

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

## **ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА**

Учебно-методическое пособие для студентов специальности  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

*Учебное электронное издание*

**М и н с к ◊ Б Н Т У ◊ 2 0 1 2**

**А в т о р ы :**

*А.В. Казацкий, В.С. Смольская*

**Р е ц е н з е н т ы :**

*М.С. Лебедев*, заведующий научно-исследовательской и испытательной лабораторией транспортных средств БНТУ, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

*В.П. Миклуш*, декан факультета «Технический сервис в АПК», учреждение образования «Белорусский аграрный технический университет», кандидат технических наук, профессор

В учебно-методическом пособии изложены вопросы использования производственно-технической базы организаций автомобильного транспорта для выполнения работ по ремонту автомобилей и восстановлению деталей. Рассмотрены вопросы классификации технологического оборудования и оснастки, методика подбора для различных способов восстановления. Приведены основные характеристики оборудования и оснастки для восстановления деталей способами, освоенными в ремонтном производстве: сваркой и наплавкой, газотермическим напылением, гальванопокрытиями, обработкой давлением и др. Изложены особенности технического оснащения и организации рабочих мест для восстановления деталей различных классов и проведения восстановительного ремонта отдельных систем автомобиля.

В пособии рассмотрены вопросы организации рабочих мест по восстановлению деталей приведены примеры планировочных решений. На основании разработанных типовых технологических процессов восстановления деталей различных классов предлагается поэтапное решение их технического обеспечения. Приведен перечень средств технического оснащения для восстановления деталей распространенными в реальной практике способами и их основные характеристики.

Пособие может быть использовано студентами специальностей «Автосервис», «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», «Организация дорожного движения», специализации «Профессиональное образование» (автомобильный транспорт), слушателями курсов повышения квалификации, учащимися средних специальных заведений.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017)292-81-96 факс (017)292-22-74  
Регистрационный № ЭИ БНТУ/АТФ17-65.2012

© Казацкий А.В., Смольская В.С., 2012

© БНТУ, 2012

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	7
1.1. Необходимость и целесообразность восстановления деталей.....	7
1.2. Организация ремонта автомобилей при централизованном восстановлении деталей в современных условиях .....	9
1.3. Классификация и номенклатура деталей для восстановления .....	10
1.4. Критерии оценки способов восстановления деталей и их использование для выбора оптимального способа .....	14
1.5. Общая характеристика оборудования для восстановительных технологий .....	18
1.6. Особенности организации и технологического обеспечения восстановительного ремонта отдельных систем и узлов автомобиля.....	24
2. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ.....	28
2.1. Восстановление деталей сваркой, различными способами наплавки и газотермического напыления материалов .....	28
2.1.1. Источники питания электрической дуги .....	28
2.1.2. Газопламенное расплавление материалов .....	35
2.2. Источники питания гальванических ванн и установок .....	41
2.3. Специальное оборудование и устройства для механизации и автоматизации процессов восстановления .....	42
3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И РАБОЧИХ МЕСТ .....	64
4. МЕТОДКА РАЗРАБОТКИ ВЕДОМОСТИ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ .....	71
ЛИТЕРАТУРА .....	86

## ВВЕДЕНИЕ

Новые условия экономических отношений и инновационные технологии требуют от специалистов, работающих в области эксплуатации и ремонта автомобильного транспорта фундаментальной подготовки по специальным дисциплинам.

Прогресс в эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автомобилей зависит от многих факторов, однако доминирующим из них является состояние производственно-технической базы (ПТБ) организаций автомобильного транспорта (ОАТ) и наличие высококвалифицированных кадров, способных на должном уровне реализовать достижения науки и техники. Следует также отметить то обстоятельство, что технологическое оборудование является наиболее важным элементом ПТБ, оказывает существенное влияние на качество и производительность при ремонте автомобилей и восстановлении деталей, способствует улучшению условий труда и защите окружающей среды, экономии топливно-энергетических ресурсов.

Происходящие изменения в экономике страны предполагают и вызывают необходимость успешного развития науки и техники. Развитие науки и разработка прогрессивных технологий не возможны без квалифицированных специалистов в различных отраслях экономики. Автомобильный транспорт – это то звено, без которого нет связи производителя с потребителем. Мобильность автомобильного транспорта, в отличие от других видов транспорта, делает его необходимым и приоритетным. Поэтому обеспечение работоспособности и увеличение срока службы автомобилей является одной из важнейших задач в области технической эксплуатации и восстановления деталей.

Квалифицированные специалисты должны обладать достаточным запасом знаний для решения вопросов технической эксплуатации и ремонта автомобилей, разработки новых технологий. Все это предполагает и вызывает необходимость на базе имеющихся знаний в общих вопросах технической эксплуатации и ремонта вести подготовку по отдельным специализациям и направлениям.

Поддержание автомобильного парка на высоком уровне, четкая, ритмичная работа автотранспортных и ремонтных организаций автомобильного транспорта (АТО АТ и РО АТ) в значительной мере определяются возможностью удовлетворения их потребностей в запасных частях. В современных экономических условиях автомобильный транспорт, занимающийся перевозками грузов и пассажиров, можно разделить на четыре группы по принадлежности: автотранспортные организации коммерческих перевозчиков (АТО КП);

индивидуальные предприниматели (ИП) и частные автотранспортные организации (ЧАТО); АТО Минтранса, АТО предприятий (АТОП). По данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь, соотношение по объемам перевозок выглядит следующим образом: АТО КП около 28 % грузов и 9,5 % пассажиров; ИП и ЧАТО около 3,4 % грузов; АТО Минтранса около 24 % грузов и 70,3 % пассажиров. Ведомственным транспортом (АТОП) перевозится около 44 % грузов. Поэтому поддержание автомобилей в технически исправном состоянии для АТО КП, ИП и ЧАТО, других организаций, не имеющих развитой ПТБ, является постоянным вопросом и реализуется, в основном за счет больших затрат на запасные части и неоправданных потерь из-за недостаточной квалификации исполнителей работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Эти обстоятельства усугубили проблему запчастей: в первую очередь из-за их высокой стоимости, во вторую – по причине дефицита. Выпуск новых изделий ограничивается лимитами металла и других материалов, а также производственными возможностями автомобильной промышленности, организациями ремонтного производства и автомобильного транспорта. Автомобильный парк республики представлен многими моделями и большим возрастом автомобилей: около 50 % автомобилей эксплуатируется более 10 лет, что также ведет к необходимости решения этой проблемы. Учитывая эти факторы, необходимо подходить к решению вопроса не только за счет увеличения выпуска новых запасных частей, но и за счет восстановления изношенных, многократно заменяемых деталей в процессе эксплуатации автомобилей сохранивших свойства долговечности и ремонтпригодности.

Авторемонтное производство, как структурная составляющая в системе автомобильного транспорта с направленностью на предметную специализацию, в современных условиях уступает свои позиции ремонту автомобилей агрегатным методом в организациях автомобильного транспорта (АТО АТ и РО АТ). Реализация этого метода основана на проведении цикла ремонтно-восстановительных работ с учетом ресурса базовых деталей. Остальные детали должны восстанавливаться или заменяться. Поэтому проблема дефицита запасных частей для всех организаций автомобильного транспорта остается актуальной.

В этих условиях большое внимание должно уделяться экономному использованию материальных средств, развитию работ по централизованному восстановлению деталей в специализированных организациях централизованного восстановления деталей (ОЦВД), на участках, в цехах (РО АТ) или

отдельно взятых организациях автомобильного транспорта: АТО АТ, организациях автосервиса (ОАС), организациях централизованного технического обслуживания и ремонта (ОЦТОР). Для этого в каждом конкретном случае необходимо: определиться в номенклатуре восстанавливаемых деталей с учетом ремонтпригодности; обосновать и выбрать доступный способ восстановления по техническому и экономическому критериям; обосновать возможность реализации в условиях АТО АТ и РО АТ с учетом критерия применимости не только для детали, но и с учетом возможности использования имеющегося оборудования, оснастки, специалистов; конкретизировать технологические процессы, освоенные в производстве, для реализации в условиях организаций автомобильного транспорта.

Издание предназначено для углубления знаний в области восстановления деталей с целью практической реализации имеющихся прогрессивных технологических процессов в конкретных производственных условиях. Его основными задачами являются:

- изучение вопросов необходимости и целесообразности восстановления деталей на предприятиях в системе автомобильного транспорта с использованием инновационных технологий в современных условиях;
- получение навыков в разработке прогрессивных технологических процессов восстановления деталей с оформлением необходимой технологической документации;
- изучение вопросов классификации оборудования и обеспечение необходимых навыков в решении вопросов организации специализированных рабочих мест для реализации прогрессивных способов восстановления;
- получение навыков в решении основных вопросов организации восстановления деталей;
- изучение последовательности проектирования рабочих мест;
- получение навыков в разработке технологических планировок и ведомостей (табелей) средств технического оснащения (СТО).

Дисциплина «Оборудование и технологии восстановительного ремонта» является итоговой, базируется на знаниях, полученных студентами при изучении общенаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин и должна подготовить специалиста для автомобильного транспорта в вопросах ремонта автомобилей и восстановления деталей.

# **1. ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

## **1.1. Необходимость и целесообразность восстановления деталей**

Обеспечение автотранспортных и ремонтных предприятий, станций технического обслуживания, индивидуальных владельцев и других владельцев, использующих автомобили, запасными частями осуществляется за счет изготовления новых запасных частей и путем восстановления деталей, бывших в эксплуатации. Однако выпуск новых деталей ограничивается лимитом металла. Вместе с тем массовое восстановление дорогостоящих автомобильных деталей с обеспечением требуемого ресурса технически вполне осуществимо и экономически целесообразно. Это дополнительный, причем весьма существенный, источник получения запасных частей.

Экономическая целесообразность восстановления деталей определяется тем, что их значительная часть выходит из строя вследствие естественного изнашивания рабочих поверхностей, сопровождаемого незначительной потерей металла по весу. При производстве автомобильных деталей расходы на материалы и изготовление заготовок (отливки, поковки, штамповки) составляют в среднем 70–75 % от полной себестоимости их производства. При восстановлении деталей большинством известных способов расходы на ремонтные материалы не превышают 6–8 % от себестоимости восстановления, а при некоторых способах они ниже 3 % или вообще отсутствуют [1–3]. Заготовкой при восстановлении является сама восстанавливаемая деталь. Однако изменения, произошедшие в экономике стран за период 1995–2005 гг., внесли некоторые изменения в соотношение составляющих себестоимости восстановления деталей. Начиная с 2006 г. это соотношение имеет относительную стабильность. Для ремонтного производства Республики Беларусь соотношение представляется следующими цифрами в процентах от полной себестоимости восстановления деталей: расходы на ремонтные материалы и полуфабрикаты – 16–18, расходы на заработную плату – 11–14, накладные расходы – 69–72. В автомобилестроении соотношение основных составляющих себестоимости изготовления в процентах практически не изменилось и составляет: материалы и полуфабрикаты – 70–75, заработная плата – 4 – 6, накладные расходы – 19 – 26 (с учетом сокращения объема выпуска продукции).

Обеспечение вторичного ресурса автомобилей возможно их путем воспроизводства из восстановленных деталей, отслуживших свой первый экс-

платационный цикл, т. е. организацией вторичного промышленного производства.

Экологическая необходимость вторичного производства машин обоснована Б. Намаконовым [4]. Проведенными научными исследованиями было установлено, что при весовом износе в 0,4 % от общего веса автомобиль становится непригодным к дальнейшей эффективной эксплуатации. По деталям прецизионной группы критический весовой износ составляет 0,02–0,10 % от веса детали. К концу первого эксплуатационного цикла (первого межремонтного пробега) выбраковывается в металлолом не более 20 % деталей, до 25 % деталей пригодны к дальнейшему использованию без ремонтных воздействий, а свыше 60 % деталей имеют остаточный ресурс долговечности до 90 % и остаточную стоимость до 85 % от новых, изготовленных из первичных ресурсов. Существующие в настоящее время способы реставрации изношенных деталей позволяют восстанавливать их промышленными методами до первоначальных параметров долговечности с себестоимостью до 40 % от первичной. Таким образом, затраты материалов на изготовление вторичных деталей (т. е. их восстановление) составляют 0,5–1,0 % от их веса, что в 150 – 200 раз меньше, чем на изготовление первичных. Объем технологических работ при восстановлении деталей в два–три раза меньше, с учетом получения заготовок, чем при их первичном производстве, поэтому количество выбросов и расход энергии при реализации технологических процессов вторичного производства во столько же раз меньше. Если учесть, что сегодняшняя реальная стоимость первоначальных материальных ресурсов занижена и не учитывает экологических затрат, то вторичное производство представляется одним из самых чистых и эффективных. Оно многократно снижает загрязнение природы, не требует значительных инвестиций и может быть реализовано на базе существующих незагруженных машиностроительных и ремонтных предприятий, что будет способствовать оживлению производства в условиях нынешней скрытой инфляции и отсутствия оборотных и долгосрочных кредитов. Вторичное производство машин позволит достаточно быстро и эффективно снизить экологическую опасность при минимальных затратах. Это необходимо осознать в научно-технической сфере и в социально-общественной области с устойчивым мышлением, предполагающим одноразовое использование техники.

## **1.2. Организация ремонта автомобилей при централизованном восстановлении деталей в современных условиях**

Во всем мире признаны объективная необходимость и экономическая целесообразность авторемонтного производства.

Очень большой вклад в становление и развитие авторемонтного производства внесли научные разработки Малышева Г.А., Дехтеринского Л.В., Кузнецова Е.С., Ефремова В.В., Колясинского З.С., Маслова Н.Н. и др. Исследования позволили разработать и реализовать схемы взаимодействия организаций по мере возрастания роли автомобильного транспорта в экономическом развитии стран, обеспечили переход от ремонта полнокомплектных автомобилей к капитальному ремонту автомобилей агрегатным методом [5, 6].

В настоящее время масштабность и узкая специализация авторемонтного производства в системе взаимодействия организаций автомобильного транспорта утратили свои позиции. Имевшие место и реализованные на практике четыре схемы [5] не исключали и признавали, что без восстановления деталей не может быть ремонтного производства.

В трудах Масино М.А., Какуевицкого В.А., Молокова Б.М., Конкина Ю.А. и др. доказана необходимость и целесообразность восстановления деталей на специализированных предприятиях или участках (цехах) действующих авторемонтных предприятий, ориентированных на ремонт агрегатов. Поэтому коренные изменения, произошедшие в количественном и качественном составе автомобильного транспорта, рост количества владельцев автомобилей и интенсивности использования автомобилей вызвали увеличение потребления запасных частей. Все это и многие другие причины требуют внесения изменений в действующие схемы ремонта автомобилей агрегатным методом, где должна быть однозначно определена роль восстановления деталей. На рис. 1.1 представлена схема взаимодействия организаций автомобильного транспорта, реализация которой позволит удовлетворить потребность в ремонте автомобилей, повысить качество ремонта за счет внедрения в технологические процессы восстановления деталей новейших научно-обоснованных способов, в полной мере использовать имеющееся ремонтное оборудование и оснастку с перспективой создания специализированных организаций по восстановлению деталей, не исключая предметной специализации ремонтных организаций (РО АТ) и капитального ремонта автомобилей агрегатным методом.

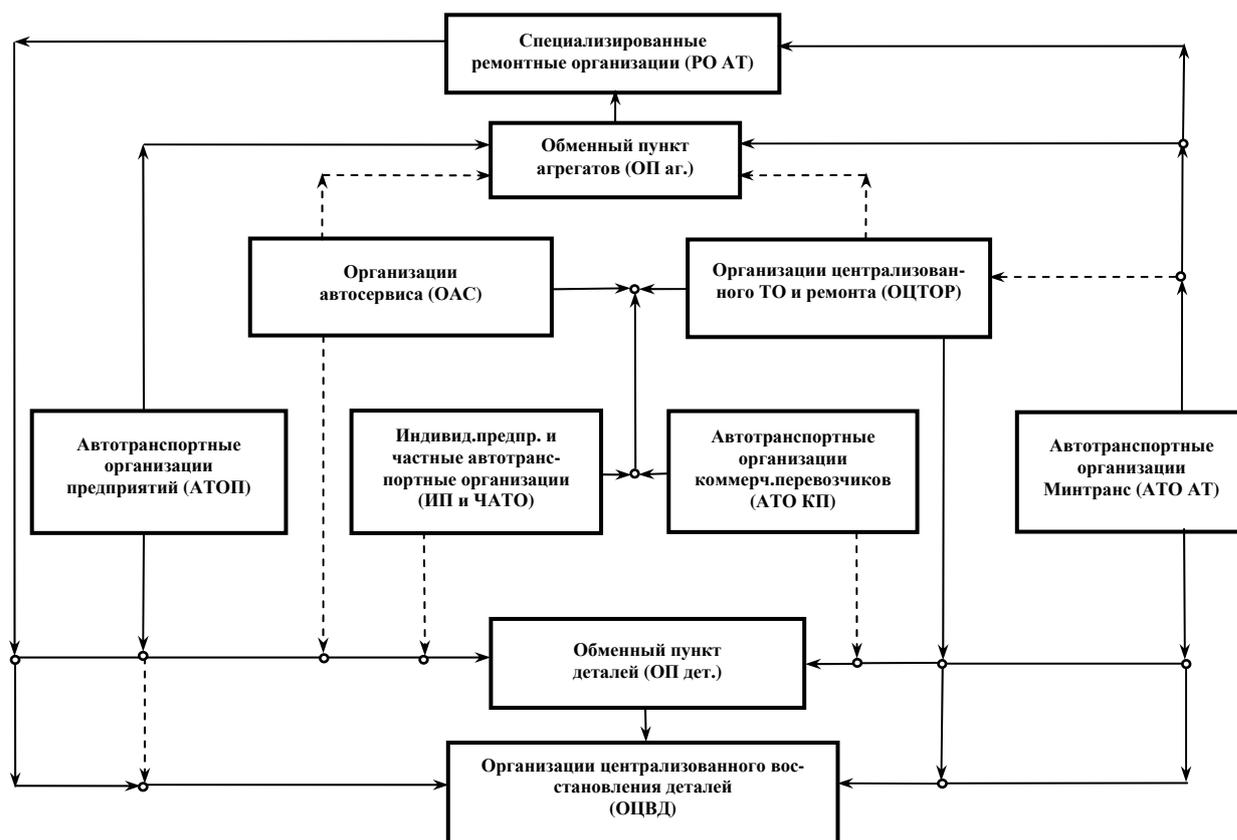


Рис. 1.1. Схема взаимодействия организаций автомобильного транспорта при централизованном восстановлении деталей:

————— постоянно действующие связи; - - - - - возможные связи

### 1.3. Классификация и номенклатура деталей для восстановления

Решение вопросов организации восстановления деталей и ремонта автомобилей с реализацией технологических процессов в конкретных производственных условиях возможно с использованием типовых решений, методик и имеющегося опыта использования производственно-технической базы действующих ремонтных организаций. Применение типовых технологий восстановления деталей различными способами требует правильного понимания свойства ремонтпригодности детали на стадии восстановления при капитальном ремонте автомобилей агрегатным методом. Оценка ремонтпригодности базируется на использовании научно обоснованных рекомендаций по классификации деталей для восстановления.

Номенклатура восстанавливаемых деталей систематизируется по классам. Классификация восстанавливаемых деталей основывается на тех же факторах и принципах, что и классификация проф. Ф.С. Демьянюка [7], уточнена и конкретизирована в трудах В.Ф. Шадричева [8, 9], М.А. Масино [1], В.А. Какуевичского [2] и др.

В современных условиях предлагается использовать результаты научных исследований М.А. Масино [1]. Следует рассматривать пять классов восстанавливаемых деталей: I – корпусные; II – круглые стержни; III – полые цилиндры; IV – диски; V – некруглые стержни. Классификация восстанавливаемых автомобильных деталей предусматривает технологические группы одноименных или однотипных деталей автомобилей разных марок, иногда разных наименований, но имеющих общие конструктивные особенности и возможность восстановления на том же оборудовании. В этой классификации предусмотрено распределение деталей на две категории в зависимости от типа ремонтных организаций, на которых их восстановление наиболее целесообразно:

1) детали, восстановление которых наиболее целесообразно в специализированных ремонтных организациях (цехах, участках);

2) детали, восстановление которых целесообразно в неспециализированных организациях, ориентированных на предметную специализацию по номенклатуре, т. е. ремонтных организациях автомобильного транспорта, объектами которых могут быть автомобили, агрегаты, узлы и др.

Восстановление в специализированных ремонтных организациях целесообразно при восстановлении изношенных поверхностей деталей всеми способами нанесения материала, восстановлении сложных и особенно ответственных деталей, необходимости применения сложных операций пластического деформирования. Такие предприятия характеризуются большой программой, используют современные технологии и специализированное оборудование.

Восстановление в неспециализированных ремонтных организациях целесообразно при использовании сравнительно несложных, повсеместно освоенных технологических приемов и операций: ручная сварка, наплавка; восстановление синтетическими композициями; механическая обработка под ремонтный размер поверхностей простой конфигурации при сравнительно невысоких требованиях к точности; холодная правка мелких и средних деталей; перепрессовка, слесарная и слесарно-механическая обработка; использование способа дополнительных ремонтных деталей.

Для определения номенклатуры восстанавливаемых деталей использованы критерии, приведенные в работах [1, 2, 7, 8].

*Класс I.* Корпусные детали чаще всего изготавливаются из серого, модифицированного и ковкого чугунов или алюминиевых сплавов. К этому классу деталей относятся блоки, картеры, головки, крышки, корпуса, крон-

штейны. Блоки, картеры, головки обычно являются базовыми или основными деталями агрегатов и в конструкциях имеют значительный удельный вес по массе и себестоимости изготовления. По рассмотренной выше классификации эти детали необходимо отнести к 1-й категории. Небольшую номенклатуру деталей (различные кронштейны, корпусные детали небольших размеров и дешевые детали) целесообразно отнести ко 2-й категории.

Наиболее распространенными дефектами деталей этого класса являются: износ внутренних посадочных поверхностей под подшипники качения, вкладыши, гильзы; отклонения в правильности взаимного положения посадочных поверхностей; различного рода трещины и отколы, повреждения резьбы и др. В качестве технологических баз при механической обработке указанных деталей используют обработанные плоскости, иногда накрест расположенные глухие технологические отверстия на этих плоскостях.

Этот класс деталей может быть представлен следующей групповой номенклатурой:

1) блоки цилиндров и головки блоков цилиндров; картеры коробок передач, редукторов и ведущих мостов; картеры и корпуса рулевых механизмов, гидрораспределителей, гидроусилителей, тормозных силовых приводов; крышки и корпуса механизмов и приводов. Восстановление целесообразно в специализированных организациях (1-я категория, ОЦВД);

2) картеры сцеплений, крышки картеров и корпусов, кронштейны элементов ходовой части. Восстановление целесообразно в специализированных ремонтных организациях с предметной номенклатурой (2-я категория, РО АТ).

*Класс II. Круглые стержни.* К круглым стержням отнесены детали, характеризующиеся цилиндрической формой при длине, значительно превышающей диаметр детали. Детали этого класса изготавливаются из качественных углеродистых или высококачественных легированных сталей, иногда из высокопрочного чугуна. Рабочие поверхности в большинстве случаев подвергают термической или химико-термической обработке.

По возможностям реализации восстановления детали этого класса относятся к 1-й категории. Основными дефектами указанных деталей являются: износ рабочих поверхностей (гладкие, шлицевые, фасонные), деформации деталей, повреждения резьбы, шпоночных канавок и др. По номенклатуре к этому классу относятся валы коробок передач, редукторов и механизмов, валы коленчатые и распределительные, карданные валы и их элементы, поворотные кулаки и оси, валы рулевых механизмов и привода тормозов, детали двигателей и его механизмов (поршневые пальцы, толкатели, клапаны), дета-

ли гидроусилителей и золотниковых устройств, полуоси, кожухи полуосей, детали шарниров равных угловых скоростей, крестовины.

Детали этого класса обладают высокой ремонтпригодностью, многократно заменяются в межремонтный период, что объективно необходимо для их восстановления.

*Класс III.* Полые цилиндры. К этому классу отнесены детали, конструкция которых представляет собой несколько концентрично расположенных полых цилиндров. Материалом этих деталей чаще всего являются модифицированный, ковкий и специальный чугуны, углеродистые стали. Детальными относящимися к классу III являются гильзы цилиндров, чашки дифференциала, ступицы колес, фланцы, муфты, фланцы-вилки, крышки с направляющими и посадочными поверхностями. По принятой классификации указанные детали в большинстве случаев относятся к 1-й категории. Наиболее распространенные дефекты: износ внутренних цилиндрических и сферических рабочих поверхностей, износы поверхностей под уплотнения, подшипники, установку фиксирующих деталей и другие. Небольшая номенклатура этих деталей может быть восстановлена и в условиях неспециализированной ремонтной организации с использованием способов ремонтных размеров и дополнительных ремонтных деталей, что сказывается на возможности повторного восстановления, т. е. снижается число ремонтных циклов.

*Класс IV.* Диски характеризуются короткими цилиндрическими поверхностями по осям вращения при значительном диаметре рабочих и несущих.

В качестве материала используются модифицированный чугун и листовая сталь. К этому классу относятся различные диски агрегатов трансмиссии, маховики, тормозные диски и барабаны. Основные дефекты: износ торцевых и внутренних рабочих поверхностей, износ поверхностей под установку и крепления, деформации. Этот класс деталей для восстановления не требует применения специального оборудования. Ремонт производится с использованием способов ремонтных размеров и дополнительных ремонтных деталей. Отнесены ко 2-й категории.

*Класс V.* Некруглые стержни. К этому классу отнесены прямые и кривые стержни, поперечное сечение которых не имеет круглой формы и длина более чем вдвое превышает размеры поперечного сечения. Конфигурация деталей этого класса и материалы, идущие на их изготовление, отличаются значительным разнообразием: модифицированный и высокопрочный чугун, малоуглеродистая, легированная и высоколегированная сталь. По номенклатуре к этому классу деталей относятся шатуны двигателей и компрессоров,

балки передних осей и подвесок ходовой части, вилки и рычаги агрегатов трансмиссии, коромысла и рычаги газораспределительного механизма, несущие элементы металлоконструкций и др. Эти особенности не дают возможности однозначно отнести их для восстановления к первой или второй категориям.

Распространенные дефекты: деформации, трещины, обломы, износы рабочих поверхностей и мест закрепления агрегатов, узлов, деталей. Для восстановления первоначальных размеров, геометрических параметров и физико-механических свойств с обеспечением ресурса и долговечности детали этого класса надо относить к 1-й категории. При ремонте для восстановления работоспособности в пределах межремонтного ресурса (несложные дефекты, простые операции) детали этого класса можно отнести ко 2-й категории.

Рассмотренные принципы классификации деталей по классам, номенклатуре и категориям необходимы для научно обоснованного обеспечения технологических способов восстановления оборудованием, оснасткой и материалами.

#### **1.4. Критерии оценки способов восстановления деталей и их использование для выбора оптимального способа**

В настоящее время в организациях по ремонту автомобилей, их агрегатов и восстановлению деталей применяется большое количество научно обоснованных способов восстановления. Каждый из способов имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Выбор того или иного способа устранения дефекта определенного вида представляет значительные трудности, и в то же время от правильно выбранного способа устранения дефекта зависит эффективность не только восстановления деталей, но и авторемонтного производства в целом. Впервые критерии для выбора способа восстановления деталей были наиболее четко сформулированы В.А. Шадричевым [8, 9]. Его методикой пользуются на практике. Сущность методики заключается в том, что выбирается тот способ восстановления детали, который наилучшим образом отвечает следующим критериям: критерию применимости или технологическому; критерию долговечности, определяемого основными физико-механическими свойствами восстановленной детали, оцениваемого с помощью коэффициента долговечности; технико-экономическому критерию, определяемому по удельным затратам на восстановление и изготовление соответствующей детали:

$$K_{д} = K_{и} \cdot K_{в} \cdot K_{сц} ,$$

где  $K_d$  – коэффициент долговечности;

$K_i$  – коэффициент износостойкости;

$K_b$  – коэффициент выносливости;

$K_{сц}$  – коэффициент сцепляемости.

Этот критерий оценивает способ восстановления, отражает научно-технический прогресс в ремонте автомобилей и техническую целесообразность. Разработанные В.А. Шадричевым критерии уточнены М.А. Масино [1], в исследованиях которого критерий применимости рассматривается как некоторая функция, зависящая от шести аргументов, т. е.

$$K_n = f_1 \left( M_d; \Phi_d; D_d; I_d; H_d; \sum_{i=1}^m T_i \right),$$

где  $M_d$  – материал детали, подлежащей восстановлению;

$\Phi_d, D_d$  – соответственно форма и диаметр восстанавливаемой поверхности детали;

$I_d$  – размеры поверхности детали, подлежащей восстановлению;

$H_d$  – величина и характер воспринимаемой деталью нагрузки;

$\sum_{i=1}^m T_i$  – сумма технологических особенностей способа, определяющих область его рационального применения.

