отпаялись ли концы обмотки от пластин коллектора, после чего снимают провода; извлекают провода обмотки из пазов железа якоря (форму изгиба секций сохраняют); если обмотка деформирована, то ее правят на плите деревянным или медным молотком, проверяя форму выгиба секций по шаблону; удаляют из пазов старую изоляцию; вместо поврежденной торцевой изоляции на клею или изоляционном лаке устанавливают новую; в изолированный паз укладывают провод с таким расчетом, чтобы начало секции располагалось в прорези соответствующей пластины коллектора с учетом шага по пазам; между верхним и нижним проводниками в пазу укладывают изоляцию из электроизоляционного картона (у якорей стартеров повышенной мощности — хлопчатобумажный шнур диаметром 3 мм); укладка нижних концов секций в шлицы пластин коллектора; укладка на проводники воротничка из плотной бумаги; запрессовка в шлицы пластин коллектора верхних концов секций; припаивание концов проводов обмотки к пластинам коллектора; проверка изоляции обмотки; пропитка и сушка якоря; обтачивание коллектора с последующим шлифованием стеклянной шкуркой (допустимое уменьшение диаметра коллектора не должно превышать размера, указанного в технических условиях).

В случае, если пластины коллектора имеют замыкание на корпус или ослабло их крепление на втулке, коллектор заменяют новым.

При наличии погнутости стальной крышки стартеров их правят.

Трещины и отколы чугунных и алюминиевых крышек устраняют электродуговой или газовой сваркой.

Изношенные втулки подшипников заменяют новыми. Новые втулки перед запрессовкой высушивают при температуре 80–120 °С в течение 1 ч, после чего выдерживают в авиационном масле МС-14 в течение 2 ч при температуре плюс 180–190 °С. После запрессовки втулку разворачивают под номинальный или ремонтный размер шейки вала якоря.

Изношенные шейки вала якоря под крышки ремонтируют шлифованием под ремонтный размер.

Ремонт втулки с муфтой свободного хода привода стартера осуществляют заменой изношенных деталей (роликов, толкателей роликов, пружин и т.д.) и зачисткой забоин и заусенцев на зубьях шестерни. На собранную муфту надевают стальной кожух, закрепляют привод в патроне токарного станка и завальцовывают кожух путем обкатки и роликом.

При незначительном подгаре болтов и диска у реле включения контактирующие поверхности зачищают. При большом подгаре контактные болты следует повернуть на 180° или заменить, а контактный диск перевернуть на другую сторону.

Сборку стартеров производят в порядке, обратном разборке, при соблюдении следующих требований: щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях без заеданий и перекосов; пружины должны прижимать щетки к коллектору с усилием, соответствующим данным технических условий; допустимый люфт вала якоря должен быть 0,8–1,0 мм, а радиального люфта, ощутимого рукой, не должно быть; муфта привода стартера должна свободно перемещаться по шлицам вала и возвращаться в исходное положение;

перед сборкой необходимо смазать шейки вала и трущиеся детали привода; зазор между шестерней и упорным кольцом при включенном положении реле стартера и люфте, выбранном в сторону коллектора якоря, должен быть в пределах 2,5^{-0,5} мм; должен быть проверен момент включения основных и дополнительных контактов реле.

Испытание стартеров проводят на контрольно-испытательном стенде типа 2214, Э211, 532М с целью проверки характеристики холостого хода и полного торможения в соот-

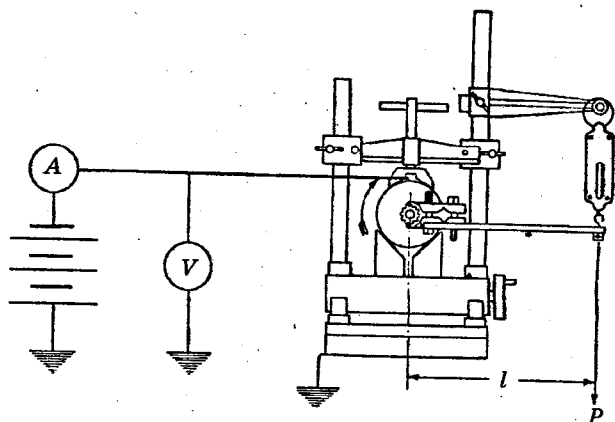


Рис. 162. Схема испытания стартера

ветствии с техническими условиями. Отклонение крутящего момента от нормы в меньшую сторону, а силы тока в большую указывает на дефекты в обмотках стартера или на неправильную его сборку. Малый крутящий момент и потребляемый ток свидетельствуют о плохом контакте питания стартера. Если напряжение на зажимах стартера находится в пределах нормы, то неисправность следует искать в самом стартере.

Состояние отремонтированного стартера определяется по развиваемому им крутящему моменту. Перед испытанием на крутящий момент запускают стартер вхолостую, и определяют потребляемый ток и число оборотов, развиваемое якорем стартера.

Для проверки на максимальный крутящий момент стартер зажимают в приспособлении (рис. 162), к валу якоря стартера крепят рычаг, соединяемый с пружинным динамометром.

6.9. Ремонт генераторов переменного тока

Характерными неисправностями генераторов переменного тока являются: износ подшипников и посадочных мест под шариковые подшипники; размагничивание ротора; повреждение изоляции катушек и обрыв проводов.

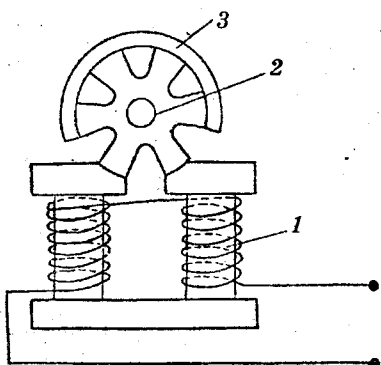


Рис. 163. Схема намагничивания ротора генератора переменного тока:

1 — намагничивающий аппарат, 2 — ротор, 3 — накладка

При износе шариковые подшипники заменяют новыми. Посадочные места под шарикоподшипники восстанавливают электроэрозионной контактной наплавкой, осталиванием. Допускается накатка посадочных мест под внутренние обоймы прямозубой накаткой. Размагниченный ротор намагничивают так же, как и ротор магнето. Схема намагничивания ротора приведена на рис. 163.

Ротор можно намагнитить и без разборки генератора. Для этого один провод от сети постоянного тока соединяют с «массовой», а второй — с тремя остальными, замкнутыми, клеммами через плавкий предохранитель (рис. 164).

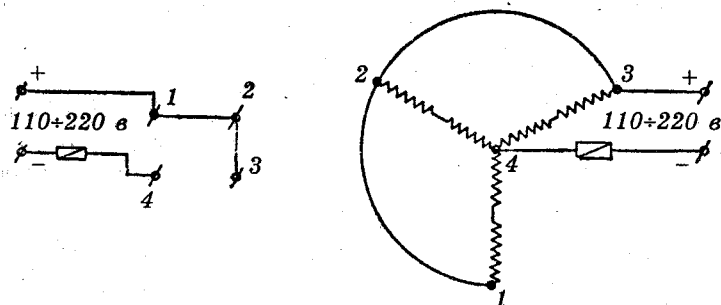


Рис. 164. Схема намагничивания ротора генератора переменного тока без разборки генератора:

1, 2, 3 — замкнутые клеммы, 4 — «массовая» клемма

При намагничивании от сети переменного тока параллельно плавкому предохранителю необходимо включать конденсатор емкостью 2–4 микрофарады.

Неисправные катушки перематывают. Катушки на обрыв можно проверить с помощью лампы и аккумулятора (рис. 165). При этом один провод от аккумулятора присоединяют к «массовой» клемме генератора, а второй, с последовательно соединенной лампой, — поочередно к каждой из клемм. При обрыве обмоток лампа не горит.

Замыкание витков катушек может быть обнаружено с помощью аккумулятора и вольтметра. Для этого аккумулятор присоединяют к любым двум клеммам (кроме «массовой»), а вольтметр — к «массовой» клемме и поочередно к клеммам, к которым присоединен аккумулятор (рис. 166).

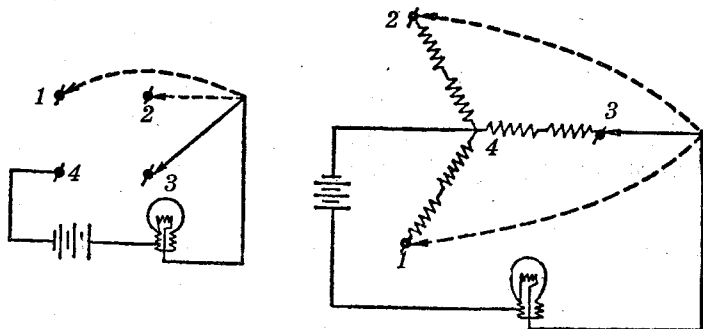


Рис. 165. Проверка катушек генератора на обрыв:
1, 2, 3 — клеммы, 4 — «массовая» клемма

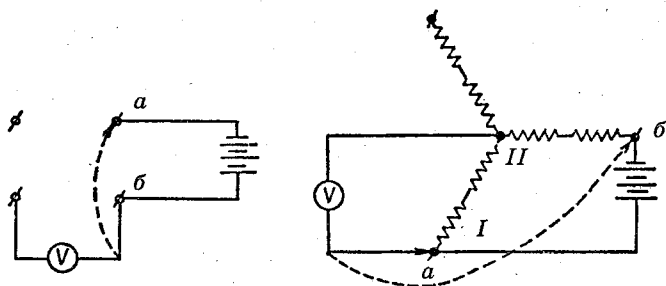


Рис. 166. Проверка катушек на замыкание витков:
а, б — клеммы генератора

При исправных катушках вольтметр покажет 3 В в случае присоединения к клеммам *a* и *б*. При полном коротком замыкании I или II обмотки вольтметр во время присоединения к клемме *a* покажет 2 В, а при соединении с клеммой б—4 В. При обрыве в I или II обмотке вольтметр при соединении с клеммой *a* покажет 6 В, а при соединении с клеммой б — нуль. При замыкании обеих обмоток показания вольтметра, присоединенного к клемме *a*, будут равны нулю.

Испытание генераторов переменного тока типа Г-30 после ремонта. После ремонта генераторы проверяют на развиваемое ими напряжение. Генератор Г-30 при 1300 об/мин в холодном состоянии должен давать не менее 4 В, при 2100 об/мин не менее 5,5 В и при 2300 об/мин — 5,7–7,9 В.

Кроме того, генератор проверяют в течение 2 минут при 3000 об/мин с нагрузкой в 2 Ома в каждой цепи или с включенными лампами в 21 свечу при напряжении 6 В.

6.10. Ремонт распределителей

Дефекты распределителей: обломы и трещины любого характера и расположения на стенках корпуса и других деталях; износ втулок и хвостовика корпуса; ослабление заклепок крепления кронштейна пружинной защелки; износ шеек валика под втулки корпуса и под кулачок; погнутость валика; износ шлица валика; ослабление осей грузиков на пластине центробежного регулятора;

поломка или погнутость стоек пружин центробежного регулятора;

износ кулачка прерывателя, ослабление крепления пластины к кулачковой втулке; износ пазов пластины под штыри грузиков;

заедание шарикового подшипника подвижного диска прерывателя; износ обойм подшипника; повреждение или обрыв соединительных проводов прерывателя; загрязнение фильца для смазывания кулачка прерывателя; повреждение стойки фильца; обгорание и износ контактов прерывателя; износ выступа рычажка прерывателя; потеря упругости пружины рычажка; износ оси рычажка;

износ резьбовых отверстий под винты крепления неподвижного диска к корпусу; повреждение диафрагмы вакуумного регулятора опережения зажигания; ослабление пружины диафрагмы; погнутость и износ отверстия тяги диафрагмы; потеря емкости или пробой изоляции конденсатора; обрыв выводного провода; вмятины на корпусе; облом или отпайка кронштейна конденсатора; повреждение изоляции или поломка наконечников проводов высокого напряжения; отколы, трещины на крышке и роторе распределителя; погнутость пластин октан-корректора.

Разборку распределителей следует проводить в таком порядке:

отстегнуть пружинные защелки и снять крышку распределителя;

снять ротор; отсоединить пластину октан-корректора от корпуса;

снять вывод низкого напряжения, предварительно отсоединив от него провод конденсатора и провод к подвижной пластине прерывателя; снять конденсатор, предварительно отвернув винты крепления; снять вакуумный регулятор (предварительно отвернув винты крепления регулятора к корпусу и отсоединив тягу диафрагмы от подвижного диска); отвернуть штуцер и вынуть регулировочные прокладки (шайбы) и пружину регулятора; вынуть неподвижный диск в сборе с подвижным из корпуса, отвернув предварительно винты крепления диска к корпусу, а также отсоединить неподвижный диск пластины от подвижного (отвернув винты, крепящие подшипник) и снять с подвижного диска рычажок прерывателя с пружиной, неподвижный контакт прерывателя и фильц для смазывания кулачка; снять кулачковую втулку с валика, отвернув винт ее крепления; выбить штифт, снять с валика наконечник со шлицем и вынуть валик из корпуса; разобрать центробежный регулятор, сняв предварительно грузики и пружины.

Дефектация деталей: обломы и трещины корпуса, валика, кулачковой втулки, деформацию пружины молоточка прерывателя, срыв резьбы определяют внешним осмотром с применением в необходимых случаях лупы четырехкратного увеличения. Износы валика и кулачка определяют при помощи микрометра. Биение шейки валика кулачка отно-

сительно шеек под втулки корпуса и погнутость валика определяют при помощи индикатора вращением валика на призмах; исправность конденсатора, если на его корпусе нет явных механических повреждений, определяют проверкой его емкости и исправности диэлектрика на стендах СПЗ-6, СПЗ-8 и др.

Выбраковываются и заменяются новыми: карболитовые крышки и ротор, имеющие отколы и трещины; корпус при обнаружении обломов или трещин; обломанные пружинные защелки крепления крышки; валик в сборе при наличии трещин; кулачковая втулка при обнаружении на ней трещины любого характера, а также при износе отверстия более 0,015 мм по диаметру; кулачок, имеющий ступенчатый износ или задиры на рабочей поверхности, а также при его биении более 0,04 мм; подшипник, если после промывки в керосине не будет вращаться свободно и если люфт наружной обоймы подшипника относительно внутренней более 0,05 мм; рычажки прерывателя с обломами или большим износом выступа; деформированные и потерявшие упругость пружины рычажков; регулировочные эксцентрики и фиксирующие винты с поврежденными прорезями под отвертку; поломанные держатели шарикового подшипника; конденсаторы емкостью менее номинальной, имеющие короткое замыкание или большую утечку, а также глубокие вмятины на корпусе, приводящие к повреждению диэлектрика; вакуумный регулятор в сборе с обломом или трещиной кронштейна крепления; поврежденные или потерявшие упругость пружины; обломанные наконечники проводов высокого напряжения.

Ремонт: наружную поверхность хвостовика корпуса ремонтируют постановкой ремонтной втулки, хромированием, железнением, полуавтоматической наплавкой в среде углекислого газа или виброконтактной наплавкой. После восстановления хвостовик шлифуют до номинального диаметра, базируя корпус по отверстию под втулки;

втулки с изношенными отверстиями под валик выпрессовывают с помощью специальной оправки и на их место устанавливают новые;

при биении валика выше 0,04 мм его правят на свинцовой плите или деревянном бруске. Изношенные шейки ва-

лика восстанавливают под ремонтный размер (уменьшением диаметра до 0,2 мм) или хромированием с последующим шлифованием под номинальный размер, а изношенную хвостовую часть валика — наваркой высокоуглеродистой проволоки. После наварки хвостовик обрабатывают под номинальный размер с последующей термической обработкой до твердости HRC 48–52.

Сборку распределителя производят в последовательности, обратной разборке, соблюдая следующие требования: все трущиеся поверхности перед сборкой должны быть смазаны консистентной смазкой ЦИАТИМ-201; грузики центробежного регулятора опережения зажигания должны свободно вращаться на осях; характеристики пружин центробежного регулятора должны соответствовать данным технических условий; под головку винта кулачковой втулки должна быть положена пружинная шайба; продольный люфт втулки кулачка не должен превышать 1 мм; вращение шарикового подшипника пластины прерывателя должно быть свободным, без заеданий; люфт наружной обоймы подшипника относительно внутренней допускается не более 0,05 мм; шариковый подшипник должен быть заполнен консистентной смазкой ЦИАТИМ-201; сальник втулки должен быть изготовлен из чистого фетра и пропитан индустриальным маслом 45; ось рычажка прерывателя не должна иметь качания в месте крепления; рычажок прерывателя должен быть укреплен на оси без люфта; подбором текстолитовых шайб следует обеспечить совпадение контактов с точностью до 0,25 мм; контакты должны иметь гладкие, шлифованные поверхности, параллельные между собой; толщина слоя вольфрама на контактах должна быть не менее 0,5 мм; длина проводника на корпус должна обеспечивать свободный ход пластины без его натяжения; соединительный проводник должен иметь на концах напаянные наконечники; угольный контакт в центральном гнезде крышки распределителя должен перемещаться свободно, без заеданий; в кольцевую канавку крышки при необходимости следует установить на колею уплотнительную прокладку; конденсатор должен иметь емкость в пределах, указанных в технических условиях; выводной проводник конденсатора должен иметь неповрежденную изоляцию; валик распределителя должен свободно вращаться во

втулках корпуса; размеры, зазоры и натяги в сопряжениях при сборке распределителей должны соответствовать технической документации на ремонт.

В собранном прерывателе контакты следует зачищать при помощи стеклянной или шлифовальной бумаги зернистостью 140–170, надфиля или абразивной пластинки. Толщина надфилей и абразивных пластин не должна превышать 1 мм. После зачистки контакты необходимо протереть замшей, смоченной в бензине.

Испытание распределителей производят на стендах СПЗ-8, КИ-968, СПЗ-6 или др. При испытании распределителей определяют: сопротивление контактов прерывателя (по падению напряжения на замкнутых контактах); усилие в граммах, с которым пружина рычажка сжимает контакты прерывателя; бесперебойность искрообразования, угол чередования искр (синхронность); угол замкнутого состояния контактов; изменение угла опережения зажигания, создаваемое центробежным регулятором; изменение угла опережения зажигания, создаваемое вакуумным регулятором.

6.11. Ремонт аккумуляторных батарей

Основными неисправностями аккумуляторных батарей являются сульфатация, коробление пластин, пробой сепараторов, коррозия клемм и повреждение банок.

Сульфат образуется в аккумуляторе главным образом в связи с неправильной неполной зарядкой. При полностью заряженном аккумуляторе сульфата не должно быть. При зарядке сульфат восстанавливается. Этим и пользуются для устранения сульфатации пластин.

Для устранения небольшой сульфатации (характеризующейся нагревом аккумулятора, понижением емкости, повышением напряжения разряда и понижением плотности электролита) нужно вылить электролит, налить в аккумулятор дистиллированной воды или слабый раствор серной кислоты (удельный вес 1,04–1,06) и зарядить аккумулятор током величиной, вдвое меньшей нормальной. (Нормальный зарядный ток равен приблизительно 0,1 емкости аккумуляторной батареи.) Во время зарядки необходимо следить за температурой

электролита и его плотностью. Если температура электролита будет больше 40° , зарядку нужно прервать, охладить аккумулятор и только после этого продолжать зарядку. Если удельный вес электролита достигает 1,15, нужно заменить электролит дистиллированной водой или слабым раствором серной кислоты и продолжать зарядку до тех пор, пока не прекратится повышение плотности электролита.

При большой (глубокой) сульфатации нужно разобрать аккумулятор, промыть пластины и поместить их в 35%-ный раствор нашатырного спирта. После этого аккумулятор заряжают в течение 48 часов током, равным 0,01 емкости аккумулятора. После зарядки аккумулятор разряжают слабым током и заряжают с переменной полярностью. Затем опять разряжают аккумулятор, промывают и заливают нормальный электролит и нормально заряжают аккумулятор.

Коробление пластин вызывает уменьшение емкости и плотности электролита, а в некоторых случаях — короткое замыкание пластин. Покоробленные пластины с выпавшей активной массой заменяют. Негодные пластины следует заменять старыми, но годными к работе. Заменять одну или несколько пластин новыми нельзя, так как между новыми и старыми пластинами возникают уравнительные токи. Новые пластины следует ставить комплектно. При замене неисправную пластину отрезают или отламывают от баретки. В баретке прорезают ножовкой паз, к которому подгоняют гребешок годной пластины. Гребешок и место возле паза тщательно зачищают и пластину приваривают свинцом (без применения флюса).

Сеператоры, имеющие повреждения, заменяют новыми, изготовленными из однослойной (ореховой, дубовой и т. п.) фанеры. Для удаления из фанеры уксусной кислоты ее помещают в раствор каустической соды (удельный вес 1,15) на 6–8 дней, после чего промывают в дистиллированной воде и погружают в раствор серной кислоты (удельный вес 1,15) на 8 часов.

При коррозии клемм крышку аккумуляторной банки (вливают свежей мастикой, нагретой до температуры $130-140^{\circ}$, клеммы очищают от окиси и смазывают вазелином или солидолом. Для устранения трещин, обнаруженных на пластмассовых аккумуляторных банках, применяют карбинольный или целлулоидный клей.

Перед склеиванием карбинольным клеем банки тщательно промывают водой и сушат. Затем поверхность вдоль трещины зачищают шабером и наждачной шкуркой и вдоль трещины шабером вырезают канавки с обеих сторон.

Если трещина широкая, в нее вкладывают шнуровой асбест, смазанный клеем так, чтобы с обеих сторон стенки банки остались небольшие канавки.

Банку при склеивании устанавливают так, чтобы одна стенка с канавкой располагалась горизонтально. Затем в канавку заливают порцию карбинольного клея.

После затвердевания залитого клея банку поворачивают и устанавливают так, чтобы горизонтально располагалась канавка, вырезанная с другой стороны трещины, и в эту канавку заливают порцию свежеприготовленного карбинольного клея.

Если от банки отколоты куски, то при свежем изломе поверхность излома банки и отломанного куска смазывают карбинольным клеем и куски сжимают каким-либо приспособлением.

При ремонте целлулоидным клеем после разделки канавок вдоль трещин укладывают шнур из свернутой и проклеенной целлулоидным клеем хлопчатобумажной материи. Шнур должен заполнять трещину и канавку. Заполненную канавку заклеивают полоской материи, которая должна выходить за края трещины на 10–15 мм. Полоску материи после приклеивания сверху промазывают дополнительно клеем.

57. СБОРКА ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

7.1. Установка гильз

Отобранные гильзы одного ремонтного размера необходимо проверить на разностенность (рис. 167).

Гильзу нужно устанавливать в блок так, чтобы плоскость наибольшей разностенности ее совпадала с плоскостью качания шатуна. Гильза должна входить в гнездо блока от усилия руки. Канавки в гильзе под резиновые уплотнительные

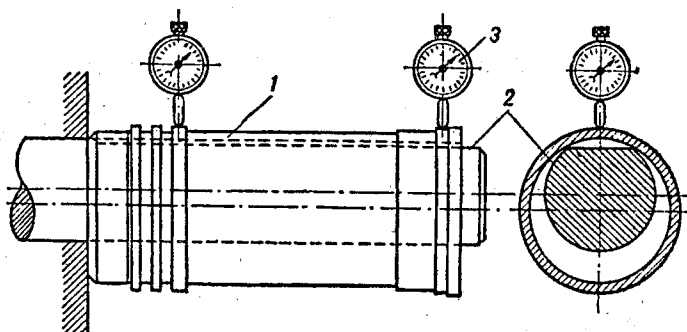


Рис. 167. Проверка гильзы на разностенность:
1 — гильза, 2 — оправка, 3 — индикатор

кольца надо тщательно очистить. При установке гильз двигателей, у которых под верхний буртик гильзы подкладывается медное уплотнительное кольцо, нужно внимательно следить за тем, чтобы кольцо не «закусывалось» гильзой.

7.2. Подбор поршней

Поршни подбираются по гильзам или цилиндрам. Для этого поршень вводится в цилиндр или гильзу вместе с ленточным щупом, толщина которого равна наименьшему допустимому зазору между стенкой цилиндра или гильзы и юбкой поршня. С таким щупом поршень должен свободно перемещаться в цилиндре или гильзе. С щупом, толщина которого равна наибольшему допустимому зазору, поршень не должен входить в гильзу или цилиндр. Допустимые при сборке зазоры между поршнем и цилиндром приведены в табл. 54.

Следует подбирать поршни к гильзам или цилиндрам с наименьшими допустимыми зазорами, так как чем меньше начальный зазор, тем больше срок работы сопряжения.

Иногда комплектуют поршни с гильзами двигателя КДМ-46 с зазором 0,27–0,28 мм. Это дает возможность увеличить срок службы деталей и уменьшить расход масла.

Таблица 54

Марка двигателя	Зазор между поршнем и цилиндром или гильзой (мм)
КДМ-46	0,31–0,37
Д-54	0,13–0,17
Д-35	0,175–0,235
«Универсал»	0,06–0,12
П-46	0,13–0,21
ПД-10	0,18–0,215
ИМА	0,14–0,18
СХТЗ	0,10–0,14
ГАЗ-51	0,024–0,036
ЗИС-120	0,08–0,10

Таблица 55

Марка двигателя	«Универсал»	ИМА	КДМ-46	П-46	Д-54	Д-35	ГАЗ-51	ЗИС-120
Допустимые отклонения в весе поршней в комплекте (г)	30	30	15	10	10	10	14	20

Подобранные в комплект поршни должны иметь одинаковый вес. Допускаемые отклонения в весе поршней приведены в табл. 55.

7.3. Подбор колец

Поршневые кольца подбирают как по цилиндрам, так и по канавкам поршней. Кольцо вводят в цилиндр, выравнивают поршнем и щупом измеряют зазор в стыке (рис. 168). Прилегание колец проверяют на просвет. Просвет должен быть не более 0,03 мм на длине дуги 60 мм.

Подобранные по цилиндру кольца проверяют по канавкам поршней. Для этого кольцо прокатывают по канавке, (рис.

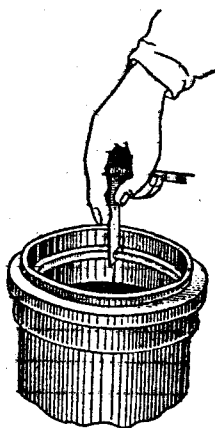


Рис. 168. Проверка зазора в стыке кольца

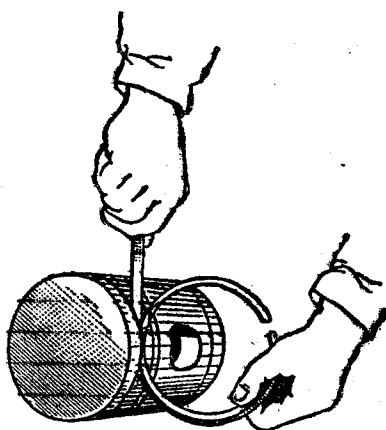


Рис. 169. Подбор кольца по поршню

169). Если кольца свободно прокатывается и при этом полностью утопает в канавке по всей окружности, следует проверить зазор между кольцом и канавкой поршня по высоте.

Данные о зазорах (в мм) между кольцами и канавками поршней приведены в табл. 56.

