

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
“Полоцкий государственный университет”

В.П. ИВАНОВ

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ
ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ:
ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов специальности
«Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов»
учреждений, обеспечивающих получение высшего образования*

Новополоцк 2005

УДК 002.5 (075.8)
ББК 30.605 я73
И 20

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

кафедра технологии машиностроения Брестского государственного технического университета (заведующий кафедрой – кандидат технических наук, доцент А.П. АКУЛИЧ);
Л.М. КОЖУРО, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии металлов Белорусского государственного аграрного технического университета

Иванов В.П.

И 20 Высокоэффективные процессы обработки материалов: оборудование и оснастка: Учеб. пособие / В.П. Иванов. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 148 с.

ISBN 985-418-346-7

Рассмотрена система средств технологического оснащения ремонтно-восстановительного производства, состоящая из оборудования и оснастки промышленного изготовления и средств, создаваемых в собственном вспомогательном производстве.

Приведены виды промышленного оборудования и основы его выбора, методы проектирования и организация создания оборудования и оснастки, изготавливаемых в заводских условиях.

Предназначено в качестве учебного пособия для студентов технических вузов и специалистов ремонтно-обслуживающих предприятий.

УДК 002.5 (075.8)
ББК 30.605 я73

ISBN 985-418-346-7

© Иванов В.П., 2005
© УО “ПГУ”, 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

Необходимым условием выпуска качественной продукции с наименьшим расходом производственных ресурсов является наличие на заводе СТО, способных с заданной точностью выполнить все операции, предусмотренные технологической документацией.

Дорогостоящая система СТО создается в результате технологической подготовки производства путем их приобретения и изготовления. Приобретают промышленное оборудование и инструменты, изготовленные на станкостроительных и инструментальных заводах. Некоторые из этих заводов находятся за пределами Беларуси. Часть СТО (специальное оборудование, оргтехоснастку, приспособления и специальные инструменты) изготавливают в собственном вспомогательном производстве по чертежам, разработанным заводскими конструкторами.

Будущий инженер должен уверенно обосновать выбор СТО, которые будут закуплены в виде товарной продукции, и умело спроектировать систему средств, которые будут изготовлены на заводе. От обоснованности этих действий зависят экономические показатели работы предприятия.

Материал книги написан применительно к технологической подготовке ремонтно-восстановительного производства и дополняет материал учебных дисциплин по ремонту машин с восстановлением их деталей. По этим дисциплинам студенты выполняют курсовые проекты, а некоторые сведения книги используются и при выполнении дипломных проектов. Книга будет полезна и заводским специалистам.

Книга содержит четыре раздела, каждый из которых включает лекционный материал, который автор читает студентам Полоцкого государственного университета – будущим специалистам по высокоэффективным процессам обработки материалов, описание практических занятий, контрольные вопросы, требования к знаниям и умениям студентов, темы рефератов и исследований, условия рейтингового контроля знаний. Имеется справочный материал в объеме, необходимом для подтверждения и иллюстрации теоретических положений. Доля учебного материала по различным СТО соответствует их значимости и доле трудоемкости, связанной с созданием и использованием этих средств в заводских условиях. Содержание практических занятий способствует развитию навыков по выбору технологического оборудования и разработке системы СТО.

БАЗОВАЯ ПРОГРАММА

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины заключается в приобретении знаний и навыков, достаточных для выбора СТО промышленного изготовления и проектирования средств высокого технического уровня, создаваемых в собственном вспомогательном производстве.

Поставленная цель достигается путем системного изучения материальной базы ремонтно-восстановительного производства (оборудования и оснастки) и методов проектирования как единичных СТО, так и их системы, создаваемых в собственном вспомогательном производстве с применением новых научных знаний и передового производственного опыта.

Полученные знания необходимы в инженерной деятельности будущего специалиста при технологической подготовке ремонтно-восстановительного производства, способного обеспечить установленные объемы выпуска продукции при ее нормативном качестве на базе современной организации производства и труда.

Перечень дисциплин с указанием разделов, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Название дисциплины	Раздел
Технология машиностроения	Основы базирования и теория размерных цепей. Особенности достижения требуемой точности при обработке заготовок и сборке типовых узлов машин
Технологическое оборудование	Станки, автоматические линии, гибкие производственные системы
Приспособления для обработки материалов	Методика проектирования станочных приспособлений
Основы экологии	Экозащитная техника и технология
Теория резания	Особенности обработки различных материалов
Охрана труда	Методы и средства повышения безопасности технологических процессов
Математические модели в расчетах на ЭВМ	Методы оптимизации
Экономика машиностроения	Себестоимость продукции и классификация затрат по экономическим элементам и статьям калькуляции. Организация производства в пространстве и во времени
Основы ремонта машин	Технологический процесс ремонта машин
Технология и оборудование восстановления деталей	Технологический процесс восстановления детали

Тематический план

№ п.п.	Название темы	Количество часов		
		Лекций	Практических занятий	Самостоятельной работы
1	Введение	2		
2	Классификация и общая характеристика средств технологического оснащения ремонтного производства	2		
3	Потребность в средствах технологического оснащения и их использование	2		4
4	Разборочное и очистное оборудование	2		
5	Оборудование для нанесения покрытий	6		
6	Металлорежущее оборудование	2	2	
7	Кузнечно-прессовое и термическое оборудование	2		
8	Сборочное оборудование	2		
9	Диагностическое, контрольное и испытательное оборудование	2		
10	Поточно-механизированные линии	2		4
11	Проектирование единичных средств технологического оснащения	2	8	4
12	Проектирование системы средств технологического оснащения завода	6	8	4
13	Организация создания системы средств технологического оснащения	2		2
14	Экономическая эффективность применения средств технологического оснащения	2		4
Всего		36	18	22
Итого		76		

ВВЕДЕНИЕ

Основные термины и определения дисциплины

Средства технологического оснащения (ГОСТ 3.1109-82) – совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Средства технологического оснащения (СТО) подразделяют на технологическое оборудование и оснастку. Оснастка, в свою очередь, состоит из приспособлений и инструмента.

Средства ремонта – средства технологического оснащения и оборудования, предназначенные для ремонта техники.

Технологическое оборудование (ГОСТ 3.1109-82) – это СТО, в которых для выполнения части технологического процесса устанавливают технологическую оснастку, материалы или заготовки и средства воздействия на них.

Примеры технологического оборудования: разборочные станды, очистные машины, металлорежущие станки, обкаточно-тормозные станды.

Технологическое оборудование в зависимости от разнообразия выполняемых им функций и обрабатываемых изделий подразделяют на универсальное, специализированное и специальное, а по приспособленности к воздействиям на изменяющиеся ремонтируемые (восстанавливаемые) изделия в различных производственных условиях – на перестраиваемое, переналаживаемое и гибкое.

Универсальное оборудование (металлорежущее, кузнечно-прессовое, термическое и др.) обладает широкими технологическими возможностями.

Специализированное оборудование обладает увеличенными производительностью или точностью обработки однотипных заготовок, но более узкими технологическими возможностями по сравнению с универсальным оборудованием. В специализированное оборудование превращают универсальное оборудование (чаще металлорежущее) путем заводской модернизации.

Специальное оборудование выполняет узкую технологическую функцию над ремонтируемым (восстанавливаемым) изделием определенной модели, обладает наибольшей производительностью и обеспечивает наивысшую точность. Это, например, шлифовальные станки для обработки коренных или шатунных шеек коленчатых валов, расточные станки для одновременной обработки коренных опор, втулок распределительного вала и отверстия под стартер в блоке цилиндров, контрольные станды и др. Металлорежущее специальное оборудование изготавливают на станкостроительных заводах по заказу.

Специальные металлорежущие станки – это модификации универсальных станков. Они оснащены наладками (или подготовлены под установку наладок) и устройствами для обработки заготовок одного наименования. Остальное специальное оборудование изготавливают, как правило, в инструментальном цехе (участке) ремонтного завода.

Перестраиваемое оборудование может быть перестроено на обработку другой детали или группы деталей при затратах средств и труда, соизмеримых с его стоимостью.

Переналаживаемое оборудование при переходе на обработку другой детали или группы деталей не требует дополнительных вложений и остановки производства, что связано с изменением текущих расходов.

Гибкое оборудование при переходе на обработку другой детали или группы деталей не требует ни дополнительных вложений, ни остановки производства, ни увеличения текущих расходов.

Технологическая оснастка представляет собой устройства, которые расширяют технологические возможности оборудования и применяются только вместе с ним.

Примеры технологической оснастки: фрезы, резцы, борштанги, приспособления, штампы, пресс-формы.

Приспособления – это технологическая оснастка, предназначенная для установки ремонтируемого (восстанавливаемого) изделия или ориентирования инструмента при выполнении технологической операции.

Инструмент – это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на изделие с целью изменения его состояния, которое определяют при помощи мер и (или) измерительных приборов.

Система средств технологического оснащения – это иерархическое многоуровневое множество технологических машин основного производства, необходимое для выполнения технологических воздействий на предмет труда на пути его превращения из состояния ремонтного фонда в состояние товарной продукции. Систему СТО создают путем их приобретения и изготовления, а совершенствуют путем модернизации.

СТО приобретенные – это средства ремонта, изготовленные вне предприятия и поступившие за оплату в виде товарной продукции или без оплаты в результате передачи с баланса на баланс предприятий. Приобретают металлорежущие и балансировочные станки, прессы, компрессоры, термические печи, конвейеры, грузоподъемные машины и другое оборудование.

СТО, изготовленные в собственном вспомогательном производстве, – это средства ремонта, изготовленные на предприятии в результате технологической подготовки производства по конструкторской документации, разработанной инженерными службами предприятия или приобретенной на стороне. Изготавливают установки, станды, приспособления на металлорежущие станки, специальные инструменты и некоторые средства измерений.

Технический уровень средств технологического оснащения

Технический уровень СТО – это характеристика их технического совершенства.

Технический уровень технологической машины определяют путем сопоставления значений ее показателей со значениями соответствующих показателей базового образца. В качестве такого образца выступает лучшая известная или гипотетическая машина.

Для оценки технического уровня технологических машин используют десять групп показателей: назначения, надежности, безопасности, технологичности, эргономических, эстетических, экологических, стандартизации и унификации, патентно-правовых, экономических. Наиболее критичными показателями являются показатели назначения, надежности и экономические.

Показатели *назначения* характеризуют способность машины выполнять функции, ради которых она создавалась (переработки энергии или материалов, обработки заготовок и т.д.). В качестве показателей назначения принимают самые важные и необходимые свойства продукции.

Показатели *надежности* определяют свойство машины сохранять и восстанавливать ее работоспособность в процессе эксплуатации. Они дополняют показатели назначения в части обеспечения их стабильности в течение длительного времени.

Надежность – это свойство технологического объекта сохранять во времени и установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность в зависимости от назначения объекта и условий его применения включает безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или сочетания этих свойств.

Основным среди свойств надежности объекта является *безотказность*, которая определяет способность сохранять работоспособное состояние в течение установленного времени или наработки. Основные показатели безотказности: интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, ресурс непрерывной работы. Интенсивность отказов (см. рис.), повышенная в начальный период эксплуатации объекта за счет выявления производственных дефектов, уменьшается (участок I), затем стабилизируется (участок II) и непрерывно возрастает по мере приближения к предельному состоянию объекта (участок III). Участок I характеризует обкатку машины, участок II соответствует ее нормальной эксплуатации, а участок III – интенсивному изнашиванию ее деталей. По мнению некоторых ученых изнашиваемые соединения должны быть заменены или отремонтированы в конце второго участка. Соблюдение этого положения, которое американский специалист в области надежности И. Базовский назвал “золотым правилом надежности”, может обеспечить безотказность объекта, близкую к единице.

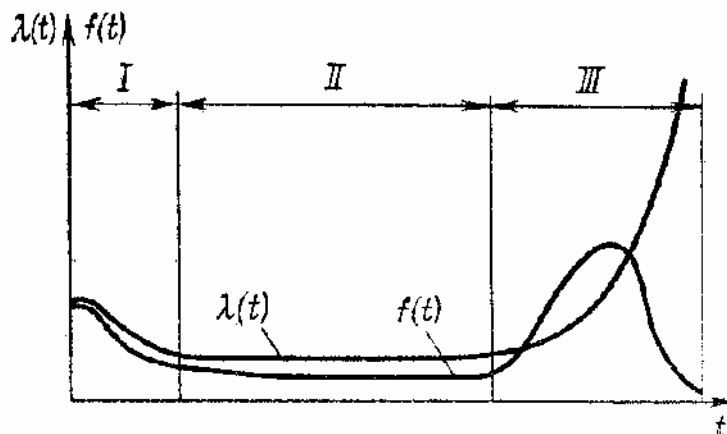


Рис. Типичное изменение интенсивности $\lambda(t)$ и плотности $f(t)$ отказов в зависимости от наработки t

Долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до предельного состояния. Показателями долговечности служат ресурс и срок службы объекта. *Ресурс* – это наработка объекта до предельного состояния, а *срок службы* – календарная продолжительность его эксплуатации до исчерпания ресурса. Долговечность рассматривается как промежуток времени или наработка, в течение которых оценивается безотказность.

Ремонтопригодность – это приспособленность объекта к предупреждению, обнаружению и устранению повреждений путем ремонта. Свойство оценивается временными, трудовыми или стоимостными показателями.

Сохраняемость – свойство изделия непрерывно сохранять исправное состояние в течение срока хранения и транспортирования. Сохраняемость оценивается показателями, аналогичными тем, которые применяются для оценки долговечности.

Показатели *безопасности* характеризуют способность технологической машины обеспечить безопасность ее обслуживания персоналом при использовании.

Показатели *технологичности* характеризуют приспособленность машины и ее частей к изготовлению, ремонту и обслуживанию.

Эргономические показатели характеризуют степень приспособленности машины к возможностям человека.

Эстетические показатели характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения продукции (в т.ч. качество окрашивания) и стабильность ее товарного вида.

Показатели *стандартизации и унификации* характеризуют насыщенность машины стандартными и унифицированными частями, а также уровень заимствования прогрессивных частей других ранее освоенных машин.

Патентно-правовые показатели определяют патентную защиту и патентную чистоту объекта. Патентная защита выражает наличие собственных патентов на технические решения, заложенные в объекте, в странах предполагаемого экспорта (точнее, в странах сбыта). Патентная чистота описывается наличием в машине составных частей, не попадающих под действие патентов в странах предполагаемого экспорта.

Экономические показатели применяются на завершающей стадии оценки как сопоставление затрат и эффекта от применения СТО. К снижению затрат приводят широкое применение энергии неживой природы, повышение скоростей рабочих движений и совмещение технологических переходов во времени.

Качество и технический уровень СТО оценивают *единичными, комплексными и интегральным* показателями.

Влияние средств технологического оснащения на технический уровень ремонтного производства

Состояние материальной базы ремонтного производства определяет его технический уровень (производительность труда, точность технологических воздействий, расход материалов и энергии) и качество выпускаемой продукции, которые зависят от объема предшествующей технологической подготовки этого производства.

Внедрение СТО облегчает труд человека или высвобождает его из трудового процесса. Повышение производительности труда достигается многоинструментальной и скоростной обработкой. Точность воздействий обеспечивают применением жесткого оборудования с точным перемещением инструментов.

Расширение множества видов применяемой энергии связано с внедрением оборудования, преобразующего энергию движения материи на более глубоких ее уровнях. Так, механическая энергия связана с движением макротел, тепловая и химическая – с движением молекул, электрическая – с движением ионов и электронов и т.д. Новые разработки, определяющие размеры машин, их КПД, экономичность и технический уровень, используют виды превращения энергии на уровнях молекул, их атомов и электронных оболочек. Например, использование потенциальной энергии давления сжатого воздуха связано с низким КПД потребителей сжатого воздуха и большой мощностью компрессоров. Целесообразно пневмомеханические приводы заменить электромеханическими, питающимися токами повышенной частоты (200 Гц). Электронно-лучевая и лазерная обработка материалов обеспечивает наибольшую плотность мощности в единице площади ($10^2 \dots 10^6$ кВт/см²) в то время как газовое пламя – только 3 кВт/см² с более низким КПД.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ И ПОТРЕБНОСТЬ В НИХ

1.1. Классификация и общая характеристика средств технологического оснащения ремонтного производства

1.1.1. Структура основных фондов предприятия

Основные фонды предприятия – это средства труда, которые многократно участвуют в производственном процессе, переносят свою стоимость на продукцию частями по мере изнашивания и воспроизводятся через множество производственных циклов.

Расчет норм амортизационных отчислений и учет основных фондов требуют определения их структуры и классификации. По функциональному назначению основные фонды делятся на производственные и непроизводственные. Первые действуют в сфере производства (здания, сооружения, СТО), а вторые удовлетворяют бытовые и культурные потребности работников (подсобное хозяйство, магазины, клуб и др.). По натурально-вещественным признакам основные фонды подразделяются на группы (табл. 1.1), которые образуют их структуру. Она зависит от сложности и особенностей ремонтируемой продукции, типа и концентрации производства и других факторов.

Таблица 1.1

Основные фонды предприятия

Группы	Назначение и характеристика
Здания	Архитектурно-строительные объекты производственного назначения (цехи, склады, лаборатории и др.)
Сооружения	Инженерно-строительные объекты, выполняющие технические функции по обслуживанию производственного процесса (очистные сооружения, дороги, эстакады и др.)
Инженерные сети	Устройства для передачи энергии, материальных ресурсов (кабельные, тепловые и газовые сети, газоходы, коллекторы и др.) и отходов
Средства: – энергетические – технологические – измерительные и лабораторные – транспортные – вычислительная техника – инструмент – оргтехоснастка	Объекты для преобразования и распределения энергии (трансформаторы, турбины, компрессоры и др.) Объекты, непосредственно воздействующие на предметы труда (станки, прессы, печи, подъемно-транспортные машины и др.) Ручные или автоматические устройства для контроля и регулирования технологических процессов, лабораторных испытаний и исследований Средства для перемещения людей и грузов Средства для автоматизации процессов решения математических задач Средства для непосредственного формообразования и измерений Вспомогательные средства для организации технологических операций

В зависимости от степени непосредственного воздействия на создаваемую продукцию основные производственные фонды подразделяют на активные и пассивные. *Активную* часть фондов составляют средства (оборудование, приборы, инструменты), которые оказывают прямое влияние на количество и качество продукции. К *пассивной* части основных фондов относят средства, которые обеспечивают работу активной части основных фондов. В структуре основных производственных фондов активная их часть должна непрерывно увеличиваться.

Количество, разнообразие, технический уровень и техническое состояние СТО определяет производственные возможности предприятия, а их использование – показатели производственно-хозяйственной деятельности.

1.1.2. Классификация и характеристика средств технологического оснащения

Основное назначение СТО заключается во всемерной экономии живого труда путем замены человека в производственных процессах устройствами, потребляющими энергию неживой природы.

Классификация СТО – это разделение их множества на непересекающиеся подмножества по наличию или отсутствию установленных признаков. Выбор классификационных признаков зависит от целей классификации. Деление должно быть по одному основанию, непрерывным, без остатка, каждый член деления должен входить только в одну группу. Подмножества объектов, полученные в результате классификации, образуют классификационные группы. Классификация СТО служит целям их унификации, что приводит к сокращению объемов проектирования и повышению серийности при изготовлении.

Унификация технологических объектов – это рациональное сокращение их типов, видов и размеров, разновидностей составляющих их частей, а также материалов, покрытий и норм точности. Некоторые убытки от использования системы этих объектов окупаются на стадии их проектирования и изготовления. Задачи унификации объектов относятся к классу оптимизационных задач.

Оборудование классифицируют по технологическим признакам, а его части – по функциональным.

Устранение неисправностей и восстановление ресурса ремонтируемых машин требует применения следующего технологического оборудования: диагностического; разборочного; очистного; для определения технического состояния деталей; для нанесения покрытий; прессового; для

механической обработки (металлорежущего), для термической обработки; измерительного; балансировочного; сборочного; окрасочного; обкаточного; испытательного; для перемещения предмета труда; для переработки отходов.

Множество необходимых воздействий на предмет ремонта со стороны СТО определяют в результате разработки соответствующих технологических процессов. Указанное множество воздействий в виде технологических переходов выполняют исполнительные агрегаты СТО. На рис. 1.1, например, показано распределение видов технологических переходов, связанных с ремонтом двигателя внутреннего сгорания. Наиболее часто измеряют длины (35,2 %), прикладывают разборочные и сборочные моменты (по 14,4 %), подают и ориентируют заготовки и детали (по 6,2 %), базируют и закрепляют заготовки при обработке (по 4,0 %). Рассматриваемое распределение технологических переходов определяет множество видов исполнительных агрегатов в составе технологических машин. Таким образом, часто используют устройства для базирования и закрепления ремонтируемых и восстанавливаемых изделий, приложения разборочных и сборочных усилий и моментов, внутриоперационного перемещения изделий, измерения длин, формы и расположения поверхностей, расходов и давления сред, вращательного и поступательного перемещения деталей или сборочных единиц и др.

Агрегаты одного вида отличаются друг от друга значениями их главного параметра (например, длиной измеряемых отрезков, значениями разборочных и сборочных моментов, массой заготовок, усилием закрепления). Множество исполнительных агрегатов в количестве нескольких тысяч единиц может быть сведено примерно в тридцать групп разнофункциональных устройств. Этот важный вывод о структуре технологических машин позволяет сосредоточить основные проектные работы на разработке небольшой номенклатуры исполнительных агрегатов и их рядов, из которых могут быть скомпонованы различные машины.

Наиболее насыщенными различными исполнительными агрегатами являются разборочные, сборочные, контрольно-сортировочные, для нанесения покрытий, металлообрабатывающие и испытательные средства. Введение в состав технологических машин устройств для подачи и ориентирования заготовок и деталей на операциях определения их технического состояния, контрольных, обрабатывающих и сборочных существенно сокращает (в 1,5...2,5 раза) трудоемкость этих операций и повышает уровень их механизации.



Рис. 1.1. Количество n технологических переходов, приходящихся на ремонт одного двигателя внутреннего сгорания

Затраты на создание и эксплуатацию исполнительных агрегатов в наибольшей степени зависят от массы ремонтируемых объектов, площади поверхностей деталей, на которые наносят покрытия, моментов и усилий разборки и сборки, точности обработки. Снижение этих затрат происходит

вследствие широкого применения энергии неживой природы, повышения скоростей рабочих движений и совмещения технологических переходов во времени.

1.1.3. Назначение технологического оборудования различных видов

Назначение основного технологического оборудования следующее.

Средства диагностирования служат для определения неисправностей и остаточного ресурса агрегатов перед разборкой. Эти средства развиваются с внедрением необезличенного ремонта техники с целью определения необходимого объема ремонтных работ.

С помощью разборочного оборудования выполняют закрепление ремонтируемых объектов, их технологические перемещения и силовое разъединение резьбовых и прессовых соединений.

Очистное оборудование снимает эксплуатационные и технологические загрязнения с поверхностей деталей и регенерирует очистные среды.

Цель применения средств для определения технического состояния деталей заключается в делении потока очищенных деталей ремонтного фонда на годные, подлежащие восстановлению (с назначением технологических маршрутов) и негодные, которые будут заменены на новые детали.

Восстановительные и защитные покрытия на поверхности восстанавливаемых деталей наносят с помощью оборудования для наплавки, напыления, электроконтактной приварки, гальванических ванн и др. Восстановительные покрытия применяют для создания ремонтных заготовок, а защитные – для придания поверхностям деталей противокоррозионных свойств.

Прессовое оборудование необходимо для получения ремонтных заготовок с использованием объемного пластического деформирования материала и для сборки соединений с натягом.

С помощью металлорежущего оборудования достигают необходимых значений расположения, формы, размеров и шероховатости поверхностей.

Оборудование для термической обработки служит для нагрева заготовок, их выдержки при заданной температуре и охлаждения с целью получения необходимой структуры материала и его свойств.

С помощью универсального измерительного оборудования производят ответственные измерения параметров формы и расположения поверхностей деталей.

Балансировочное оборудование используют для статического и динамического уравнивания вращающихся деталей и сборочных единиц.

С помощью сборочного оборудования выполняют закрепление корпусных деталей, технологические перемещения, ориентирование деталей и их силовое соединение.

Обкаточно-испытательное оборудование необходимо для подготовки агрегатов к предстоящей эксплуатации и их приемо-сдаточных испытаний.

Подъемно-транспортное оборудование служит для перемещения и установки ремонтируемых (восстанавливаемых) объектов в пределах рабочих мест, участков, цехов или завода. Если средства для внутриоперационного перемещения входят в компоновку обслуживаемого оборудования, то такое решение приносит значительный экономический эффект.

Средства для переработки отходов пакетируют стружку и отходы штамповки, нейтрализуют и обезвреживают отходы очистного и гальванического участков.

1.1.4. Технологическая оснастка и ее характеристика

Технологическая оснастка включает приспособления и инструмент. Наиболее широко применяют приспособления при механической обработке заготовок.

Станочные приспособления – это дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для базирования и закрепления заготовок, направления и опоры инструмента. Формообразующие элементы имеются в оборудовании, на котором используют приспособление.

По признаку специализации и возможности переналадки различают шесть типов станочных приспособлений:

– *универсальные безналадочные* приспособления (УБНП), обеспечивающие установку любых заготовок и оснащение ими широкой номенклатуры оборудования. УБНП применяют в единичном и мелкосерийном производстве;

Примеры УБНП: токарные патроны, машинные тиски, поворотные столы.

– *универсальные наладочные* приспособления (УНП) – устройства для установки заготовок при помощи специальных наладок, используемые в большом количестве операций. *Наладка* – это часть приспособления, необходимая для установки конкретной заготовки. УНП применяют в еди-

ничном и серийном многономенклатурном производстве, использующем групповые методы обработки;

Примеры УНП: универсальные наладочные тиски, универсальные наладочные угольники для токарных работ.

– *специализированные наладочные* приспособления (СНП), обеспечивающие установку схожих по конфигурации заготовок, отличающихся размерами. Компоновка СНП состоит из наладки в специализированном корпусе, который многократно применяют в условиях серийного и крупносерийного производства;

– *универсально-сборные* приспособления (УСП) – обратимые специальные приспособления краткосрочного применения, которые собирают из стандартных деталей и узлов высокой точности. Применяют в единичном и мелкосерийном производстве, а также в период освоения выпуска продукции в серийном и крупносерийном производстве;

– *сборно-разборные* приспособления (СРП) состоят из стандартных деталей и узлов, которые собирают после частичной доработки опорных поверхностей под заготовки. СРП – устройства многократного применения. Ими оснащают трудоемкие операции серийного и крупносерийного производства в стадии усовершенствования или в течение ограниченного времени (до 1,5 года);

– *неразборные специальные* приспособления (НСП) – устройства, не подлежащие разборке после окончания производства закрепленных за ними изделий. Эффективны при оснащении трудоемких операций серийного и крупносерийного производства.

Использование приспособлений уменьшает трудоемкость и длительность технологической подготовки производства, повышает производительность труда станочников и снижает требования к их квалификации, повышает точность обработки заготовок и расширяет технологические возможности оборудования.

Инструменты – средства для непосредственного воздействия на ремонтируемый (восстанавливаемый) объект. Номенклатура инструментов большая. По технологическому признаку различают инструмент слесарный, кузнечный, режущий, измерительный и др. В зависимости от видов используемой энергии различают ручной (ключ, кувалда, долото, пробка и др.) и механизированный (пневматический гайковерт, шлифмашинка и др.) инструменты. Механизированный и часть ручного инструмента приобретают, остальной инструмент изготавливают.

1.2. Потребность в средствах технологического оснащения и их использование

Часть технологических переходов выполняют на оборудовании промышленного изготовления (на токарных, сверлильных, шлифовальных станках, прессах и др.), а оставшуюся часть – на СТО собственного изготовления.

1.2.1. Потребность в оборудовании

При определении потребности в СТО рассчитывают фонды их времени.

Номинальный годовой фонд времени оборудования $\Phi_{но}$ определяют по формуле

$$\Phi_{но} = \Phi_{нр} \eta_{3с} n_c, \text{ ч}, \quad (1.1)$$

где $\Phi_{нр}$ – номинальный годовой фонд времени рабочего; $\eta_{3с}$ – коэффициент потерь времени в третью смену; n_c – число смен в сутки.

Коэффициент $\eta_{3с}$ учитывает тот факт, что третья смена организована в оставшееся время суток между второй и первой сменами без обеденного перерыва и без сокращений смены в предпраздничные дни.

При односменной работе $\Phi_{но} = \Phi_{нр}$. При расчете $\Phi_{нр}$ необходимые сведения выбирают из табл. 1.2.

Таблица 1.2

Номинальный годовой фонд рабочего

Показатели	Производство с условиями труда	
	нормальными	вредными
Продолжительность рабочей недели, ч	40	36
Продолжительность смены, ч	8	7,2
Количество календарных дней в году	365	365
Количество рабочих дней в году	252	252
Количество праздничных дней в году	15	15
Количество дней отдыха	113	113
Количество сокращенных смен в году	8	8
Номинальный годовой фонд времени, ч	2008	1814,4

Действительный годовой фонд времени оборудования $\Phi_{до}$ определяют с учетом его пребывания в наладке и в планово-предупредительном ремонте, если последний выполняют в рабочее время:

$$\Phi_{до} = \Phi_{но} (1 - k_{нр}), \text{ ч}, \quad (1.2)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на наладку оборудования и его ремонт, $k_{нр} = 0,01 \dots 0,03$ (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Значения коэффициентов $k_{нр}$, учитывающих затраты времени на наладку и ремонт оборудования

Тип оборудования	Значения $k_{нр}$ при работе	
	в одну смену	в две смены
Металлорежущие и деревообрабатывающие станки	0,02	0,03
Кузнечно-прессовое оборудование для участков единичного, мелкосерийного и серийного производства	0,02	0,04
То же для крупносерийного производства	–	0,06
Печи термические электрические с тактом работы до 1 ч:		
– механизированные;	–	0,06
– немеханизированные	0,02	0,04
Печи термические электрические с тактом работы свыше 1 ч	0,03	0,05
Высокочастотные установки	–	0,10
Оборудование для нанесения металлических и лакокрасочных покрытий:		
– автоматическое;	–	0,03
– неавтоматическое	0,02	0,04
Печи сушильные камерные	0,03	0,04
Сварочное оборудование	0,03	0,04
Разборочное, сборочное и контрольно-испытательное оборудование	0,02	0,03
Очистное оборудование	0,03	0,04
Установки для консервации изделий	0,02	0,03

Число единиц оборудования n_o , связанного с ручным или машинно-ручным трудом (разборочного, сборочного, паяльного и др.) рассчитывают по *трудоемкости* выполняемых работ

$$n_o = \frac{T_{zo}}{\Phi_{до} \eta_{ис}}, \quad (1.3)$$

где T_{zo} – годовая трудоемкость работ, выполняемых на оборудовании данного вида, чел.-ч; $\eta_{ис}$ – коэффициент, учитывающий использование оборудования во времени.

По *станкоемкости* объектов ремонта рассчитывают оборудование, которое обеспечивает машинные способы обработки (металлорежущие станки, кузнечно-прессовое оборудование). В этом случае величина годо-

вого объема работ выражается в станко-часах. Небольшие партии обрабатываемых заготовок обуславливают частые переналадки оборудования в ремонтно-обслуживающем производстве. Поэтому при расчете потребности в оборудовании учитывают затраты времени и на наладочные работы

$$n_{об} = \frac{(T_{го} + T_{гон})}{\Phi_{до} \eta_{ув}}, \quad (1.4)$$

где $T_{го}$ – годовая трудоемкость работ, выполняемых на оборудовании данного вида, станко-ч; $T_{гон}$ – годовой объем переналадок оборудования, ч.

По продолжительности технологических операций определяют число единиц оборудования, работа на котором связана с установкой и снятием объектов ремонта и периодическим наблюдением за его работой. К такому оборудованию относят очистные погружные машины, сушильные камеры, обкаточно-тормозные стенды и др. Количество оборудования определяют по одной из формул:

$$n_o = \frac{n_3 t_{мо}}{\Phi_{до} \eta_{ув}} \quad \text{или} \quad (1.5)$$

$$n_o = k_n \frac{t_{мо} N}{a \Phi_{до}}, \quad (1.6)$$

где n_3 – количество запусков оборудования в течение года; $t_{мо}$ – продолжительность технологической операции (очистки, сушки и др.) с учетом времени на загрузку и выгрузку объектов ремонта, ч; k_n – коэффициент неравномерности; N – количество объектов ремонта на годовую программу, ед./год; a – количество одновременно обрабатываемых объектов ремонта, ед.

Коэффициент k_n учитывает возможные отклонения от расчетного такта производства, возникающие в результате организационных неполадок на отдельных производственных участках.

Количество обкаточно-тормозных или испытательных стендов определяют по формуле

$$n_o = k_n k_n \frac{t_{мо} N}{\Phi_{до}}, \quad (1.7)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий повторность обкатки или испытания агрегатов (машин) после обнаружения дефектов, равен 1,10...1,15.

В формуле (1.7), в отличие от формулы (1.6), исключена составляющая a , поскольку испытательные стенды предназначены для одновременной установки только одного агрегата.

По *физическим параметрам* ремонтируемых изделий рассчитывается оборудование, производительность которого определяется массой обрабатываемых заготовок (термические и нагревательные печи, кузнечные молоты и др.), а также оборудование участков нанесения покрытий, производительность которого выражается площадью поверхности обрабатываемых изделий (гальванические ванны, окрасочные камеры и др.).

Количество такого оборудования определяют по формулам:

$$n_o = \frac{M_z}{m_q \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_3 \cdot \eta_{ув}}, \quad (1.8)$$

$$n_o = \frac{S_z}{s_q \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_{ув}}, \quad (1.9)$$

где M_z и S_z – соответственно, годовые объемы работ, выраженные массой (кг) и площадью поверхностей (m^2) обрабатываемых изделий; m_q, s_q – производительность оборудования, соответственно, кг/ч и $m^2/ч$; η_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования по массе в зависимости от габаритов и конфигурации изделий ($\eta_3 = 0,7...0,8$).

1.2.2. Потребность в приспособлениях и инструменте

Необходимое количество приспособлений определяют по формуле (1.5).

Норму расхода j -того режущего инструмента H_{uij} на i -той операции в серийном производстве рассчитывают на 1000 заготовок:

$$H_{uij} = \frac{1000t_{ij}}{60T_{изнj}} \cdot \frac{A_{ij}}{k_j}, \quad (1.10)$$

где t_{ij} – продолжительность обработки детали на i -той операции j -тым инструментом, мин; $T_{изнj}$ – время полного изнашивания j -того инструмента, мин (табл. 1.4); A_{ij} – количество j -тых инструментов в одной наладке на i -той операции; k_j – коэффициент случайной убыли инструмента, изменяется для различных видов инструментов от 0,05 до 0,40.

Таблица 1.4

Время полного изнашивания инструментов

Инструмент	$T_{изн}$, ч	Инструмент	$T_{изн}$, ч
Резцы: – из быстрорежущей стали – твердосплавные	15...20 20...25	Зенкеры: d < 20 мм d = 20...50 мм	5 8
Сверла: – из быстрорежущей стали d < 12 мм d = 10...25 мм d > 25 мм – твердосплавные d = 10...25 мм	11 28 60 13...45	Фрезы: – цилиндрические – со вставными ножами d = 90 мм d = 150 мм – торцовые d = 150 мм d = 400 мм – концевые d = 16...20 мм d = 20...30 мм	20...50 58 140 48 110 6 10
Развертки: d < 20 мм d = 20...40 мм d > 40 мм	7 13 19		

Время полного изнашивания инструмента можно также определить по формуле

$$T_{изн} = (n + l) t_{см}, \quad (1.11)$$

где $t_{см}$ – стойкость, ч; $n = l/\Delta l$ – число допустимых заточек; l – величина допустимого стачивания режущей части инструмента, мм; Δl – величина стачивания за одну заточку, мм.