Критерий применимости отражает технологическую сущность возможности применения данного способа восстановления, используется исходя из обеспечения его необходимым оборудованием и оснасткой в конкретных производственных условиях. В дальнейшем Масино М.А. в своих исследованиях [1] устанавливает те значения коэффициента долговечности  $K_d = 0,8-1,0$ , при которых может быть определен экономический критерий. Эти значения увязаны с ресурсом автомобиля после ремонта, который определяется Положением о техническом обслуживании и ремонте автомобилей и Техническим кодексом установившейся практики ТКП 248–2010, т. е.

$$C_b \leq 0,8 \cdot C_i,$$

где  $C_b$  – себестоимость восстановления детали;

$C_i$  – себестоимость изготовления детали.

По мнению автора, использование этого экономического критерия затруднительно и неудобно, что подтверждается и на современном этапе, т. к. калькуляция себестоимости на разных уровнях производства нестабильна и не всегда достоверна. Для определения себестоимости Предложено использовать те составляющие, за счет которых имеет место экономия средств при восстановлении деталей по сравнению с их производством. Поэтому струк-

тура себестоимости изготовления деталей  $C_{и}$  на автозаводе и структура себестоимости восстановления деталей  $C_{в}$  на ремонтном предприятии выражаются зависимостями:

$$C_{и} = M_{и} + Z_{и} + H_{и},$$

$$C_{в} = M_{в} + Z_{в} + H_{в},$$

где  $M_{и}$  – расходы на материал и изготовление заготовки детали, % от  $C_{и}$ ;

$Z_{и}$  – расходы на заработную плату при изготовлении, % от  $C_{и}$ ;

$H_{и}$  – накладные расходы при изготовлении, % от  $C_{и}$ ;

$M_{в}$  – расходы на ремонтные материалы, % от  $C_{в}$ ;

$Z_{в}$  – расходы на заработную плату при восстановлении детали, % от  $C_{в}$ ;

$H_{в}$  – накладные расходы, % от  $C_{в}$ .

Научные исследования М.А. Масино [1] позволили установить экономический критерий для оценки принятого для реализации в конкретных производственных условиях способа восстановления, расчет которого может быть выполнен по зависимости

$$M_{в} \leq 0,8M_{и} + kZ_{и},$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от соотношения процентов накладных расходов при изготовлении и восстановлении деталей данного наименования.

Приведенные критерии оценки способов восстановления используются на практике и могут быть определены количественно.

Детали, которые подлежат восстановлению в ремонтных организациях, имеют определенное сочетание дефектов, которое предполагает организацию их восстановления по маршрутной технологии. Поэтому приведенные критерии не всегда имеют однозначное значение, если принимать во внимание свойство ремонтпригодности детали на стадии капитального ремонта автомобиля.

Теме исследования ремонтпригодности посвящены работы видных ученых: Н.И. Иващенко, А.И. Аристова, Б.А. Иванова, Н.И. Смиронова, П.В. Семягина, В.М. Молокова и др.

Кафедрой «Автомобильный транспорт» Белорусского политехнического института (в настоящее время кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей» Белорусского национального технического университета) были проведены научные исследования, предложена методика определения критерия оценки ремонтпригодности детали для восстановления при капитальном ремонте автомобилей агрегатным методом. Наличие такого критерия дает однозначный ответ на вопрос об экономической целесообразности восста-

новления деталей в соответствии с принятой классификацией и номенклатурой и базируется на техническом и экономическом критериях [10, 11].

При выводе расчетных зависимостей важнейшим граничным условием является качество деталей после восстановления. Смысл восстановления деталей состоит в том, чтобы полностью восстановить все показатели их качества: точность размеров, качество поверхности, точность формы и взаимного положения поверхностей, физико-механические свойства материала. Современные технологические способы позволяют полностью восстанавливать указанные показатели для большинства деталей и поверхностей. Основной задачей анализа ремонтпригодности является выявление тех деталей, для которых полное восстановление начального качества невозможно или экономически невыгодно. Это может быть одним из направлений для предложений по изменению конструкции с целью перевода их в «ремонтопригодные». В результате исследований под руководством кандидата технических наук, доцента Щеброва В.М. была получена расчетная зависимость [10] для определения критерия ремонтпригодности детали на стадии капитального ремонта:

$$K_p = \frac{S_H \sqrt{n}}{S_p},$$

где  $S_H$  – технологическая себестоимость изготовления новой детали;

$n$  – число ремонтных циклов;

$S_p$  – технологическая себестоимость восстановления начального качества детали.

Формула подтверждает возможность увеличения долговечности детали (технический критерий) с использованием экономического критерия.

В результате приведенных исследований получены следующие значения значения  $K_p$ :

$K_p \leq 1,5$  – деталь неремонтопригодная;

$1,5 < K_p \leq 2,0$  – очень низкая ремонтпригодность;

$2,0 < K_p \leq 3,0$  – низкая ремонтпригодность;

$3,0 < K_p \leq 5,0$  – удовлетворительная ремонтпригодность;

$5,0 < K_p \leq 8,0$  – хорошая ремонтпригодность;

$K_p \geq 8,0$  – высокая ремонтпригодность.

## 1.5. Общая характеристика оборудования для восстановительных технологий

Для осуществления технологических процессов восстановления деталей необходимо разнообразное технологическое оборудование и оснастка при максимальном использовании средств комплексной механизации и частичной автоматизации. Во многих случаях возможно использование типового, предусмотренного государственными стандартами и нормами оборудования, производимого промышленностью большими или малыми сериями. Вместе с тем для механизации и автоматизации технологических и производственных процессов при ремонте автомобилей, агрегатов и восстановлении деталей необходимо использование специального оборудования. Это оборудование, как правило в силу своего назначения, отлично от типовых конструкций, не регламентируется государственными стандартами и нормами и относится к *нестандартизированному оборудованию*.

В отличие от автомобилестроения в авторемонтном производстве в значительно большей степени используется нестандартизированное оборудование, изготовляемое в самих ремонтных организациях или по заказам на других предприятиях машиностроительного профиля. Такое оборудование проектируется в отраслевых опытно-конструкторских организациях, производственных объединениях или непосредственно в организациях, где необходимо механизировать технологические и производственные процессы.

Понятие «*нестандартизированное оборудование*» для оснащения строящихся, реконструируемых и для действующих предприятий в полной мере не отражает степени унификации и стандартизации. Это понятие охватывает оборудование, не имеющее отраслевой принадлежности по изготовителю, и относится к оборудованию, изготовляемому в индивидуальном порядке. К нестандартизированному оборудованию нельзя относить:

- оборудование для ремонтно-эксплуатационных нужд на действующих предприятиях;
- оборудование, на которое утверждены государственные стандарты и отраслевые нормалы, а также аналогичное по названию и типоразмерам оборудование, распределяемое централизованно;
- отдельные узлы и агрегаты к машинам, установкам и комплексным технологическим линиям;
- производственную оргтехоснастку, тару, инвентарь (столы, верстаки, этажерки, тумбочки, подставки, шкафы моечные, вытяжные, инструментальные, шкафы для одежды, стеллажи инвентарные, поддоны, бункеры, ящики

металлические, тара комплектующая, кассеты, подвески, инструмент, станочные приспособления и др.);

– все виды оборудования, включенные в действующие прејскуранты оптовых цен.

Со всей полнотой охватить разнообразную номенклатуру нестандартизированного оборудования и оснастки, используемых в ремонтных организациях автомобильного транспорта, не представляется возможным. В настоящее время в организациях по ремонту автомобилей и восстановлению деталей происходит интенсивная реорганизация в связи с изменением номенклатуры и объемов капитального ремонта.

Поэтому неизбежным является появление в авторемонтном производстве все большего количества нового нестандартизированного оборудования, необходимого для организации капитального ремонта автомобилей, их агрегатов и восстановления деталей.

Оборудование основного и вспомогательного производства организаций по ремонту автомобилей и восстановлению деталей по назначению разделяется на следующие группы: моечно-очистное; разборочно-сборочное; оборудование для контроля, сортировки деталей; оборудование для ремонта агрегатов и восстановления деталей; оборудование для контроля качества ремонта и восстановления; окрасочное оборудование; подъемно-транспортное оборудование.

***Моечно-очистное оборудование*** предназначено для выполнения работ по очистке машин, агрегатов, узлов и деталей от всех видов загрязнений с минимальными затратами труда и времени. Оборудование данной группы должно удовлетворять, следующим требованиям: обеспечивать высокую производительность и высококачественное удаление всех видов загрязнений; не оказывать вредного воздействия на окружающую среду и обслуживающий персонал; быть экономичным, простым по конструкции, пожаро- и взрывобезопасным; приспособленным к использованию средств механизации и автоматизации; занимать минимальные производственные площади.

Группа моечно-очистного оборудования включает в себя следующие виды: струйные моечные установки для мойки и очистки автомобилей, агрегатов, узлов, деталей; установки для очистки и мойки объектов ремонта методом погружения; установки для очистки узлов и деталей химикотермическим методом; специальные установки для очистки отдельных узлов и промывки систем; установки для мойки и очистки мелких деталей и подшипников.

**Разборочно-сборочное оборудование** предназначено для выполнения разборочных, сборочных и регулировочных работ с минимальными затратами ручного труда. При этом необходимо обеспечить удобство выполнения работ, исключить повреждаемость деталей, способствовать возможности применения механизированного инструмента и приспособлений, повысить культуру производства.

В эту группу включены стенды: универсальные и специализированные; стационарные и передвижные; одноместные, многоместные и комбинированные; средства механизации и автоматизации; промышленные роботы.

**Оборудование для контроля и сортировки** при капитальном ремонте и восстановлении деталей предназначено для того, чтобы с минимальными затратами времени, достаточной точностью и достоверностью определить пригодность деталей к дальнейшему использованию, ремонту или восстановлению. Выбраковка деталей производится в соответствии с техническими условиями на ремонт объекта ремонта. Эта группа оборудования включает различные установки, устройства, стенды, приспособления, измерительные инструменты для определения геометрических параметров, приборы и установки для обнаружения скрытых дефектов в деталях.

**Оборудование для ремонта агрегатов и восстановления деталей** предназначено для выполнения ремонта и восстановления сборочной единицы или детали с минимальными затратами труда и времени. Оно должно обеспечить получение вторичного ресурса объекта ремонта, близкого или равного нормативному при изготовлении, по возможности не способствовать изменению внутренней структуры материала деталей, обеспечить восстановление первоначальных качественных показателей, быть экономичным, простым по конструкции, удобным для применения и приспособленным для использования средств механизации и автоматизации.

Данная группа, в зависимости от особенностей технологических процессов, включает в себя следующее оборудование: для механической обработки деталей; оборудование для обработки деталей давлением и электромеханических способов восстановления; для выполнения газо- и электросварочных работ; оборудование для наплавочных работ (под слоем флюса, в среде защитных газов, вибродуговой, электрошлаковой, намораживанием из расплава, лазерной, индукционной и др.); оборудование для газотермического напыления; оборудование для химических и электрохимических способов восстановления. Эта группа оборудования наиболее многочисленна по на-

значению и разнообразна по устройству, принципу действия, техническим характеристикам.

**Оборудование для контроля качества ремонта и восстановления** предназначено для обеспечения контроля всех качественных показателей деталей и узлов на соответствие их требованиям технических условий после проведения ремонтно-восстановительных работ, предэксплуатационной приработки узлов, агрегатов автомобилей после сборки и их испытание. Для выполнения этих работ используются: приборы и средства для контроля геометрических параметров; установки и стенды для обнаружения скрытых дефектов в деталях и сборочных единицах после восстановления; стенды и установки для испытания узлов систем питания и смазки, гидросистем, пневмопривода и элементов подвески; стенды для обкатки и испытания двигателей; стенды для приработки и испытания узлов и агрегатов трансмиссии, систем управления; стенды для испытания автомобилей.

**Окрасочное оборудование** предназначено для выполнения в полном объеме работ по подготовке объектов ремонта к окраске, окраске и сушке в соответствии с действующими технологическими процессами нанесения различных покрытий. Окрасочное оборудование должно быть пожаро- и взрывобезопасным, не оказывать вредного воздействия на работающих и окружающую среду, обеспечивать высокую производительность.

К этой группе оборудования относятся различные окрасочные и сушильные камеры, установки для подготовки поверхностей, вентиляционные устройства и другие виды: окрасочные камеры (по способу нанесения лакокрасочных покрытий); сушильные камеры (по способам сушки покрытий); камеры и установки для подготовительных работ; краскораспылители; системы вентиляции и фильтрации; средства механизации процесса окраски (роботы).

**Подъемно-транспортное оборудование** предназначено для исключения использования физического труда исполнителей при подъеме, перемещении и транспортировании громоздких и тяжелых объектов ремонта, при операциях технологических процессов мойки, разборки, ремонта и восстановления, сборки, испытания, окраски и т. д. с гарантированной безопасностью для работающих. Эта группа оборудования должна соответствовать требованиям Госпромнадзора (Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности, МЧС Республик Беларусь). К этой группе относятся рольганги, конвейеры, подъемные столы, краны, подъемники, тали, самоходные порталы и кантователи. Дополнительная информация приведена в источниках [12–20].

Дисциплина «Оборудование и технологии восстановительного ремонта» основным понятием предполагает научно обоснованный и творческий подход к решению вопроса организации рабочих мест с использованием конкретного способа восстановления в определенных производственных условиях. В этом заключается сложность понятия «оборудование». Оборудование для реализации технологических процессов восстановления в своем составе должно иметь то, на чем реализуется процесс восстановления, что используется в качестве приспособлений и оснастки, какие инструменты применяются. Поэтому к основному оборудованию необходимо отнести различные стенды для ремонта корпусных деталей, верстаки для выполнения газо- и электросварочных работ, различного рода вращатели и другие устройства, обеспечивающие изменение положения детали при восстановлении (в общепринятой терминологии машиностроения это относится к технологической и организационной оснастке). Поэтому понятие «оборудование» включает в себя те средства технологического оснащения (СТО), на которых выполняется операция, с помощью чего (оснастка, приспособления) и чем (инструменты, электроды, химикаты). Эти три понятия включены в содержание маршрутной карты восстановления детали [21–23].

Режимы выполнения операций в большинстве случаев зависят от физической сущности и технологических возможностей способов. Для процессов наплавки характерна скорость наплавки, при которой обеспечиваются заданные качественные показатели наплавленного материала; для гальванического процесса – скорость осаждения металла; для процессов механической обработки – скорость резания, ограничиваемая стойкостью инструмента при заданном качестве обработанной поверхности; для обработки давлением – стойкость инструмента, определяемая прочностными и температурными показателями восстанавливаемой детали.

В обобщенном виде технологические процессы восстановления деталей можно представить как комплексы операций по подготовке деталей к восстановлению, восстановлению, механической и упрочняющей обработке, контролю качества и упаковке [24].

Укрупненная классификация средств технологического оснащения, построенная по групповому технологическому признаку (совокупности операций, выполняемых на одинаковом оборудовании), приведена на рис. 1.2.

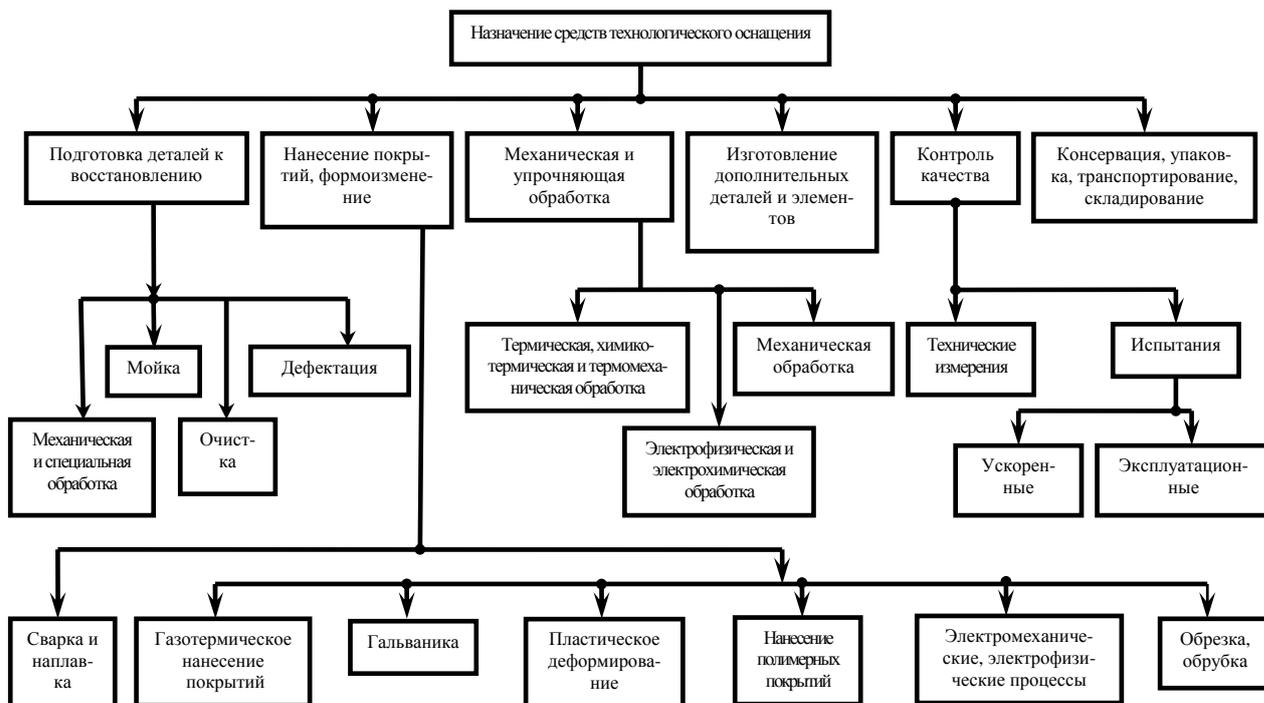


Рис. 1.2. Классификация СТО по технологическому назначению

В классификацию включены все СТО, необходимые для обеспечения технологических процессов восстановления. Часть этих средств используют в общем технологическом процессе ремонта автомобилей или агрегатов (СТО, используемые при мойке, очистке, дефектации, контроле качества, консервации, упаковке, транспортировании и складировании). Классификация и систематизация этих средств достаточно полно описана в технической и справочной литературе по ремонту машин [12, 14–17].

Все СТО, непосредственно используемые в технологических процессах восстановления деталей, подразделяют на *оборудование* и *оснастку*. Для *оборудования* основным классификационным признаком является способ восстановления. Именно способы восстановления определяют конструкцию, назначение и техническую характеристику.

Второй классификационный признак для оборудования – сфера его применения: специализированные ремонтные организации по восстановлению деталей (ОЦВД); специализированные ремонтные участки в РО АТ; участки ремонта широкой номенклатуры деталей в автотранспортных организациях (АТО АТ и АТОП).

Для специализированных ремонтных организаций централизованного восстановления деталей с большой производственной программой используется высокопроизводительное оборудование с элементами программирования и автоматизацией процессов восстановления и максимальной механизацией.

На специализированных участках РО АТ рекомендуется применять универсальное механизированное оборудование с элементами автоматики, позволяющей быстро переналаживать оборудование на различные типоразмеры восстанавливаемых деталей и размещать сменные приспособления.

Для участков в автотранспортных организациях рекомендуется простое универсальное оборудование, позволяющее производить восстановительные операции на деталях различных конструктивно-технологических групп. Оборудование должно быть простым и доступным для наладки и обслуживания категориями специалистов ремонтных подразделений.

Третьим классификационным признаком является применимость оборудования для восстановления определенных поверхностей совместимых конструктивно-технологических групп деталей. Этот признак определяет полноту охвата оборудованием всех восстанавливаемых деталей, его универсальность и организацию технологических процессов восстановления по групповому принципу.

#### **1.6. Особенности организации и технологического обеспечения восстановительного ремонта отдельных систем и узлов автомобиля**

Задачей восстановительного ремонта основных узлов и агрегатов систем электрооборудования и питания является восстановление их первоначальных характеристик и обеспечение работоспособности в течение межремонтного цикла.

Разнообразные дефекты узлов и агрегатов систем электрооборудования (ЭлОА) и питания (СП) устраняют проведением восстановительных работ, отличающихся спецификой выполнения [25].

Восстановительный ремонт этих объектов экономически и технологически наиболее целесообразен в условиях специализированного производства или специализированных участков (цехов) ремонтных организаций. Возможность и целесообразность организации специализированного производства обоснованы следующими факторами: спецификой технологического процесса ремонта, технологической общностью ремонта узлов различных марок автомобилей, транспортабельностью объектов ремонта.

Специфические особенности технологического процесса ремонта узлов и агрегатов систем электрооборудования и питания состоят в следующем:

1) процесс восстановления не связан с процессом ремонта автомобиля. Все узлы и агрегаты ремонтируются и испытываются отдельно от автомобиля, устанавливаются на автомобиль в законченном виде или выдаются заказчику. Регулировочные работы выполняются с использованием соответст-

вующих приборов после установки совместно с информационно-измерительной системой автомобиля;

2) в схеме технологического процесса ремонта ЭлОА имеют место специфические работы: намотка обмоток, пайка электрических соединений, пропитка и сушка обмоток; испытание и регулировка; электрические испытания узлов, агрегатов и приборов в сборе. Технологический процесс восстановительного ремонта может быть выполнен только с применением специального оборудования. К нему относятся: станки для намотки обмоток якорей и катушек, установки для пропитки и сушки обмоток, испытательные приборы и стенды, настольные токарные, сверлильные и шлифовальные станки, прессы, устройства для нагрева и сушки;

3) в узлах и агрегатах электрооборудования используются электротехнические материалы, состоящие из трех групп: проводниковые, электроизоляционные и магнитные, свойства которых определяются различными характеристиками. От свойств этих материалов зависит выбор метода и режима процессов мойки и очистки узлов и деталей, пропитки и сушки обмоток, контроля и испытания узлов и агрегатов.

Специфика ремонта электрооборудования выделяет его в самостоятельный технологический процесс, который может быть организован аналогично процессу его изготовления, как специализированное производство. Такое производство организуется по замкнутому циклу, предусматривающему все этапы технологического процесса, начиная с разборки, мойки (очистки) и контроля, включает все работы по ремонту узлов, восстановлению деталей и заканчивается испытанием готовых узлов и агрегатов после ремонта. Технологическая общность электрооборудования основана на степени унификации и конструктивной аналогичности агрегатов и приборов различных марок и модификаций. Это способствует концентрации производства, обеспечивая большой объем работ для специализированных организаций по ремонту электрооборудования.

Узлы и агрегаты систем питания отличаются оригинальностью конструкций. Рассматривая технологию ремонта этих объектов в специализированных ремонтных организациях, необходимо учитывать ремонтпригодность отдельных деталей. Восстановлению подлежат корпуса топливных насосов, карбюраторов, кулачковые валы и оси, детали прецизионных пар. Восстановление этих деталей может быть организовано на соответствующих участках РО АТ или на рабочих местах специализированных организаций (ОЦВД).

Концентрации и специализации производства по ремонту узлов ЭЛОА и СП способствует также транспортабельность объектов ремонта, т. е. обоснованная экономическая целесообразность транспортирования, при необходимости ремонта, на большие расстояния. Специализированные организации по ремонту узлов и агрегатов систем электрооборудования и питания можно проектировать для большого региона обслуживания без территориальной привязки их к потребителю.

Под объектами ремонта следует понимать генераторы, стартеры, топливные насосы, насос-форсунки, карбюраторы. Остальные приборы этих систем можно отнести к категории заменяемых, неремонтопригодных для условий ремонтных организаций в системе автомобильного транспорта в связи с широким применением электроники в системах электрооборудования, управления двигателем, тормозных устройствах, дополнительных и вспомогательных системах автомобиля.

Вариант организации восстановительного ремонта узлов и агрегатов систем электрооборудования и питания представлен на рис. 1.3.

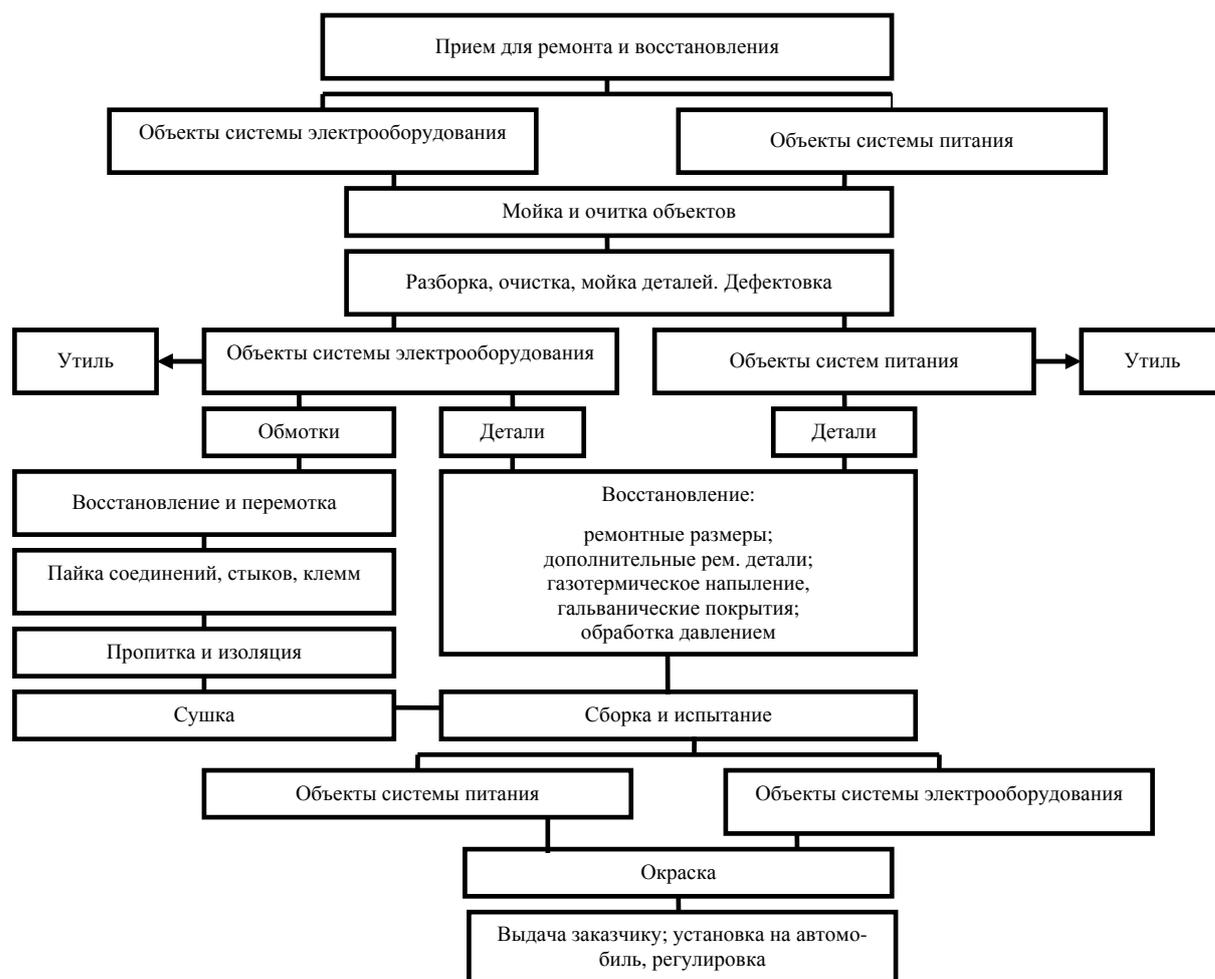


Рис. 1.3. – Схема организации ремонта систем электрооборудования и питания

Восстановление деталей систем охлаждения и смазки организуется на соответствующих производственных участках ремонтных организаций с учетом специфики оснащения рабочих мест и в соответствии с технологическими процессами ремонта, сборки и испытания. Восстановление корпусов, валов, крышек, шкивов производится по технологическим процессам для восстановления деталей в соответствии с классификацией и номенклатурой.

## **2. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ**

### **2.1. Восстановление деталей сваркой, различными способами наплавки и газотермического напыления материалов**

Для расплавления присадочного и основного материалов при сварке и наплавке, расплавления присадочного и его оплавления при газотермическом напылении используется тепловая энергия электрической дуги, горючих газов при сгорании в технически чистом кислороде, с нагревом в установках ТВЧ. В комплекте оборудования для этих видов восстановления используются устройства, называемые в дальнейшем источниками питания.

#### **2.1.1. Источники питания электрической дуги**

Электрическая сварочная дуга представляет собой такой вид нагрузки, который отличается от других потребителей электроэнергии следующими особенностями: для зажигания дуги требуется напряжение значительно выше, чем для поддержания ее горения; дуга горит с перерывами, во время которых электрическая цепь либо разрывается, либо происходит короткое замыкание. Во время горения дуги напряжение ее меняется с изменением длины дуги, следовательно, меняется и сварочный ток. При коротком замыкании (в моменты зажигания дуги и перехода капли расплавленного металла на изделие) напряжение между электродом и изделием падает до нуля.

Эти особенности горения дуги обуславливают следующие требования, предъявляемые к источникам питания.

1. Напряжение холостого хода должно быть в два – три раза выше напряжения дуги. Такое требование необходимо для легкого зажигания дуги и в то же время оно должно быть безопасным для исполнителя при условии выполнения им необходимых правил. Напряжение холостого хода обычно равно 50–70 В. Максимальное напряжение холостого хода – не более 80 В для источников питания переменного тока и 90 В – постоянного.