Таблица 56

Кольцо	Верхнее компрессионное	Нижнее компрессионное	Маслосъемное
КДМ-46	0,08–0,12	0,07–0,11	0,04–0,08
Д-54	0,117–0,160	0,082–0,125	0,042–0,085
Д-35	0,080–0,125	0,050–0,095	0,050–0,095
«Универсал»	0,020–0,065	0,010–0,065	0,010–0,065
П-46	0,02–0,065	0,02–0,065	0,02–0,065
ПД-10	0,045–0,080	0,045–0,080	—
ГАЗ-51	0,052–0,082	0,035–0,067	0,035–0,067
ЗИС-120	0,035–0,072	0,035–0,072	0,035–0,080
ИМА	0,017–0,060	0,017–0,060	0,017–0,060

Таблица 57

Наименование колец	Компрессионное среднее	Компрессионное среднее	Маслосъемное
КДМ-46	12-16	8,0-12	5,5-7,5
П-46	6,0-10,0	—	6,0-10,0
Д-54	6,0-8,0	—	4,0-5,0
Д-35	4,6-9,2	—	2,5-3,0
«Универсал»	3,7-5,5	—	2,2-4,5
1МА	4,8-7,0	—	3,0-5,0
ГАЗ-51	1,9-2,7	—	1,6-2,2
ЗИС-120	4,5-7,0	—	3,7-5,7

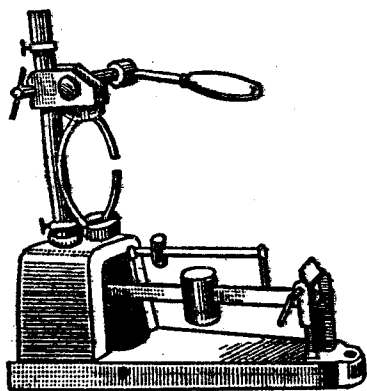


Рис. 170. Прибор для проверки упругости колец

Упругость (в кг) поршневых колец приведена в табл. 57.

Кольцо на упругость проверяют на специальном приборе, приведенном на рисунке 170.

7.4. Сборка поршня с шатуном

Перед сборкой поршня с шатуном нужно проверить сопряжение пальца со втулкой верхней головки шатуна. Между пальцами и втулкой верхней головки шатуна должен быть обеспечен соответствующий зазор. Зазор проверяют по разности диаметров отверстия втулки верхней головки шатуна

и наружного диаметра пальца. Шатун, собранный с пальцем, при закреплении в тисках должен из горизонтального положения плавно опускаться под действием собственного веса.

Рекомендуемые зазоры между пальцами и втулками верхних головок шатунов приведены в табл. 58.

После проверки сопряжения пальца со втулкой верхней головки шатуна поршень собирают с шатуном. Для облегчения сборки поршень нагревают в воде или в нагретом до температуры 100–150° масле.

Зазоры и натяги в сопряжении палец—поршень приведены в табл. 59.

Собранные с шатунами поршни, устанавливаемые на один двигатель, должны иметь одинаковый вес.

Таблица 58

Марка двигателя	Зазор между пальцем и втулкой верхней головки шатуна (мм)
КДМ-46	0,01–0,02
Д-54	0,025–0,055
Д-35	0,003–0,015
«Универсал»	0,002–0,013
П-46	0,007–0,029
ПД-10	0,007–0,020
ГАЗ-51	0,0045–0,0095
1МА	0,02–0,003
ЗИС-120	0,003–0,107

Таблица 59

Марка двигателя	Зазор (мм)	Натяг (мм)
КДМ-4	—	0,02–0,002
Д-54	—	0,015–0,005
Д-35	—	0,012–0,001
«Универсал»	0,003	0,028
П-46	0,005	0,017
ПД-10	0,002	0,010
1МА	0,001	0,031
ГАЗ-51	—	0,0025–0,0075
ЗИС-120	—	0,0025–0,0075

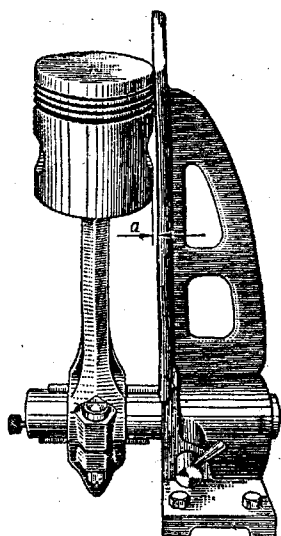


Рис. 171. Проверка поршня с шатуном в сборе на прямолинейность

После сборки поршня с шатуном последний нужно проверить на прямолинейность (рис. 171). Отклонения допускаются до 0,05 мм на 100 мм длины шатуна.

7.5. Установка коленчатого вала с шариковыми коренными подшипниками

Коленчатые валы, работающие на коренных шариковых подшипниках (тракторы «Универсал», СТЗ и др.), устанавливаются следующим образом. При помощи винтовых приспособлений на коренные шейки напрессовывают внутренние кольца шариковых подшипников до упора в бурты шеек коленчатого вала. Затем на наружные кольца напрессовывают гнезда. Вал с гнездами, установленными в блок, после закрепления гнезд болтами должен свободно вращаться. При сборке нужно следить за тем, чтобы были сохранены посадки в сопряжениях шеек вала с внутренними кольцами, наружных колец с гнездами и гнезд с отверстиями блока.

7.6. Укладка коленчатых валов в коренные подшипники, залитые баббитом

Коренные подшипники, у которых баббит залит непосредственно в гнезда блока, перед укладкой вала нужно предварительно подготовить. При подготовке подшипники растачивают с учетом зазора.

При укладке вала в подшипники с тонкостенными вкладышами необходимо следить за тем, чтобы ремонтный размер вкладышей соответствовал ремонтному размеру шейки вала.

Укладка вала (например, КДМ-46) начинается с укладки вкладышей коренных подшипников. При этом гнезда вкладышей должны быть вытерты. Лучше, если гнезда предварительно будут обезжирены бензином или ацетоном и затем насухо протерты.

Вкладыши должны быть тщательно осмотрены, обезжирены и вытерты. Заусеницы или острые грани с вкладышей необходимо удалить с помощью шабера. Вкладыши ставят в соответствии с метками и прижимают к постелям с помощью пластинок и трубок, надеваемых на шпильки коренных подшипников. При затягивании гайка нажимает на трубку,

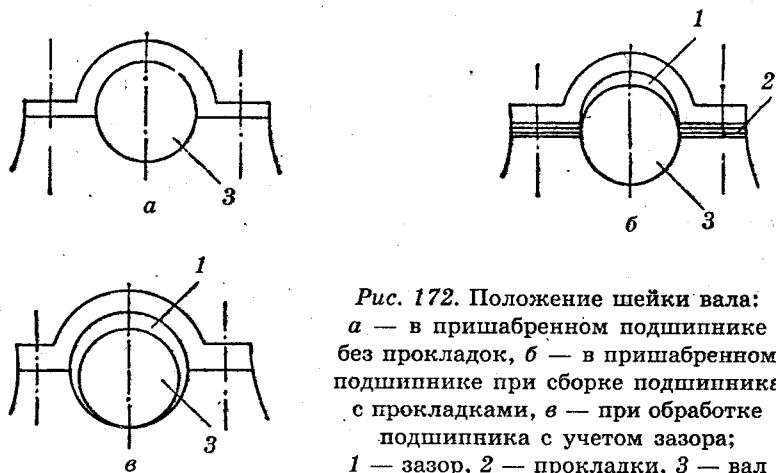


Рис. 172. Положение шейки вала:
 а — в пришабренном подшипнике без прокладок, б — в пришабренном подшипнике при сборке подшипника с прокладками, в — при обработке подшипника с учетом зазора;
 1 — зазор, 2 — прокладки, 3 — вал

которая прижимает пластину. При таком прижатии вкладыша можно свободно уложить коленчатый вал, не прибегая к снятию крышек коренных подшипников.

Коренные шейки коленчатого вала смазывают тонким слоем краски, вал осторожно опускают на вкладыши и проворачивают 2–3 раза, после чего поднимают. По отпечаткам краски на вкладышах судят о равномерности прилегания коренных шеек (рис. 172).

Шейки вала должны равномерно прилегать к поверхности вкладышей.

Если вал прилегает неравномерно, зачищают подшипники шабером, для чего их вынимают из блока.

После проверки верхних вкладышей гайки, трубки и накладки снимают, вал снова смазывают тонким слоем краски и поочередно проверяют прилегание нижних вкладышей, для чего вкладыш с крышкой подшипника нормально затягивают гайками.

Вкладыши рекомендуется проверять в последовательности 3, 4, 2, 5 и 1. Для затяжки гаек следует применять ключ с плечом длиной 700 мм.

После проверки прилегания вкладышей вал вынимают, шейки вала и вкладыши вытирают до полного удаления следов краски, смазывают маслом и проверяют зазор между коренными шейками и вкладышами.

Зазор можно проверить двумя способами.

При проверке по первому способу при помощи индикатора и микрометра измеряют диаметр отверстия затянутого подшипника (вал при этом должен быть вынут из подшипников) и диаметр шейки вала. Разность между диаметром отверстия затянутого подшипника и диаметром шейки покажет действительный зазор, который должен быть в пределах допустимого. Для коренных шеек коленчатого вала КДМ-46 и подшипников этот зазор должен быть в пределах от 0,04 до 0,096 мм.

При проверке по второму способу перед наложением крышки подшипника (с вкладышем) на шейку вала на нее накладывают латунную пластинку толщиной, соответствующей минимальному зазору, шириной 3–4 мм и длиной 30–40 мм. Вместо латунной пластинки можно использовать бумажные полоски шириной 8–10 мм и длиной 30–40 мм.

Толщина бумажной полоски должна быть также равна минимальному зазору. Полоску латуни или бумаги укладывают под небольшим углом ($10-15^\circ$) к оси шейки. После затяжки подшипника вал должен свободно проворачиваться от усилия руки, приложенного на конце рычага длиной 300 мм. Если вал проворачивается с большим трудом или защемляется, зазор мал. Для увеличения зазора нужно зачистить шабером подшипник или заменить вкладыши. При установке на шейку латунной пластинки или бумаги толщиной, равной максимально допустимому зазору, вал должен защемляться.

Если вал свободно вращается, значит зазор в подшипнике велик.

После проверки зазоров очищают масляные каналы, протирают вкладыши и шейки, смазывают шейки дизельным маслом, укладывают вал и затягивают коренные подшипники.

7.7. Укладка коленчатых валов в подшипники с бронзовыми тонкостенными вкладышами

Валы в коренные подшипники с бронзовыми тонкостенными вкладышами укладывают с соблюдением следующих основных правил. Перед установкой вкладышей проверяют соосность постелей при помощи скалки и щупа. Смещение осей постелей не должно превышать 0,02 мм.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников подбирают в соответствии с размерами шеек коленчатого вала. Вкладыши укладывают в соответствии с номерами комплектности, нанесенными электрографом на торцах вкладышей (или на борте установочного вкладыша).

Устанавливать нижние вкладыши вместо верхних не разрешается.

Нормальный зазор между коренными шейками и подшипниками должен быть в пределах, указанных в табл. 60.

Зазор в данном случае можно проверить с помощью свинцовой проволоки толщиной 0,4–0,5 мм, укладываемой на шейку вала под углом $15-20^\circ$ к оси шейки и зажимаемой между крышкой подшипника и вкладышем. При этом про-

Таблица 60

Марка двигателя	Нормальный диаметр коренной шейки (в мм)	Зазор между коренным подшипником и шейкой вала (в мм)
КДМ-46	95	0,040–0,096
1МА	85	0,055–0,091
ГАЗ-51	64	0,026–0,077
Д-35	85	0,080–0,136
ЗИС-120	66	0,026–0,075
Д-54	85	0,080–0,136

волока деформируется и по ее толщине, замеренной микрометром, можно определить зазор.

В случае несоответствия зазора техническим условиям заменяют вкладыши. Гайки затягивают ключом с плечом 800 мм.

7.8. Сборка шатунных подшипников с шейками валов

Шатунные подшипники, у которых баббит залит в тело шатуна (и крышку нижней головки), обычно устанавливают с прокладками, толщина и количество которых должны равняться толщине и количеству прокладок, устанавливаемых заводом.

Следует помнить, что избыточная толщина прокладок, особенно при плохом прилегании их к шейке вала, приводит к выплавлению подшипников, вследствие того что масло через холодильники и зазор между шейкой и прокладками выбрасывается из подшипника (рис. 173).

При сборке шатунных подшипников с толстостенными вкладышами необходимо следить за величиной выступания вкладышей над плоскостью разъема подшипника. Излишнее выступание толстостенного вкладыша над плоскостью разъема приводит при затяжке болтов к изгибу крышки и нижней головки шатуна (рис. 174). При этом вал зажимается вкладышами и создается впечатление тугий затяжки подшипника.

Чрезмерное выступание тонкостенных вкладышей над плоскостью разъема подшипников приводит к изгибу вкла-

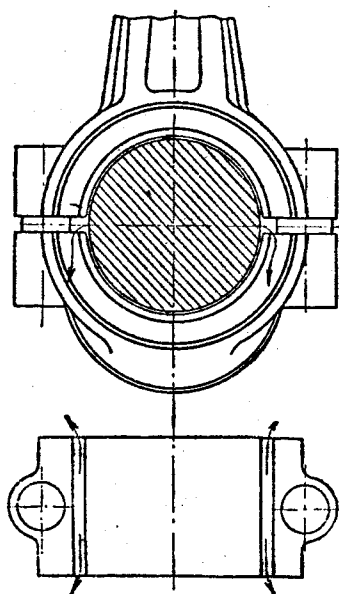


Рис. 173. Схема выхода масла из подшипника при неплотно прилегающих к шейке прокладках

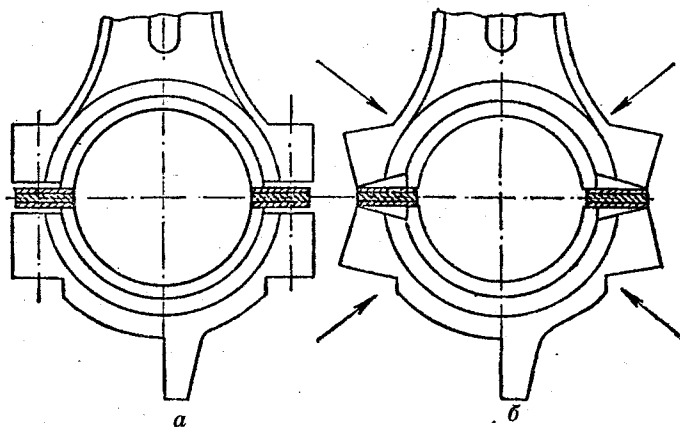


Рис. 174. Деформация нижней головки шатуна при чрезмерном выступании толстостенного вкладыша:
а — до затяжки болтов, б — после затяжки болтов

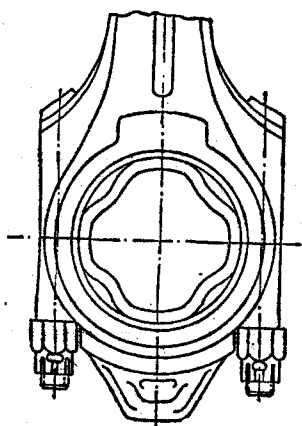


Рис. 175. Деформация тонкостенных вкладышей при чрезмерном выступании их над плоскостью разреза подшипника

дышей (рис. 175), а также к заземлению шейки. В этом случае плоскости разреза должны быть точно пришабрены по контрольной плите, шатун собран с крышкой и расточен или шлифован под наружный размер вкладышей. При шлифовке или проточке должно быть сохранено расстояние между осями верхней и нижней головок. При сборке коренных и шатунных подшипников необходимо проверять состояние масляных канавок и холодильников.

7.9. Затяжка болтов коренных и шатунных подшипников

Чрезмерная затяжка болтов коренных и шатунных подшипников является главной причиной аварий в результате их обрыва. Поэтому гайки коренных и шатунных подшипников нужно затягивать динамометрическим ключом и выдерживать рекомендуемые крутящие моменты.

При отсутствии данных момент затяжки может быть ориентировочно определен по формуле:

$$M = d^2 \cdot K ,$$

где M — момент затяжки (в кг/см);

K — коэффициент, равный 400–500 (в кг/см);

d — диаметр болта по впадинам резьбы (в см).

§ 8. ОБКАТКА И ИСПЫТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Чтобы у сопрягаемых деталей получить поверхности трения, соответствующие данным условиям работы сопряжения, двигатели обкатывают. Различают холодную и горячую обкатки.

Холодную обкатку выполняют на специальных станках, а горячую обкатку и испытание выполняют на тормозных установках.

Для каждой марки двигателя установлены свои режимы обкатки, в процессе которых постепенно увеличивается нагрузка на прирабатываемые детали. Перед обкаткой двигатель должен быть заправлен маслом до установленного уровня, топливом и водой. Кроме того, должны быть отрегулированы зазоры в клапанах.

Величины рекомендуемых зазоров приведены в табл. 61.

Перед обкаткой необходимо проверить комплектность двигателя и его паспорт.

В паспорте должны быть указаны вид ремонта и наименование основных деталей, которые были заменены при ремонте.

Двигатели обкатывают в такой последовательности: холодная обкатка от постороннего привода, горячая обкатка без нагрузки и под нагрузкой. После обкатки определяют развиваемую двигателем мощность и удельный расход топлива.

Холодную обкатку ведут с соблюдением режимов, приведенных в табл. 62.

Карбюраторные двигатели обкатывают с вывернутыми свечами, а дизельные тракторы — с включенным декомпрессионным механизмом.

В процессе обкатки наблюдают за давлением масла, температурой деталей, ослушивают двигатель и определяют, нет ли подтекания масла или воды.

Таблица 61

Клапаны	Зазоры (в мм) для двигателей				
	КДМ-46	Д-54 и I MA	Д-35	П-46	«Универсал»
Выпускные	0,30	0,30	0,25-0,30	0,20	0,25
Впускные	0,30	0,35	0,25-0,30	0,20	0,30

Таблица 62

Режимы холодной обкатки	КДМ-46	П-46	Д-35	Д-54	ПД-10	«Универсал» и ИМА
Продолжительность (в мин.)	45	40	20	20	20	40
Число оборотов коленчатого вала в минуту	300-600	500-800	300-600	300-600	1000	300-600
Продолжительность (в мин.)	35	40	20	20	5	40
Число оборотов коленчатого вала в минуту	500-800	800-1000	500-800	500-800	2700	500-800
Продолжительность (в мин.)	40	—	20	30	—	—
Число оборотов коленчатого вала в минуту	800-1000	—	800-1000	900-1000	—	—
Продолжительность (в мин.)	—	—	20	30	—	—
Число оборотов коленчатого вала в минуту	—	—	1000-1200	1100-1200	—	—
Продолжительность (в мин.)	—	—	—	20	—	—
Число оборотов коленчатого вала в минуту	—	—	—	1200	—	—

При холодной обкатке в картер для смазки двигателя заливают дизельное топливо.

После холодной обкатки дизельное топливо сливают из картера, фильтров и масляного радиатора и двигатель заправляют дизельным маслом (дизельный) или автотракторным маслом (карбюраторный).

Горячую обкатку двигателей без нагрузки и с нагрузкой выполняют на установках, одна из которых приведена на рисунке 176.

Режимы горячей обкатки двигателей без нагрузки приведены в табл. 63.

Таблица 63

Режимы горячей обкатки без нагрузки	КДМ-46	П-46	Д-35	Д-54	ПД-10	«Универсал» и 1МА
Продолжительность (в мин.)	40	20	15	5	15	10
Число оборотов коленчатого вала в минуту	300-500	500-800	800-1200	500-800	2000	Прогрев на бензине
Продолжительность (в мин.)	30	2°	15	15	10	20
Число оборотов коленчатого вала в минуту	500-800	800-1200	1200-1500	800-1200	3500	500-800
Продолжительность (в мин.)	50	20	10	5	5	20
Число оборотов коленчатого вала в минуту	800-1200	1200-1500	На полном регуляторе	1200-1500	3900-4200	800-1200
Продолжительность (в мин.)	10	10	—	10	—	10
Число оборотов коленчатого вала в минуту	На полном регуляторе	1500-1800	—	На полном регуляторе	—	На полном регуляторе

Таблица 64

Режимы горячей обкатки под нагрузкой	КДМ-46	П-46	Д-35	Д-54	ПД-10	«Универсал»	1МА
Продолжительность (в мин.)	40	30	25	25	15	30	20
Нагрузка (в л. с.)	20-30	5-10	5-10	10	3	5-10	10-20
Продолжительность (в мин.)	40	30	30	25	10	40	30
Нагрузка (в л. с.)	30-40	10-20	10-14	20	6	10-20	20-30
Продолжительность	40	—	40	25	5	—	20
Нагрузка (в л. с.)	40-60	—	14-24	30	8,5	—	30-40
Продолжительность (в мин.)	30	—	20	25	—	—	—
Нагрузка (в л. с.)	60-80	—	24-28	40	—	—	—
Продолжительность (в мин.)	—	—	—	15	—	—	—
Нагрузка (в /г. с.)	—	—	—	50	—	—	—
Продолжительность (в мин.)	—	—	—	5	—	—	—
Нагрузка (в л. с.)	—	—	—	54	—	—	—

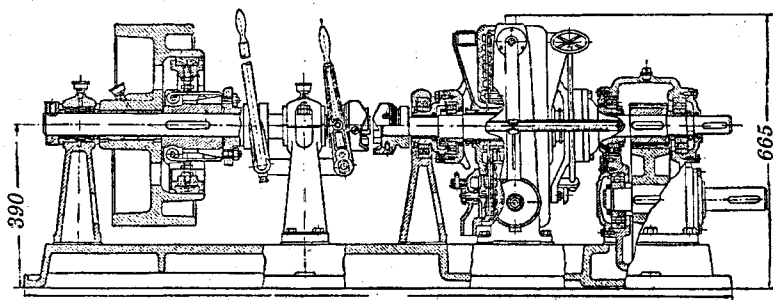


Рис. 176. Тормозная установка

Число оборотов в процессе горячей обкатки нужно повышать постепенно.

Во время горячей обкатки убеждаются в отсутствии течи в местах соединения топливопроводов, подсосывания воздуха, прорыва газов через прокладки головки, выпускных и впускных труб, форсунок и свечей.

Горячую обкатку двигателей под нагрузкой ведут с постепенным повышением нагрузки при помощи тормозных установок.

Рекомендуемые режимы горячей обкатки двигателей под нагрузкой приведены в табл. 64.

Если при горячей обкатке под нагрузкой никаких дефектов в работе двигателя не обнаружено, то есть двигатель плавно и быстро меняет число оборотов, бесперебойно работает при всех числах оборотов коленчатого вала без стуков и перегрева трущихся деталей, его подвергают испытанию.

При испытании определяют мощность, развиваемую двигателем после ремонта, и удельный расход топлива.

Перед испытанием двигателей проверяют весовой механизм тормоза. Для проверки весового механизма и правильности показаний шкалы тормоза к кожуху его барабана прикрепляют рычаг. Длина рычага должна дать возможность подвесить чашку для гирь на расстоянии 716,2 мм от оси вращения кожуха тормоза.

Рычаг должен быть уравновешен подвешиванием гирь к маховику загрузочного клапана. При этом стрелки ползунка должны совпадать с нулевым делением шкалы.

При правильно отрегулированном весовом механизме стрелка ползунка должна на шкале показывать вес гирь, уложенных на тарелку рычага. При отклонении в показаниях следует изменить положение груза на маятнике.

Во время испытания двигателю сообщают максимальное число оборотов, открыв полностью дроссельную заслонку или установив рейку топливного насоса в положение, соответствующее полной подаче, и загружают двигатель до получения нормального для данного двигателя числа оборотов.

Развиваемую двигателем мощность при испытании подсчитывают по формуле:

$$N_e = \frac{P \cdot n}{1000 \cdot K} \text{ л.с.},$$

где P — показания весов тормоза (в кг);

n — число оборотов вала, тормоза в минуту;

$K=0,98$ — коэффициент полезного действия редуктора стенда.

Если испытание ведут без редуктора, то K принимают равным 1.

Для подсчета удельного расхода топлива выясняют вес топлива, израсходованного двигателем за определенное время. Обычно вес израсходованного топлива определяют умножением объема израсходованного топлива на его удельный вес.

Часовой расход топлива равняется:

$$GT = \frac{G_{оп} \cdot 3,6}{T} \text{ кг/час},$$

где $G_{оп}$ — расход топлива (опытный), определенный за время испытания (в г);

T — время работы, за которое двигатель израсходовал $G_{оп}$ топлива (в сек.).

Удельный расход топлива определяют делением часового расхода топлива на мощность.

На этом обкатка двигателя не заканчивается, так как после стендовой обкатки двигатель обкатывают вместе с машиной в эксплуатационной обстановке. В процессе обкатки наблюдают за состоянием узлов и деталей, ослушивают и проверяют их нагрев и регулируют.

Стендовые испытания еще не гарантируют надежную работу двигателей в процессе эксплуатации. Бывают случаи, когда двигатель во время стендовых испытаний развивает нормальную мощность при нормальном удельном расходе топлива, но очень быстро выходит из строя в процессе эксплуатации. Например, при неправильной шлифовке шейки коленчатого вала (на конус) подшипник будет прилегать к шейке только узким пояском. В процессе стендовых испытаний это не отразится ни на мощности, ни на расходе топлива. Однако после непродолжительного периода эксплуатации поясок быстро изнашивается, увеличится зазор, появятся стуки и двигатель нужно будет снова ремонтировать.

Для устранения таких явлений после испытания двигателей необходимо проводить контрольный осмотр. При этом частично разбирают двигатель (снимают картер, головку) и осматривают основные детали, освобождают (поочередно) шатунные подшипники, определяют правильность прилегания подшипников к шейкам вала, состояние рабочей поверхности цилиндров, проверяют посадку пальца во втулке верхней головки шатуна. При проведении контрольного осмотра не рекомендуется вынимать поршень из цилиндра и поворачивать его в цилиндре, так как при этом может измениться положение приработанных поверхностей колец к цилиндрам. Контрольный осмотр позволяет не только обнаружить дефекты у данного двигателя, но и определить, в каких участках технологического процесса, принятого на данном ремонтном предприятии, допускаются неточности и отступления от технических условий.

§ 9. РЕМОНТ ТРАНСМИССИИ И КОДОВОЙ ЧАСТИ

9.1. Ремонт фрикционных муфт

Характерные дефекты фрикционных муфт — износ рабочих поверхностей ведущих и ведомых дисков, обрывы фланцев, трещины дисков, износ выступов (ведущих и ведомых), износ шлицевых канавок барабанов.

При износе рабочей поверхности ведущие диски протачивают на токарном станке с последующей зачисткой наждачной шкуркой или шлифуют при помощи суппортно-шлифовального приспособления. При наличии трещин и изломов ведущие диски ремонтируют при помощи газовой сварки с последующими проточкой и зачисткой или шлифованием.

При износе рабочих поверхностей ведомых дисков заменяют фрикционные накладки, переклепывая их на специальных станках (рис. 177) фрикционные накладки приклепывают полыми заклепками.

Можно также приклеивать фрикционные накладки к стальным дискам бакелитом, бакелитовым лаком или клеями БФ-2, БФ-4.

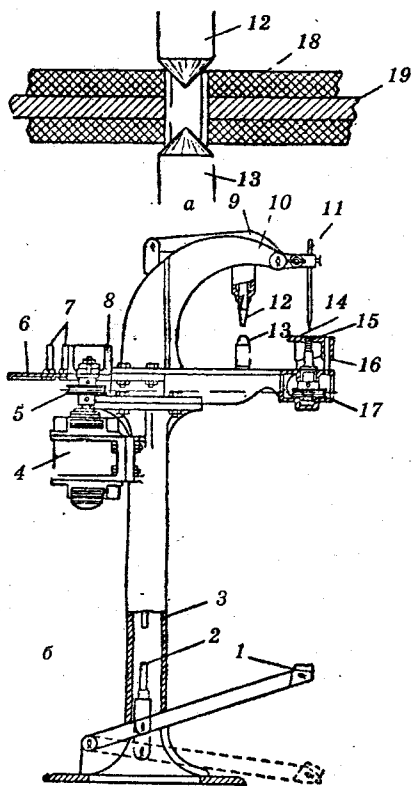


Рис. 177. Приклепывание фрикционных накладок: а — схема, б — общий вид станка для переклепки и зачистки ферродо- и райбес-товых накладок, 1 — педаль, 2 — тяга коромысла, 3 — колонка, 4 — электродвигатель, 5 — шкив электродвигателя, 6 — площадка, 7 — пальцы для установки лент под требуемый размер шлифовки, 8 — шлифовальный камень, 9 — коромысло, 10 — хобот, 11 — центратор, 12 — верхний пуансон, 13 — нижний пуансон, 14 — пружинный стол, 15 — сверло-зенковка, 16 — сверлильный патрон, 17 — шкив сверлильного механизма, 18 — накладки ферродо, 19 — ведомый диск

Лучшие результаты в случае приклеивания деталей бакелитом можно получить, если вести процесс по следующей технологии.