При расчете нормы расхода абразивных кругов учитывают, что при правках их диаметр уменьшается на 20...25 %, а за одну правку снимается 0,2...0,3 мм. Показатели стойкости приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Средняя стойкость абразивных кругов

Вид шлифования	Подача	Время между правками, мин
Круглое наружное	Продольная на проход	40
	Продольная в упор	30
	Поперечная врезанием	30
	С шлифованием закруглений	20
Бесцентровое	Продольная	30...60
Внутреннее	Продольная на проход	10
Плоское	Продольная на проход	25
	Врезанием	10

Норму расхода измерительного инструмента (калибров) $H_{из}$ на 1000 деталей определяют по формуле

$$H_{из} = \frac{1000ck_{выб}}{m_o}, \quad (1.12)$$

где c – число измеряемых параметров на одной детали; $k_{\text{выб}}$ – доля деталей, подвергаемых выборочному контролю; m_o – количество измерений, выполняемых с помощью инструмента до полного его изнашивания.

Количество измерений m_o зависит от допуска на износ калибра и материала измеряемой детали. Так для гладких пробок и скоб при работе по стали $m_o = 10 \dots 80$ тыс., а при работе по чугуну число измерений уменьшается в три раза.

1.2.3. Показатели использования технологического оборудования

Известный германский экономист Меллерович К. в своих рекомендациях для предпринимателей отмечает, что “нет ничего дороже неиспользуемой производственной мощности предприятия и нет ничего дешевле ее полного использования”. Производственная мощность предприятия определяется парком имеющегося технологического оборудования. Сложившийся в последнее время низкий уровень использования возможностей предприятий по выпуску промышленной продукции – явление отрицательное как для самих предприятий, так и для экономики государства в целом.

Используют показатели использования фонда времени и мощности технологического оборудования.

Использование оборудования во времени учитывают коэффициентом $\eta_{ув}$

$$\eta_{ув} = \frac{t_m}{\Phi_{до}}, \quad (1.13)$$

где t_m – машинное время работы оборудования в течение года, ч.

Производственно-диспетчерский отдел предприятия ведет учет работы оборудования и принимает меры по его загрузке. Нижнее значение величины $\eta_{ув}$, характеризующее удовлетворительное использование оборудования, равно 0,75.

Использование мощности оборудования характеризуется коэффициентом $\eta_{ум}$

$$\eta_{ум} = \frac{M_{\phi}}{M_n}, \quad (1.14)$$

где M_{ϕ} и M_n – развиваемая и установленная мощность двигателя главного привода, кВт.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким признакам подразделяют средства технологического оснащения на группы?
2. Какое значение имеет оценка технического уровня средств технологического оснащения?
3. Какие виды оборудования применяют для восстановления деталей?
4. В чем заключается назначение приспособлений?
5. Какие величины используют при расчете количества технологического оборудования?
6. Изложите особенности расчета количества технологической оснастки (приспособлений и инструментов).

ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕФЕРАТОВ

1. Влияние классификации СТО на объемы, затраты и сроки технологической подготовки производства.
2. Роль СТО в системе основных фондов предприятия.
3. Влияние технического уровня СТО на эффективность производства.
4. Влияние технического уровня СТО на качество продукции.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТУДЕНТАМ

Студент должен знать:

- цель, задачи, структуру и перспективы развития ремонтно-восстановительного производства;
- проблему повышения технического уровня СТО производства, его эффективности и качества ремонта техники;
- материальную базу ремонтно-восстановительного производства;
- классификацию системы СТО;
- показатели использования СТО и меры по их лучшему использованию.

Студент должен уметь:

- использовать основные термины и определения дисциплины;
- классифицировать технологические объекты;
- определять потребность в оборудовании, приспособлениях и инструментах.

РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ МАТЕРИАЛА РАЗДЕЛА

После изучения введения и первого раздела студенты пишут реферат на одну из предложенных тем:

1. Влияние технического уровня СТО на показатели работы предприятия.
2. Структура и анализ основных фондов предприятия.
3. Классификация и характеристика СТО предприятия.
4. Определение потребного количества оборудования, приспособлений и инструмента и меры по эффективному их использованию.

Знания студентов оценивает преподаватель после прочтения реферата с учетом ответов на приведенные выше контрольные вопросы.

Для высокой оценки необходимы свободное владение материалом, доказательство важности тем и анализ связей между различными параметрами СТО и показателями деятельности предприятия.

2. ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Промышленное оборудование изготавливают в виде товарной продукции на специализированных предприятиях. Это металлорежущие и балансировочные станки, прессы, краны, конвейеры, очистные машины и другие технологические объекты.

2.1. Разборочное и очистное оборудование

2.1.1. Разборочные и очистные работы

Разборку ремонтируемых машин для повышения ее производительности делят на *общую* и *узловую*. При этом на рабочих местах общей разборки машину последовательно разбирают на агрегаты, а агрегаты – на сборочные единицы, а затем на рабочих местах узловой разборки сборочные единицы разбирают на детали.

Разборочные работы вместе с очистными, сменяя друг друга, выполняются на одном производственном участке, как правило, поточным методом. Последовательность работ имеет такой вид:

- очистка наружных и внутренних поверхностей еще неразобранных агрегатов или машин;
- подразборка;
- очистка подразобранных объектов;
- общая и узловая разборка объектов;
- общая очистка деталей и сборочных единиц;
- очистка отдельных деталей от прочных загрязнений, очистка масляных каналов в корпусных деталях и снятие лакокрасочных покрытий;
- очистка подшипников, приборов систем питания и электрооборудования;
- сбор, очистка и сортировка крепежных деталей.

Очистные работы имеются в начале и конце приведенной последовательности. Трудоемкость разборочно-очистных работ составляет 11...13 % от общей трудоемкости ремонта машин, из них 60...65 % приходится на разборочные работы.

2.1.2. Разборочное оборудование

Основные разборочные работы – разборка резьбовых и прессовых соединений. Потребность в разборочном оборудовании определяется числом и размерами резьбовых соединений, а также количеством, размерами и натягами прессовых соединений. Разборка сопряжена с большим объемом работ по перемещению предмета ремонта.

Например, при разборке автомобильного двигателя с рабочим объемом 4,8 л разъединяют около семисот резьбовых соединений с наружным диаметром резьбы от 3 до 36 мм. Необходимый момент для их разборки равен 3...560 Нм. Резьбовые детали состоят из болтов и винтов (31 %), гаек (35 %), шпилек (24 %), пробок, штуцеров, краников и других деталей (10 %). Двигатель имеет также около 50 наименований прессовых соединений. Значения усилий для их разборки изменяются в пределах 1,7...40 кН.

Моменты отворачивания крепежных деталей после их длительной эксплуатации превышают в 1,7...2,2 раза нормативные сборочные моменты (табл. 2.1), а потребные усилия для разборки прессовых соединений в 1,20...1,25 раза больше сборочных усилий.

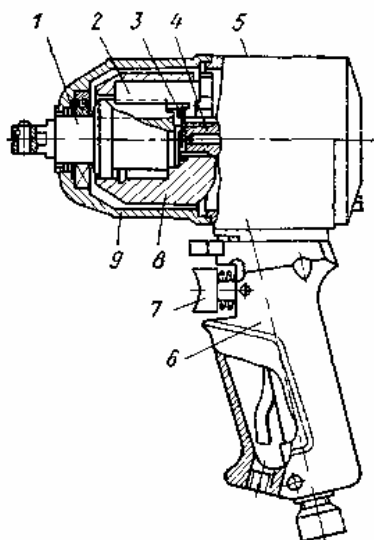
Таблица 2.1

Крутящие разборочные моменты

Размер резьбы	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27
Крутящий момент, Нм	15 ...20	20 ...50	40 ...80	60 ...120	100 ...150	150 ...200	180 ...300	200 ...350	300 ...450	350 ...500

Резьборазборочное оборудование. В единичном производстве применяют универсальные наборы гаечных ключей (рожковых, накидных и виде головок с воротками) и отверток. В условиях ремонтного завода резьбовые соединения разбирают с помощью гайковертов. Их применение повышает производительность труда в 3...5 раз и снижает число повреждений резьбы.

Применяют пневматические (ИП-3111, ИР-3112 и др.), электрические (И-319, И-330, И-322, ИЭ-3601, ИЭ-3602, ИЭ-3115, ИЭ-3112 и др.) и гидравлические гайковерты.



Пневматические гайковерты (рис. 2.1) получили наибольшее распространение, они наиболее надежные, особенно при перегрузках. Недостатками являются малый КПД, повышенный шум при работе и повышенные требования к чистоте и давлению сжатого воздуха.

Электрические гайковерты питаются током повышенной частоты (200 Гц), они обладают лучшей динамической характеристикой и более экономичны. Необходимую характеристику тока получают с помощью преобразователей его частоты.

Рис. 2.1. Гайковерт пневматический ударного действия: 1 – шпindelь; 2 – кулачек; 3 – пружина; 4 – ротор; 5 – корпус; 6 – рукоятка; 7 – кнопка; 8 – маховик; 9 – кожух

Гидравлические гайковерты развивают большие крутящие моменты (500 Нм и более) и обладают высоким кпд. Применение их сдерживается необходимостью иметь автономные гидравлические станции.

По характеру приложения нагрузки к разбираемому соединению различают гайковерты статического, ударно-импульсного и вибрационного действия.

В гайковертах статического действия крутящий момент от двигателя через редуктор непосредственно передается на шпindel. К корпусу гайковерта необходимо прикладывать реактивный момент, равный разборочному. Такие гайковерты входят составной частью в специализированные стенды для разборки агрегатов, например, в стенд ОР-7399 для отвертывания гаек стремянок рессор.

В ударно-импульсных гайковертах крутящий момент от привода к деталям передается в виде ударных импульсов. Реактивный момент практически равен нулю. Гайковерты такого вида получили наибольшее применение.

В вибрационных гайковертах статический момент при разборке сочетается с вибрацией шпинделя. Использование вибрации способствует снижению разборочного момента. Однако эти гайковерты сложные и вредно влияют на организм разборщика.

При больших объемах ремонта целесообразно применение многошпиндельных гайковертов (рис. 2.2), которые в несколько раз повышают производительность труда по сравнению с одношпиндельными механизмами. Многошпиндельные гайковерты имеют по одному двигателю на каждый

шпindel или один двигатель на все шпиндели (центральный привод). Гайковерты второго вида более экономичны.

Прессоразборочное оборудование. При небольших объемах производства прессовые соединения разбирают с помощью ручных винтовых съемников, использующих мускульную энергию. Съемники развивают усилие до 50 кН. Для разборки агрегатов при их текущем ремонте применяют,

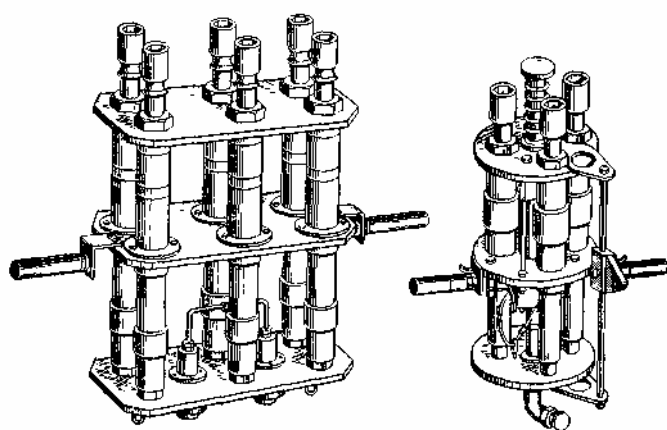


Рис. 2.2. Многошпиндельные пневматические гайковерты, собранные из нормализованных элементов

например, комплект съемников ОРГ-8947, а для выпрессовывания шарикового подшипника из торца коленчатого вала двигателя используют съемник 00Б-195-5-00.

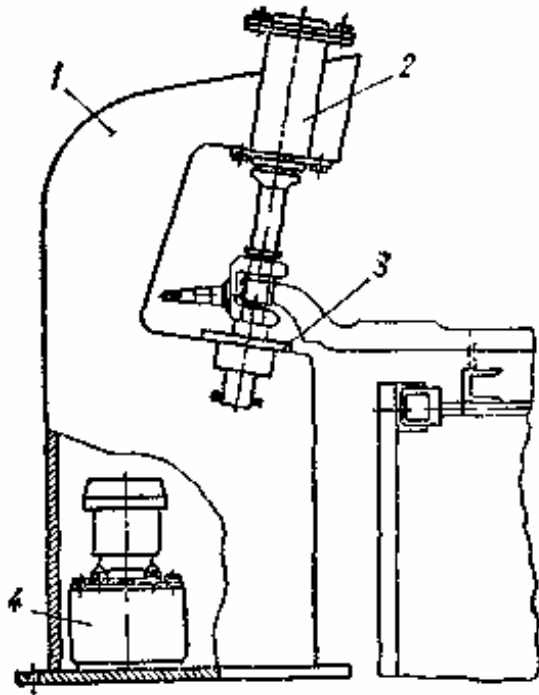


Рис. 2.3. Специальный гидравлический пресс для выпрессовывания шкворней:

- 1 – станина; 2 – гидроцилиндр;
- 3 – установочный стол; 4 – насос

Специальные прессы (рис. 2.3) и механизированные съемники повышают производительность труда в 3...5 раз по сравнению с ручными съемниками. Широкое применение получили пневматические (давление 0,4...0,6 МПа) и гидравлические (давление 10...25 МПа) приводы. В ремонтном производстве распространен универсальный гидравлический съемник ОР-8846. Наиболее производительными являются многопостовые гидравлические установки, исполнительные агрегаты которых содержат сменные захваты. Установку ОР-14234 (ОР-13755) для выпрессовывания гильз цилиндров применяют при

объемах ремонта 7...30 тыс. двигателей в год. Привод ее пневмогидравлический, усилие выпрессовывания 40 тс, число шпинделей 3.

Для уменьшения повреждений прессовых соединений при их разборке используют подачу масла в зону соприкосновения поверхностей под давлением 150...400 МПа или индукционный нагрев охватываемой детали. В первом случае необходима предварительная подготовка соединения в виде изготовления канавок и каналов для подвода масла (рис. 2.4). Во втором случае обеспечивают скорость подачи тепла в охватываемую деталь, превышающую скорость передачи тепла в охватываемую деталь через поверхность их контакта.

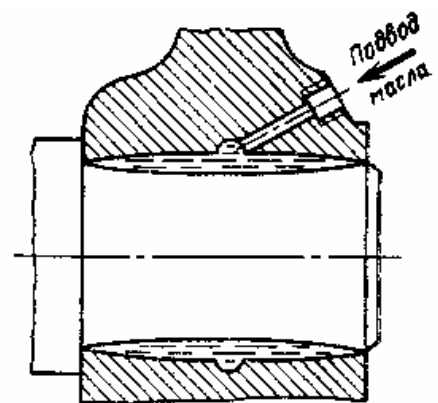


Рис. 2.4. Поддача масла при разборке соединений гидропрессовым образом

2.1.3. Очистное оборудование

Виды и количество применяемого очистного оборудования определяются массой и свойствами загрязнений, производственной мощностью участка и площадью очищаемых поверхностей деталей.

Принятый, например, в капитальный ремонт двигатель внутреннего сгорания с рабочим объемом 4,8 л имеет на поверхностях своих деталей 5...10 кг эксплуатационных загрязнений. Маслопочвенные загрязнения распределены на площади поверхностей 6 м², их доля в общей массе загрязнений составляет 75...80 %; асфальтосмолистые загрязнения, остатки лакокрасочных покрытий, нагар и накипь распределены, соответственно, на площади 2,3; 1,5; 0,5 и 1,7 м².

Наибольший объем общей очистки деталей выполняют в струйных или погружных машинах проходного или тупикового типа, заправленных жидкими технологическими средами.

Основные части *струйной машины* проходного типа (рис. 2.5): очистная камера 7, ванна с раствором 6, фильтры 5 и 9, насосный агрегат 11, система гидрантов 8, транспортирующее устройство.

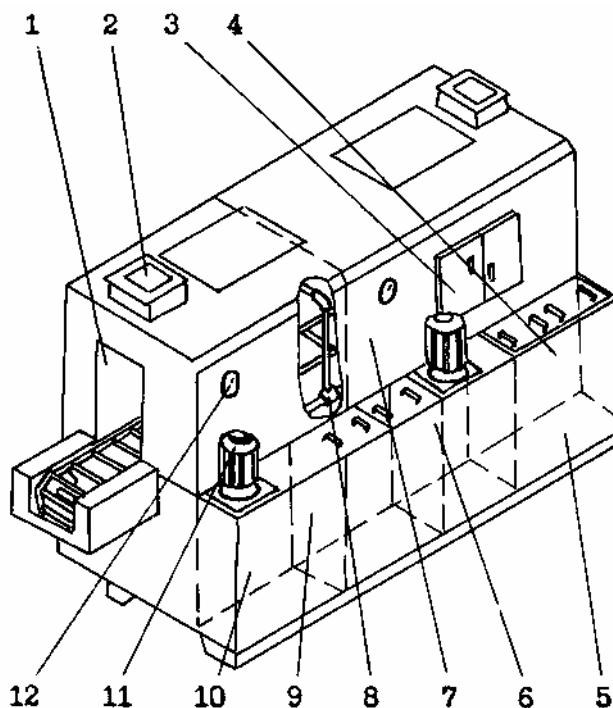


Рис. 2.5. Машина для струйной очистки деталей: 1 – тамбур; 2 – вентиляционный отвод; 3 – люк; 4 – флотационный отсек; 5 и 9 – фильтры напорные; 6 – ванна с раствором и нагревательными элементами; 7 – очистная камера; 8 – система гидрантов; 10 – емкость подачи раствора; 11 – насосный агрегат; 12 – приборы

Раствор нагревают паровыми или электрическими теплообменниками. При работе машины насос подает очистной раствор под давлением 0,2...1,0 МПа в систему гидрантов, которые представляют собой фигурные трубопроводы со множеством сопел. Форма гидрантов, число и направление сопел обеспе-

чивают формирование струй, направленных в наиболее загрязненные участки поверхностей. В некоторых машинах гидранты выполнены подвижными, что позволяет струям раствора взаимодействовать с очищаемой поверхностью с разных направлений со сканирующим эффектом.

Изделия в процессе очистки поступательно перемещаются на транспортере или подвесном конвейере относительно гидрантов. Перемещение деталей на подвесном конвейере обеспечивает лучшее качество их очистки, а перемещение на решетчатом транспортере исключает время их установки на подвески.

Устройство *погружной машины* крестово-роторного типа приведено на рис. 2.6. Внутри ванны 5 на опорах установлен вал 4 с крестовинами. Вал приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу и редуктор. На шипы крестовины устанавливают контейнеры 3 с деталями. Теплообменник 7 нагревает раствор. Маслосборник 6 и устройство для сбора загрязнений 2 с насосом 8 поддерживают чистоту раствора. Дно ванны выполнено с уклоном для облегчения удаления шлама.

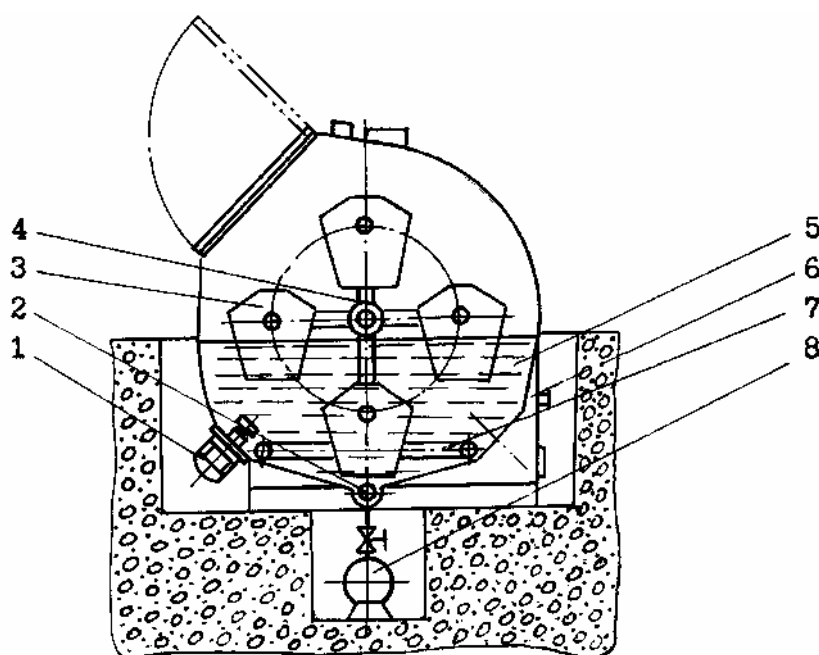


Рис. 2.6. Машина для погружной очистки деталей от маслогрязевых и асфальтосмолистых загрязнений: 1 – ротор-активатор; 2 – устройство для сбора загрязнений; 3 – контейнер; 4 – вал с крестовинами; 5 – ванна; 6 – маслосборник; 7 – теплообменник; 8 – насос

Машина работает следующим образом. При открытой крышке ванны устанавливают контейнеры с очищаемыми объектами на шипы крестовин. Закрывают крышку и включают привод вращения вала. Контейнеры с

очищаемыми объектами с частотой $3...10 \text{ мин}^{-1}$ погружаются в очистной раствор и извлекаются из него. Частоту вращения вала выбирают из расчета, чтобы раствор успевал заполнять полости деталей и вытекать из них во время нахождения очищаемого объекта в растворе и над ним соответственно. Это обеспечивает непрерывное обновление раствора на очищаемых поверхностях деталей и удаление загрязнений.

Производительность и качество погружной очистки увеличивают радиальные роторы-активаторы, осевые винты и ультразвуковые излучатели.

Струйные машины легко приспособляются к конвейерной очистке, они менее металлоемки, у них меньшая мощность механического привода, однако эти машины требуют большего расхода тепловой энергии на поддержание необходимой температуры раствора. Погружные машины лишены ряда приведенных недостатков, однако требуют больших трудозатрат на загрузку и выгрузку деталей. Общие затраты на создание и эксплуатацию погружных машин меньше, чем струйных. Многие передовые ремонтные заводы ведут очистку ремонтируемой техники только в погружных машинах.

Создан ряд машин, специализированных по очистке деталей от прочных загрязнений различных видов.

Детали топливной аппаратуры очищают в установках УЗВ-15М, УЗВ-16М, УЗВ-17М и УЗВ-18М с ультразвуковыми колебаниями очищающей среды. Установки включают ванну и ультразвуковые генератор и излучатели.

Остатки лакокрасочных покрытий снимают с деталей из черных металлов в роторных погружных машинах, заправленных $1,5...3,0 \%$ -ным раствором каустической соды. Этот способ очистки деталей требует последующего их ополаскивания в растворе технических моющих средств (ТМС).

Очистка деталей из алюминиевого сплава от углеводородных отложений эффективна в расплаве щелочи и солей в четырехсекционных машинах ОМ-5458. Непосредственно отделение загрязнений протекает в первой секции с расплавом едкого натра NaOH (65 %), азотнокислого натрия NaNO_3 (30 %) и хлористого натрия NaCl (5 %), нагретого до температуры $300 \text{ }^\circ\text{C}$. В остальных секциях ведут нейтрализацию, осветление и промывку поверхностей деталей. Очистка деталей из черных металлов допускает повышение температуры расплава до $400...420 \text{ }^\circ\text{C}$. Эту технологию применя-

ют, например, при очистке коленчатых валов с прочными загрязнениями во внутренних полостях шатунных шеек.

Широко применяют очистку деталей из алюминиевого сплава от прочных загрязнений потоком косточковой крошки, зернами полиэтилена или полиамида в струе сжатого воздуха.

Мониторная машина ОМ-22612 для гидropескоструйной очистки служит для удаления краски, ржавчины, бетонно-цементных отложений и уплотненных остатков органических и минеральных загрязнений. Очистная среда – водопесчаная взвесь, которая подается в зону очистки под давлением до 10 МПа.

Гильзы, головки и блоки цилиндров, впускные трубы и другие детали очищают от нагара *косточковой крошкой*. Однако эта очистка сопряжена с большими трудовыми затратами на непрерывное относительное перемещение эжекционного пистолета и очищаемого изделия. Кроме того, для установки оборудования требуется яма в полу глубиной ~1,5 м. Большой расход сжатого воздуха для создания разрежения в эжекционном пистолете обуславливает большие эксплуатационные затраты.

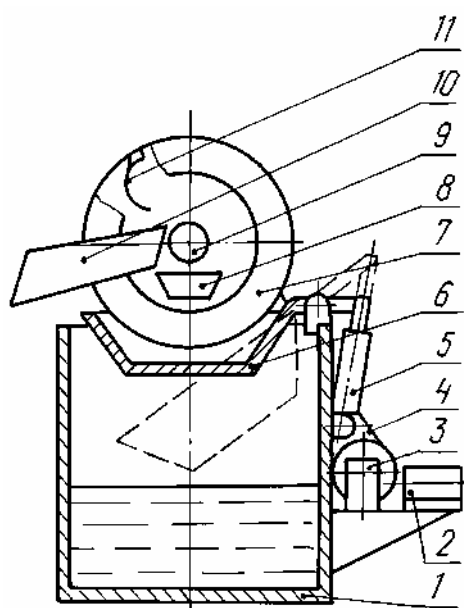


Рис. 2.7. Установка для очистки метизов: 1 – ванна; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – передача цепная; 5 – пневмоцилиндр; 6 – ванна подвижная; 7 – барабан перфорированный; 8 и 10 – лотки; 9 – гидрант; 11 – пластина разгрузочная

В производство внедрена очистка деталей *стеклянными шариками* диаметром 0,3...0,8 мм. Этот вид очистки по сравнению с очисткой деталей косточковой крошкой более производительный, машина имеет меньшие габариты, а процесс легче механизуется.

Для очистки крепежных деталей эффективны технологические машины, в которых дробление загрязнений происходит при соударении деталей во время их перекачивания друг через друга в барабане. Разновидностью таких машин является средство со шнековым барабаном и автоматической выгрузкой метизов. Процесс очистки в нем протекает при непрерывном перекачивании и осевом перемещении деталей в очистном растворе за счет вращения барабана.

На рис. 2.7 показана установка для очистки метизов. Основные части установ-

ки: ванна 1 и перфорированный барабан 7. Барабан посредством цепной передачи 4 приводится во вращение электродвигателем 2 с редуктором 3. На внутренней поверхности барабана под острым углом к его радиусу закреплены изогнутые разгрузочные пластины 11. Во внутрь барабана 7 введен гидрант 9 для подачи раствора. В ванне 1 под барабаном установлена подвижная емкость 6, которая поворачивается в вертикальной плоскости с помощью пневмоцилиндра 5, закрепленного на корпусе вне рабочей зоны ванны. Лоток 8 служит для загрузки метизов, а лоток 10 – для их выгрузки.

Для очистки ремонтируемых машин и их частей ГосНИТИ (Москва) разработал систему очистного оборудования, которая непрерывно совершенствовалась. Применительно к ремонту агрегатов с восстановлением их деталей эта система включает струйные машины ОМ-21610 и ОМ-1578 для наружной очистки агрегатов. Для очистки подрабанных агрегатов и их узлов разработаны погружные машины ОМ-21602, ОМ-22608 и ОМ-22609. Для очистки масляных каналов в блоках цилиндров созданы машины ОМ-3600 и АКТЬ-180, для очистки каналов в коленчатых валов – ОМ-22601. Мелкие детали (толкатели, коромысла, клапаны, пружины и др.) очищаются в колокольной машине ОМ-6068А производительностью 400 кг/ч с механизированной выгрузкой очищенных изделий.

2.1.4. Оборудование для установки агрегатов и их технологического перемещения

Общую и узловую разборку агрегатов ведут на стендах или конвейерах. Специализированные стенды имеют, как правило, привод для вращения разбираемого агрегата. Примеры такого оборудования следующие. Стенд ОР-24513 предназначен для разборки двигателя СМД-14, стенды ОР-26275 и ОР-6413 – для разборки коробок перемены передач тракторов, стенд ОР-13791 – для разборки и сборки масляных насосов, стенд ОР-13797 – для разборки водяных насосов двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б. Кантователь ОР-12065 блоков цилиндров двигателей служит для разборочных и сборочных, а также сварочных и слесарных работ. Его установленная мощность 0,4 кВт, а угол поворота изделия составляет 360°.

При объемах ремонта агрегатов, превышающих 10^3 год⁻¹, целесообразно использование тележечных конвейеров (рис. 2.8) для поточной разборки. Холостая ветвь конвейера с тележками проходит под полом.

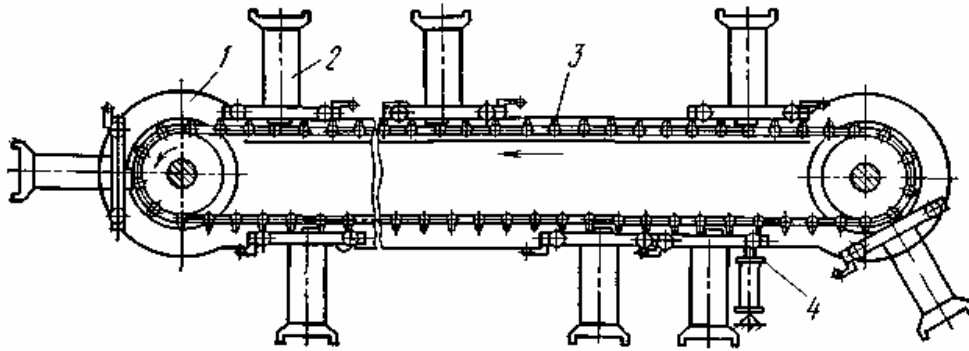


Рис. 2.8. Тележечный конвейер для разборки (сборки) агрегатов: 1 – направляющие; 2 – грузонесущая тележка; 3 – тяговая цепь; 4 – останов

2.2. Оборудование для нанесения покрытий

Рабочие места по нанесению покрытий содержат:

- источники питания (энергетические установки);
- станки (стенды) для технологического перемещения заготовок, подачи материалов и энергии в зону нанесения;
- установки, управляющие работой источников питания и подачей основных и вспомогательных материалов;
- баллоны с горючими, окислительными и защитными газами, распределительную и регулирующую аппаратуру;
- оргтехоснастку для размещения и хранения заготовок, инструментов и документации.

2.2.1. Источники питания для сварки, наплавки, приварки и напыления

В зависимости от вида используемой энергии и характера ее преобразования различают следующие типы источников питания:

- трансформаторы, понижающие сетевое переменное напряжение до необходимого при сварке;
- выпрямители, преобразующие энергию сетевого переменного тока в энергию постоянного тока;
- генераторы, преобразующие механическую энергию вращения якоря в электрическую энергию постоянного тока;
- преобразователи, которые являются комбинацией трехфазных асинхронных двигателей переменного тока и сварочных генераторов постоянного тока и, следовательно, преобразуют сетевую электрическую энергию в электрическую энергию постоянного тока;

– агрегаты, состоящие из двигателей внутреннего сгорания и генераторов постоянного тока, вырабатывающих сварочный ток за счет использования химической энергии сгорания газообразного или жидкого топлива.

Различают источники питания общепромышленного и специального назначения. К первым относят источники для ручной сварки покрытыми электродами и механизированной сварки в диоксиде углерода и под флюсом. Они предназначены для сварки углеродистых и легированных сталей толщиной до 5 мм. Специализированные источники служат для сварки плавящимися и неплавящимися электродами тонколистовых изделий и заготовок из коррозионно-стойких сталей и цветных металлов, а также для выполнения процессов, родственных сварке – наплавки, напыления, резки. Эти источники относительно сложны, оснащены элементами автоматики, но обеспечивают высокие эксплуатационные свойства швов и покрытий.

Единая система обозначения электротехнического оборудования, используемого для сварки, наплавки и напыления, содержит в себе элементы классификации. Применительно к источникам питания эта классификация включает следующие обозначения:

– 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 покрытыми электродами;

– назначение источника (четвертая буква): многопостовой (М), однопостовой (без обозначения), для импульсной сварки (И);

– вид внешней характеристики (также четвертая буква): жесткая (Ж), падающая (П);

– величину номинального тока (одна или две первые цифры означают округленную величину тока в десятках или сотнях ампер);

– регистрационный номер изделия – две последующие цифры;

– климатическое исполнение (последние одна или две буквы): для стран с холодным климатом (ХЛ), умеренным (У) или тропическим (Т);

– категорию размещения (последняя цифра): для работы на открытом воздухе (1), под навесом (2), в неотапливаемом помещении (3), в отапливаемом помещении (4), в помещении с повышенной влажностью (5). Источники питания, имеющие категорию размещения 1, могут эксплуатиро-

ваться на открытом воздухе. Они имеют собственную крышу и капот, защищающие их от дождя и снега. Источники питания, имеющие категорию размещения 2, могут работать под навесом, в кузовах и прицепах автомобилей. Они способны выдержать колебания температуры и влажности воздуха, но не защищены от воздействия осадков. Большинство источников (трансформаторов, выпрямителей, преобразователей) относятся к 3-й категории размещения, они могут работать в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без регулирования климатических условий. Оборудование, требующее установки в закрытых помещениях с регулированием климатических условий, относится к 4-й категории размещения. В помещениях с повышенной влажностью работает оборудование категории 5.

Пример расшифровки обозначения трансформатора ТДФЖ-1002 У3: Т – тип источника (трансформатор); Д – вид сварки (дуговая); Ф – способ сварки (под флюсом); Ж – тип внешней характеристики (жесткая); 10 – номинальный ток в сотнях А (на 1000 А); 02 – регистрационный номер разработки; У – климатическое исполнение (для стран с умеренным климатом); 3 – категория размещения (для работы в неотапливаемом помещении).

Применяют источники питания переменным током:

– трансформаторы типа ТД с подвижными обмотками. Для ручной сварки и наплавки применяют трансформаторы ТД-102У2, ТД-300, ТД-306У2, ТДМ-317У2 ТД-500, ТДМ-503У3 и др. Для механизированной сварки и наплавки применяют трансформаторы ТДФ-1001, ТДФ-1002, ТДФ-1601 и др.;

– трансформаторы с магнитным шунтом СТШ-250, СТШ-300, СТШ-500, СТШ-500-80 и др. для ручной сварки.

Получили применение источники питания постоянным током:

– выпрямители для дуговой сварки ВД-201У3, ВД-306У3, ВДГИ-302У3, ВСЖ-302, ВД-401У3 и др.;

– выпрямители для механизированной сварки и наплавки ВДГ-302, ВСЖ-303, ВС-600, ВДГ-601, ВДГ-1001 и др.;

– универсальные выпрямители ВДУ-504, ВДУ-1201У3, ВДУ-1601 и др.;

– выпрямители для многопостовой сварки ВКСМ-100-1-1, ВДМ-1001, ВДМ-1601, ВМГ-5000, ВДУМ-401 и др.;

– генераторы ГД-304У2, ГСМ-500У2, ГСО-300-5У2 и др.;

– преобразователи ПД-305У2, ПД-502У2, ПСО-300-2У2, ПСГ-500-1У3 и др.;

– агрегаты для ручной сварки в полевых условиях АДД-303У1, АСБ-300У1.

Для сварки и наплавки выпускают поличастотные источники питания ТДП-301-Ремдеталь и ТДП-302-Ремдеталь. Для плазменной наплавки, сварки и напыления выпускаются установки УД-417 ИЭС им. Е.О. Патона, УПС-301, УМП-5, УПУ-3 и УПС-503.

Для ручной сварки и наплавки применяют источники питания с крутопадающей характеристикой, для механизированной наплавки под флюсом – с пологопадающей, а для механизированной наплавки в среде CO_2 – источники с жесткой характеристикой.

Источники питания взаимодействуют со стендами для технологического перемещения заготовок, подачи материалов и энергии.

2.2.2. Станки для наплавки заготовок

Институт электросварки им. Е.О. Патона (Киев) разработал наплавочные станки У-651 и У-653 для электродуговой наплавки.