2. Ток при коротком замыкании должен быть ограничен. Нормальный процесс использования электрической дуги обеспечивается, если  $I_{кз.} / I_{св} = 1,1 - 1,5$ , где  $I_{кз}$  – ток короткого замыкания;  $I_{св}$  – сварочный ток. В некоторых случаях это отношение может достигать значения 2.

3. Изменения напряжения дуги, происходящие вследствие изменения ее длины, не должны вызывать существенного изменения сварочного тока, а следовательно, изменения теплового режима сварки.

4. Время восстановления напряжения от короткого замыкания до зажигания дуги должно быть максимально коротким (сотые доли секунды).

5. Источник питания должен иметь устройство для регулирования сварочного тока. Пределы регулирования тока должны быть по отклонению от 30 до 130 % к номинальному сварочному току. Это необходимо для того, чтобы от одного источника питания обеспечить возможность сварки присадочными материалами разных диаметров.

Эти требования для конкретных видов сварки и наплавки могут быть уточнены с учетом особенностей способов восстановления.

Режим работы источника питания характеризуется продолжительностью включения и выключения нагрузки (смена электрода, очистка шва, смена перехода и др.), т. е. продолжительностью работы (ПР) или продолжительностью включения (ПВ). Это позволяет допускать временную перегрузку источника. Обе эти величины выражаются в процентах:

$$\text{ПР} = \left[ \frac{t_{\text{св}}}{t_{\text{св}} + t_{\text{х.х}}} \right] 100,$$
$$\text{ПВ} = \left[ \frac{t_{\text{св}}}{t_{\text{св}} + t_{\text{п}}} \right] 100,$$

где  $t_{\text{св}}$  – время сварки;

$t_{\text{х.х}}$  – время холостого хода;

$t_{\text{п}}$  – время паузы.

Практически  $\text{ПР} = \text{ПВ}$ . Для расчета ПР или ПВ берется время цикла сварки  $t_{\text{ц}} = t_{\text{св}} + t_{\text{х.х}} = t_{\text{св}} + t_{\text{п}} = 5$  мин (иногда принимают  $t_{\text{ц}} = 10$  мин).

Как правило, для ручной сварки  $t_{\text{св}} = 3$  мин,  $t_{\text{п}} = 2$  мин. Для механизированной наплавки режим устанавливается по расчетному времени наплавки поверхности на одном переходе.

В паспорте каждого источника питания указывается номинальный сварочный ток  $I_{\text{н}}$  и номинальное значение продолжительности работы  $\text{ПР}_{\text{н}}$  (или  $\text{ПВ}_{\text{н}}$ ). Номинальный (расчетный) ток определяется допустимым нагревом основных частей источника. Максимально допустимый сварочный ток определяется по формуле

$$I_{\text{д}} = I_{\text{н}} \sqrt{\frac{\text{ПР}_{\text{н}}}{\text{ПР}_{\text{д}}}},$$

где  $\text{ПР}_{\text{д}}$  – допустимое значение ПР.

Пользуясь этой формулой, можно определить условия правильного использования источника без перегрузки (без перегрева) и тем самым обеспечить безопасные условия на рабочем месте.

Кроме того, с учетом особенностей сварочно-наплавочного процесса (род тока, полярность, положение поверхности, плавящийся или неплавящийся электрод, свариваемость металлов, средства защиты дуги, материал и диаметр электрода или проволоки, режим и др.) выбор источников питания производится по внешней статической характеристике (рис. 2.1).

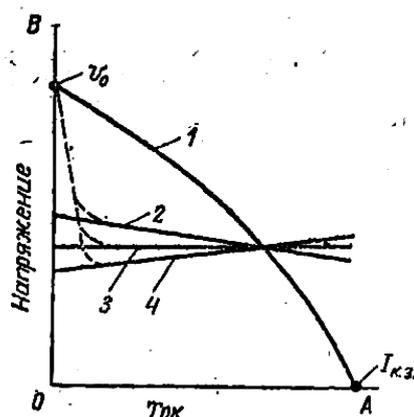


Рис. 2.1. Характеристики источников питания:

1 – крутопадающая; 2 – пологопадающая; 3 – жесткая; 4 – пологовозрастающая

Система обозначения источников питания, используемых для сварки, наплавки и напыления, содержит элементы классификации. Классификация источников питания включает [20]:

- тип (первая буква в обозначении): трансформатор (Т), выпрямитель (В), генератор (Г), преобразователь (П), агрегат (А), специализированный источник – установка (У);
- вид сварки (вторая буква): дуговая (Д), плазменная (П);
- способ сварки (третья буква): в защитных газах (Г), под флюсом (Ф), универсальный (У), покрытыми электродами (без обозначения). Отсутствие третьей буквы обозначает ручную дуговую сварку электродами;
- назначение источника и вид характеристики (четвертая буква): многопостовой (М), однопостовой (без обозначения), для импульсной сварки (И), жесткая (Ж), падающая (П);
- величину номинального тока: одна или две первые цифры, в десятках или сотнях ампер;
- две последние цифры: регистрационный номер изделия;

- последние одна или две буквы (климатическое исполнение): холодный климат (ХЛ), умеренный (У), тропический (Т);
- последняя цифра (размещение): 1 – на открытом воздухе, 2 – под навесом, 3 – неотапливаемом помещении, 4 – отапливаемое помещение, 5 – помещение с повышенной влажностью.

**Сварочные трансформаторы.** Для питания электрической дуги переменным током используются специальные трансформаторы, однофазные однопостовые с падающей характеристикой и трехфазные многопостовые с жесткой характеристикой. Сварочный ток регулируется секционированием числа витков в обмотках и изменением величины индуктивного сопротивления. Это вытекает из закона Ома для цепи переменного тока:

$$I_{\text{св}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + R_L^2}}, \text{ при } R \rightarrow 0 \quad I_{\text{св}} = \frac{U}{R_L}.$$

Отдельные конструкции имеют конденсатор, повышающий коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ) и возможность работы в двух диапазонах. На рис. 2.2 представлена конструкция сварочного трансформатора ТСК-500.

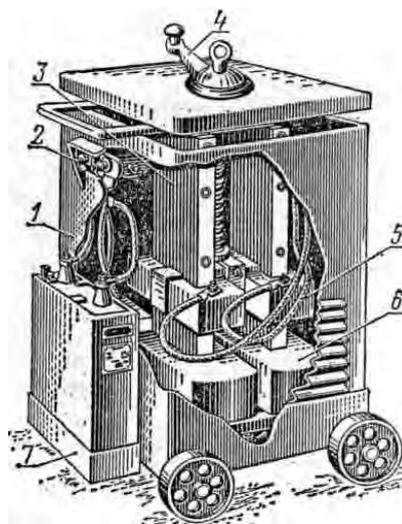


Рис. 2.2. Сварочный трансформатор ТСК-500:

1 – корпус; 2 – клеммы; 3 – сердечник; 4 – рукоятка регулятора; 5 – катушки вторичной обмотки; 6 – катушки первичной обмотки; 7 – компенсирующий конденсатор

Трансформаторы ТД-300 и ТД-500 – модернизированные образцы серии ТС. В отличие от последних в трансформаторах типа ТД катушки первичной обмотки неподвижны и закреплены в нижней части. Обмотки имеют по две катушки, попарно расположенные на стержнях магнитопровода. Трансформаторы могут работать в двух диапазонах: при параллельном соединении обмоток – диапазон больших токов, при последовательном – диапазон малых токов и повышенного (до 75 В) напряжения холостого хода.

Трансформаторы СТШ-300 и СТШ-500 однокорпусные с подвижным шунтом. Силу сварочного тока регулируют поворотом магнитных шунтов в окне магнитопровода. Это одни из самых надежных трансформаторов.

При многопостовой сварке посты получают питание централизованно от одного трансформатора, но каждый пост снабжается регулятором тока. Мощность трансформатора должна соответствовать суммарной мощности постов с учетом коэффициента одновременности работы. Трансформаторы в однокорпусном исполнении нельзя применять для многопостовой сварки. Здесь возможно использование силовых трехфазных трансформаторов. В них первичная обмотка включается треугольником, вторичная – звездой с нулем, выведенным на землю. Посты включаются между нулем и одной из фаз.

**Сварочные преобразователи.** Для питания электрической дуги постоянным током используют преобразователи. Наибольшее применение получили преобразователи типа ПС, ПСО и ПСГ. В них якорь генератора постоянного тока и ротор электродвигателя переменного тока расположены на одном валу, подшипники которого установлены в крышках корпуса. На вал электродвигателя насажен вентилятор для охлаждения преобразователя во время работы. Большинство преобразователей выпускается с двумя диапазонами сварочного тока, и в пределах каждого диапазона ток плавно изменяется реостатом. Широко применяются преобразователи ПСО-120, ПСО-300-3, ПС-500, ПСО-500 (рис. 2.3) и универсальные преобразователи ПСУ-300, ПСУ-500. Последние могут давать падающую и жесткую внешние характеристики. Число после букв в обозначении преобразователей показывает номинальную силу тока. Номинальное напряжение 25 – 40 В. В универсальных преобразователях типа ПСУ предусмотрена регулировка напряжения.

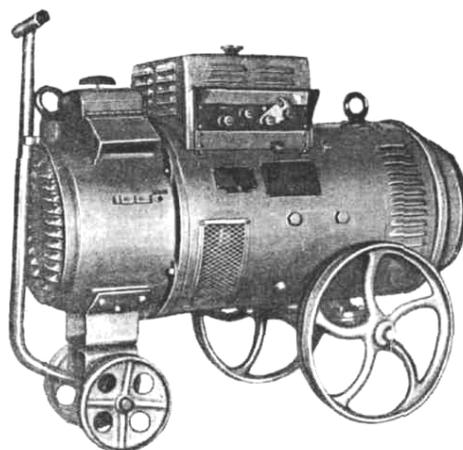


Рис. 2.3. Сварочный преобразователь ПСО-500

**Сварочные выпрямители.** Все большее распространение в качестве источников питания сварочной дуги постоянным током получают выпрями-

тели. В сварочных выпрямителях используются селеновые вентили на алюминиевой основе размером  $100 \times 100$  или  $100 \times 140$ , а также кремниевые и германиевые. Вентили включены по однофазной или трехфазной схеме выпрямления. Наибольшее распространение получила трехфазная мостовая схема. В ней требуется меньше вентиля, равномернее загрузка трех фаз сети и гарантированная устойчивость сварочной дуги. Сварочные выпрямители отличаются от преобразователей меньшим удельным расходом энергии, меньшей массой и габаритами и, кроме того, проще в обслуживании, КПД вентиля, как правило не менее 95 %.

Выпрямители состоят из понижающего трехфазного трансформатора с подвижными катушками, выпрямительного блока с вентилятором, пускорегулирующей и защитной аппаратуры, смонтированных в одном корпусе. На рис. 2.4 представлен выпрямитель ВСС-300-1.

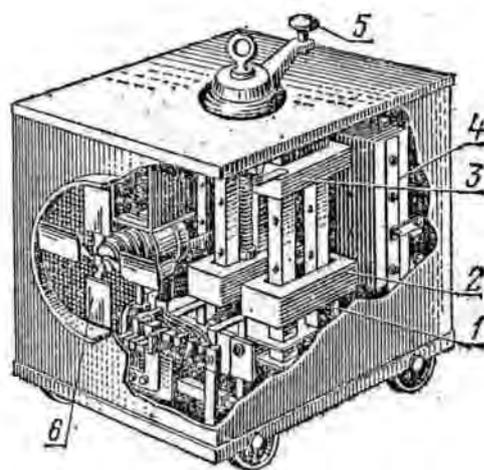


Рис. 2.4. Сварочный выпрямитель ВСС-300-1:

1 – сердечник; 2 – подвижная катушка первичной обмотки; 3 – неподвижная катушка вторичной обмотки; 4 – блок селеновых выпрямителей; 5 – рукоятки регулирования сварочного тока; 6 – вентилятор

Селеновые выпрямители имеют падающую внешнюю характеристику. Выпрямительный блок выполнен по трехфазной мостовой схеме. Для охлаждения выпрямительного блока и трансформатора выпрямитель снабжен вентилятором. Применяются преимущественно для ручной дуговой сварки.

Универсальные выпрямители ВСУ-300 и ВСУ-500 снабжены дросселем насыщения, позволяющим получать жесткие, полого- и крутопадающие характеристики, поэтому могут применяться как для ручной и механизированной дуговой сварки, так и для сварки в защитных газах плавящимся электродом.

Специальные выпрямители выпускаются для многопостовой ручной сварки под маркой ВКСМ-1000-1, ВДМ-1601, ВДМ - 3001 и др., а также для специальных видов сварки плазменно-дуговой импульсно-дуговой и других.

Габаритные размеры трансформаторов и выпрямителей с номинальным током 160–500 А для укрупненных расчетов принимаются от 600 × 320 × 550 до 750 × 840 × 780 мм, для величин номинального тока 200–500 А – 800 × 650 × 750 мм, 500 × 1600 А – 1400 × 850 × 1750 мм, для преобразователей 1500 × 750 × 900 мм, для всего диапазона номинальных токов. Дополнительная информация приводится в литературе [18–20, 26].

Восстановление деталей плазмой предполагает нанесение на изношенные поверхности износостойких покрытий, получение которых в большинстве своем определяется присадочными материалами. Использование плазменной струи (сжатой дуги) позволяет расплавлять практически все тугоплавкие материалы и твердые сплавы с большой скоростью, что значительно повышает качество наплавленного слоя. Однако обеспечение этого процесса электрической энергией отличается от дуговой сварки и наплавки. Если при дуговой сварке или наплавке важнейшим требованием к источнику питания является постоянство силы тока, то при плазменном нагреве необходимо постоянство подводимой мощности, т. е.  $IU = \text{const}$ . Характеристика источника тока должна иметь форму гиперболы или приближенную к ней прямолинейную зависимость, получаемую от источника питания постоянного напряжения через балластный реостат, или крутопадающую, даже вертикальную характеристику, позволяющую значительно изменять напряжение при постоянной силе тока. В качестве источников питания током при наплавке с использованием плазменной струи применяют специальные полупроводниковые выпрямители типа УПН-160/600, УПС-301У, УПС-403У, УПС-501У, УПК-303. Выпрямитель УПН-160/600 имеет три степени напряжения холостого хода от 80 до 160 В, изменяющихся через 40 В, и три ступени рабочего напряжения от 30 до 70 В, изменяющихся через 20 В. Номинальный рабочий ток 600 А с пределами регулирования: 220 – 600 А, 300 – 640 А и 400 – 680А. Напряжение трехфазной сети, питающей выпрямитель, должно быть 380 В с обычной частотой. Максимальная потребляемая мощность 160 кВт. Для регулирования тока плазменной дуги используют балластные реостаты типа РБ-300.

Кроме специальных источников питания током можно использовать сварочные преобразователи постоянного тока или другие источники питания, имеющие напряжение холостого хода не ниже 120 В и крутопадающую ха-

рактеристику. Обычно в качестве источников питания используются два последовательно включенных сварочных преобразователя типа ПСО-500.

### 2.1.2. Газопламенное расплавление материалов

Сварка, наплавка, газотермическое напыление с использованием теплового режима от сгорания горючих газов в технически чистом кислороде осуществляется с использованием *комплекта оборудования и оснастки* для получения горючих газов, безопасного транспортирования их к горелкам и аппаратам, обеспечивающим получение необходимой температуры и химического состава пламени.

**Горючие газы.** К горючим газам относят ацетилен, пропан, природный газ и др.

Ацетилен чаще других горючих газов применяется для сварки и наплавки, дает наиболее высокую температуру пламени при сгорании в кислороде (3050–3150 °С). Ацетилен (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) получают разложением карбида кальция (Ca C<sub>2</sub>) водой, разложением нагретого природного газа с кислородом и разложением жидких углеводородов. Первый нашел наибольшее распространение. Получение ацетилена из карбида кальция происходит по реакции с большим выделением тепла



где  $Q$  – теплота, выделяющаяся в этой реакции (475 ккал/кг).

**Газы-заменители ацетилена.** Пропан-бутановая смесь представляет собой смесь пропана с 5–30 % бутана. Смесь получают при добыче природных газов и при переработке нефти. Температура пропан-кислородного пламени достигает 2400 °С. Для выполнения работ пропан-бутановая смесь доставляется потребителю в сжиженном состоянии. Переход смеси из жидкого состояния в газообразное происходит самопроизвольно в верхней части баллона из-за меньшей удельной массы газа по сравнению с сжиженной смесью.

**Природный газ.** Состоит в основном из метана (77–98 %) и небольших количеств бутана, пропана и др. Газ почти не имеет запаха, поэтому для обнаружения его утечки в него добавляют специальные резко пахнущие вещества. Метан-кислородное пламя имеет температуру 2100–2200 °С, которая ниже температуры пропан-кислородного пламени, поэтому природный газ применяется в ограниченных случаях.

**Кислород** получают разложением воды электрическим током или глубоким охлаждением атмосферного воздуха.

**Аппараты (устройства) для получения ацетилена из карбида кальция разложением водой называются ацетиленовыми генераторами.**

Генераторы подразделяются в соответствии с действующими стандартами по давлению получаемого ацетилена (низкого давления – до 10 кПа и среднего давления от 10 до 70 кПа и от 70 до 150 кПа); по производительности и установке: передвижные производительностью до 3 м<sup>3</sup>/ч и стационарные производительностью от 3м<sup>3</sup>/ч; по способу взаимодействия карбида кальция с водой: «карбид в воду» (КВ), «вода на карбид» (ВК), «вытеснение воды» (ВВ); комбинированные «вода на карбид» и «вытеснение воды» (ВК и ВВ), (рис. 2.5).

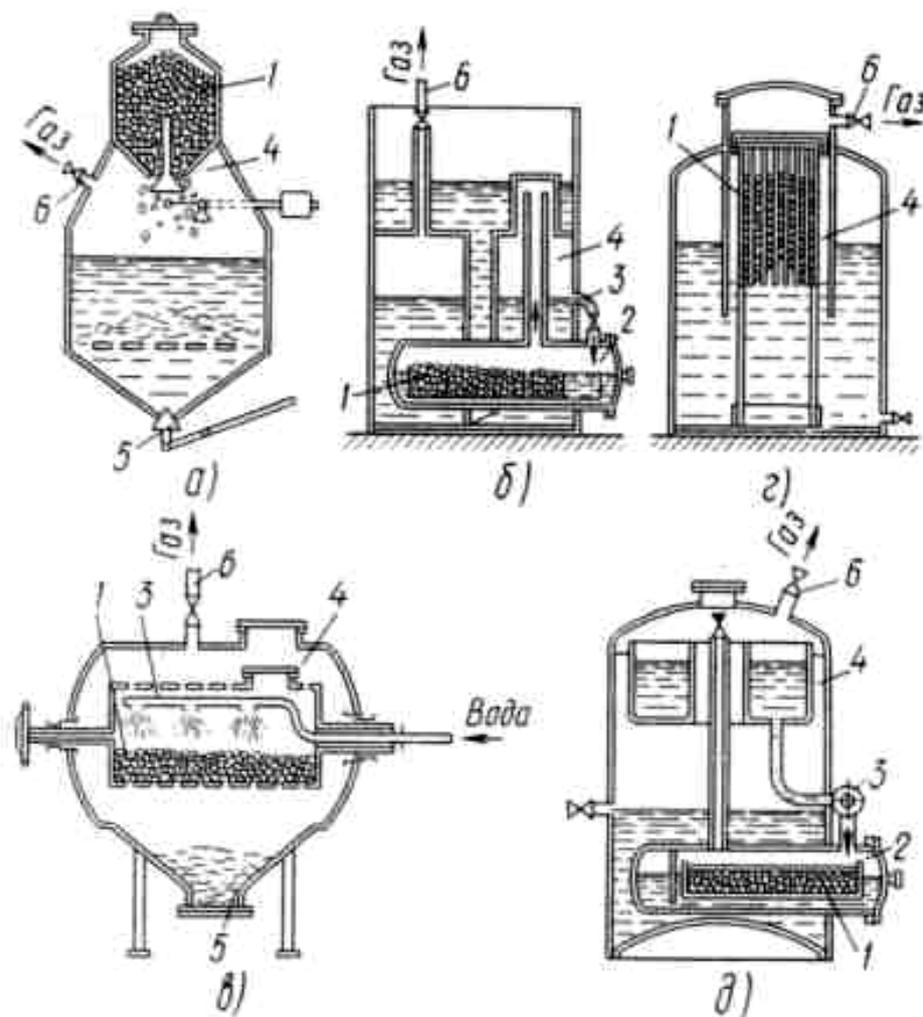


Рис. 2.5. Ацетиленовые генераторы:

*а* – «карбид в воду», *б* – «вода на карбид», *в* – «сухого разложения»,  
*г* – «вытеснение воды», *д* – комбинированная система «вода на карбид» и  
«вытеснение воды»; *1* – бункер или барабан с карбидом кальция,  
*2* – реторта, *3* – система подачи воды, *4* – газосборник, *5* – спуск ила,  
*6* – отбор газа

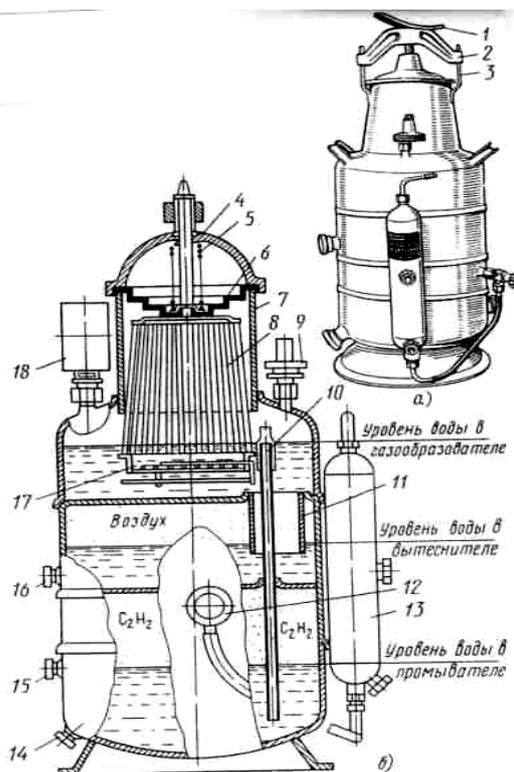


Рис. 2.6. Ацетиленовый генератор, работающий по схеме «карбид в воду»:  
*а* – внешний вид; *б* – схема; 1 – винт; 2 – скоба; 3 – направляющие; 4 – крышка; 5 – пружина мембраны; 6 – мембрана; 7 – горловина; 8 – загрузочная корзина; 9 – предохранительный клапан; 10 – переливная трубка; 11 – патрубок; 12 – вентиль; 13 – предохранительный затвор; 14 – штуцер для слива иловой воды; 15 – контрольная пробка уровня воды в промывателе; 16 – штуцер для слива воды из промывателя; 17 – поддон; 18 – манометр

В обозначении типа генератора указывается: ацетиленовый, давление, передвижной (стационарный, комбинированный), производительность, порядковый номер модели. Например: АСП-1,25-6 (ацетиленовый, среднего давления, передвижной, производительностью 1,25 м<sup>3</sup>/ч, модель 6).

**Баллоны для сжатых газов** различаются по вместимости, конструктивным особенностям, окраске. Наиболее распространены баллоны вместимостью 40 дм<sup>3</sup>.

Кислородный баллон окрашивают в голубой цвет, ацетиленовый – в белый, баллон для аргона – в серый, для углекислого газа и воздуха – в черный, водорода – в темно-зеленый, для прочих горючих газов – в красный цвет.

На верхней сферической части баллона оставляют неокрашенным место, на котором выбивают паспортные данные баллона: товарный знак заво-

да-изготовителя, номер баллона, массу порожнего баллона, дату изготовления, год следующего испытания, рабочее и испытательное давление, вместимость, клеймо ОТК. Испытания проводят через каждые пять лет эксплуатации.

Кислород закачивается в баллоны до давления 15 МПа. Определить количество кислорода в переводе на атмосферное давление можно умножением емкости баллона на давление газа в нем (по показанию манометра). Баллон вместимостью 40 дм<sup>3</sup> при давлении газа 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>) содержит кислорода  $40 \cdot 150 = 6000$  дм<sup>3</sup>, или 6 м<sup>3</sup>. Полностью выпускать кислород из баллона не следует, т. к. на газонаполнительных предприятиях осуществляется проверка состава газа, находившегося в баллоне.

Ацетиленовые баллоны заполнены пористой массой (древесный уголь, пемза, инфузорная земля и др.), образующей микрообласти, необходимые для безопасного хранения ацетилена под давлением. Микрообласти заполняются ацетоном, растворяющим ацетилен. Один объем ацетона растворяет при нормальной температуре и давлении 23 объема ацетилена. Давление растворенного ацетилена в наполненном баллоне не должно превышать 1,9 МПа при 20 °С.

При отборе ацетилена из баллона частично уносится ацетон. Для уменьшения потерь ацетона нельзя отбирать ацетилен из баллона со скоростью более 1700 дм<sup>3</sup>/ч. Остаточное давление должно быть 0,05–0,1 МПа, при температуре от 25 до 35 °С – 0,3 МПа.

Ацетиленовые баллоны при работе всегда должны находиться в вертикальном положении.

Баллоны для сжиженного газа пропана изготавливают сварными из углеродистой стали Ст 3 вместимостью 27; 50; 80 дм<sup>3</sup> с толщиной стенки 3 мм. Предельное рабочее давление в баллоне с пропаном не должно превышать 0,16 МПа. Баллон наполняется с таким расчетом, чтобы над жидкостью была паровая подушка для заполнения ее расширившимся сжиженным газом при повышении температуры. Коэффициент наполнения пропанового баллона составляет 0,452 кг/дм<sup>3</sup>. В пропановый баллон вместимостью 50 дм<sup>3</sup> заливается 21,3 кг жидкого пропана.

**Вентиль** – это запорное устройство, которое позволяет сохранить в баллоне сжатый или сжиженный газ. Назначение и принцип действия всех баллонных вентилях одинаковы. Каждый вентиль имеет шпindel, который перемещается при вращении маховичка, открывая или закрывая клапан. Хвостовик вентиля имеет коническую резьбу.

Вентиль кислородного баллона изготавливается из латуни, обладающей коррозионной стойкостью в среде кислорода.

Ацетиленовый вентиль изготавливается из стали, так как медные сплавы с содержанием более 70 % меди при длительном соприкосновении с ацетиленом образуют взрывчатое соединение ацетиленистую медь. Ацетиленовый редуктор присоединяется к вентилю хомутом, а открывание и закрывание вентиля выполняется специальным торцовым ключом.

Вентиль для пропанового баллона по конструкции подобен кислородному, но в отличие от него редуктор присоединяется накидной гайкой с левой резьбой.

Вентили имеют различную резьбу хвостовиков, что исключает возможность установки на баллон не соответствующего ему вентиля.

**Редуктор** служит для понижения давления газа с баллонного или сетевого до рабочего и автоматического поддержания рабочего давления постоянной величины независимо от давления газа в баллоне или сети.

Корпус редуктора окрашивается в тот же цвет, что и баллон: кислородный – в голубой, ацетиленовый – в белый, пропановый – в красный.

Промышленность выпускает баллонные кислородные редукторы (одноступенчатый) ДКП-1-65, двухступенчатые ДКД-8-65 и ДКД-15-65, баллонные ацетиленовые редукторы ДАП-1-65, двухступенчатый ДАД-1-65, водородный ДВП-1-65 и пропан-бутановый ДПП-1-65.

**Рукава** (шланги) служат для подвода газа к горелке или резаку. Они изготавливаются из резины с одной или двумя тканевыми прослойками. Согласно действующим стандартам, выпускаются рукава трех типов: I – для ацетилена и газов-заменителей (пропан и др.); II – для жидких горючих (из бензостойкой резины); III – для кислорода. Рукава изготавливаются с внутренними диаметрами 6; 9; 12 и 16 мм. Для горелок с низкой мощностью пламени применяются рукава с внутренним диаметром 6 мм. Рукава должны иметь окраску наружного слоя: кислородные – синюю, ацетиленовые – красную, для жидкого горючего – желтую. Для работы при низких температурах (ниже –35 °С) применяют неокрашенные рукава из морозостойкой резины. Длина рукава берется не более 20 м и не менее 4,5 м; длина стыкуемых участков должна быть не менее 3 м. Рукава выпускаются на рабочее давление: типы I и II – до 0,6 МПа, тип III – до 1,5 МПа.

**Сварочные горелки** разделяются на инжекторные и безынкекторные, однопламенные и многопламенные, для газообразных горючих (ацетилено-

вые и др.) и жидких (пары керосина). Наибольшее применение имеют инжекционные горелки, работающие на смеси ацетилена с кислородом (рис. 2.7).