Бакелит в стадии А нагревают до температуры 150° . При этой температуре из бакелита начинает бурно выделяться фенол. После выделения фенола бакелит наносят на соединяемые поверхности, которые должны быть предварительно очищены, обезжирены и нагреты до температуры $140-150^{\circ}$. После соответствующего расположения соединяемых поверхностей их выдерживают при температуре $120-150^{\circ}$ до полного затвердевания бакелита. Давление отпрессовки при этом должно быть равно $10-15 \text{ кг/см}^2$.

При таком способе в месте соединения не образуются пузыри и раковины и соединение получается весьма прочным.

Чистый бакелит или в смеси с различными наполнителями — наиболее ценное из затвердевающих веществ. Самым важным качеством бакелита является его высокая термостойкость. Соединения, собранные на бакелите, выдерживают нагрев до температуры $200-220^{\circ}$.

В случае использования бакелитового лака райбестовые накладки зачищают стальной щеткой, после чего на них наносят слой лака. Стальные диски зачищают пескоструйным аппаратом или стальной щеткой

На зачищенный диск также наносят слой лака. Диски с накладками собирают в пакеты и сжимают винтовым приспособлением или трубцинами. Сжатые пакеты выдерживают в сушильном шкафу в течение 4-5 часов при температуре $140-150^{\circ}$.

Для склеивания деталей клеями БФ их поверхности тщательно очищают, обезжиривают этилацетатом (или спиртом) и сушат. Хорошие результаты получают также при обезжиривании ацетоном или бензином первого сорта. Затем на подготовленные поверхности наносят слой клея. Открытую поверхность выдерживают на воздухе не менее 1 часа, а затем в термостате (или на плите) при температуре 60° в течение 15 минут. После этого наносят второй слой клея и снова выдерживают на воздухе около часа, а также в термостате при температуре 60° около 15 минут, а затем при температуре 90° около часа.

Подготовленные таким образом детали соединяют и сжимают каким-либо приспособлением. Давление отпрессовки должно быть равно примерно 15 кг/см^2 .

Сжатые детали помещают в термостат или нагревают каким-либо другим способом до температуры $140\text{--}160^\circ$ и выдерживают при этой температуре около 25–30 минут.

В случае обрыва фланца ведомого диска или при наличии трещин в стальном диске последний выбраковывают. Для этого заклепки, крепящие фланец к диску, срубают, а заклепки, крепящие фрикционные накладки, высверливают и накладки снимают. Потом по старому стальному диску вырезают новый диск из листовой стали (или берут новый диск) и к нему приклепывают фланец и фрикционные накладки.

При сверлении отверстий в новом диске старый диск используют в качестве кондуктора для разметки и сверления. При изготовлении большой партии дисков (например, при ремонте бортовых фрикционов) из листовой стали делают заготовки, которые склепывают по 10–20 штук заклепками (3–4 штуки) и протачивают на станке до необходимых размеров.

При одностороннем износе ведомых и ведущих дисков муфт поворота диски поворачивают на 180° или переставляют в комплекте с барабаном на другую сторону.

При двустороннем износе зубьев, если толщина зуба меньше 3,5 мм для трактора ДТ-54 и 3,9 мм для трактора КД-35, а также в случае заострения зубьев на дисках муфты трактора С-80 диски выбраковывают.

Ведущие барабаны муфт управления имеют обычно следующие дефекты: износ зубьев по высоте и толщине, износ шлицев по профилю. У ведомых барабанов изнашиваются зубья по высоте и толщине, а также поверхность, соприкасающаяся с тормозной лентой.

Износ зубьев барабанов по высоте вызывается тем, что ведущие диски изнашивают зубья ведомого барабана, а ведомые диски изнашивают зубья ведущего барабана. Этот дефект является результатом неправильной регулировки конических подшипников вала барабанов фрикциона.

В случае обнаружения этого дефекта следует проточить барабаны до выведения следов износа по высоте.

После проточки нужно зачистить каждый зуб наждачной шкуркой.

Высота зуба после проточки барабана должна соответствовать техническим условиям.

При незначительном боковом износе зубья барабанов муфт поворота надо зачистить наждачной шкуркой. При значительном одностороннем износе зубьев допускается перестановка барабанов на другую сторону трактора. Внутренние барабаны переставляют в комплекте с полуосью.

При большом износе зубья ремонтируют наваркой газовой электродуговой сваркой.

Для обработки барабана после сварки на строгальном станке его устанавливают в приспособление. Для фиксирования положения детали к ней прикрепляют болтами кондуктор. В качестве кондуктора могут быть использованы диски барабана фрикционов.

После прострожки паза фиксатор кондуктора освобождают и деталь поворачивают на один зуб.

При износе резьбы в отверстиях торцов ведомых барабанов отверстия рассверливают и в них нарезают резьбу увеличенного размера.

Отверстия рассверливают одновременно во фланце и в барабане. Затем во фланце отверстие растачивают под наружный диаметр болта.

При повторном ремонте ведомых барабанов сверлят новые отверстия, размещая их между старыми, и нарезают резьбу нормального размера.

При небольшом износе поверхности под тормозную ленту наружный барабан притачивают до выведения следов износа. При значительных износах барабан протачивают и на него напрессовывают кольца из стали 45, которые в дальнейшем протачивают под барабан нормального размера.

9.2. Ремонт шпоночных соединений

Характерными неисправностями шпоночных соединений являются: повреждение, изгиб и износ шпонок, износ канавок.

Клиновые и призматические шпонки ремонтируют только в случае незначительных забитости или изгиба. При

небольшом изгибе шпонки выправляют легкими ударами молотка на ровной плите. Забитости на гранях зачищают личным напильником. При этом стараются не удалять металл с самих граней, так как при снятии даже небольшого слоя металла шпонка не будет надежно удерживать детали.

В случае небольшого износа шпоночных канавок по ширине стенки канавки исправляют вручную напильником, на фрезерном или токарном станке (прострожкой с помощью суппорта), на строгальном или долбежном станке. В исправленные шпоночные канавки устанавливают соответственно увеличенные по ширине шпонки.

Если изношена одна из канавок, ее исправляют, снимая металл с боковых стенок, и устанавливают ступенчатую шпонку. При очень большом износе шпоночные канавки заваривают газовой или электрической сваркой и в другом месте нарезают новые канавки.

Отверстия под конические шпонки ремонтируют коническими развертками.

Наиболее сложно ремонтировать отверстие под конические шпонки, если на одной детали шпоночное углубление заварено или по каким-либо причинам отсутствует.

В этом случае лучше заварить и второе углубление и в новом месте высверлить отверстие под шпонку, после чего обработать его конической разверткой.

9.3. Ремонт шлицевых соединений

Характерной неисправностью шлицевых соединений является износ боковой поверхности шлицев.

Этот износ является результатом высоких удельных нагрузок (особенно ударных), возникающих при увеличенном зазоре вследствие неточной обработки шлицеванных деталей. На изношенных боковых поверхностях шлицев при этом образуются усталостные раковины. В некоторых случаях при работе сопряжений с резкими ударами происходит местная приварка шлицев вала к шлицам отверстий с последующим отрывом, что приводит к разрушению поверхностей этих деталей.

Наиболее распространен способ ремонта шлицевых соединений заваркой шлицевого вала или отверстия с последующей механической и термической обработками.

Перед началом заварки шлицев желательно на торце вала сделать метку, по которой можно было бы при последующей механической обработке (фрезеровании) установить фрезу (рис. 178) так, чтобы удалять наплавленный, а не основной материал шлицев.

При небольшой длине шлицы в отверстиях наваривают с одной стороны. При большой длине шлицы наваривают с одной стороны, до половины, а затем с другой стороны. В качестве присадочного материала в ремонтных предприятиях часто используют пружины клапанов.

После наварки шлицевых валов протачивают наплавленный слой до необходимого размера и фрезеруют шлицы.

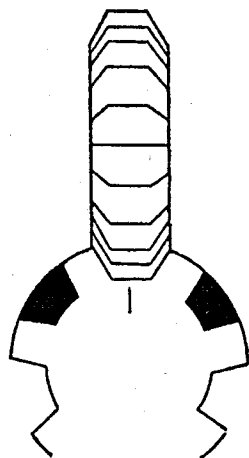


Рис. 178. Установка фрезы при фрезеровании шлицевых валов

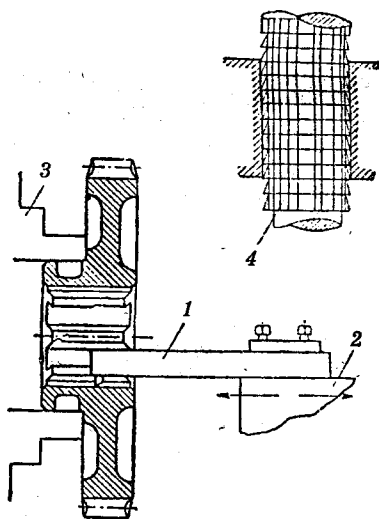


Рис. 179. Обработка заваренных шлицевых отверстий:
1 — резец, 2 — суппорт,
3 — патрон делительной головки,
4 — прошивка

Шлицевые отверстия после наварки протачивают до необходимого размера и затем нарезают шлицы на строгальном или долбежном станках либо с помощью прошивок или протяжек (рис. 179).

Диаметр цилиндрической части прошивки, применяемой для нарезки шлицев, должен быть на 0,02–0,04 мм меньше диаметра расточенного отверстия.

После механической обработки деталь подвергают закалке и отпуску. При небольшом износе можно ремонтировать шлицы чеканкой (рис. 180) в приспособлении, имеющем продольный вырез, равный по ширине выступу шлица, который желают получить после ремонта.

В качестве приспособления может быть использована деталь, с которой сопрягается валик. Для этого в применяемой детали нужно сделать продольный паз. Перед чеканкой валик отпускают. После чеканки каждого зуба приспособление спрессовывают с валика и в открытый паз вводят следующий зуб.

После чеканки всех шлицев канавки углубления, сделанные зубилом, заваривают газовой или электросваркой. После наварки детали обрабатывают на токарном станке и подвергают термической обработке.

Если охватывающую деталь шлицевого соединения (фланец, ступицу) можно осадить кузнечным способом, шлицевое соединение ремонтируют следующим образом. Охватывающую деталь нагревают в горне до ковочной температуры и в отверстие вводится холодный шлицевый валик. Затем

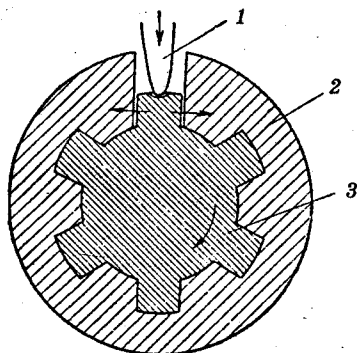


Рис. 180. Схема расчеканки шлицев:

- 1 — тупое зубило,
- 2 — приспособление,
- 3 — ремонтируемый вал

при помощи сподка и наставки (рис. 181) осаживают охватываемую деталь, после чего ее термически обрабатывают (закаливают и отпускают).

Если охватываемую деталь нельзя осаживать, шлицы в отверстии стачивают на токарном станке и отверстие растачивают с таким расчетом, чтобы диаметр расточки был больше диаметра впадин шлицев на $0,5-1,5$ высоты шлица (рис. 182). Затем из соответствующей стали вытачивают кольцо, наружный диаметр которого равен диаметру отверстия охватываемой детали после проточки с учетом натяга, а внутренний диаметр — наружному диаметру шлицевого вала.

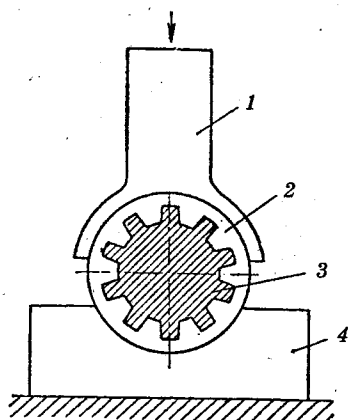


Рис. 181. Осадка детали, имеющей шлицевое отверстие:

1 — осаживаемая деталь,
2 — шлицевый вал,
3 — наставка, 4 — сподок

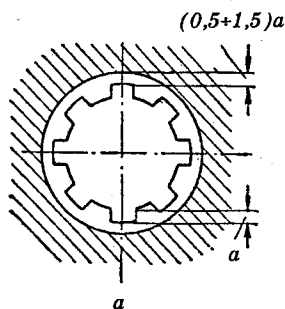


Рис. 182. Ремонт шлицевого отверстия постановкой кольца:

а — расточка шлицевого отверстия,
б — наварка осаженого кольца

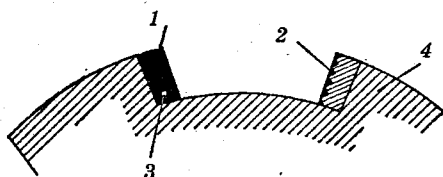


Рис. 183. Наварка шлицевого вала большого диаметра:
 1 — неизношенная поверхность шлицев, 2 — изношенная
 поверхность шлицев, 3 — слой наплавленного металла,
 4 — ремонтируемый вал

Выточенное кольцо нагревают до ковочной температуры, надевают на холодный шлицевый валик и осаживают по валику с помощью наставки и молота.

Осаженное по валику кольцо обрабатывают на токарном станке до диаметра, равного диаметру расточки в отверстии с учетом натяга.

Шлицевый валик используют при этом в качестве оправки. Затем кольцо запрессовывают в отверстие охватывающей детали и крепят свертышами или приваривают.

После кузнечной осадки кольца по валику можно наварить кольцо в местах углублений и проточить по размеру отверстия с учетом натяга.

При ремонте шлицевых валов больших диаметров наваривают неизношенную сторону шлица (рис. 183).

После наварки паз фрезеруют так, чтобы устранить износ, затем деталь подвергают термообработке. У отремонтированного этим способом вала нагрузки должны восприниматься стороной выступа, не подвергавшейся наварке.

9.4. Ремонт зубчатых передач

Характерными неисправностями зубчатых передач являются: износ рабочих и торцовых поверхностей зубьев, выкрашивание и поломка зубьев.

Шестерни ремонтируют заменой венцов, наплавкой, углублением профиля (конические шестерни) и горячей деформацией.

Замена венцов шестерен. У шестерен, которые по конструкции имеют сменные венцы, последние обычно крепятся заклепками, установленными в отверстия, просверленные на стыке венца со ступицей. При замене венцов у таких шестерен заклепки срубуют, снимают старый венец, устанавливают новый, ставят и расклепывают заклепки. Для лучшего заполнения отверстий заклепки расклепывают в холодном состоянии. Для постановки венца на шестерню, не имеющую сменного венца, изношенные шестерню или блок шестерен отжигают при температуре 900° с последующим медленным охлаждением вместе с печью. После охлаждения изношенные зубья срезают на токарном станке так, чтобы была обеспечена достаточная прочность нового венца ($v = 1,5-2t$) (рис. 184). Затем из соответствующей стали изготавливают заготовку венца. Внутренний диаметр заготовки растачивают с учетом обеспечения соответствующего натяга. Потом на сточенных краях шестерни и на заготовке снимают фаски. Заготовку напрессовывают на шестерню в горячем состоянии ($600-700^{\circ}$).

После напрессовки заготовки венца его приваривают к шестерне. Затем фрезеруют зубья и обкатывают на стенде шестерню в комплекте с работающей с ней шестерней. После обкатки отремонтированную шестерню закаливают в масле и отпускают.

Венец можно заменить также следующим образом. Шестерню отпускают и протачивают. На сточенной поверхности нарезают резьбу (левую или правую, в зависимости от направления вращения шестерни во время работы). Из соответствующей стали изготавливают новый венец или используют неизношенную шестерню, из которой вырезают венец. В отверстия венца нарезают резьбу. Навинчивают венец на ступицу и приваривают по торцам электросваркой.

После приварки шестерню закаливают и отпускают. Для удаления старых зубьев и обработки закаленных ступиц без отжига удобно применять электроискровую обработку.

Замена венцов шестерен внутреннего зацепления. Износившийся конец валика с зубьями внутреннего зацепления после отжига отрезают на токарном станке. Из соответствующей стали вытачивают венец, в котором протрагивают зубья. Венец может быть изготовлен из малоуглеродистой ста-

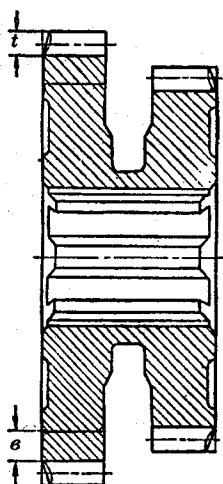


Рис. 184. Постановка нового венца на шестерню

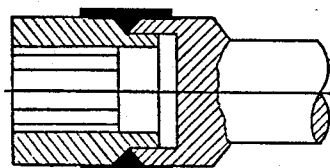


Рис. 185. Приварка нового венца

ли и подвергнут в дальнейшем цементации. В валике делают отверстие, в которое запрессовывают хвостовик изготовленного венца и приваривают электросваркой (рис. 185). После приварки хвостовик протачивают по наружному диаметру.

Для проверки в приваренный венец вставляют сопрягающуюся с ним шестерню с наружными зубьями. Если шестерня будет входить туго, обжимают венец по шестерне кузнечным способом. После этого нагревают конец валика до температуры 300° и закалывают в воде. При закалке конец валика погружают в воду на длину зуба и выдерживают в воде до полного охлаждения.

Шестерни с внутренним зацеплением можно отремонтировать и другим способом. Для этого изношенные зубья стачивают без отжига резцами из твердых сплавов и на внутренней поверхности нарезают резьбу. Затем из малоуглеродистой стали изготавливают венец с наружной резьбой (рис. 186). Венец цементируют, закалывают и завинчивают в нагретую выточку.

Наплавка изношенных зубьев шестерен. Шестерню с изношенными зубьями отжигают при температуре $850-900^{\circ}$. Под одной из впадин зуба ставят метку для правильной установки шестерни при последующем фрезеровании. Зубья наплавляют газовой или электродуговой сваркой. В качестве присадочного материала применяют сталь 40 X или 45XH.

Зубья наплавляют сплошным слоем с припуском 2–3 мм для последующей токарной обработки. После наварки деталь подвергают нормализации (нагрев до температуры 850–900°). Затем фрезеруют зубья и шестерню обкатывают в паре с сопрягаемой шестерней. После обкатки отремонтированную шестерню закаливают и отпускают. Если для наплавки зубьев применялись присадочные прутки из малоуглеродистой стали, шестерню перед закалкой цементируют.

Для наплавки изношенных зубьев применяют также твердые сплавы: сормайт, сталинит и стеллит.

Детали в этом случае наваривают в ванне с водой. Излишек сормайта снимают карборундовым кругом или электроэрозионным способом.

Для наплавки зубьев с формовкой шестерню устанавливают вместе с приспособлением в ванне с водой так, чтобы над поверхностью воды выступали только наплавляемые зубья (рис. 187). Приспособление должно давать возможность формировать зубья в процессе сварки, пока наплавленный слой находится в пластическом состоянии.

Для направления и вертикальных перемещений формирующего шаблона (валика) может быть использован свериль-

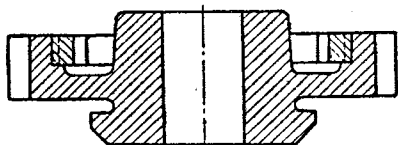


Рис. 186. Постановка венца на резьбе

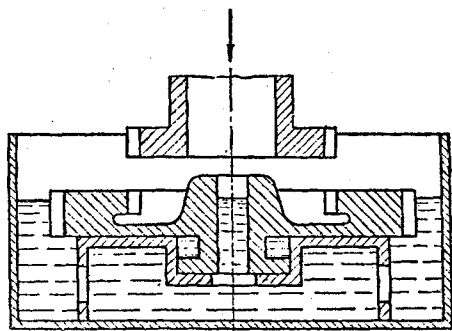


Рис. 187. Наплавка зубьев шестерен с последующим формированием

ный станок. После наплавки каждого зуба, пока еще сор-майт находится в пластическом состоянии, в шестерню вводят шаблон, который и формует наплавленный зуб.

Шестерни с изношенными по торцам зубьями можно ремонтировать двумя способами.

При первом способе изношенные торцы зубьев после отжига шестерни наваривают электросваркой. В качестве присадочного металла для этой цели часто используют пружины клапанов. После наварки зубья опиливают по шаблону или фрезеруют. Потом шестерню нагревают до температуры $800-850^{\circ}$ и закаливают в масле.

В случае ремонта по второму способу шестерню с изношенными по торцам зубьями отжигают и изношенные торцы срезаются на токарном станке. На участках срезанных зубьев сверлят отверстия, нарезают резьбу и завинчивают вертыши.

Срезанный торец зуба наплавляют электродуговой или газовой сваркой. Для наплавки рекомендуется применять электрод Э42А. После наплавки наплавленные концы зубьев механически обрабатывают, затем шестерню нагревают до температуры 850° и закаливают в воде.

Ремонт конических шестерен. Конические шестерни ремонтируют теми же способами, как и цилиндрические шестерни.

Особым случаем ремонта конических шестерен является ремонт с помощью подкладок, устанавливаемых под сменные венцы конических шестерен. При этом изношенные зубья углубляют фрезой до получения правильного профиля зуба, вершину зуба стачивают на величину углубления и под венец подкладывают прокладку (рис. 188), компенсирующую углубление зубьев.

Ремонт шестерен горячей деформацией. При этом способе ремонта шестерню нагревают до температуры $800-900^{\circ}$ и укладывают в матрицу. На шестерню накладывают пуансон (рис. 189), с помощью которого металл шестерни перемещают от оси шестерни к периферии.

После деформации шестерню медленно охлаждают в песке, а затем протачивают по наружному диаметру. После проточки фрезеруют зубья и шестерню подвергают закалке при температуре $815-830^{\circ}$ и отпуску при температуре $190-200^{\circ}$.

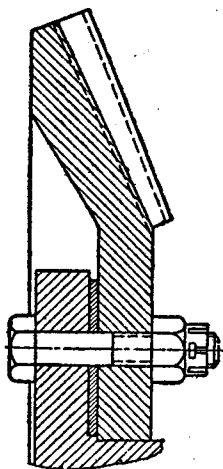


Рис. 188. Установка прокладки под
венец конической шестерни

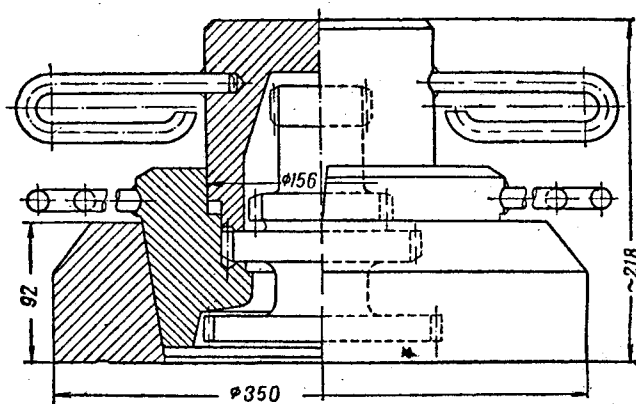


Рис. 189. Штмп для раздачи шестерни III передачи
автомобиля ГАЗ-51

9.5. Ремонт посадочных мест под подшипники качения.

Характерными неисправностями опор подшипников качения является износ посадочных мест внутреннего и наружного колец подшипника.

Изношенные посадочные места под внутренние кольца подшипников восстанавливают хромированием, никелированием или осталиванием с последующим шлифованием до нормального размера.

Если шейка во время эксплуатации не испытывает переменных нагрузок, посадочное место под внутреннее кольцо можно ремонтировать наваркой с последующей шлифовкой.

Посадочное место под внутреннее кольцо подшипника можно ремонтировать также кузнечной осадкой. Для этого конец вала с изношенным посадочным местом нагревают до ковочной температуры ($850-900^{\circ}$), торец вала замачивают в воде и ударами о наковальню (рис. 190) осаживают шейку. При таком способе удается увеличить диаметр посадочного места на $0,2-0,3$ мм, что обычно достаточно для восстановления посадки.

Посадочные места под внутренние кольца шариковых или роликовых подшипников у полых деталей могут быть восстановлены раздачей (рис. 191). Для этого деталь нагревают до ковочной температуры и через внутреннее отверстие при помощи проталкивателя проталкивают пуансон. После раздачи деталь закаливают, отпускают и шлифуют посадочное место.

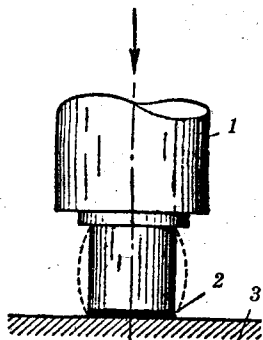


Рис. 190. Осадка посадочного участка под обойму шарикового или роликового подшипника:
1 — вал, 2 — конец вала, охлажденный в воде, 3 — наковальня

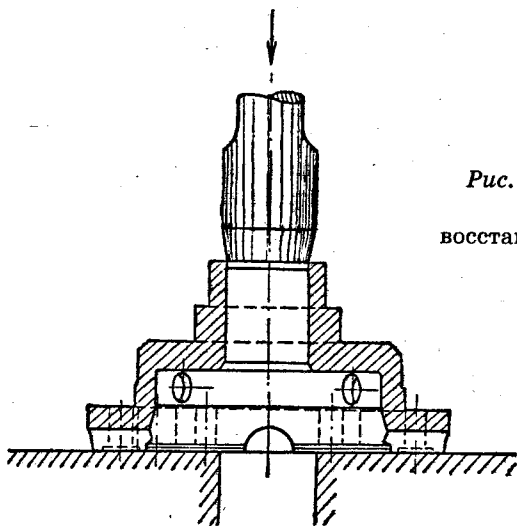


Рис. 191. Раздача полой детали с целью восстановления посадочного уровня

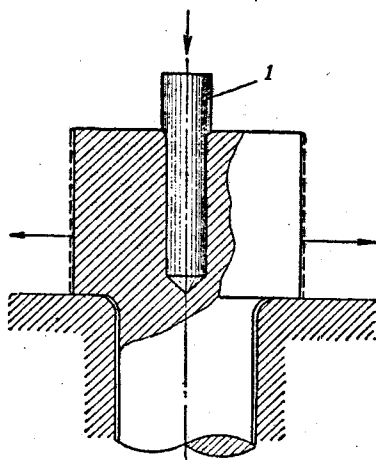


Рис. 192. Раздача конца вала с целью восстановления посадочного участка:
1 — выступающий конец клина

Посадочные места у сплошных деталей можно также восстанавливать раздачей. Для этого в торце детали сверлят отверстие так, чтобы длина его была не меньше длины посадочного места, нагревают деталь до ковочной температуры, в отверстие загоняют стержень несколько большего диаметра, чем диаметр отверстия, с заостренным концом (рис. 192) и

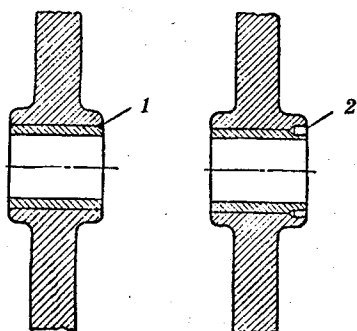


Рис. 193. Постановка втулки в гнездо под наружную обойму шарикового или роликового подшипника:

1 — место сварки, 2 — гужон

выступающий конец стержня отрезают на токарном станке. Затем деталь термически обрабатывают и шлифуют посадочное место до получения необходимого размера.

Посадочные места наружных колец шариковых или роликовых подшипников ремонтируют хромированием или оставиванием наружного кольца подшипника, наваркой внутренней поверхности гнезда подшипника с последующей механической обработкой, постановкой втулок в гнезда (рис. 193).