Первый станок предназначен для наплавки наружных поверхностей заготовок (в том числе шлицев), а также сварки заготовок кольцевыми и продольными швами простой формы. Станок позволяет производить наплавку открытой дугой (в т. ч. в среде защитных газов) сплошной проволокой диаметром 1...2 мм или порошковой проволокой диаметром 2...3 мм. Для подачи проволоки применяют наплавочный автомат А-1408У4. Станок позволяет наплавлять заготовки диаметром 20...500 мм, длиной 1300 мм и массой до 200 кг.

Второй станок предназначен для наплавки наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, шлицев и плоских поверхностей. Наплавку ведут открытой дугой сплошной проволокой диаметром 2...5 мм и порошковой проволокой диаметром 2...3 мм. Для подачи проволоки применяют наплавочный автомат А-1406. Станок позволяет наплавлять заготовки диаметром 20...800 мм и длиной 1300 мм и плоские заготовки длиной 1200 мм и шириной 400 мм. Масса наплавляемых заготовок до 200 кг. Станок укомплектован флюсосборником.

Оба станка имеют унифицированные станины, тумбы и стойки. На станинах установлены механизмы вращения заготовок с коробками скоростей и подач. По направляющим станины перемещаются наплавочный автомат и пиноль. Для отвода вредных газов и аэрозолей из зоны наплавки имеются вытяжные зонты.

ГосНИТИ разработал станок ОКС-11232 для наплавки заготовок типа валов (в том числе коленчатых). Станок создан на базе унифицированных составных частей и укомплектован сварочным выпрямителем ВДГ-301.

Оборудование нового поколения для нанесения покрытий (табл. 2.2) разработал ВНИИТУВИД “Ремдеталь” (Москва). Особенность этого оборудования состоит в том, что оно способно наносить как наплавочные, так и газотермические покрытия на поверхности практически любой формы.

Таблица 2.2

Оборудование ВНИИТУВИД “Ремдеталь” для наплавки покрытий

Обозначение	Источник питания	Назначение
УД-609.02	ПДГ-516	Наплавка порошковыми проволоками
УД-609.03	ПДГ-516	Наплавка под слоем флюса
УД-609.04	ПДГ-616	Наплавка плоских поверхностей в среде диоксида углерода
УД-609.05	ПДГ-616	Наплавка с газопламенной защитой
УД-609.06	ВДГ-303 + ПДГ-312	Скоростная наплавка цилиндрических заготовок в среде диоксида углерода
УД-609.07	ВДУ-506	Тонкослойная наплавка
УД-609.08		Наплавка шнуровыми материалами ^{*)}
УД-609.09		Плазменно-порошковая наплавка валов диаметром до 50 мм
^{*)} для подачи шнура применяется пневматический механизм ТОП-ЖЕТ-2		

Каждая технологическая машина, разработанная ВНИИТУВИД “Ремдеталь”, состоит из модулей: технологического, перемещения заготовки и сварочной головки и управляющего. Технологический модуль для дуговой наплавки включает механизм подачи электродной проволоки из кассеты, механизм подачи флюса или газа. Модули перемещения заготовки и сварочной головки обеспечивают основные и вспомогательные перемещения, в том числе в начале операции и в ее конце при выходе модуля в исходное положение. Модули прямолинейного и вращательного перемещений оснащены приводами постоянного тока. Погрешность технологических перемещений составляет ± 1 мм. Структура модулей перемещений позволяет использование серийных систем ЧПУ. В зависимости от требований к уровню автоматизации управляющий модуль имеет три модификации для ручного, циклового и контурного управлений. Модификация циклового управления для модуля с четырьмя степенями свободы построена на базе серийного микропроцессорного командоаппарата и системы следящих приводов исполнительных механизмов. Модификация контурного управления построена на базе серийной системы числового программного управления и обеспечивает перемещение инструмента по сложной траек-

тории. В этом случае для управления технологическим модулем требуется значительный объем памяти процессора для хранения рабочей программы.

Для электрошлаковой наплавки разработана установка ОКС-7755 ГосНИТИ (рис. 2.9). Ресурсосберегающая установка для электрошлакового переплава легированных сталей 5ХНМ, 4Х5МФС, 3Х2В3Ф и др. в виде отходов инструментального участка с добавкой композиционных брикетов, содержащих легирующие элементы, разработана в БНТУ (Минск). Схема установки для электромагнитной наплавки представлена на рис. 2.10.

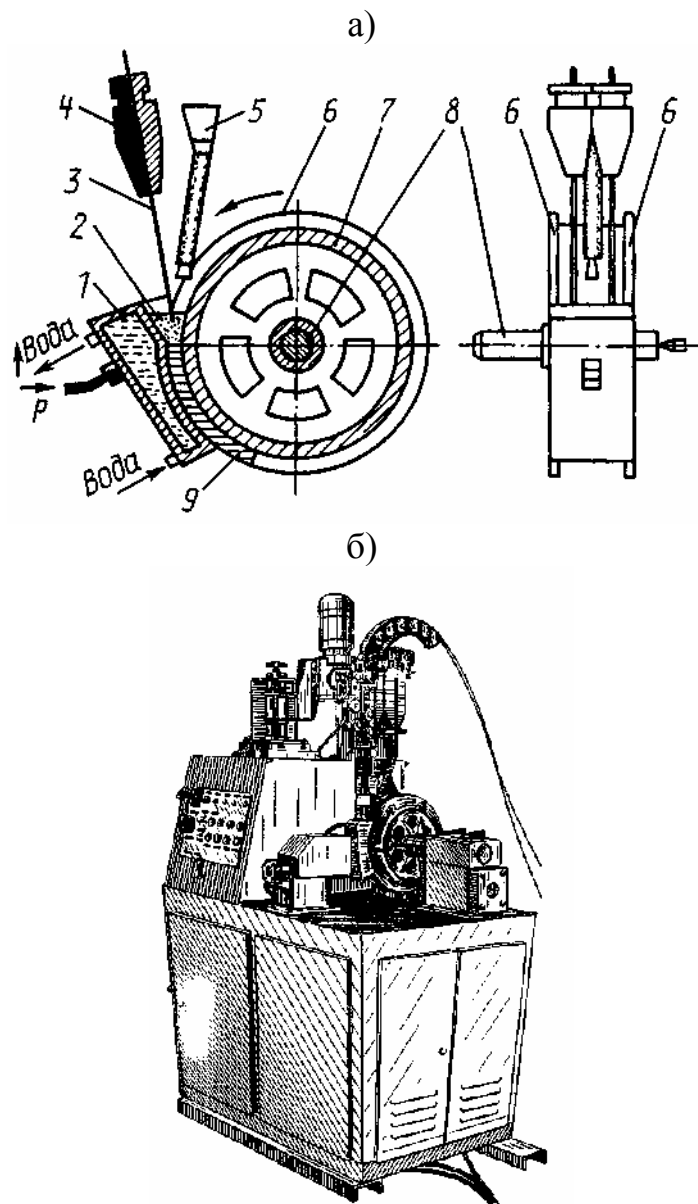


Рис. 2.9. Установка ОКС-7755 ГосНИТИ для электрошлаковой наплавки катков и шкивов: а) – схема процесса; б) – общий вид; 1 – кристаллизатор; 2 – шлаковая ванна; 3 – электрод; 4 – мундштук; 5 – дозатор легирующих добавок; 6 – габаритные диски; 7 – восстанавливаемая деталь; 8 – оправка; 9 – покрытие

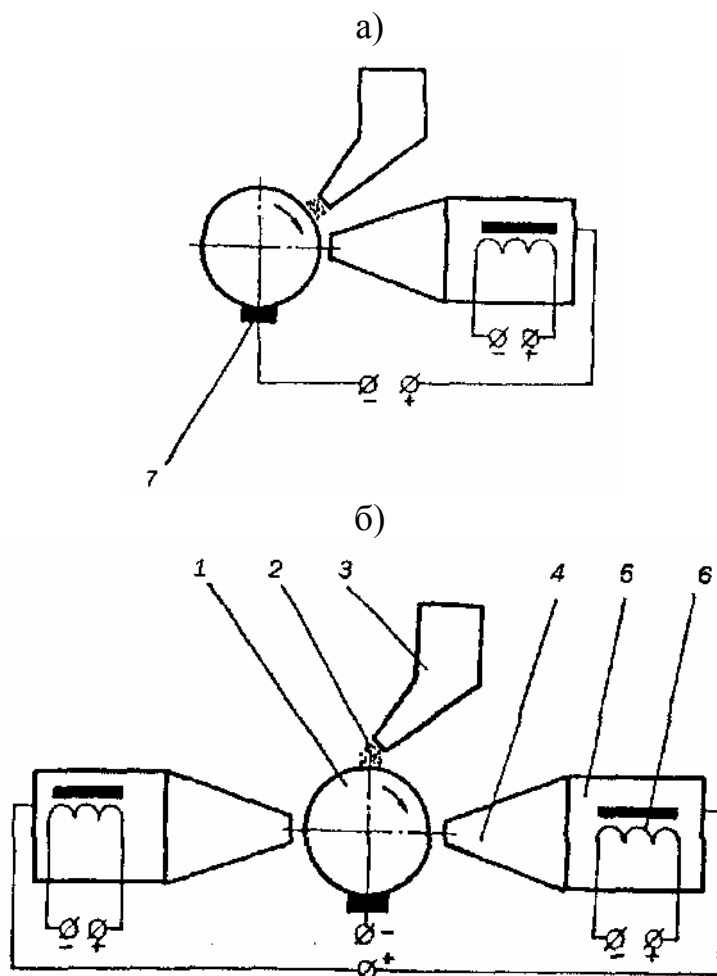


Рис. 2.10. Схема установки для электромагнитной наплавки: а) – однополюсной; б) – двухполюсной; 1 – заготовка, 2 – порошок, 3 – бункер, 4 – наконечник, 5 – корпус, 6 – электромагнит, 7 – щетка

В производстве используют также специальные станки (УД-133, УД-140, УД-143, УД-144, УД-209, УД-233, УД-283, УД-284, УД-299, УД-302, У-651, ОКС-11200, ОКС-11236, ОКС-11238, ОКС-11336, ОКС-14408, ОКС-27432, ОКС-27414, ОКС-27508, 011-1-00 “Ремдеталь”). Применяют также токарные списанные станки с увеличенной высотой центров, измененной частотой вращения шпинделя и оснащенные механизмами подачи материалов.

Для подачи проволоки применяют головки и полуавтоматы А-348, А-409, А-537, А-547У, А-547Р, А-580М, А-765, А-929, А-1197, А-1230М, ОКС-1252М, ПДГ-301, ПДГ-501, ПДПГ-515, Гефест и др. Специальные наплавочные головки ОКС-6569М и ОКС-1252 обеспечивают подачу наплавочной проволоки и ее вибрацию. Последние головки могут работать также в режиме наплавки в среде защитного газа и под слоем флюса при

нанесении покрытий на наружные и внутренние поверхности. Скорость подачи электродной проволоки составляет 0,5...4,5 м/мин. Габаритные размеры устройств 730×300×700 мм, масса 60 кг.

Установку УД-209 применяют, например, для электродуговой наплавки цилиндрических поверхностей, установку 01-03-172 “Ремдеталь” – для индукционной наплавки клапанов, установку 01-06-081 “Ремдеталь” – для электродуговой наплавки гладких и шлицевых валов, установку 01.07-005 “Ремдеталь” – для электродуговой наплавки торцов зубьев шестерен, установку УД-302 – для наплавки опорных катков тракторов. Установка 0113-016 “Ремдеталь” служит для наплавки заготовок с неравномерным износом. Она позволяет изменять частоту вращения детали и скорость подачи проволоки, что приводит к изменению толщины покрытия. Для наплавки в среде защитного газа применяют наплавочный станок УД-294 с газозлектрической горелкой 086093.08190001.

Для вибродуговой наплавки применяют источники питания с жесткой внешней характеристикой: генераторы АДН-500/250, выпрямители ВС-300, ВС-600, преобразователи ПД-305, ПСГ-500. В цепь дуги включают дроссели типа А-780 или А-855 конструкции ИЭС им. Е.О. Патона, дроссели РСТЭ-24 или РСТЭ-34 от сварочных трансформаторов СТЭ-24, СТЭ-34 или дроссельную обмотку трансформатора СТН-500. При использовании указанных дросселей для получения нужного значения индуктивности следует сделать отводы от верхнего ряда обмотки через 1...2 витка для последующей их коммутации.

Для плазменной наплавки применяют установки УД-417 (ИЭС им. Е.О.Патона), УПН-303 (завод “Электрик”, Санкт-Петербург), УПН-602 и др. Для этой цели применяют также установки плазменной сварки УПС-301, УПС-403, УПС-804, а также установки для плазменного напыления УМП-5, УМП-6, УПУ-3, УПУ-5 после изменения электрической схемы и замены плазмотрона. Производственный интерес представляет комплект КПН-01.23-215 “Ремдеталь” из поста 01.23-21 и установки плазменно-порошковой наплавки 01.05.185 с вращателем заготовок.

Установка 01.05.185 “Ремдеталь” имеет высоту центров 200 мм и расстояние между ними 600 мм. Обеспечивает толщину покрытия 0,15...1,5 мм и производительность по расходу порошка 0,72...2,40 кг/ч.

Создан ряд установок, специализированных по видам восстанавливаемых деталей. Например, для наплавки коленчатых валов применяют установку 01.16.001 “КАСАХ”.

Для внутри- и межоперационного перемещения заготовок создан ряд средств. Кантователь ОКС-6768 служит для вращения с частотой 3 мин⁻¹ заготовок корпусных деталей (блоков цилиндров, картеров мостов и коробок передач и др.). Длина заготовки до 1080 мм, угол ее поворота 360 °.

Грузоподъемность и масса кантователя 350 кг, мощность электродвигателя 0,25 кВт. Кантователь 70-0864-1308 применяют для вращения при сварке головок цилиндров двигателей СМД-14 и А-41, кантователь ОРГ-8897М – для блоков цилиндров двигателей ЯМЗ-240. Рольганг 70-7871-1526 применяют для межоперационного перемещения головок цилиндров.

2.2.3. Станки для электроконтактной приварки металлических материалов

Электроконтактную наплавку материалов можно выполнять с помощью промышленных контактных сварочных машин, например, МШ-1 или МШК-2002 (К-421М). Регулируемые импульсы сварочного тока получают с помощью прерывателей а также конденсаторными источниками питания с зарядным напряжением 875...900 В и емкостью рабочих конденсаторов 2000...2300 мкФ. Специализированное оборудование для создания ремонтных заготовок различных деталей разрабатывалось ВНИИТУВИД “Ремдеталь”, ЧИМЭСХ, МГАУ им. В.П. Горячкина, Институтом механики и надежности машин НАН Беларуси. Для электроконтактной приварки металлического материала имеются передвижные посты ППКС-01-74. Электроды установок изготавливают из медных сплавов БрХ, БрХК, БрНБТ и БрВНТ.

Ремонтно-технологическое оборудование ВНИИТУВИД “Ремдеталь” блочно-модульного строения для электроконтактной приварки металлических материалов представлено в табл. 2.3. Потребляемая мощность оборудования 150 кВА, расход охлаждающей жидкости составляет 2,2 м³/ч.

Таблица 2.3

Оборудование для электроконтактной приварки металлических материалов

Обозначение	Восстанавливаемые элементы	Характеристика
1	2	3
01.01-095 ^{*)}	Зубья шестерен масляных насосов НШ-32, НШ-46	Производительность 80 зубьев/ч
01.08.005	Поверхности седел клапанов	Производительность 50 мин ⁻¹
01.08.006	Фаски клапанов	Диаметр тарелок клапанов 35...60 мм, толщина покрытия 0,2...1,5 мм, производительность до 55 ч ⁻¹
01.11.022М	Наружные и внутренние поверхности крупногабаритных деталей	Масса заготовок до 200 кг, производительность процесса до 100 см ² /мин

1	2	3
011-1-02 011-1-02М 011-1-02Н	Наружные и внутренние поверхности тел вращения	Поверхности диаметром 15... 250 мм и длиной до 1200 мм. Толщина покрытий 0,2...1,0 мм, производительность процесса до 100 см ² /мин
011-1-04	Наружные поверхности тел вращения, в т.ч. шлицы,	Толщина покрытий 0,2...2,5 мм, диаметр заготовки 20...160 мм
011-1-05	Наружные поверхности тел вращения, в т.ч. резьбы	Диаметр поверхности 10...150 мм, толщина покрытия 0,3...1,5 мм, производительность 15 см ² /мин
011-1-06 011-1-06.01	Внутренние поверхности гильз цилиндров	Толщина ленты 0,4...0,6 мм, диаметр отверстия 100...300 мм и длина до 300 мм ^{*)}
011-1-07	Наружные поверхности гильз цилиндров	Толщина ленты 0,4...0,6 мм, диаметр пояса до 180 мм ^{*)}
011-1-08	Внутренние поверхности отверстий шатунов	Толщина покрытий 0,2...1,0 мм, диаметр восстанавливаемых отверстий 55...150 мм ^{*)}
011-1-10	Внутренние поверхности стаканов подшипников	Толщина ленты 0,2...1,0 мм, диаметр наружной поверхности 100...250 мм, внутренней – 60...180 мм
011-1-11	Внутренние поверхности отверстий корпусных деталей	Толщина покрытия 0,2...1,5 мм, диаметр отверстий 80...300 мм, длина до 350 мм
^{*)} Приобретают в комплекте с приспособлением для шлифования зубьев шестерен 02.03.190 “Ремдеталь” ^{**)} Производительность составляет 60 см ² /мин		

Для электроконтактной приварки проволоки созданы установки УКН-5, -6, -8М, -9, -10, -11. Работы, связанные с восстановлением изношенных резьбовых поверхностей с шагом резьбы до 2 мм, целесообразно проводить на установке 011-1-05.

На установке 011-1-11 можно наносить покрытия на поверхности коренных опор блоков цилиндров.

На установке 01-11-022М наносят покрытия на резьбовые поверхности и шейки валов до 2000 мм. Производительность ее в 6...7 раз превышает производительность установки 011-1-05.

Для автоматизированной электроконтактной приварки различных материалов (стальной ленты, проволоки и порошков) на наружные цилиндрические поверхности заготовки создана установка 01.01.187.

2.2.4. Оборудование для напыления покрытий

Для подготовки поверхностей под напыление применяют дробеструйные установки, например, установку 026-7 или камеру механизированную 02.05-125 “Ремдеталь”.

Установка дробеструйной обработки 026-7 “Ремдеталь” потребляет сжатый воздух под давлением 0,8 МПа (расход 45 м³/ч), заправлена зернами корунда, обладает производительностью 0,4 м², имеет массу 245 кг.

Источники питания постоянного тока, применяемые для напыления, имеют жесткую вольт-амперную характеристику. Используют источники: ИПН 160/600, ВС-300, ВС-600, ВСЖ-303, ВДГ-302, ВДГ-601, ВДУ-504, ВДУ-1001, ГД-502 и др.

Для напыления используют металлзаторы мощностью 5...20 кВт, потребляющие ток силой 80...600 А при напряжении 18...36 В. Выпускают аппараты для электродугового напыления стационарные (станочные) ЭМ-6, ЭМ-12, ЭМ-14, ЭМ-15 и МЭС-1 и переносные (ручные) ЭМ-3, РЭМ-3А, ЭМ-9 и ЭМ-10. В странах СНГ наиболее распространены дуговые металлзаторы ЭМ-12, ЭМ-14 и ЭМ-15, краткая техническая характеристика которых приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Характеристика металлзаторов

Показатели	Аппараты		
	ЭМ-12	ЭМ-14	ЭМ-15
Тип	стационарный	ручной	стационарный
Производительность распыления, кг/ч:			
– алюминий	14	12,5	25
– цинк	38	32	65
– сталь	20	10	–
Диаметр проволоки, мм	1,5...2,5	1,5...2,0	2,0...3,0
Скорость подачи проволоки, м/мин	3,8...14,2	2...12	1...14
Привод механизма подачи проволоки	электродвигатель	воздушная турбинка	электродвигатель
Способ регулирования	сменой шестерен в гитаре редуктора	плавным магнитным торможением ротора	плавным электронным регулированием частоты вращения
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	2,5	1,5	2,5
Сила тока, не более, А	500	400	800
Напряжение, В	17...35	17...44	17...35
Масса, кг:			
– пульта управления	–	–	31,5
– металлзатора	22,6	2,3	15

Применяется много установок, специализированных по видам процесса напыления и восстанавливаемых деталей.

Установки 011-1-01 и 011-1-09 “Ремдеталь” предназначены для газопламенного напыления порошковых материалов на валы. В комплект каждой установки входят вращатель, пульт управления, питатель ОКС-5531 и пистолет, который механически перемещается вдоль оси детали со скоростью 0,07...7,50 мм/с.

В комплект поста 01.05-148 “Ремдеталь” для газопламенного напыления и газопорошковой наплавки покрытий из порошков и прутков входят стол сварщика, две горелки и оргтехоснастка.

Пост 01.05-149 “Ремдеталь” отличается от предыдущего наличием установки 011-1-01 с бесступенчатым регулированием частоты вращения шпинделя и подачи каретки с пистолетом.

Пост 01.05-161 “Ремдеталь” служит для газопламенного напыления заготовок-валов, в т.ч. коленчатых валов.

Пост ЭМП-2 “Ремдеталь” служит для электродугового напыления.

Научно-производственная фирма “Плазмацентр” (Санкт-Петербург) выпускает установку для электродугового напыления КДМ-2, оснащенную источником тока ТИМЕЗ и электродуговым металлатором ЭМ-14М.

Оборудование нового поколения для электродугового напыления покрытий разработал ВНИИТУВИД “Ремдеталь”. Установка УД-609.01 “Ремдеталь” с источником питания ВДУ-506 и металлатором ЭМГ-2 предназначена для нанесения покрытий на шейки валов, а установка УД-609.10 “Ремдеталь” – для нанесения покрытий на плоские поверхности деталей. Создан комплект оборудования КЭМ-1 для электродугового напыления шеек коленчатых валов массой до 60 кг. Установка 05.12.227 “Ремдеталь” служит для наплавки распределительных валов, а установка 01-15-102 “Ремдеталь” – для электродугового напыления наружных поясков гильз цилиндров.

Для плазменного напыления крупногабаритных деталей создана установка УН-115.

Детонационное напыление ведут на установках “Днепр-3” и “Катунь” (рис. 2.11) с частотой выстрелов порций порошка 3 с^{-1} . В многоствольном оборудовании научно-производственной фирмы “Плазмацентр” частота выстрелов достигает 15 с^{-1} .

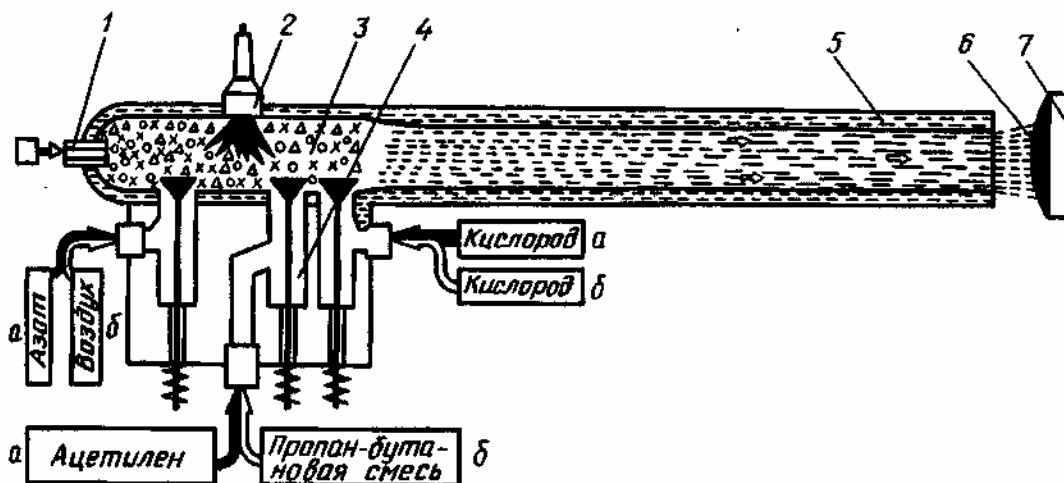


Рис. 2.11. Схема установки для детонационного напыления: а – базовой; б – усовершенствованной; 1 – порошок питатель; 2 – запальное устройство; 3 – взрывная камера; 4 – клапаны; 5 – ствол водоохлаждаемый; 6 – покрытие; 7 – восстанавливаемая деталь

2.2.5. Оборудование для нанесения электрохимических покрытий

Перед нанесением покрытий заготовки проходят механическую обработку на оборудовании механического цеха или на станках гальванического участка. Наибольшее применение для этой цели получили универсальные шлифовально-полировальные станки 3А852, 3853, 3854, 3854А и 3855. Для ленточного шлифования и полирования деталей, имеющих форму тел вращения, применяют полуавтоматы 3841 и универсальные агрегаты типа ШП-А, которые могут быть одно- и двухшпиндельными. В качестве инструмента в этих агрегатах применяют бесконечную ленту из шлифовального полотна, брезента или специальной ткани. На рабочей поверхности ленты закреплены абразивные зерна.

Для очистки деталей от загрязнений применяют оборудование с вращающимися барабанами и колоколами, вибрационные установки, ванны для химической и электрохимической обработки. Применяют барабаны и колокола цилиндрической, многогранной, конусо- или бочкообразной формы. В цилиндрических барабанах скорость обработки ниже, чем в многогранных барабанах.

Наибольший объем работ по нанесению покрытий выполняют в стационарных гальванических ваннах, размеры которых нормализованы (табл. 2.5). Применяют также барабанные и колокольные ванны для нанесения покрытий на поверхности мелких деталей, конвейерные автоматические комплексы в условиях крупносерийного и массового производства.

Процессы железнения и хромирования ведут в стационарных ваннах, а цинкование, как правило, – в барабанных или колокольных.

Таблица 2.5

Типы и параметры гальванических ванн

Тип	Внутренние размеры, мм			Рабочий объем, л
	длина	ширина	высота	
01	600	550	800	250
02	800	700	800	400
03	1200	700	800	600
04	1500	700	800	750
05	800	700	1000	550
06	1200	700	1000	800
07	1500	700	1000	1000
08	1500	1000	1000	1300
09	2200	700	1000	1400
10	2200	1000	1000	2000
11	3000	700	1000	2000
12	3000	1000	1000	2700
13	800	450	800	270
14	800	450	1000	350

Стационарные ванны (рис. 2.12) содержат запас электролита, катодные и анодные штанги, электроды, устройства нагрева, фильтрации и перемешивания электролита, приборы регулирования температуры электролита и массовой доли основных составляющих.

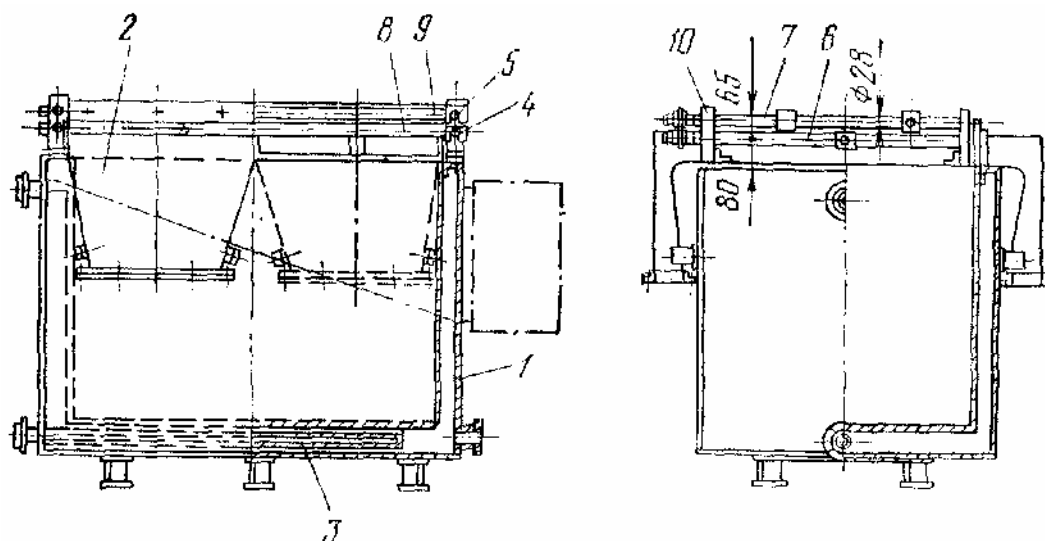


Рис. 2.12. Гальваническая ванна: 1 – корпус; 2 – бортовой отсос; 3 – труба для подвода сжатого воздуха; 4 и 5 – катодный и анодный кабели; 6 и 7 – катодная и анодная неподвижные штанги; 8 и 9 – катодная и анодная подвижные штанги; 10 – изолятор под штанги

Стальные части ванны, соприкасающиеся с кислотными электролитами, футеруют свинцом, резиной, полимерными или керамическими материалами.

Электрический ток к подвескам с деталями подводят через продольные медные или латунные штанги диаметром 15...40 мм, монтируемые на бортах ванны в изоляторах. Одна пара штанг соединена с положительным полюсом источника, а другая – с отрицательным. На каждую пару штанг размещают по несколько поперечных штанг, свободное перемещение которых позволяет установить нужное катодно-анодное расстояние. Ванны не заземляют, а устанавливают на изоляторах ОФ-6-375 или ОФ-10-750. Паровую и водяную арматуру также изолируют от ванн.

Электролит нагревают или охлаждают трубами-змеевиками с теплоносителем. Если змеевики соприкасаются с горячими сернокислыми электролитами, то их изготавливают из титана, свинца, освинцованной или коррозионно-стойкой стали. При внутреннем способе нагрева наблюдается неравномерность температуры электролита. Для хромовых электролитов, чувствительных к изменению температуры, применяют их внешний нагрев посредством пропускания пара через пароводяную рубашку, образованную двумя ваннами, вставленными одна в одну с зазором между стенками.

Чтобы повысить производительность процесса (увеличить допустимую плотность тока) и улучшить свойства покрытий, ванны снабжают устройствами для перемешивания и фильтрации электролита, встряхивания или качания катодных штанг.

Передвижные фильтрационные установки (УФ-0,5) содержат насос и фильтр из ткани (сукна, полотна, стеклоткани), который задерживает механические примеси. Насос изготовлен из химически стойких материалов. Например, насос ЦКН-7 с подачей 7 м³/ч изготовлен из керамики. Для приготовления и фильтрации электролита применяют передвижные установки 0113-009 “Ремдеталь”.

Ванны имеют бортовые вентиляционные отсосы с одной или двух сторон.

Выпрямители различной мощности преобразуют переменный ток в постоянный или переменный нужной характеристики. Выпрямитель включает понижающий трансформатор, полупроводниковые элементы, пуско-регулирующую и измерительную аппаратуру.

Из германиевых, селеновых и кремниевых выпрямителей в ремонтном производстве наибольшее применение получили последние. Они плавно изменяют силу тока в пределах 10...100 % с погрешностью ± 10 %.

Освоен выпуск тиристорных выпрямителей серий ТЕ, ТЕР, ТВ, ТВР и ТВИ, обладающих небольшими размерами, малой пульсацией выпрямленного тока, большим КПД и высокой точностью стабилизации тока и напряжения. Характеристика некоторых выпрямителей приведена в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Основные данные выпрямителей

Выпрямители	Параметры тока		КПД, %	Размеры в плане, мм	Масса, кг
	сила, А	напряжение, В			
Кремниевые					
ВАК-100-12У4	100	12/6	78	850×570	190
ВАКР-100-12У4	100	24/12	78	850×570	190
ВАКР-320-18У4	320	18/9	79	870×530	230
ВАК-630-24У4	630	24/12	88	1085×600	550
ВАК-1600-12У4	1600	12/6	82	870×530	260
ВАК-3200-12У4	3200	12/6	83	1290×820	1100
Обозначения: ВА – выпрямительный агрегат; К – кремниевый; Р – реверсивный					
Тиристорные					
ТЕ1-100/12Т-0	100	12	78	600×400	135
ТЕ1-400/12Т-0	400	12	82	1000×400	315
ТЕ1-800/12Т-0	800	12	83	1000×600	380
ТВ1-1600/12Т-0	1600	12	83	1000×600	510
ТЕР1-400/12Т-0	400	12	82	1000×400	345
ТВР1-1600/24Т-0	1600	12	83	1000×600	525
ТВИ1-1600/24Т-0	1600	24	87	1000×600	670
Обозначения: Т – тиристорные; Е – охлаждение естественное воздушное; В – охлаждение водяное; Р – реверсивный; И – импульсный					

Для автоматизации процесса используют автооператоры с устройствами, которые перемещают подвески с заготовками и выдерживают их в ваннах и над ними по установленной программе.

Специализированную установку ОГ-10591-ГосНИТИ применяют для нанесения железных покрытий при восстановлении отверстий корпусных деталей, а установку 0113-006 “Ремдеталь” – для электроконтактного нанесения покрытий.

2.3. Металлорежущее оборудование

2.3.1. Классификация и обозначение оборудования

Металлорежущие станки в зависимости от вида обработки делятся на девять групп (табл. 2.7). Каждую группу, в свою очередь, делят на десять типов в зависимости от назначения станков, их компоновки, степени автоматизации или вида применяемого инструмента.

Обозначение модели станка состоит из трех или четырех цифр и букв. Первая цифра означает номер группы, вторая – тип станка, а последние одна или две – наиболее характерные технологические параметры станка. Буква, стоящая после первой цифры, указывает на отличие в исполнении по сравнению с базовой моделью станка. Буква в конце цифровой части означает модификацию базовой модели, класс точности станка или его особенности.

Классы точности в обозначении станков следующие: Н – нормальный; П – повышенный; В – высокий; А – особо высокий и С – самый высокий. Принята следующая индексация моделей станков с программным управлением: Ц – с цикловым управлением; Ф1 – с цифровой индексацией положения, а также с предварительным набором координат; Ф2 – с позиционной системой ЧПУ; Ф3 – с контурной системой ЧПУ; Ф4 – с комбинированной системой ЧПУ. Буква М означает, что станок имеет магазин с инструментами.