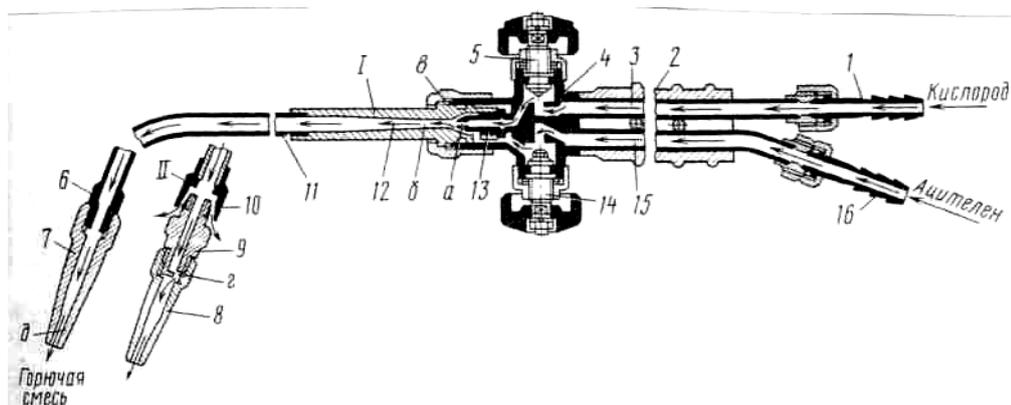


Рис. 2.7. Устройство инжекционной горелки:

1, 16 – кислородный и ацетиленовый nipples; 2 – рукоятка; 3, 15 – кислородная и ацетиленовая трубки; 4 – корпус; 5, 14 – кислородный и ацетиленовый вентили; 6 – nipple наконечника; 7 – мундштук; 8 – мундштук для пропан-бутан-кислородной смеси; 9 – штуцер; 10 – подогреватель; 11 – трубка горючей смеси; 12 – смесительная камера; 13 – инжектор;  $a$ ,  $b$  – диаметры выходного канала инжектора смесительной камеры;  $v$  – размер зазора между инжектором и смесительной камерой;  $z$  – боковые отверстия в штуцере 9 для нагрева смеси;  $d$  – диаметр отверстия мундштука

Горелка состоит из двух основных частей: ствола и наконечника. Ствол имеет кислородный 1 и ацетиленовый 16 nipples с трубками 3 и 15, рукоятку 2, корпус 4 с кислородным 5 и ацетиленовым 14 вентилями. С правой стороны горелки (если смотреть по направлению течения газов) находится кислородный вентиль 5, а с левой – ацетиленовый вентиль 14. Вентили служат для пуска, регулирования расхода и прекращения подачи газа при гашении пламени. Наконечник, состоящий из инжектора 13, смесительной камеры 12 и мундштука 7, присоединяется к корпусу ствола горелки накидной гайкой.

Инжектор 13 представляет собой цилиндрическую деталь с центральным каналом малого диаметра для кислорода и периферийными радиально расположенными каналами для ацетилена. Инжектор ввертывается в смесительную камеру наконечника и находится в собранной горелке между смесительной камерой и газоподводящими каналами корпуса горелки. Его назначение состоит в том, чтобы кислородной струей создавать разреженное состояние и засасывать ацетилен, поступающий под давлением не ниже 1 кПа. За счет разрежения за инжектором достигается скорость кислородной струи (до 300 м/с). Давление кислорода, поступающее через вентиль 5, составляет от 0,05 до 0,4 МПа.

## 2.2. Источники питания гальванических ванн и установок

Для реализации процессов нанесения металлов на изношенные поверхности с использованием *электрохимических способов* для гальванических установок в качестве источников питания используются специальные выпрямители.

Основными параметрами выпрямителей являются номинальный выпрямленный ток и выпрямленное напряжение, обратное напряжение и падение напряжения. В зависимости от технологических требований применяют реверсивные и нереверсивные выпрямители, выпрямители со ступенчатым или плавным регулированием тока и напряжения.

Выпрямитель имеет следующие основные системы: силовой трансформатор, систему выпрямления, фильтр для сглаживания пульсаций выпрямленного тока и напряжения, системы защиты, управления и регулирования, коммутационную аппаратуру и электроизмерительные приборы.

В выпрямителях применяются трансформаторы специального назначения, т. к. эти источники тока имеют такие характерные особенности, как неодновременная нагрузка различных фаз в соответствии с неодновременным прохождением тока через вентили блока выпрямителей. В выпрямителях мощностью до 15 кВт применен транзисторный усилитель постоянного тока, который обеспечивает стабилизацию заданных выходных параметров. В выпрямителях мощностью 15 кВт и выше для автоматического регулирования применяется магнитный усилитель.

Из опыта нанесения покрытий рекомендуется применять кремниевые выпрямители, хотя до сих пор на многих предприятиях еще используются селеновые и германиевые выпрямители. Применяются селеновые выпрямители типов ВС, ВСА, ВСГ, ВСМР, ВСМН с выпрямленным напряжением от 6 до 24 В и силой тока до 5000 А, с воздушным и масляным охлаждением. Селеновые выпрямители рекомендуется применять в случаях, когда предел напряжения не превышает 40–60 В и не требуется реверсирование тока. Кремниевые выпрямительные агрегаты имеют следующие преимущества перед селеновыми и германиевыми:

- 1) позволяют производить ручное плавное регулирование выпрямленного напряжения;
- 2) обеспечивают автоматическую стабилизацию выпрямленного напряжения;
- 3) производят автоматическую стабилизацию выпрямленного тока;
- 4) производят автоматическую стабилизацию плотности тока.

Точность стабилизации параметров  $\pm 10\%$  от установленного значения.

### **2.3. Специальное оборудование и устройства для механизации и автоматизации процессов восстановления**

**Механизированные способы наплавки и газотермического напыления** широко используются на практике, имеют научную основу, обеспечивающую возможность расчета режимов и создания средств для их реализации. Источники питания были рассмотрены ранее (п. 2.1.1). В первую очередь к такому оборудованию необходимо отнести специальные станки для выполнения наплавочных работ и газотермического напыления. Эти станки спроектированы в отраслевых проектных и конструкторских организациях, выпускаются серийно.

Основой для их создания являются технологии сварки, наплавки, газотермического напыления и конструкции оборудования, разработанные в институте сварки им. Е.О. Патона (Украина).

Наплавочные станки классифицируются по назначению, как по типам наплавляемых (свариваемых) изделий и их размерам. Наплавочные станки могут быть укомплектованы различными по назначению наплавочными и сварочными аппаратами.

Станок У651 (рис. 2.8) предназначен для упрочнения и восстановления дуговой наплавкой наружных цилиндрических поверхностей и поверхностей шлицев. Кроме того, на станке можно производить сварку круговых и прямолинейных швов. Диаметр наплавляемых деталей 20–500 мм, длина 1300 мм, масса – до 200 кг. Способы наплавки: открытой дугой порошковой проволокой (одно- и двухэлектродная), в среде защитных газов и под слоем флюса.

Станок состоит из станины, выполненной в виде балки коробчатого сечения, которая опирается на тумбу и заднюю стойку. В стойке расположены понижающие трансформаторы, остальное электрооборудование смонтировано в тумбе. На тумбе установлена коробка скоростей, вращение от которой передается шпинделю вращателя и на коробку передач. Скорость шпинделя 0,025–8,7 об/мин (регулировка ступенчатая). Коробка подач обеспечивает вращение ходового винта каретки, перемещаемой на катках по направляющим, закрепленным на задней плоскости станины.

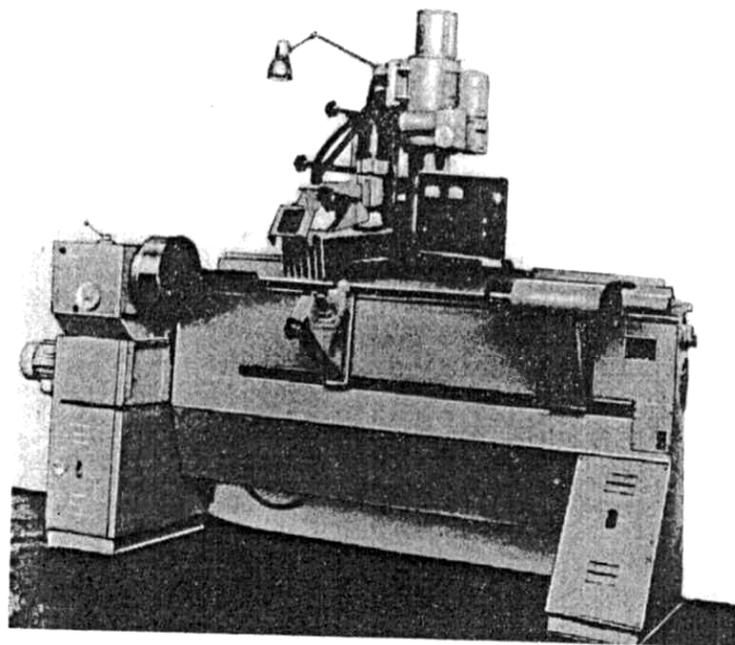
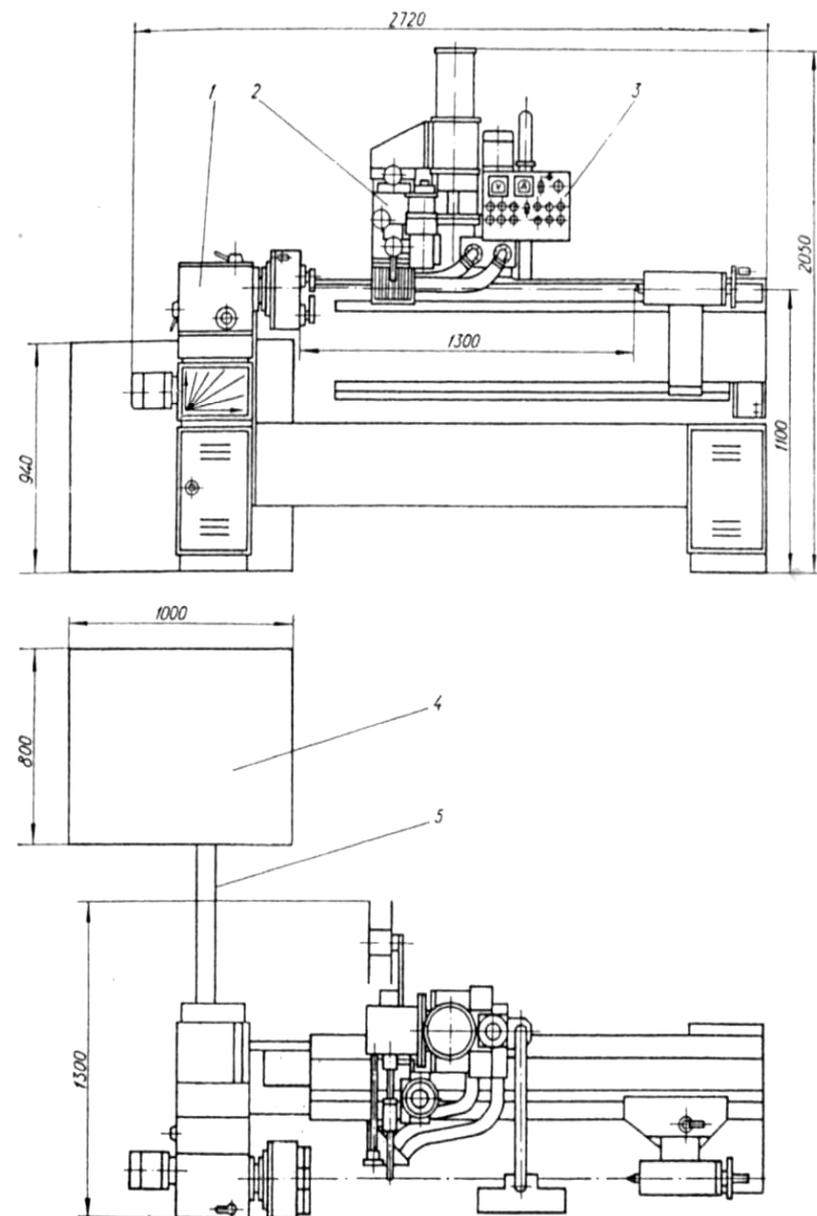


Рис. 2.8. Наплавочный станок У651:

1 – вращатель; 2 – сварочная головка; 3 – пульт управления;  
4 – сварочный выпрямитель; 5 – сварочные провода



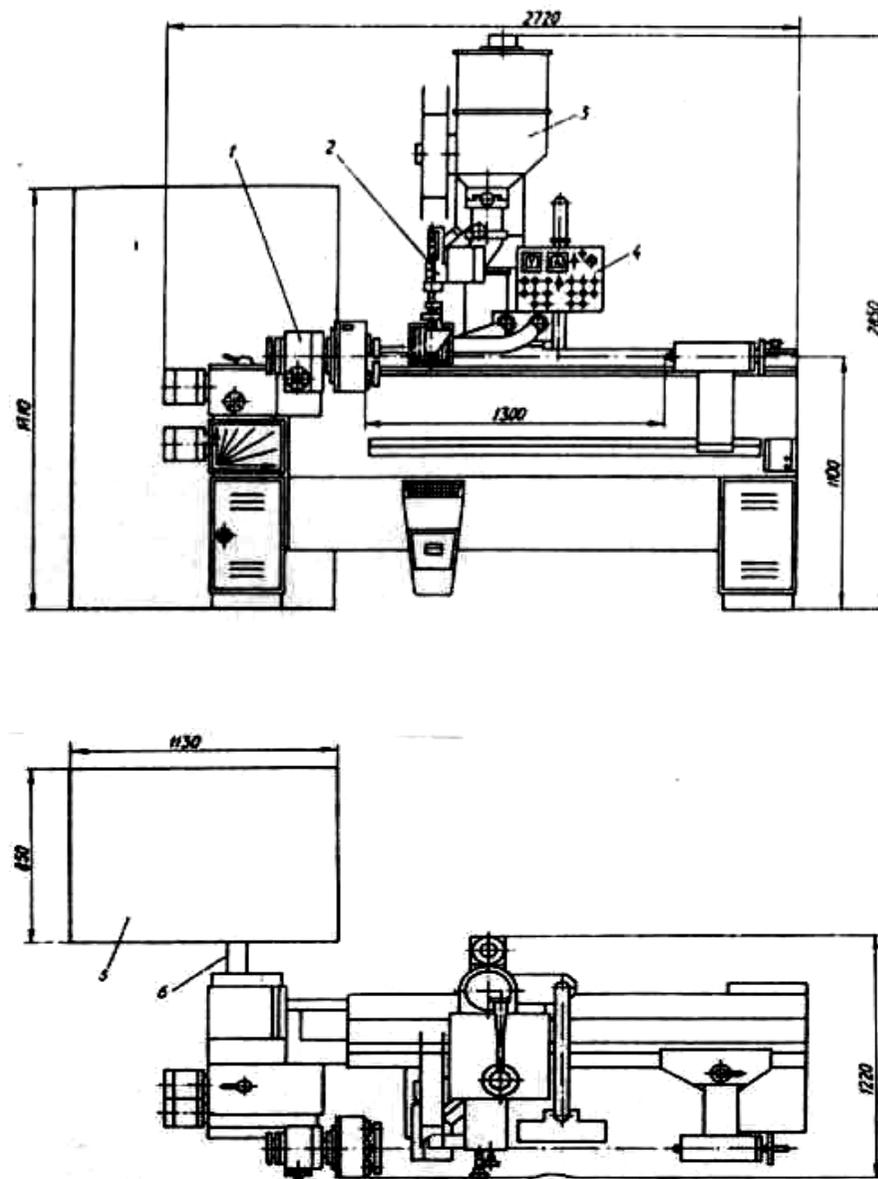
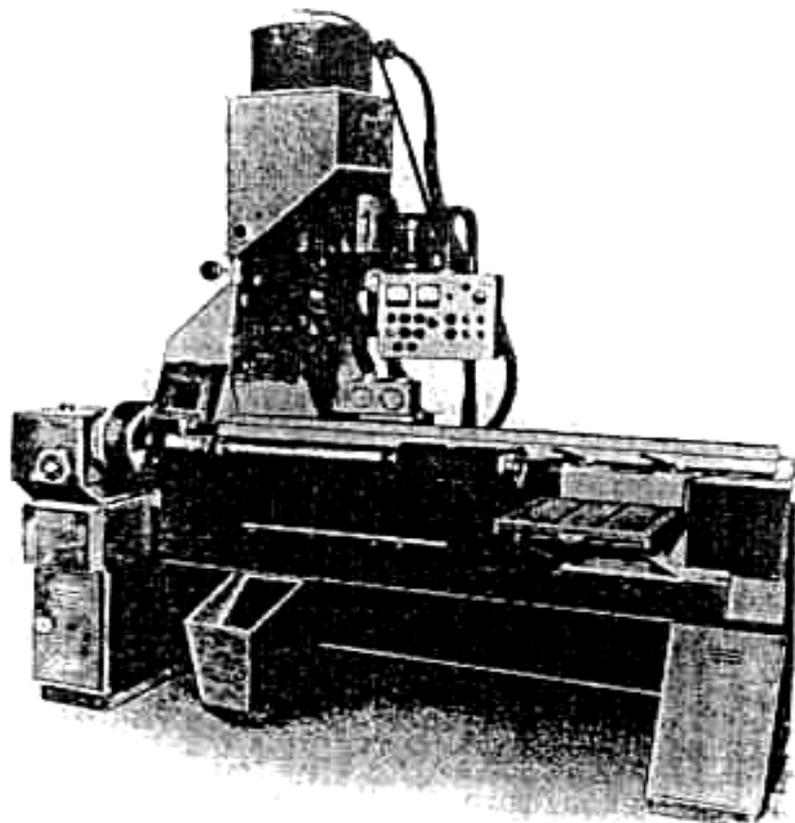


Рис. 2.9. Наплавочный станок У652

1 – вращатель; 2 – сварочная головка; 3 – флюсоаппарат;  
 4 – пульт управления; 5 – сварочный выпрямитель;  
 6 – сварочные провода

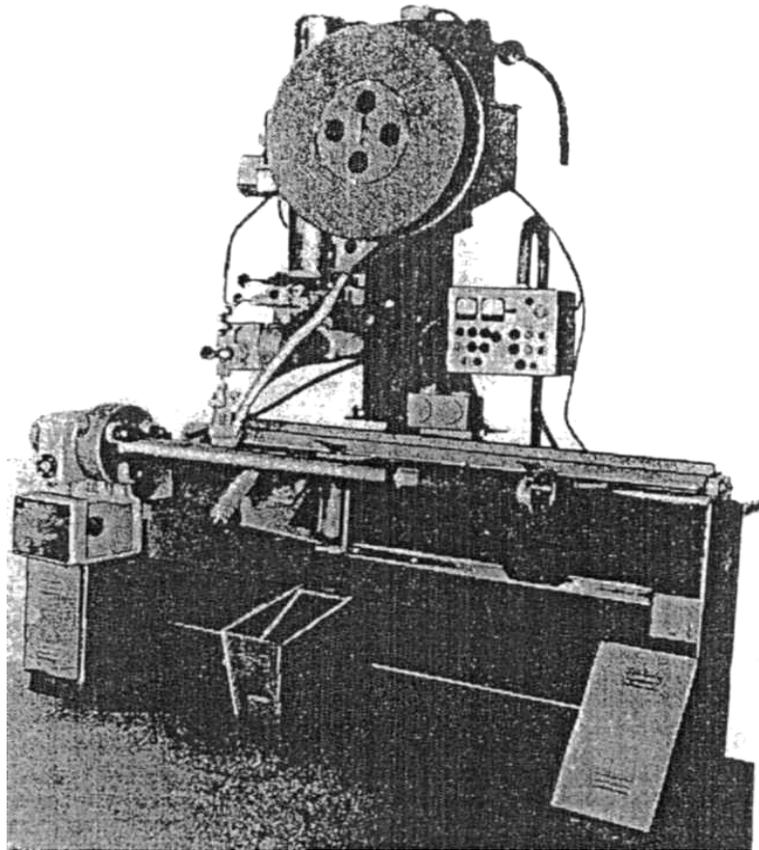
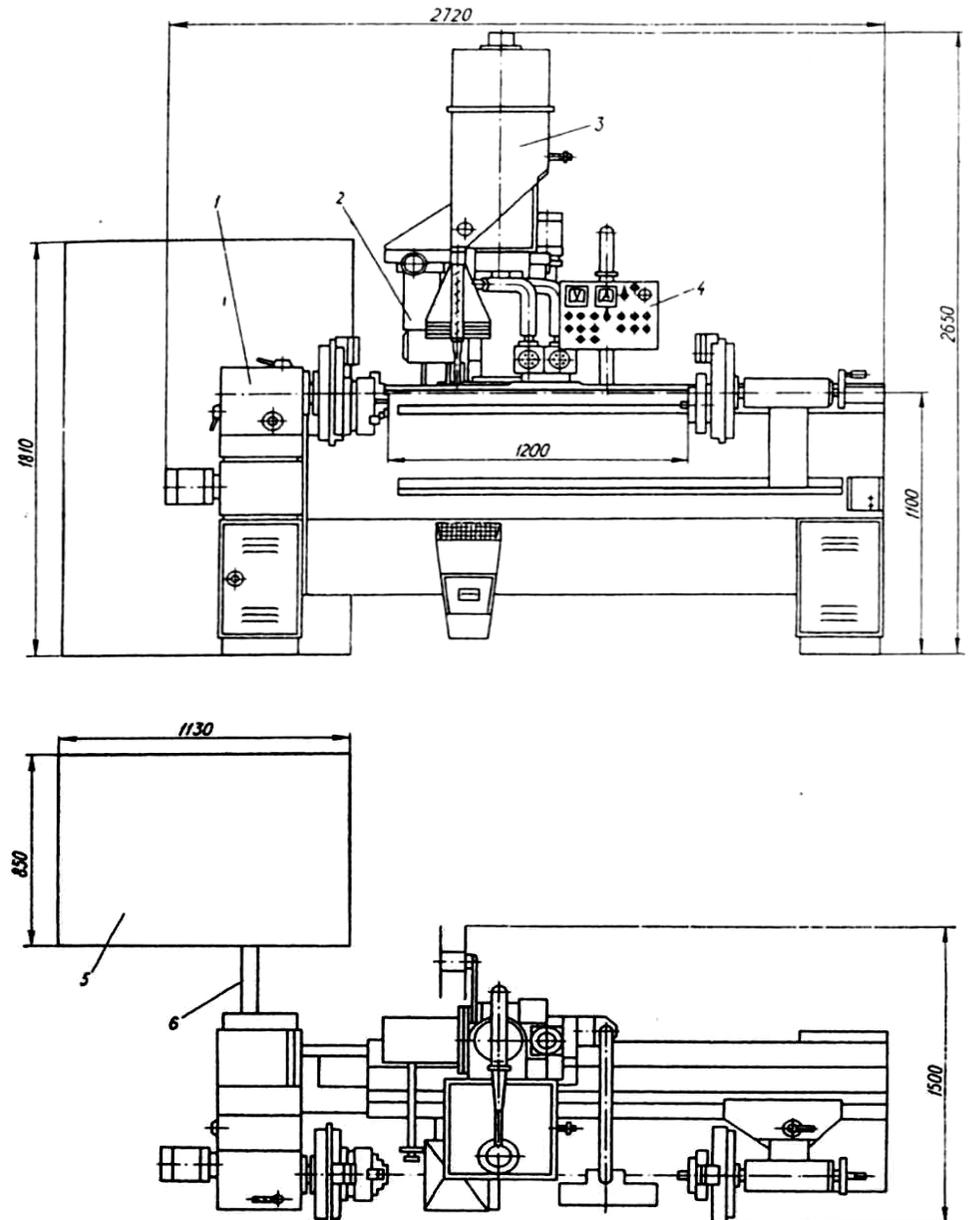


Рис. 2.10. Наплавочный станок У653

1 – манипулятор; 2 – сварочная головка; 3 – флюсоаппарат;  
 4 – пульт управления; 5 – сварочный выпрямитель;  
 6 – сварочные провода



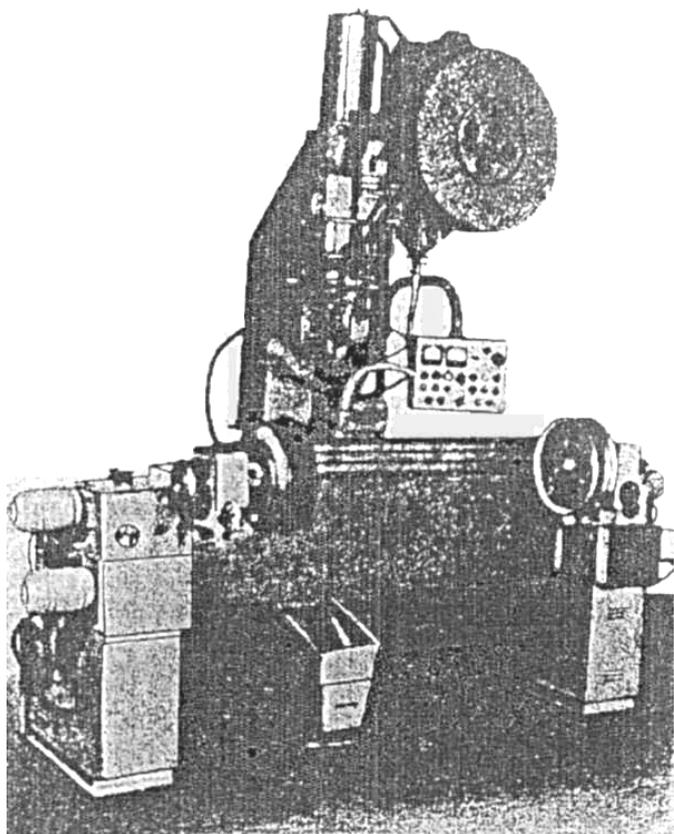
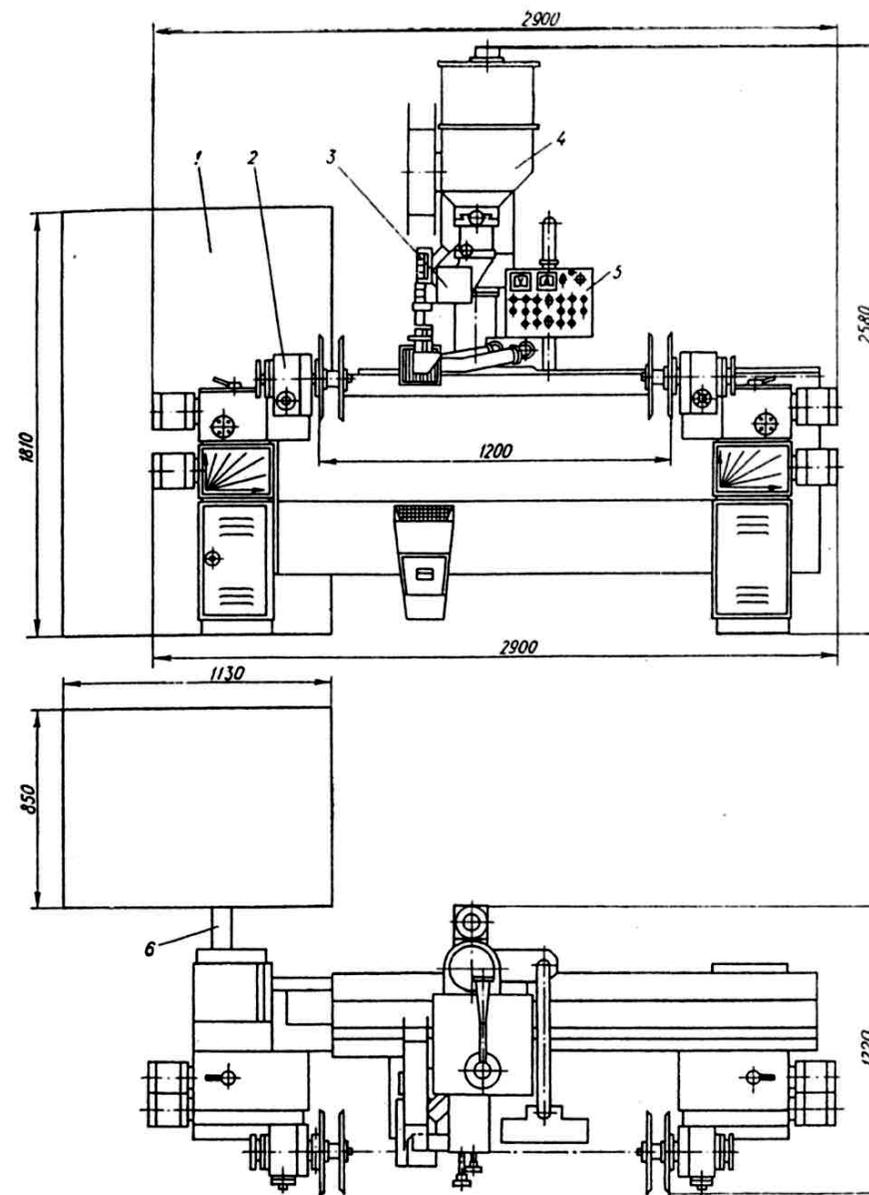


Рис. 2.11. Наплавочный станок У654

1 – сварочный выпрямитель; 2 – вращатель; 3 – сварочная головка; 4 – флюсоаппарат; 5 – пульт управления; 6 – сварочные провода



К каретке сверху крепится наплавочный аппарат, а снизу – флюсоприемник. Каретка имеет рабочую скорость 0,5–150 м/ч (регулировка ступенчатая) и маршевую скорость 2 м/мин. Задняя бабка закреплена консольно на направляющих передней плоскости станины. Ее перемещают по направляющим вручную и закрепляют в определенном положении. Поджимают наплавляемое изделие пинолью, имеющей пружинный тепловой компенсатор. При необходимости на направляющих задней бабки устанавливают люнет. Станок оборудован газоотводом. Конструкция станины и общая компоновка станка обеспечивают удобный доступ в зону наплавки и простое обслуживание всех его агрегатов.