Лучшим способом восстановления посадочных мест шариковых или роликовых подшипников является электроэрозионная наплавка по схеме, предложенной Г.В. Гусевым.

9.6. Ремонт подшипников качения

Основными показателями состояния шариковых или роликовых подшипников являются радиальные или осевые зазоры и шум при вращении наружного кольца. Радиальные и осевые зазоры определяют специальными приборами (рис. 194), после чего измеренные зазоры сравнивают с допустимыми.

Характерными неисправностями шариковых и роликовых подшипников являются взносы беговой дорожки, шариков или роликов, сепараторов, наружных поверхностей наружных колец и внутренних поверхностей внутренних колец.

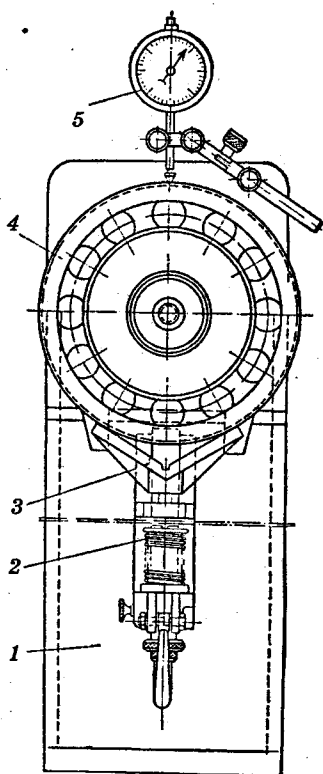


Рис. 194. Прибор для проверки шарикоподшипников:
 1 — плита прибора, 2 — пружина,
 3 — подвижная призма,
 4 — подшипник, 5 — индикатор

Ремонт шариковых и роликовых подшипников сводится к выполнению следующих операций:

- 1) разборке и проверке;
- 2) шлифованию внутренних поверхностей внутренних колец и наружных поверхностей наружных колец;
- 3) хромированию или осталиванию изношенных поверхностей внутреннего и наружного колец;
- 4) шлифованию беговых дорожек внутренних и наружных колец;
- 5) сборке подшипников с шариками или роликами увеличенных размеров.

Шариковые и роликовые подшипники ремонтируют в специально оборудованных заводах или цехах.

9.7. Ремонт карданной части колесных тракторов и автомобилей

Ремонт карданных соединений. Характерными неисправностями карданных соединений могут быть: износ рабочих поверхностей цапф вилок кардана и отверстий в стяжных хомутах; вмятины и износ шаровых колпаков (чашек).

При износе рабочих поверхностей цапфы вилки кардана цапфу протачивают и на нее напрессовывают стальную втулку (рис. 195). В случае большого износа цапфы предварительно наваривают, после чего их протачивают и напрессовывают на них втулки. Отверстия в стяжных хомутах растачивают по размеру втулки, для чего хомуты стягивают болтами и обе половинки растачивают вместе.

Вмятины на шаровом колпаке устраняют выпрямлением последнего с помощью наставки, сподка и молотка.

В случае больших повреждений колпак изготавливают из листового железа (1 мм) с помощью давилника (рис. 196) на токарном станке. При проведении этой операции рекомендуется смазывать диск заготовки маслом. Колпак следует выдавливать при 500 об/мин шпинделя станка.

Ремонт деталей, имеющих шарообразную головку. При небольшом износе шарообразные головки стачивают, на образовавшийся цилиндрический хвостовик напрессовывают

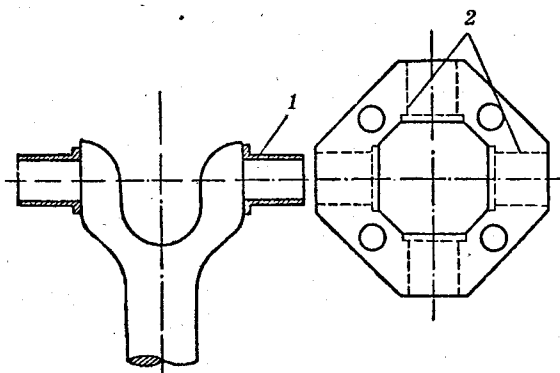


Рис. 195. Схема ремонта карданного соединения:
1 — втулка, 2 — отверстие под втулку

шарообразную втулку и приваривают ее. При большом износе перед проточкой шаровой конец наваривают газовой сваркой.

Шарообразную втулку после механической обработки (перед напрессовкой) закаливают до твердости 300–350 по Бринеллю. Шарообразные головки можно ремонтировать также осадкой. Для этого головку нагревают до красного цвета, ставят в оправку (рис. 197) и коническим пуансоном раздают головку.

Механическую обработку шарообразных головок ведут на токарном станке, для чего резец крепят на суппорте на поворачивающемся диске (рис. 198).

Поверхности шаровых головок окончательно отделывают специальным трубчатым резцом (рис. 199, а).

Для получения точной шаровой поверхности следует применять шлифование чашечным абразивным кругом (рис.

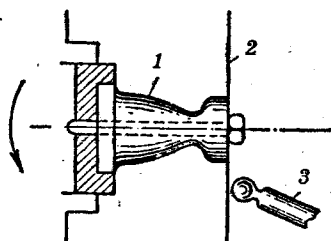


Рис. 196. Изготовление колпака давилником:

1 — форма, 2 — заготовка,
3 — давилник

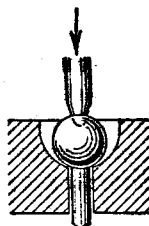


Рис. 197. Раздача шарового наконечника детали

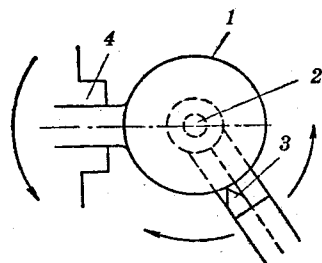


Рис. 198. Проточка шаровой поверхности:

1 — обрабатываемая деталь,
2 — ось вращения резца,
3 — резец, 4 — патрон

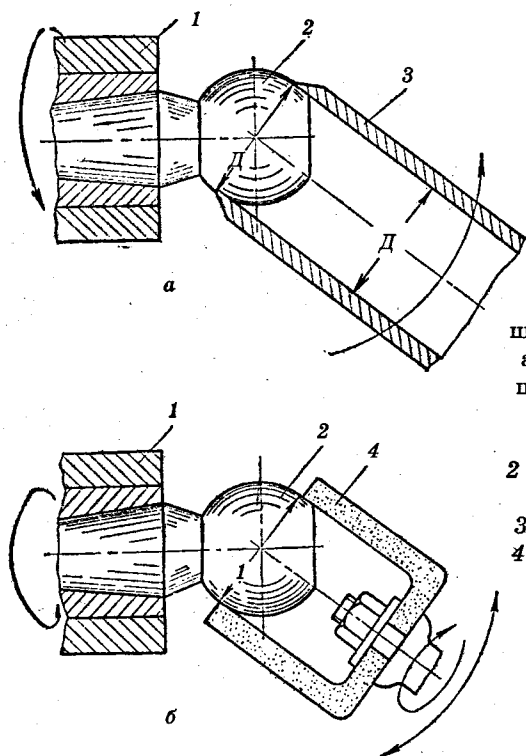


Рис. 199. Доводка шаровой поверхности: а — трубчатым резцом, б — шлифовальным кругом,

- 1 — патрон станка, 2 — шаровой наконечник детали, 3 — трубчатый резец, 4 — абразивный круг

199, б). При ремонте деталей, имеющих шарообразное углубление, конец детали с износившейся шаровой выточкой отрезают и вместо него приваривают новый с соответствующим шаровым углублением.

Ремонт рессор. Характерными неисправностями рессор являются: уменьшение стрелы прогиба, трещины и поломка листов. Листы, потерявшие нормальную форму, правят вхолдную ударами молотка со стороны вогнутой поверхности. Листы правят на подставке, имеющей соответствующий радиус выемки (рис. 200).

В случае поломки или наличия трещин лист заменяют новым или изготовленным из соответствующей стали.

Заготовку листов отрезают прессовыми ножницами или рубят после предварительного нагрева. Затем заготовку на-

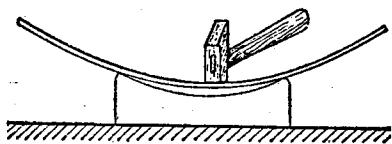


Рис. 200. Правка листа рессоры

гревают и прижимают к шаблону для получения соответствующего радиуса кривизны и вместе с шаблоном (рис. 201) закаливают.

Листы из марганцево-хромистой стали нагревают до температуры $840-850^{\circ}$, закаливают в масле, нагретом до температуры 60° , и отпускают при температуре $475-485^{\circ}$. Листы из кремнисто-марганцевой стали нагревают до температуры $855-875^{\circ}$, закаливают в масле, нагретом до температуры 60° , и отпускают при температуре $495-500^{\circ}$.

Перед сборкой рессорные листы тщательно зачищают и смазывают графитом, смешанным с маслом. Рессору испытывают на прессе (рис. 202). При помощи пресса нажимают на рессору посередине до тех пор, пока стрела прогиба не ста-

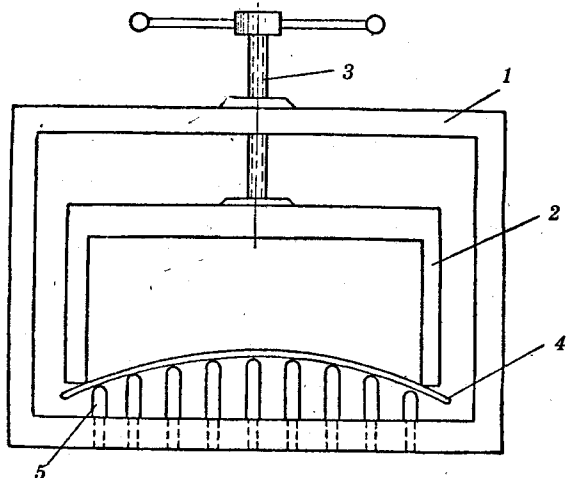


Рис. 201. Шаблон для закалки листьев рессоры:
1 — рамка, 2 — скоба, 3 — винт, 4 — лист рессорной стали,
5 — упоры

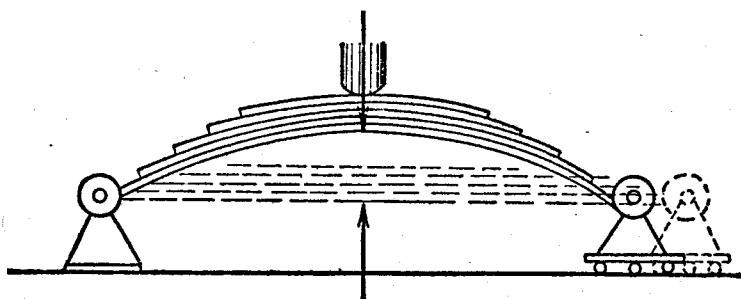


Рис. 202. Проверка рессоры

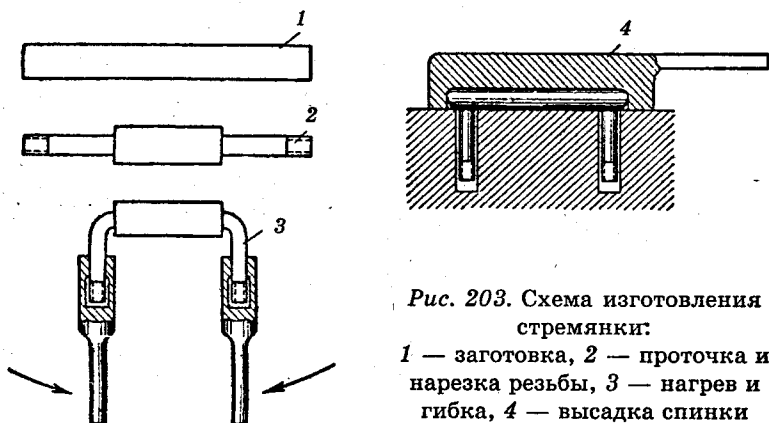


Рис. 203. Схема изготовления стремянки:

1 — заготовка, 2 — проточка и нарезка резьбы, 3 — нагрев и гибка, 4 — высадка спинки

нет равной нулю. После этого рессору освобождают и измеряют стрелу прогиба. Первоначальная стрела прогиба не должна изменяться.

Ремонт стремянок рессор. Характерные неисправности стремянок — срыв или забивание резьбы, износ поверхности, соприкасающейся со втулкой ушка рессоры.

Забитую резьбу исправляют плашками, закрепленными в специальном клуппе, дающем возможность нарезать резьбу без разгибания стремянки. Сорванную резьбу заваривают газовой сваркой и протачивают, после чего нарезают новую резьбу.

В случае необходимости изготавливают из соответствующей стали новые стремянки (рис. 203).

Ремонт червяков и секторов рулевого управления. При наличии трещин, обломов, раковин и ступенчатой выработки на зубьях червяки выбраковывают. При наличии ступенчатой выработки зубья сектора наваривают твердым сплавом сормайт и затем вручную шлифуют по шаблону до получения нормального профиля зуба.

Ремонт пальцев поворотных кулаков. Характерной неисправностью пальцев поворотных кулаков является износ рабочей поверхности в местах сопряжении со втулками.

Износ устраняют хромированием или шлифованием под уменьшенный размер. В последнем случае отверстие оси растачивают и в него запрессовывают втулку (рис. 204), а втулки поворотного кулака заменяют новыми, имеющими уменьшенное отверстие.

Если палец поворотного кулака пустотелый, его можно отремонтировать раздачей (рис. 205). Перед раздачей для предохранения от окисления во время нагрева палец смазывают обмазкой, состоящей из 10% графита, 20% мела, 30% гуммиарабика и 40% воды.

Перед раздачей палец нагревают до температуры 780–820°. Нагретый палец укладывают в приспособление, сжимаемое клещами, и через внутреннее отверстие пальца проталкивают пуансон.

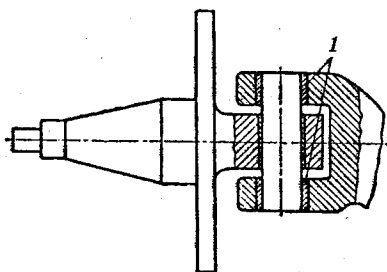


Рис. 204. Ремонт отверстий передней оси постановкой втулок:

1 — втулка поворотного кулака

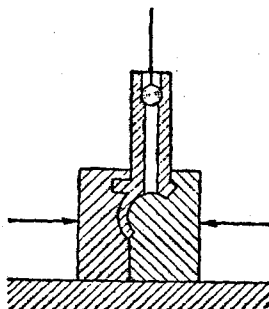


Рис. 205. Раздача пустотелого шкворня

После раздачи палец выправляют, нагревают до температуры 860° , закаливают в слегка подкисленной воде и шлифуют до нормального размера.

Ремонт поворотных кулаков. У поворотных кулаков изнашиваются посадочные места под подшипники и отверстия под втулки пальцев.

Изношенные посадочные места под подшипники поворотных кулаков восстанавливают хромированием, никелированием, оставиванием или напрессовкой втулок. Ремонт автомобильных поворотных кулаков наплавкой и металлизацией недопустим, так как может вызвать поломку. Поворотные кулаки тракторов можно ремонтировать наплавкой и металлизацией.

Изношенные отверстия под втулки развертывают и в них запрессовывают втулки, увеличенные по наружному диаметру. Втулки запрессовывают с натягом $0,01-0,11$ мм.

Поломка поворотного кулака происходит обычно по сечению $b-b$ или по сечению $a-a$ (рис. 206). При поломке по сечению $a-a$ ставят новую цапфу с хвостовиком, на котором нарезана резьба. В теле кулака при этом сверлят отверстие и нарезают резьбу под хвостовик. Цапфу ввинчивают в кулак и приваривают.

При изломе по сечению $b-b$ в месте излома делают фаску и отломанный кусок приваривают газовой или электродуговой сваркой. Чтобы избежать перекоса во время сварки, во втулки кулака вставляют палец.

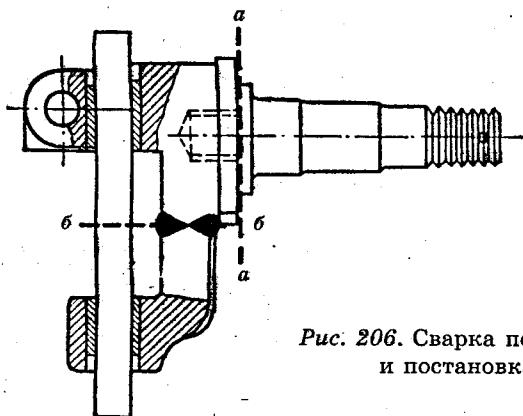


Рис. 206. Сварка поворотного кулака и постановка новой оси

Ремонт тормозных колодок, тормозных барабанов и лент. У тормозных колодок обычно изнашиваются фрикционные накладки. Изношенные фрикционные накладки заменяют новыми. При переклепке фрикционных накладок применяют полые заклепки. Если колодка предназначена для работы с проточенным тормозным барабаном, под фрикционную накладку устанавливают подкладку (рис. 207), компенсирующую уменьшение диаметра тормозного барабана.

У тормозных барабанов изнашивается рабочая поверхность (сопрягаемая с фрикционной накладкой) в результате торможения.

Изношенную поверхность барабана протачивают на токарном станке (рис. 208) в приспособлении. Приспособление представляет собой диск, отцентрированный в патроне токарного станка или навинчиваемый на шпиндель станка, с центрирующим выступом и отверстиями для крепления тормозного барабана болтами.

У тормозных лент изнашиваются фрикционные накладки. Изношенную накладку удаляют и к ленте приклепывают новую накладку. При отсутствии новой фрикционной накладки можно использовать малоизношенные участки старых тормозных лент. В этом случае на тормозную ленту наклепывают отдельные куски фрикционной накладки.

Ремонт передних осей. Характерными неисправностями передних осей являются: изгиб, износ отверстий под пальцы поворотных кулаков и отверстия под палец передней оси (для машин, у которых ось шарнирно соединена с рамой).

В случае изгиба ось правят при помощи пресса в холодном состоянии и проверяют контрольными угольниками.

Рис. 207. Подкладка под фрикционную накладку тормоза для компенсации расточки тормозного барабана:

- 1 — тормозной барабан,
- 2 — снятый слой металла,
- 3 — тормозная колодка,
- 4 — подкладка,
- 5 — фрикционная накладка

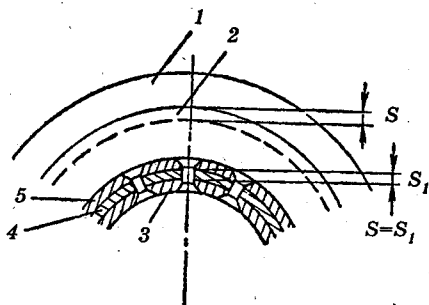


Таблица 65

Марка машины	Угол наклона оси колеса (развал) (градусы)	Угол наклона шкворня (градусы)		Схождение колес (мм)
		вбок	назад	
ГАЗ-51	1	8	2,5	1,5-3
ЗИС-150	1	8	1,5	8—12

При ремонте передних осей необходимо следить, чтобы после сборки сохранялись углы наклона колес. Для проверки наклона шкворней существует ряд приспособлений, дающих возможность определения угла наклона и схождения колес (в мм).

В табл. 65 приведены углы наклона осей, шкворней и схождение колес.

При износе отверстий под пальцы поворотных кулаков отверстия рассверливают, развертывают и в них запрессовывают стальные втулки.

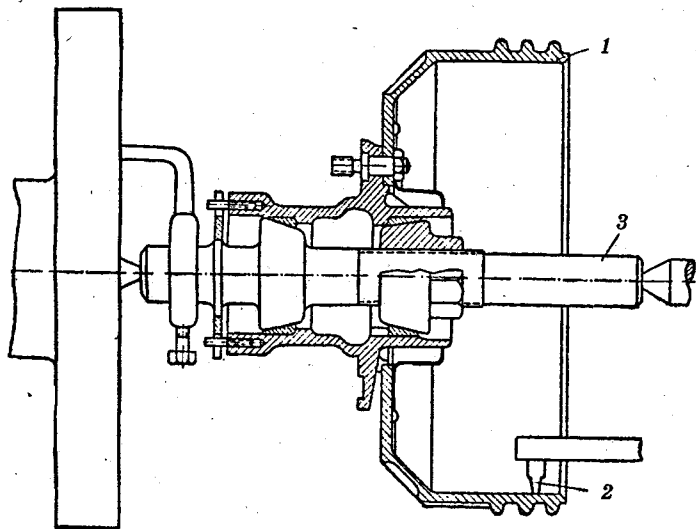


Рис. 208. Схема проточи тормозного барабана:
 1 — барабан, 2 — резец, 3 — приспособление

При небольшом износе отверстие разворачивают под увеличенный палец.

Ремонт колес. Характерными неисправностями колес являются: износ посадочных мест подшипников в ступицах; изгиб фланцев ступиц, реборд и ободов; ослабление креплений (реборд, шпор); износ отверстий под болты крепления дисков (для конструкции колес со сплошными дисками); разрыв ободов по месту сварки.

При износе посадочные места под подшипники в ступице растачивают и в них запрессовывают кольца (рис. 209). Кольца изготовляют из листовой стали 3. Для этого полоску соответствующей ширины сгибают в кольцо и сваривают стык. Кольцо протачивают, затем запрессовывают с натягом 0,05–0,15 мм и окончательно растачивают.

В некоторых случаях конец ступицы с износившимся гнездом отрезают и вместо него на резьбе ставят новое выточенное гнездо (рис. 210), которое после этого приваривают.

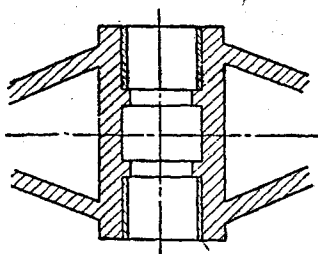


Рис. 209. Ремонт ступицы колеса

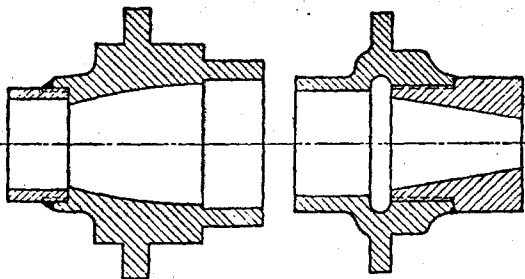


Рис. 210. Постановка нового гнезда

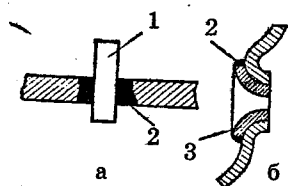


Рис. 211. Ремонт изношенных отверстий в диске колеса:
 а — заваркой с применением медных шаблонов, б — приваркой втулки,
 1 — медный шаблон, 2 — слой наплавки, 3 — втулка

При изгибе ступиц, реборд и ободов их правят в холодном состоянии. В случае ослабления креплений переклепывают заклепки, подтягивают или заменяют болты. Изношенные отверстия болтов рассверливают под болты увеличенного размера. При большом износе отверстия обваривают с применением медных цилиндрических шаблонов (рис. 211, а).

Изношенные конусные отверстия дисков колес раззенковывают и к дискам приваривают конусные шайбы (рис. 211, б).

В случае разрыва обода его стягивают специальным приспособлением и сваривают.

9.8. Ремонт кодовой части гусеничных тракторов

Ремонт ведущих и натяжных колес. У ведущих колес гусениц могут быть следующие неисправности: износ зубьев; износ отверстий под крепящие шпильки.

При одностороннем износе зубьев ведущие колеса переставляют с одной стороны трактора на другую для работы неизношенной частью. Эту перестановку делают вместе со ступицей и большой шестерней (так как отверстия в ступице колеса и втулке развертывают в сборе).

При большом двухстороннем износе зубья наплавляют по шаблону электродуговой сваркой или приваривают новые зубья.

Изношенные отверстия под шпильки крепления ведущего колеса рассверливают под увеличенные шпильки. Сильно изношенные отверстия заваривают, на новом месте сверлят отверстия под шпильки нормального размера. У натяжных колес изнашиваются обод и ступица. В случае износа обода и торцов ступиц их наваривают электродуго-

вой сваркой с проковкой каждого шва молотком при красном калении. Износ внутреннего отверстия ступицы компенсируется постановкой увеличенных по толщине обойм подшипников.

Ремонт роликов гусениц. У роликов гусениц изнашиваются рабочая поверхность бортов и отверстия ступицы.

При износе рабочей поверхности, когда борты ролика начинают задевать за втулки гусеничного полотна, борты стачивают, сохраняя при этом высоту борта относительно беговой дорожки.

Можно также при таком износе отремонтировать ролик раздачей бандажей, нагретых до температуры 850–950°.

После раздачи бандаж ролика протачивают и в нагретом состоянии напрессовывают на увеличенную ступицу с натягом 0,3–0,35 мм. Напрессованный бандаж закаливают в воде. При отсутствии ступиц увеличенного размера между бандажом и ступицей устанавливают предварительно обработанную стальную втулку или наплавляют ступицу электродуговой сваркой. Затем на втулку или наплавленную ступицу напрессовывают бандаж, нагретый до температуры 850–980°.

Для облегчения снятия бандажей со ступиц ролик нагревают до температуры 600–800° и во внутреннее отверстие ступицы вводится вода через трубку с отверстиями. После остывания ступицы бандаж можно легко спрессовать.

Ролики, не имеющие бандажей, в случае износа наружной поверхности ремонтируют наваркой или путем напрессовки в нагретом состоянии стальных втулок.

При износе бортов роликов к ним приваривают полукольца.

Износ отверстий ступиц роликов, вращающихся на роликоподшипниках, компенсируется постановкой утолщенных обойм. Обоймы изготовляют из листовой стали 40 или 45, закаливают и шлифуют. Изношенные отверстия ступиц роликов, вращающихся на осях, рассверливают и в них запрессовывают чугунные втулки.

9.9. Ремонт корпусов, картеров и блоков передаточных механизмов

Неисправностями чугунных картеров, корпусов и рам передаточных механизмов являются: обломы в местах крепления и трещины, износ опорных лап или опорных поверхностей, корпусов и рам. Для клепаных и сварных рам характерны перекос, изгиб и скручивание отдельных деталей.

При наличии обломов и трещин чугунные корпуса, картеры или блоки ремонтируют электродуговой сваркой в холодном состоянии. Трещины можно также устранять пайкой латуной или постановкой заплат из малоуглеродистой стали толщиной 1,5–3 мм на винтах либо заклепках. Заплата должна перекрывать трещину или пробоину на 30–40 мм с каждой стороны. Под заплату подкладывают картонную прокладку, смазанную суриком или белилами.

При износе опорных лап изношенные поверхности протрагивают и под опорные лапы подкладывают прокладки.

Износ опорных мест чугунных рам устраняют электродуговой наплавкой с последующей обработкой абразивным кругом. Изношенные опорные места рам можно также ремонтировать постановкой прокладок на винтах с потайными головками или приваркой накладок.

Погнутые или скрученные участки стальных клепаных рам выправляют различными винтовыми приспособлениями или с помощью домкратов.

Лонжероны, имеющие трещины, усиливают специально подогнанными коробками. Коробку приваривают продольными швами.

§ 10. РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН И РЕМНЕЙ

10.1. Причины возникновения дефектов в шинах и их устранение

Современная автомобильная шина представляет собой эластичную резинокордную оболочку сложной конструкции, монтируемую на обод колеса, наполняемую сжатым воздухом и предназначенную для обеспечения надежной передачи тяговых и тормозных сил, способности устойчивого прямолинейного движения, малого нагрева, пригодности к эксплуатации в любое время года, малой чувствительности к переезду через рельсы, достаточной сопротивляемости к повреждению боковых стенок, высокой безопасности и экономичности.