Таблица 2.7

Классификация металлорежущих станков

Группы станков	Типы станков (примеры обозначений)	Технологический параметр
1	2	3
1. Токарные	0. Автоматы и полуавтоматы специализированные 1. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные (11Т16А, 1Д125, 1Е140П) 2. Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные (горизонтальные 1Б225П-6К, 1Б240П-8 и 1К282, вертикальные 1283 и 1284) 3. Токарно-револьверные (1Д316П, 1Г340, 1Е365П) 4. Токарно-револьверные полуавтоматы (1416, 1425) 5. Карусельные (1508, 1510, 1512Ф2, 1525Ф1) 6. Токарно-винторезные (16Т01, 16Б16П, 16К20П, 1М63) и лоботокарные (1А691, 1Н692, 1А693) 7. Многолезцовые и копировальные (горизонтальные 1Н713, 1П716Ф3 и 1А720, вертикальные 1723, 1724 и 1751Р) 8. Специализированные (центровые токарные полуавтоматы 1А832, 1А833) 9. Разные токарные	Диаметр прутка Диаметр заготовки Диаметр прутка Диаметр заготовки Диаметр планшайбы Высота центров Диаметр заготовки То же

1	2	3
2. Сверлильные и расточные	1. Настольные и вертикально-сверлильные (2Н112, 2Н118, 2Н125, 2Н135, 2Н150, 2Н175) 2. Полуавтоматы одношпиндельные 3. Полуавтоматы многошпиндельные 4. Координатно-расточные (2431, 2Д450) 5. Радиально- (2К52, 2Р53, 2Ш55) и координатно-сверлильные 6. Расточные (2М614, 2620В, 2622К) 7. Отделочно-расточные (2703В, 2714В, 2А78, 2777В) 8. Горизонтально-сверлильные (2805П для глубокого сверления) 9. Разные сверлильные (2910, 2912 центровальные)	Диаметр сверления Ширина и длина стола Диаметр сверления Диаметр шпинделя Диаметр растачивания
3. Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	1. Круглошлифовальные (3В110, 3Б151, 3Е153), бесцентрово-шлифовальные (3Д180, 3М182, 3М184, 3185, 3М185, 3Ш184Д) 2. Внутришлифовальные (3К225В, 3К227В), координатно-шлифовальные 3. Торцешлифовальные (3342А, 3343П, 3344П) 4. Специализированные шлифовальные (3Б450В, 3451 шлицешлифовальные, 3К486, 3А487) 5. Продольно-шлифовальные 6. Заточные (3М642, 3Д642Е, 3672) 7. Плоско-шлифовальные (3Е711В, 3Е721А, 3Б722, 3А732 – прямоугольный стол, 3762, 3Н763 – планшайба) 8. Притирочные (3820Д, 3821Д), полировальные (3853), хонинговальные (3М82, 3М83, 3Г833), доводочные (3803, 3806), суперфинишные (3871, 3873) 9. Разные станки, работающие абразивом (3921, 3922, 3925 для обработки центровых отверстий)	Диаметр заготовки Диаметр шлифуемого отверстия Диаметр заготовки Ширина и длина стола, диаметр планшайбы Диаметр обрабатываемого отверстия или вала
4. Электрофизические и электрохимические	2. Светолучевые 4. Электрохимические 7. Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные 8. Анодно-механические	
5. Зубо- и резьбообработывающие	0. Резьбонарезные 1. Зубодолбежные для цилиндрических колес (5111, 5140, 5В150) 2. Зуборезные для конических колес (5Т23В) 3. Зубофрезерные для цилиндрических (5308, 53А10) и шлицевых (5350В) колес 4. Для нарезания червячных колес 5. Для обработки торцов колес	Диаметр колеса То же

1	2	3
	6. Резьбофрезерные 7. Зубоотделочные, проверочные и обкатные 8. Зубо- (5881, 5887В) и резьбошлифовальные (5П821, 5П822) 9. Разные зубо- и резьбообрабатывающие	То же
6. Фрезерные	0. Барабанно-фрезерные (6021, 6022) 1. Вертикально-фрезерные консольные (6Р10, 6Р11, 6Р12, 6Р13) 2. Фрезерные непрерывного действия (621М, 6А23) 3. Продольные одностоечные (6304, 6306) 4. Копировальные и гравировальные 5. Вертикально-фрезерные бесконсольные (6540, 6550) 6. Продольные двухстоечные (6604, 6606) 7. Консольно-фрезерные операционные 8. Горизонтально-фрезерные консольные (6Р80, 6Р81, 6Р82) 9. Разные фрезерные (6Д91, 692М шпоночнофрезерные)	Диаметр барабана Ширина и длина стола Диаметр стола Ширина и длина стола То же То же То же
7. Строгальные, долбежные, протяжные	1. Продольные одностоечные (7110, 7112) 2. Продольные двухстоечные (7210, 7212) 3. Поперечно-строгальные (7Д362, 7Д372) 4. Долбежные (7А412, 7Б420) 5. Протяжные горизонтальные (7Б54, 7Б55, 7Б56, 7Б57) 6. Протяжные вертикальные для внутреннего протягивания (7Б64, 7Б65, 7Б66, 7Б67) 7. Протяжные вертикальные для наружного протягивания (774, 775, 7Б76) 9. Разные строгальные станки (7590Р)	Ширина и длина обработки То же То же Ход долбяка Тяговое усилие То же То же
8. Разрезные	1. Отрезные, работающие резцом 2. Отрезные, работающие абразивным кругом (8220, 8242) 3. Отрезные, работающие гладким или насечным диском 4. Правильно-отрезные 5. Ленточно-пильные (8542, 8Б544) 6. Отрезные с дисковой пилой (8Г632, 8Г636, 8Г662) 7. Отрезные ножовочные (8Б72)	Диаметр абразивного круга Диаметр заготовки То же То же
9. Разные	1. Трубо- и муфтообрабатывающие (91Н15) 2. Пилонасекательные 3. Правильно- и бесцентрово-обдирочные (9330М, 9340, 9350 токарные бесцентровые) 5. Для испытания инструментов 6. Делительные машины 7. Балансировочные (9715, 9716)	

Станки подразделяют на широкоуниверсальные, универсальные (общего назначения), специализированные и специальные.

Широкоуниверсальные станки (фрезерно-расточные, фрезерно-токарные и др.) применяют в единичном и мелкосерийном производстве. Эти станки хотя и обладают широкими технологическими возможностями, но не обеспечивают высокую производительность и точность обработки.

Универсальные станки (токарные, сверлильные, шлифовальные и др.) применяются для обработки широкой номенклатуры деталей в единичном и серийном производстве.

Специализированные и специальные станки обеспечивают высокую производительность и точность обработки, соответственно групп однотипных заготовок и заготовок одного наименования. В крупносерийном производстве применяют специализированные станки, а массовом – специальные.

Специализированные станки изготавливают или на станкостроительных заводах, или получают путем заводской модернизации универсальных станков силами вспомогательного производства.

Специальные станки составляют примерно 20 % общего выпуска металлорежущих станков, они выполняют узкую технологическую функцию по обработке изделий определенной модели, обладают наибольшей производительностью и обеспечивают наивысшую точность. Специальные металлорежущие станки – это модификации универсальных станков. Они оснащены наладками (или подготовлены под установку наладок) и устройствами для обработки конкретных деталей. Это, например, расточные станки для одновременной обработки коренных опор, втулок распределительного вала и отверстия под стартер в блоке цилиндров двигателя, шлифовальные станки для обработки коренных или шатунных шеек коленчатых валов определенных моделей двигателей и др. Эти станки изготавливают на станкозаводах по заказу.

Специализированные и специальные станки обозначают индексом, содержащим буквенную и цифровую части. Буквенная часть определяет станкостроительный завод (ВШ, МШ, МС, КК, ЛТ, ОС, ХШ, ФТ, СС и др.), цифровая – номер модели станка.

Например, бесцентрово-шлифовальный станок ВШ-416М Витебского станкостроительного завода им. С.М. Кирова предназначен для шлифования гильз цилиндров с базированием их по внутренней поверхности на жестких опорах.

Ниже приведены названия и характеристика некоторых специальных средств, изготавливаемых и применяемых в ремонтном производстве.

Стенд ОР-6687М служит для притирки клапанов двигателей внутреннего сгорания. Производительность его $2...4 \text{ ч}^{-1}$, число шпинделей 12, угол поворота шпинделей при прямом ходе составляет 337° . С помощью приспособления 70-7679-5301, например, шлифуют коромысла клапанов на станке ЗБ625. Планетарно-шлифовальное приспособление ОПр-1334 применяют для шлифования рабочей поверхности клапанных седел.

Стенд ОР-8022 используют для шлифования фасок клапанов двигателей при объемах ремонта до 15 тыс. двигателей в год. Радиальное биение и шероховатость обработанной поверхности 0,03 и Ra 1,25 мкм соответственно.

Станки горизонтально-расточные двухшпиндельные ОР-14553 (СМД-60), ОР-14554 (СМД-14), ОР-14556 (ЗИЛ-130), ОР-14573 (ЯМЗ-238НБ), ОР-14560 (А-41), ОР-14572 (ЗМЗ-53) используют для обработки коренных опор и втулок распределительного вала в блоке цилиндров.

2.3.2. Выбор металлорежущих станков

Станок выбирают в зависимости от вида и шероховатости обрабатываемых поверхностей, размеров вращающихся заготовок (диаметра и длины), размеров неподвижных заготовок, устанавливаемых на столе станка, (или размеров приспособлений с заготовками), точности и производительности обработки.

Допуск линейного размера обработанного элемента заготовки согласуют с ценой деления лимба станка. Разряд последней значащей цифры допуска на размер должен быть не меньше цены деления лимба.

Практическое занятие № 1

ВЫБОР МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

Цель работы – приобрести навыки по выбору металлорежущего оборудования для обработки ремонтных заготовок.

Задание на работу выдает преподаватель. Оно содержит чертеж заготовки с обрабатываемыми поверхностями и объемы выпуска.

Порядок выполнения задания. Перед выполнением задания следует вспомнить содержание соответствующего раздела книги.

Рассчитывают режимы обработки заготовки и определяют ее машинное время и мощность резания. Подбирают тип станка с учетом вида обрабатываемых поверхностей (цилиндрических, плоских, профильных и

др.) и их необходимой шероховатости (обеспечивающего лезвийную или абразивную обработку). Далее подбирают типоразмер станка по размерам вращающихся заготовок (диаметру и длине), размерам неподвижных заготовок, устанавливаемых на столе станка, или размерам приспособлений с заготовками. Назначают класс точности станка, обеспечивающего допуск на размер обработки. Устанавливают достаточность мощности двигателя для обработки заготовок.

Расчетно-аналитическим методом с учетом машинного времени обработки находят норму штучного времени и, используя заданные объемы выпуска деталей, рассчитывают необходимое количество оборудования.

Содержание отчета: название и цель работы; расчеты режимов, машинного времени и мощности обработки; сопоставление размеров обрабатываемых заготовок и приспособления, с одной стороны, и размерных возможностей станка, с другой стороны; расчет использования мощности станка и потребное число единиц оборудования; выводы.

2.4. Кузнечно-прессовое и термическое оборудование

2.4.1. Выполняемые работы

С помощью кузнечно-прессового оборудования получают заготовки в виде поковок или штамповок и ремонтных заготовок, а также упрочняют поверхности. Соответственно, работы, выполняемые на оборудовании этого типа, делятся на ковку, объемную или листовую штамповку и чеканку.

Перед ковкой и объемной штамповкой заготовок необходим их нагрев.

2.4.2. Кузнечные молоты, прессы и инструмент

Дляковки применяют различают ковочные *молоты и прессы*.

По виду привода кузнечные молоты делят на пневматические, паровоздушные и механические. По принципу действия молоты бывают одинарного и двойного действия. У молотов одинарного действия подвижная часть поднимается паром, сжатым воздухом или другим энергоносителем, при этом потенциальная энергия положения подвижной части преобразуется в энергию удара при свободном падении. Такие молоты имеют ограниченное применение. У молотов двойного действия энергия удара создается за счет свободного падения подвижной части и дополнительного воздействия энергоносителем.

Наиболее широко применяют пневматические и паровоздушные молоты. Масса падающих частей пневматических молотов составляет от 50 до 1000 кг, паровоздушных – от 0,5 до 8,0 т. Недостатки таких молотов

обусловлены низким КПД (составляет иногда 3...4 %) и большими вибрационными нагрузками. Последние разрушают обычные здания и отрицательно влияют на точность прецизионных станков, расположенных рядом.

Конструкции кузнечных молотов разнообразны, но все они основаны на общем принципе, суть которого заключается в том, что энергия, необходимая для деформирования металла, передается при помощи удара.

Молот любой конструкции имеет следующие основные части (рис. 2.13):

– падающую часть, к которой относят бабу, шток, поршень и верхний рабочий боек;

– шабот в виде металлического стула или крупной стальной отливки, к которой крепится нижний боек. Последний служит опорой для обрабатываемой заготовки. Масса шабота в 10...15 раз больше массы падающей части;

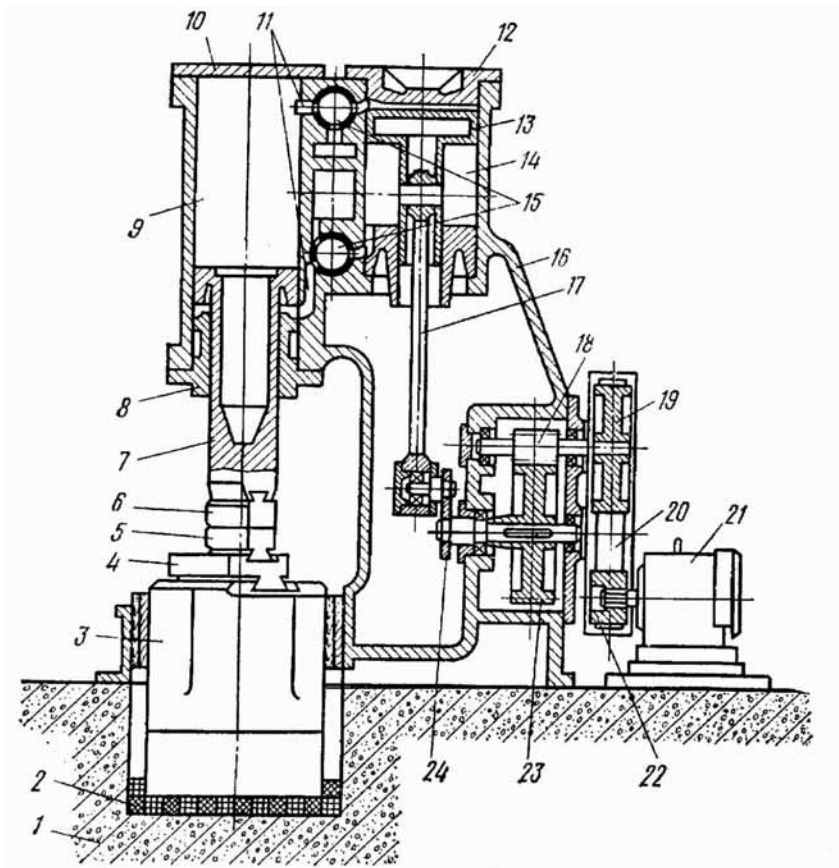


Рис. 2.13. Схема пневматического двухцилиндрового одностоечного ковочного молота: 1 – фундамент; 2 – деревянные брусья; 3 – шабот; 4 – промежуточная подушка; 5 – нижний боек; 6 – верхний боек; 7 – баба; 8 – нижняя крышка рабочего цилиндра; 9 – рабочий цилиндр; 10 – верхняя крышка рабочего цилиндра; 11 – каналы; 12 – верхняя крышка компрессорного цилиндра; 13 – поршень компрессорного цилиндра; 14 – компрессорный цилиндр; 15 – распределительные краны; 16 – станина; 17 – шатун; 18 и 23 – зубчатые колеса; 19 – маховик; 20 – ремень плоский; 21 – электродвигатель; 22 – шкив; 24 – кривошип

– станину с фундаментной плитой. На станине крепят рабочий цилиндр, служащий для силового воздействия на падающую часть, и механизм управления;

– привод, состоящий из электродвигателя с редуктором, кривошипно-шатунного механизма и компрессорного цилиндра;

– фундамент, служащий опорой для станины и шабота, под который укладывают дубовые брусья для смягчения удара. Фундамент ковочного пресса состоит, в свою очередь, из трех частей: двух боковых пирсов, на которые опирается станина, и средней части, на которую опирается шабот.

Инструмент для ручнойковки делят на опорный, ударный (рис. 2.14) и поддерживающий.

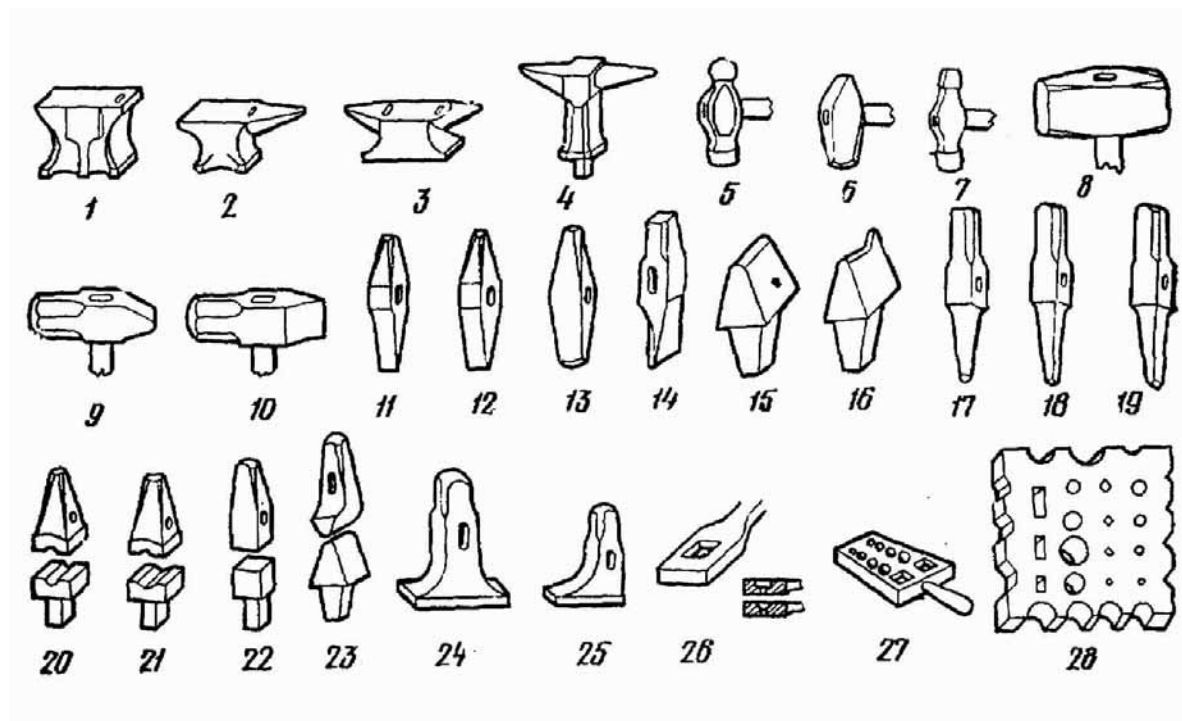


Рис. 2.14. Инструмент для ручнойковки.

Наковальни: 1 – безрогая; 2 – однорогая; 3 – двурогая; 4 – шперак.

Молотки: 5 – с шаровидным задком; 6 – с поперечным заостренным задком; 7 – с тупым продольным задком.

Кувалды: 8 – тупоносая; 9 – остроносая с поперечным задком; 10 – остроносая с продольным задком.

Зубила: 11 – для горячей рубки; 12 – для холодной рубки; 13 – полукруглое; 14 – фасонное; 15 – с прямым лезвием; 16 – с фасонным лезвием.

Пробойники (бородки): 17 – круглый; 18 – квадратный; 19 – прямоугольный.

Обжимки: 20 – для круглого профиля; 21 – для квадратного профиля.

Подбойки: 22 – плоские; 23 – полукруглые.

Гладилки: 24 – плоская с острыми кромками; 25 – специальная.

Гвоздильни: 26 – простая; 27 – специальная многорядная; 28 – кузнечная форма

На *опорном* инструменте (наковальне или шпераке) выполняются операции ручнойковки: протяжка, осадка, гибка, пробивка, прошивка, разрубка, кузнечная сварка и правка.

Наковальни изготавливают из стали 45Л массой 70...350 кг. Верхняя ее плоская часть называется лицом, твердость которой составляет 40...45 HRC. Конический отросток наковальни – рог – служит для гибки пустотелых поковок. По количеству отростков наковальни бывают безрогие, одно- и дву-рогие.

Шперак – маленькая наковальня с двумя рогами массой до 50 кг служит дляковки мелких поковок.

Ударным инструментом являются молотки и кувалды. Молотком пользуется кузнец для нанесения ударов и для указания молотобойцу места нанесения удара кувалдой.

Масса *молотка* 0,5...2,0 кг, он изготовлен из стали У7 или У8. Молоток имеет два бойка. Один из них круглый, квадратный или восьмигранный, имеет гладкую ударную поверхность с заваленными гранями. Другой боек может быть шарообразный, заостренный с округлым ребром или тупой. Боек молотка подвергают закалке с последующим отпуском.

Кувалды – основной инструмент массой 2...16 кг для нанесения ударов по нагретой заготовке. Кувалды также имеют два бойка и подразделяются на тупоносые и остроносые. Для закрепления рукоятки в кувалде делают овальное насадное отверстие, которое расширяется от середины к краям. Материал кувалд – стали 40, 45, 50 и У7. После термической обработки твердость рабочего слоя толщиной до 30 мм составляет 48...52 HRC.

Кузнечные *зубила* предназначены для горячей и холодной рубки металла. Первые затачивают на угол не менее 60°, вторые – на угол не более 50°. Зубила изготавливают из стали У7 или 6ХС. Лезвие зубила может быть прямым, полукруглым или фасонным. Твердость рубящей части инструмента на длине 30 мм составляет 50...56 HRC, а ударяемой части на длине 20 мм – 30...40 HRC.

Подсечки изготавливают из стали У7. Они являются подкладными зубилами и вставляются квадратным хвостовиком в соответствующее отверстие наковальни. Лезвие подсечки твердостью 48...52 HRC может быть прямое или фасонное.

Пробойники (бородки) из стали У7, 40 или 45 применяют для пробивки круглых, квадратных, прямоугольных и других отверстий.

Обжимки служат для подкатки и отделки боковых поверхностей (цилиндрических, плоских и др.). Обжимки куют из стали У7, 40, 45, 50 или 40Х и после обработки резанием закаливают и отпускают на твердость 48...52 НRC по рабочей части и 30...40 НRC – по ударяемой.

Подбойки используют для ускорения протяжки и выделки желобов. Они могут иметь разнообразную форму рабочих поверхностей: плоскую, полукруглую и др. Подбойки делают из стали У7, 50Г или 40Х.

Гладилки предназначены для сглаживания неровностей и окончательной отделки плоских поверхностей поковок. В головке, расположенной над рабочей поверхностью, имеется отверстие для деревянной ручки. Гладилки изготавливают из стали У7, 40 или 45.

Деревянные ручки инструментов для ручнойковки делают из клена, кизила, бука, рябины или молодого дуба. Запрещается изготавливать их из крупнослойных пород дерева, в том числе из ели и сосны. Конец ручки в отверстии инструмента закрепляют завершенными стальными клиньями. Длина клиньев не должна превышать $\frac{2}{3}$ глубины насадного отверстия инструмента.

Гвоздильни – это металлические кованые пластины из стали 45 или У7. Они имеют отверстия для высадки головок болтов, заклепок, гвоздей и др.

Кузнечная форма – литая плита из стали 35Л или 40Л массой до 50 кг со сквозными отверстиями и фасонными вырезами на боковых поверхностях. Она предназначена для отделки поковок, пробивки отверстий и профильно-гибочных работ.

Поддерживающий инструмент – это клещи, манипулятор-кантователь и устройство для подвески заготовок.

Кузнечные *измерительные инструменты* – кронциркули, нутромеры, кругломеры, угломеры и шаблоны.

Ковку на прессах выполняют в открытых или закрытых штампах. В гидравлических ковочных прессах энергия к подвижной части штампа подводится при помощи жидкости под высоким давлением. Возникающие в процессе работы молота силы замыкаются в станине и не передаются на фундамент. Недостатки гидравлических прессов обусловлены их тихоходностью и сложностью в эксплуатации. В кузнечных цехах машиностроительных заводов распространены ковочные гидравлические прессы с усилием 2000...3000 тс.

2.4.3. Гидравлические, кривошипные и фрикционные прессы

Гидравлические прессы служат для сборки (запрессовывания), прошивки, правки, гибки, развальцовки, просечки и других работ. Прессы могут быть одно- и двухстоечными. Основные параметры одностоечных

прессов определены ГОСТ 9753-61. Главный параметр прессов – номинальное усилие. В ремонтном производстве широко применяют прессы с усилием 100, 250, 400, 630, 1000 и 1600 кН. Марки некоторых прессов и их номинальные усилия следующие: ПБ 6316А – 4 тс, П 6326 – 40 тс, П 6328 – 63 тс, ПБ 6330 – 100 тс, П 6332Б – 160 тс, ПБ 6334А – 250 тс.

Сварная станина одностоечного пресса имеет С-образную форму. В верхней части станины имеется плита с отверстиями для установки цилиндра, на нижней консольной части крепится стол или запрессовочная плита.

Привод пресса состоит из поршневого насоса (высокого давления) и шестеренчатого насоса (низкого давления), установленного в баке. Приводной цилиндр с поршнем закреплен в верхней части станины. Цилиндр и шток стальные, поршень и втулка чугунные. Механизм управления прессом состоит из педали, рукоятки, системы рычагов с пружинами и устройством для автоматического останова.

Ход штока вверх и вниз ограничен подвижными кулачками, взаимодействующими с конечными выключателями.

Запрессовочная оснастка состоит из подушки, прикрепленной к штоку цилиндра, и чугунной плиты с проемом, закрепленной на станине. Деталь устанавливают на неподвижной плите.

По специальному заказу прессы поставляются с правильным столом.

Пресс управляется рукояткой или педалью, жестко связанными между собой.

Кривошипные механические прессы служат для листовой штамповки. Основные работы – вырубка, пробивки и гибка.

В ремонтном производстве широко применяют прессы однокривошипные открытые простого действия усилием 10, 16, 25, 40 и 63 тс.

Фрикционные прессы имеют в приводе фрикционную передачу, которая позволяет за счет ее буксования остановку ползуна в различных положениях, что исключает заклинивание пресса при использовании закрытых штампов.

2.4.4. Особенности нагрева заготовок

Заготовки нагревают перед обработкой давлением и при термической обработке (отжиге, закалке, отпуске и др.).

Рациональный режим нагрева заготовок обеспечивает максимально возможную скорость нагрева материала, не допуская образования трещин из-за термических напряжений. Последние возникают в связи с тем, что

внешние слои заготовки нагреваются раньше внутренних и больше расширяются. При этом внутренние слои сдерживают расширение внешних слоев. В связи с этим в нагретых внешних слоях возникают сжимающие напряжения, а в менее нагретых внутренних слоях – растягивающие. Если при недостаточной пластичности металла растягивающие напряжения достигают значения предела прочности металла, то последний начнет разрушаться. Если металл обладает высокой пластичностью, то термические напряжения приведут к пластическому деформированию металла и его разрушение не произойдет.

С повышением температуры нагрева возрастает пластичность металла, а опасность появления трещин исчезает до того, как металл нагреется до температуры структурных превращений. Другим не менее важным условием является то, чтобы до началаковки металл был равномерно прогрет по всему сечению слитка или заготовки.

Заготовки диаметром или стороной квадрата менее 100 мм из конструкционных или низколегированных сталей загружают в горячие печи, рабочее пространство которых имеет температуру на 100...150 °С более высокую, чем требуемая конечная температура металла. Скорость нагрева их не ограничивают. Заготовки из высоколегированных, низкопластичных сталей сначала нагревают медленно до температуры 650...850 °С, а затем быстро до ковочной температуры.

Нагрев до температурыковки уменьшает в 10...15 раз сопротивление деформированию по сравнению с процессом в холодном состоянии. Нагрев заготовок из углеродистых сталей до 350 °С не увеличивает, а снижает пластичность, а нагрев свыше 700 °С приводит к появлению окалины. Поэтому нагрев таких заготовок целесообразен в указанном отрезке температур.

2.4.5. Термическое оборудование

Кузнечный горн – простейшее нагревательное устройство, в котором заготовка непосредственно соприкасается с продуктами горения топлива. Его применяют при нагреве небольших заготовок при ручнойковке. Горны бывают переносными и стационарными. Первые могут применяться в полевых условиях. По способу подачи воздуха, необходимого для горения топлива, различают горны с боковым соплом и центральной фурмой, а по количеству очагов – одно- и двухогневые. Очаг горения может быть открытым или закрытым.

Горны имеют сварную или литую станину. В верхней части станины выполнена выемка, выложенная огнеупорным кирпичом (рис. 2.15). На дне

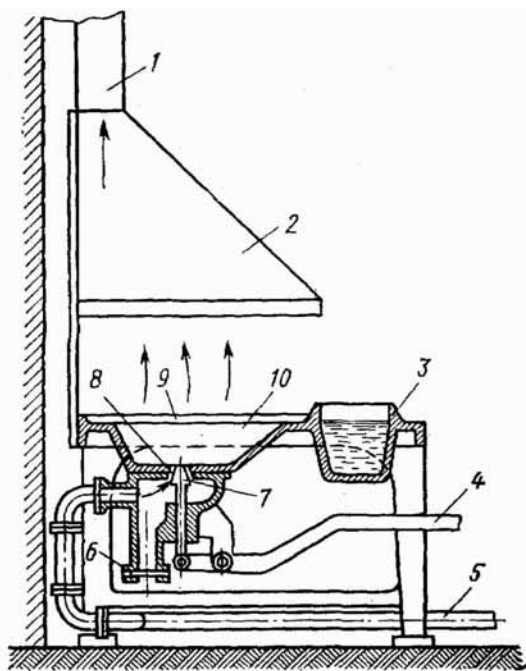


Рис. 2.15. Стационарный одноочаговый кузнечный горн открытого типа: 1 – вытяжная труба; 2 – зонт; 3 – бачок с водой для закалки инструмента; 4 – рычаг для регулирования подачи воздуха; 5 – воздухопровод; 6 – заслонка; 7 – конический накопчик; 8 – фурма; 9 – стол; 10 – очаг

нагрев заготовок, повышенный угар и насыщение поверхностных слоев металла серой из топлива.

Оборудование для термической обработки делят на основное и вспомогательное.

К основному оборудованию относят нагревательные печи, печиванны, закалочные баки, с помощью которых выполняют основные операции термической обработки. Это оборудование разделяют:

- по широте выполняемых функций на универсальное и специальное;
- по значению температуры на низко-, средне- и высокотемпературное;
- по тепловому источнику на твердотопливное, мазутное, газовое, электрическое, индукционное;
- по конструктивным признакам на камерное, шахтное, щелевое, очковое, с выдвижным подом, элеваторное, со съёмным сводом, толкательное, конвейерное, толкательное и др.;
- по характеру и периодичности загрузки и выгрузки заготовок на оборудование с периодической и непрерывной загрузкой. В оборудовании

выемки установлена фурма, через которую вентилятором подают воздух под избыточным давлением $0,0015 \dots 0,0200$ МПа. С фронтальной стороны стол имеет бачок с водой для охлаждения инструмента. Дымовые газы удаляются из горна через зонт и вытяжную трубу.

В качестве топлива для горнов используют кокс, коксующиеся сорта углей и редко древесный уголь. При производительности открытого горна $80 \dots 120$ кг нагретого металла в час расход топлива составляет $25 \dots 50$ кг/ч. КПД такого горна составляет $2 \dots 5$ %. Стационарные закрытые горны имеют более высокую производительность и большую экономичность.

Преимущества горнов – простота конструкции и эксплуатации. Недостатками являются низкая производительность, малый КПД, неравномерный

первого вида заготовки загружают и выгружают через одно окно, а в процессе обработки они остаются неподвижными. В каждый момент времени температура во всей зоне нагрева заготовок одинакова. В оборудовании второго вида, называемым методическим, заготовки во время обработки перемещают от окна загрузки к окну выдачи. Температура рабочего пространства в таком оборудовании повышается от места загрузки заготовок к месту их выдачи;

– по способу использования тепла отходящих газов для предварительного подогрева воздуха, поступающего в печь, на рекуперативное и регенеративное.

Условное обозначение термических печей содержит буквы и числа. Буквы определяют вид нагрева, тип печи, среду и агрегатность (табл. 2.8), а цифры – размеры рабочего пространства (ширину, длину, высоту или диаметр и высоту) в дециметрах в числителе и максимальную рабочую температуру в сотнях градусов Цельсия в знаменателе.

Например, обозначение СНЗА-5,0.10.3,2/10 означает: сопротивления (электрический), камерный, с защитной атмосферой, агрегат с размерами печного пространства 500×1000×320 мм и рабочей температурой до 1000 °С.

Таблица 2.8

Буквенное обозначение печей для термической обработки

Первая буква		Вторая буква		Третья буква		Четвертая буква	
Обозначение	Вид нагрева	Обозначение	Основной конструктивный признак	Обозначение	Характер среды	Обозначение	Отдельные особенности
Г С И Т	Газовый Сопротивлением Индукционный Пламенный	А	Карусельная	А	Азот	А	Агрегат
		Б	Барабанная	В	Вакуум	Л	Лабораторная
		В	Ванна	Г	Металлы	В	Вертикальная
		Г	Колпаковая	З	Защитная атмосфера	М	Механизованная
		Д	Выдвижной под	М	Масло	Н	Непрерывного действия
		Е	Подвесной конвейер				
		И	Пульсирующий под	О	Окислительная атмосфера	П	Периодического действия
		К	Конвейерная				
		Н	Камерная	П	Пар водяной-вода		
		П	Протяжная	С	Соль (селитра)		
Р	Рольганговая	Ц	Цементационный газ				
Т	Толкательная						
Ш	Шахтная						
Э	Элеваторная						

Для отпуска, отжига и закалки заготовок, например, используют электропечи СТО, СТЗ и СКЗА, универсальные камерные электропечи

СНО и СНЗ, шахтные электропечи СШО и СШЗ, вакуумные СШВ, электрованны СВГ и СВС. Для химико-термической обработки заготовок широко используют шахтные безмуфельные электропечи, для газовой цементации – СШЦ, для газового азотирования – США. Для индукционного нагрева заготовок применяют специальные генераторы и установки.

К вспомогательному оборудованию относят правильные прессы, контрольно-измерительные приборы и аппаратуру, машины для очистки заготовок и другое.

Термическое оборудование должно обеспечить следующие требования:

- обеспечить экономичный нагрев заготовок до заданной температуры за минимальное время;
- ограничить угар и обезуглероживание материала заготовок;
- максимально механизировать или автоматизировать процессы, связанные с нагревом и обслуживанием печей;
- исключить вредное воздействие работы печей на человека и окружающую среду.

Для контроля работы термического оборудования применяют различные приборы. Температуру рабочего пространства и нагреваемого металла измеряют пирометрами, которые по принципу действия могут быть оптическими, термоэлектрическими, радиационными и фотоэлектрическими. Давление выше атмосферного измеряют манометрами, а ниже атмосферного – вакуумметрами или тягомерами. Расход воздуха и топлива измеряют расходомерами. Качественный и количественный расход газов и продуктов сгорания топлива определяют газоанализаторами.

2.5. Сборочное оборудование

2.5.1. Сборочный процесс и состав оборудования

Доля сборочных работ в общей трудоемкости ремонта машин составляет 25...28 %. Качество их выполнения оказывает большое влияние на послеремонтную наработку техники, а производительность – на экономичность процесса.

Объектом *узловой* сборки является составная часть агрегата или машины, а *общей* сборки – агрегат или машина в целом. Узловую сборку ведут на специализированных стендах. Общая сборка бывает непоточной или поточной. Непоточную общую сборку ведет один сборщик или бригада сборщиков на стенде, поворачивая при необходимости собираемое из-

деле вокруг вертикальной или горизонтальной оси. При объемах ремонта более 2,5 тыс. агрегатов в год эффективна поточная сборка, которая предполагает специализацию технологических позиций сборки, оснащение их необходимыми средствами и межпозиционное перемещение собираемых объектов, что дает снижение трудоемкости процесса, но обязывает руководителей к высокому организационному уровню работ.

Состав сборочного оборудования определяется технологическим процессом сборки. Резьбосборочная операция включает (рис. 2.16) загрузку комплектующих и крепежных деталей и перемещение их на сборочные позиции, отсекание подаваемых деталей по одной и их ориентирование относительно корпусной детали, силовое смыкание (образование соединений), внутри- и межпозиционное перемещение собираемых изделий.