Станок У652 (рис. 2.9) предназначен для упрочнения и восстановления дуговой наплавкой коренных и шатунных шеек коленчатых валов, галтелей, шеек под шестерню распределительного вала и шлицев. На станке можно осуществлять наплавку под флюсом или открытой дугой порошковой проволокой, а также сварку круговых и прямолинейных швов. Станок У652 отличается от станка У651 типом применяемого наплавочного аппарата и наличием центросместителей и других специальных приспособлений для крепления коленчатых валов.

Универсальный наплавочный станок У653 (рис. 2.10) предназначен для упрочнения и восстановления дуговой наплавкой наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей деталей типа фланцев, поверхностей шлицев, плоских поверхностей. На станке можно также сваривать прямолинейные и круговые швы. Диаметр наплавляемых поверхностей – 50–800 мм, длина до 1200 мм, ширина плоских наплавляемых поверхностей – до 400 мм, масса изделия – до 200 кг. Способы наплавки: под флюсом; открытой дугой порошковой проволокой (одно- и двухэлектродная); в среде защитных газов. Станок У653 отличается от станка У651 типом наплавочного аппарата. Кроме того, вместо вращателя с фиксированным положением оси вращения установлен манипулятор, обеспечивающий любое положение оси вращения в вертикальной плоскости.

Станок укомплектован столом для наплавки плоских изделий, закрепленном на направляющих задней бабки. Наплавка плоских деталей возможна двумя методами. При первом методе сварочный аппарат перемещается вдоль оси станка с режимной линейной скоростью, а поперечное перемещение электрода относительно изделия обеспечивается ручным смещением колебательного механизма сварочного аппарата или смещением верхней части стола с изделием. При втором методе наплавка производится при автоматиче-

ской работе колебательного механизма и одновременном перемещении каретки со сварочным аппаратом вдоль оси станка со скоростью, обеспечивающей перекрытие наплавляемых валиков на 20–50%.

Крепление наплавляемых изделий диаметром до 80 мм осуществляется в патроне с тепловым компенсатором, длинные детали поджимаются задней бабкой и (при необходимости) поддерживаются люнетом. Для крепления изделий диаметром свыше 80 мм применяют планшайбы: одну – для изделий диаметром до 400 мм, а другую – до 800 мм. Для наплавки внутренних поверхностей станок укомплектован специальным горизонтальным мундштуком.

На станке У654 (рис. 2.11) не предусмотрено закрепление изделия в двух опорах. Однако он сконструирован из тех же узлов, что и станки У651, У652, У653, т. е. связан с этими станками внутригрупповой унификацией. Станок предназначен для упрочнения и восстановления дуговой наплавкой наружных цилиндрических и конических поверхностей, а также для сварки прямолинейных и круговых швов.

Основное отличие станка У654 от станка У653 – применение двух манипуляторов – левого и правого (двухместная компоновка), что позволяет совместить по времени наплавку изделия на одном манипуляторе с разгрузочно-загрузочными и иными вспомогательными действиями – на другом.

Широкое применение при восстановлении деталей нашли установки, созданные в организациях ГОСНИТИ, «Ремдеталь» (Россия), государственном учреждении «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт сварки и защитных покрытий с опытным производством (ГУ НИ и КТИ сварки и защитных покрытий)».

Компоновочные схемы наплавочных станков, выпускаемых серийно, обладают конструктивной преемственностью и универсальностью. В ремонтных организациях они могут служить обоснованием для рассмотрения номенклатуры восстанавливаемых деталей по мере появления новых технологий и аппаратов, установка которых возможна на место штатных.

В организациях автомобильного транспорта широко используется возможность применения утратившего свою точность станочного оборудования: токарно-винторезных, сверлильных (роторная наплавка) и др. с дооборудованием их необходимыми узлами (дополнительные коробки скоростей, приспособлений для установки наплавочных головок, аппаратов для ГТН, газопламенных горелок и др.). На рис. 2.12 представлена схема наплавки под слоем флюса с использованием токарно-винторезного станка.

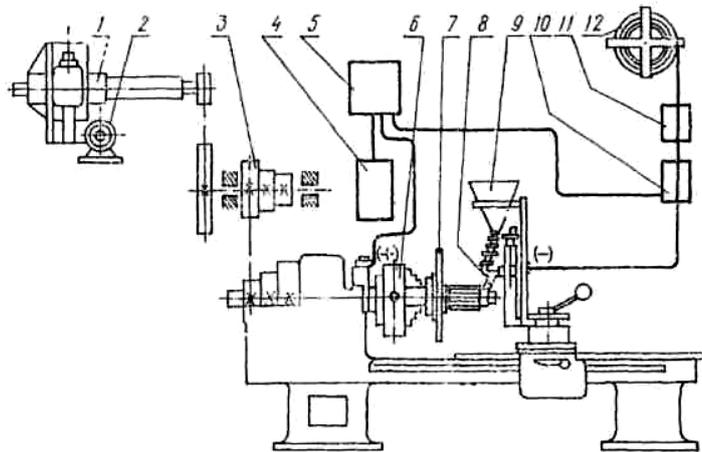


Рис. 2.12. Схема установки для автоматической наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса:

1 – редуктор; 2 – электродвигатель; 3 – конпривод; 4 – сварочный преобразователь; 5 – аппаратный ящик; 6 – патрон токарного станка; 7 – наплавляемая деталь; 8 – держатель; 9 – бункер; 10 – проволокоподающий механизм; 11 – очиститель; 12 – кассета с проволокой

На рис. 2.10 приведена схема установки УГН-1 (разработка В.П. Силуянова, Беларусь) для наплавки фасонных клапанов, реализация которой возможна на вертикально-сверлильном станке.

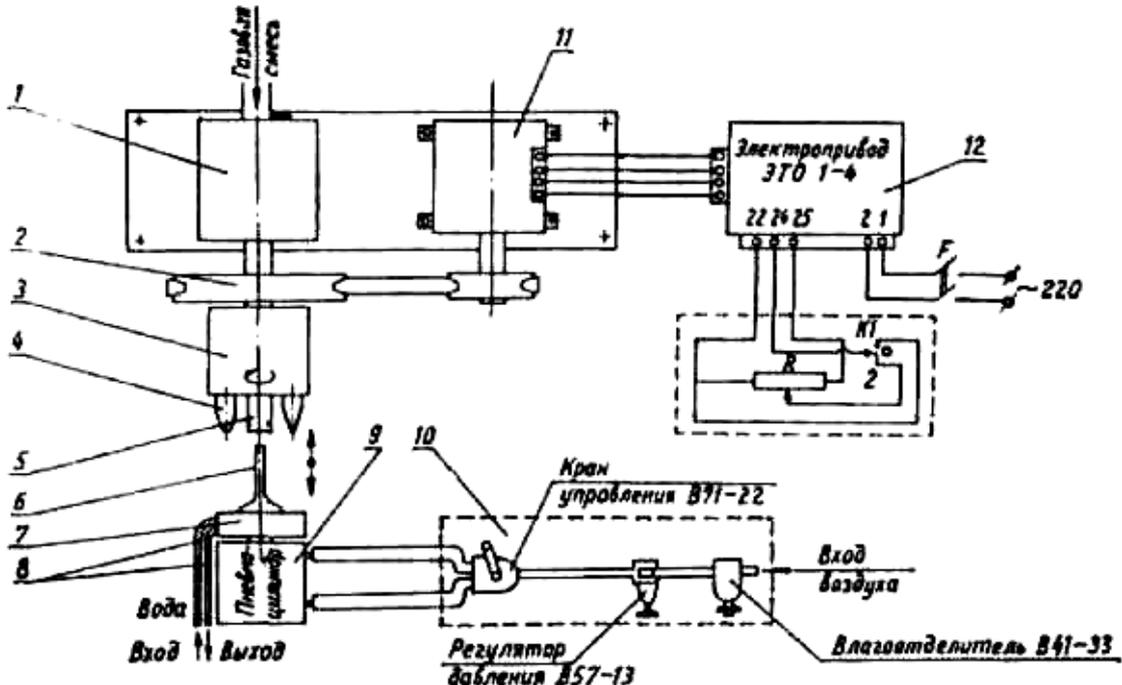


Рис. 2.13. Принципиальная схема роторной установки УГН-1:

1 – подшипниковый узел; 2 – шкив; 3 – горелка; 4 – мундштук; 5 – бункер; 6 – деталь (клапан); 7 – охлаждаемая подставка; 8 – система охлаждения; 9 – пневмоцилиндр; 10 – система подготовки; 11 – электродвигатель; 12 – электропривод

Наплавочные станки комплектуются наплавочными аппаратами (головками), которые конструктивно подобны и могут использоваться в широком диапазоне технологических процессов. Их нетрудно заменить как на специальных установках, так и на приспособленном для этих целей станочном оборудовании: суппорт токарно-винтовых станков, стол сверлильных или шпиндель сверлильных и расточных. В зависимости от способа защиты сварочной ванны наплавочные головки имеют дополнительные устройства и механизмы: флюсовую аппаратуру, вибраторы, устройства для подачи защитного газа, охлаждающей жидкости или пара, в некоторых случаях и комбинацию таких устройств.

На рис. 2.14 представлена схема автоматической наплавочной головки под слоем флюса.

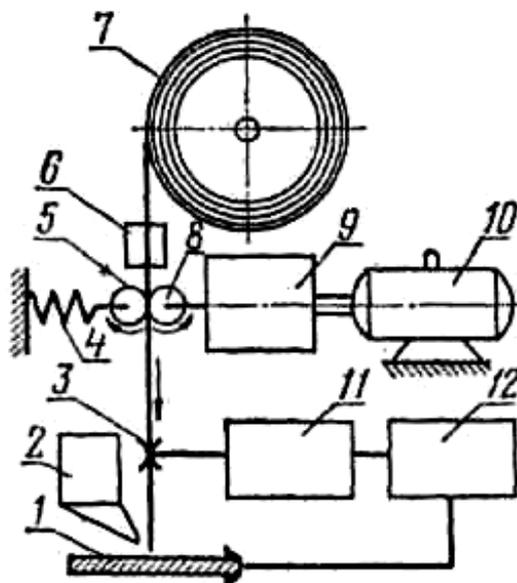


Рис. 2.14. Схема автоматической сварочной головки:

1 – наплавляемая деталь; 2 – бункер для флюса; 3 – мундштук; 4 – пружина; 5 – прижимной ролик; 6 – очиститель проволоки; 7 – кассета с проволокой; 8 – ведущий (подающий) ролик; 9 – специальный редуктор; 10 – электродвигатель; 11 – аппаратный ящик; 12 – источник тока

Сварочная (наплавочная) проволока из кассеты 7 с помощью подающего механизма 8–5 через очиститель 6 подается к детали 1. Привод подающего механизма осуществляется через специальный редуктор 9 с помощью электродвигателя 10. Позиции 5, 6, 8, 9, 10 объединены в общий узел – механизм подачи присадочного материала. Токоведущий мундштук 3, пускорегулирующая аппаратура 11 и источник тока 12 объединяются в блок электропитания процесса наплавки. Для конструкций наплавочных аппаратов (головок) эти элементы являются обязательными.

Для других видов наплавки (вибродуговая, в среде защитных газов или их комбинации) наплавочные аппараты дооборудуют дополнительными устройствами, принципиально не изменяя конструкции механизмов подачи присадочной проволоки и электроснабжения. Если наплавочный аппарат в своем конструктивном исполнении предусматривает дополнительный механизм для перемещения вдоль наплавляемой детали или по другой траектории, то это устройство называют наплавочным (сварочным) трактором.

Важнейшее условие устойчивого горения дуги – ее постоянная длина. При нормальной длине дуги и нормальном ее напряжении скорость подачи электродной проволоки должна быть примерно равна скорости ее плавления. Длина дуги прямо пропорционально связана с напряжением: увеличивается длина дуги – возрастает напряжение, и наоборот. Изменение же длины дуги или ее напряжения может произойти в результате колебания напряжения в сети источника тока, пробуксовки проволоки в подающем механизме, неровностей свариваемой детали и других причин. Сварочная головка должна «реагировать» на эти изменения и восстанавливать заданную длину дуги. С уменьшением длины дуги скорость подачи проволоки должна уменьшаться и с увеличением – возрастать.

В основу регулирования работы сварочных головок могут быть положены различные принципы, но в современных автоматах применены два основных: регулирование электрических величин (рис. 2.15) и поддержание постоянной скорости подачи электродной проволоки (рис. 2.16).

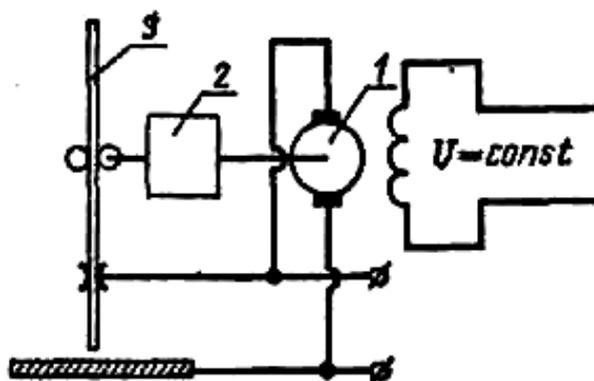


Рис. 2.15. Принципиальная схема сварочной головки с регулируемой скоростью подачи проволоки:

$1$  – электродвигатель;  $2$  – механизм подачи проволоки;  $3$  – проволока

Электродвигатель  $1$  постоянного тока для привода подающего механизма  $2$  электродной проволоки  $3$  включается так, что частота вращения его ротора зависит от напряжения дуги. При увеличении длины дуги в процессе сварки возрастают напряжение дуги и частота вращения ротора электродви-

гателя, в связи с чем электродная проволока подается быстрее и длина дуги восстанавливается. Если длина дуги становится короче, ее напряжение падает, частота вращения ротора двигателя уменьшается, то соответственно снижается скорость подачи проволоки. Такие устройства называют автоматами с переменной скоростью подачи проволоки.

Второй принцип регулирования (рис. 2.16) основан на подаче электродной проволоки с постоянной скоростью.

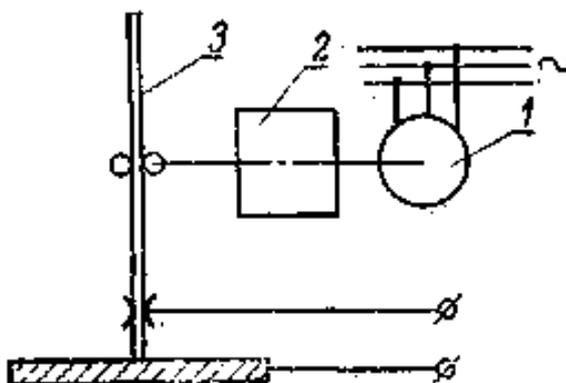


Рис. 2.16. Принципиальная схема наплавочного аппарата с постоянной скоростью подачи присадочной проволоки:

1 – трехфазный асинхронный электродвигатель; 2 – механизм подачи;  
3 – проволока

Такой принцип регулирования впервые предложен В. И. Дятловым. Он установил, что при сварке плавящимся электродом происходит саморегулирование дуги, если электрод подавать в дугу с постоянной скоростью. Саморегулирование объясняется тем, что с изменением длины дуги изменяется скорость плавления электродной проволоки, т. е. с уменьшением длины дуги она увеличивается, и наоборот. Механизмы с постоянной скоростью подачи электродной проволоки просты и надежны в работе. Однако, как показали исследования, при изменениях вылета электрода, колебаниях напряжения в сети, нагреве обмоток источника питания и при недостаточных плотностях тока саморегулирование протекает медленнее и постоянная скорость подачи проволоки не может обеспечить устойчивый процесс сварки и наплавки. Экспериментально и расчетным путем получены границы предельного значения переменного тока в зависимости от диаметра проволоки, при которых наблюдается устойчивое саморегулирование процесса. Длительной практикой установлено, что при плотности постоянного тока до  $25 \text{ MA/m}^2$  саморегулирование дуги не происходит лишь за счет постоянной скорости подачи проволоки. Эти преимущества проявляются полностью только при плотно-

стях тока выше 50 МА/м<sup>2</sup> и скорости подачи выше 3 м/мин, что удовлетворяет условиям автоматической наплавки (обычно применяются высокие плотности тока, выше 40 МА/м<sup>2</sup>).

**Восстановление деталей электролитическими и химическими покрытиями.** При ремонте автомобилей электролитические и химические покрытия применяются для восстановления и упрочнения деталей, исправления брака механических цехов, защиты от коррозии и придания внешнего вида (цинкование, кадмирование, фосфатирование, оксидирование, никелирование, комбинированные осадки никель-медь, никель-хром и др.), улучшения приработки поверхностей трения (лужение, меднение, фосфатирование), обеспечения сцепления резины с металлами (латунирование).

Объем применения различных видов покрытий при ремонте автомобилей пока не превышает 35–40 дм<sup>2</sup> на один автомобиль. На долю хромирования и осталивания приходится 10–15 дм<sup>2</sup>. Анализ износа деталей, их конструктивной формы и условий работы в сопряжениях показывает, что электролитическими и химическими покрытиями экономически оправданно восстанавливать 40–50 наименований деталей автомобилей с общей площадью до 60 дм<sup>2</sup>.

Наибольшее применение для восстановления деталей нашли хромирование и осталивание (железнение). В таблице приведены их основные характеристики.

Основные показатели хромовых и железных покрытий

Параметры	Единица измерения	Покрытия	
		хромовые	железные
Твердость	кг/мм <sup>2</sup>	600–1300	300–700
Износостойкость	%	100	40–60
Сцепление	кг/мм <sup>2</sup>	35–40	20–25
Коэффициент трения	-	0,06–0,12	0,1–0,2
Снижение предела усталостной прочности	%	20–30	20–30
Коэффициент долговечности по отношению к стали 45	-	1,5–2,5	0,5–0,9
Коррозионная стойкость	-	Высокая	Низкая
Электрохимический эквивалент	г/А·ч	0,324	1,042
Выход по току	%	10–35	85–95
Скорость осаждения	мм/ч	0,03–0,06	0,3–0,6
Стоимость покрытия	%	100	60–65
Предельное значение толщины покрытия при восстановлении деталей	мм	0,3–0,5	0,8–1,0

Химическое никелирование следует применять для деталей сложной конфигурации с износом не более 0,05 мм (плунжеры, клапаны насосов, детали гидрораспределителей и гидроцилиндров).

Покрyтия для защиты деталей от коррозии назначаются в соответствии с требованиями технических условий в зависимости от агрессивности среды. Значения толщин защитных покрытий определены стандартами ( для легких условий – 5 мкм, средних – 15 мкм и тяжелых – 30 мкм).

Любое из покрытий может быть осаждено на деталь электролитическим и химическим способом. Электролитические покрытия осаждаются на детали из растворов солей под действием электрического тока напряжением от 6 до 24 В. Химические покрытия образуются в результате взаимодействия поверхности детали с растворами солей металлов в присутствии химических реактивов (восстановителей). В качестве восстановителей используются различные соли щелочных металлов и ангидриды.

При электролизе используется постоянный, пульсирующий (однополупериодный), переменный – асимметричный с соотношением амплитуд положительной и отрицательной полуолн (5–15) : 1 и ток переменной полярности, при котором изменяются амплитуды и периоды времени действия тока (рис. 2.17).

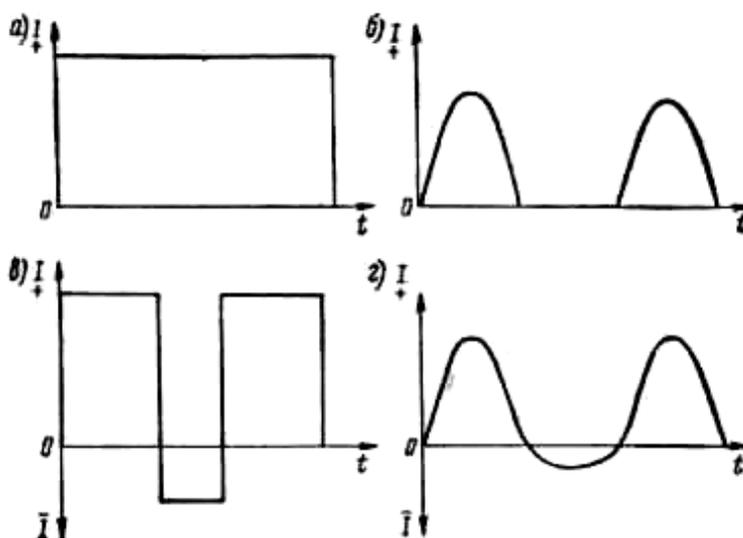


Рис. 2.17. Формы кривых тока, используемых для электролитического осаждения металлов на изношенные поверхности:

*a* – постоянный ток; *б*, *в* и *г* – переменный асимметричный ток

Применение асимметричного тока и тока переменной полярности обеспечивает выравнивание концентрации электролита в приэлектродных слоях, улучшает условия для получения мелкокристаллической структуры, создает

возможности для интенсификации процесса за счет повышения плотности тока и равномерности осаждения покрытий. В этом случае совместно с источником питания используются дополнительные устройства для автоматического регулирования режимов [13, 27].

Покрытия на изношенных поверхностях могут быть получены по схеме «из ванны» или безваннным способом для восстановления отдельных поверхностей на металлоемких и конструктивно сложных деталях. На рис. 2.18 представлены схемы нанесения покрытий.

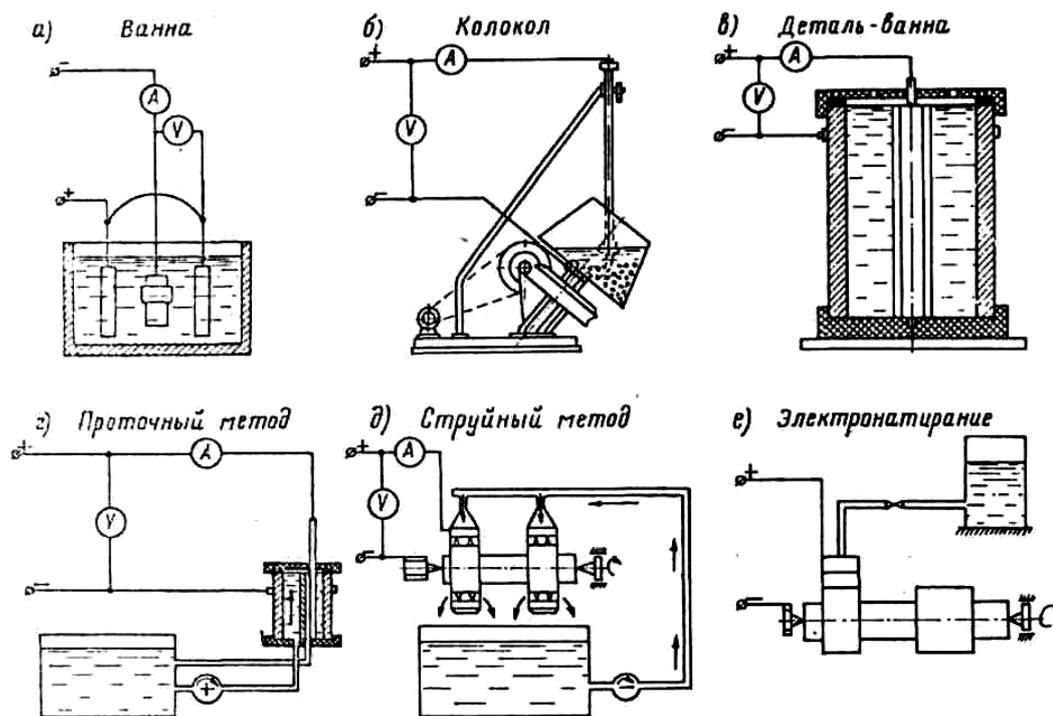


Рис. 2.18. Принципиальные схемы осаждения металла на изношенные поверхности:

*а* – из ванны; *б* – из колокола; *в* – деталь-ванна; *г* – проточным методом; *д* – струйным методом; *е* – электронатиранием

На основании этих схем разрабатываются и изготавливаются установки для восстановления деталей конкретной номенклатуры.

Технологический процесс восстановления деталей электрохимическими и химическими покрытиями состоит из следующих операций, выполняемых в приводимой ниже последовательности: очистка от грязи; механическая обработка изношенных поверхностей; монтаж деталей на подвесные и другие (катодные и анодные) приспособления; изоляция поверхностей, не подлежащих покрытию; обезжиривание; промывка проточной водой, анодная обработка или химическое травление; нанесение покрытия электролитическим

или химическим способом; промывка и нейтрализация; демонтаж с приспособлений, термическая и механическая обработка.

Подготовительные операции являются общими для всех электролитических и химических процессов.

Очистка деталей производится перед восстановлением в соответствии с рекомендациями [14, 15] и в процессе нанесения покрытия между операциями в соответствии с технологическим процессом. В этих случаях проектирование и изготовление установок для промывки деталей может выполняться в соответствии с одной из схем, приведенных на рис. 2.19.

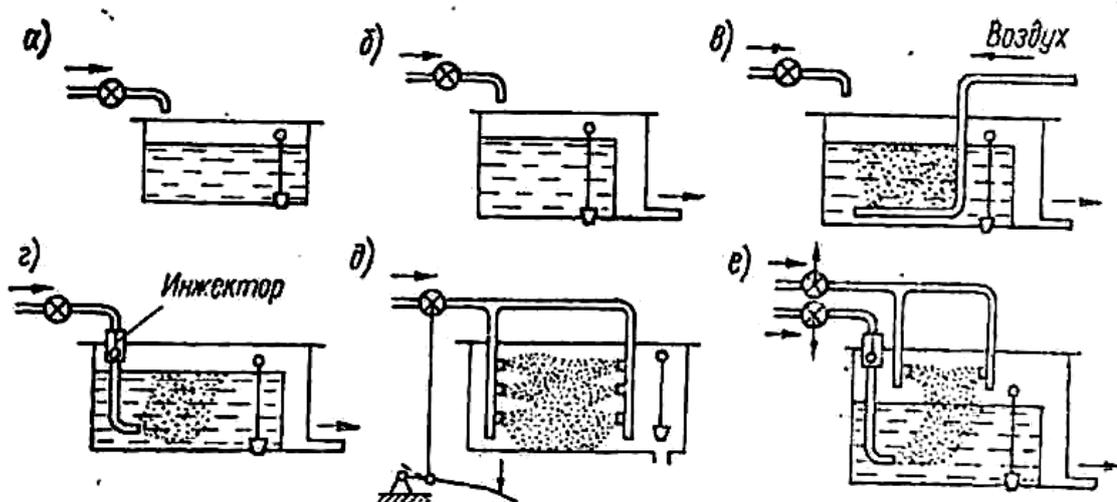


Рис. 2.19. Схемы промывки деталей:

- а* – в ванне с непроточной водой; *б* – в ванне с проточной водой; *в* – в ванне с барботированием; *г* – в ванне с барботированием и инжектором; *д* – установка струйной промывки; *е* – комбинированный способ

**Ванны для электролитических и химических процессов** изготавливаются из листовой стали марок Ст. 2, Ст. 3 толщиной 4–5 мм. Внутренние поверхности их футеруются свинцом, винипластом, фаолитом, метлахскими и диабазовыми плитками и другими кислотостойкими материалами (пластмассами и эмалями). Ванны с растворами оборудуются бортовыми отсосами. Растворы подогреваются паровыми змеевиками или электрическими теплонагревательными элементами, которые помещаются непосредственно в ванну или в водяную рубашку, окружающую основную ванну. Ванны свариваются встык газовой или электросваркой. Ванны больших размеров имеют ребра жесткости или косынки для предотвращения деформаций. Сверху вдоль всех стенок ванн приваривают борта из угловой стали. Стационарные ванны снабжены двусторонними секционными отсосами с дроссельными заслонками. Такая конструкция бортовых отсосов обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия труда. Количество вытяжных секций прини-

мают из расчета одна секция на 0,7–0,8 м длины ванны. Иногда для улучшения эффективности отсоса воздуха применяют опрокинутые бортовые отсосы.

Ванны фосфатирования и воронения стальных изделий, работающие при высокой температуре, снабжаются теплоизоляционной рубашкой, а иногда и откидной крышкой.

Электрический ток подводится к деталям в ваннах через продольные медные или латунные штанги, установленные на бортах в специальных изоляторах. Одна пара штанг соединяется с положительным полюсом источника тока, вторая – с отрицательным. На обе пары штанг устанавливают несколько поперечных штанг, свободное перемещение которых позволяет наиболее целесообразно использовать пространство ванны (плотность загрузки ванны).

Мелкие детали (нормали, арматура) покрываются в ваннах, имеющих форму колокола или барабана. Их размеры принимаются из условия 6–, 10–кратного объема деталей одной загрузки.

Подвод электрического тока от источников к ваннам осуществляется медными, алюминиевыми, стальными шинами или кабелем. Положительные шины окрашиваются в красный, а отрицательные – в синий цвет. Напряжение и ток замеряются по приборам класса 1,5–2,5, а температура – термометрами. Для получения стабильности качества покрытий ванны оснащены автоматами регулирования плотности тока и температуры электролита. Форма тока по заданной программе может изменяться механическими и электронными реле времени.

Размеры ванн регламентируются нормами [13]. В соответствии с номенклатурой и программой организации, как правило, сами определяют конструкцию и размеры ванн.