В табл. 66 приведены наиболее характерные виды преждевременного износа шин. Наиболее часто встречающимися повреждениями шин являются порезы, неравномерный износ, отслаивание или разрыв протектора, расслаивание каркаса или его излом, прокол или разрыв камеры, пропуск воздуха через вентиль. Своевременное устранение мелких повреждений шин снижает затраты на их ремонт, предупреждает их дальнейшее разрушение и повышает их пробег на 5–10%. При нормальной эксплуатации шин каркас надежно служит в 2–3 раза больше срока службы протектора новой шины, т. е. позволяет эффективно эксплуатировать шины с восстановленным 2–3 раза протектором.


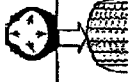


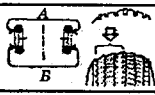

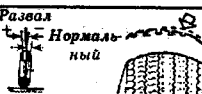



На механические качества резиновых деталей оказывают влияние повышенная температура, воздух и солнечный свет.

В процессе вулканизации не вся сера соединяется с каучуком, и этот процесс продолжается в дальнейшем. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс дальнейшего соединения серы с каучуком, и резина делается более твердой и ломкой. Чтобы избежать этого явления, необходимо хранить резину и резиновые смеси (сырую резину) при температуре 5–15°.



Воздух (точнее кислород) окисляет каучук, и верхние слои резины делаются хрупкими. В воде кислород менее активен. Поэтому резиновые детали, если в них нет нитей или металлических частей, рекомендуется хранить в воде.

Таблица 66

Виды преждевременного износа шин

Рисунок	Характеристика износа
Износ протектора в зависимости от давления	
	Повышенный износ средней части из-за эксплуатации шины с избыточным давлением
	Равномерный износ протектора при эксплуатации шины с рекомендованным давлением
	Повышенный износ крайних дорожек из-за эксплуатации шины с пониженным давлением
Износ протектора в зависимости от угла схождения передних колес	
<p>$B - A > 4 \text{ мм}$</p> 	При увеличенном (положительном) угле схождения передних колес более допустимого
<p>$B - A < 2 \text{ мм}$</p> 	При уменьшенном (отрицательном) угле схождения передних колес менее допустимого
Износ протектора при развале колес	
<p>Более допустимого</p> 	При положительном развале колес более допустимого (левое переднее колесо — вид сзади)
<p>Более допустимого</p> 	При отрицательном развале колес более допустимого (левое переднее колесо — вид сзади)
Односторонний износ протектора задних колес	
	Изгиб балки заднего моста из-за нарушений правил эксплуатации автомобиля
Пятнистый износ протектора	
	Повышенный дисбаланс колеса
Износ отдельных участков протектора	
	Резкое трогание с места и торможение автомобиля с блокировкой колес

Продолжение табл. 66

Рисунок	Характеристика износа
Вздутие на боковине или протекторе	
	Эксплуатация шин на дорогах с плохим покрытием при высоких скоростях, а также при наезде на камни, стекло, металлические и другие предметы
Разрыв боковины	
	Эксплуатация шин с нагрузкой, превышающей допустимую; удары боковиной о бордюрный камень

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Солнечный свет (ультрафиолетовые лучи) вызывает осмоление резины и активизирует окисление каучука. В этом легко убедиться, если сушить резиновый клей, нанесенный на заплату или камеру, на солнечном свете.

Высушенный на солнечном свете слой клея обладает значительно меньшей клейкостью. Заплаты плохо приклеиваются и быстро отрываются. Поэтому хранить резиновые и прорезиненные детали, и особенно резиновые смеси, следует в затемненных помещениях.

Особенно часто резиновые и прорезиненные детали выходят из строя в процессе эксплуатации в связи с механическими повреждениями.

Для покрышек пневматических шин характерны такие механические повреждения, как прорывы, отслоение протектора и боковин от каркаса, разрыв проволоки и другие повреждения борта, разрывы нитей каркаса и расслоение каркаса.

Разрыв нитей и расслоение каркаса вызываются чрезмерной деформацией покрышки.

По данным наблюдений известно, что при недогрузке покрышек на 20% пробег их до ремонта увеличивается в полтора раза, а при перегрузке на 100% пробег уменьшается в четыре раза. Такие же механические повреждения получаются при работе шины с пониженным давлением в камерах при езде на большой скорости (особенно на поворотах) и при резких торможениях.

Таблица 67

Критерии пригодности покрышек для ремонта местных повреждений

Дефекты	Первый вид ремонта		Второй вид ремонта	
	Покрышки			
	диагональные	радиальные	диагональные	радиальные
Трещины, порезы, разрывы, частичный (местный) износ покровных рези и другие механические повреждения без оголения корда	Допускаются без ограничений		Допускаются без ограничений	
Сквозные проколы	Допускаются без ограничения размером до 5 мм — у покрышек легковых автомобилей; до 10 мм — у покрышек грузовых автомобилей	Допускаются не более пяти повреждений на расстоянии не менее 100 мм друг от друга; размером до 5 мм — у покрышек легковых автомобилей; до 10 мм — у покрышек грузовых автомобилей	Допускаются без ограничения размером до 10 мм	Допускаются на расстоянии не менее 100 мм друг от друга
Внутреннее или наружное повреждение одного слоя корда каркаса у покрышек типа Р и у покрышек диагональной конструкции для легковых автомобилей; не более двух слоев корда каркаса покрышек диагональной конструкции для грузовых автомобилей	Допускаются в количестве не более двух, размером до 100 мм - у покрышек легковых автомобилей и до 150 мм — у покрышек грузовых автомобилей	Не допускаются	Допускаются не более четырех повреждений размером до 100 мм — у покрышек легковых автомобилей и до 150 мм — у покрышек грузовых автомобилей на расстоянии 1/5 длины окружности одно от другого	Допускается одно повреждение размерами: вдоль нитей корда — до 100 мм; поперек нитей корда — до 50 мм без повреждения бреке-ра

Окончание табл. 67

Дефекты	Первый вид ремонта		Второй вид ремонта	
	Покрышки			
	диагональные	радиальные	диагональные	радиальные
Сквозные или несквозные повреждения более одного слоя корда каркаса у покрышек типа Р и у диагональной конструкции для легковых автомобилей более двух слоев корда каркаса у покрышек диагональной конструкции для грузовых автомобилей	Не допускаются		Допускается в количестве не более одного, размером до 50 мм — у покрышек легковых автомобилей и до 100 мм — у покрышек грузовых автомобилей	Допускается одно повреждение: по боковине вдоль нитей корда каркаса — до 75 мм; там же поперек нитей — до 50 мм; по беговой части — до 50 мм в любом направлении

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

Чрезвычайно важно своевременно устранять небольшие повреждения покрышек. Отверстие в покрышке (прокол гвоздем), не отремонтированное своевременно, приводит к тому, что в него постепенно забивается грязь, пыль, и это приводит чаще всего к образованию одутлин. Этого можно избежать, если сразу же после удаления из покрышки гвоздя отверстие заклеить (заполнить клеем или сырой резиной, смоченной в бензине).

Резина, смоченная водой, очень легко режется различными твердыми предметами, попадающими по дороге (стеклом, камнями и т. п.). Попадание на резиновые и прорезиненные детали нефтепродуктов приводит к тому, что резина набухает. При этом ее механические качества ухудшаются в десятки раз.

При ремонте автомобильных шин применяют починочный материал (резиновый и резинотканевый):

требующий горячей вулканизации — резину, протекторную листовую (толщиной 2 мм для заполнения повреждений протектора и боковин покрышек), вальцованную (тол-

Таблица 68

**Критерии пригодности покрышек
для восстановления**

Дефекты	Первый класс восстановления		Второй класс восстановления	
	Автомобили			
	легковые	грузовые	легковые	грузовые
1. Износ рисунка, трещины, порезы, вырывы и другие механические повреждения протектора и покровной резины боковин	Допускаются без ограничений			
2. Проколы сквозные или несквозные (затрагивающие более 50 % слоев каркаса) на расстоянии не менее 100 мм друг от друга диаметром: до 5 мм до 10 мм	Допускаются в количестве (штук), не более			
	5 Не допускаются	3 2	3 2	5 3
3. Отслоение протектора и покровной резины боковин без повреждений слоев корда	—	Без оголения корда — на 0,2 длины окружности; с оголением корда — не допускается	Допускаются: без оголения корда — по всей окружности; с оголением корда — на 0,2 длины окружности	
4. Повреждение или разрушение корда брекера без повреждения каркаса (кроме проколов)	Не допускаются		Допускаются повреждения только верхнего слоя брекера общей длиной или шириной («размером») — до 150 мм или оно повреждение нескольких слоев брекера — до 50 мм	

Окончание табл. 68

Дефекты	Первый класс восстановления		Второй класс восстановления	
	Автомобили			
	легковые	грузовые	легковые	грузовые
5. Внутренние или наружные повреждения одного слоя корда каркаса (кроме проколов)	Не допускаются		Допускается одно повреждение по внутренней поверхности каркаса или одно наружное повреждение по боковине размером до 100 мм — у диагональных шин и до 75 мм — радиальных шин или одно наружное повреждение по беговой дорожке размером до 50 мм (при отсутствии повреждения — по п.6)	
6. Сквозные или несквозные повреждения более одного слоя корда каркаса (помимо проколов)	Не допускаются		Допускается одно повреждение размером до 50 мм — у диагональных шин и до 30 мм — у радиальных шин	

(По В.И. Карагодину и Н.Н. Митрохину)

щиной 10 мм для наложения протектора навивкой узкой ленты) и в виде профилированных лент различных размеров (для наложения нового протектора);

листовую прослоечную (толщиной 0,9 и 2,0 мм для обеспечения связи между починочным материалом и крышкой) и камерную (толщиной 2,0 мм для ремонта камер); клеевую вальцованную (для изготовления резинового клея); обрезиненный корд (для ремонта каркаса крышки и изготовления пластырей) и прорезиненный чефер (для ремонта бортов крышек и пяток вентиляей);

самовулканизирующий — пластыри резинкордовые с адгезивным слоем (для усиления поврежденных участков крышек) и резиновые с адгезивным слоем (для ремонта камер и герметизирующего слоя бескамерных шин); грибки резиновые вулканизированные с адгезивным слоем (для заделки проколов); клей самовулканизирующийся (для смазки ремонтируемых участков перед установкой самовулканизирующихся пластырей или грибков).

Установлены следующие виды ремонта автомобильных шин: местный, при котором устраняются местные повреждения, и восстановительный, предусматривающий наложение нового протектора взамен изношенного. В зависимости от характера местных повреждений, их размеров и конструкции шин устанавливается первый или второй вид ремонта (табл. 67); от технического состояния шин различают два класса восстановительного ремонта (табл. 68); от характера и размера повреждений различают следующие виды ремонта камер: наложение заплат, замена вентиля и пят для их крепления.

10.2. Ремонт покрышек с местным повреждением

При ремонте покрышек пневматических шин выполняются следующие операции: определяют возможность ремонта, очищают и сушат покрышки; вырезают поврежденные участки, подвергают шероховке (наружной и внутренней) покрышку, готовят клей, наносят клей на поврежденный участок и сушат, накладывают ремонтные материалы, вулканизуют наложенные ремонтные материалы, проверяют и отделяют отремонтированный участок.

Определение возможности ремонта покрышки. Основной частью покрышки, определяющей ее прочность, является каркас. Состояние каркаса прежде всего определяет возможность ремонта покрышки. Покрышку с расслоившимся каркасом, с порванными нитями внутри каркаса или гнилыми нитями не ремонтируют.

Одним из показателей состояния каркаса является прочность нитей. Каждая нить должна выдерживать нагрузку не менее 4 кг. Покрышки, у которых протектор, боковины или каркас пропитаны нефтепродуктами, выбраковывают. При разрыве проволоки борта, при круговом отслоении протектора и прорывах, занимающих более $1/6$ длины окружности покрышки, ремонт в связи со сложностью и необходимостью иметь специальное оборудование в небольших шинно-ремонтных мастерских не производится. Покрышки с другими повреждениями могут быть отремонтированы.

Очистка и сушка. Покрышки, годные для ремонта, очищают от пыли и грязи стальными и волосяными щетками.

Для очистки покрышек со стороны каркаса можно применять щетки из тонкой стальной проволоки. Щетки из жесткой стальной проволоки могут вырывать нити из каркаса.

Разрешается мыть покрышки в воде. При этом вода не должна попадать внутрь покрышки и на поврежденные участки, так как при этом вода впитывается в нити и для ее удаления необходима длительная сушка.

Очищенные покрышки сушат в сушильных шкафах или на стеллажах, расположенных над вулканизационной аппаратурой. Покрышки сушат при температуре 35–45°. Более высокую температуру применять для сушки покрышек не рекомендуется.

Продолжительность сушка зависит от степени пропитанности водой нитей каркаса.

Вырезка поврежденных участков. Клей и накладываемые ремонтные материалы должны соединяться с крепкими и неповрежденными участками покрышки. Поэтому все поврежденные слои резины и нити каркаса необходимо вырезать. При вырезке поврежденных участков нужно соблюдать следующие правила.

Для удаления поврежденных участков покрышку нужно резать, захватывая здоровые участки. Следует помнить, что лучше удалить часть неповрежденных участков покрышки, чем оставить неполноценные и поврежденные.

Угол среза должен быть небольшим. Чем меньше угол, тем прочнее будет соединение после ремонта,

Покрышку нужно резать по возможности ровно, без ступенек.

Участок надо вырезать в виде конуса, широкое основание которого должно быть направлено к наружной поверхности покрышки.

С внутренней стороны покрышки при обычном, наиболее распространенном, способе ремонта с помощью манжет никаких дополнительных вырезов не требуется. При ремонте покрышек с помощью новых слоев корда способом «в рамку» со стороны каркаса делают несколько последовательных углублений (ступенек), для чего со стороны каркаса вырезают слои корда.

Этот способ применяется при ремонте покрышек легковых автомобилей для сохранения толщины покрышки и веса

в отремонтированном участке. Таким же способом устраняют повреждения у борта. При этом новые накладываемые на поврежденный участок слои корда охватывают борт и увеличивают прочность отремонтированного участка. При вырезке поврежденных участков рекомендуется нож смачивать водой.

Шероховка. С целью придания обтекаемой формы подготовленным к ремонту участкам со стороны протектора или боковин участки подвергают шерохованию. Шерохование ведут посредством вращающегося вала, на конце которого закреплен шероховальный инструмент.

В качестве шероховальных инструментов для наружной шероховки (со стороны протектора и боковин) применяют дисковый рашпиль, терку, стальную щетку из жесткой стальной проволоки, кардоленту и абразивные круги.

Шерохование рашпилем с грубыми режущими гранями отличается большой производительностью, но при этом на поверхности резины образуется подорванный слой. После нанесения клея, наложения ремонтных материалов и вулканизации разрыв соединения происходит по подорванным рашпилем трещинам ниже слоя склеивания. Чем грубее режущие грани рашпиля, тем меньше прочность соединения ремонтных материалов с подготовленным участком.

Шерохование дисковой теркой оставляет глубокие канавки, имеющие Т-образное сечение. Отпрессовка наложенных ремонтных материалов при этом способе затруднена, и поэтому прочность соединения клея и наложенных ремонтных материалов после вулканизации низкая.

При шероховании стальной щеткой и кардолентой на обработанной поверхности образуются канавки, также затрудняющие дальнейшую отпрессовку.

Шерохование абразивным кругом (зернистостью 20) обеспечивает наиболее высокую прочность соединения. Верхний слой подготовленного участка в этом случае не подрывается, имеет обтекаемую форму и не имеет углублений, затрудняющих отпрессовку.

Недостатком шерохования абразивными кругами является низкая производительность.

Лучшим способом шерохования следует считать способ, состоящий из предварительной грубой обработки поверхно-

сти дисковым рашпилем с последующей обработкой абразивным кругом с целью удаления подорванного рашпилем слоя и придания подготовленному участку обтекаемой формы. При шероховании движение режущих граней должно быть направлено к каркасу. При обратном направлении возможен отрыв резины протектора или боковин от каркаса.

Шерохование со стороны каркаса выполняют инструментами, которые не могут вырвать или порвать нити корда.

Для внутреннего шерохования применяют небольшие абразивные круги (диаметром 100–120 мм) или мягкие стальные щетки, приводимые в движение гибким валом.

Вся внутренняя поверхность покрышки на расстоянии 150–200 мм (считая от краев отверстия) должна быть зашерохована. Зашерохованный участок должен быть больше укладываемой на него манжеты на 15–20 мм.

Приготовление клея. Обычно для холодного приклеивания заплат к камерам применяют каучуковый клей, представляющий собой раствор каучука в бензине. Этот клей для ремонта покрышек и камер в условиях мастерских не применяется, так как клей обладает небольшой прочностью. Кроме того, при повышении температуры до 60° заплата отстает от ремонтируемого участка, так как каучук при этой температуре плавится.

В шинно-ремонтных мастерских для ремонта резиновых и прорезиненных деталей применяют резиновый клей. Для приготовления клея выпускается специальная невулканизованная резина, называемая клеевой. После вулканизации пленки клея превращаются в обычную резину и обладают прочностью резины ремонтируемой детали.

В качестве растворителя для клеевой резины применяют бензин 1 сорта, авиационный бензин или специальный бензин «Калоша», выпускаемый для резиновой промышленности.

Пригодность бензина, как растворителя клеевой резины для приготовления клея, может быть проверена с помощью листа чистой белой бумаги. Для этого лист бумаги опускают наполовину в проверяемый бензин, вынимают и сушат на воздухе. Если на листе бумаги не будет видно границы между участком, который был погружен в бензин, и участком, оставшимся на воздухе, бензин можно применять для приготовления клея.

Для приготовления клея клеевую резину режут на кусочки размером 10x10 мм и засыпают в герметически закрывающийся бак. В бак заливают бензин так, чтобы покрыть все кусочки клеевой резины. Затем бак закрывают, и кусочки начинают набухать в бензине. Сразу перемешивать содержимое бака не имеет смысла, так как для набухания клеевой резины до состояния, при котором она может раствориться в бензине, нужно около 24 часов. После того, как острые грани кусочков клеевой резины округлятся, можно приступать к перемешиванию. Для перемешивания больших порций клея применяют специальные клеемешалки с механическим приводом. Небольшие (5–10 кг) порции клея перемешивают деревянными кружками, прикрепленными к ручке и имеющими отверстия. Таким кружком клей перемешивают до получения однородной массы.

В процессе перемешивания добавляют бензин для получения клея необходимой концентрации. Концентрация клея непосредственно не влияет на прочность склеивания. При различных концентрациях, но при одинаковой толщине пленки клея получается одинаковая прочность соединения, так как после высыхания клея (после испарения бензина) на поверхности резины остается только пленка клеевой резины. Толщина пленки клеевой резины играет большую роль в прочности соединения. С увеличением толщины пленки клеевой резины до 0,5 мм прочность соединения увеличивается. При дальнейшем увеличении толщины прочность не изменяется. Концентрация клея связана со способом нанесения. Чем жестче кисть для нанесения клея, тем более густой клей можно применять. Практически удобно наносить клей жесткой щеткой из щетины при его концентрации 1:4.

При выборе концентрации клея нужно помнить, что с применением более жидкого клея потери бензина будут больше.

Нанесение клея и сушка. Весь зашерованный участок должен быть промазан клеем. Клей нужно наносить ровным слоем на подготовленный участок крыши жесткой кистью. Число наносимых слоев клея будет тем больше, чем больше в клее будет находиться бензина. После нанесения клей должен высохнуть, после чего наносят второй слой. При концентрации клея 1:4 клей наносят два раза.

Покрышки после промазывания клеем нужно сушить в помещении, защищенном от пыли.

Покрышки после промазывания каждого слоя сушат при температуре 25–35° в течение 30–40 минут. Окончание сушки определяют проведением тыльной стороной руки по промазанному участку. Клей должен прихватывать волос, имеющийся на тыльной стороне руки. Не засохший и пересушенный клей не прихватывает волос. Пересушивать клей не следует, так как в дальнейшем это затрудняет наложение на подготовленный участок ремонтных материалов.

Наложение ремонтных материалов. При обычном, наиболее распространенном, способе ремонта с помощью манжет, ремонтные материалы (манжету) начинают накладывать с внутренней стороны покрышки.

Манжету изготавливают из каркаса утильной покрышки. Для этого у покрышки отрезают борты, отслаивают при помощи лебедки протектор и боковины и из годных участков каркаса вырезают куски длиной 300–400 мм.

Края куски срезают под углом, после чего манжету подвергают шерохованию, промазывают и сушат. Манжету накладывают на подготовленный к ремонту участок каркаса и плотно прикатывают роликом. Под манжету подкладывают один слой прослоечной резины толщиной 2 мм, перекрывающий края отверстия на 10–15 мм. На края манжеты после прикатки накладывают ленту прослоечной резины толщиной 0,5–1 мм. Лента должна перекрывать край манжеты и участок каркаса ремонтируемой покрышки на 10–15 мм.

Количество слоев в манжете должно быть равно количеству слоев каркаса ремонтируемой покрышки, но не более десяти.

Со стороны протектора углубление заполняют слоями протекторной невулканизированной резины.

В случае ремонта покрышек способом последовательной вырезки углублений со стороны каркаса накладывают отдельные вырезанные по размерам углублений слои корда. Под первый слой кладут кусок невулканизированной прослоечной резины. Под края каждого слоя корда подкладывают ленты из невулканизированной прослоечной резины. Углубление со стороны протектора или боковины заполняют так же, как и при ремонте с помощью манжеты.

При больших повреждениях с целью экономии невулканизированной резины для заполнения углубления со стороны протектора используют куски утильных протекторов.

При этом кусок утильного протектора должен быть зашпорохован, промазан клеем и высушен. Под кусок утильного протектора кладут несколько слоев невулканизированной протекторной резины так, чтобы кусок выступал на 6–8 мм над поверхностью протектора ремонтируемой покрышки.

При ремонте покрышек, повреждения которых расположены на боковине у борта покрышки, необходимо дополнительное крепление накладываемого материала, так как боковина сильно изгибается во время работы, вследствие чего обычный способ ремонта не обеспечивает надежного крепления наложенных материалов.

Для усиления ремонтируемого участка с борта снимают слой бортовой ткани и два слоя корда и на подготовленное углубление, сделанное ступеньками, накладывают два новых слоя корда, которые охватывают сердечник борта.

Каждый слой корда прикатывают с внутренней, а затем с наружной стороны. После наложения двух слоев корда на борт накладывают слой бортовой ткани. С внутренней стороны укладывают подготовленную манжету, а с наружной накладывают слои невулканизированной протекторной резины.

Вулканизация наложенных ремонтных материалов. Чтобы придать наложенным ремонтным материалам («сырой» резине) качества обычной резины, необходимо их вулканизировать.

На качество вулканизации влияют температура и продолжительность вулканизации, а также давление отпрессовки.

Практикой доказано, что наиболее высокое качество ремонта при хорошей производительности получают при температуре вулканизации 140°. Чем выше температура, тем неравномернее протекает процесс вулканизации. Объясняется это тем, что резина обладает низким коэффициентом теплопередачи. Слой, к которому подводится тепло, сразу нагревается до температуры плиты или аппарата, на котором вулканизируют покрышки, а более удаленный слой очень долго сохраняет комнатную температуру. Вследствие этого нижний слой будет перевулканизовываться, а верхний еще не начнет вулканизовываться.

При более низкой температуре вулканизации слои покрышки нагреваются более равномерно, но процесс длится значительно дольше.

Чем тоньше слой наложенных ремонтных материалов, тем выше может быть принята температура вулканизации. Заплаты на камерах, например, можно вулканизовать при температуре 150–160°.

При ремонте покрышек, имеющих значительную толщину, высокого качества вулканизации наложенных материалов, подводя тепло с одной стороны покрышки, вообще получить не удастся. Поэтому вулканизационные аппараты устроены так, что покрышку вулканизируют сначала с внутренней стороны на секторе, а затем на плите с профильной алюминиевой подкладкой или в мульде.

Для одновременного подвода тепла к внутренней и наружной поверхностям покрышки применяют электроманжеты. Для изготовления электроманжеты берут два куска бортовой ткани и складывают так, чтобы нити ткани располагались под углом 30–40° друг к другу. Между слоями укладывают спираль из нихрома диаметром 0,5–0,6 мм. Длина проволоки для спирали при напряжении 120 В равна 19–20 м, а при напряжении 220 В — 39–40 м. Проволоку обматывают асбестовым шнуром диаметром 1,5 мм. Для получения равномерного шага проволоку пропускают между двумя шестернями.

Электроманжету накладывают с наружной стороны покрышки, установленной на сектор, и прижимают к ней корсетом при помощи винтового устройства.

При таком способе нагрева тепло к вулканизуемому участку подводят от сектора и от электроманжеты.

При двухсторонней вулканизации можно также покрышку установить в форму (мульду), которая подводит тепло к покрышке с наружной стороны. Со стороны каркаса в покрышку устанавливают паровоздушный мешок, изготовленный из прорезиненной материи. В мешок периодически поступает пар и сжатый воздух для отпрессовки вулканизуемых материалов.

При повышении температуры на 7° продолжительность вулканизации уменьшается в два раза (если не принимать во внимание времени нагрева до температуры вулканизации),

а при снижении температуры на 7° — увеличивается в два раза.

Для приблизительных расчетов можно продолжительность вулканизации принимать равной:

$$T = 7 \cdot h \text{ мин.},$$

где T — продолжительность вулканизации в минутах при температуре 140° ;

h — толщина вулканизуемого участка (в мм).

Для получения требуемой плотности, хорошего заполнения отремонтированного участка и высокой прочности соединения с участком ремонтируемой покрышки наложенные ремонтные материалы должны быть хорошо отпрессованы с помощью винтовых приспособлений.

Давление отпрессовки должно быть в пределах 6–12 кг/см².

Технологический процесс устранения местных повреждений покрышек состоит из следующих операций.

Очистка и мойка — выполняется теплой водой в специальных моечных машинах или вручную при помощи волосяных щеток.

Сушка — предназначена для удаления влаги. Производят в сушильных шкафах при температуре $40\text{--}60^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч. Допустимая влажность каркаса не должна превышать 3–5%. Наличие влаги может привести к образованию паровых мешков и расслоению каркаса.

Подготовка поврежденных участков — включает удаление отслоившейся резины и разорванных нитей корда по всей глубине повреждения. В зависимости от вида повреждения применяют способ ремонта вставкой в рамку для легковых автомобилей (рис. 212, а) и внутреннего (рис. 212, б), наружного (рис. 212, в) или встречным конусом (рис. 212, г) для грузовых автомобилей. Несквозные повреждения с наружной стороны покрышки вырезают наружным конусом, а с внутренней — внутренним конусом. При сквозном повреждении вырезку осуществляют встречным конусом в два этапа — вначале вырезают повреждения наружным конусом, а затем внутренним, а место стыка конусов выреза должно находиться на уровне брекера покрышки. Вырезка

в рамку — это ступенчатое удаление слоев каркаса с высотой ступеньки 20 мм вдоль нитей корда и 10 мм поперек них. Преимущества способа: возможность почти полного восстановления прочности каркаса и минимальное нарушение сбалансированности покрышки, а недостаток — значительная трудоемкость. Для удобства доступа к внутренней части покрышки при вырезании сквозных повреждений используют механические, гидравлические или пневматические бортранширители, распорки и специальные болванки, а поврежденные участки вырезают остро заточенными ножами, смоченными водой.