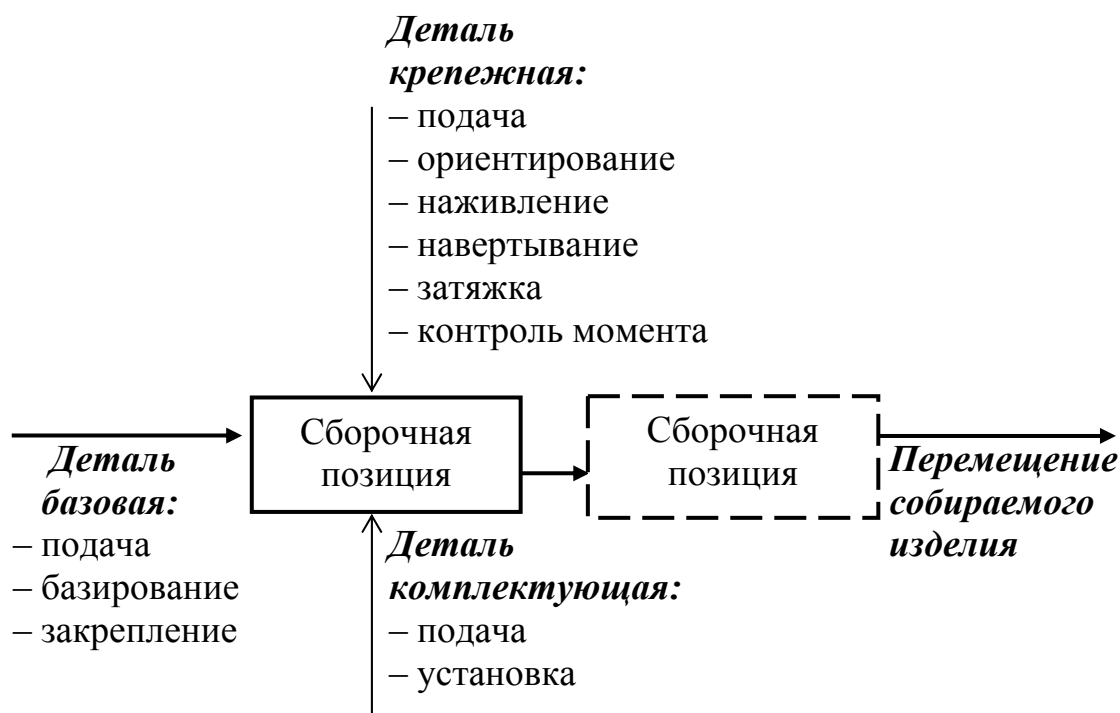


Рис. 2.16. Схема резьбосборочной операции

2.5.2. Оборудование для подачи и ориентирования деталей

Ручные переходы подачи и ориентирования деталей при сборке обладают большой трудоемкостью. Если автоматизировать, например, подачу и установку шайб и гаек и наживление последних при сборке коленчатого вала с маховиком и сцеплением, то производительность сборки повышается в 2,0...2,2 раза.

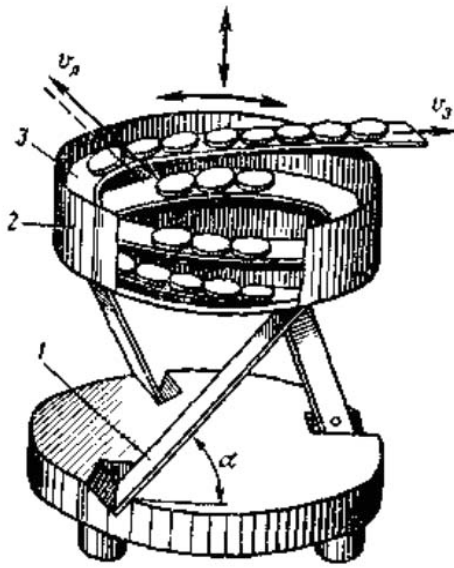


Рис. 2.17. Схема вибрационного бункера: 1 – наклонный стержень; 2 – чаша; 3 – спиральный лоток; α – угол наклона стержня к горизонту $\sim 45^\circ$; v_d – скорость перемещения лотка; v_z – скорость перемещения заготовок

Оборудование для штучной подачи и ориентирования деталей взаимодействует с оборудованием для их силового соединения с корпусными деталями.

Для подачи деталей широко применяют вибрационные бункеры (рис. 2.17). Чаша бункера, установленная на трех наклонных стержнях, совершает крутильные (вокруг вертикальной оси) и возвратно-поступательные (в вертикальном направлении) колебания за счет прилагаемых импульсов энергии, которые приводят детали в движение вверх по спиральному лотку внутри чаши. С этого лотка детали под собственным весом по гравитационному лотку подаются на сборочную позицию. Конструктивные особенности лотков (наличие прорезей, упоров, планок и др.) обеспечивают подачу деталей в ориентированном положении, например,

стержнем винта вниз. Скорость подачи деталей зависит от зазора между сердечником магнита и якорем и напряжения, приложенного к обмотке. Разработан типоразмерный ряд бункеров с диаметром чаши от 60 до 630 мм для подачи деталей с размерами, соответственно, от 4 до 70 мм.

Для штучной выдачи деталей на сборочные позиции служат отсекатели. Рабочие части отсекателей совершают поступательное или вращательное движение. Штыревой отсекатель приведен на рис. 2.18.

Для автоматического соединения деталей их необходимо подавать в строго определенном положении. Применяют пассивное и активное ориентирование. Неправильно ориентированные детали в первом случае сбрасываются с подающего лотка в бункер, а на лотке остаются детали, ориентированные правильно. Во втором случае детали переводят в требуемое положение принудительно. Применяют механический,

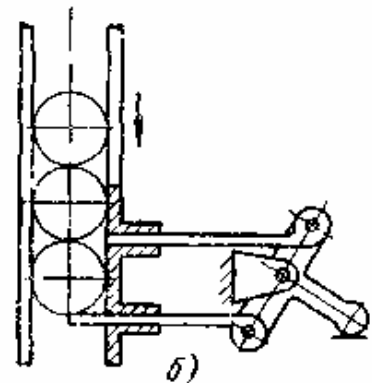


Рис. 2.18. Схема штыревого отсекателя

электромагнитный, пневматический и другие способы активного ориентирования деталей.

2.5.3. Оборудование для перемещения собираемых агрегатов и машин

В составе сборочного оборудования имеются опорные элементы, на которые устанавливают (базируют и крепят) корпусные детали. Опорные элементы с собираемыми изделиями при сборке вращаются и (или) перемещаются поступательно. Вращательное перемещение на сборочной позиции необходимо, чтобы придать удобное положение корпусной детали для базирования и закрепления комплектующих деталей при узловой и общей как поточной, так и непоточной сборке. При поточной сборке собираемые объекты перемещаются поступательно между сборочными позициями.

Примеры оборудования для узловой сборки следующие. На стенде ОР-14235 с пневмоприводом собирают масляные насосы с производительностью 5...6 ч⁻¹. Устройство ОПР-3848 служит для сборки масляных фильтров. Стенд ОР-13796 необходим для сборки головок цилиндров двигателей ЯМЗ-338НБ и ЯМЗ-240Б. На стенде 70-7826-1502 собирают автомобильные компрессоры, а на стенде 1ПСБ4-121 – сцепления двигателей ЗМЗ-53.

Стенд для узловой сборки коленчатого вала с маховиком и сцеплением с измерением торцового биения рабочей поверхности маховика приведен на рис. 2.19. Стенд включает основные части: корпус 1, шарнирно соединенную с ним поворотную раму 6 и пневмоцилиндр 2. На поворотной раме установлены призмы 8 для базирования детали, пневмоцилиндры 2 с рычагами 10 для закрепления детали, захват 9 и индикаторная головка 3 на стойке 4. Поверхности призм, рычагов и захвата, соприкасающиеся с собираемыми объектами, наплавлены латунию.

Стенд работает следующим образом. В начале цикла индикаторное устройство занимает вспомогательное положение, а поворотная рама – горизонтальное. Штоки пневмоцилиндров втянуты, а захват откинут. На призмах базируют коленчатый вал своими коренными шейками. Захват сцепляют с шатунной шейкой. Деталь закрепляют за счет подачи сжатого воздуха под поршни пневмоцилиндров 7. На фланец коленчатого вала устанавливают маховик и закрепляют его болтами с гайками. Захват препятствует вращению сборочной единицы при затяжке гаек. Затем раму с помощью пневмоцилиндра 2 поворачивают на 90 ° в вертикальное положение, а индикаторное приспособление – в основное положение, при котором измерительный стержень индикаторной головки касается рабочей поверхности маховика. Усилия пневмоцилиндров 7 подобраны таким образом, что они не препятствуют вращению маховика от руки. Маховик вращают в

сторону, обратную вращению гаек, при касании между собой торца первой коренной шейки и опорной поверхности призмы и измеряют биение торца маховика с помощью индикаторной головки, шатунная шейка при этом освобождается от захвата. Далее индикаторное устройство переводят во вспомогательное положение. На маховик устанавливают ведомый диск сцепления и с помощью центрирующей оправки его ориентируют относительно оси коленчатого вала. Устанавливают остальные части сцепления, а кожух сцепления крепят болтами к маховику. Поворотную раму переводят в горизонтальное положение, освобождают рычаги 10 и снимают собранную сборочную единицу.

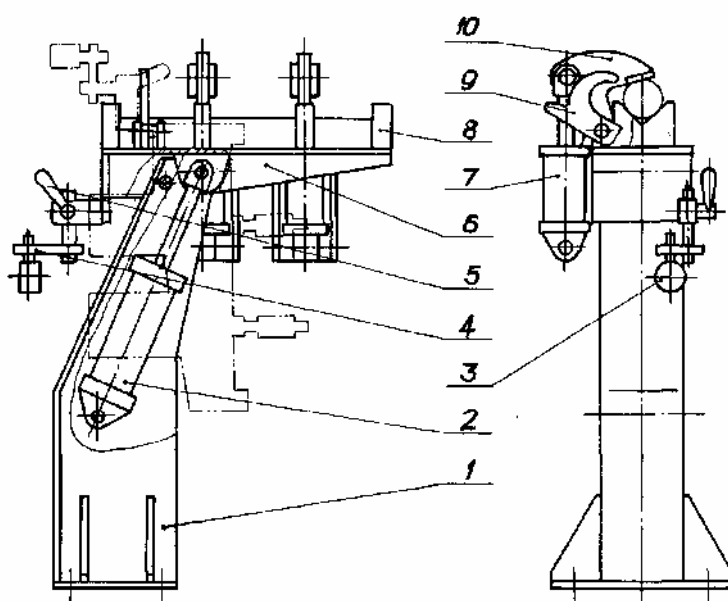


Рис. 2.19. Стенд для узловой сборки коленчатого вала с маховиком и сцеплением: 1 – корпус; 2 и 7 – пневмоцилиндры; 3 – индикаторная головка; 4 – стойка; 5 – рукоятка; 6 – поворотная рама; 8 – призма; 9 – захват; 10 – рычаг

Примеры оборудования для непоточной общей сборки следующие. Стенд универсальный ОПР-989 служит для сборки двигателей, стенд ОР-13664 – для сборки ведущих мостов с рессорами, стенд ОПР-689 – для разборки и сборки передних и задних мостов автомобилей.

Для перемещения собираемых объектов при поточной сборке применяют эстакады и конвейеры. По эстакаде изделия перемещают вручную, например эстакаду ОПР-996 применяют для сборки двигателей. Конвейеры обеспечивают механическое перемещение собираемых объектов.

Наибольшие удобства и наилучшее использование производственной площади обеспечивает цепной вертикально-замкнутый тележечный конвейер. На каждой тележке конвейера установлен сборочный стенд с

возможностью вращательного перемещения собираемого изделия. Сборщики находятся на участке пола из пластин, который движется вместе со стендами. Холостая ветвь цепи с тележками проходит под полом.

2.5.4. Резьбосборочное оборудование

В качестве резьбозавертывающих средств применяют электромеханические гайковерты собственного изготовления или промышленные одношпиндельные гайковерты с электро- или пневмоприводом. Электрогайковерты питаются переменным током с частотой 200 Гц и напряжением до 36 В. Для затяжки резьб с помощью ударно-вращательных импульсов применяют механизмы, которые делятся на частоударные (16...40 ударов в секунду) и редкоударные (до 3 ударов в секунду). Редкоударные гайковерты производят затяжку за 4...15 ударов. При затяжке частоударными гайковертами энергия меняется от удара к удару в течение 100...200 периодов, а у редкоударных инструментов энергия отдельного удара не изменяется во времени.

Повышения производительности труда добиваются применением многошпиндельных гайковертов. Эти устройства обладают большой массой, их вес уравнивают грузами с помощью канатов и блоков.

Около 20 % резьбовых сопряжений агрегатов требуют затяжки моментом, значение которого установлено Руководством по капитальному ремонту. Это относится к сборке клеммовых соединений, опор подшипников и др.

При ручной сборке ограничение момента затяжки обеспечивается специальными ключами, которые бывают двух видов: предельные и динамометрические. В предельном ключе связь между рукояткой и шпинделем разрывается при достижении необходимого момента затяжки. Динамометрический ключ имеет упругий элемент и шкалу со стрелкой, сборщики читают значение момента затяжки на шкале.

Схема электромеханического гайковерта для сборки ответственных резьбовых соединений приведена на рис. 2.20. Гайковерт содержит электродвигатель 1 с упругой муфтой 2, планетарный двухступенчатый редуктор со шпинделем 10. Корончатые колеса 4 и 5 обеих ступеней редуктора подвижные. Для измерения крутящего момента на шпинделе используют колесо 5, имеющее на периферии коническое отверстие, в которое накопечником входит стержень 7. Усилие предварительного сжатия пружины 8 регулируют. Угол поворота колеса 5 и перемещение стержня 7 пропорциональны крутящему моменту на шпинделе. При заданном значении этого

момента стержень воздействует на конечный выключатель 9 в цепи управления гайковертом. Колесо 4 в неподвижном положении фиксируется колодочным тормозом 6 с электромагнитным приводом.

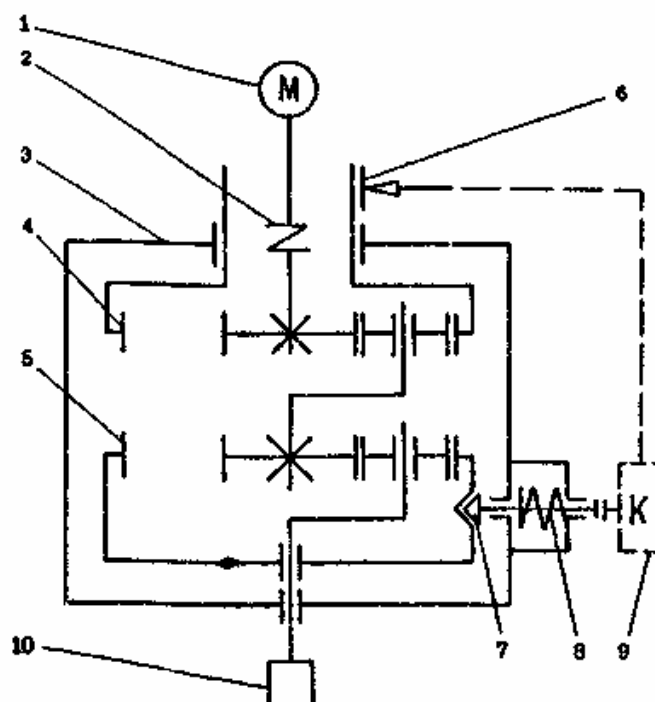


Рис. 2.20. Схема электромеханического гайковерта: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – корпус; 4 и 5 – колеса корончатые; 6 – тормоз колодочный; 7 – конический стержень; 8 – пружина; 9 – конечный выключатель; 10 – шпиндель

При работе гайковерта его шпиндель соединяют с гайкой или головкой болта и при заторможенном колесе 4 включают электродвигатель. Планетарный редуктор при этом имеет одну степень свободы и передает момент от двигателя на заворачиваемую деталь. Во время затягивания резьбы колесо 5 под действием передаваемого момента, проворачивается, выдвигает стержень 7 и воздействует на конечный выключатель 9, от которого преобразованный сигнал поступает на колодочный тормоз. Последний освобождает колесо 4, а редуктор приобретает две степени свободы. В этом режиме поток мощности между двигателем и шпинделем разрывается, колесо 4 вращается вхолостую, а шпиндель останавливается.

Резкий разрыв потока мощности между двигателем и шпинделем после достижения требуемого момента затяжки в сочетании с малой инерционностью гайковерта обеспечивает момент затяжки собираемых деталей, регламентируемый Руководством по капитальному ремонту машин в части сборки резьбовых соединений.

Перспективно применение двухприводных гайковертов. Низкомоментный привод с высокой частотой вращения ($200 \dots 300 \text{ мин}^{-1}$) обеспечивает свободное навинчивание резьбовой детали, а высокомоментный – затяжку соединения с малой частотой (до 20 мин^{-1}) до нормированного момента.

2.5.5. Прессосборочное оборудование

На оборудовании, развивающем сборочное усилие до 2,5 кН применяют пневмоприводы с диаметрами цилиндров до 250 мм, а при больших значениях этого усилия – гидроприводы с диаметром цилиндров 63...125 мм.

Повышение прочности соединений с натягом обеспечивают способы теплопрессовой сборки. Прочность посадок, полученных нагревом перед сборкой охватывающей детали или охлаждением охватываемой, в 2,0...2,5 раза выше прочности соединений, полученных без нагрева. Объясняется это тем, что в первом случае микронеровности при формировании соединения не разрушаются, а деформируются и соединяются друг с другом.

Сборка с нагревом рекомендуется для соединений, у которых предусмотрены значительные натяги, а также в случае, когда охватывающая деталь выполнена из материала с высоким коэффициентом линейного расширения, а узел в агрегате подвержен воздействию повышенной температуры. Если такие соединения собрать без нагрева, то в процессе эксплуатации прочность их значительно снижается. Например, в процессе сборки нагревают зубчатый венец (перед установкой на маховик) и поршень (перед установкой в него поршневого пальца), а седло клапана охлаждают в жидком азоте (перед установкой в блок или головку цилиндра).

Стенд для теплопрессовой сборки шатунно-поршневых групп (рис. 2.21) предназначен для нагрева поршней и сборки их с шатунами и поршневыми пальцами. Механизированы технологические переходы: нагрев поршней до $90 \text{ }^\circ\text{C}$, перемещение их на сборочную позицию, взаимное ориентирование деталей, сборочное перемещение поршневого пальца. Переходы, выполняемые вручную, это: загрузка поршней в лоток, предварительное базирование деталей при сборке, снятие собранного узла, установка стопорных колец поршневого пальца.

Питатель 7, отсекаТЕЛЬ 10, лоток 4, нагреватель 3 и прессосборочный механизм 6 установлены на корпусе стенда 2, а электро- и пневмоаппаратура – внутри него. Запас деталей хранится на стеллаже. Питатель выполнен в виде гравитационного лотка. Пневмоцилиндр 9 при помощи отсекателя подает поршни по одному в зону нагрева и сборки. Поверхность лотка нагревают ТЭНами, а температуру контролируют датчиком.

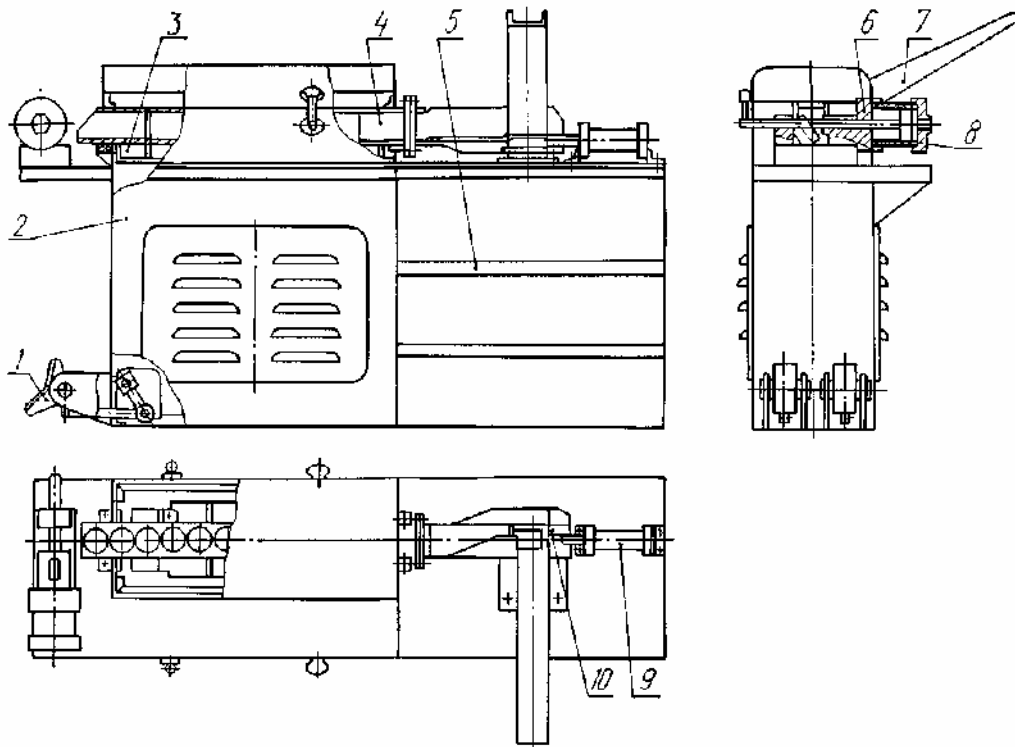


Рис. 2.21. Стенд для сборки шатунно-поршневой группы: 1 – педальный привод; 2 – корпус; 3 – нагреватель; 4 – лоток; 5 – стеллаж; 6 – пресссборочный механизм; 7 – питатель; 8 и 9 – пневмоцилиндры; 10 – отсекатель

Пресссборочный механизм состоит из пневмоцилиндра 8 и корпуса с опорными элементами. Пневмоцилиндры отсекателя и пресссборочного механизма включаются пневмокранами с педальным приводом.

Перед началом работы включают ТЭНы и подают сжатый воздух. На лоток питателя устанавливают комплект поршней (8 ед.). Поршни поочередно досылаются в обогреваемый лоток с помощью пневмоцилиндра. На лотках помещается 24 поршня. В отверстие пресссборочного механизма (в котором движется шток пневмоцилиндра) после выдержки 10 мин через окно укладывают поршневой палец. В соответствующую ячейку днищем вниз устанавливают нагретый поршень. В него помещают шатун. Сквозь отверстия в деталях вставляют центрирующую оправку до касания ее с торцом поршневого пальца. Нажатием на педаль включают пневмоцилиндр сборочного механизма, шток которого перемещает поршневой палец в бобышки поршня. Центрирующая оправка выходит из поршня, но остается в левой части корпуса. Собранный шатунно-поршневую группу извлекают из сборочного механизма вручную. Производительность стенда – 400 сборок в смену.

Для самостоятельного нагрева поршней перед сборкой шатунно-поршневых групп применяют электрическую установку ОКС-7543. Стенд

ОР-13794 используют для выпрессовывания и запрессовывания направляющих втулок клапанов головок цилиндров ЯМЗ-338НБ и ЯМЗ-240Б, а стенд ОР-13181 для запрессовывания гильз в блок цилиндров СМД-60.

2.6. Диагностическое, контрольное и испытательное оборудование

2.6.1. Назначение оборудования

Диагностическое оборудование необходимо для определения технического состояния агрегата без его разборки. Задачами диагностирования являются поиск места и определение причин отказа (неисправности) и остаточного ресурса. На ремонтном заводе агрегаты диагностируют при поступлении их на разборочно-очистной участок (приремонтное диагностирование) и перед отправкой на склад сбыта (послеремонтное диагностирование). В первом случае определяют необходимый объем ремонтных работ и метод ремонта (обезличенный или необезличенный), во втором – качество ремонта (послеремонтный ресурс).

Контрольное оборудование служит для измерения значений основных показателей (частоты вращения валов, усилий и моментов, приложенных к деталям, линейных или угловых размеров и перемещений, жесткости деталей, температуры, расхода и давления сред и многих других) в процесса ремонта агрегатов, в т.ч. при восстановлении деталей.

Испытательное оборудование служит для приведения отремонтированных агрегатов или машин в движение, приложения нагрузки в эксплуатационном режиме и измерения при этом основных параметров. На стадии приемо-сдаточных испытаний по результатам осмотра, прослушивания и измерений принимается решение об исправности объекта и пригодности его к эксплуатации. Функции испытаний в большинстве случаев выполняют стенды для обкатки агрегатов или машин.

2.6.2. Диагностические средства

Диагностические средства могут быть в виде стационарных и передвижных стендов и комплектов переносных приборов.

С помощью стендов измеряют, например, тягово-экономические показатели транспортных средств, определяют техническое состояние цилиндро-поршневых групп, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, топливной аппаратуры, трансмиссии, колесных и стояночных тормозов, рулевого управления, гидравлических систем, измеряют углы установки управляемых колес и др.

Применяют следующие приборы: осциллографы для снятия индикаторных диаграмм; анализаторы вибраций для определения частот, виброскоростей и виброускорений; спектрометры для определения содержания металла в масле; датчики быстропротекающих процессов для определения износа подшипников и поршневых колец, давления газов в цилиндре и др.; инфракрасные бесконтактные датчики для измерения температуры деталей; торсиометры для определения момента на выходных валах механизмов и др.

При диагностировании измеряют ряд величин, что связано с выбором способов и соответствующих средств. Применяют способы диагностирования: кинематические и динамические, виброакустические и пневматические, энергетические, по параметрам рабочих процессов и работавшего масла, тепловые и оптические.

Кинематический способ диагностирования основан на измерении относительного перемещения деталей в пределах зазоров соединений как в неработающем, так и в работающем агрегате. Изменение зазоров в трущихся парах при работе агрегата согласуется с классической кривой изнашивания, состоящей из участка приработки, эксплуатационного и аварийного изнашивания. По значению зазора можно легко установить остаточный ресурс соединения.

Устройство КИ-13933 служит для определения зазоров в кривошипно-шатунном механизме двигателя внутреннего сгорания. Предел и погрешность измерения составляют 8 и 0,02 мм соответственно.

Динамический способ диагностирования двигателей внутреннего сгорания основан на использовании функциональной зависимости ускорения коленчатого вала двигателя вблизи его номинальной частоты вращения при полном открытии дросселя или полной подаче топлива от мощности двигателя. Диагностическим параметром является время разгона коленчатого вала.

Непосредственно угловое ускорение вращающейся детали определяют приборами ИМД-2М, ИМД-Ц, КИ-11331, КИ-13009, КИ-13940 (Россия), JK-1 (Чехия), DS-205 (Германия). Индуктивный датчик частоты вращения коленчатого вала вырабатывает электрические импульсы от зубьев венца маховика или зубчатого колеса, устанавливаемого на время диагностирования на вал отбора мощности.

Виброакустический способ диагностирования основан на измерении параметров упругих колебаний корпусной детали, возникающих при соударении с ней вращающихся деталей. Способ применяют для оценки состояния подшипников качения и скольжения, зубчатых передач, шлицевых соединений, кривошипно-шатунных и газораспределительных механизмов, форсунок двигателей и др.

Энергия удара и, соответственно, амплитуда колебания зависят от зазора в соединении. Эти колебания фиксируются пьезоэлектрическими датчиками, преобразующими механические колебания в электрические. Значение зазора косвенно определяют по амплитуде сигнала, моменту (фазе) его появления и частоте. Датчик воспринимает колебания, поступающие одновременно от всех соединений одновременно. Сигналы разделяют частотным, временным и амплитудным способами.

Техническое состояние работающего двигателя определяют на испытательном стенде, который имеет упругие опоры. Скоростной и нагрузочный режимы работы двигателя таковы, что в спектрах шума и вибрации проявляются практически все источники шума. Обычно это средние частоты вращения коленчатого вала и нагрузки. Датчик крепится на двигателе жестко, а для уменьшения погрешности измерений его масса должна быть минимальной. Место установки датчика определяют экспериментально, из расчета чтобы контролируемый источник шума проявлялся в наибольшей степени.

Частотные полосы и уровни вибрации, характеризующие неисправности, например, двигателей ЗИЛ-130, определены экспериментально и приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Параметры виброакустического контроля двигателя ЗИЛ-130

Среднегеометрическая частота фильтра, Гц	Предельный уровень вибрации, дБ	Причины, вызывающие повышенные вибрации
31,5	87	Повышенный дисбаланс двигателя в сборе
50	87	Неодинаковое протекание рабочих процессов в отдельных цилиндрах
63	86	Разные массы поршней и шатунов
125	77	Стук цилиндро-поршневой группы
250	70	то же
315	70	Стук шатунных подшипников
800	73	Большой зазор в зацеплении распределительных шестерен
1250	70	Стук цилиндро-поршневой группы
1600	70	Большой зазор в зацеплении распределительных шестерен
2000	71	Неисправности клапанного механизма
4000	70	то же
6300	64	то же

Пневматический способ диагностирования применяют для оценки герметичности замкнутых полостей (топливных баков, радиаторов, камеры сгорания, уплотнительных устройств агрегатов трансмиссий).

В качестве диагностических параметров чаще используют время

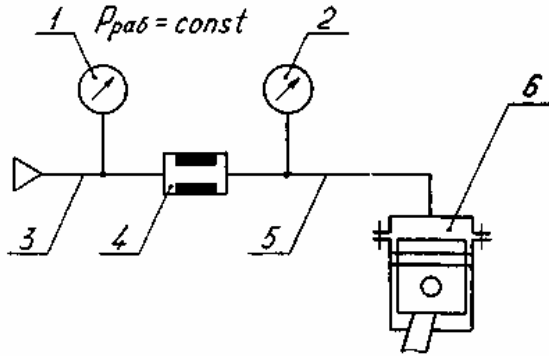


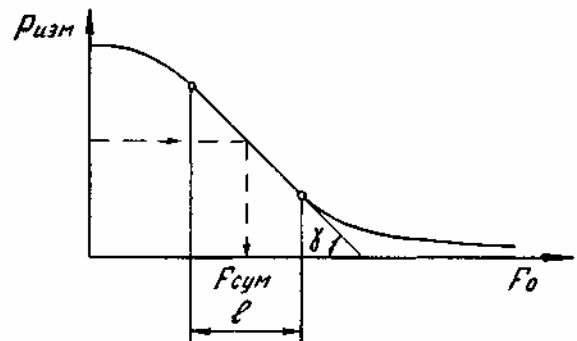
Рис. 2.22. Схема пневмокалибратора: 1 и 2 — манометры; 3 — воздушная магистраль; 4 — калиброванное отверстие; 5 — измерительная магистраль; 6 — диагностируемый объект

снижения давления сжатого воздуха от начального до конечного значений или расход среды через течь. Точную оценку герметичности, особенно при малых утечках, обеспечивают пневмокалибратором, схема которого приведена на рис. 2.22.

Воздух под давлением, которое поддерживается регулятором давления, поступает в магистраль 3. Давление подаваемого воздуха контролируют манометром 1. В пневматической сети установлено калиброванное отверстие 4. Трубопровод 5 соединяет пневмокалибратор с диагностируемым объектом (например, с цилиндром двигателя).

Давление в трубопроводе 5 измеряют манометром 2. Это давление зависит от величины утечек из проверяемого объекта.

Для определения площади течи снимают тарировочную кривую калибратора. Она характеризует зависимость между измерительным давлением $P_{изм}$ по манометру 2 и площадью F_0 тарировочного отверстия, подключенного на выходе к трубопроводу 5 (рис. 2.23). Тангенс угла наклона γ касательной графика к оси F_0 определяет передаточное отношение измерительного устройства. В процессе диагностирования по полученному значению $P_{изм}$, пользуясь пневматической характеристикой, определяют площадь течи, которая является диагностическим параметром.



Энергетический способ диагностирования основан на оценке состояния объектов путем измерения вырабатываемой, передаваемой

Рис. 2.23. Характеристика пневмокалибратора манометрического типа

или потребляемой ими энергии. Способ применяют для определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания при тормозных или бестормозных испытаниях. В первом случае используют обкаточно-тормозные стенды. Во втором случае нагрузку создают выключением части цилиндров с дросселированием отработавших газов двигателя или масла в гидросистеме трактора. Установившаяся частота вращения коленчатого вала является оценкой мощности двигателя. После проверки каждого цилиндра определяют среднюю частоту вращения коленчатого вала, которая является диагностическим параметром.

Способы диагностирования *по параметрам рабочих процессов* основаны на получении информации об изменении параметров топливоподачи, газообмена, сгорания, смазки, охлаждения и других в зависимости от регулировок и износа составных частей агрегата.

Например, по индикаторной диаграмме зависимости давления газов в цилиндре двигателя от угла поворота коленчатого вала определяют момент воспламенения рабочей смеси, герметичность надпоршневого пространства и др.

Способы диагностирования *по параметрам работавшего масла* основаны на анализе его физико-химических свойств, изменившихся под действием рабочих процессов. При нарушении правильности функционирования соединений деталей увеличивается содержание и размер твердых частиц в масле и изменяется их морфология.

Подвижные соединения диагностируют по концентрации частиц изнашивания в масле (калориметрическим, спектральным и магнитным способами), размеру частиц изнашивания (методами аналитической феррографии и седиментометрическим), массовой доле, размеру и морфологии частиц изнашивания (микроскопическим способом).

Тепловой способ диагностирования основан на регистрации теплового излучения с длиной волны от 0,76 мкм до 1 мм термометрическими чувствительными элементами и преобразовании параметров поля в электрический или другой сигнал с последующей индикацией и документированием.

Необходимым условием применения теплового способа является отличие локальной температуры объекта от температуры окружающей среды, которое создается с помощью внешнего источника (активный тепловой контроль), или за счет функционирования агрегата (пассивный тепловой контроль).

Активный тепловой контроль применяют для объектов, температура поверхности которых во всех точках одинакова. Такими объектами могут быть материалы и детали. При их нагреве внешним источником (лампой

накаливания, лазером, плазмотроном) тепловой поток, который распространяется вглубь объекта, испытывает дополнительное тепловое сопротивление в месте дефекта. В этом месте наблюдается локальное повышение температуры. При механическом цикловом нагружении в области внутреннего дефекта выделяется тепловая энергия вследствие трения и пластического деформирования, что повышает температуру объекта в области дефекта. Таким образом, способом тепловой дефектометрии обнаруживают трещины, поры, раковины и примеси.

Пассивный тепловой контроль применяют для объектов, у которых возможно аномальное выделение теплоты в месте потенциального дефекта. Работающие агрегаты являются объектами пассивного теплового диагностирования.

При тепловом диагностировании используют контактные и бесконтактные приборы для измерения температуры.

Оптические способы диагностирования используют информацию, полученную с помощью оптического излучения длиной волны 0,40...0,76 мкм.

Оптические способы по типу применяемых средств делятся на две группы: для осмотра открытых, доступных поверхностей и для исследования труднодоступных поверхностей деталей.

При обнаружении дефектов поверхностей в труднодоступных местах, в том числе внутри механизмов, используют эндоскопы. Эндоскопы бывают жесткой и гибкой конструкций.

Эндоскоп ЭЖО 16.1600 (эндоскоп жесткий охлаждаемый) имеет диаметр цилиндрической части 22 мм, длину 1505 мм, обеспечивает угол зрения 40° в направлении бокового осмотра под углом 90° к оси эндоскопа.

Цистоскопы диаметром 8 мм используют для осмотра полостей с глубиной погружения 200 мм при увеличении изображения до 2 раз.

Бронхоскопы позволяют осматривать глубокие полости с углом обзора $162...180^\circ$, обеспечивая при этом изменение направления осмотра с 45 до 115° .

Мини-эндоскопы имеют диаметр рабочей части менее 2 мм и передают изображение по волоконному световоду, который имеет линзовый окуляр.

С помощью оптических способов выявляют задиры, трещины, сколы, изломы, прогары, эрозию, обрывы и другие повреждения. Например, с помощью устройства с гибким волоконным световодом можно оценить состояние днищ поршней, тарелок клапанов, зубчатых передач и подшипников через отверстия, соответственно, под свечи, форсунки или для залива масла.

Ниже приведены примеры диагностических средств, используемые в ремонтном производстве.

Мотор-тестор КИ-5524 предназначен для комплексного диагностирования карбюраторных двигателей. С помощью его измеряют параметры

(в скобках приведены их значения): частоту вращения коленчатого вала ($0 \dots 1000$ и $0 \dots 5000$ мин⁻¹), напряжение в сети электрооборудования ($0 \dots 20$ В), сопротивление в сети электрооборудования ($0 \dots 100$ Ом и $0 \dots 1000$ кОм), силу тока в сети электрооборудования ($0 \dots 100$ и $0 \dots 1000$ А), угол замкнутого состояния контактов ($0 \dots 90$ °), давление топлива (до 0,05 МПа), расход топлива ($100 \dots 1000$ см³/мин).

Переносное устройство КИ-13671 служит для измерения расхода газов, поступивших в картер из надпоршневого пространства, при диагностировании цилиндра-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания. Пределы измерения $0 \dots 500$ л/мин, цена деления шкалы 3,3 л/мин. Масса устройства 0,38 кг.