**Колокольные ванны.** Колокола изготавливаются из эбонита, винипласта или гуммированной стали в форме усеченного конуса и устанавливаются на двух чугунных стойках. К одной из них прикреплен кронштейн, поддерживающий электродвигатель с червячным редуктором, который посредством зубчатых колес связан с колоколом. Ток подводится к деталям (катоде) металлическими щетками, трущимися о медное кольцо, укрепленное в дне колокола. Отсюда ток передается к покрываемым деталям за счет контакта медных болтов, проходящих через дно колокола и соединяющихся с внутренними контактными пластинами. Практикуется подача тока к деталям сверху с помощью гибкого провода с грузом, контактирующим с деталями. Анод представляет собой горизонтально или наклонно расположенную пла-

стину, опускаемую в колокол на вертикальном стержне. Для придания колоколу нужного наклона и удобства разгрузки стационарных колокольных ванн имеется специальное приспособление из зубчатого сегмента с червячным зацеплением (рис. 2.20, а).

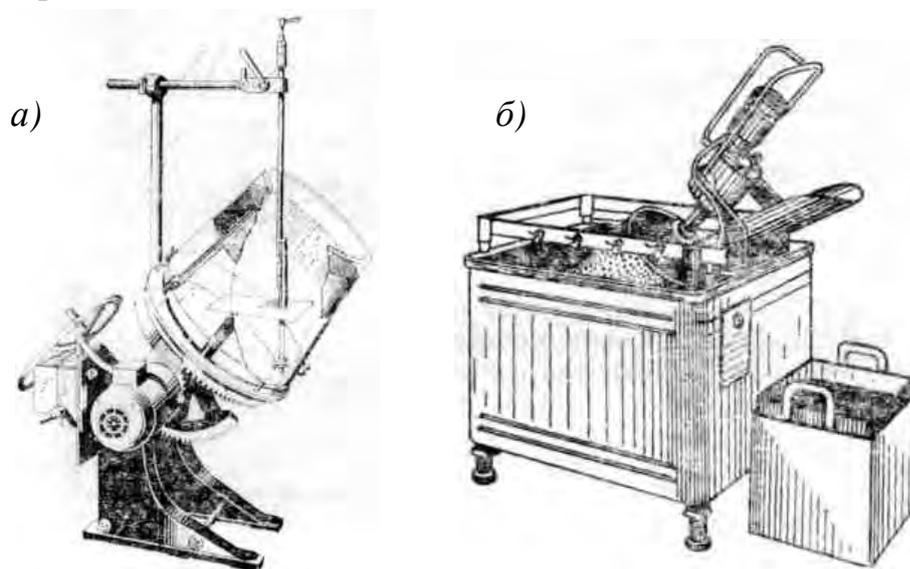


Рис. 2.20. Колокольные ванны:

*а* – типа «электролит в колоколе»; *б* – типа «погружаемый колокол»

Основными достоинствами колокольных ванн являются возможность наблюдения за процессом нанесения покрытия, возможность обработки весьма мелких деталей и простота загрузки и выгрузки деталей.

К недостаткам колокольных ванн относятся: потери электролита, связанные с выгрузкой; значительная продолжительность процесса покрытия вследствие низкой силы тока (лимитируется поверхностью анода); частичное истирание покрытия; невозможность получения покрытий достаточной толщины. Обычно это защитные покрытия.

Колокол, погружаемый в стационарную ванну с электролитом (рис. 2.20, б), расположен наклонно, его частота вращения  $5-10 \text{ мин}^{-1}$ . Достоинство такого конструктивного решения в том, что отпадает надобность в переливании электролита при загрузке и выгрузке деталей и создается лучшее соответствие количества электролита исходя из плотности загрузки ванны, которое необходимо для получения доброкачественных покрытий при высокой плотности тока. Катодная подводка осуществляется через вал, а аноды в виде пластин или брусков завешивают в ванну на штангах. Выгрузка деталей выполняется поднятием колокола из ванны, электролит выливается в ванну, детали высыпаются в сетку, установленную на ванне, а затем по лотку

в контейнер. Колокол поднимается при помощи блока шестерен (привод ручной или электрический).

**Барабанные ванны** изготавливают из винипласта, текстолита, оргстекла и других непроводящих материалов. Эти ванны работают по схеме погружного колокола. Одним из достоинств следует отметить возможность использования барабанов для различных видов покрытий. Как правило, это переносные (перемещаемые) конструкции.

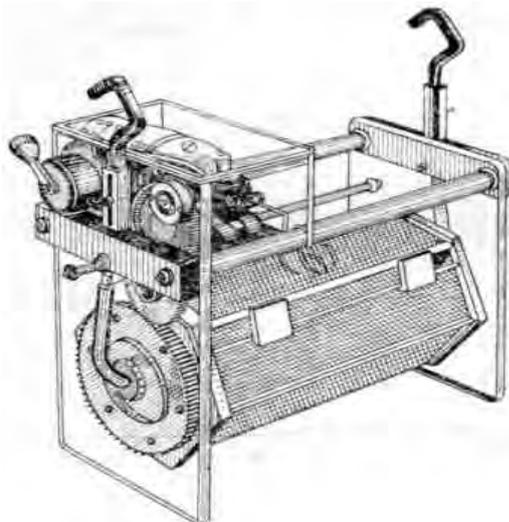


Рис. 2.21. Общий вид барабана

Основные недостатки использования барабанов: сравнительная недолговечность самого барабана и необходимость регулярной очистки внутренней поверхности от застрявших деталей.

Реализация технологических процессов восстановления деталей с использованием электрохимических и химических способов предлагает проектирование и изготовление специальной оснастки и приспособлений под определенную номенклатуру деталей, имеющих общие конструктивные особенности восстанавливаемых поверхностей. К основной оснастке необходимо отнести анодные устройства. Применяют растворимые и нерастворимые (хромирование) аноды. Для деталей несложной конструкции и проработки электролита обычно применяют плоские аноды в виде пластин и полос. При восстановлении деталей необходимо стремиться изготавливать аноды по форме, копирующей форму восстанавливаемой поверхности или использовать несколько анодов простой формы. На рис. 2.22–2.32 представлены примеры установок и анодных устройств для нанесения покрытий на изношенные поверхности.

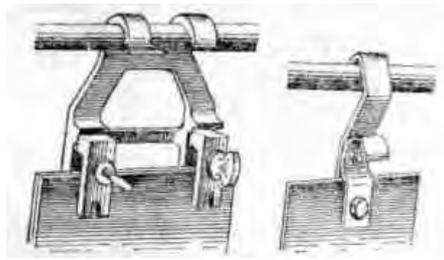


Рис. 2.22. Плоские аноды

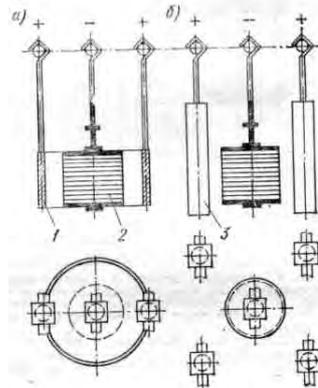


Рис. 2.23. Схема подвесок с поршневыми кольцами в ванне хромирования:

*a* – подвеска с кольцевым анодом; *б* – подвеска со стержневыми анодами; 1 – кольцевой трубчатый анод; 2 – подвеска с кольцами; 3 – цилиндрические стержневые аноды

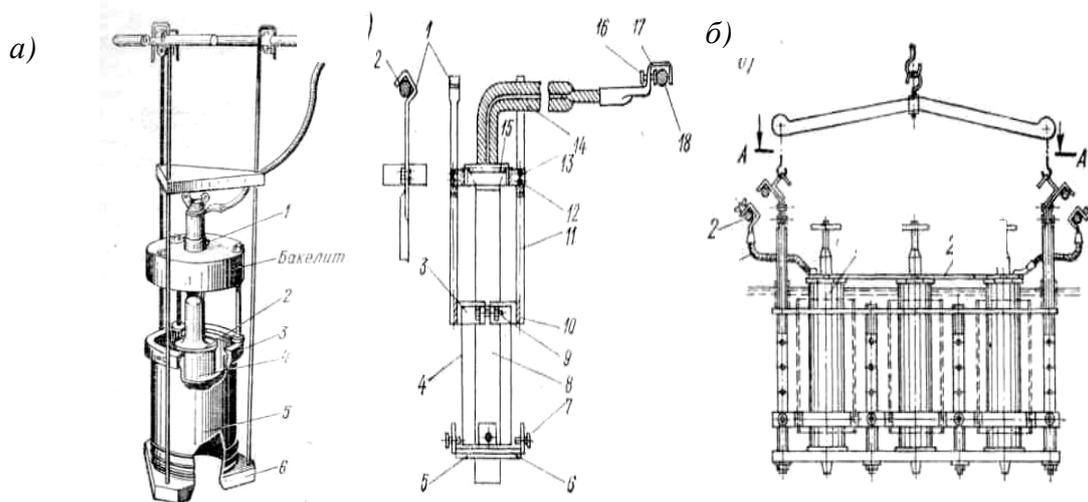


Рис. 2.24. Подвески для хромирования цилиндров:

*a*) подвеска для местного хромирования гильз цилиндров: 1 – зажим для фиксации анода в установленном положении; 2 – верхняя часть передвижного анода; 3 – соединительное кольцо; 4 – передвижной анод; 5 – хромируемый цилиндр; 6 – фундаментная плита;

*б*) подвеска для хромирования цилиндров в блоке: 1 – крюк; 2 – катодная штанга; 3 – хомут; 4 – цилиндр; 5,6 – центрирующее кольцо; 7 – винт; 8 – анод; 9 – болт; 10 – хомут; 11 – стержень; 12 – заклепки; 13 – хомут; 14 – провод; 15 – эбонитовый вкладыш; 16 – прижимной винт; 17 – скоба; 18 – анодная штанга

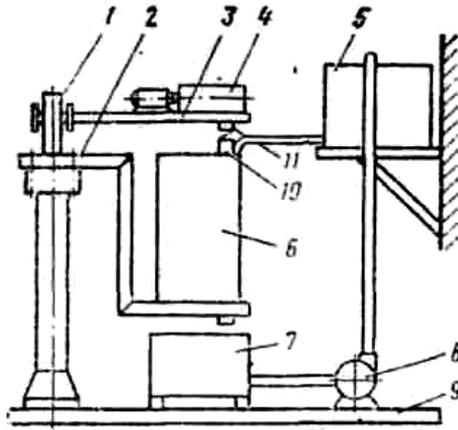


Рис. 2.25. Схема установки для восстановления постелей коренных подшипников блока цилиндров двигателя электронатирием:  
 1 – стойка; 2 и 3 – кронштейны; 4 – привод; 5, 7 – баки для электролита; 6 – блок цилиндров двигателя; 8 – насос; 9 – основание; 10 – полый вал; 11 – ведущий вал привода

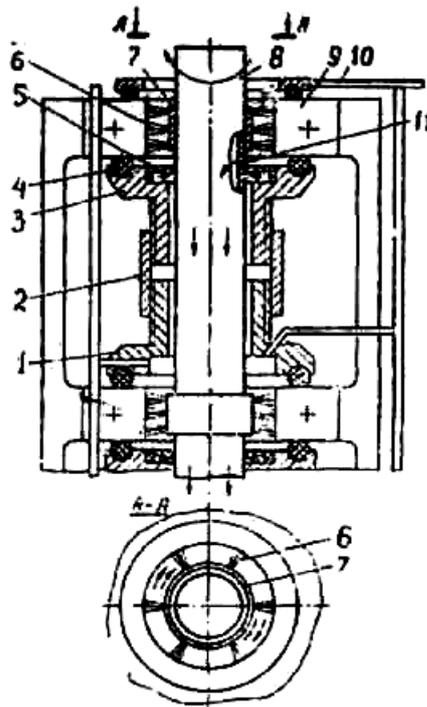


Рис. 2.26. Анодное устройство для восстановления постелей коренных подшипников блока цилиндров двигателя электронатирием:  
 1, 3 – подшипник-уплотнитель; 2 – гайка; 4 – уплотнительные кольца; 5 – самоподжимной сальник; 6 – тампон; 7 – анод; 8 – полый вал; 9 – опора блока; 10 – крышка; 11 – вал привода

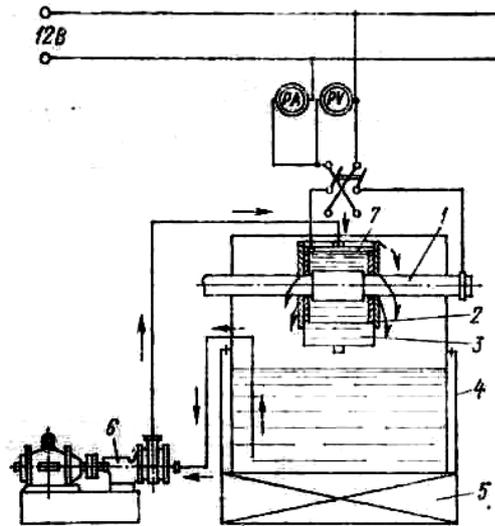


Рис. 2.27. Схема установки для местного хромирования шеек вала  
(стрелками показано движение электролита):

1 – вал; 2 – раздвижные сменные кассеты; 3 – переносная ванна;  
4 – ванна с электролитом; 5 – подогреватель; 6 – насос; 7 – анод

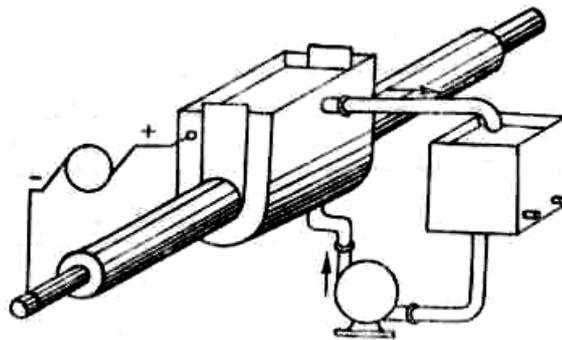


Рис. 2.28. Установка для местного хромирования шеек вала

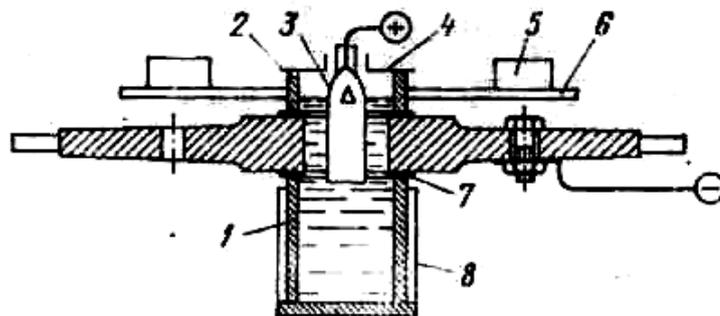


Рис. 2.29. Схема передвижной ванны хромирования для восстановления  
размера отверстия:

1 – нижняя цилиндрическая обечайка; 2 – верхняя цилиндрическая  
обечайка; 3 – анод; 4 – фиксирующая планка; 5 – грузы; 6 – металлические  
ручки; 7 – уплотнительные прокладки; 8 – рубашка корпуса

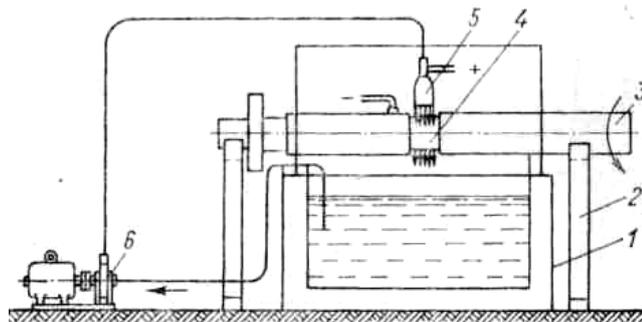


Рис. 2.30. Схема установки для струйного нанесения покрытий:  
 1 – ванна; 2 – подвеска для установки детали; 3 – деталь;  
 4 – восстанавливаемый участок; 5 – наконечник-анод; 6 – насос

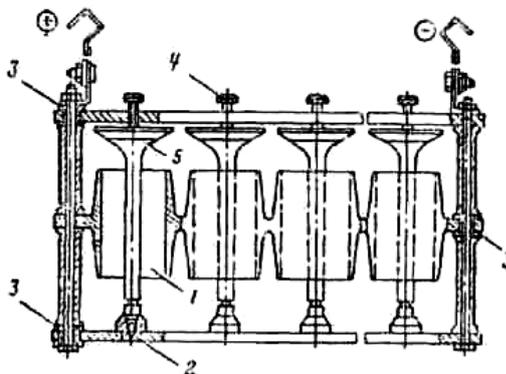


Рис. 2.31. Многоместная подвеска для восстановления стержней клапанов:  
 1 – анод; 2 – гнездо; 3 – изоляционные втулки; 4 – винт; 5 – клапан

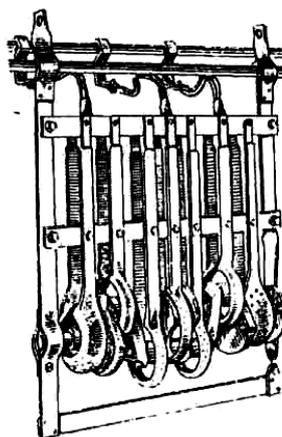


Рис. 2.32. Подвеска для восстановления шеек коленчатых валов

Для сушки деталей на гальванических участках применяют сушильные шкафы с паро- или электрообогревом, центрифуги, сжатый воздух, сушильные шкафы оборудуются терморегулятором.

Дополнительную информацию можно получить в литературе [13].

Расчет количества оборудования для организации рабочих мест по восстановлению изношенных поверхностей с нанесением на них материалов производится с учетом объема работ, режимов процесса, производительности оборудования [21, 22, 28].

### 3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И РАБОЧИХ МЕСТ

Качественное восстановление деталей при минимальных затратах труда и материальных средств наряду с технологическими мероприятиями достигается рациональной организацией труда, определяемой совокупностью мероприятий, включающих разделение и кооперацию труда, организацию рабочих мест, рациональные режимы труда и отдыха, обеспечение требуемых санитарно-гигиенических и эстетических условий труда.

По технологическому признаку работы подразделяют на следующие виды: слесарные, механические, сварочно-наплавочные, газотермического напыления материалов, кузнечные, термические, полимерные, пластическое и термопластическое деформирование, гальванические, дефектовочные, окрасочные, моечные.

Процесс восстановления деталей состоит из операций, выполняемых в определенной последовательности. Каждая операция характеризуется постоянством предмета труда, рабочего места и исполнителя.

Операции технологического процесса выполняют на рабочих местах. Рабочее место – это часть производственной площади и оборудования, на котором выполняют работу. Рабочие места организуют в соответствии с перечнем операций технологического процесса восстановления деталей и их трудоемкостью. Способы восстановления, освоенные в ремонтном производстве, требуют использования дополнительных средств технического оснащения (СТО) [24]. Поэтому вопрос технического обеспечения конкретного способа восстановления и понятие «рабочее место» необходимо рассматривать комплексно.

Способы ремонтных размеров и дополнительных ремонтных деталей реализуются на универсальном или специализированном оборудовании и не имеют существенного отличия от организации рабочих мест на механосборочных участках машиностроительных производств.

Под *организацией рабочего места* следует понимать систему мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещению в определенном порядке, который определяется технологическими процессами восстановления. В работах М.А. Масино, В.А. Какуевичского, Б.М. Молокова и др. обоснована необходимость и целесообразность восстановления деталей, разработаны вопросы классификации деталей для восстановления и определены пять классов деталей для восстановления. Это

позволяет разрабатывать типовые, групповые, маршрутные и операционные технологические процессы восстановления.

Решение вопроса организации рабочих мест по восстановлению следует начинать с определения номенклатуры деталей в каждом классе. Это даст возможность использовать типовые решения и методики. Типизация позволяет сократить сроки разработки и освоения технологических процессов восстановления при обеспечении стабильного качества.

Групповые и поименованные по ряду марок автомобилей номенклатуры восстанавливаемых автомобильных деталей рекомендуется определять на основании критического анализа тех деталей, которые когда-либо восстанавливались, восстанавливаются в настоящее время или могут восстанавливаться с использованием прогрессивных технологических процессов в специализированных ремонтных организациях, участках действующих организаций автомобильного транспорта. Номенклатуру рекомендуется уточнять с использованием информации о движении запасных частей, сменяемости деталей в процессе эксплуатации автомобилей, безотказности.

Вопросы классификации деталей для восстановления и их характеристики рассмотрены в работах [1–2] и п.1.3 данного пособия.

На втором этапе решения вопроса организации рабочих мест необходимо выбрать оптимальный вариант технологического процесса восстановления деталей для номенклатуры деталей, отнесенных к определенному классу. Здесь наиболее целесообразно использовать групповые, типовые и маршрутные технологические процессы, оформленные в соответствии с единой системой технологической документации (ЕСТД).

Использование типовых решений, которые приведены в этих документах, дают возможность поэтапно определять полный цикл реализации технологического процесса с предварительным решением вопросов технологического обеспечения операций на каждом этапе. Схемы таких технологических процессов приведены в работах [1-3, 24, 29]. На рис. 3.1–3.5 приведены варианты схем типовых технологических процессов восстановления деталей различных классов.

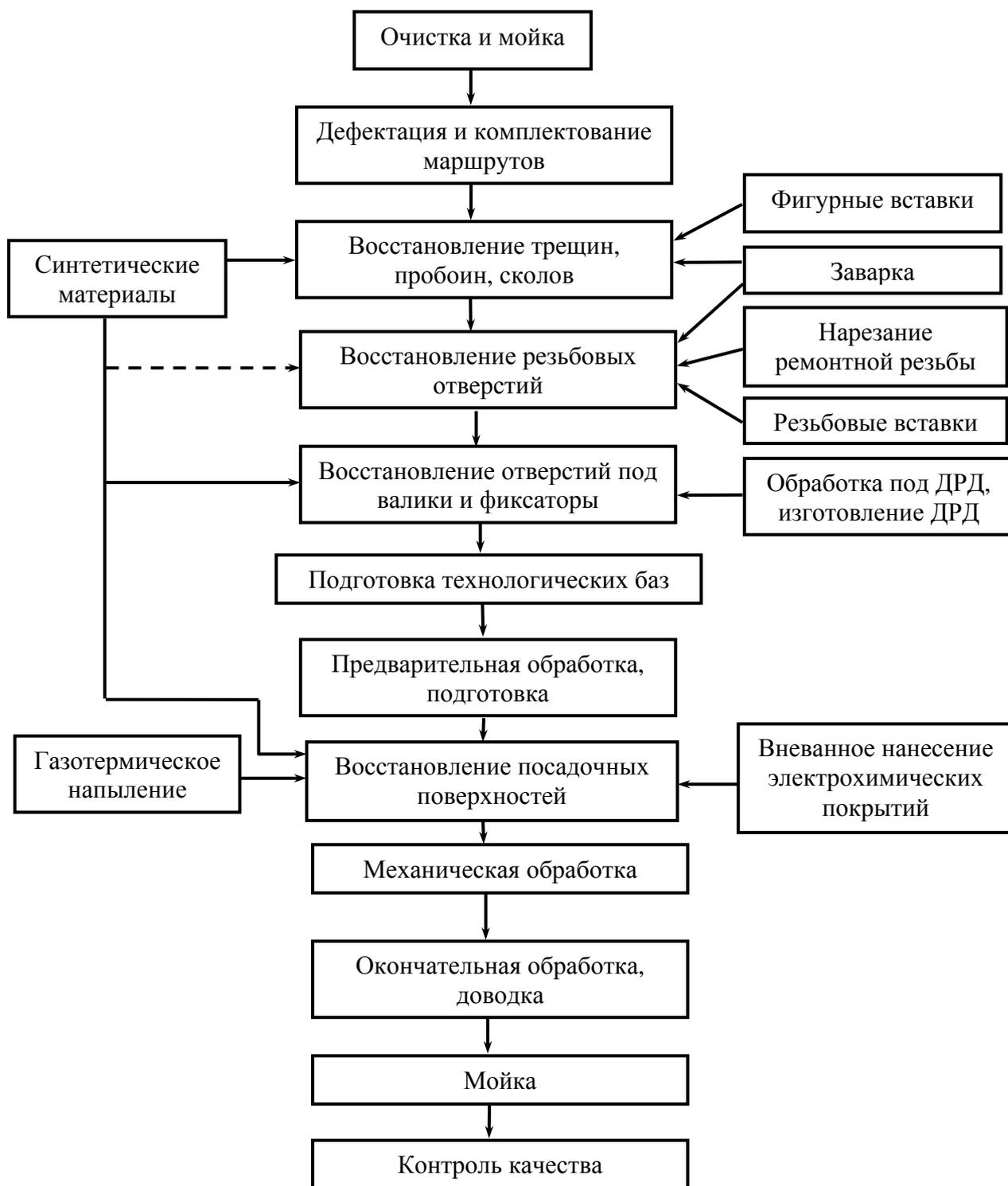


Рис. 3.1. Схема типового технологического процесса восстановления деталей класса «корпусные»

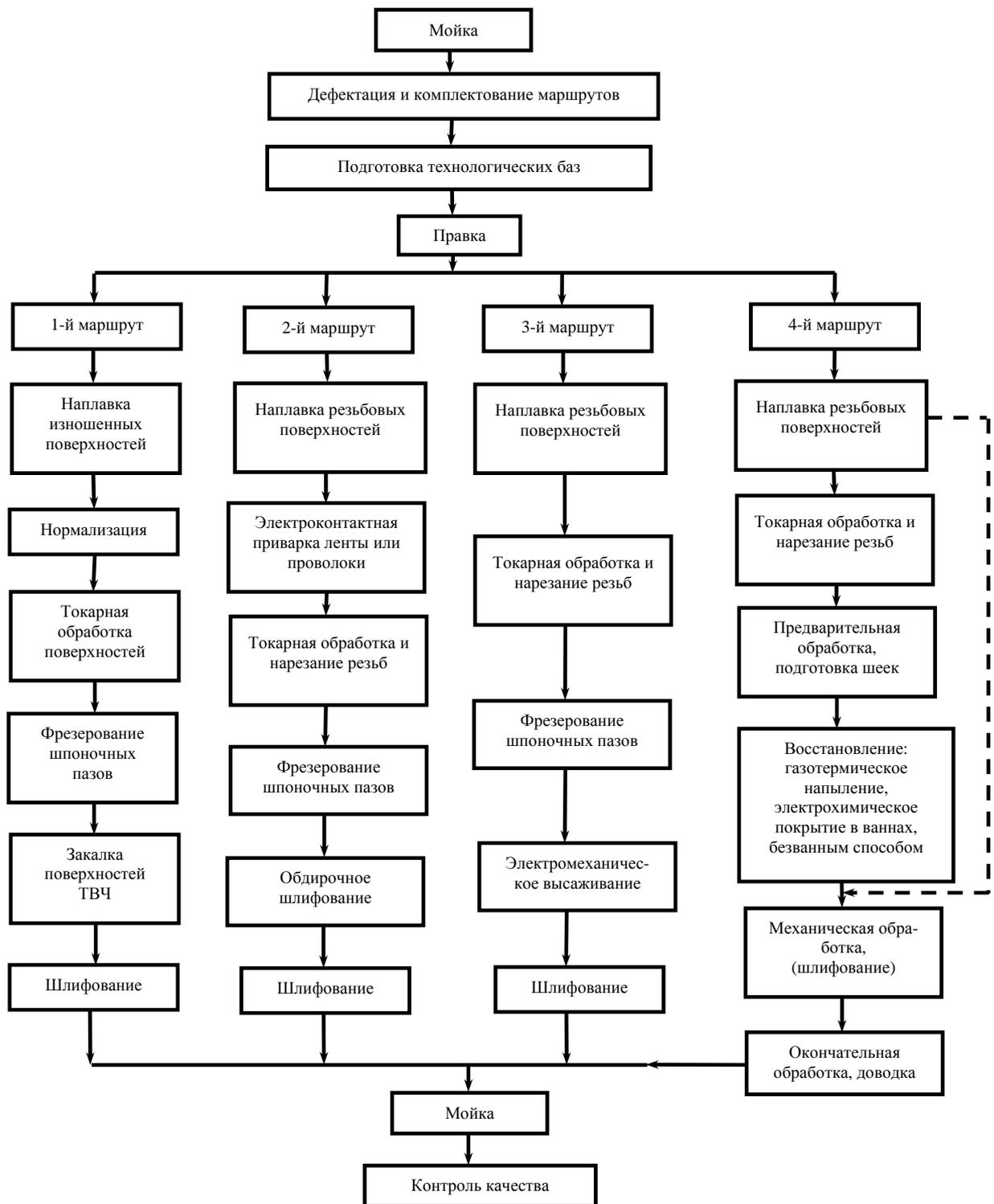


Рис. 3.2. Схема типового технологического процесса восстановления деталей класса «круглые стержни». Валы гладкие