Шероховка внутренних и наружных участков покрышки предназначена для увеличения прочности соединения починочных материалов с покрышкой. Внутренние поверхнос-

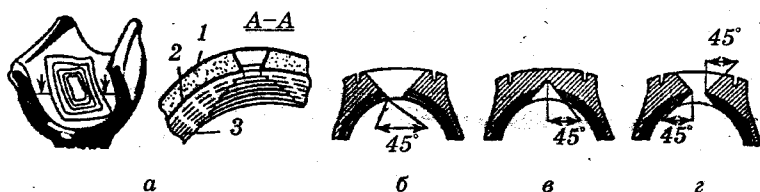


Рис. 212. Способы вырезки поврежденных участков покрышки:
 а — ступенчатую рамку; б — внутренним конусом;
 в — наружным конусом; з — встречным конусом;
 1 — протектор; 2 — брекер; 3 — каркас

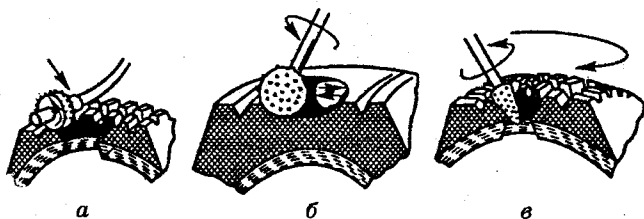


Рис. 213. Способы шероховки поврежденных мест покрышки:
 а — дисковой проволочной щеткой;
 б и в — фигурными шарошками

ти покрышки (рис. 213, а) обрабатывают дисковой проволочной щеткой (граница обработки отстоит на 20–30 мм от краев накладываемого пластыря), а наружные (рис. 213, б) — игольчатой шарошкой и дисковой проволочной щеткой (обработке подвергают зону вырезки повреждения и часть покрышки вокруг нее на расстоянии 7–10 мм). Проколы очищают электродрелью (диаметр сверла должен быть примерно на 1 мм больше размера прокола) или круглым рашипелем.

Нанесение клея и сушка — наносят клей двумя слоями кистью с короткой жесткой щетиной тонким сплошным слоем, без потеков. Первый слой наносят клеем малой концентрации, в котором соотношение резины и бензина (по массе) составляет 1:8, и второй слой — клеем высокой концентрации 1:5. После каждой промазки клеевую пленку сушат в сушильном шкафу при температуре 30–40°C в течение 25–30 мин. Качество сушки проверяют мягкой кистью — волоски кисти не должны прилипать к хорошо просушенной поверхности.

Подготовка починочного материала. Резиновые починочные материалы протирают бензином и сушат под вытяжным устройством. При потере ими клейкости на них наносят клей концентрацией 1:8 один раз с двух сторон и просушивают.

Заделка повреждений — процесс наложения подготовленного починочного материала на ремонтируемые участки с последующей прикаткой роликом. Место вырезки при заделке несквозного наружного повреждения до двух слоев каркаса (рис. 214) обкладывают прослоечной резиной тол-

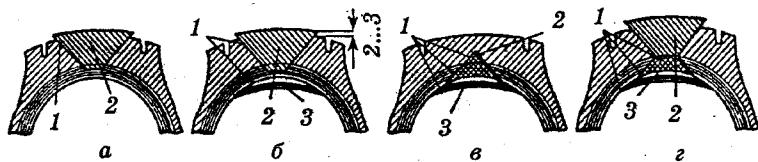


Рис. 214. Заделка повреждений при вырезке участка способами: а и б — наружным конусом; в — внутренним конусом; г — встречным конусом; 1 — прослоечная резина; 2 — протекторная резина; 3 — пластырь

щиной 0,9 мм и тщательно прикатывают роликом. Полость вырезанного конуса в области каркаса заполняют слоями прослоенной резины толщиной 2 мм. Размер каждого слоя соответствует размеру того пояса конуса, на который слой укладывается. Каждый слой тщательно прикатывают роликом, а образовавшиеся вздутия прокалывают шилом. В области протектора полость конуса заполняют слоями протекторной резины. Починочная резина должна быть выше поверхности покрышки на 2–3 мм для обеспечения опрессовки при вулканизации. Если повреждены более двух слоев каркаса покрышки, то с ее внутренней стороны накладывают пластырь, который предварительно покрывают прослоенной резиной. Центр пластыря должен совпадать с центром выреза. Края наложенного пластыря обкладывают лентой из прослоенной резины толщиной 0,9 мм и шириной 25–30 мм. Пластырь тщательно прикатывают роликом. Если необходимо осуществить заделку несквозного внутреннего повреждения, то полость конуса в зоне протектора заполняют протекторной резиной, а затем прослоенной. Полость конуса заделывают заподлицо с внутренней поверхностью покрышки и затем накладывают пластырь. Последовательность заделки повреждения покрышки: сквозного — заделывают конус с внутренней стороны, накладывают пластырь и заделывают конус с наружной стороны; вырезанного в рамку — ступенчатую поверхность покрывают прослоенной резиной (толщина 0,9 мм), прикатывают роликом (рис. 215), вставляют (последовательно) куски корда (направление нитей корда должно совпадать с направлением нитей в соответствующем слое каркаса; последний слой корда должен перекрывать границы выреза на 30–50 мм на каждую сторону, а края этого слоя обкладывают лентой прослоенной резины толщиной 0,9 мм и шириной 30 мм) и затем заделывают повреждения со стороны протектора. Проколы размером до 15 мм заделывают резиновыми грибами с адгезивным слоем (рис. 216), которые входят в комплект автоаптечки (табл. 69), или постановкой заплат размером 25x25 мм. На внешнюю сторону покрышки накладывают трехслойные заплаты из прослоенной резины, а на внутреннюю — двухслойные. Для заделки местных повреждений также применяют шприц-машины, при помощи которых в поврежденную полость по-

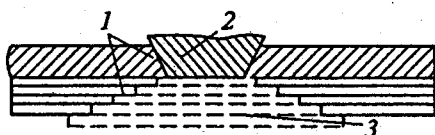


Рис. 215. Заделка повреждения в случае вырезки участка способом «в рамку»:

1 — прослоечная резина; 2 — протекторная резина; 3 — слой корда

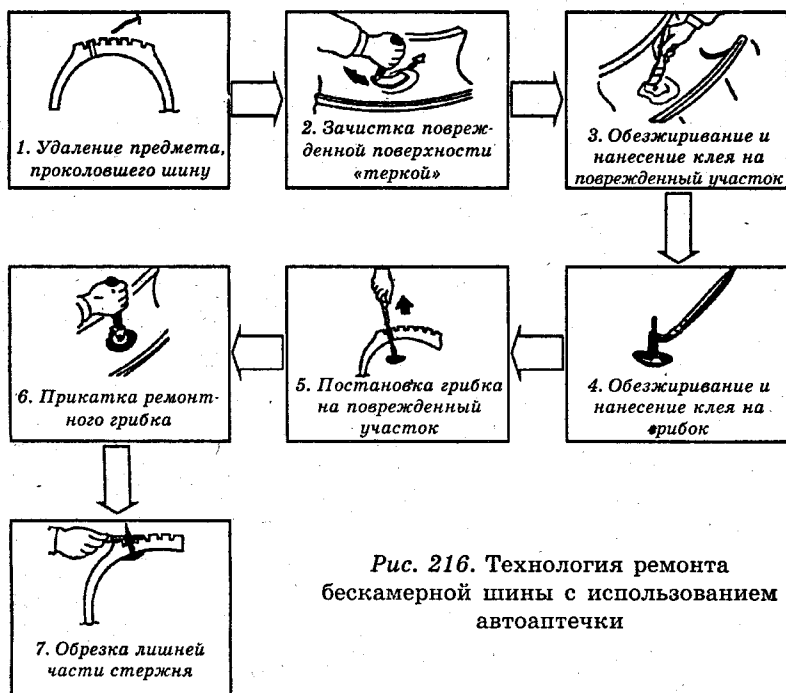




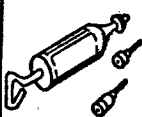


Рис. 216. Технология ремонта бескамерной шины с использованием автоаптечки

крышки выдавливается подогретая резиновая масса. Преимущество способа — это высокое качество ремонта, большая производительность и снижение расхода починочных материалов.

Таблица 69

Автоаптечка

Эскиз	Назначение	Эскиз	Назначение
	Терка для зачистки поверхности в месте повреждения		Ремонтные грибки и заплатки для ремонта повреждения
	Кисть для обезжиривания и нанесения клея на место постановки заплат или ремонтного грибка		Крючок-захват для протягивания ремонтных грибков через повреждение в шине
	Шприц с насадками для заполнения места прокола шины (диаметром 4 мм) клеящим составом		Ролик для прикатки заплат или ремонтного грибка в зоне повреждения

Вулканизация предназначена для создания прочного монолитного соединения ремонтируемых участков покрышки с починочными материалами и превращения их в прочную, эластичную массу. Ее проводят: в специальных секторных аппаратах для вулканизации с паровым или электрическим подогревом при температуре 143 ± 2 °С; для покрышек со сквозными и наружными повреждениями применяют мульды; сектор с внутренними повреждениями (рис. 217). Опресовку покрышек в процессе вулканизации осуществляют в воздушных варочных мешках, которые вкладывают в полость покрышки в месте вулканизируемого участка (давление воздуха в мешке должно быть 0,5–0,6 МПа). Время вулканизации колеблется в пределах 40–200 мин в зависимости от размера покрышки, характера повреждения, применения одностороннего или двухстороннего обогрева.

Контроль качества ремонта покрышки проводят в соответствии с техническими требованиями. На внутренней поверхности покрышки не должно быть отслоений починочных материалов, складок, утолщений, недовулканизации, вли-

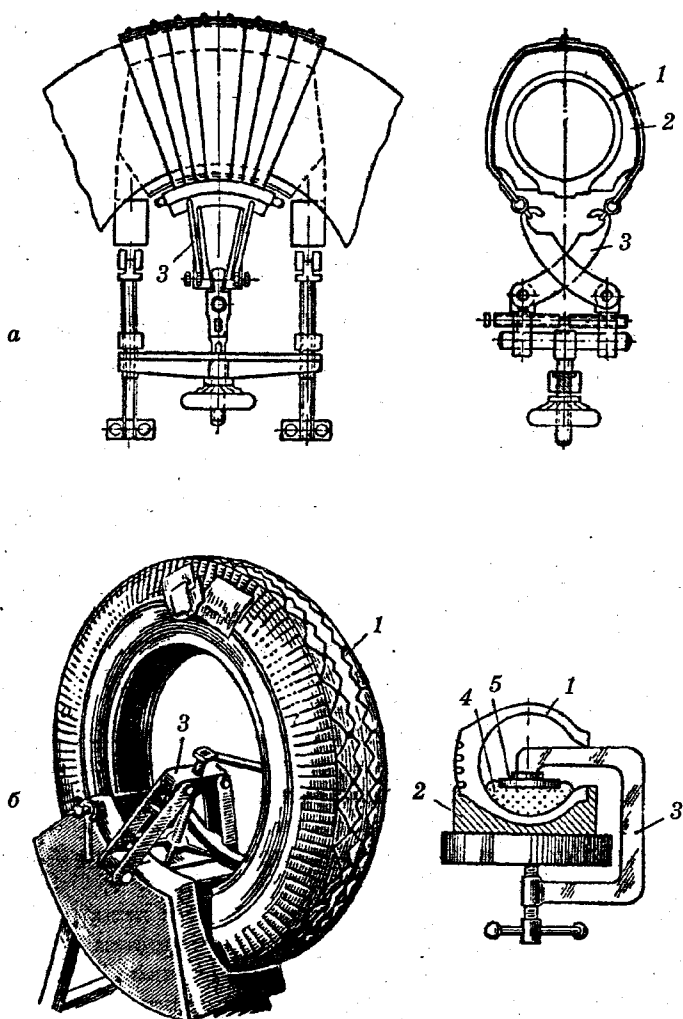


Рис. 217. Аппараты для вулканизации покрышек:
 а — со стороны каркаса; б — со стороны протектора и боковин;
 1 — покрышка; 2 — форма для подвода тепла; 3 — прижимное устройство; 4 — слой ремонтных материалов; 5 — профильная алюминиевая подкладка

яющих на работу камеры. Допускается на поверхности отремонтированного участка наличие раковины или поры размером до 10 мм и глубиной до 2 мм.

10.3. Технология Восстановительного ремонта покрышек

Восстановительный ремонт покрышек выполняют после устранения местных повреждений путем снятия с них старого протектора и наложение нового. Технологический процесс наложения нового протектора включает следующие операции:

Мойка и сушка (см. разд. 10.2).

Удаление старого протектора и шероховка — выполняют на шероховальном станке, который оснащен специальным режущим инструментом. Для придания упругости покрышки внутрь ее вкладывают камеру и наполняют сжатым воздухом. После шероховки с поверхности покрышки с помощью пылесоса удаляют пыль.

Устранение повреждений (см. разд. 10.2).

Нанесение клея на шерохованную поверхность покрышки осуществляют методом распыления, используя для этого сжатый воздух. Метод позволяет сократить время сушки клея за счет испарения паров бензина.

Подготовка протекторной резины включает: подготовку заготовки требуемой длины, создание на ее концах косога среза под углом 20° , нанесение резинового клея малой концентрации на поверхности заготовки и косога среза в месте стыка и сушку заготовки в камере при температуре $30-40^\circ\text{C}$ в течение 30–40 мин.

Наложение протекторной резины и ее прикатку выполняют на прикаточном станке в следующем порядке: проводят укладку слоя листовой прослоечной резины на просушенную клеевую пленку и прикатывают его роликом, проводят укладку и прикатывают подготовленной протекторной профилированной резины. Наложение нового протектора также может осуществляться методом навивки на вращающуюся покрышку узкой ленты из сырой резиновой смеси шириной 20–25 мм и толщиной 3–5 мм по определенной схеме автоматически на специальном агрегате.

Вулканизация протектора выполняется в кольцевых вулканизаторах, которые представляют собой разъемную по окружности форму с выгравированным рисунком протектора. Форма нагревается паром до температуры вулканизации (143 ± 2)°С. Для опрессовки покрышки вовнутрь ее укладывают варочную камеру, в которую подается сжатый воздух давлением 1–3 МПа. После вулканизации на протекторе образуется рисунок, соответствующий рисунку пресс-формы. Время вулканизации зависит от размеров покрышки, толщины вулканизируемого слоя резины и состава резиновой смеси.

Отделка покрышки — это срезание излишков и наплывов резины, зачистка на шероховальном станке мест среза и стыковка краев протектора с боковинами.

Контроль качества ремонта — это физико-механические испытания, предназначенные для проверки покрышек на твердость, разрыв, относительное удлинение и стирание. Контроль качества покрышек проводится выборочно в количестве 0,1% от каждой принимаемой партии.

У восстановленных покрышек не допускаются пористость, губчатость, пузыри, отслоения, складки, неровности на внутренней поверхности, расслоения каркаса и брекера, деформация металлического кольца.

На боковине или в плечевой зоне покрышки обозначаются: заводской номер; наименование или товарный знак

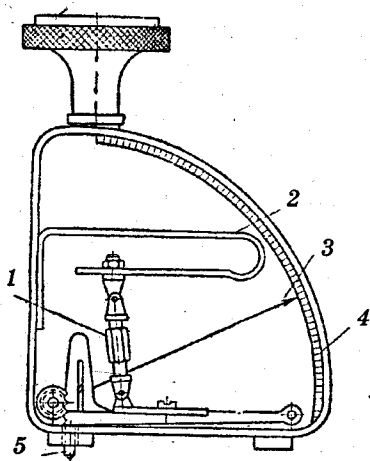


Рис. 218. Твердомер для определения твердости резины после ремонта покрышек:

- 1 — регулировочная гайка; 2 — пружина;
- 3 — стрелка; 4 — шпала;
- 5 — наконечник

предприятия, выполняющего восстановление; класс восстановления; месяц и год восстановления; штамп ОТК.

Качество вулканизации можно проверить химическим анализом по количеству свободной и связанной серы. В условиях ремонтных мастерских качество вулканизации определяют по твердости резины твердомером (рис. 218).

При твердости более 55 качество вулканизации можно считать отличным, при твердости от 50 до 55 — хорошим и при твердости 45–50 — удовлетворительным. При показаниях прибора меньше 45 качество считается неудовлетворительным, и покрышки необходимо довулканизовать.

Кроме проверки твердости, участок, подвергавшийся вулканизации, нужно осмотреть.

Края манжеты после вулканизации должны плавно сливаться с каркасом. Все наплывы резины на неподготовленных участках должны быть удалены с помощью шероховального круга.

10.4. Технология ремонта камер

Камеры могут иметь следующие дефекты: проколы, пробои или порезы, разрывы, повреждения или отрыв вентиля. Перед ремонтом камеры подвергаются осмотру и проверке под давлением 0,15 МПа в ванне с водой. Камеры выбраковываются с признаками старения резины, при наличии трещин, разрывов длиной свыше 150 мм и шириной более 50 мм и подвергшихся воздействию веществ, разрушающих резину.

В полевых условиях ремонт камер сводится к приклеиванию заплат каучуковым клеем или с помощью походных вулканизационных аппаратов (струбцинок с чашечкой, в которую закладывают медленно сгорающую пашку). При этом на камеру накладывают зачищенный кусочек невулканизованной резины. Применять для вулканизации поршни нельзя, так как невозможность соблюдения необходимой температуры приводит к перегреву камеры и ее порче.

В условиях вулканизационной мастерской камеру прежде всего проверяют сжатым воздухом. Для этого накачанную камеру опускают в воду, по пузырькам воздуха определяют

место прокола и отмечают его мелом или карандашом. После проверки камеру сушат на вешалке и участок возле прокола зашеровывают абразивным кругом зернистостью 20–36.

Шероховке подвергают участок радиусом 20–30 мм от места прокола. В месте прокола участок должен быть зашерохован глубже, чем к краям.

При ремонте камер, имеющих прорыв, разлохмаченные края прорыва обрезают ножницами и поверхность камеры зашеровывают на ширину 15–20 мм от краёв прорыва. Заплату, подготовленную из утильной камеры, также подвергают шероховке.

После этого заплату приклеивают к камере прослойкой невулканизированной резиной или клеем.

При ремонте с помощью невулканизированной прослойки резины ее помещают между заплатой и камерой, после чего участок вулканизуют.

При ремонте клеем им смазывают заплату (с одной стороны) и зашерохованный участок камеры и сушат. После сушки заплату прижимают к камере и участок вулканизуют. Для этого камеру устанавливают на плиту и прижимают винтовым зажимом (рис. 219). Затем камеру вулканизуют при температуре 140° в течение 15–20 минут.

После вулканизации края заплату подвергают шероховке абразивным кругом для получения плавных переходов (от заплату к камере) и проверяют камеру в ванне с водой. Можно также проверить камеру, накачав в нее воздух до давления 0,25–0,5 атм и подвесив на вешалку на 10–12 часов. Если за этот период камера не согнется в месте прилегания к вешалке, то, следовательно, она не пропускает воздуха.

При больших прорывах, разрушающих прочность камеры, в нее вставляют кусок утильной камеры. Для этого вырезают поврежденный кусок камеры и края вдоль линии отреза подвергают шероховке на ширину 30–35 мм. Края отреза зашеровывают с наружной стороны.

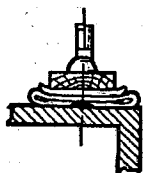


Рис. 219. Схема вулканизации ремонтируемого участка камеры

Кусок утильной камеры вырезают таким образом, чтобы он был длиннее на 50–60 мм куска, вырезанного из ремонтируемой камеры.

Края вырезанного из утильной камеры куска выворачивают и подвергают шероховке с внутренней стороны (рис. 220). Зашерохованные участки промазывают клеем и сушат. Для соединения подготовленного куска с камерой применяются два разрезных цилиндра одинакового диаметра, равного (или несколько большего) внутреннему диаметру камеры.

Камеру заворачивают на цилиндре два раза в одну, а затем в другую сторону, а подготовленный кусок утильной камеры на другой цилиндр — один раз (рис. 221). Цилиндры соединяют и завернутый конец вставки отворачивают на конец камеры. Стыковку можно также выполнять, применяя один разрезной цилиндр или доску.

Стык прикатывают роликом, и камеру через разрез вынимают из цилиндра. После этого камеру вулканизируют на плите.

При установке камеры нужно следить за тем, чтобы прижимная накладка была меньше ширины камеры.

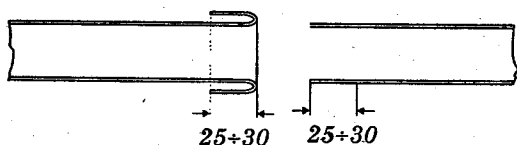


Рис. 220. Участки, подвергаемые шероховке перед стыковой камерой

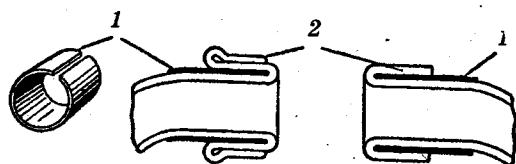


Рис. 221. Стыковка камеры с помощью разрезных цилиндров:
1 — разрезные цилиндры; 2 — поверхности склеивания

При вулканизации стыка приходится переставлять камеры не менее трех раз.

После вулканизации стык подвергают шероховке для получения плавного перехода от вставленного куска к камере и последнюю проверяют воздухом в ванне с водой.

При повреждениях камеры у места крепления вентиля последний переставляют на новый участок камеры. Для этого вентиль отвинчивают и выталкивают внутрь камеры. Отверстие, оставшееся в камере после удаления вентиля, ремонтируют, как обычный прорыв. На другом месте камеры шерохуют участок размером 80х50 мм, промазывают его клеем и сушат. Затем из бортовой ткани вырезают два куска размером 60х40 мм.

Куски бортовой ткани протирают тряпкой, смоченной в бензине, и прикатывают к подготовленному участку камеры. Куски бортовой ткани вырезают так, чтобы нити после наложения их на камеру располагались в слоях под углом 30–45° относительно друг друга. На куски из бортовой ткани накладывают подготовленную заплату из утильной камеры размером 70х50 мм и участок вулканизуют.

После вулканизации в середине заплата трубчатым быстро вращающимся резцом, имеющим диаметр на 1 мм меньше диаметра вентиля, прорезают отверстие.

При вырезании отверстия нельзя допускать повреждения противоположной стенки камеры. Затем в полученное отверстие вставляют вентиль, находящийся внутри камеры.

Технологический процесс ремонта камер включает следующие операции:

Подготовка камеры включает вырезку поврежденного места ножницами в форме овала. При повреждении камеры в месте установки вентиля или самого вентиля этот участок вырезают под постановку заплата, а для вентиля пробивают отверстие в другом месте диаметром 5–6 мм. В местах проколов камеру не вырезают.

Придание шероховатости краям выреза выполняют шлифовальным кругом на ширину 20–30 мм по всему периметру. Границы обработки места под установку пятки вентиля должны быть удалены от краев накладываемой пятки на 15–20 мм. Обработанные места очищают от пыли жесткой щеткой.

Нанесение клея и его сушка. Клей получают растворением клеевой резины в бензине Б-70. Нанесение клея и сушку проводят дважды: первый слой — клеем малой концентрации (1:8); второй — клеем большой концентрации (1:5). Клей наносят методом распыления или кистью из тонкой щетины тонким ровным слоем. Сушку каждого слоя выполняют при 25–40 °С в течение 20–30 мин.

Подготовка починочного материала включает: вырезку заплат, ее шероховку, нанесение на нее клея и просушку. Для ремонта камер используют заплата из годных частей утильных камер, не имеющих трещин, затвердений и следов воздействия нефтепродуктов или заплата из сырой камерной листовой резины толщиной 2 мм. Размеры вырезанных заплат превышают размеры повреждений камер на 15–30 мм. Заплата из вулканизированной резины готовят в такой последовательности: шероховка на наждачном круге с одной стороны, скашивая края заплата; нанесение клея концентрацией 1:8 с просушкой каждого слоя; обкладка краев лентой из прослоечной резины ширины 5–7 мм. Проколы размером до 2 мм заделывают только сырой резиной. Заготовки для пятки вентиля камер изготавливают из сырой камерной резины и прорезиненного чефера, на который наносят один слой клея с последующей просушкой, собираются с вентиляем и вулканизируются.

Заделка повреждений заключается в наложении заплат на камеру, прикатывании их роликом и припудривании тальком.

Вулканизация камер проводится в такой последовательности: камеру накладывают заплатай на вулканизационную плиту, припудренную тальком, так, чтобы центр заплатай был совмещен с центром прижимного винта; на участок камеры устанавливают резиновую прокладку и прижимную плитку, которая должна перекрывать края заплатай на 10–15 мм и не зажимать края сложенной вдвое камеры. Время вулканизации зависит от размера заплатай. Мелкие заплатай вулканизируют в течение 10, стыки — 15, фланцы вентиляей — 20 мин.

Отделка камер включает срезание краев заплатай и стыков заподлицо с поверхностью камеры и шлифование напльвов, заусенцев и других неровностей.

Контроль качества камеры проводят наружным осмотром и испытанием на герметичность под давлением возду-

ха 0,15 МПа в ванне с водой. У отремонтированных камер не допускаются пористость резины, вздутия, следы недовулканизации, отслаивание пятки вентиля и заплат.

10.5. Ремонт прорезиненных ремней

В процессе работы прорезиненные ремни вытягиваются. Поэтому приходится их укорачивать. При повреждении отдельные участки ремней могут быть удалены и на их место вставлен новый кусок ремня.

При постановке на машины новых, а также отремонтированных ремней приходится соединять их концы.

Концы ремня соединяют «внахлестку». Подготовка ремня показана на рисунке 222, а.

Ступеньки делают такого размера, чтобы их длина равнялась 1–1,5 ширины ремня.

Количество ступенек равняется количеству слоев ткани в ремне без одного ($n-1$). Края стыков в обкладывают ленточками невулканизированной резины.

Внахлестку можно соединять ремень и так, как указано на рисунке 222, б.

На конце стыков в накладывают один слой бортовой ткани. На края бортовой ткани кладут ленточки невулканизированной резины. Бортовую ткань укладывают так, чтобы утолщение ремня равнялось одному слою.

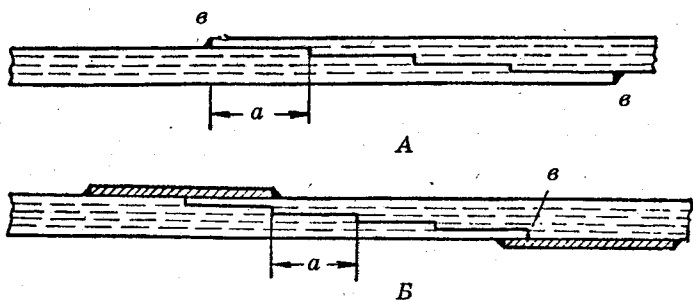


Рис. 222. Соединение концов ремня:

а — с перекрытием слоев; б — без перекрытия слоев

Нити в вырезанных полосках бортовой ткани должны располагаться под углом 45° к направлению ремня. Соединяемые поверхности промазывают клеем для горячей вулканизации или между соединяемыми поверхностями помещают тонкую (толщиной 0,5 мм) прослоечную резину, протертую тряпкой, смоченной в бензине. Накладываемые слои тщательно прикатывают роликом.

Ремни, которые легко снять со станка (машины), можно ремонтировать и соединять на любом вулканизационном аппарате. Если снять или установить соединенный ремень затруднительно, то для вулканизации ремня на месте может быть применен электрический переносный аппарат (рис. 223).

Основной частью аппарата является резервуар, изготовленный из швеллера № 18. Из швеллера вырезают кусок длиной 350 мм, к которому газовой сваркой приваривают дно и боковые стенки из железа толщиной 8 мм.

Сверху на аппарат устанавливают расширитель, а к задней стенке приваривают кронштейн с винтовым зажимом и реостат для регулировки температуры. Для контроля темпе-

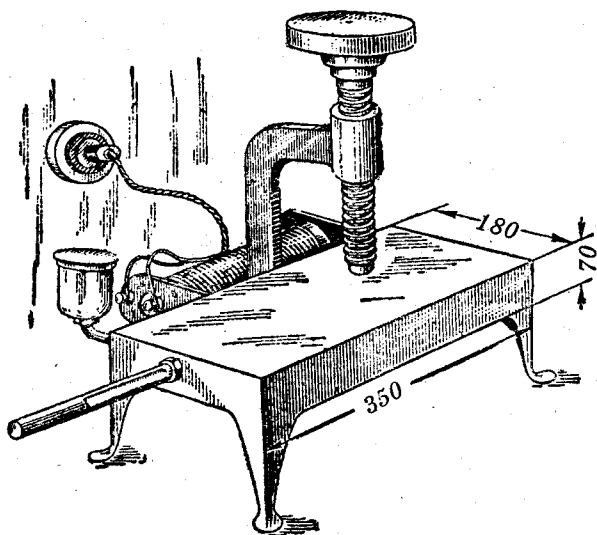


Рис. 223. Переносной вулканизационный аппарат

ратуры в боковую стенку ввертывают трубку, в которую вставляют стеклянный термометр со шкалой до 170 или 200°. Для нагрева служат два нагревательных элемента по 700 ватт. Элементы крепят с нижней стороны аппарата, предварительно подложив под них тонкий слой асбеста.