Расход топлива измеряют с помощью устройства КИ-12371 в комплекте с электронными средствами при диагностировании двигателей внутреннего сгорания. Пределы измерений $5 \dots 25$ и $12 \dots 63$ л/ч. Основная приведенная погрешность 2,5 %. Расходомер топлива КИ-8955 содержит имитатор нагрузки КИ-5653.

С помощью устройства КИ-13943 проверяют топливные фильтры.

На стенде КИ-8877 диагностируют турбокомпрессоры двигателей ЯМЗ-238НБ, а на универсальном стенде КИ-968 – агрегаты электрооборудования.

Стенд диагностический тормозной КИ-8944 предназначен для одновременной проверки тормозов автомобиля с нагрузкой на ось до 1,5 тс. Измеряемые параметры и их значения: тормозная сила на колесе (до 500 кгс), усилие на тормозной педали ($0 \dots 70$ кгс), время срабатывания тормозного привода (до 9,99 с). Стенд диагностический тормозной КИ-8964 предназначен для одновременной проверки тормозов автомобиля с нагрузкой на ось до 5 тс. Измеряемые параметры и их значения: тормозная сила на колесе ($160 \dots 1600$ кгс), усилие на тормозной педали ($7 \dots 70$ кгс), время срабатывания тормозного привода (до 9,99 с). Стенд КИ-8945 служит для диагностирования переднего управляемого моста автомобиля, а стенд КИ-4998 – для проверки тормозов грузовых автомобилей.

Стенд КИ-13944 для диагностирования тракторных гидравлических коробок передач определяет состояние их гидравлической системы, а с помощью устройства КИ-13605 проверяют предохранительные муфты путем измерения крутящего момента при их срабатывании.

2.6.3. Контрольные средства

В производстве применяют много универсальных средств для контроля параметров обрабатываемых заготовок и сборочных единиц. Среди них приборы для измерения и контроля зубчатых колес и точности кинематики.

матических систем, измерения шероховатости, формы и расположения поверхностей и др. Ряд средств централизованно изготавливают для предприятий ремонтной отрасли, описание некоторых из них приведено ниже.

При восстановлении деталей используют стенды 70-8735-1026 и 70-8735-1028 для комплексного контроля коленчатых валов, стенд КИ-3340 для измерения биения торца и цилиндрических поясков относительно внутренней поверхности гильз цилиндров, стенд 70-8734-1015 для измерения радиуса кривошипа коленчатого вала.

Стенды КИ-13801 (ЯМЗ-238НБ), КИ-12304 (ЗМЗ-53 и ЗИЛ-130) служат для гидравлических испытаний головок цилиндров двигателей с производительностью 15...20 ч⁻¹, а стенды КИ-5372А (ЗМЗ-53) и КИ-17908 (ЯМЗ-238НБ) – для гидравлических испытаний блоков цилиндров двигателей с производительностью 6...10 ч⁻¹. На стенде КИ-8847М проверяют герметичность соединения клапан – седло. Стенд КИ-13658 необходим для контроля масляных каналов блоков цилиндров под давлением 8 МПа.

Много средств предназначено для контроля сборочных единиц. Приборы 70-8019-1501 и 70-8019-1502 служат для измерения радиального зазора в подшипниках качения и измерения монтажной высоты конических подшипников. На устройстве КИ-13641 проверяют термостаты. Стенд КИ-13769 служит для контроля уплотнений коленчатого вала двигателя ЯМЗ-238 после его сборки. Угловой зазор в шарнире карданного вала измеряют на стенде КИ-16307. Частоту вращения ротора центрифуги измеряют с помощью прибора КИ-1308В.

Прибор КИ-13901 предназначен для измерения прогиба карданных валов, устройство КИ-13918 необходимо для проверки натяжения ремней вспомогательных агрегатов (водяного насоса, компрессора, генератора и др.), а с помощью динамометрического устройства КИ-13923 измеряют усилия на рычагах управления тракторов и комбайнов. Стенд КИ-3079 служит для измерения бокового зазора главной передачи трактора ДТ-75.

2.6.4. Обкаточно-испытательные средства

Обкатка готовит ремонтируемые агрегаты (тепловые и электрические двигатели, редукторы, гидравлические приводы агрегатов, масляные, водяные и топливные насосы и многие другие) и машины в сборе к предстоящей эксплуатации. После обкатки их испытывают. Испытания необходимы для подтверждения соответствия отремонтированной техники установленным техническим и договорным требованиям.

На стенде КИ-5278М испытывают масляные насосы и фильтры двигателей внутреннего сгорания. Отрезок измеряемой частоты вращения шпинделя 170...2000 мин⁻¹. Стенд КИ-17910 служит для испытания полнопоточного фильтра в сборе (давление в сети 0,5 МПа). Стенды ОР-8899М и КИ-13799 необходимы для обкатки и испытания водяных насосов.

Один из распространенных обкаточно-тормозных стендов КИ-2139Б (КИ-5543) для обкатки двигателей внутреннего сгорания включает электрическую балансирующую машину АКБ 82-4 с фазным ротором, установочные элементы и механизм передачи крутящего момента (рис. 2.24). Электромашина может работать как в режиме двигателя, так и в режиме генератора (тормоза). Пределы регулирования частоты вращения ротора электромашины в первом режиме 500...1400 об/мин, во втором – 1600...3000 об/мин. Развиваемая мощность стенда в режиме двигателя 55 кВт, в режиме генератора – 150 л.с.

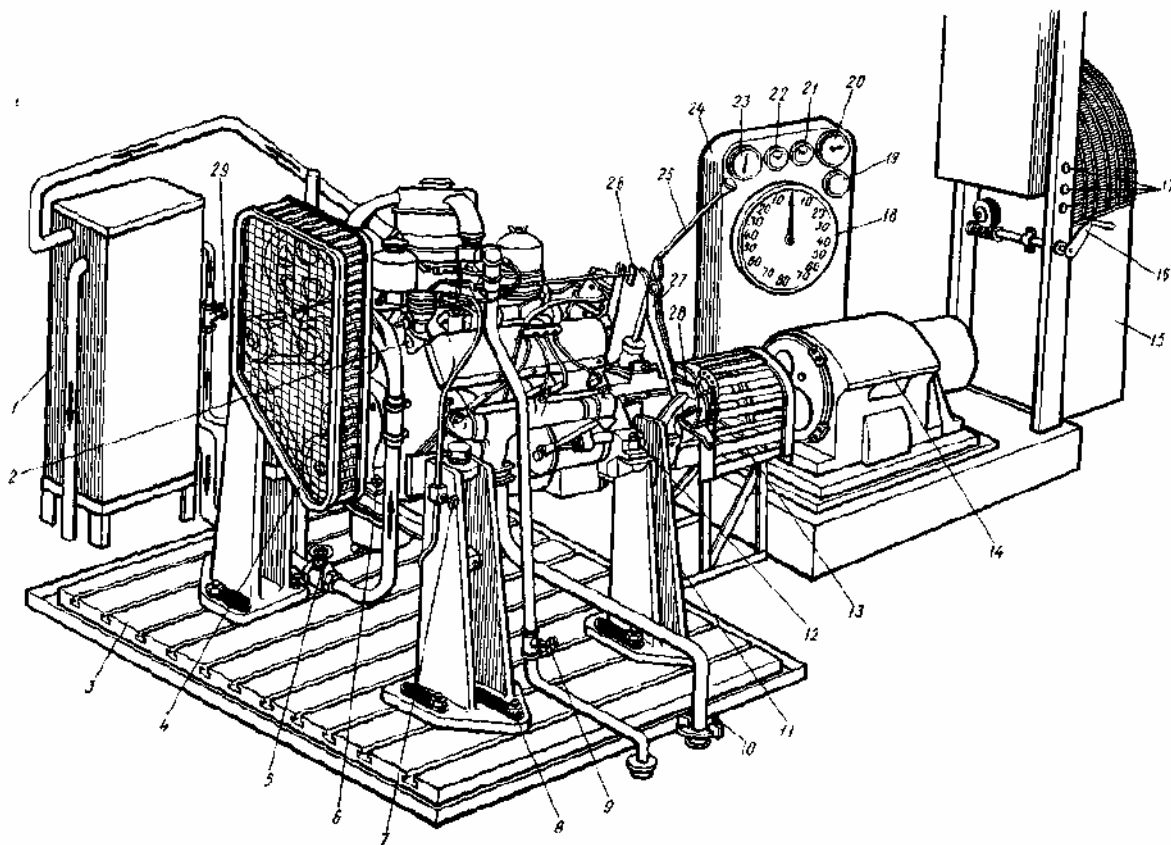


Рис. 2.24. Стенд для обкатки и испытания двигателей: 1 – бак; 2 – двигатель; 3 – плита; 4 и 13 – решетки; 5, 9 и 29 – вентили; 6, 8 и 12 – элементы крепления двигателя; 7 – кран; 10 – элементы крепления газоотводной трубы; 11 – стойка; 14 – электромашина; 15 – реостат; 16 – рукоятка управления реостатом; 17 – кнопки; 18 – шкала; 19 – сигнализатор; 20 – тахометр; 21 и 22 – термометры; 23 – манометр; 24 – корпус; 25 – рычаг коробки передач; 26 – тяга; 27 – рычаг ручного тормоза; 28 – педаль

На стенде КИ-13692 обкатывают и испытывают нагнетатели воздуха двигателя, на стенде КИ-14257 – редукторы пусковых двигателей, на стенде КИ-5527 – пусковые двигатели, на стенде ОПР-7227 – компрессоры ЗИЛ-130.

Стенд КИ-17917 для обкатки и испытания ведущих мостов тракторов К-700 и К-701 обеспечивает шесть режимов нагрузки с поочередным торможением правой и левой полуосей. Стенд КИ-17918 служит для обкатки и испытания коробки передач тракторов К-700, К-701, а стенд КИ-12313 – для испытания амортизаторов.

Насос гидроусилителя руля автомобиля ЗИЛ-130 обкатывают и испытывают на стенде 70-7871-1506, гидромуфты различных моделей – на стендах КИ-13646 и КИ-13649, гидроаккумуляторы и механизмы переключения передач тракторов К-700 и К-701 – стенде КИ-13743.

На обкаточно-тормозном стенде КИ-5540 обкатывают и испытывают тракторы.

2.7. Поточно-механизированные линии

Наиболее крупные достижения в деле создания ремонтных заготовок связаны с организацией на ремонтных заводах в 60 – 80-х годах поточно-механизированных линий и специализированных участков по восстановлению деталей.

2.7.1. Определение, предпосылки создания

Поточно-механизированная линия (ПМЛ) – это система основного и вспомогательного ремонтно-технологического и подъемно-транспортного оборудования, специализированного по выполнению операций технологического процесса и расположенного в порядке их следования.

На ПМЛ разбирают и очищают машины и агрегаты, восстанавливают детали, собирают и окрашивают агрегаты и машины. Чаще ПМЛ применяют для восстановления деталей.

Низкая цена, высокая производительность и достаточное качество восстановления деталей достигаются при использовании специального оборудования. Это оборудование позволяет получить заданную точность механической обработки (5...6 квалитеты для валов) и, как следствие, достичь нормативного ресурса деталей. Специальное оборудование создают с использованием последних достижений теории и практики ремонта, его выпускают небольшими партиями, поэтому оно дорогое. Для эффективного использования этого оборудования необходима его полная загрузка, ко-

торая достигается увеличением объемов производства путем его концентрации и специализации.

ПМЛ по восстановлению деталей организуют на основе предметной специализации. Если ПМЛ служит для восстановления деталей одного типа (корпусные, валы, гильзы и др.), то ее создают из переналаживаемого оборудования, а если на ПМЛ восстанавливают детали одного вида (наименования), то ее оснащают непеналаживаемым оборудованием. На ПМЛ наносят восстановительные покрытия (кроме электрохимических), закрепляют дополнительные ремонтные детали (ДРД), выполняют механическую и термическую обработку заготовок, их пластическое деформирование, очистку от технологических загрязнений и контроль. Очистные работы и определение технического состояния деталей ремонтного фонда можно выполнять вне ПМЛ на соответствующем участке.

Использование ПМЛ, оснащенных специализированным или специальным точным и производительным оборудованием позволяет:

- обеспечить нормативные показатели, а также стабильность структуры и свойств наносимых покрытий;
- достичь высокой производительности труда;
- добиться при достаточных объемах производства снижения себестоимости продукции.

Создание ПМЛ предполагает использование новых средств и процессов для создания ремонтных заготовок, термической и механической их обработки, а также средств перемещения восстанавливаемых объектов. При этом получает развитие принцип *дифференциации* операций как разделение технологического процесса на большое количество технологических операций и переходов. Чем на большее число частей разделен технологический процесс, тем меньше требования к квалификации рабочих и тем выше производительность труда, однако в этом случае предъявляются более высокие требования к организации производства.

2.7.2. Детали, восстанавливаемые на поточно-механизированных линиях

На ПМЛ целесообразно восстанавливать 12...15 % наименований основных деталей, оказывающих наибольшее влияние на долговечность или безопасность отремонтированных агрегатов (табл. 2.10). Трудоемкость их восстановления составляет 35...40 % от общей трудоемкости восстановления всех деталей, а масса составляет 75...85 % от массы агрегатов.

Детали, подлежащие восстановлению на ПМЛ

Детали	Характеристика деталей		
	лимитирующие ресурс агрегата	влияющие на безопасность агрегата	массовые
Корпусные детали (блок цилиндров, картер редуктора, станина станка)	+	–	–
Головки цилиндров	+	–	–
Валы коленчатые и распределительные	+	–	–
Валы трансмиссионные	+	–	–
Гильзы цилиндров	+	–	+
Шатуны, коромысла	+	–	+
Клапаны, толкатели	+	–	+
Колеса зубчатые	+	–	+
Распылители, гильзы и плунжеры форсунок	+	–	–
Опорные катки	+	+	+
Звенья гусениц	+	+	+
Крестовины кардана	+	+	+
Шкворни, цапфы	+	+	–
Лемеха, сошники	+	–	+

Централизованное восстановление многих деталей на ПМЛ было организовано на ряде ремонтных заводов по проектам ЦОПКТБ ГосНИТИ (Рязань), НПО “Авторемонт” (Саратов), ПТИ “Сельхозтехпроект” (Минск) и самих заводов. Например, на Полоцком заводе “Проммашремонт” (б. ордена Трудового Красного Знамени Полоцкий авторемонтный завод) действовали однопредметные ПМЛ по восстановлению блоков цилиндров двигателей ГАЗ-51, ЗМЗ-53, ЗМЗ-24 и УМЗ-451М, головок цилиндров, гильз цилиндров двигателей ЗМЗ-53, ЗМЗ-24 и УМЗ-451М, стальных и чугунных коленчатых валов, распределительных валов, шатунов двигателей ГАЗ-51, ЗМЗ-53, ЗМЗ-24 и УМЗ-451М, поршневых пальцев, клапанов и толкателей.

2.7.3. Условия создания поточно-механизированных линий

При определении целесообразности создания и внедрения ПМЛ рассчитывают себестоимость восстановления детали, имеющей наибольшее число повреждений, и определяют минимальные объемы выпуска. Эту целесообразность определяют на основании анализа следующих данных:

– соотношения между затратами на создание ПМЛ, оборотного ремонтного фонда и его перевозку, с одной стороны, и снижением себестоимости восстановления деталей за счет увеличения объема восстановления, с другой стороны;

– соотношения между затратами на организацию ПМЛ по восстановлению деталей заданной номенклатуры и на их производство заводом-изготовителем;

– влияния срока службы восстановленных деталей на послеремонтную наработку агрегатов, составными частями которых они являются.

Допустимое расстояние перевозки деталей ремонтного фонда увеличивается при создании ПМЛ. Источники экономического эффекта при этом заключены в применении более совершенной организации и технологии, что приводит к снижению себестоимости восстановления и повышению долговечности деталей.

Объемы восстановления деталей увеличиваются при расширении области охвата потребителей. Эти объемы тем больше, чем больше машин в регионе и чем больше их годовая наработка. Значительные объемы восстановления легче обеспечить для многочисленных недолговечных деталей одного наименования при большом их расходе в эксплуатации. Увеличение массы восстанавливаемых деталей снижает величину целесообразного расстояния их перевозки. Особенно резкое снижение этого расстояния наблюдается для деталей большой массы, себестоимость восстановления которых небольшая. Однако большие эксплуатационные затраты, связанные с малой долговечностью деталей, восстановленных на комплексных участках, обуславливают увеличение расстояния перевозки деталей на их восстановление на ПМЛ.

Организация ПМЛ целесообразна в том случае, если количество техники в рассматриваемом регионе достаточно для создания крупносерийного или массового производства по восстановлению ее деталей. Это приводит к повышению качества восстановления деталей по сравнению с уровнем качества, который достигнут на комплексных участках.

Влияние межремонтных пробегов агрегатов, в которых находятся восстановленные детали, существенно сказывается на объемах восстановления этих деталей только при больших значениях коэффициентов их восстановления.

Восстановлению деталей на ПМЛ в условиях высокой концентрации производства подлежат наиболее изношенные и поврежденные дефицитные детали распространенных моделей машин с высокой плотностью распределения их в рассматриваемом регионе. Потребность этих деталей в эксплуатации и при ремонте техники особенно велика. Наибольшая эффективность ПМЛ достигается при создании специализированного производства по определенной номенклатуре этих деталей. Для этих деталей характерными являются значительные затраты на замену их в эксплуатации и малые себестоимость восстановления и стоимость перевозки. Особенно важно организовать качественное восстановление на специализированном производстве корпусных и основных деталей, срок службы которых до предельного состояния или отказа определяет послеремонтные ресурсы агрегатов.

Такие массовые детали, как поршневые пальцы, толкатели, крестовины кардана и дифференциала, муфты и фланцы валов, шатуны, гильзы цилиндров, шкворни, колесные тормозные цилиндры и ряд других допускают экономически обоснованную перевозку их на расстояние 300...500 км. Для таких деталей может быть организована одна ПМЛ по их восстановлению в республике или крупном регионе.

Восстановлению на ПМЛ подлежат и более металлоемкие изделия. Допустимое расстояние перевозки карданных, коленчатых и распределительных валов, вилок и фланцев карданов, валов коробок передач и других деталей меньше примерно в два раза, чем в предыдущем случае. Восстановление их целесообразно организовать в областных регионах. Ряд сборочных единиц, имеющих значительную массу (головки и блоки цилиндров, картеры коробок передач и редукторов), целесообразно восстанавливать на ПМЛ только при определенном сочетании повреждений.

Наконец, некоторые детали нерационально восстанавливать на ПМЛ, потому что даже в условиях значительной концентрации производства на специализированных предприятиях невозможно обеспечить себестоимость восстановления, которая меньше затрат на изготовление детали. На заводе по капитальному ремонту машин следует сохранить восстановление простых деталей, имеющих низкую стоимость изготовления, но в результате изнашивания которых приходится восстанавливать значительную (более 1 дм²) рабочую поверхность. Это валы и оси шестерен масляных насосов, валики и оси педалей, оси блоков шестерен, штоки переключения скоростей, крышки подшипников и др.

Работу ПМЛ организуют, как правило, по типовой или модульной технологии.

На некоторых заводах предусмотрено серийное изготовление деталей на ПМЛ из приобретенных поковок или отливок. Это сокращает дефицит запасных частей взамен выбракованных и уменьшает цену ремонта. На ремонтном заводе, имеющем литейный и кузнечно-штамповочный участки, может быть налажено изготовление гильз цилиндров и уплотнительных колец под них, поршней, шатунов, коленчатых и распределительных валов, маховиков и их зубчатых венцов, шестерен масляного насоса, распределительных шестерен коленчатого и распределительного валов, втулок распределительного вала и направляющих клапанов, корпусов масляного и водяного насосов, маслоотражательных колпачков, дисков сцеплений нажимных и ведомых, рычагов сцепления и других деталей. Ремонтный завод на собственных литейных мощностях может получить отливки поршней, маховиков, нажимных дисков сцеплений, различных дополнительных ремонтных деталей.

2.7.4. Пример поточно-механизированной линии

ПМЛ восстановления одной из основных деталей двигателя – коленчатого вала двигателя КамАЗ-53212 – при годовой производительности 10 тыс. деталей имеет площадь 440 м², на ней работает 18 человек (рис. 2.25). Установленная мощность оборудования составляет 143 кВт. Срок окупаемости линии равен 2,4 года.

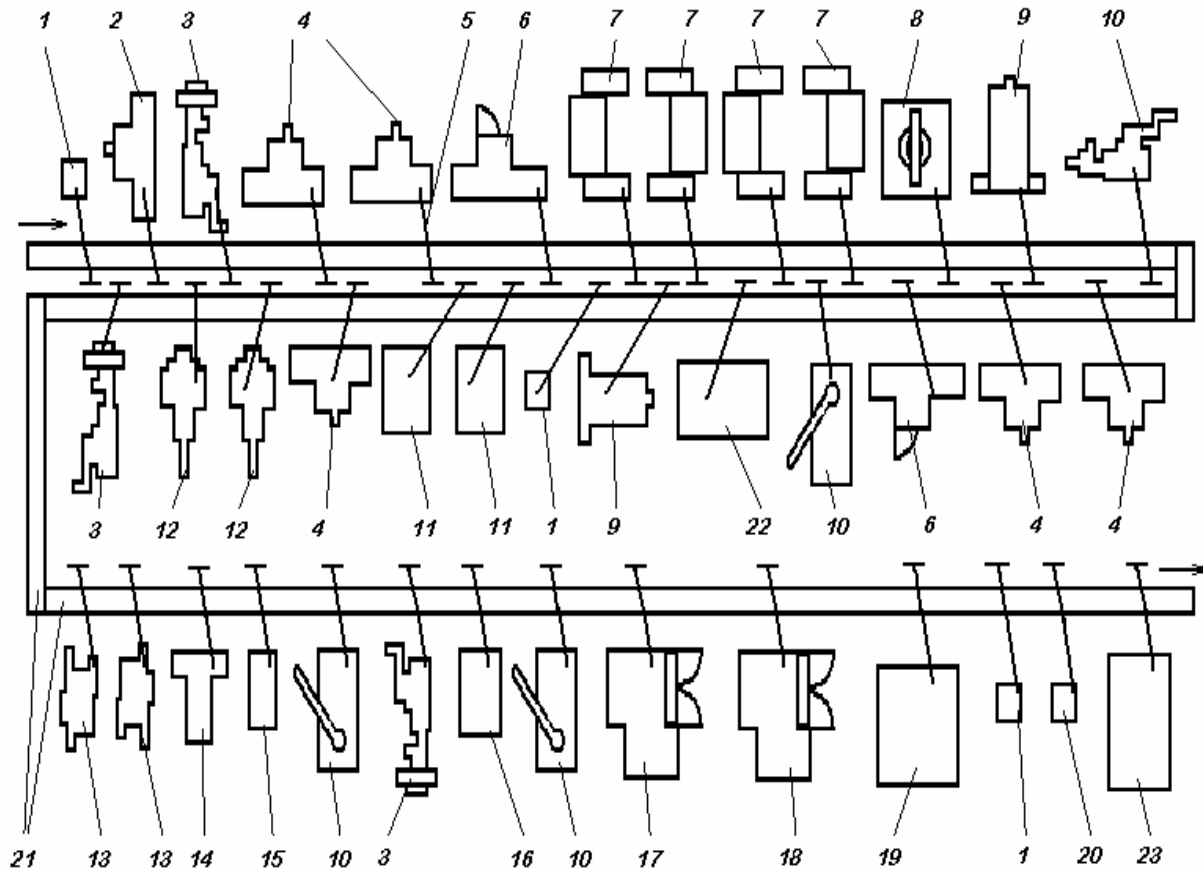


Рис. 2.25. Планировка поточно-механизированной линии восстановления коленчатых валов двигателей КамАЗ-53212: 1 – магнитный дефектоскоп МД-50П; 2 – пресс гидравлический П-6326; 3 – станок токарно-винторезный 16К20; 4 – станок круглошлифовальный 3М152; 5 – подъемник пневматический 12402; 6 – станок круглошлифовальный 3В423; 7 – станок наплавочный У-653М; 8 – печь электрическая шахтная СНОЛ 1,8.1,6.3,0/1000; 9 – пресс гидравлический П-6330; 10 – станок радиально-сверлильный 2М53; 11 – полуавтомат торцешлифовальный ЗТ161Е; 12 – станок горизонтально-фрезерный 6Р83Г; 13 – полуавтомат круглошлифовальный ХШ2-12Н; 14 – полуавтомат круглошлифовальный ХШ2-01; 15 – стенд сборочный 70-7362-1518; 16 – станок балансировочный КИ-4274; 17 – полуавтомат суперфинишный 3875К; 18 – полуавтомат полировальный 3835К; 19 – установка для очистки ОМ-3600; 20 – верстак слесарный ОРГ 5365; 21 – конвейер роликовый 12398; 22 – высокочастотный генератор ВЧГ-100/0,66УЧ; 23 – ванна консервации 04.04.084.00.000

ПМЛ включает оборудование для определения технического состояния деталей, нанесения покрытий, механической и термической обработки заготовок, очистки, контроля и консервации деталей. На ней выполняют следующие операции:

- выворачивание пробок масляных каналов;
- очистку от эксплуатационных и технологических загрязнений;
- определение технического состояния (в т.ч. выявление трещин);
- правку детали перед предварительной механической обработкой, после наплавки и после закалки;
- растачивание отверстий под подшипник для установки ДРД;
- запрессовывание ДРД;
- растачивание отверстия в ДРД и снятие фаски;
- точение шейки под шкив и шестерню, точение фланца;
- шлифование коренных шеек и шейки под сальник;
- шлифование шатунных шеек;
- установку графитовых стержней в масляные каналы;
- наплавку коренных и шатунных шеек, фланца, шейки под сальник и шпоночных пазов;
- нормализацию;
- точение шейки под шкив и шестерню (с подрезкой торца), фланца, шейки под сальник и канавок.
- шлифование черновое коренных и шатунных шеек и шейки под сальник
- растачивание центровых отверстий;
- шлифование шеек под шкив и шестерню, фланца и торцов шеек;
- шлифование чистовое шейки под сальник;
- проверку отсутствия трещин;
- накатывание рифления на поверхности шейки под сальник;
- сверление заплавленных каналов и зенкерование фасок;
- закалку коренных и шатунных шеек;
- проверку вала на отсутствие трещин;
- фрезерование пазов под шкив и шестерню, калибрование резьбы;
- шлифование чистовое коренных и шатунных шеек;
- чистовое растачивание отверстий под подшипник и фаску;
- ввертывание пробок в масляные каналы;

- динамическую балансировку вала;
- суперфиниширование коренных и шатунных шеек;
- полирование коренных и шатунных шеек;
- контроль, консервацию и упаковку.

Разработке ПМЛ посвящены части курсового и дипломного проектов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В какой последовательности протекают разборочные и очистные работы?
2. Какие виды работ выполняются с помощью разборочного оборудования?
3. Какая система очистных машин действует на ремонтных предприятиях?
4. Приведите классификацию источников питания для сварки.
5. Приведите состав оборудования на рабочем месте наплавки заготовок.
6. Какие особенности оборудования для электроконтактной приварки металлических материалов?
7. Как устроена гальваническая ванна?
8. Приведите параметры электрического тока при электролизе.
9. Как обозначаются металлорежущие станки разных моделей?
10. Приведите принципы выбора металлорежущих станков.
11. Какие работы выполняются с помощью кузнечно-прессового и термического оборудования?
12. Как устроен кузнечный молот?
13. Приведите виды кузнечного инструмента.
14. На каких операциях применяют гидравлические, кривошипные и фрикционные прессы?
15. Приведите классификацию термического оборудования.
16. Какие Вы знаете виды сборочного оборудования?
17. Какое назначение оборудования для подачи и ориентирования заготовок?
18. Приведите назначение диагностических средств.
19. Объясните назначение и устройство обкаточно-испытательных стенов.
20. Приведите условия создания ПМЛ.

ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕФЕРАТОВ

1. Классификация технологического оборудования промышленного изготовления и организация обеспечения им ремонтных предприятий.
2. Анализ системы очистных машин ремонтного производства и направления ее совершенствования.
3. Анализ повреждений деталей при разборке агрегатов и направления совершенствования разборочного оборудования.
4. Новые источники питания для сварки.
5. Совершенствование оборудования для электроконтактной приварки металлических материалов.
6. Повышение производительности и снижение расхода электрической энергии при электрохимическом нанесении покрытий.
7. Анализ применения металлорежущих станков с ЧПУ в ремонтном производстве.
8. Перспективы применения робото-технических комплексов при листовой штамповке.
9. Пути снижения расхода электрической энергии при работе термического оборудования.
10. Пути повышения точности и производительности сборки.
11. Анализ использования средств для предремонтного диагностирования и расширение области их применения.
21. ПМЛ в ремонтном производстве.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТУДЕНТАМ

Студент должен знать:

- назначение, классификацию и устройство оборудования, применяемого в ремонтном производстве: разборочного, очистного, для нанесения различных покрытий, металлорежущего, кузнечно-прессового, сборочного, диагностического, контрольного и испытательного;
- системы обозначений металлорежущего, прессового и сварочно-наплавочного оборудования;
- основы выбора промышленного оборудования для конкретных производственных условий;
- условия создания ПМЛ.

Студент должен уметь:

- выбирать технологическое оборудование и оснастку промышленного изготовления для определения технического состояния исходных заготовок, нанесения покрытия, механической и термической обработки, пластического деформирования, измерения и контроля;
- готовить решение о целесообразности создания на предприятии ПМЛ.

РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ МАТЕРИАЛА РАЗДЕЛА

Оценка знаний второго раздела производится по результатам выполнения практического задания № 1 и ответов студентов на контрольные вопросы, приведенные выше. Высокой оценки заслуживают те студенты, которые демонстрируют знания:

- назначения, устройства и классификации различных видов оборудования для разборки, очистки объектов, нанесения различных покрытий, металлорежущего, кузнечно-прессового, сборочного, диагностического, контрольного и испытательного;
- системы обозначения оборудования различных видов;
- основ выбора промышленного оборудования для конкретных производственных условий;
- условий создания поточно-механизированных линий в ремонтном производстве.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

До 80 % трудоемкости технологической подготовки ремонтного производства приходится на проектирование и изготовление СТО. Большая их доля создается в собственном вспомогательном производстве.

Проектируют СТО по заказам предприятий, например ПТИ “Сельхозтепроект” в системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия, РУП “Транстехника” Министерства транспорта, однако основной объем проектных работ приходится на инженерные отделы заводов.

Конструкторские бюро по проектированию СТО имеются в составе отдела главного технолога предприятия. Эти бюро проектируют, например, стенды для общей и узловой разборки и сборки агрегатов, машины для очистки деталей от прочных загрязнений, приспособления на металло-режущие станки, штампы для листовой штамповки, инструменты (резцы, фрезы, развертки и др.), пресс-формы для получения отливок из пластмасс и алюминиевых сплавов, стенды для уравнивания деталей и испытания агрегатов, специальные приборы для измерения параметров расположения поверхностей, оргтехоснастку (столы, тумбочки, подставки, стеллажи) и многие другие средства.

При освоении ремонта машин или при недостатке опыта проектирования СТО их создают отдельными экземплярами, хотя намного экономичнее проектировать всю систему этих средств и поочередно создавать ее части.

Проектирование СТО начинают с разработки *технического задания*, которое по сути является постановкой задачи. Оно включает описание функций, производительности, основных параметров и оценочных критериев создаваемого средства. В техническом задании, например, на проектирование приспособления для механической обработки, приводят сведения операционной карты: марку станка, операционный эскиз, материал заготовки и его характеристику, базы, места приложения усилий закрепления, обрабатываемые поверхности, операционные размеры в начале и в конце обработки, параметры шероховатости, формы и расположения поверхностей, режимы обработки.

3.1. Проектирование единичных средств технологического оснащения

3.1.1. Проектирование приспособлений

На заводах Беларуси эксплуатируется около 2 млн приспособлений. Срок их службы на порядок меньше срока службы оборудования, для которого они предназначены.

Приспособление состоит из корпуса, опор, механизма закрепления заготовки, элементов закрепления приспособления на станке, устройств для установки, направления и контроля положения инструмента.

При проектировании приспособления изображают заготовку, отмечают обрабатываемые поверхности и базы. Изображают опорные элементы приспособления и инструмент в крайних положениях.

Опоры и устройства для закрепления ориентируют заготовку и лишают необходимого числа ее степеней свободы. Применяют опоры:

- цилиндрические со сферической, насеченной или плоской рабочими поверхностями;
- в виде пластин, шайб, призм, пальцев, оправок и центров с наружными и внутренними центрами;
- регулируемые подводные для обработки нежестких заготовок.

В зависимости от количества и видов лишаемых заготовкой степеней свободы ее технологические базы делят на установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные. *Установочная* база лишает заготовку трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей. *Направляющая* база лишает заготовку двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси. *Опорная* база лишает заготовку перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси. *Двойная направляющая* база лишает заготовку четырех степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей. *Двойная опорная* база лишает заготовку двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей. Установочные базы должны иметь наибольшую площадь, направляющие – наибольшую протяженность, а опорные – небольшие размеры.

В качестве технологических баз применяют:

- плоскую поверхность при обработке корпусов;
- два цилиндрических отверстия с параллельными осями и перпендикулярную к ним плоскую поверхность;
- центровые отверстия или фаски;
- наружные или внутренние поверхности вращения и перпендикулярную к ее оси плоскую поверхность;
- наружные или внутренние цилиндрические поверхности с пересекающимися осями.

Продолжая разработку приспособления, выбирают на основании технико-экономического расчета вид привода для закрепления заготовки.

Привод может быть ручной (резьбовой, эксцентриковый, клиновой, рычажный и др.) или механический (пневматический, гидравлический, электромагнитный и др.). К заготовке прикладывают силы резания и закрепления, реакции опор и силы трения. Из уравнений равновесия заготовки находят значение расчетного усилия закрепления. Фактическое значение усилия закрепления, обеспечиваемое приводом, получают путем умножения расчетного усилия на коэффициент запаса K

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (3.1)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, равен 1,5; K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, равен 1,2 при черновой обработке и 1,0 при чистовой обработке; K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента, изменяется от 1,0 до 1,8; K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании, при таком точении и торцовом фрезеровании равен 1,2; K_4 – коэффициент, характеризующий непостоянство силы закрепления, изменяется от 1,0 до 1,3; K_5 – коэффициент, учитывающий эргономический фактор, при удобном расположении рукоятки и малом угле ее поворота равен 1,0, в противном случае – 1,2; K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, при установке на штыри равен 1,0, при установке на опорные пластины – 1,5.

Если в результате расчета значение коэффициента запаса K окажется меньше 2,5, то принимают $K = 2,5$.

Вычерчивают корпус приспособления, на котором размещают опоры и детали механизма закрепления заготовки. На корпусе выполняют элементы для его установки на станке. Неподвижный корпус приспособления закрепляют на столе станка с помощью болтов с гайками. Головки болтов входят в Т-образные пазы стола. Часто на поверхности приспособления, соприкасающейся с поверхностью стола, устанавливают две призматические шпонки шириной, равной ширине паза стола. Эти шпонки быстро базируют приспособление при его установке. Подвижный корпус, например, в виде планшайбы, устанавливают на коническую поверхность шпинделя станка и закрепляют. Если планшайбу устанавливают на наружную коническую поверхность, то планшайбу крепят к фланцу шпинделя болтами. Если для установки планшайбы используют внутреннюю коническую поверхность шпинделя, то конус приспособления крепят с помощью шпильки, проходящей через отверстие шпинделя.

Погрешность установки заготовки в приспособлении ε_y как суммарное поле рассеяния размера обработки определяют по формуле

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} \leq [\varepsilon_y], \quad (3.2)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования, которая возникает при несовпадении измерительной и технологической баз; ε_3 – погрешность закрепления, возникающая из-за смещения измерительной базы относительно опор приспособления под действием сил закрепления; ε_{np} – погрешность положения заготовки относительно режущего инструмента под влиянием неточного изготовления приспособления, его сборки и износа опор; $[\varepsilon_y]$ – допустимая погрешность установки заготовки, которая составляет часть допуска на размер.