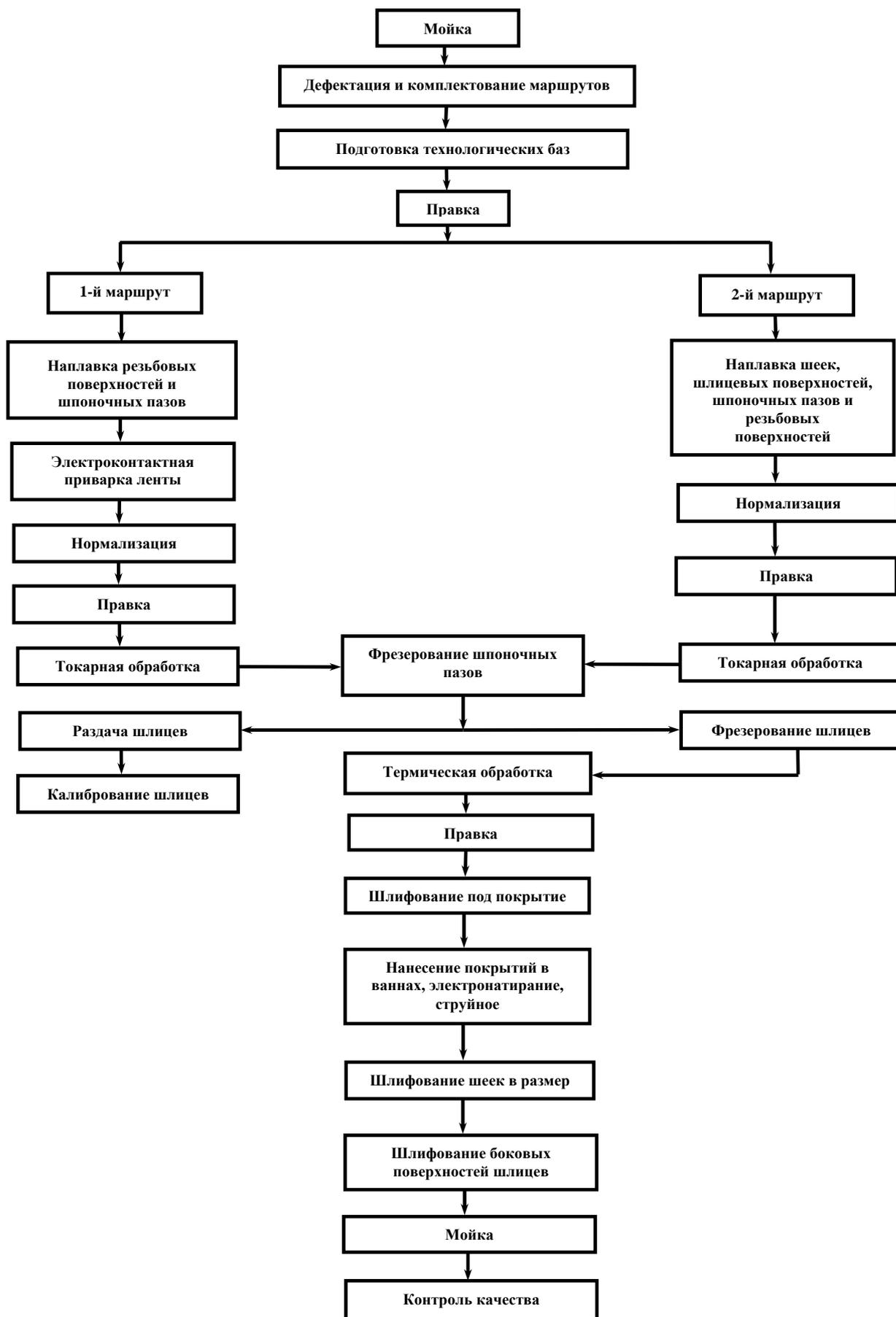


Рис. 3.3. Схема типового технологического процесса восстановления деталей класса «круглые стержни». Валы шлицевые

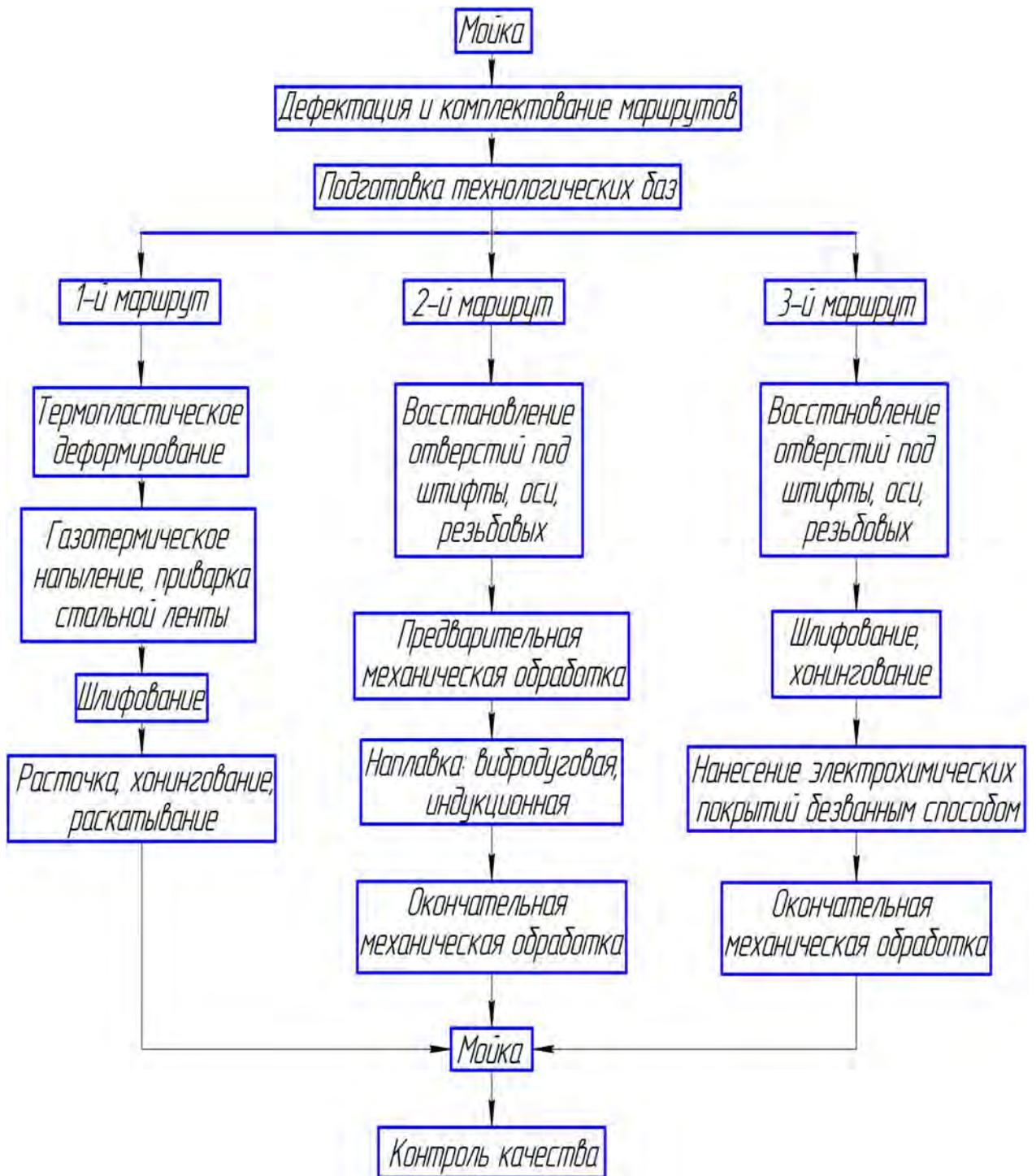


Рис. 3.4. Схема типового технологического процесса восстановления деталей класса «полые цилиндры»

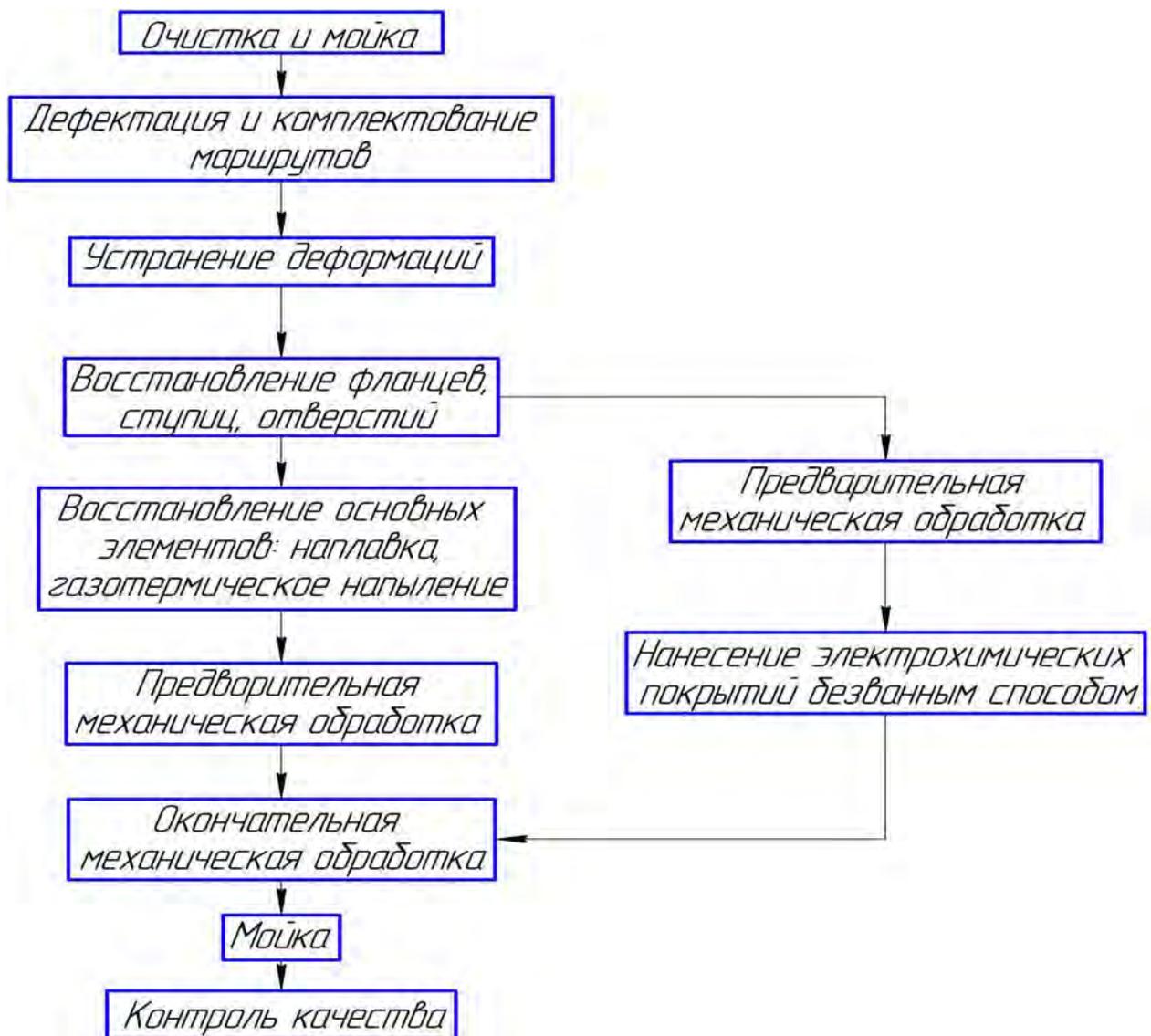


Рис. 3.5. Схема типового технологического процесса восстановления деталей класса «некруглые стержни»

На основании анализа типовых технологических процессов восстановления и с использованием рекомендаций [30, 31] и п.1.4 данного пособия обосновывается оптимальный способ восстановления и разрабатывается маршрутный технологический процесс восстановления детали с детализацией по операциям и подбором средств технического оснащения рабочих мест.

Производство по централизованному восстановлению деталей (участки) предполагает модульную схему организации рабочих мест. Такая форма обеспечивает постоянное совершенствование первоначальных производственных модулей и введение новых без перерыва в реализации технологических процессов.

#### 4. МЕТОДКА РАЗРАБОТКИ ВЕДОМОСТИ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ПРИМЕРЫ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

В работе [24] и п.1.5 данного пособия приведены основные классификационные признаки оборудования, используемого в ремонтном производстве. В большинстве своём оборудование для восстановления деталей предназначено для реализации конкретного способа, но исполнение, типоразмер и другие параметры внутри самого способа восстановления могут быть различными. В настоящее время для ремонтных организаций, занимающихся восстановлением деталей, систематизированного каталога оборудования не имеется. Поэтому в данном пособии приводится минимальный перечень средств технического оснащения, систематизированный по способам восстановления, который может быть использован для разработки маршрутных технологических процессов.

К разработке перечня (в дальнейшем ведомости СТО) необходимо приступать только после понимания сущности способа восстановления, особенностей режимов и возможности использования в конкретных производственных условиях. Схема разработки вопроса технического обеспечения операций маршрута восстановления представлена на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Последовательность разработки ведомости средств технического оснащения рабочих мест

В табл. 4.1 приведен перечень средств технического оснащения, рекомендуемого для применения в технологических процессах восстановления.

Таблица 4.1

СТО, применяемые для восстановления деталей

Способ восстановления	Наименование, тип, модель	Характеристика	Размеры, мм	Примечание
1	2	3	4	5
Ручная электродуговая сварка и наплавка	источники питания: Сварочные трансформаторы типов ТС, ТСК, ТД, СТН, СТШ	Вольтамперная характеристика: падающая и местная; $N = 11-18 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ $I_{\text{НОМ}} = 160-180 \text{ А}$ $U_{\text{XX}} = 70-80 \text{ В}$ $U_{\text{P}} = 26-30 \text{ В}$	Для укрупненных расчетов: $600 \times 320 \times 550$ ; $800 \times 650 \times 750$	
	Преобразователи сварочные типов ПС-350, ПСУ-500, ПСО-300 и др.	$N = 8-28 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ $I_{\text{НОМ}} = 75-600 \text{ А}$ $U_{\text{XX}} = 80 \text{ В}$ $U_{\text{P}} = 25-40 \text{ В}$	Для укрупненных расчетов $1500 \times 750 \times 800$	
	Выпрямители сварочные типов ВС-300Б, ВДГ-300, ВДГ-401, ВДУ-601, ККМУ301, КИГ303, КНУ501, КНУ3000, КИМ601 и др.	$N = 15-42 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ $I_{\text{НОМ}} = 45-325 \text{ А}$ $U_{\text{XX}} = 60-90 \text{ В}$ $U_{\text{P}} = 28-40 \text{ В}$	Для укрупненных расчетов: $750 \times 840 \times 780$ ; $1400 \times 850 \times 1350$	
Полуавтоматическая сварка и резка в среде углекислого газа ( $\text{CO}_2$ )	Полуавтоматы А-547У, А-547Р, А-437, ПДГ-301, ПДГ-501, КП007, КП014, КП015 и др.	$d_3 = 1,0-2,0 \text{ мм}$ $I_{\text{НОМ}} = 100-220 \text{ А}$ $V_{\text{CB}} = 20-35 \text{ м/ч}$ $U_{\text{P}} = 18-28 \text{ В}$	Для укрупненных расчетов: $290 \times 110 \times 160$	Комплектуются выпрямителями

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5
Полуавтоматическая сварка и наплавка в среде аргона (Ar)	Установки УДГУ301, УДГ-501, УДГТ-315, УДГ-161, УДГ-351, УДГ-180, УДГ-251 и др.	$d_3 = 0,8-6,0$ мм $I_{\text{ном}} = 250-315$ А $U_p = 10-34$ В	1100 × 600 × 975	
Механизированная наплавка	Универсальный станок У-653 для дуговой наплавки под флюсом	$D_3 = 2-5$ мм $V_{\text{п}} = 50-500$ м/ч $n_{\text{ш}} = 0,03-10,4$ мин <sup>-1</sup> $Y_{\text{ном}} = 1000$ А $N = 1,7$ кВА	2700 × 1500 × 2650	Источник питания размещается отдельно
	Универсальный станок У-654 для дуговой наплавки под флюсом	$D_3 = 2-5$ мм $V_{\text{п}} = 50-500$ м/ч $n_{\text{ш}} = 0,03-10,4$ мин <sup>-1</sup> $Y_{\text{ном}} = 1000$ А $N = 2,48$ кВА	2900 × 1220 × 2580	Источник питания размещается отдельно
	Станок У-652 дуговой для наплавки под флюсом коленчатых валов	$D_3 = 1,6-2,5$ мм $V_{\text{п}} = 50-500$ м/ч $n_{\text{ш}} = 0,03-10,4$ мин <sup>-1</sup> $Y_{\text{ном}} = 500$ А $Q = 3$ шт./ч $N = 1,68$ кВА	2720 × 1220 × 2650	То же
	Станок УД233 и УД-283 для дуговой наплавки коренных шеек коленчатых валов	$D_3 = 2,6-20$ мм $V_{\text{п}} = 220-340$ м/ч $V_{\text{н}} = 6$ м/ч, $i = 5$ $n_{\text{ш}} = 0,03-10,4$ мин <sup>-1</sup> $Y_{\text{ном}} = 500$ А $Q = 4$ шт./ч	1400 × 1890 × 1500; 1700 × 1280 × 1495	

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5
Механизированная наплавка	Станок УД233-01 и УД-284 для дуговой наплавки шатунных шеек коленчатых валов	$D_3 = 2,6-20$ мм $V_{\Pi} = 220-340$ м/ч $V_H \leq 6$ м/ч, $i = 4$ $Q = 4$ шт./ч	$1440 \times 1890 \times 1500$ ; $1700 \times 1280 \times 1495$	
	Станок УД-146 для дуговой наплавки шлицев	$D_3 = 2,6-3,2$ мм $V_{\Pi} = 180-280$ м/ч $V_H = 36$ м/ч, $N = 0.36$ кВт	$2000 \times 640 \times 1600$	
	Станок OS 2100 для наплавки клапанов двигателя	$N = 80$ кВт $Q = 20$ шт./ч	$1600 \times 1050 \times 2000$	Используется с источников ВПЧ-50-8000
	Установка для дуговой наплавки в защитном (углекислом) газе У-209	$D_3 = 1,2-3,2$ мм $V_{\Pi} = 100-350$ м/ч $V_H = 12-30$ м/ч $S = 0,024-3,8$ м/мин $M = 0,56$ кВА		
	Станок для дуговой широко-слойной наплавки коренных шеек коленчатых валов УД-139	$d_3 = 2$ мм, $V_{\Pi} = 220$ м/ч $V_H = 8$ м/ч $I_{НОМ} = 300$ А, $i = 5$ $N = 0,18$ кВт	$1575 \times 1630 \times 1235$	Источник питания устанавливается отдельно
	Станок для наплавки в защитных газах У-651	$d_3 = 1,6-3,5$ мм $V_{\Pi} = 50-500$ м/ч $n_{ш} = 0,025-8,7$ мин <sup>-1</sup> $I_{НОМ} = 500$ А, $N = 1,2$ кВт	$2720 \times 1300 \times 2050$	Источник питания устанавливается отдельно
	Установка для наплавки 01-06-081 «Ремдеталь»	$d_3 = 0,8-1,6$ мм $V_{\Pi} = 10-160$ м/ч $I_{НОМ} = 315$ А	$2800 \times 960 \times 1725$	

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5
Механизированная наплавка	Установка для плазменной наплавки ОКС-11231-ГОСНИТИ	Порошки из твердых сплавов, газ – аргон	2225 × 1236 × 1815	
	Полуавтомат для дуговой сварки в среде углекислого газа А-547-Р (А-607)	$d_э = 0,8–1,0$ мм $V_п = 100–250$ м/ч $I_{ном} = 150$ А	350 × 140 × 245 (механизм подачи); 385 × 85 × 245 (пульт управления)	Переносной
	Полуавтомат для дуговой сварки в среде углекислого газа А-537	$d_э = 1,6–2,0$ мм $I_{ном} = 300–600$ А	300 × 280 × 325 (механизм подачи); 440 × 350 × 450 (шкаф управления)	Переносной
	Шланговый полуавтомат для дуговой сварки в углекислом газе А-1567	$d_э = 1,2–2,8$ мм $V_п = 120–720$ м/ч $I_{ном} = 500$ А $N = 40$ кВт	2950 × 800 × 3435	
	Шланговый полуавтомат для дуговой сварки в защитном газе А1631Р	$d_э = 0,8–2,0$ мм $V_п = 200–720$ м/ч $I_{ном} = 500$ А $N = 40$ кВт	340 × 150 × 450	
	Шланговый полуавтомат для дуговой сварки в защитном газе А-1750 и А-1750-01	$d_э = 0,8–2,0$ мм $V_п = 100–600$ м/ч $I_{ном} = 315$ А $I_{ном} = 500$ А $N = 40$ кВт	1970 × 570 × 945; 1080 × 808 × 1026	Размеры по источнику тока

Окончание табл. 4.1

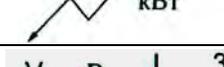
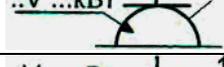
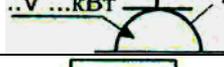
1	2	3	4	5
Механизированная наплавка	Установка для дуговой сварки в среде аргона УДАР-300	$d_3 = 2-6$ мм $I_{\text{ном}} = 300$ А	696 × 788 × 1780 (шкаф управления); 510 × 735 × 660 (дроссель насыщения)	
	Установка для дуговой сварки в среде аргона ПДА-300	$d_3 = 1,6-2,0$ мм $V_{\text{п}} = 1,5-7,5$ м/мин $I_{\text{ном}} = 400$ А	425 × 340 × 345 (механизм подачи); 550 × 460 × 770 (шкаф управления)	
	Полуавтомат для дуговой наплавки под слоем флюса А-409, А-580	$d_3 = 1,0-3,0$ мм $V_{\text{п}} = 0,8-6,8$ м/мин $I_{\text{ном}} = 400$ А	925 × 1200 × 1250	Устанавливается на станках или вращателях
	Автоматическая головка для импульсно-дуговой КУМА-5М	$d_3 = 1,5-2,0$ мм $V_{\text{п}} = 0,4-1,6$ м/мин $V_{\text{н}} = 0,35-0,7$ м/мин	350 × 150 × 450	Устанавливается на станках или вращателях

Расчет количества оборудования для восстановления деталей конкретным способом производится по рекомендациям [21, 22] исходя из технической нормы времени (рассчитанной по операциям технологического процесса восстановления), планируемого режима работы (годовой фонд времени работы оборудования, коэффициент его загрузки), производственной программы.

На рис. 4.2–4.9 приведены варианты планировочных решений по организации рабочих мест восстановления деталей, которые могут быть использованы в качестве предполагаемого решения. В табл. 4.2 приведены условные обозначения, которые использованы в рисунках.

Таблица 4.2

Условные обозначения, используемые в рисунках

Наименование	Графическое изображение на плане
Подвод холодной воды	
Подвод горячей воды	
Подвод холодной воды с отводом в канализацию	
Подвод воды с устройством раковины для холодной и горячей воды	
Слив отработавших жидкостей (промышленных стоков) в канализацию	
Подвод масла	
Подвод пара	
Подвод сжатого воздуха	
Подвод энергетического газа	
Подвод ацетилена	
Подвод кислорода	
Вентиляционный отсос	
Потребитель электроэнергии	
Розетка штепсельная трехфазная	
Розетка штепсельная однофазная	
Щит управления	

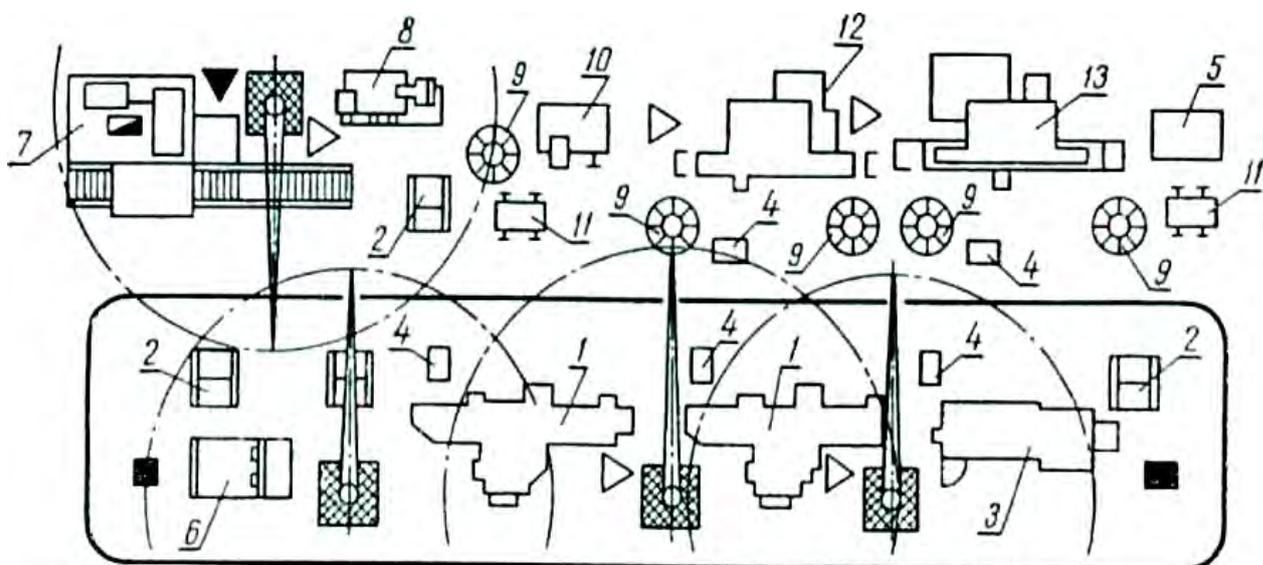


Рис. 4.2. Схема размещения оборудования на рабочем месте по ремонту коленчатых и распределительных валов способом ремонтных размеров:

1 – круглошлифовальный станок для шлифования коренных и шатунных шеек коленчатых валов; 2 – стеллаж для коленчатых и распределительных валов; 3 – токарный станок; 4 – тумбочка для инструмента; 5 – монтажный стол; 6 – станок для полировки шеек коленчатых валов; 7 – установка для промывки масляных каналов в блоках и коленчатых валах; 8 – приспособление для напрессовки шестерни и противовеса на коленчатый вал; 9 – стеллаж для распределительных валов; 10 – слесарный верстак на одно рабочее место; 11 – комплектовочная тележка; 12 – копировально-шлифовальный станок; 13 – круглошлифовальный станок

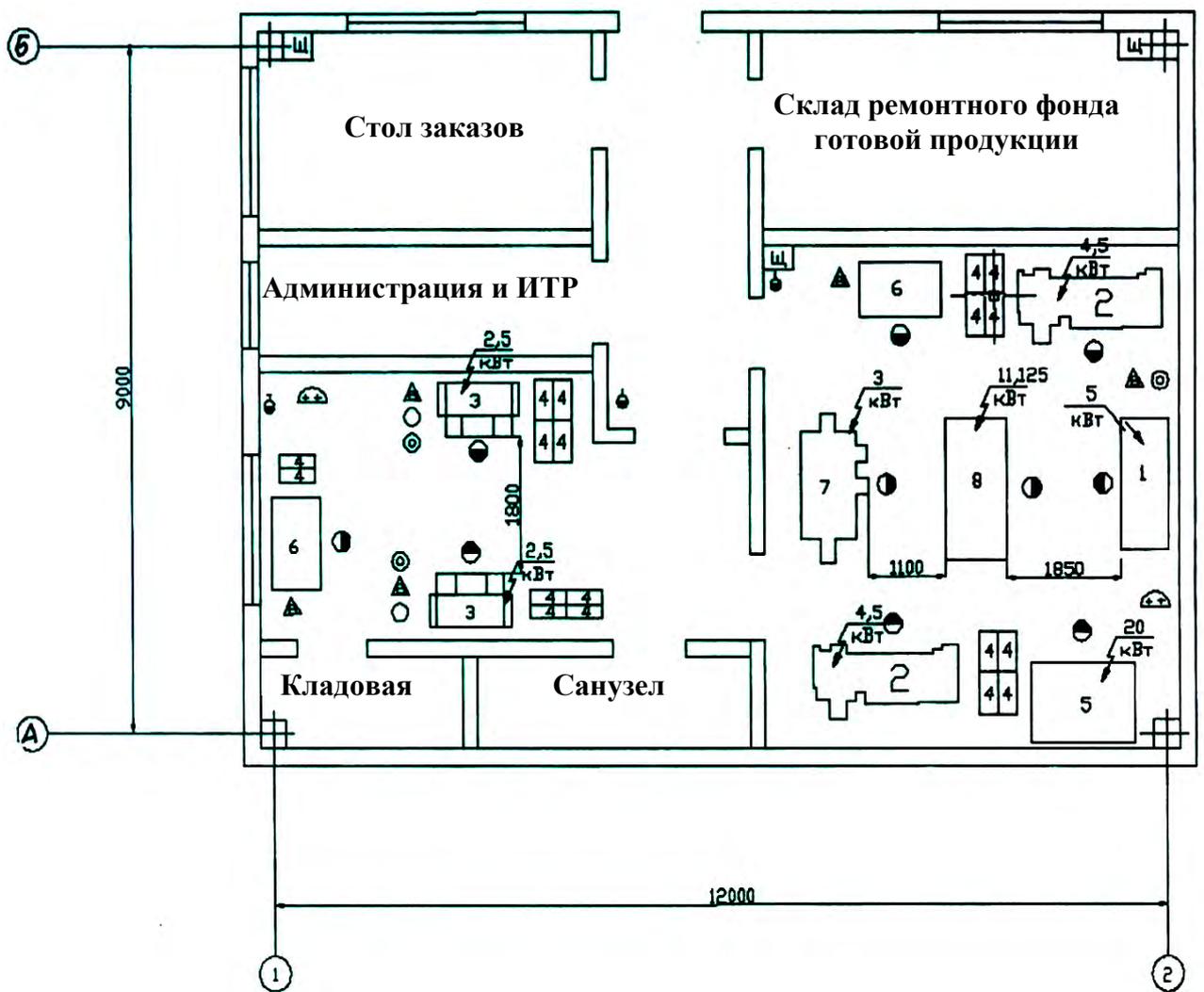


Рис. 4.3. Планировка предприятия по восстановлению коленчатых валов двигателей газотермическим напылением:

1 – верстак слесарный; 2 – станок для шлифования шеек; 3 – установка для газотермического напыления; 4 – стеллажи; 5 – пресс для правки; 6 – установка дробеструйная, 7 – станок суперфинишный; 8 – токарно-винторезный станок

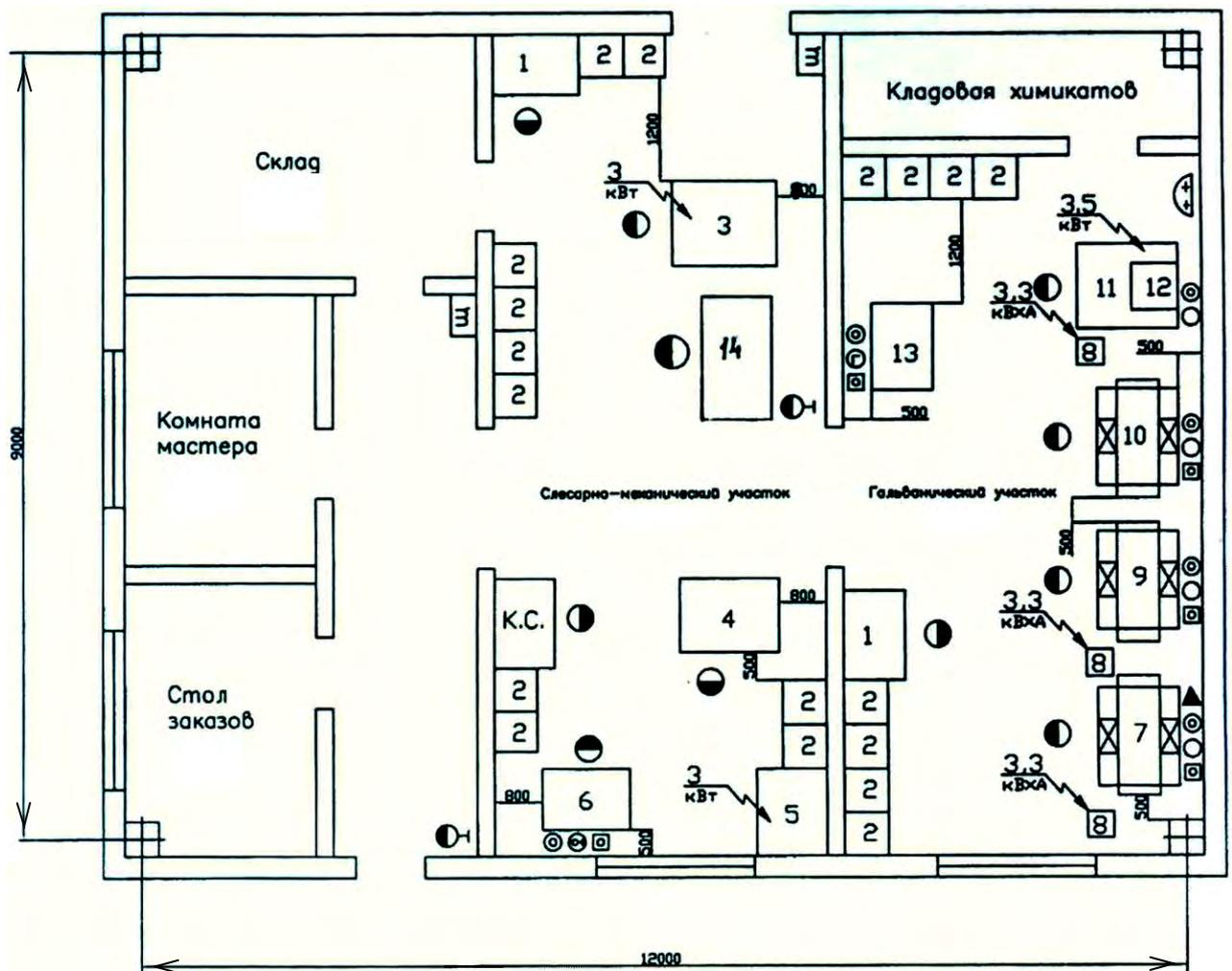


Рис. 4.4. Планировка предприятия по восстановлению корпусных деталей железнением и синтетическими материалами:  
 1 – верстак (монтажный стол); 2 – стеллажи; 3 – расточной станок; 4 – стенд-кантователь; 5 – шкаф сушильный; 6 – верстак для работы синтетическими материалами; 7 – ванна анодной обработки; 8 – выпрямитель; 9 – ванна железнения; 10 – ванна нейтрализации; 11 – установка вневанного железнения; 12 – баки для растворов; 13 – ванна для проявки деталей и обезжиривания; 14 – круглошлифовальный станок

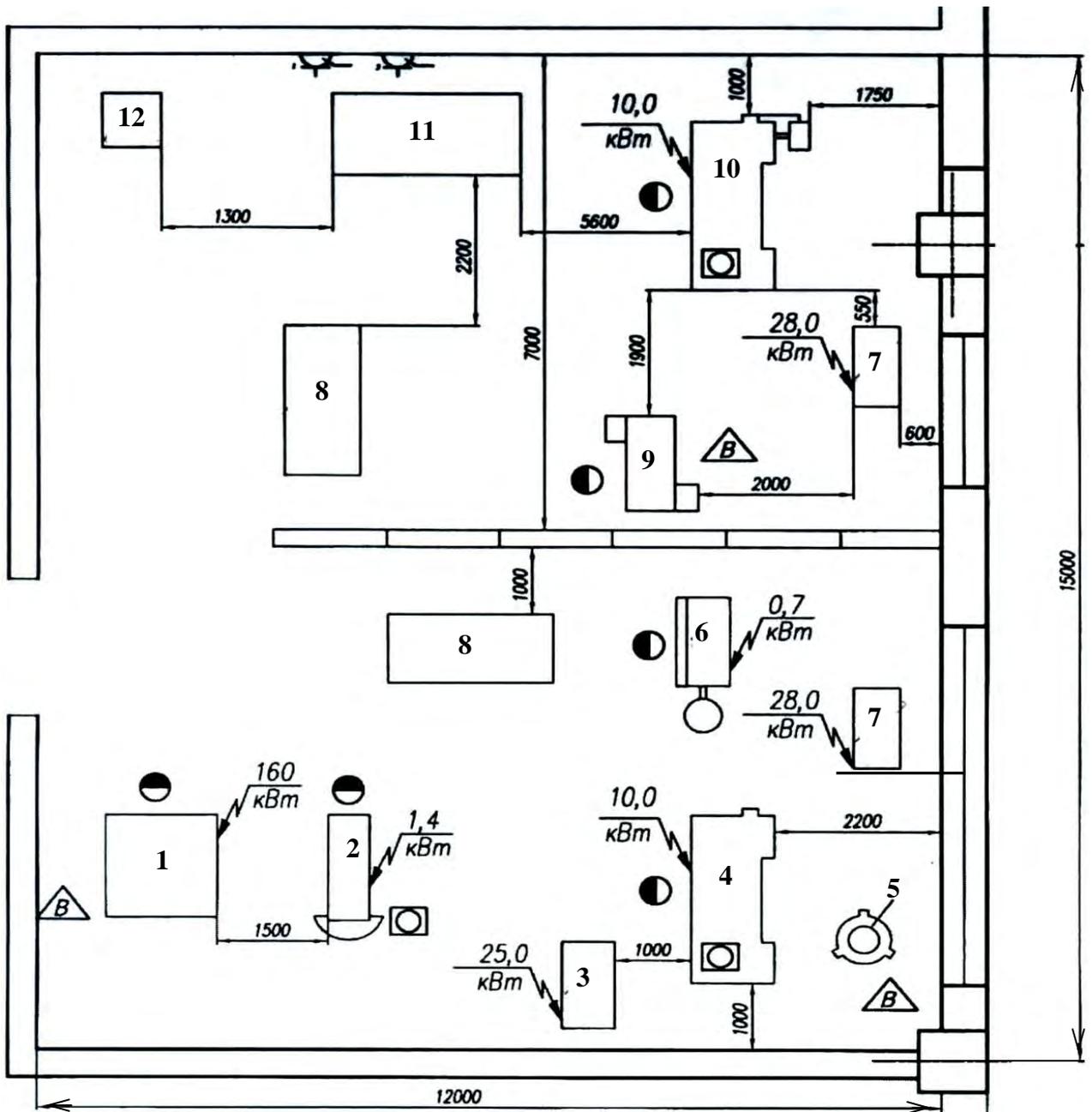


Рис. 4.5. Участок восстановления деталей наплавкой  
и газотермическим напылением

1 – установка ТВЧ; 2 – дробеструйная установка; 3 – комплект ГТН; 4 – установка для ГТН; 5 – маслоотделитель; 6 – станок для намотки проволоки; 7 – преобразователь сварочный; 8 – стеллаж для деталей; 9 – верстак слесарный; 10 – установка для наплавки; 11 – стеллаж секционный для оснастки; 12 – ларь

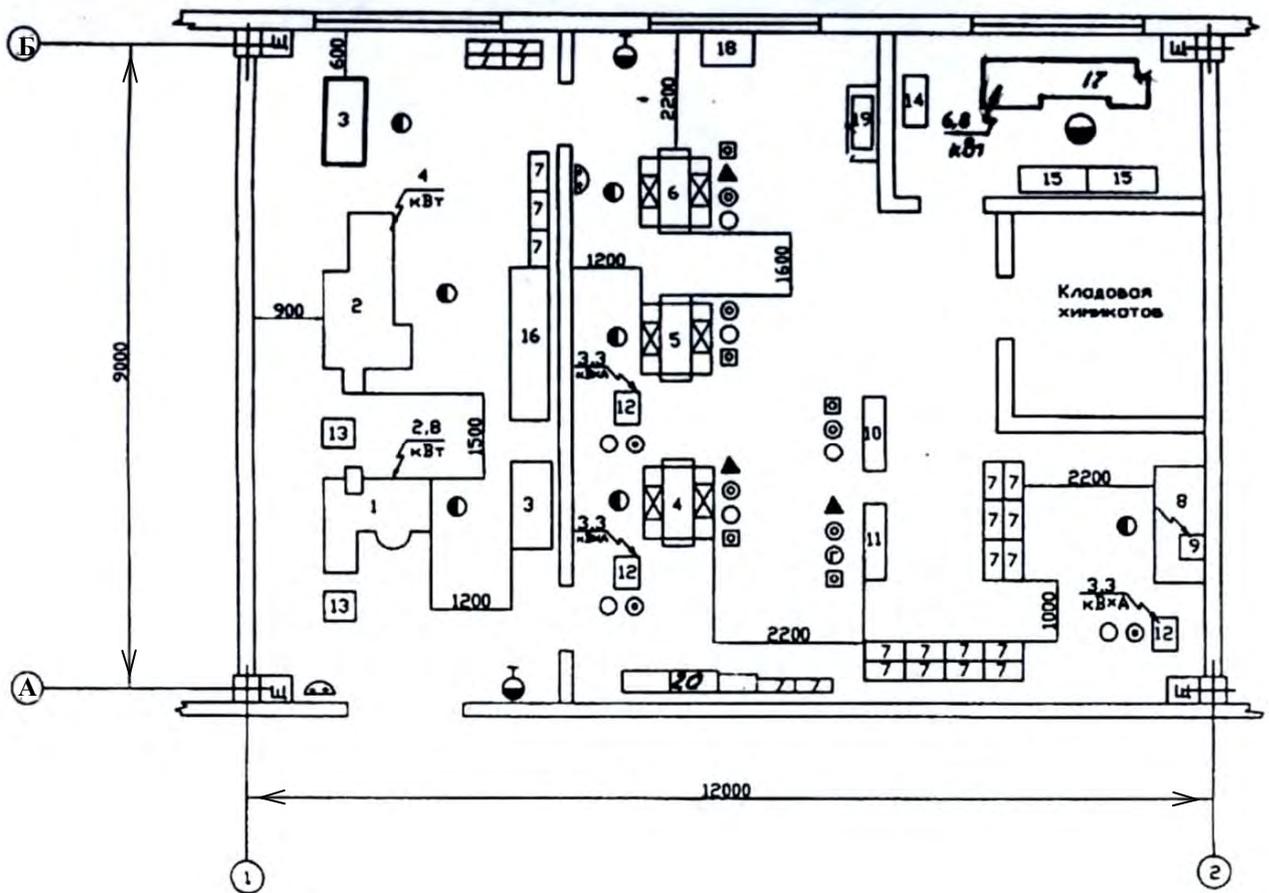


Рис. 4.6. Схема комплекса по централизованному восстановлению деталей железнением:

1 – вертикально-расточной станок; 2 – станок внутришлифовальный; 3 – верстак слесарный; 4 – ванна для электролитического обезжиривания; 5 – ванна для анодного травления; 6 – ванна для нейтрализации; 7 – стеллаж для деталей; 8 – установка для вневанного железнения; 9 – кислотостойкий насос; 10 – ванна с холодной водой; 11 – ванна с горячей водой; 12 – выпрямитель; 13 – тумбочка инструментальная; 14 – шкаф инструментальный; 15 – стеллаж; 16 – полочный стеллаж; 17 – станок круглошлифовальный; 18 – стол контролера; 19 – бак для отстоя электролита с фильтрами; 20 – столы и подставки для подвесок



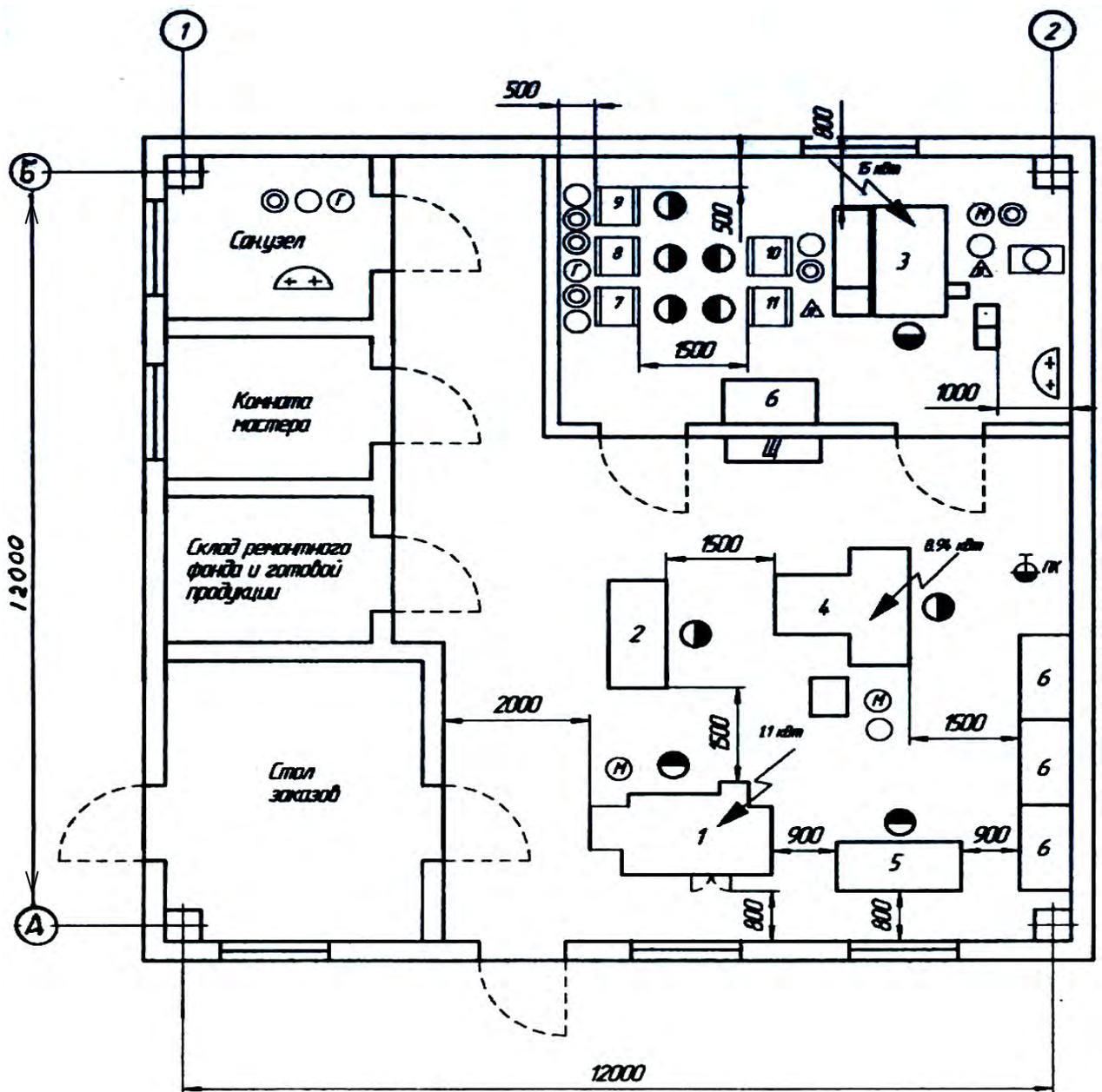


Рис. 4.8. Схема участка по централизованному восстановлению шатунов:  
 1 – плоско-шлифовальный станок; 2 – верстак слесарный; 3 – установка электролитического наращивания с одновременным хонингованием;  
 4 – горизонтально-расточной станок; 5 – стол контрольный; 6 – стеллаж;  
 7 – ванна обезжиривания; 8 – ванна горячей промывки; 9 – ванна холодной промывки; 10 – ванна нейтрализации;  
 11 – установка сушки

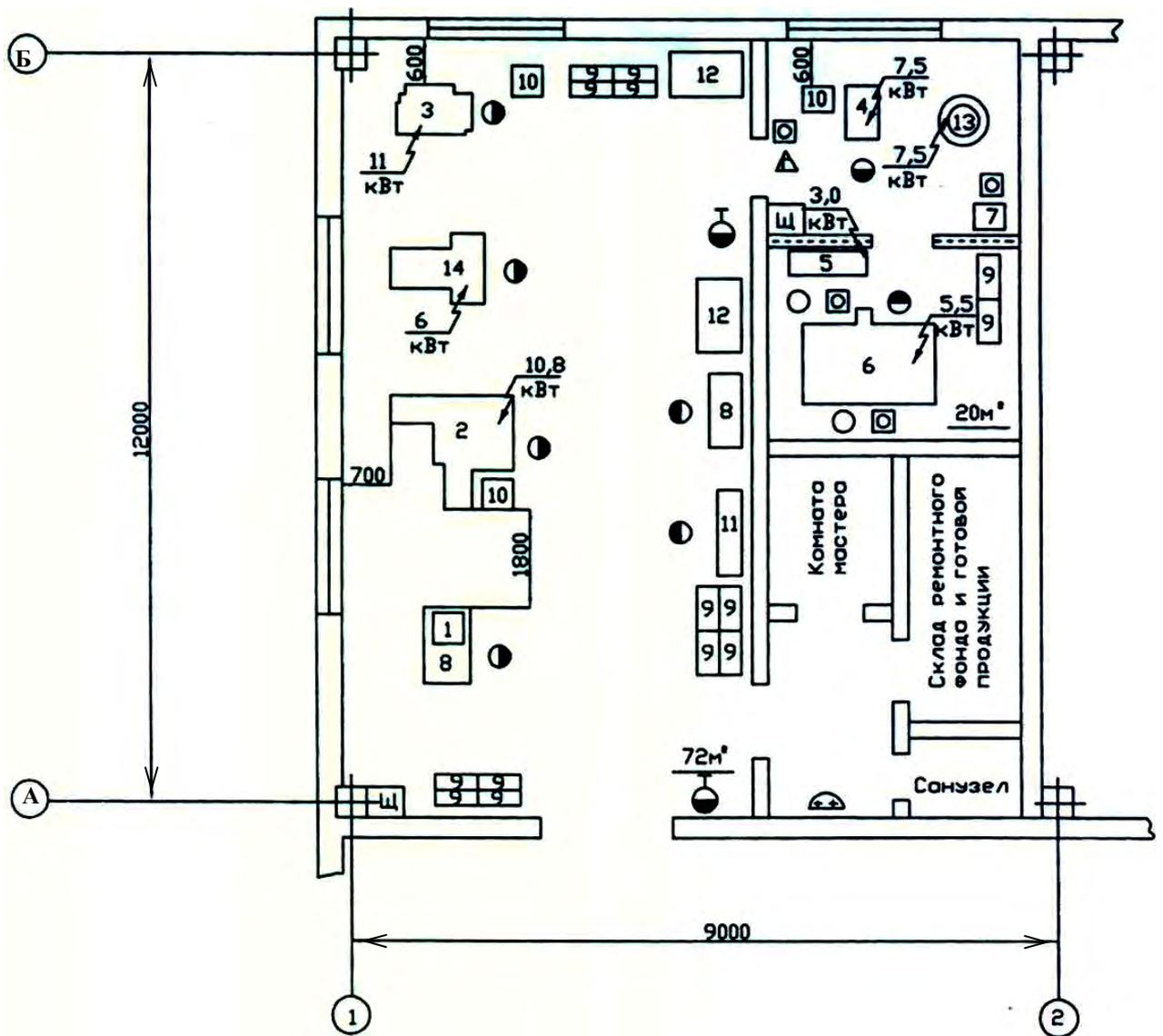


Рис. 4.9. Схема организации специализированного участка по восстановлению вилок (рычагов):

1 – ручной пресс для правки; 2 – станок плоскошлифовальный; 3 – станок вертикально-сверлильный; 4 – установка для наплавки; 5 – закалочный станок; 6 – высокочастотная установка с ламповым генератором; 7 – твердомер Роквелла; 8 – верстак слесарный; 9 – стеллаж для деталей; 10 – приемный столик; 11 – стол для контроля; 12 – стеллаж для инструмента; 13 – шахтная электрическая печь; 14 – фрезерный станок

## ЛИТЕРАТУРА

1. Масино, М.А. Организация восстановления автомобильных деталей / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1981. – 176 с.
2. Какуевицкий, В.А. Восстановление деталей автомобилей на специализированных предприятиях / В.А. Какуевицкий. – М.: Транспорт, 1988. – 149 с.
3. Молоков, Б.М. Организация восстановления деталей машин в сельском хозяйстве / Б.М. Молоков. – М.: Колос, 1979. – 179 с.
4. Намаконов, Б. Экологическая необходимость вторичного производства машин. / Б. Намаконов // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 8. – С.43–44.
5. Колясинский, З.С. Агрегатный метод ремонта подвижного состава автомобильного транспорта / З.С. Колясинский, Н.А. Болтышев // Автомобильный транспорт: обзор информ. Сер. Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей / ЦБНТИ Минпрома РСФСР – М., 1984. – Вып.2. – 76 с.
6. Ремонт автомобилей / под ред. Л.В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 2002. – 296 с.
7. Демьянюк, Ф.С. Технологические основы поточно-автоматического производства / Ф.С. Демьянюк. – М.: Высшая школа, 1965. – 690 с.
8. Шадричев, В.А. Основы выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей металлопокрытиями / В.А. Шадричев. – М.-Л.: Машгиз, 1962. – 296 с.
9. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей: учебник / В.А. Шадричев. – Л.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
10. Исследование ремонтпригодности и разработка прогрессивных технологических процессов ремонта основных агрегатов автомобилей КраЗ: отчет о НИР (заключ.) / Деп. в ВИНТИ; рук. работы В.М. Щебров. – Минск, 1974. – С.7–25. – № ГР 72048695.
11. Щебров, В.М. Информационные аспекты исследования ремонтпригодности деталей и выбор критериев ее оценки / В.М. Щебров, В.К. Ярошевич, А.В. Казацкий. // Проблемы создания информационных технологий: сб. науч. тр./ Международная академия информационных технологий. – Минск, 2002. – Вып. 8. – С.49–54.
12. Оборудование для ремонта автомобилей / под ред. М.М. Шахнеса. – М.: Транспорт, 1979. – 384 с.
13. Дасоян, М.А. Оборудование цехов электрохимических покрытий. / М.А. Дасоян, И.Я. Пальмская. – Л.: Машиностроение, 1979. – 288 с.
14. Козлов, Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте. / Ю.С. Козлов – М.: Транспорт, 1981. – 152 с.

15. Афанасиков, Ю. Проектирование моечно-очистного оборудования АРП / Ю. Афанасиков. – М.: Транспорт, 1989. – 236 с.
16. Коробко, В.И. Технологическое оснащение авторемонтного производства / В.И. Коробко, В.П. Иванов, В.И. Семенов. – Минск: Университетское, 1994. – 180 с.
17. Колясинский, З.С. Механизация и автоматизация авторемонтного производства / З.С. Колясинский, Г.Н. Сархошьян, А.М. Лисковец. – М.: Транспорт, 1982. – 161 с.
18. Рыбаков, В.М. Дуговая и газовая сварка / В.М. Рыбаков. – М.: Высшая школа, 1986. – 208 с.
19. Савич, А.С. Технология и оборудование ремонта автомобилей / А.С. Савич, В.П. Иванов, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009. – 364 с.
20. Китаев, А.М. Справочная книга сварщика / А.М. Китаев. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
21. Савич, А.С. Проектирование авторемонтных предприятий. Курсовое и дипломное проектирование / А.С. Савич, А.В. Казацкий, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 256 с.
22. Казацкий, А.В., Восстановительные технологии: учебно-методическое пособие. / А.В. Казацкий, А.С. Савич, В.К. Ярошевич. – Минск: БНТУ, 2005.
23. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, А.В. Казацкий. – Минск: БНТУ, 2009. – 40 с.
24. Молодык, Н.В. Восстановление деталей машин: справочник / Н.В. Молодык, А.С. Зенкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
25. Технология авторемонтного производства / под ред. К.Т.Кошкина. – М.: Транспорт, 1969. – 568 с.
26. Бабусенко, С.М. Современные способы ремонта машин / С.М. Бабусенко, В.А. Степанов. – М.: Колос, 1977. – 268 с.
27. Маслов, Н.Н. Качество ремонта автомобилей / Н.Н. Маслов. – М.: Транспорт, 1975. – 375 с.
28. Справочник технолога авторемонтного производства / под ред. Г.А. Малышева. – М.: Транспорт, 1977. – 432 с.
29. Капитальный ремонт автомобилей: справочник / под ред. Р.Е. Есенберлина. – М.: Транспорт, 1989. – 335 с.

30. Ярошевич, В.К. Технология ремонта автомобилей: лабораторный практикум / В.К. Ярошевич, А.С. Савич, А.В. Казацкий. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 392 с.
31. Казацкий, А.В. Основы организации и проектирования рабочих мест по восстановлению деталей на предприятиях автомобильного транспорта: методическое пособие / А.В. Казацкий, В.С. Смольская. – Минск: БНТУ, 2010. – 40 с.
32. Справочная книга по технологии ремонта машин в сельском хозяйстве / под ред. А.И. Селиванова. – М.: Колос, 1975. – 600 с.
33. Таратута, А.И. Пособие электро- и газосварщику / А.И. Таратута, А.И. Шевцов. – Минск: Ураджай, 1990. – 112 с.
34. Силуянов, В.Л. Прогрессивные способы восстановления деталей машин / В.Л. Силуянов, В.А. Надольский, Л.И. Лужнов. – Минск: Ураджай, 1988. – 120 с.
35. Дорожкин, Н.Н. Импульсные методы нанесения порошковых покрытий / Н.Н. Дорожкин, Т.М. Абрамович, В.К. Ярошевич. – Минск: Наука и техника, 1985. – 280 с.
36. Байкалова, В.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В.Н. Байкалова. – М.: Колос, 1979. – 81 с.
37. Бардышев, О.А. Организация ремонта техники на транспортном строительстве / О.А. Бардышев, А.М. Ратнер, В.Г. Тайц. – М.: Транспорт, 1988. – 240 с.
38. Сергеев, А.Г. Диагностирование электрооборудования автомобилей / А.Г. Сергеев, В.Е. Ютт. – М.: Транспорт, 1987. – 159 с.
39. Кузнецов, Е.С. Производственная база автомобильного транспорта. Состояние и перспективы / Е.С. Кузнецов, И.П. Курников. – М.: Транспорт, 1988. – 232 с.
40. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002.–89: Введ. 01.07.90. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 38 с.
41. Автомобили, их составные части, сдаваемые в капитальный ремонт и выпускаемые из капитального ремонта. Комплектность: СТБ 930-2004. Введ. 28.06.2004. – Минск: Изд-во НП «БелГИСС», 2004. – 5 с.
42. Восстановление деталей машин: справочник / под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003.
43. Технический кодекс установившейся практики. Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения: ТКП 248–2010 (02190). – Минск: М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, 2010. – 43 с.