Нагревательные элементы при напряжении в сети, равном 220 В, соединяют последовательно. Последовательно с ними включают реостат (с ползушкой) сопротивлением 25 Ом.

При питании аппарата от сети 127 в нагревательные элементы включают параллельно. Через расширитель в резервуар заливают предварительно прокипяченное машинное или автотракторное масло. При указанных размерах аппарата, нагревательных элементов и реостата температуру нагрева можно довести до 120–150°.

Восстановление упругости резиновых прокладок. Резиновые прокладки, уплотнительные резиновые кольца и другие резиновые детали при длительном нахождении в сжатом состоянии теряют свои упругие свойства. Упругость их может быть восстановлена длительным кипячением в воде.

10.6. Гарантийные обязательства

Нормы пробега восстановленных и прошедших ремонт местных повреждений шин определяются соответствующими стандартами и гарантируются шиноремонтными заводами (табл. 70 и 71). На восстановленных шинах фактический пробег считается с момента восстановления.

При выходе шин из эксплуатации ранее гарантийной нормы автопредприятие устанавливает причины преждевременного выхода шин из строя. Если это произошло по заводским производственным причинам, комиссия составляет рекламационный акт. Покрышка, подлежащая рекламации, направляется заводу вместе с карточкой учета работы шины и рекламационным актом. Индивидуальные владельцы автомобилей при преждевременном выходе шин из эксплуатации по производственным причинам сдают ее заводу с указанием полного заводского номера шины, фактического ее пробега по спидометру и обнаруженных на ней дефектов.

Таблица 70

**Гарантийные нормы пробега шин, прошедших ремонт
местных повреждений, тыс. км**

Покрышки	Ремонт	
	первый	второй
Диагональные		
Для автомобилей:		
легковых и грузовых малотоннажных (до 2 т)	12	4,5
средних и тяжелых грузовых автомобилей	15	6,0
Радиальные		
Для автомобилей:		
легковых	15	—
грузовых автомобилей (с металлокордным брекером)	22	9,0
грузовых автомобилей (с текстильным брекером)	20	7,5

Таблица 71

**Гарантийные нормы пробега шин, прошедших
восстановление методом наложения протектора, тыс. км**

Покрышки	Класс	
	первый	второй
Диагональные		
Для автомобилей:		
легковых	17	15
грузовых малотоннажных (до 2 т)	22	17
средних и тяжелых грузовых	29	23
Радиальные		
Для автомобилей:		
легковых	20	—
грузовых автомобилей (с металлокордным брекером)	30	24
грузовых автомобилей (с текстильным брекером)	29	23

Рекламации по производственным причинам предъявляются в течение гарантийного срока хранения и эксплуатации шин. Предприятие, получившее рекламацию, рассматривает ее и в течение месячного срока обязано сообщить заявителю о своем решении. Шиноремонтный завод при выходе шин из эксплуатации ранее гарантийного пробега из-за некачествен-

ного ремонта обязан безвозмездно произвести повторный ремонт или восстановление. При невозможности этого шиноремонтный завод оплачивает заявителю стоимость недопробега шины в соответствии с действующими прейскурантами.

§ II. РЕМОНТ КУЗОВОВ И КАБИН

II.1. Дефекты кузовов и кабин

Характерными дефектами деталей кузовов, кабин и оперения (рис. 224) являются коррозионные повреждения, механические повреждения (вмятины, обломы, разрывы, выпучины и т.д.), нарушение геометрических размеров, трещины, разрушения сварных соединений и др.

Коррозионные разрушения — это основной вид износа металлического кузова и кабин. Здесь имеет место электрохимический тип коррозии, при котором происходит взаимодействие металла с раствором электролита, адсорбируемого из воздуха. Особенно сильно развивается коррозия в труднодоступных для очистки местах, где периодически попадающая в них влага сохраняется длительное время, и, в связи с повышением температуры окружающей среды, происходит интенсификация реакции окисления. Коррозионные разрушения встречаются также в результате контакта стальных деталей с деталями, изготовленными из дюралюминия, пластмассы, влажной древесины и других материалов.

Трещины возникают в результате усталости металла, нарушения технологии обработки металла, применения низкого качества стали, дефектов сборки узлов и деталей, недостаточной прочности конструкции узла, а также в подверженных вибрации местах.

Разрушения сварных соединений происходят в результате некачественной сварки, воздействия коррозии, вибрации и нагрузок при нормальной эксплуатации автомобиля либо в результате аварийных повреждений.

Механические повреждения (вмятины, перекосы, разрывы и т.д.) являются следствием перенапряжения металла в

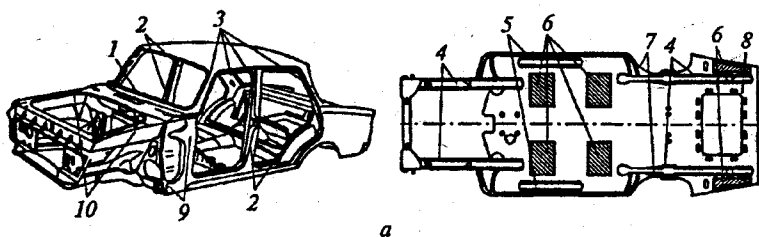


Рис. 224. Характерные повреждения:
 а — цельнометаллический кузов
 автомобиля: 7 — передний и задний
 проемы ветровых стекол;
 2 — дверные проемы; 3 — стойки
 под крышу; 4 — передние и задние
 лонжероны; 5 — левый и правый
 пороги основания; 6 — днище;
 7 — левый и правый задние брызговики;
 8 — нарушение геометрических
 размеров; 9 — верх и низ

соответственно левого и правого задних брызговиков;
 10 — левый и правый передние брызговики; б — кабина
 грузового автомобиля: 7 — разрушение сварочных швов;
 2 — разрывы; 3 — вмятины и выпучины; 4 — прогиб и переко-
 сы стоек; 5 — пробоины; 6 — коррозия; 7 — трещины

результате ударов и изгибов, а также вследствие непрочного соединения деталей.

II.2. Технологический процесс ремонта кузовов и кабин

Технологический процесс ремонта кузовов и кабин в сборе включает разборку, полное или частичное снятие старой краски, дефектовку, ремонт составных частей или их замену, сборку, окраску и контроль качества.

Разборку кузовов и кабин выполняют в два этапа. Это демонтаж всех деталей и сборочных единиц, установленных с внутренней и наружной сторон кузовов и кабин, с последу-

ющей разборкой корпуса для ремонта после удаления старого лакокрасочного покрытия и выявления всех его дефектов. Так как в большинстве случаев цельнометаллические корпуса кузовов и кабин являются неразъемными (соединены сваркой), то полную разборку корпуса на панели и детали не производят. Ее выполняют только до такой степени, чтобы имелась возможность произвести дефектацию и при необходимости заменить или отремонтировать элементы корпуса, образующие каркас.

В зависимости от экономической целесообразности ремонта кузовов и кабин применяют различные способы устранения имеющихся на их поверхностях дефектов.

Наибольшую трудоемкость и стоимость ремонта кузовов и кабин составляют работы по устранению дефектов на их цельнометаллических сварных корпусах. Ремонт корпуса кузова, имеющего различные дефекты, предусматривает правку панелей, удаление поврежденных участков корпусов, устранение трещин и разрывов, крепление ДРД на места удаленных панелей, проковку и зачистку сварных швов, окончательную правку и рихтовку поверхностей.

Неровности в панелях выравнивают напылением порошковых пластмасс или эпоксидными композициями. Для выравнивания вмятин в труднодоступных местах применяют инструмент различной формы (рис. 225). В отверстие внутренней панели вставляют отогнутый конец оправки и ударами молотка по ее рукоятке выравнивают помятую поверхность. Для устранения неглубоких пологих вмятин в ней

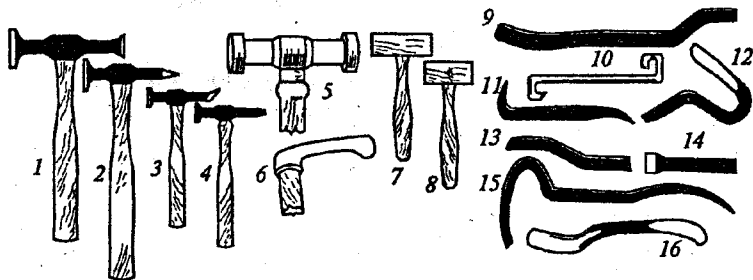


Рис. 225. Набор инструментов для удаления вмятин:
1-6 — молотки; 7 и 8 — киянки; 9-16 — оправки (ложки)

сверлят отверстие диаметром 6 мм, в которое вставляют стержень с изогнутым концом и вытягивают вогнутую часть панели до нормального ее положения. Затем отверстие заделывают припоем или эпоксидной композицией.

Правка панелей с аварийными повреждениями предусматривает работы по вытягиванию, выравниванию, выдавливанию и выколачиванию деформированных частей кузова или кабины для придания им первоначальной формы и размеров. При выполнении этих операций необходимо, чтобы растягивающее усилие было приложено под тем же углом, под которым была приложена сила, вызвавшая повреждение. Чтобы растяжение было регулируемым, напротив точки приложения растягивающей силы должна быть приложена противодействующая сила. При выполнении этих работ необходим контроль за процессом растяжения, а также за возможными попутными деформациями, вызванными растягивающим усилием.

Правку аварийных кузовов и кабин выполняют на стендах (рис. 226) с использованием комплекта приспособлений (рис. 227). Усилия растяжения и сжатия создают рабочими цилиндрами 1, 3 (см. рис. 226), в которые жидкость поступает от насоса. Для правки кузовов 4 устанавливают на подставки 6, которые закреплены на фундаментной раме 2. На под-

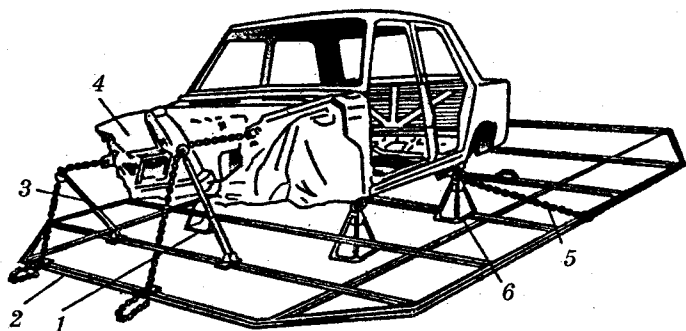


Рис. 226. Стенд для правки кузова легкового автомобиля:
1, 3 — рабочие цилиндры; 2 — рама; 4 — кузов;
5 — расчалочное приспособление; 6 — подставка

ставки опираются силовые поперечные трубы, которые губками зажимов закрепляют за ребра жесткости порогов кузова. Крепление последнего к раме выполняют расчалочными приспособлениями 5. Предварительной правкой устраняют

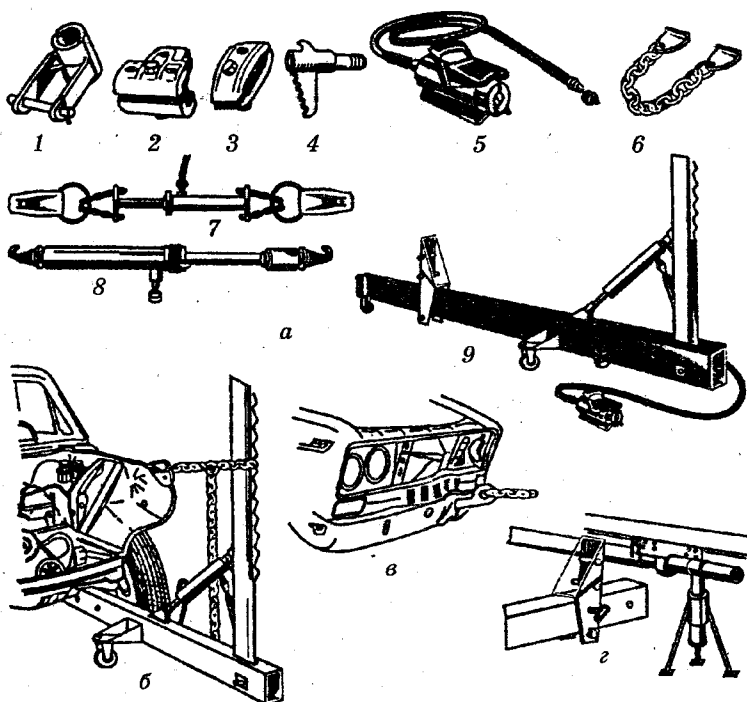


Рис. 227. Приспособления для выполнения правки деформированного участка кузова:

- а — комплект приспособления для устранения перекосов и перегибов; б, в и г — использование приспособлений при правке; 1 — оправка для вытягивания вогнутых деталей; 2 и 3 — самозакрепляющиеся гидравлические зажимы; 4 — оправка с зубцами для захвата выпрямляемой панели; 5 — насос; 6 — двойной захват; 7 — натяжной цилиндр с вытягивающим устройством; 8 — натяжной цилиндр с захватами; 9 — правильное устройство

глубокие вмятины (рис. 227, б), изгибы (рис. 227, в) и перекосы (рис. 227, г). Так как в процессе правки могут образоваться трещины или разрывы, которые в дальнейшем необходимо устранить, правку проводят перед сварочными работами.

Удаление поврежденных участков кузовов и кабин выполняют газовой резкой, электрифицированным фрезерным инструментом или пневматическим резцом. Преимущества пневматического резца — это высокая производительность труда (0,08–0,1 м/с) по сравнению с газовой резкой (0,02 м/с) и лучшее качество кромок в местах вырезки. Дефектные участки размечают с помощью шаблонов и мела, а затем удаляют. При удалении дефектных участков кузова или кабины необходимо предохранять корпус от искажений геометрии из-за ослабления его жесткости и под действием собственной массы.

Трещины и разрывы в корпусе кузовов и кабин устраняют полуавтоматической дуговой сваркой в среде углекислого газа или газовой сваркой. При ремонте отдают предпочтение сварке в среде углекислого газа, так как производительность этого процесса и качество сварного шва выше. Сварку осуществляют полуавтоматами, питающимися от источников постоянного тока обратной полярности силой 40 А и напряжении 30 В, используя для этого электродную проволоку Св-08ГС или Св-08Г2С диаметром 0,7 мм. Для ограничения распространения трещины в процессе сварки ее концы необходимо засверлить сверлом диаметром 8 мм.

Газовой сваркой устраняют трещины и разрывы в панелях, изготовленных из листовой стали толщиной 0,5–2,5 мм, горелками ГСМ-53 или ГС-53 с наконечниками № 1 (для листов толщиной 0,5–1,5 мм) и № 2 (для листов 1,0–2,5 мм), используя для этого проволоку Св-08 или Св-15 диаметром $(0,5h + 1)$ мм, где h — толщина свариваемого металла. Чтобы деталь при нагреве не потеряла свою форму, вначале производят сварку в отдельных точках с интервалом 10–30 мм, а затем по мере необходимости отдельные участки проваривают сплошным швом от концов трещины к середине.

Изготовление дополнительной ремонтной детали начинают с правки стального листа, его раскроя и резки заготовок по разметке. После чего деталь загибают или формируют на специальном оборудовании, готовые детали обрезают, свер-

лят, правят и зачищают. Материалом для изготовления ремонтной детали является тонколистовая холоднокатаная малоуглеродистая сталь толщиной 0,7–1,5 мм.

Крепление ремонтной детали на места удаленных панелей к корпусу выполняют дуговой сваркой в среде углекислого газа. Перед приваркой осуществляют их прихватку к корпусу в отдельных точках через 80–120 мм проволокой диаметром 0,8 мм той же марки, что и для сварки основных швов при силе тока 90–110 А и напряжении 18–28 В. Окончательно их приваривают сплошным швом внахлестку с перекрытием краев на 25 мм силой тока 45–100 А, напряжением 17–20 В. Расстояние от сопла до поверхности детали — 8–10 мм, вылет электрода — 10–12 мм, наклон электрода к вертикали — 18–20°.

Проковка и зачистка сварных швов необходима для упрочнения места сварки и придания ему требуемого профиля. Ее выполняют пневматическим молотком при помощи комплекта поддержек и бойков. После проковки места сварки зачищают абразивным кругом, установленным в пневматических или электрических переносных машинках.

Окончательная правка и рихтовка панелей кузовов и кабин предназначена для обеспечения точности сборки и удаления мелких вмятин и выпучин, оставшихся на поверхностях. Рихтовку выполняют пневматическим рихтовальным устройством или вручную. Устраняют повреждения сваркой.

11.3. Ремонт оборудования и механизмов кузова и кабин

К арматуре кузовов и кабин относятся стеклоподъемники, замки, ограничители дверей, петли дверей, капота и т. п.

Стеклоподъемники могут иметь следующие дефекты: трещины и обломы деталей; перекося и деформацию обоев, рамок и направляющих; ослабление заклепочных соединений; повреждение резиновых уплотнителей; коррозию деталей. Стеклоподъемники и механизмы крепления стекол подвергаются разборке, мойке, дефектации, ремонту и сборке. При дефектации выбраковываются: детали с обломами; пружины, потерявшие упругость; обои с изношенными стеклами.

ми, не поддающимися обжатию; заклепки, не поддающиеся подтяжке; поврежденные резиновые уплотнители и другие детали с износами на поверхностях, влияющими на нормальную работу механизма. Трещины на деталях устраняют заваркой с последующей зачисткой сварочных швов, погнутость деталей — правкой в холодном состоянии.

Замки дверей могут иметь следующие дефекты: трещины и обломы, повреждения резьбовых отверстий, коррозию на поверхностях детали, ослабление пружин и заклепок крепления деталей, износы поверхностей деталей. Ремонт замков заключается в их разборке, промывке в керосине, дефектации, восстановлении поврежденных деталей, сборке и регулировке. Выбраковке подлежат детали, у которых наблюдаются глубокие следы коррозии, изношенные поверхности и обломы, пружины, потерявшие упругость. Трещины в корпусе замка заваривают. Обломанные винты в резьбовых отверстиях удаляют. Поврежденную резьбу в отверстиях заваривают, зачищают место сварки заподлицо с основным металлом, сверлят отверстие и нарезают резьбу в соответствии с размером на рабочем чертеже. Незначительные налеты коррозии на поверхностях деталей очищают шабером или шлифовальной бумагой и смывают керосином.

Петли дверей могут иметь дефекты: трещины и обломы, износ отверстий и осей, погнутость. Изношенные оси петель двери заменяют новыми. Трещины и износ отверстий устраняют заваркой с последующей механической обработкой. Изношенные отверстия под ось петли разворачивают под ремонтный размер, а погнутость петли устраняют правкой.

11.4. Ремонт неметаллических деталей кузовов

При производстве автомобилей широко применяются неметаллические материалы: дерево, пластмассы, синтетические кожи, стекло, резина и др. Большинство деталей из этих материалов при ремонте восстановлению не подлежат, а заменяются новыми, изготовленными на ремонтном предприятии или заводе-изготовителе.

Деревянные детали платформы и кузова изготавливают из пиломатериалов хвойных пород (сосна, ель), имеющих

влажность не выше 18%. Основными дефектами являются поломки, трещины, отколы, износ отверстий. Детали, имеющие разрушенные шипы или гнезда под шипы, заменяют новыми. Деревянные детали платформы кузова ремонтируют наращиванием их по длине или заменой негодных досок. Доски или бруски разрезают на заготовки определенных размеров, строгают со всех сторон, торцуют концы, нарезают проушины, пазы, сверлят отверстия и т. п. Для склеивания деревянных деталей применяют фенолформальдегидные клеи типа ВИАМБ-3 и казеиновый. Последовательность выполнения работ:

— поверхность, предназначенную для склеивания, обрабатывают так, чтобы детали плотно прилегали друг к другу и обеспечивали получение равномерной по толщине клеевой пленки;

— клей наносят кистью на склеиваемые поверхности (время выдержки на воздухе для клея ВИАМБ-3 составляет 4–15 мин);

— сборка и выдержка деталей под давлением 0,2–0,3 МПа при температуре 16–20 °С в течение 5 ч;

— отверстия из-под выпавших сучков, болтов, шурупов заделывают деревянными цилиндрическими вставками из той же породы дерева, что и ремонтируемая деталь на клею, а трещины заполняют мастиками, шпаклевкой по дереву, смоляным клеем или же постановкой на клею деревянных вставок, плотно подогнанных по месту разделанной трещины.

Обшивку текстильных материалов или кожзаменителей при ремонте легковых автомобилей заменяют новой, так как в процессе эксплуатации материал стареет, теряет эластичность и другие физико-механические свойства.

Стекла кабин и кузовов могут иметь риски, царапины, помутнения, желтизну, радужность, выработку от щеток и другие дефекты. Лобовые и боковые стекла с желтизной, радужностью и выработкой от щеток выбраковываются. Риски и царапины устраняют шлифовкой с последующей полировкой. Стекло, подлежащее восстановлению, очищают от грязи, пыли и жировых загрязнений. Отмеченные мелом участки стекла шлифуют войлочной обивкой круга, на которую наносят слой пасты, представляющей собой водный ра-

створ пемзы, с частотой вращения круга $300-400 \text{ мин}^{-1}$ до полного выведения рисок, царапин и следов помутнения. Затем со стекла смывают остатки пасты. Полируют стекло водным раствором крокуса или полирита с частотой вращения круга $700-800 \text{ мин}^{-1}$ до получения необходимой прозрачности. После обработки стекло обезжиривают и протирают насухо чистой ветошью.

11.5. Сборка и контроль кузовов и кабин

Сборку кузовов и кабин при ремонте автомобилей выполняют в такой последовательности:

до окраски на них устанавливают все детали и сборочные единицы, подлежащие окраске вместе с кузовом (двери, капот, оперение, крышка багажника и пр.), выдерживая требуемые зазоры между сопрягаемыми деталями;

после нанесения лакокрасочных покрытий выполняется установка потолка, боковин и панелей внутренней отделки дверей, стекол, сидений, шумо- и теплоизоляционных прокладок, уплотнителей дверей, электрооборудования, панели приборов, деталей системы вентиляции и обогрева салона и др.

Контролю подлежат геометрические отклонения размеров расположения групп отверстий, связанных между собой функционально; используют для этого контрольно-измерительную оснастку;

проемы кузовов и кабин и места сопряжения контролируют шаблонами по форме сопрягаемой детали, герметичность и пыленепроницаемость кузова и кабины. Проверку герметичности собранного кузова производят в дождевальных установках при давлении воды 2 кгс/см^2 в течение 6 мин, при этом фиксируют проникновение воды и образование конденсата в приборах освещения и сигнализации. Плотность прилегания двери к ее проему определяют путем натирания уплотнителей мелом. При захлопывании двери на кузове или кабине должен остаться равномерный отпечаток мела. Регулировка плотности прилегания уплотнителей двери достигается перемещением защелки замка.

§ 12. КАЧЕСТВО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

12.1. Общие положения

Отремонтированный автомобиль и его агрегаты — это продукция ремонтного предприятия, и, естественно, они должны обладать определенным качеством.

Качество продукции — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество отремонтированных автомобилей и их агрегатов определяется степенью соответствия их свойств свойствам новых автомобилей и составных частей и определяется качеством выполнения ремонтных услуг (качеством ремонта). Качество автомобилей и его агрегатов закладывается — при проектировании, формируется — при изготовлении, проявляется — при эксплуатации, поддерживается — при техническом обслуживании и ремонте. Качество и себестоимость ремонта в значительной степени зависят от конструкции автомобиля и его агрегатов, технологии изготовления, условий эксплуатации, качества технического обслуживания и других факторов.

Качество ремонта — это сложная многоаспектная проблема. При ее решении ремонтному предприятию приходится учитывать большое число взаимосвязанных технических, технологических, экономических, организационных, социальных, эргономических, экологических, психологических и других факторов. Влияние этих факторов на качество ремонта не только различно, но и зачастую противоречиво. Отдельные разрозненные, не увязанные в единую схему, мероприятия ремонтного предприятия потребуют от него больших затрат и не дадут требуемого результата. Поэтому только увязанные в определенную систему мероприятия (управление качеством) дадут ощутимые результаты, позволяющие осуществлять ремонтные услуги с высокой эффективностью. Управление качеством ремонта необходимо вести системно и основывать на результатах научных исследований, накопленного опыта и исследований рынка.

Управление качеством ремонта основано на принципе обратной связи, использует общие закономерности процесса управления и включает в себя следующие этапы:

формирование конкретных целей и задач управления на определенный период деятельности предприятия, определение необходимого уровня качества;

сбор и обработка информации о качестве отремонтированной продукции и ходе производственного процесса ремонта, определение расхождений между фактическим и требуемым уровнем качества;

выявление причин отличия фактического уровня качества от требуемого на основе анализа хода производственного процесса с учетом внутренних и внешних факторов;

выработка вариантов мероприятий, направленных на устранение выявленных причин, оценка их эффективности, определение наиболее эффективного комплекса взаимоувязанных мероприятий;

реализация всего комплекса мероприятий;

оценка результатов этого воздействия на производственный процесс ремонта, повторный сбор информации о качестве и т. д.

На качество отремонтированных автомобилей и их агрегатов влияет качественное выполнение всех видов основных и вспомогательных работ предприятия. Поэтому в управлении качеством участвуют все подразделения предприятия в соответствии со своими функциями.

Система управления качеством — это составная и неразрывная часть системы управления производством. Целью системы управления качеством является повышение эффективности ремонтного предприятия путем обеспечения стабильного уровня качества отремонтированных автомобилей и их агрегатов в соответствии с установленными требованиями.

Функциональными элементами этой системы являются: технологическая подготовка производства, метрологическое обеспечение, контроль качества, организация трудовой деятельности, материально-техническое обеспечение, организация стабильного уровня качества, надзор за внедрением и соблюдением стандартов, информационное обеспечение системы, планирование и прогнозирование повышения качества, моральное и материальное стимулирование.

При организации системы управления качеством необходимо учитывать принципы:

комплексности, который предполагает реализацию технических, технологических, организационных, экономических, социальных и других методов на всех уровнях управления от рабочего до директора;

системности, который заключается в том, что выработка и реализация всех мероприятий, направленных на повышение качества, осуществляется не изолированно, а во взаимосвязи, образуя единство с внешней средой (автомобильная промышленность, сфера эксплуатации, научные организации, органы надзора и т.д.);

оптимальности, который подразумевает увязку, подчинение решения локальных, частных задач управления качеством главной цели функционирования системы;

динамичности, который направлен на непрерывное развитие системы, совершенствование форм и методов управления, использование передового опыта других предприятий и отраслей как в стране, так и за рубежом, внедрение современных достижений науки, техники и технологии в практику авторемонтного производства;

плановости, который состоит в том, что управление качеством осуществляется на основе научного прогнозирования и планирования повышения качества;

эффективности, который выдвигает требование строгого и всестороннего анализа мероприятий, вырабатываемых и реализуемых в процессе управления качеством.

12.2. Оценка качества ремонта автомобилей и их агрегатов

Объективная оценка качества работы ремонтного предприятия необходима для завоевания определенного рынка ремонтных услуг и она должна способствовать решению таких задач, как: прогнозирование и планирование качества, ценообразование с учетом качества и эффективности работ, разработка нормативно-технической документации, изучение динамики качества, моральное и материальное стимулирование за повышение качества и др.