Изображают инструмент, установленный на резцедержателе, скалке или в шпинделе станка, устройства для его направления (например, кондукторные втулки) и поддержания (например, центра).

Детали приспособления рассчитывают на прочность, жесткость и износостойкость.

3.1.2. Проектирование стендов (технологических машин)

В зависимости от функционального назначения стенды (технологические машины) бывают разборочные, очистные, для определения технического состояния объектов, для нанесения покрытий (металлических, полимерных, лакокрасочных), сборочные, обкаточные, испытательные, сушильные и др. Несмотря на то, что проектируемые стенды различны по устройству и назначению, можно определить общую методику их проектирования.

При изображении стенда показывают ремонтируемый объект в рабочих (начальном и последующих) положениях на опорах стенда. Выбирают механизм и его элементы для закрепления изделия. Определяют скорость и мощность перемещения ремонтируемого (восстанавливаемого) объекта. Выбирают привод (двигатель, редуктор и исполнительный механизм).

Для испытательных и обкаточных средств выбирают нагружающее устройство. В очистных машинах и стендах для нанесения покрытий принимают устройства, которые подготавливают и перемещают материал.

Предусматривают меры по защите рабочего от вредных или опасных факторов путем установки кожухов, щитков и экранов, блокировки пере-

мещений при открытых люках и дверцах, использования вентиляции, светофильтров и др.

Двигатели, передающие и исполнительные механизмы устанавливаются на раме (корпусе) и производят оптимизацию конструкции. Предусматривают подвод производственных ресурсов и отвод отходов.

Выполняют эргономическую проработку изделия. Органы управления должны находиться в зонах досягаемости рук и ног рабочего, усилия на рычаги и педали не должны превышать установленных значений, а показания приборов легко читаться. Стенд должен быть приспособлен к возможностям и особенностям человека.

Учитывают категории композиции – тектонику и объемно-пространственную структуру. Тектоника – это зримое отражение работы конструкции и материала объекта в его форме. Объемно-пространственная структура определяется взаимосвязью всех элементов машины как между собой, так и с пространством.

3.1.3. Проектирование специальных средств измерений

В ремонтном производстве проектируют и изготавливают специальные средства для измерения линейных размеров и параметров расположения.

Методика проектирования жестких калибров (пробок и скоб) изложена в курсах нормирования точности и технических измерений.

С помощью других средств собственного изготовления измеряют следующие параметры:

- отклонение от соосности двух или более поверхностей, которое определяется параллельным смещением осей друг относительно друга или их перекосом;

- радиальное биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний от проверяемой поверхности тела вращения до оси вращения. Параметр включает величину несоосности и погрешности формы в поперечном сечении;

- торцовое биение – разность между наибольшим и наименьшим расстояниями от торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной оси вращения. Параметр измеряют на заданном (чаще наибольшем) радиусе торцевой поверхности;

- отклонение пересекающихся осей от правильного относительного расположения выражается отклонением от заданного угла между осями или величиной непересечения (скрещивания), определяемой как кратчайшее расстояние между осями;

– отклонение скрещивающихся осей от правильного расположения. Оно выражается отклонением угла между осями и базовыми поверхностями, а также отклонениями заданного расстояния между осями;

– непараллельность оси вращения и плоскости – разность наибольшего и наименьшего расстояний между осью вращения и заданной плоскостью на определенной длине;

– неперпендикулярность поверхностей – отклонение угла между ними. Если поверхности расположены под углом, отличным от прямого, то определяются отклонения от этого угла.

Погрешности относительного расположения поверхностей подчиняются закону Рэлея.

Отклонения от соосности шеек, их радиальное и торцовое биение поверхностей измеряют с помощью индикаторной головки на штативе при вращении вала в центрах или на призмах с упором в торец. Соосность опор корпусной детали и биения их торцов относительно поверхности опор измеряют с помощью индикаторной скалки, вращающейся в крайних опорах детали.

Остальные параметры, как правило, измеряют относительным способом. Комплект контрольного прибора включает корпус, эталон детали и индикаторы. В корпусе приспособления имеются опорные элементы для установки эталона контролируемой детали или самой детали. В необходимых местах прибора установлены неподвижно или с возможностью перемещения индикаторы для измерения линейной величины. При настройке прибора на опоры его корпуса устанавливают эталон, рабочие поверхности которого выполнены с минимальной погрешностью расположения поверхностей. Измерительные наконечники индикаторов вводят в соприкосновение с рабочими поверхностями эталона. Стрелки индикаторов совмещают с нулевыми штрихами шкал. При работе прибора вместо эталона на опоры его корпуса устанавливают контролируемую деталь. Измерительные наконечники индикаторов вводят в соприкосновение с поверхностями детали. Показания индикаторов определяют отклонения поверхностей от номинальных положений.

С помощью прибора (рис. 3.1), например, измеряют диаметральные размеры юбки поршня в двух сечениях с ручным поворотом детали относительно ее оси. Перед измерениями детали на опорные элементы 2 прибора устанавливают эталон поршня, имеющий форму образцового цилиндра номинального диаметра, а стрелки индикаторов при этом совмещают с нулевыми значениями шкал. Затем снимают эталон и устанавливают изме-

ряемую деталь. Измеряют размеры детали сначала в положении, при котором ось поршневого пальца горизонтальна (положение 1), а затем в процессе поворотов детали вокруг ее оси в одну и другую сторону на угол примерно 45° (положения 2 и 3). Значение размера в правом сечении, отстоящем от торца ее на 5 мм, в положении 1 определяет диаметр юбки. Показания левого индикатора в этом положении детали определяют значения конусообразности юбки, а разность показаний каждого индикатора в положениях 1, 2 и 3 определяет ее эллипсообразность.

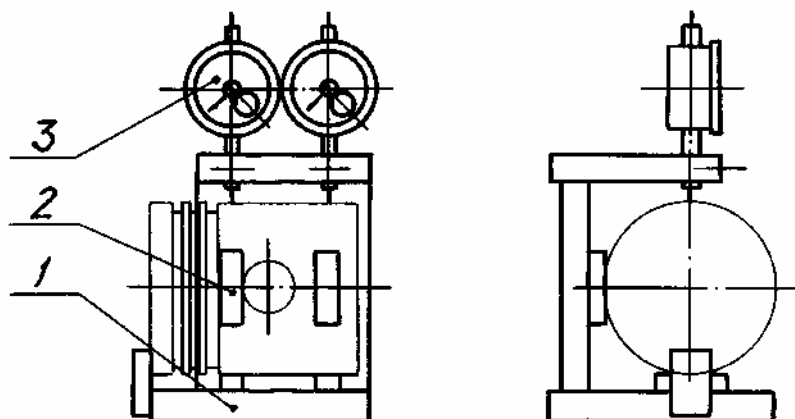


Рис. 3.1. Прибор для измерения размеров, эллипсообразности и конусообразности юбки поршня: 1 – основание; 2 – опоры; 3 – индикаторы

Практическое занятие № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Цель работы – приобрести навыки разработки приспособления к металлорежущему станку.

Техническое задание на разработку приспособления выдает преподаватель. Оно содержит модель станка, на котором будет установлено приспособление, чертеж детали и обрабатываемые поверхности, объемы производства, припуски, технологические базы, места приложения усилий закрепления и режимы обработки. На чертеже детали приведены ее материал, размеры и параметры шероховатости, формы и расположения поверхностей.

Студенты проектируют приспособления к токарным, сверлильным, расточным, шлифовальным и фрезерным станкам. Необходимо иметь каталоги или паспорта этих станков.

Порядок выполнения задания. На миллиметровой бумаге формата А1 изображают тонкими сплошными линиями заготовку (желательно в

масштабе 1:1) и обозначают ее обрабатываемые поверхности. Количество видов заготовки и расстояния между ними должны быть такими, чтобы можно было изобразить все элементы приспособления и дать представление об его устройстве и работе.

Отмечают базовые поверхности, выбирают и изображают соответствующие опоры приспособления. Находят точки приложения усилий закрепления к заготовке на ее изображении и показывают зажимы. Рассчитывают усилие, которое должен обеспечить механизм закрепления.

Далее на основании технико-экономического расчета принимают решение о том, какой вид механизма закрепления заготовки будет использован: ручной (эксцентриковый, клиновой, винтовой и др.) или механический (электромагнитный, пневматический, гидравлический и др.).

В крайних положениях изображают инструмент, взаимодействующий с заготовкой. При необходимости показывают направляющие элементы инструмента, например, кондукторные втулки для сверл.

Наконец, элементы приспособления связывают с корпусом приспособления. В качестве него чаще применяют сварную деталь из листового и профильного проката или реже – отливку. Для выполнения отверстий под опоры и резьбу используют бобышки, жесткость корпусу придают применением ребер. Учитывают, что корпус должен быть закреплен на столе, реже – на шпинделе станка. Корпус закрепленного приспособления не должен “свисать” со стола станка.

Убеждаются, что допустимая погрешность установки заготовки составляет часть допуска на размер заготовки. Устанавливают, что детали приспособления прочные, жесткие и износостойкие.

Содержание отчета: название и цель работы, сведения технического задания, эскизное изображение приспособления, расчеты, поясняющие целесообразность выбора вида привода и подтверждающие работоспособность приспособления.

Практическое занятие № 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА

Цель работы – приобрести навыки разработки стенда для выполнения заданной технологической операции.

Техническое задание на разработку стенда выдает преподаватель. Оно содержит чертеж ремонтируемого объекта, операционную карту и объемы производства. В операционной карте указана последовательность и режимы переходов, инструменты, измерительные средства и другие сведения.

Студенты проектируют стенды для разборки и сборки агрегатов, обкаточно-испытательные (для водяных и масляных насосов, усилителей рулевого механизма и др.), для контроля герметичности внутренних полостей, нанесения восстановительных покрытий, механической обработки сложных поверхностей и другие.

Порядок выполнения задания. На миллиметровой бумаге формата А1 изображают тонкими сплошными линиями ремонтируемый объект (желательно в масштабе 1:5) и обозначают его элементы, взаимодействующие со стендом (базовые поверхности, приводные валы и др.). Количество видов объекта и расстояния между ними должны быть такими, чтобы можно было изобразить все элементы стенда и иметь представление о его устройстве и работе.

Выбирают механизмы, с помощью которых будут выполняться технологические переходы, приведенные в операционной карте. К таким механизмам относятся, например, двигатели различных видов (электрические, пневматические, гидравлические и др.) и тормоза, механизмы для закрепления, механизмы для технологического перемещения, устройства для подачи материалов и другие.

Отмечают базовые поверхности ремонтируемого объекта. Если предусмотрены технологические перемещения, то изображают крайние положения этого объекта. На чертеже изображают опоры стенда, касающиеся технологических баз объекта.

Показывают подвижные элементы механизма закрепления, непосредственно взаимодействующие с ремонтируемым объектом, в крайних положениях. Изображают этот механизм. Теперь ремонтируемый объект изображен в своих крайних положениях на опорах стенда в закрепленном состоянии.

Далее изображают остальные механизмы, с помощью которых выполняют технологические переходы. Вычерчивают корпус стенда, на котором расположены опорные элементы и установлены механизмы стенда.

Корпус стенда, как правило, выполняют в виде сборочной единицы из листового и профильного проката. Крепежными элементами являются резьбовые отверстия, выполненные в листах, профилях или в приваренных болышках. Плоские направляющие выполняют в приваренных толстолистовых деталях. Жесткость корпусу придают приваренные ребра. Учитывают, что корпус должен быть закреплен на полу с помощью фундаментных болтов.

Предусматривают защиту рабочего от механических, тепловых, лучистых, шумовых, химических и других воздействий.

Стараются, чтобы конструкция стенда была композиционно целостной и пропорциональной. Устанавливают, что детали стенда прочные, жесткие и износостойкие.

Содержание отчета: название и цель работы, сведения технического задания и операционной карты, эскизное изображение стенда, расчеты, подтверждающие работоспособность стенда.

3.2. Проектирование системы средств технологического оснащения ремонтного завода

3.2.1. Организация проектирования

Для каждого ремонтного завода, характеризующегося специализацией и производственной мощностью, существуют оптимальные множества видов СТО и их количество. При проектировании СТО их рассматривают как систему (рис. 3.2). Это означает, что проектируемые объекты, которые подчинены общей цели и находятся в связях и отношениях как друг с другом, так и с внешней средой, представляют собой целостное множество. Системный подход к проектированию СТО обеспечивает:

- рассмотрение частей СТО на любом структурном уровне без пропусков и повторений. Это важно для многоэтапной и многовариантной оптимизации, поочередной модернизации их и перекомпоновке при смене предмета труда;

- подчинение проектирования СТО цели технологической готовности производства;

- определение функции цели в виде минимума затрат прошлого (овеществленного), настоящего (живого) и будущего труда на создание и функционирование системы СТО;

- выявление системного эффекта в виде разности затрат, с одной стороны, на создание комплекса единичных машин и, с другой стороны, на создание системы их упорядоченного множества;

- наличие обратной связи как разницы в стоимостном выражении между входами и выходами системы для принятия промежуточных решений;

- учет ограничений, выраженных сроками подготовки производства, объемами выпуска и показателями качества.

Приведенный подход к разработке и созданию системы СТО ремонтного завода обеспечивает экономически обоснованное и технически оправданное множество типов технических устройств и их модулей. Это уменьшает затраты труда и времени на создание техники, упрощает ее обслуживание и ремонт, позволяет ее переналадку при смене ремонтируемых объектов.

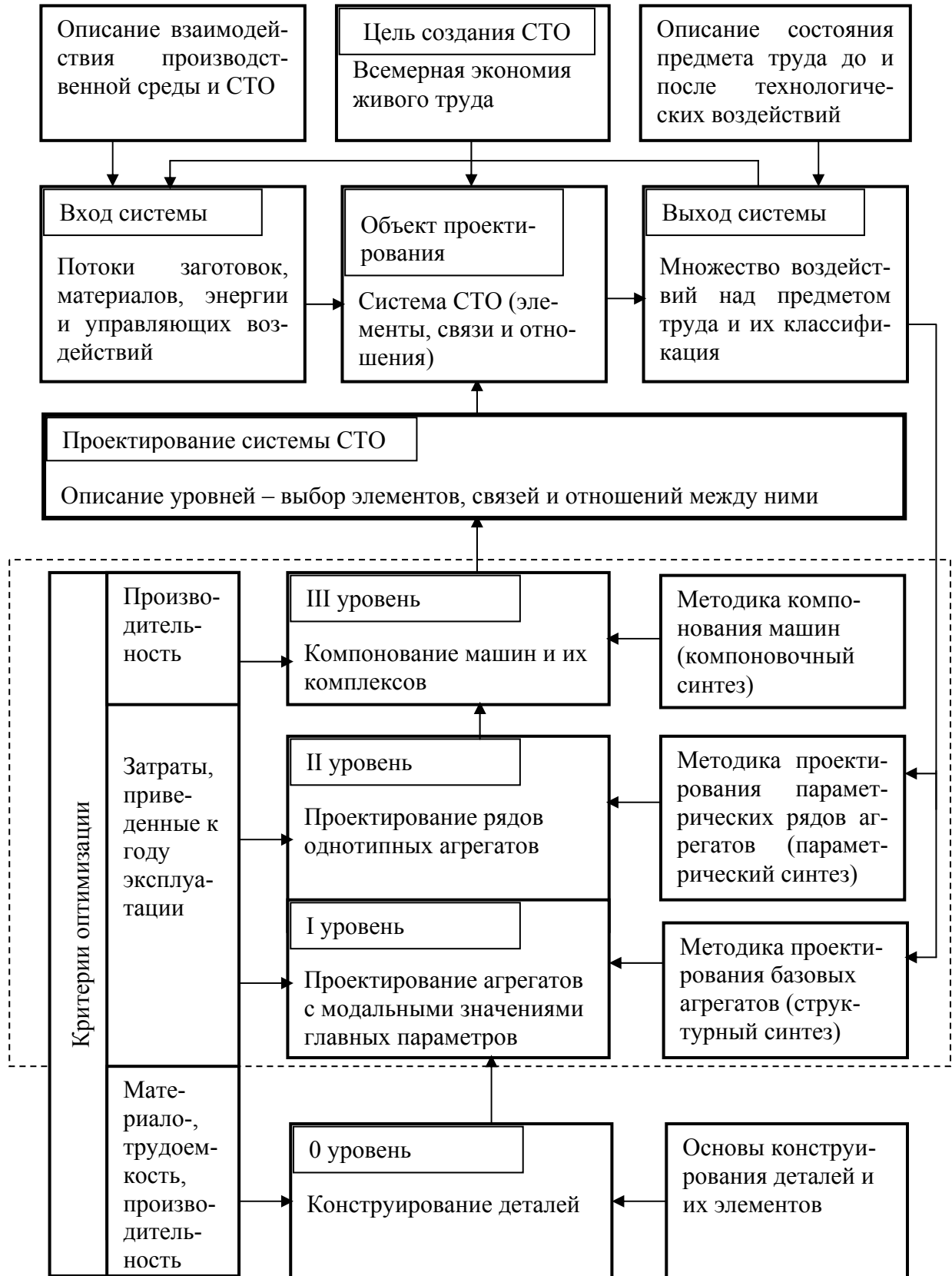


Рис. 3.2. Блок-схема проектирования системы СТО ремонтного завода

Для удовлетворения спектра потребностей в технологических переходах над ремонтируемыми объектами проектные работы СТО ведут на трех их системных уровнях:

- вначале разрабатывают для каждого типа технологических переходов базовый исполнительный агрегат путем его структурного синтеза. Этот агрегат предназначен для выполнения технологического перехода, значение главного параметра которого соответствует модальному (наиболее часто встречаемому) значению функции спроса на агрегаты данного типа;

- затем в результате параметрического синтеза из каждого базового агрегата образуют ряд однотипных агрегатов с измененными значениями главного параметра. Этот ряд агрегатов способен выполнить все технологические переходы данного типа;

- и в заключение разрабатывают компоновки технологических машин, включающие исполнительные агрегаты, выбранные из их типоразмерных рядов.

3.2.2. Методы поиска новых устройств

Один из распространенных методов поиска технических решений – это малоэффективный метод “проб и ошибок” в виде случайного перебора всевозможных вариантов устройств и технологических воздействий и их сочетаний с использованием интуиции и опыта разработчика.

Литература по техническому творчеству и изобретательству содержит описание десятков логических и эвристических методов поиска новых объектов и процессов. Наиболее эффективные и применяемые из них следующие:

- метод “контрольных вопросов” как упорядочение перебора вариантов с преодолением инерции мышления. Один из наиболее удачных списков вопросов принадлежит Дж. Эйлоарту;

- эвристический метод, описанный Дж. Диксоном, базирующийся на использовании интуиции, фантазии и смекалки, на абстрагировании от привычного хода мышления, нередко идущих вразрез с выводами формальной логики;

- метод “гирлянд случайностей и ассоциаций”, основанный на сопоставлении схожих признаков случайных предметов и явлений;

- метод “музейного эксперимента”, при котором древние методы и устройства служат аналогами для создания современных устройств. Метод учитывает действие философского закона “отрицания отрицания”;

– метод биоанalogии, учитывающий тот факт, что принципы или элементы растительного или животного мира являются прообразами устройств в технике;

– “мозговой штурм” (мозговая атака, совещание пиратов), предложенный А. Осборном после попытки усовершенствовать метод “проб и ошибок”;

– синектика – метод, предложенный В. Дж. Гордоном как разновидность “мозгового штурма”. Он отличается от метода А. Осборна обсуждением проблемы постоянными группами людей разных специальностей с использованием специальных приемов психологической настройки, применением некоторых видов аналогий и так называемых операционных механизмов;

– “морфологический анализ” (метод многомерных диаграмм), разработанный Ф. Цвикки. Здесь интуитивный поиск вариантов устройств заменяется интуитивным поиском классов и координатных осей. При этом синтезируются как известные, так и новые варианты, которые при простом переборе могут быть упущены;

– метод организующих понятий, разработанный Ф. Ханзеном. Согласно этому методу устанавливают множество понятий и определяют их отличительные признаки. После классификации и сопоставления элементов решений разрабатывают руководящие материалы с последующей комбинацией признаков различных организующих понятий и решений;

– метод “матриц открытия”, разработанный А. Модем. Этот метод, как и метод Ф. Цвикки, преследует цель систематического исследования всех мыслимых вариантов, вытекающих из закономерности строения (морфологии) объекта. Однако он гораздо проще и при потере некоторой информации ограничивает количество рассматриваемых вариантов приемлемым числом;

– алгоритм решения изобретательских задач, разработанный Альтшуллером Г.С., включает уяснение условий задачи, преодоление привычных представлений об объекте и психологической инерции, системный подход, определение идеального конечного результата, использование типовых приемов решения. Алгоритм содержит девять этапов решения: переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой задаче; учет имеющихся ресурсов пространства, времени и полей, которые можно использовать при решении задачи; определение образа идеального решения и физического противоречия, мешающего достижению этого решения; продолжение поиска решения, основанного на

использовании ресурсов вещества и полей с наименьшими затратами; использование опыта, имеющегося в информационном фонде алгоритма; изменение задачи за счет снятия первоначальных ограничений; проверку качества полученного ответа по критерию затрат на преодоление физического противоречия; определение возможности максимального использования ресурсов найденного решения; анализ решения. На основе алгоритма Альтшуллера Г.С. в Минске разработана компьютерная программа “Изобретающая машина”;

– стратегия семикратного поиска Буша Г.Я., элементами которой являются: анализ проблемной ситуации; анализ функций аналогов; формулирование изобретательской задачи; генерирование и конкретизация идей; оценка альтернатив и выбор рациональных вариантов; упрощение и определение использования объекта.

Описание других методов поиска новых технических решений приведено в работах Повилейко Р.П., Буша Г.Я и др.

Приведенные методы отличаются друг от друга как сложностью, так и эффективностью поиска. Однако обнаруживается аналогия в структуре и элементах этих методов. Во-первых, процесс решения делится на ряд этапов, во-вторых, наблюдается определенная последовательность этапов, содержащаяся в методах.

Половинкин А.И выдвинул гипотезу о построении обобщенного метода, содержащего единую последовательность наиболее общих этапов, которой подчинено расположение этапов в рассмотренных методах. Алгоритм обобщенного метода содержит массивы информации: список требований, предъявляемых к техническим решениям; фонд физических эффектов; фонд технических решений, включающий последние наиболее эффективные и запатентованные; список поисковых процедур; список методов оценки и выбора вариантов технических решений. Обобщенный метод имеет наиболее полную методическую завершенность, однако в полном объеме его база данных не опубликована. Этот пробел в литературе по техническому творчеству в некоторой мере восполняют работы Глазунова В.Н.

В связи с непрерывным развитием науки и техники методы поиска новых технических решений должны отражать происходящие процессы и развиваться. Применительно к алгоритму Половинкина А.И. возможными путями развития являются: обновление массивов информации; разработка эффективных поисковых процедур и эвристических приемов; оптимизация состава процедур на всех этапах алгоритма; комплексная формализация процедур; перенос алгоритма на электронные носители и создание соот-

ветствующей человеко-машинной программы. Однако обобщенный алгоритм трудоемок, а при введении ограничений на создание новых устройств он вырождается в один из ранее рассмотренных частных методов.

Стремление формализовать поиск новых устройств заставляет выбирать подходящий метод из числа логико-эвристических. Наиболее подходящим является морфологический анализ Ф. Цвикки. Трудности применения метода заключаются в сложности выделения наиболее эффективного варианта из синтезируемых устройств.

3.2.3. Проектирование базовых исполнительных агрегатов (модулей) средств технологического оснащения

Постановка задачи структурного синтеза агрегата – из числа существенных признаков исполнительного или вспомогательного агрегата синтезировать структуру этого агрегата, выполняющего заданную технологическую функцию и обеспечивающего минимальные затраты, приведенные к одному технологическому переходу. Существенные признаки агрегата – это составляющие агрегат элементарные механизмы, их связи и отношения между собой. В структуре агрегата каждый из его признаков необходим, а все вместе они достаточны для обеспечения заданной функции агрегата. Заданная функция – это предписанный технологический переход (основной или вспомогательный) над ремонтируемым объектом.

На стадии структурного синтеза одновременно ведут поиск как новых, так и оптимальных технических решений.

Решение базируется на графовом представлении возможных вариантов структуры агрегата и выборе из них оптимальной структуры с применением аппарата динамического программирования.

Различные структуры агрегата (рис. 3.3) описываются графом Γ , множество вершин которого p соответствует множеству элементарных механизмов, а множество дуг l – приведенным затратам на создание и эксплуатацию последующего механизма

$$\Gamma = (p, l).$$

Граф, построенный на идеях “морфологического анализа”, состоит из k горизонтальных рядов вершин, каждый из которых представляет множество исполнений механизма одного вида.

Варианты механизмов агрегата находят из логических и эвристических представлений о различных способах преобразования энергии и движения, разных конструкциях элементов и их взаимного расположения.

Большое количество вариантов агрегата получают за счет сочетаний как известных, так и новых его частей.

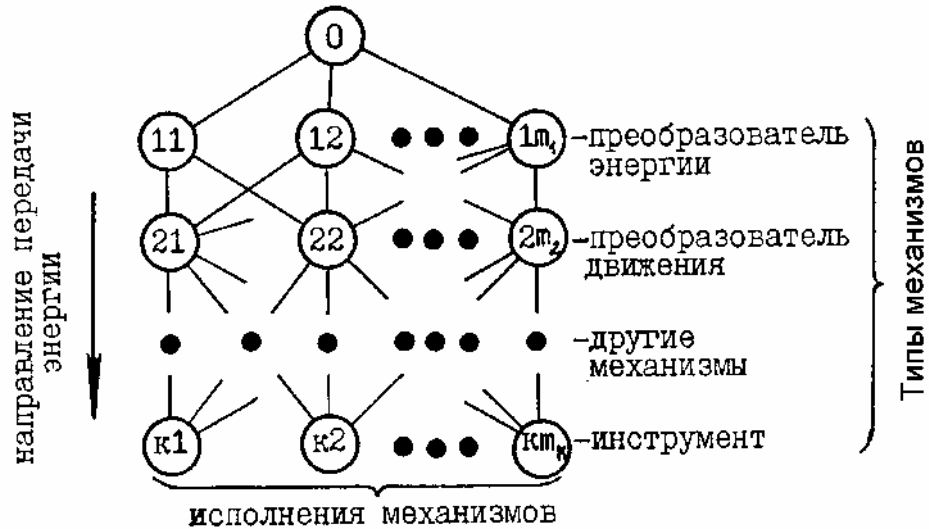


Рис. 3.3. Граф структур исполнительного агрегата: 1, 2, ..., k – типы механизмов; m_1, m_2, \dots, m_k – количество видов механизмов 1-го, 2-го, k-того типа, соответственно

Подмножество вершин, взятых по одной из каждого ряда графа, определяет одно исполнение агрегата. Несовместимость некоторых механизмов между собой сокращает количество вариантов агрегата. Множество сочетаний механизмов агрегата W , находящихся в конъюнктивно-дизъюнктивных связях “И – ИЛИ” выражается соотношением

$$W \subseteq \{ (p_{11} \cup p_{12} \cup \dots \cup p_{1m_1}) \cap (p_{21} \cup p_{22} \cup p_{2m_2}) \cap \dots \dots \cap (p_{k1} \cup p_{k2} \cup p_{km_k}) \}, \quad (3.3)$$

число таких исполнений достигает значения $m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_k$.

Определим длину каждого ребра графа как затраты на создание и эксплуатацию последующего механизма, отнесенные к одному технологическому переходу. Расчет ведут для модального значения гистограммы потребностей (рис. 3.4) в агрегатах данного типа.

Подмножество вершин на кратчайшем пути из вершины O в одну из вершин нижнего ряда вершин графа определяет оптимальную структуру агрегата. Этот путь определяют с помощью принципа оптимальности Р. Беллмана, используя свойство аддитивности целевой функции по составным частям агрегата. При этом находят направления движения из каждой вершины графа с помощью рекуррентного соотношения

$$L_{i+1} = \min (\text{по всем вершинам графа}) [l_{(i+1)-1} + l_i], \text{ руб.} \quad (3.4)$$

где i – шаги решения; l_i – приведенные затраты на технологический переход (далее: затраты), отнесенные к i механизмам агрегата, при условии, что соответствующий участок графа выбран оптимальным образом, руб; L_{i+1} –

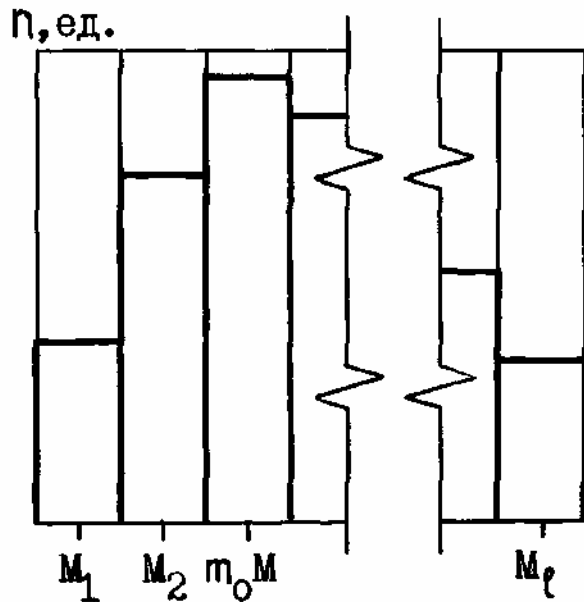


Рис. 3.4. Гистограмма распределения количества однотипных технологических переходов со значениями параметра M_1, M_2, \dots, M_i . m_oM – модальное значение главного параметра

затраты, отнесенные к $i+1$ механизмам, руб; $l_{(i+1)-1}$ – затраты, отнесенные к присоединению $(i+1)$ -го механизма агрегата к i его механизмам, руб.

Выбранные на графе направления движения из его вершин обозначают стрелками. Эти связи обуславливают оптимальные сочетания механизмов на предыдущих шагах с механизмом на последующем шаге. Расчеты, при этом, ведут от вершин нижнего ряда к вершине O . В вершины графа вписывают значения l_{i+1} .

Двигаясь из вершин O графа в найденных направлениях через одну из вершин каждого яруса графа, определяют сочетания меха-

низмов агрегата, характеризующиеся, при прочих равных условиях, наименьшими затратами, отнесенными к одному технологическому переходу. Соответствующее значение целевой функции читают в верхней вершине графа.

Спроектированный агрегат способен выполнять самостоятельную функцию, он имеет стыковую поверхность с крепежными элементами для его установки на станине оборудования. Таким образом, агрегат превращается в *модуль*, который многократно применяется в технологических машинах, выполняющих различные операции. После производственной апробации технологические модули подлежат заводской стандартизации.

Пример разработки технологического модуля для очистки деталей от маслогрязевых и асфальтосмолистых загрязнений в растворах синтетических моющих средств.

Комплект очищаемых деталей двигателя включает блок цилиндров, шатуны, поршни, коленчатый и распределительный валы, крышки, картеры и другие детали. Для очистки применяют водный раствор Лабомид-101

или -203 при температуре 80...90 °С. Массовая доля очистных средств составляет 20...30 г/л. Технологический модуль образуется из шести типов устройств (табл. 3.1), выполняющих функции подачи деталей в зону очистки, технологического перемещения деталей в рабочей камере, подогрева раствора, взаимодействия раствора с деталями, активации очистного раствора и его регенерации.

Таблица 3.1

Морфологическая матрица составляющих устройств технологического модуля для очистки деталей

Наименования составляющих устройств или их признаков	Координаты вершин	Затраты, доли БВ
Подача деталей в зону очистки:		
– конвейером;	2а	0,01
– транспортером;	2б	0,03
– кран-балкой;	2г	0,04
– вручную	2д	0,11
Виды движения деталей в рабочей камере:		
– прямолинейное горизонтальное;	3а	0,12
– возвратно-поступательное в вертикальной плоскости;	3б	0,25
– маятниковое вокруг горизонтальной оси;	3г	0,14
– вращательное вокруг горизонтальной оси	3д	0,09
Способ подогрева раствора:		
– паровыми теплообменниками;	4а	0,38
– подачей пара в раствор;	4б	0,46
– ТЭНами;	4г	0,25
– пленочными нагревателями	4д	0,19
Виды взаимодействия раствора с деталями:		
– статическое;	5а	0
– струйное;	5в	0,48
– вихревое	5д	0,36
Виды активации очистного раствора:		
– лопастным винтом;	6а	0,43
– ротором-активатором;	6в	0,34
– наложением ультразвуковых колебаний	6д	0,68
Виды регенерации очистного раствора:		
– отстаиванием;	7а	0,18
– коагуляцией;	7б	0,14
– флотацией;	7г	0,12
– фильтрованием	7д	0,08

Устройство каждого типа может быть выполнено в различных видовых исполнениях. Сведения морфологической матрицы представлены в виде графа (рис. 3.5), который формирует 2304 варианта модуля. Значения затрат приведены в долях базовой величины (БВ).

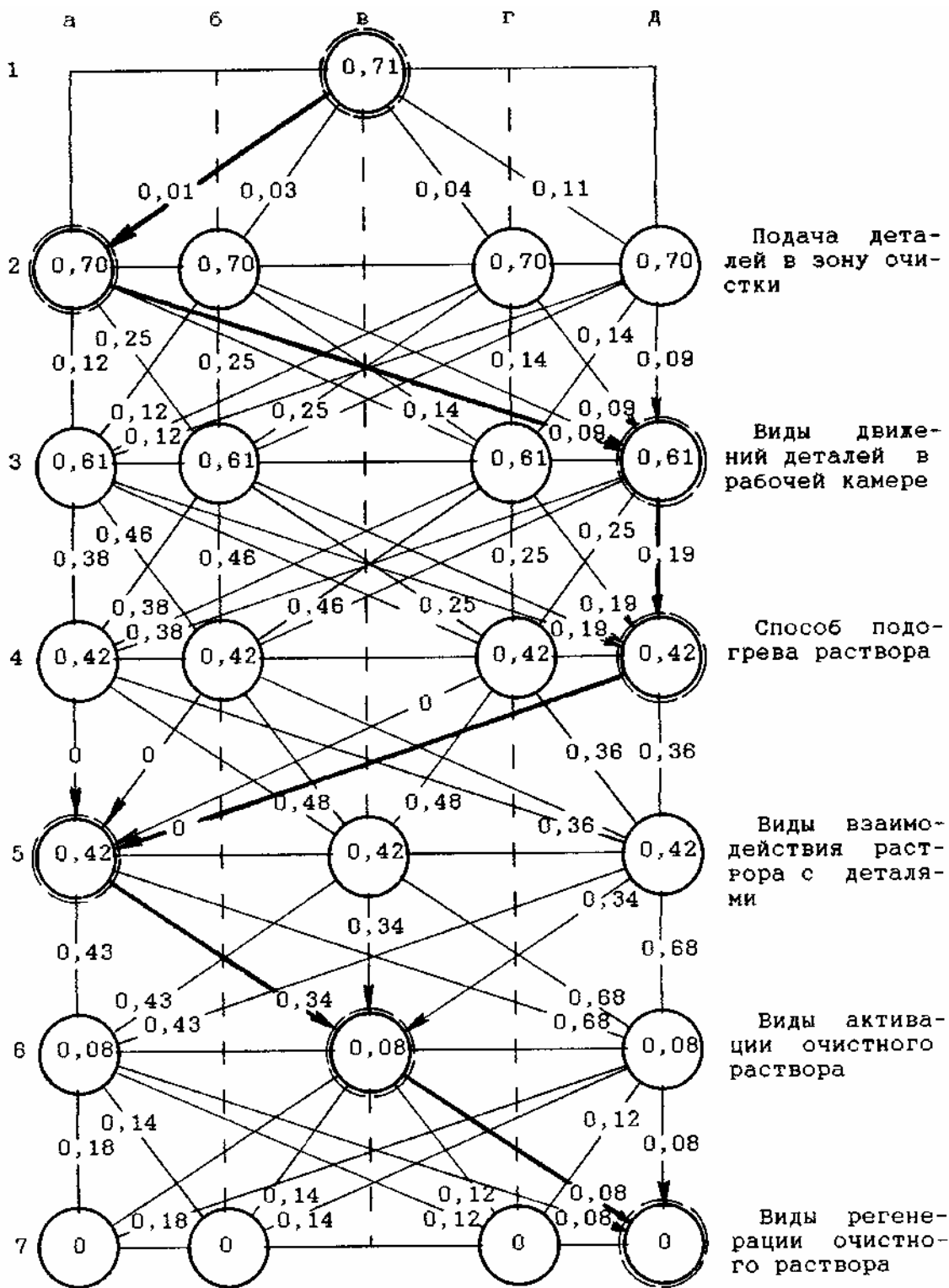


Рис. 3.5. Граф составляющих устройств технологического модуля для очистки деталей от маслогрязевых и асфальтосмолистых загрязнений в растворах ТМС

Оптимизационные расчеты начинаем с определения путей движений из вершин предпоследнего 6-го яруса графа, поскольку ниже его 7-го яруса значения затрат l_i формально равны нулю.