Качество ремонта автомобиля и его агрегатов может быть оценено:

единичными показателями качества, которые характеризуют только одно из свойств автомобиля и его агрегатов. Например, наработка до первого отказа характеризует безотказность, время восстановления — ремонтпригодность, ресурс после капитального ремонта — долговечность;

комплексными показателями качества, которые характеризуют несколько свойств автомобиля или его агрегатов. Примером комплексного показателя может служить коэффициент готовности $K_T = T_o / (T_o + T_B)$, где T_o — наработка на отказ, характеризующая безотказность автомобиля; T_B — среднее время восстановления, характеризующее ремонтпригодность автомобиля;

интегральным (или обобщенным) показателем качества, который является частным случаем комплексных показателей и отражает соотношение технических и экономических показателей автомобиля.

Показатели качества отремонтированного автомобиля и его агрегатов оценивают обычно сравнением с аналогичными показателями новых автомобилей и его агрегатов (с базовыми показателями). Для оценки качества применяют следующие методы:

дифференциальный — использует совокупность единичных и базовых показателей качества. Вычисляются относительные показатели качества $q_i = P_i / P_{i,б}$ или $q_i = P_{i,б} / P_i$, где P_i — единичный показатель, являющийся количественной характеристикой i -го свойства;

$P_{i,б}$ — такой же базовый показатель. Дифференциальный метод предполагает, что все учитываемые свойства одинаково важны;

комплексный — использует для оценки качества комплексный показатель $K = f(q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_n)$, который является некоторой функцией относительных показателей качества q_i . Комплексный показатель учитывает степень важности каждого свойства в формировании качества всего автомобиля или его агрегатов с помощью коэффициентов весомости;

интегральный — оценивает качество продукции как отношение полезного эффекта от ее использования к совокупным затратам на ее создание и использование. Интегральный показатель имеет четкий физический смысл — количество полезного эффекта, приходящееся на единицу затрат.

12.3. Контроль качества ремонта автомобилей и их агрегатов

Технический контроль — это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным требованиям. Сущность технического контроля сводится к двум этапам, т.е. к получению первичной и вторичной информации. Первичная информация отражает фактическое состояние объекта контроля, а вторичная — степень соответствия (несоответствия) фактических данных требуемым. Допускается практическое совмещение обоих этапов или отсутствие первого этапа. Вторичная информация используется для выработки (автоматической или через человека) регулирующих воздействий на объект. Объектами технического контроля являются предметы труда (продукция в виде изделий, материалов, технической документации и т. п.) и средства труда (оборудование и технологические процессы), которые подвергаются контролю. Каждый объект контроля имеет контролируемые признаки.

Контролируемый признак — это количественная или качественная характеристика свойств объекта, подвергаемая контролю. Качественные характеристики — это форма изделия, наличие (отсутствие) дефектов в изделии, наличие стука, вибрации, а количественные — это численные значения геометрических параметров, а также контролируемые параметры, определяющие физические, химические свойства объекта контроля. Место получения первичной информации о контролируемом признаке называют контрольной точкой.

Контроль, при котором первичная информация о контролируемых признаках воспринимается посредством органов чувств, без учета их численных значений, называется органолептическим. Разновидностью органолептического контроля является визуальный контроль и технический осмотр. Визуальный контроль осуществляется только органами зрения, технический осмотр — органами чувств. Если при контроле обязательно используют средства контроля, то его называют измерительным.

Основными элементами системы контроля являются метод, средство, исполнитель и документация. Метод контро-

ля — это совокупность правил применения определенных принципов и средств контроля. Различают разрушающий и неразрушающий методы контроля. Разрушающий (неразрушающий) контроль — это метод, при котором может быть нарушена (не должна быть нарушена) пригодность объекта к использованию по назначению. Изделия (технические устройства, измерительные приборы, приспособления и т.д.) и (или) материалы, используемые для получения первичной информации, называют средством контроля.

В зависимости от объекта контроля различают контроль качества продукции, технологического процесса, технологической документации и средств технологического оснащения, которые являются частными случаями производственного процесса. Производственный контроль осуществляют на стадии ремонта продукции. Контроль качества продукции — контроль количественных и (или) качественных свойств продукции. Контроль технологического процесса заключается в проверке режимов, характеристик, параметров технологического процесса, а средств технологического оснащения — в проверке состояния технологического оборудования, оснастки, инструмента, контрольно-измерительных стендов, транспортно-загрузочных устройств и т. п.

Установлены следующие виды технического контроля:

по этапу процесса ремонта — входной, операционный, приемочный;

по полноте охвата контролем — сплошной, выборочный, непрерывный, периодический, летучий;

по месту проведения — стационарный или скользящий.

Сплошной контроль — это контроль каждой единицы продукции. Если при контроле решение о контролируемой совокупности или процесса принимают по результатам проверки одной или нескольких выборок, то его называют выборочным. Непрерывный контроль — контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит непрерывно. Контроль, который проводится в случайные моменты времени, называют летучим. Входной контроль — это контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю (заказчику) и предназначенной для использования при изготовлении или ремонте. Операционный контроль представляет собой проверку продукции или процесса во время выполнения

или завершения технологической операции. В процессе приемочного контроля продукции принимают решение о ее пригодности к поставкам (использованию). Стационарный контроль — это приемочный, операционный или входной контроль, выполняемый на специально оборудованном рабочем месте, куда доставляются объекты контроля. Если средства контроля доставляются на рабочее место, то это скользящий контроль.

В зависимости от формы организации технической контроль бывает *пассивным* и *активным*. Контроль, фиксирующий данные о качестве объекта, проверяющий его годность, называется пассивным. Технический контроль, не только оценивающий качество объекта, но активно воздействующий на технологический процесс с целью управления, называется активным.

Дефект — это каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Дефектное изделие — изделие, имеющее хотя бы один дефект. Браком называют продукцию, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.

Особыми видами контроля качества продукции являются испытание и диагностирование. *Испытание* — это экспериментальное определение количественных и качественных характеристик свойств объекта при воспроизведении определенных воздействий на продукцию по заданной программе. Диагностирование представляет собой процесс определения технического состояния объекта безразборными методами с определенной точностью.

Контроль на авторемонтном предприятии — это система проверки технической документации, орудий и процесса производства, состоящая из комплекса методов и форм. Контроль качества продукции является составной частью системы управления качеством ремонта автомобилей, охватывающей все элементы и стадии производственного процесса.

Объектом контроля являются все составные элементы производственного процесса ремонта, а именно: предмет труда — ремонтный фонд, поступающий от потребителей; материалы, запасные части и изделия, получаемые от внешних поставщиков; отремонтированные или изготовленные детали, сборочные единицы и агрегаты; технологическая документация; средства труда — разборочно-очистные работы; тех-

нологические процессы ремонта; сборка; испытание и окраска; технологическое оборудование и оснастка.

Контроль качества продукции на предприятии осуществляется отделом технического контроля (ОТК). Главная задача ОТК — это предотвращение выпуска продукции, не соответствующей требованиям стандартов и техническим условиям, проектно-конструкторской и технологической документации, условиям поставки и договоров или некомплектной продукции.

Технология ремонта определяет вид, методы и средства контроля. На ремонтном предприятии используют следующие виды технического контроля: входной, операционный и приемочный; сплошной, выборочный и непрерывный; стационарный и скользящий.

Процессы технического контроля разрабатываются по правилам, установленным в стандартах, и должны обеспечивать решение задач входного, операционного и приемочного контроля. Для выполнения контроля изделий необходимо определить: наименование технологических переходов, подлежащих контролю; параметры, подлежащие контролю; требования, предъявляемые к параметрам изделий; контрольно-измерительные средства; вид контроля, выборочность контроля; трудоемкость контрольных операций; квалификационный разряд контрольной операции и т.д.

12.4. Сертификация услуг по ремонту автомобилей

Цель и задачи сертификации. Сертификация продукции и услуг является одним из основных инструментов государственного управления и регулирования, способствующих формированию и развитию рыночных механизмов. Цивилизованный рынок не может нормально функционировать без четко установленных законов, правил, норм. Государственная регламентация рыночных отношений защищает интересы общества, производителей, потребителей.

В процессе приватизации и перехода к рыночным отношениям у предприятий автотранспорта возникает стремление к захвату наиболее выгодных секторов рынка и получению наибольшей прибыли. При этом наиболее социально

значимая часть перевозок — обслуживание торговли, городские и пригородные пассажирские перевозки — остаются невыполненными или выполняются некачественно. Владельцы мелких автопредприятий и отдельных транспортных средств в целях экономии расходов на техническое обслуживание и ремонт неоправданно снижают объемы ремонтно-обслуживающих воздействий и уровень контроля за техническим состоянием подвижного состава, что в масштабах страны наносит значительный вред окружающей среде, увеличивает аварийность и травматизм на дорогах.

В этих условиях одной из главных мер по обеспечению безопасности работы автотранспорта является сертификация. Одна из первых международных систем оценки безопасности и качества возникла именно на автотранспорте. Это система сертификации автомобилей по правилам Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).

Сертификация — действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям.

В этом определении сертификации следует обратить внимание на два аспекта. Во-первых, если первая сторона — это изготовитель, поставщик, продавец продукции или исполнитель услуги, а вторая — потребитель товаров и услуг, то сертификация выполняется третьей стороной, т.е. некоторой независимой от первых двух сторон организацией, выступающей в роли арбитра. Во-вторых, продукция (процесс, услуга) должна быть идентифицирована, т.е. должна быть проведена процедура распознавания объекта, отнесения его к определенному классу, на который распространяется определенная совокупность требований.

Таким образом, сертификация — это средство предоставления потребителю гарантий в том, что приобретенное им изделие (услуга) отвечает требованиям действующих нормативных документов, относящихся именно к этому изделию (услуге).

Сертификация преследует две основные цели:

- 1) подтверждение безопасности изделия (услуги) для здоровья и жизни человека, его имущества и окружающей природной среды;

2) завоевание рынка, т.е. повышение конкурентоспособности изделия (услуги).

Первая цель достигается в большинстве стран путем проведения обязательной сертификации, регламентированной государственными законодательными актами. В Российской Федерации обязательная сертификация товаров народного потребления предусмотрена Законом «О защите прав потребителя». Вторая цель достигается с помощью добровольной сертификации.

Объекты и системы сертификации. Объектами сертификации на автомобильном транспорте являются: продукция, услуги и иные объекты, которыми могут являться процессы, работы, системы качества и пр.

К сертифицируемой продукции относятся изделия, используемые на автомобильном транспорте в качестве предметов и средств труда: автотранспортные средства (автобусы, грузовые и легковые автомобили, специальные и специализированные автомобили и др.), эксплуатационные материалы (нефтепродукты и автопрепараты), гаражное оборудование.

Основной системой сертификации в Российской Федерации является Система сертификации ГОСТ, созданная под эгидой Госстандарта.

При создании и управлении различными системами сертификации различают понятия «Система сертификации» и «Система сертификации однородной продукции».

Система сертификации — совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в этой системе.

Система сертификации однородной продукции — система сертификации, относящаяся к определенной группе продукции, для которой применяются одни и те же конкретные стандарты и та же самая процедура.

Из приведенных определений следует, что система сертификации может включать несколько систем сертификации однородной продукции. В свою очередь, система сертификации однородной продукции создается при необходимости конкретизации общих правил применительно к совокупности видов продукции, обладающей определенной общностью признаков. В данном случае в понятие продукции включаются также и услуги, работы, процессы, системы качества,

т. е. все, что может являться объектом сертификации. При создании систем сертификации однородной продукции каждая из указанных составляющих может конкретизироваться. Например, система сертификации услуг по ТО и ремонту автотранспортных средств.

Вмешательство государственных органов в управление системами сертификации может быть различным в зависимости от формы сертификации: обязательной или добровольной. При обязательной сертификации организацию и контроль проведения работ по сертификации осуществляет Госстандарт России. По отдельным видам продукции, если это предусмотрено законодательными актами, его функции могут осуществлять другие государственные органы управления Российской Федерации. Добровольную сертификацию могут проводить юридические лица, взявшие на себя функции органов по добровольной сертификации и зарегистрировавшие системы сертификации и знаки соответствия в Госстандарте России.

Участники сертификации. *Национальным органом* по сертификации является Госстандарт России. Он выполняет следующие основные функции:

- формирует и реализует государственную политику в области сертификации;

- проводит государственную регистрацию систем сертификации;

- представляет Российскую Федерацию в международных организациях по вопросам сертификации;

- рассматривает апелляции по вопросам сертификации идентифицированной продукции, процессов и услуг.

При проведении работ по обязательной сертификации в системах сертификации однородной продукции Госстандарт России или другие государственные органы управления, уполномоченные проводить работы по обязательной сертификации, выполняют следующие дополнительные функции:

- устанавливают правила и процедуры проведения сертификации в этих системах;

- определяют центральные органы систем сертификации;
- аккредитуют органы по сертификации и испытательные лаборатории, выдают им лицензии на проведение определенных видов работ;

ведут государственный реестр участников и объектов сертификации;

осуществляют государственный контроль и надзор, устанавливают порядок инспекционного контроля за соблюдением правил сертификации.

Центральный орган системы сертификации — орган, возглавляющий систему сертификации однородной продукции. Центральные органы выполняют следующие функции:

организуют работы по сертификации в системе и осуществляют руководство ею;

рассматривают и утверждают методические документы системы;

обеспечивают развитие и совершенствование системы (корректируют перечень сертифицируемых изделий и услуг, готовят предложения по совершенствованию нормативных и организационно-методических документов системы);

ведут учет органов по сертификации испытательных (социологических) лабораторий, сертификатов и лицензий на использование знака соответствия;

рассматривают апелляции по поводу действий органов по сертификации и испытательных лабораторий, входящих в систему;

взаимодействуют с потребителями, обществами потребителей и другими органами по получению от них информации о качестве сертифицированной продукции или услуг.

Орган по сертификации — орган, проводящий сертификацию соответствия. Органы по сертификации выполняют следующие функции:

сертифицируют продукцию, выдают сертификаты и лицензии на применение знака соответствия;

приостанавливают либо отменяют действие выданных ими сертификатов;

предоставляют заявителю по его требованию необходимую информацию в пределах своей компетенции.

Аккредитованные испытательные лаборатории осуществляют испытания конкретной продукции или проводят отдельные виды испытаний и выдают протоколы испытаний для целей сертификации. Обычно испытательные лаборатории организуют при сертификации продукции. При сертификации услуг испытания проводят, как правило, на

оборудовании заявителя (исполнителя сертифицируемой услуги).

Изготовители (продавцы, исполнители) продукции (услуг) при проведении сертификации:

направляют заявку на проведение сертификации, представляют продукцию, нормативную и другую документацию, необходимую для проведения сертификации;

обеспечивают соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым она была сертифицирована;

указывают в сопроводительной технической документации сведения о сертификации, обеспечивают доведение этой информации до потребителя;

приостанавливают или прекращают реализацию продукции, если она не отвечает требованиям нормативных документов, по истечении срока действия либо при отмене сертификата.

Эксперт (по сертификации, аккредитации) — лицо, аттестованное на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации. Непосредственное проведение работ по сертификации осуществляется экспертами, прошедшими специальную подготовку и аттестацию в установленном порядке. Их подготовку осуществляют организации, аккредитованные для этих целей Госстандартом России.

В состав систем сертификации однородной продукции могут включаться дополнительные структурные подразделения, выполняющие вспомогательные функции: методические центры, апелляционные комиссии и др.

Аккредитация органов по сертификации. В Российской системе сертификации делегирование полномочий органам по сертификации и испытательным лабораториям осуществляется на основе их аккредитации по установленным в системе правилам.

Аккредитация — процедура, посредством которой уполномоченный в соответствии с законодательными актами Российской Федерации орган официально признает возможность выполнения испытательной лабораторией или органом по сертификации конкретных работ в заявленной области.

Аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий организует и осуществляет Госстандарт

России или другие государственные органы (в пределах своей компетенции) на основании их аттестации. Аттестация осуществляется специально создаваемыми комиссиями, в которые включаются эксперты системы, представители изготовителей, обществ потребителей, научно-исследовательских организаций, территориальных органов Госстандарта России, других государственных органов управления.

В качестве органов по обязательной сертификации и испытательных лабораторий могут быть аккредитованы зарегистрированные некоммерческие (бесприбыльные) объединения (союзы) и организации любых форм собственности: частные, государственные, муниципальные и др. Некоммерческие (бесприбыльные) организации — это организации, работающие с установленным предельным процентом рентабельности (например, 35%).

Организации и испытательные лаборатории (центры), претендующие на аккредитацию в Системе, должны иметь статус юридического лица и отвечать принципу «третьей стороны», т. е. быть *независимыми* настолько, чтобы их административная подчиненность, финансовое положение полностью исключали возможность коммерческого, административного или какого-либо другого воздействия на персонал, влияния на результаты сертификации и испытаний заинтересованных сторон.

Помимо независимости, к аккредитуемым органам (лабораториям) предъявляются требования *компетентности*. Организация, претендующая на аккредитацию в качестве органа (лаборатории) по сертификации, должна иметь:

квалифицированный персонал;

фонд нормативных документов (включая методики испытаний);

организационную структуру, обеспечивающую организацию испытаний и инспекционного контроля за сертифицированной продукцией;

организационно-методические документы, устанавливающие правила и порядок сертификации рассматриваемой продукции, включая правила рассмотрения апелляций и отмены (приостановления) действия сертификатов.

Аккредитованные органы по сертификации или испытательная лаборатория регистрируются в Государственном реестре.

В период действия аттестата аккредитации Госстандартом России или организацией, проводившей аккредитацию под эгидой Госстандарта, осуществляется инспекционный контроль за деятельностью органа по сертификации или испытательной лаборатории. Работы по проведению аккредитации и инспекционному контролю оплачиваются заявителем.

Порядок сертификации. Несмотря на различия в подходах и особенности процессов сертификации различных объектов, можно выделить следующие основные этапы и процедуры:

- подача заявки соискателем сертификата в соответствующий аккредитованный орган по сертификации однородной продукции;

- экспертиза документов, представленных заявителем;

- выбор схемы сертификации;

- заключение договора на проведение работ по сертификации;

- проведение сертификационных испытаний (проверок);

- анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия;

- выдача сертификата соответствия и регистрация его в Государственном реестре;

- признание сертификата соответствия, выданного зарубежным, международным органом или органом другой системы сертификации;

- осуществление инспекционного контроля за стабильностью соответствия характеристик сертифицированной продукции требованиям нормативных документов;

- публикация информации о результатах сертификации.

Если в системе сертификации однородной продукции аккредитованы несколько органов по сертификации одной и той же однородной продукции, то заявитель вправе провести сертификацию в любом из них.

Орган по сертификации рассматривает заявку и не позднее установленного срока сообщает заявителю решение, которое содержит все основные условия сертификации.

Схемы сертификации. С целью исключения разнообразия подходов и способов в системах сертификации однородной продукции предусматривается ограниченное количество

заранее установленных вариантов (наборов) действий, которые называются схемами сертификации.

Схема сертификации — определенная совокупность действий, официально принимаемая (установленная) в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям.

В табл. 72 и 73 приведены основные схемы сертификации, применяемые при сертификации продукции и услуг. Следует иметь в виду, что не все работы, предусмотренные схемой сертификации, выполняются непосредственно органом по сертификации.

Например, сертификация систем качества изготовителя (в отдельных случаях и аттестация производства) выполняется организациями, аккредитованными в Системе на право проведения этой деятельности. Орган по сертификации при принятии решения о сертификации сообщает заявителю помимо лаборатории, где будут проведены испытания, также и организацию, которая будет проводить сертификацию системы качества или аттестацию производства (если это предусмотрено схемой сертификации).

Орган по сертификации после получения протоколов испытаний, аттестата производства или сертификата системы качества оформляет сертификат соответствия, регистрирует его в Государственном реестре и выдает его заявителю. Типовые бланки сертификатов устанавливаются Госстандартом и различаются в зависимости от схемы и объекта сертификации, например:

сертификат соответствия на безопасность продукции (серия);

сертификат соответствия на безопасность продукции (партия);

сертификат соответствия на безопасность услуги;

сертификат соответствия на систему качества;

одобрение типа транспортного средства.

Срок действия сертификата устанавливается органом по сертификации с учетом срока действия нормативных документов на продукцию, но не более чем на три года.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией. Необходимость инспекционного контроля обусловлена тем, что в период действия сертификата изготовителем

Таблица 72

Возможные схемы сертификации продукции

Виды (этапы) работ, выполняемых в системе	Схема, №							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Испытания:								
типа	+	+	+	+	+			
партии							+	
каждого образца								+
Проверка производства:								
аттестация					+			
сертификация системы качества изготовителя					+	+		
Инспекционный контроль:								
Периодические испытания образцов, взятых:								
в торговле		+		+	+			
у изготовителя			+	+	+			
Контроль стабильности:								
условий производства					+			
функционирования системы качества					+	+		

Таблица 73

Возможные схемы сертификации услуг

Виды (этапы) работ, выполняемых в системе	Схема, №					
	1	2	3	4	5	6
Оценка мастерства исполнителя	+	+				
Оценка процесса оказания услуги			+	+		
Аттестация предприятия					+	
Сертификация системы качества						+
Выборочная проверка результатов услуги	+		+			
Инспекционный контроль	Проверка результата		Контроль стабильности процесса	Проверка результата		Контроль стабильности функционирования системы качества

(исполнителем) продукции (услуг) могут быть допущены нарушения, связанные с несоблюдением требований технологии, методов контроля и испытаний, системы обеспечения качества, внесены изменения в конструкцию изделия или технологию, комплектность и т. п. Кроме того, в период действия сертификата могут быть отменены, переработаны или дополнены нормативные документы либо методы испытаний.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией — контрольная оценка соответствия, осуществляемая с целью установления, что продукция продолжает соответствовать правилам системы.

В проведении инспекционного контроля, который может быть плановым и внеплановым, возможно участие общественных потребителей, территориальных органов Госстандарта, Госавтоинспекции, торговой инспекции и других надзорных органов с использованием информации, полученной от этих органов.

По результатам инспекционного контроля органом по сертификации могут быть приняты решения о продолжении, приостановлении действия сертификата соответствия или его отмене.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анакин А. А., Згурский Ч. И., Пичак Ф. И., Сидоров Ф.Ф. Ремонт сельскохозяйственных машин. Машгиз.
2. Анакин И. А. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. Машгиз, 1954.
3. Беллев Н.Б. 10000 советов автомобилистам. — Мн.: Современный литератор, 2000. — 464 с.
4. Бобровский Г. С. Локомобиль и его обслуживание. Госэнергоиздат, 1954.
5. Болховитинов Н. Ф. Металловедение и термическая обработка стали. ГОНТИ, 1946.
6. Буше Н. А. Замена высокооловянных баббитов сплавом на свинцовистой основе для заливки тонкостенных подшипников. Экономия и замена цветных металлов. Машгиз, 1953.
7. Вадивасов Д. В. Электрометаллизация. Саратовское областное государственное издательство, 1952.
8. Вольперт Г. Д. Наплавка износоустойчивыми сплавами. Промстройиздат, 1953.
9. Газарян А. А. Техническое обслуживание автомобилей. — М.: Транспорт, 1989. — 255 с.
10. Гидон Л. М. Монтаж и ремонт локомобилей. Машгиз, 1954.
11. Долженков А.Т., Золотарев Г.А., Левитский И.С., Саньков В.М. Ремонтное дело. Учебник для авторемонтных специальностей техникумов. — М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1956. — 560 с.
12. Ефремов В. В. Ремонт автомобилей. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1948.
13. Изаксон Х. И. Ремонт самоходного комбайна С-4. Сельхозгиз, 1955.
14. Казарцев В. И. Ремонт машин, Сельхозгиз, 1949.
15. Карагодин В. И., Митрохин Н. Н. Ремонт автомобилей и двигателей. Учебник для студ. средн. проф. учебных заведений. — М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. — 496 с.
16. Катц Н. В., Линник Е. М. Электрометаллизация. Сельхозгиз, 1953.

17. *Комаров А.Н., Костровский Г.И.* Ремонт трактора «Сталинец-80». Сельхозгиз, 1956.
18. *Крамаров В. С.* Технология ремонта тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Сельхозгиз, 1938.
19. *Ковальчук В. П.* Эксплуатация и ремонт автомобильных шин. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1948.
20. *Кугель Р. В.* Износ цилиндров и поршневых колец. Машгиз, 1949.
21. *Левыкин Н. Н.* Ремонт прицепных комбайнов. Сельхозгиз, 1951.
22. *Леонов П. Т.* Устройство и ремонт сельскохозяйственных машин. Трудрезервиздат, 1947.
23. *Лившиц Л. Г.* Ремонт автотракторных баббитовых подшипников. Сельхозгиз, 1952.
24. *Мащенко А. Ф., Медведков В. И.* Техническое обслуживание автомобилей. — М.: Воениздат, 1957. — 146 с.
25. *Мотовилин Г. В., Масино М. А., Суворов О. С.* Автомобильные материалы. Справочник. — М.: Транспорт, 1989. — 464 с.
26. Оборудование для ремонта автомобилей. Справочник. Под редакцией М.М. Шахнеса. — М.: Транспорт, 1978. — 384 с.
27. *Орлов Н. М.* Производственные способы разборки и сборки при ремонте сельскохозяйственных машин. Машгиз, 1954.
28. *Першке В. К., Климов Н. Я.* Химическое сопротивление материалов. Госиздат научно-технической литературы, 1940.
29. *Петров С. А., Бисноватый С. И.* Ремонт сельскохозяйственных машин. Сельхозгиз, 1954.
30. *Погорелый И. П., Чистяков В. Д., Луканов М. А.* Ремонт тракторов. Сельхозгиз, 1954.
31. *Рабочий Л. Г.* Ремонт автотракторного электрооборудования. Сельхозгиз, 1955.
32. *Рютман Х. Я.* Ремонт легковых автомобилей. — М.: Патриот, 1992. — 320 с.
33. *Селиванов А. И.* Дизельная топливная аппаратура. Сельхозгиз, 1951.
34. *Семенюк И. М., Басаргин В. А., Гончар И. С.* Ремонт зерновых комбайнов. Сельхозгиз, 1954.
35. *Соломыкин А. П.* Локомобиль П-38. Машгиз, 1954.
36. Справочник по оборудованию для ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин. Сельхозгиз, 1954.

37. *Сушкевич М. В., Павлов М. А.* Справочник по контролю качества ремонта тракторов. Ставропольское книжное издательство, 1954.
38. Типовая технология ремонта тракторов. Изд. МСХ СССР, 1950.
39. *Ульман И. Е.* Ремонт тракторов. Машгиз, 1952.
40. *Ульянецкий А. М.* Как увеличить пробег автомобильных шин. Воениздат, 1950.
41. *Цукерник Л. М., Демин А. В.* Использование локомотивов на животноводческих фермах. Сельхозгиз, 1954.
42. *Чистяков В. Д.* Руководство по контролю качества ремонта тракторов. Сельхозгиз, 1947.
43. *Шадринцев В. А.* Ремонт автомобилей. Машгиз, 1955.

Серия «Библиотека автомобилиста»

Коробейник Андрей Владимирович

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

Практический курс

Ответственные редакторы:	<i>Жанна Фролова, Оксана Морозова</i>
Технический редактор:	<i>Галина Логвинова</i>
Корректор:	<i>Николай Передистый</i>
Художник:	<i>Андрей Кузнецов</i>
Компьютерная верстка:	<i>Лариса Зайцева</i>

Сдано в набор 20.03.2003 г.

Подписано в печать 05.06.2003 г.

Формат 84x108 ¹/₃₂. Бумага типографская № 2.

Гарнитура «Школьная». Тираж 5 000.

Зак. 322.

Издательство «Феникс»

344082, г. Ростов-на-Дону, пер. Халтуринский, 80.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ЗАО «Книга».

344019, г. Ростов-на-Дону, ул. Советская, 57.

Качество печати соответствует предоставленным диапозитивам.

ИЗДАТЕЛЬСТВО "ФЕНИКС"

ISBN 5-222-03468-2



9 785222 034682 >