Сравниваем между собой пути, выходящие из вершин 6а, 6в и 6д. Все самые короткие пути из указанных вершин ведут в вершину 7д. Все дуги, ведущие в эту вершину, ориентируем стрелками, а в вершины 6-го яруса вписываем значение функции цели $l_{i+1} = 0,08$ БВ.

Аналогично, все самые короткие пути из всех вершин 5-го яруса проходят через вершину 6в, из вершин 4-го яруса – через вершину 5а, из вершин 3-го яруса – через вершину 4д и из вершин 2-го яруса – через вершину 3д. Из вершины 1в возможны четыре пути движения, но самый короткий из них ведет через вершину 2а. Отмеченные короткие пути из вершин ярусов обозначаем стрелками, а в вершины графа вписываем соответствующие значения функции цели l_{i+1} .

Теперь легко находится самый короткий путь из вершины 1в в одну из вершин 7-го яруса. Этот путь можно прочесть, если двигаться из вершины 1в в направлении ориентированных дуг. Кратчайший путь проходит через вершины 1в – 2а – 3д – 4д – 5а – 6в – 7д. Значение функции затрат равно 0,71 БВ. Прохождение кратчайшего пути через вершину 5а соответствует очистке деталей без движения их в очистном растворе, что весьма эффективно при очистке деталей в межсменное время при отключенной подаче тепла на нагрев раствора. Эту возможность нельзя использовать в течение рабочей смены. Поэтому мысленно исключаем из графа вершину 5а и связанные с ней дуги. После повторения расчета получаем сочетание вершин графа: 1в – 2а – 3д – 4д – 5д – 6в – 7д. Это сочетание описывается конструктивными признаками: комплект деталей на очистку подают конвейером, устройство для перемещения деталей в рабочей камере обеспечивает их вращение вокруг горизонтальной оси, нагрев технологического раствора производится пленочными нагревателями, раствор взаимодействует с очищаемыми деталями вихрями в сплошной среде (что достигается при погружном способе очистки), раствор активирован роторами-активаторами, раствор регенерируют с помощью механических фильтров. Новое значение функции затрат на очистную операцию равно 1,05 БВ.

Принципиальное устройство разработанного технологического модуля приведено на рис. 2.6.

3.2.4. Проектирование типоразмерных рядов исполнительных агрегатов

Параметрический синтез исполнительных агрегатов СТО как стадия проектирования учитывает тот факт, что технологические переходы одного типа описываются различными значениями основного параметра (мас-

сой перемещаемого ремонтируемого объекта, моментом вращения и др.). Агрегаты, входящие в типоразмерные ряды, служат для выполнения одного перехода, поэтому для них возможно выделение одного главного параметра, с которым связаны существенные характеристики этих агрегатов.

Постановка задачи построения оптимального типоразмерного ряда (ОТР) агрегатов – построить их ряд с такими значениями главного параметра, чтобы удовлетворялась потребность в этих агрегатах с наименьшими затратами. Задачу решают путем составления различных рядов значений главного параметра агрегатов без пропусков и повторений и выбора из этого множества тех значений параметра, которые обеспечивают минимальные затраты на создание и функционирование агрегатов ряда.

На стадии параметрического синтеза сохраняют конструктивную схему устройства, тем самым ограничивают множество его исполнений и обеспечивают преемственность.

Исходными данными для решения данной задачи являются результаты решения предыдущей задачи синтеза оптимальной структуры агрегата, а также гистограмма спроса на агрегаты с различными значениями главного параметра, сведения о затратах на создание и эксплуатацию агрегатов при различных значениях главного параметра, производительность агрегатов.

ОТР агрегатов находят следующим образом.

Строят интегральную функцию спроса в координатах “главный параметр – потребность” (рис. 3.6). Функция представляет собой сумму технологических переходов в год n_i , выполняемых агрегатами со значениями главного параметра, не превосходящими значение M_i ($i = 1 \dots l$, l – число дискретных значений главного параметра). Кумулята начинается в вершине O и заканчивается в вершине L . Процентное отличие любых двух значений главного параметра друг от друга, отложенных на оси абсцисс, должно быть соразмерено с точностью экономических расчетов, сопутствующих проектированию механизмов. Это отличие должно в 2...3 раза превосходить относительную величину экономического допуска расчетов эффективности проектируемых механизмов. Так, например, использование метода удельных показателей дает ошибку прогноза себестоимости механизмов до 50 %, балльный метод – до 20 %, метод корреляционного анализа – до 10 %, а методы, основанные на изучении парка деталей СТО, – до 5 %.

Агрегат со значением главного параметра M_i может выполнять все функции агрегатов с предыдущими значениями главного параметра.

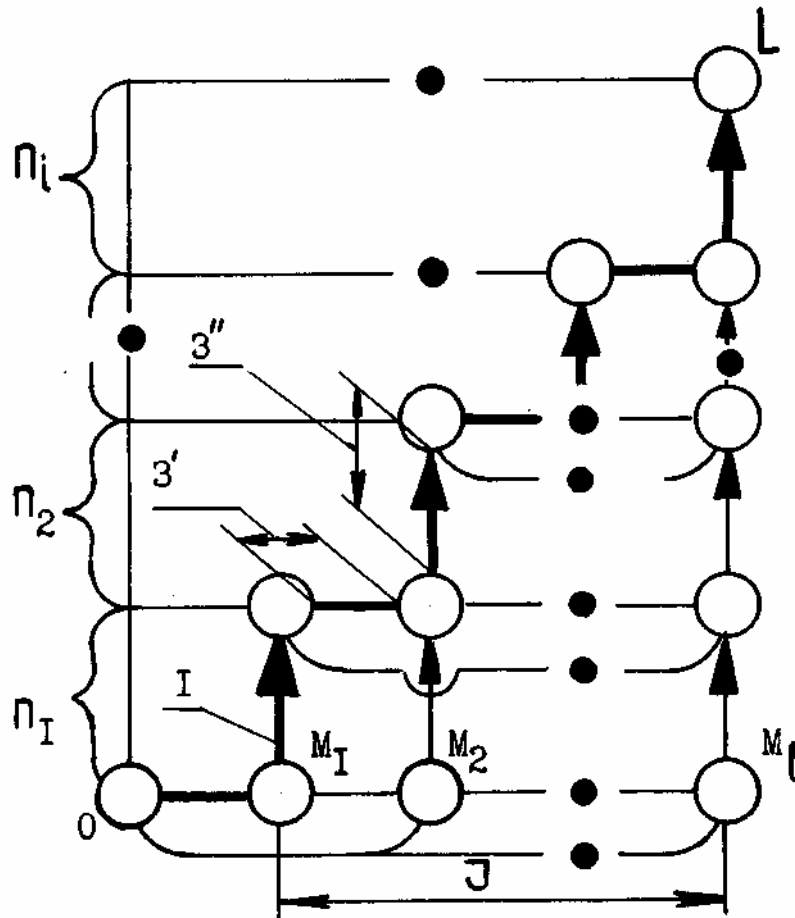


Рис. 3.6. Схема интегральных гистограмм спроса (I) и предложения на ряды агрегатов с различными значениями главных параметров: n_1, n_2, \dots, n_i – потребность в агрегатах, выраженная годовым количеством технологических переходов, выполняемых этими агрегатами; M_1, M_2, \dots, M_l – значения главного параметра; J – отрезок значений главного параметра; z' – затраты на ввод в эксплуатацию агрегатов; z'' – затраты на эксплуатацию агрегатов (технологическая себестоимость); O и L – начальная и конечная вершины кумуляты

В выбранных координатах строят множество различных рядов агрегатов, удовлетворяющих функции спроса. Этому условию соответствуют кумуляты, начинающиеся в точке O , оканчивающиеся в точке L и расположенные внутри контура, ограниченного кумулятой спроса, горизонталью и вертикалью, проходящими, соответственно, через точки O и L . Вершины перегибов графа определяют значения главного параметра, входящие в ряд. Максимальное число таких рядов, образованных из агрегатов с числом значений главного параметра l , равно 2^l . Горизонтальные ребра графа соответствуют затратам z' на ввод агрегатов в эксплуатацию с фикс-

сированными значениями главного параметра, вертикальные – затратам Z'' на эксплуатацию агрегатов.

Затраты Z' равны

$$Z' = k_1 K, \text{ руб.}, \quad (3.5)$$

где k_1 – доля капиталовложений, относящихся к году эксплуатации агрегатов; K – капиталовложения в агрегаты.

При расчете величины K учитывают фактор серийности – увеличение объема выпуска агрегатов с одним и тем же значением главного параметра приводит к уменьшению капиталовложений в отдельный агрегат.

Потребность во введенных агрегатах, выраженная количеством технологических переходов, определяют разностью между ординатой функции спроса и количеством переходов, выполняемых агрегатами с меньшими значениями главного параметра.

Затраты Z'' равны технологической себестоимости, связанной с эксплуатацией агрегатов.

Таким образом, длина пути из вершины O в вершину L определяет затраты на ввод в эксплуатацию и саму эксплуатацию ряда агрегатов, приведенные к одному году их использования.

Задача выбора ОТР сводится к поиску кратчайшего пути между вершинами O и L на координатной плоскости $(M; \Sigma n_i)$. Путь, соответствующий минимальному значению $\Sigma Z'_i + \Sigma Z''_i$ определяют с использованием рекуррентного соотношения

$$Z_{j+1} = \min (\text{по всем узлам сети}) [Z_{(j+1)-j} + Z_j], \text{ руб.} \quad (3.6)$$

где j – шаги решения; Z_{j+1} – затраты, соответствующие пути для $j+1$ шагов, считая от вершины L , руб.; Z_j – затраты, соответствующие пути движения для j шагов, при условии, что этот путь выбран оптимальным образом, руб.; $Z_{(j+1)-j}$ – затраты, соответствующие $(j+1)$ -му шагу, руб.

В вершины вписывают соответствующие значения Z_{j+1} и стрелками указывают направления движения из этих вершин на ближайшем шаге.

По соображениям полного использования агрегатов в типоразмерном ряду, путь движения из каждой вершины графа, не принадлежащей диагонали OL , направлен вертикально в верхнюю вершину. Движение из вершины $(M_{l-1}, \Sigma n_i)$ возможно лишь по горизонтали вправо. Таким образом, неизвестными являются направления движения из остальных вершин

диагонали OL , которых на одну меньше, чем значений главного параметра, используемых для построения дискретной кумуляты спроса.

После определения направления движения из первой вершины O становится известным кратчайший путь движения по сети вершин, который обеспечивает минимум приведенных затрат на ввод в действие и функционирование агрегатов ряда. Вершины перегибов найденного пути дают значения главного параметра агрегатов, составляющих ОТР. Полученные значения параметра должны быть согласованы с системой предпочтительных чисел.

Необходимость широкого рассмотрения всевозможных вариантов технических решений требует применения вычислительной техники. С целью сокращения трудоемкости расчетов при решении задач структурного и параметрического синтеза агрегатов и их рядов используют программы для персональных ЭВМ, которые находят кратчайшее расстояние между двумя заданными вершинами сети. Такими вершинами являются вершина O и одна из вершин нижнего яруса (см. рис. 3.3) и вершины O и L (см. рис. 3.6).

Пример определения ОТР исполнительных агрегатов для разборки прессовых соединений ремонтируемых двигателей.

Исполнительный агрегат для разборки прессовых соединений представляет собой устройство для создания разборочного усилия с установочным элементом для разбираемой сборочной единицы.

Морфологическая матрица существенных признаков исполнительных агрегатов учитывает вид используемой энергии. Рассматривают приводы: пневматические, гидравлические и механические. Последний тип приводов получил ограниченное распространение в маломощных установках, его эксплуатация сопряжена с большими затратами. Типоразмерный ряд исполнительных прессовых агрегатов целесообразно строить на базе одинарных пневматических или гидравлических цилиндров: одни участки ряда могут быть основаны на пневматических, другие – на гидравлических приводах.

Количество разбираемых соединений на одном ремонтируемом двигателе с рабочим объемом 4,8 л и усилия, необходимые для разборки соединений, приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Количество разбираемых прессовых соединений на одном ремонтируемом двигателе и соответствующие усилия

Усилие, кН	1,70	1,71	2,35	7,40	10,0	12,8	16,6	20,3	34,8	39,8
Количество, ед.	8	5	8	1	5	1	1	1	1	16

Функция спроса в исполнительных прессоразборочных агрегатах для участка с объемом разборки 25 тыс. двигателей в год, а также затраты на изготовление и эксплуатацию этих механизмов приведены в табл. 3.3. В таблице объединены статистически неразличимые значения усилий для разборки соединений.

Таблица 3.3

Годовая потребность в количестве разборок n_i прессовых соединений с усилием P_i и характеристика исполнительных агрегатов для этой цели

P_i , кН	n_i , 10^3	Годовая производительность исполнительного агрегата, переходов в год		Стоимость исполнительного агрегата, приведенная к одному году эксплуатации, БВ		Эксплуатационные расходы на выполнение агрегатом 1 тыс. переходов, БВ	
		пневматического	гидравлического	пневматического	гидравлического	пневматическим	гидравлическим
1,71	325	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	11	8	1,14	1,42
2,35	200	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	12	9	1,27	1,49
7,40	25	$1 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^5$	21	10	1,51	1,69
12,80	150	$8 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	32	11	1,63	1,75
16,60	25	$5 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	36	12	1,88	1,85
20,30	25	$4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$	49	25	2,00	1,91
39,80	425	$3 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	52	34	2,22	2,12

В составленной схеме поиска ОТР исполнительных агрегатов (рис. 3.7) в каждое пересечение координат плоскости $(D_i, \Sigma n_i)$ помещены по две вершины, левая из которых определяет пневматический механизм, а правая – гидравлический. Движение по горизонтальным ребрам графа между четырьмя любыми его вершинами возможно четырьмя различными путями, т.е. независимо от того, какие агрегаты были введены ранее, в дальнейшем могут быть введены агрегаты любого из двух видов. Вертикальные ребра соединяют вершины, определяющие агрегаты одного вида; это необходимо для полного использования агрегатов этого вида, если они уже введены в эксплуатацию.

Из семи значений главного параметра и двух видов исполнительных механизмов могут быть образованы $4^7 = 16384$ различных типоразмерных ряда. Интервал параметрического ряда ограничен значениями 1,71 и 39,80 кН. Ряд пневматических цилиндров, удовлетворяющих функции спроса, включает механизмы с диаметром цилиндров от 100 до 630 мм при питании их сжатым воздухом под давлением 0,39 МПа. Функция спроса будет также удовлетворена использованием гидравлических цилиндров диаметром от 32 до 125 мм при питании их маслом под давлением 7,85 МПа.

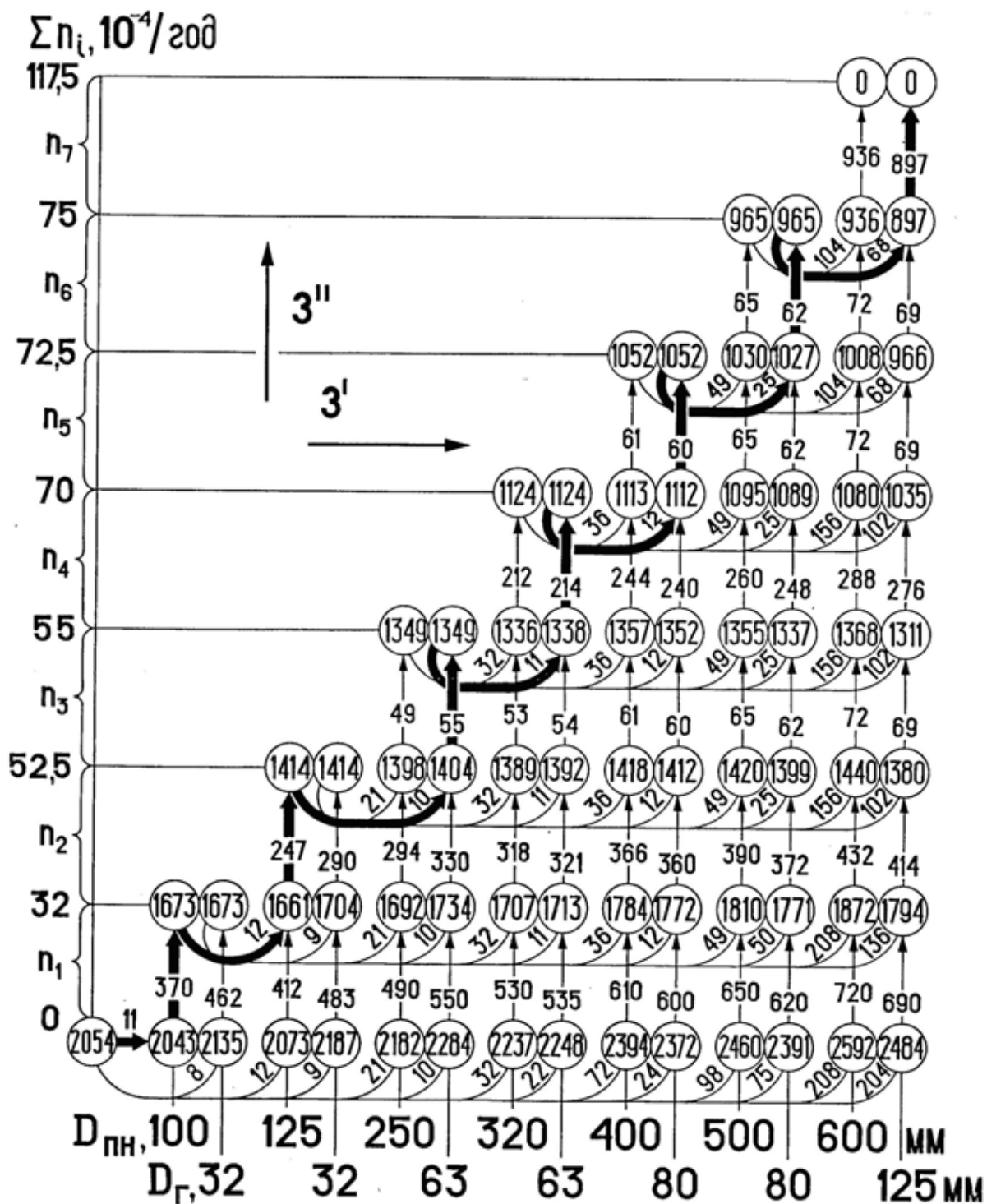


Рис. 3.7. Схема поиска оптимального типоразмерного ряда исполнительных механизмов для разборки прессовых соединений: $D_{пн}$ и $D_г$ – диаметры пневмо- и гидроцилиндров, соответственно

При расчете капитальных вложений учитывают затраты на изготовление цилиндров, приобретение регулирующей и распределительной аппаратуры, фильтров и отстойников (для пневмоприводов), насосов и двига-

телей (для гидроприводов). Затраты на подачу сжатого воздуха учитывают в технологической себестоимости эксплуатации пневмоприводов.

ОТР исполнительных агрегатов составлен из всех дискретных значений главного параметра, при этом функция спроса на отрезке 1,71...2,35 кН удовлетворяется пневматическими механизмами, а на оставшемся отрезке 7,40...39,80 кН – гидравлическими. Количество агрегатов, установленных в разборочные машины, следующее: агрегатов с усилием 1,71 и 2,35 кН – по одному, остальных – по два. Полученное сочетание параметров в ОТР объясняется соотношением эксплуатационных затрат на действие пневматических и гидравлических приводов. При малых значениях главного параметра, например, 2,35 кН, эксплуатационные затраты на гидравлические устройства в 1,7 раза больше, чем на пневматические, при значениях главного параметра 12,8 кН эти затраты примерно равны, а при последующем увеличении усилия выпрессовывания затраты на эксплуатацию пневматических приводов становятся большими.

3.2.5. Система исполнительных агрегатов технологических машин

Система исполнительных агрегатов и их типоразмерных рядов, из которых образуются технологические машины, может быть оптимальной для конкретных условий производства (видов и объемов ремонтируемых изделий).

Пример результатов разработки базовых исполнительных агрегатов и типоразмерных рядов из них, из которых могут быть образованы средства ремонта при объемах 10 тыс. двигателей в год, представлен в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Структуры и ОТР исполнительных агрегатов технологических машин завода по ремонту агрегатов

Исполнительный агрегат		Основной параметр			ОТР
Технологическая функция	Структура	Наименование	Размерность	Область определения	
1	2	3	4	5	6
Перемещение внутриоперационное		Масса предмета труда	кг	0,005...300	–
Базирование	– плита – пластики – штифты	Длина диагонали в плоскости базирования	мм	20...630	160 – 250 – 400 – 630

Продолжение табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
Закрепление	Пневмо-гидроцилиндр	Диаметр цилиндра	мм	32...80 (гидр.) 100...250 (пневм.)	32 – 63 – 80 100 – 160 – 250
Создание очистного эффекта	Погружная ванна	Объем ванны	м ³	0,05...50	0,1 – 0,4 – 1 – 2,5 – 6,3 – 50
Регенерация очищающей среды	– сетчатый фильтр – перегородка – устройство очистки – отстойник – насос	Производительность регенерации	м ³ /ч	1,5...10	1,6 – 2,5 – 4 – 6,3 – 10
Нагреватель очищающей среды	Нагреватель электрический или паровой	Мощность нагревателя	кВт	2,5...16	2,5 – 4 – 6,3 – 10 – 16
Механическая активация очищающей среды	– ротор – привод – электродвигатель	Мощность активатора	кВт	0,7...3,5	1 – 2,5 – 4
Подача деталей на позиции сортировки, сборки и испытания	Вибробункер	Диаметр чаши	мм	160...630	160 – 250 – 400 – 630
Ориентирование деталей	Пневмовихревая ячейка	Диаметр рабочий	мм	5...16	6 – 8 – 10 – 16
Измерение параметров расположения	– корпус – оправки – индикаторы	Наибольший измеряемый размер	мм	50...630	160 – 250 – 400 – 630
Определение жесткости пружин	– корпус – груз – узел сравнения	Максимальная сила сжатия	Н	0,3...700	1 – 10 – 100 – 1000
Определение течей	– механизм установки и поворота изделия – устройство заполнения пробным веществом – устройство индикации	Объем полости	м ³	0,001...0,01	0,001 – 0,01

1	2	3	4	5	6
Создание вращательного движения детали	– корпус – двигатель – редуктор – опорно-установочные элементы	Наибольшая масса перемещаемой детали	кг	4...250	10 – 63 – 100 – 250
Создание поступательного движения детали	– корпус-направляющие – двигатель – опорно-установочные элементы	Наибольшая сила перемещения, развиваемая агрегатом	Н	50...5000	100 – 630 – 1000 – 2500 – 4500 – 6300
Нанесение гальванического покрытия	Ванна гальваническая	Объем ванны	м ³	0,6...1,5	0,63 – 1 – 1,6
Приложение деформирующего усилия	– корпус – силовой механизм	Сила	кН	10...100	25 – 40 – 63 – 100
Определение величины и направления статического дисбаланса	– корпус – силовой механизм	Наибольшая масса балансируемой детали	кг	3...20	6,3 – 10 – 25
Испытание	– опорно-установочные элементы – привод – измерительные средства	Мощность	кВт	$1,1 \times 10^{-6}$...60	$1,1 \times 10^{-6}$ – 1×10^{-3} – $1,6 \times 10^{-2}$ – 1 – 1,6 – 60
Межоперационное перемещение	Транспортирующее средство	Наибольшая масса объекта	кг	0,05...350	–

На ремонтных заводах разработаны базовые исполнительные агрегаты (модули) и типоразмерные ряды из них для перемещения, ориентирования, базирования и закрепления деталей, приложения сил и моментов, очистки деталей, измерения, определения течей, испытания и др. Названные устройства применяют для выполнения 80...90 % технологических переходов. Базовые конструкции исполнительных агрегатов с небольшими до-

полнениями превращаются в модульные. Технологические функции разработанных средств модульного строения соответствуют модульной технологии, которая присутствует в описании технологического процесса каждый раз, когда рассматриваемое средство находится в составе технологической машины.

Множество устройств блочно-модульного строения, входящих в ремонтно-технологическое оборудование, применено при технологической подготовке производства на ряде заводов. Это:

1. Типоразмерные ряды пневматических и гидравлических приводов с фильтрующей и распределительной аппаратурой применяют для закрепления и перемещения деталей и узлов при разборке, сборке и испытаниях объектов и обработке заготовок.

2. Погружные очистные машины с роторными активаторами, скоростные самоочищающиеся фильтры раствора входят в состав оборудования для очистки деталей и сборочных единиц.

3. Базовые конструкции многошпиндельных гайковертов с общим приводом разработаны для разборки резьбовых соединений. Эти конструкции могут быть применены для одновременного отворачивания групп резьбовых соединений (головки цилиндров, масляного картера, крышки распределительных шестерен и др.).

4. Средства для измерения параметров расположения поверхностей создают на заводе. Государственной поверке в них подлежат только индикаторы.

5. Биения шеек и торцов валов относительно их оси вращения измеряют индикаторными стойками, а несоосность отверстий и биения торцов относительно их оси – индикаторными скалками. Типоразмерные ряды этих устройств учитывают наибольшие размеры изделий.

6. Настольные стенды, с помощью которых измеряют жесткость пружин клапанов и сцеплений. Их конструкции с измененными значениями главного параметра используют для определения состояния других пружин.

7. Стенды для определения течей в стенках корпусных деталей (блоках и головках цилиндров, впускных труб и газопроводов) составляют типоразмерный ряд. В качестве пробного вещества используют сжатый воздух, пузырьки которого служат индикатором трещин при погружении изделия в воду.

8. Тела вращения статически балансируют на осях, устанавливаемых на вращающиеся диски. Типоразмерный ряд устройств учитывает массу балансируемых деталей.

9. Для нанесения газотермических покрытий имеется несколько однотипных установок для создания ремонтных заготовок различных валов. Установки блочно-модульного строения для наплавки и электроконтактной приварки металлического материала созданы во ВНИИТУВИД “Рем-деталь”.

Увеличение производственной мощности предприятия приводит к увеличению числа значений главного параметра в ОТР, однако в этом ряду всегда присутствует наибольшее значение этого параметра.

Последующее компонование технологических машин происходит путем извлечения необходимых агрегатов (модулей) из типоразмерных рядов и включения их в состав создаваемой машины. При этом добиваются наилучшего расположения этих агрегатов (модулей) на станине машины относительно друг друга.

3.2.6. Компонование технологических машин

Компонование технологической машины – это стадия проектирования, при которой образуют технологическую машину из основных и вспомогательных исполнительных агрегатов, соединительных и направляющих элементов. При компоновании технологической машины можно получить много ее вариантов, однако не все они равноценны. Ограничением проектного процесса выступает последовательность воздействий исполнительных агрегатов на ремонтируемый объект.

Литература по проектированию машин в своем большинстве содержит образование компоновок металлорежущих станков. Технологические машины ремонтного производства значительно отличаются от металлорежущих станков по видам, производительности и числу выполняемых функций, поэтому требуют отдельного подхода к их проектированию.

Компонование машин из агрегатов производится по критерию их производительности. Исполнительные агрегаты (модули), выбранные из ОТР, соединяясь при компоновочном синтезе тем или иным образом, определяют при заданных технологических режимах затраты времени на рабочие t_p и вспомогательные t_g переходы, а также время внецикловых потерь t_n , тем самым определяют производительность машины. Выбирают вариант технологической машины, выполняющей операцию из S технологических переходов с учетом их последовательности и предшествования по критерию наименьшего пути $\sum (t_p + t_g + t_n)$. Подобные задачи, напри-

мер, в теории расписаний относят к классу задач упорядочения взаимосвязанных работ во времени.

Поставленную задачу решают путем образования и сравнения между собой всевозможных сочетаний исполнительных агрегатов машины.

При компоновочном синтезе технологической машины обозначают ее части с использованием координатно-блочной системы кодирования, которая учитывает:

- взаимное расположение координатных осей;
- последовательность присоединения блоков к станине и друг к другу;
- виды и направления перемещений блоков друг относительно друга в направлении координатных осей.

В принятой прямоугольной системе координат XYZ ось Z всегда вертикальна, ось X направлена относительно исполнителя справа налево, а ось Y направлена от машины к исполнителю. В отличие от принятых систем кодирования, рассматриваемая система координат ориентирована относительно горизонтальной плоскости и места нахождения рабочего.

Код исполнительного агрегата в компоновке технологической машины определяет вид его движения относительно станины или сопряженного агрегата.

Станина является связующим элементом для всех блоков машины, она обозначается буквой C . Подвижные агрегаты нумеруют и обозначают теми же буквами, что и координатные оси, в направлении которых или вокруг которых происходят перемещения. Таким образом, X , Y , Z – блоки, перемещающиеся поступательно относительно осей OX , OY и OZ соответственно, а x , y , z – блоки, вращающиеся относительно этих осей. Блок, неподвижный относительно станины, обозначается буквой H .

Составляют в кодированном виде одну из возможных компоновок машины в следующем порядке. Записывают код станины C , к которому добавляют нумерованные коды агрегатов, непосредственно взаимодействующие со станиной, с учетом видов и направлений их перемещений. К кодам этих агрегатов последовательно добавляют коды устанавливаемых агрегатов. Последними будут коды тех агрегатов, которые взаимодействуют с ремонтируемым (восстанавливаемым) объектом и осуществляют технологическое воздействие. Совокупность агрегатов должна быть достаточной для выполнения основных и вспомогательных переходов, составляющих технологическую операцию.

Возможные компоновки машин из выбранного множества исполнительных агрегатов могут быть получены путем последовательной замены каждого движения агрегата на пять остальных и перестановкой блоков (если это возможно).

Число рассматриваемых вариантов существенно сокращается до приемлемого числа путем нестрогого логического анализа работоспособности машины и исключения компоновок, которые невозможно реализовать.

Для оставшихся компоновок рассчитывают циклограммы технологических циклов. Компоновка с самым коротким циклом признается оптимальной.

Компоновки машин с горизонтальным расположением оси ремонтируемого объекта наиболее распространены и жизнеспособны, однако вертикальная компоновка машин позволяет уменьшить площадь, занятую оборудованием, более полно использовать высоту (объем) здания.

Пример компонования технологической машины – станда для закалки шеек коленчатого вала.

Станд содержит станину, на которой установлены исполнительные агрегаты и высокочастотный индуктор (инструмент). Деталь при термической обработке вращается для исключения термических деформаций, а закалку ведут по одной шейке. Вспомогательные переходы исполнительных агрегатов следующие: установка детали с совмещением оси обрабатываемой шейки с осью приводного центра; закрепление детали с помощью пиноли; перемещение детали вдоль оси индуктора для совмещения шейки детали с рабочим пространством индуктора; ввод шейки детали в индуктор или вывод ее из индуктора в направлении, перпендикулярном предыдущему перемещению.

Схема станда представлена на рис. 3.8. Блок Z_1 обеспечивает перемещение других блоков с деталью относительно станины вдоль оси индуктора. Блок z_2 обеспечивает введение обрабатываемой шейки в рабочее пространство индуктора. На блоке z_2 неподвижно установлены корпуса механизмов вращения детали и ее закрепления. Механизм вращения снабжен приводным центром z_3 , а механизм закрепления – подпружиненным центром Z_5 . Неподвижная часть индуктора закреплена на станине, а его подвижная часть z_4 соединена с неподвижной частью. Таким образом, все поступательные и вращательные перемещения происходят относительно вертикальной оси OZ . Структура станда может быть изображена в виде, представленном на рис. 3.9.

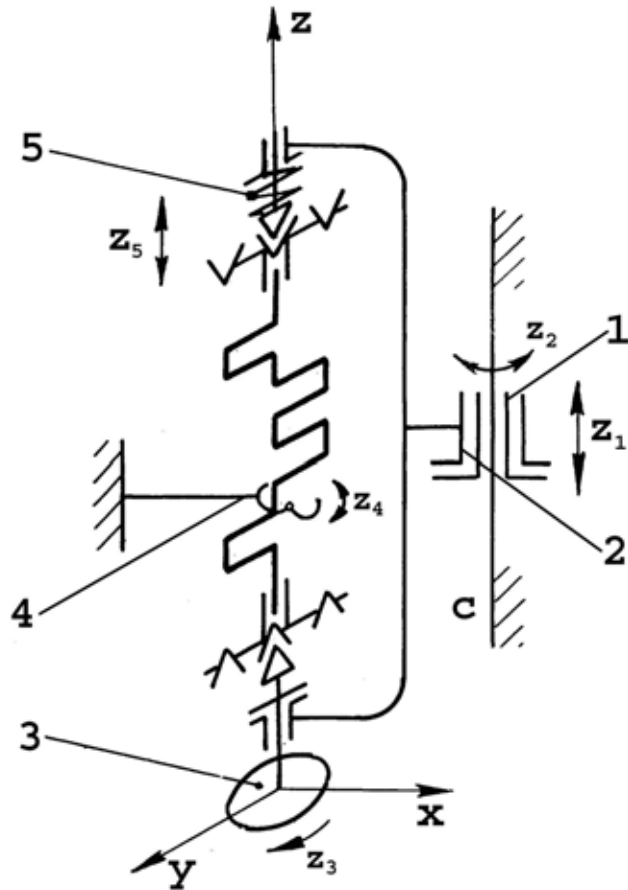


Рис. 3.8. Схема станда для закалки шеек коленчатого вала: С – станина; 1 – механизм осевого перемещения детали; 2 – механизм введения шейки вала в индуктор; 3 – механизм вращения детали; 4 – индуктор; 5 – пиноль

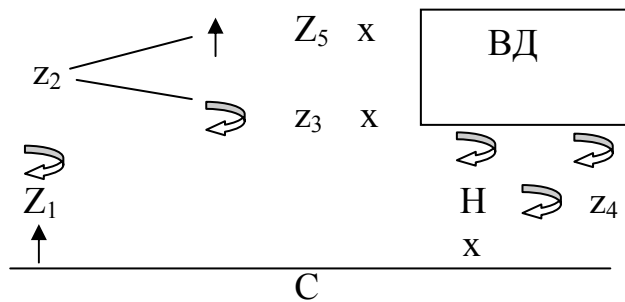


Рис. 3.9. Структурная схема станда для закалки шеек коленчатого вала: \uparrow , \curvearrowright , x – соответственно, символы поступательного и вращательного перемещений и неподвижного закрепления блока; Н – неподвижный блок; ВД – восстанавливаемая деталь, С – станина

В координатно-блочном виде структурное выражение станда упрощается

$$z_4 C Z_1 z_2 (z_3 \text{ и } Z_5). \quad (3.7)$$

Рассмотрим возможные варианты компоновок, обусловленные их ограничениями.

При вертикальном расположении оси детали (z_3 и Z_5) возможна замена движения блока z_2 на два равноценных его движения X_2 или Y_2 с поступательным перемещением детали в индуктор. Соответствующие компоновки следующие:

$$y_4 C Z_1 X_2(z_3 \text{ и } Z_5), \quad (3.8)$$

$$y_4 C Z_1 Y_2(z_3 \text{ и } Z_5). \quad (3.9)$$

Компоновка с горизонтальной осью детали получается использованием поступательных перемещений блоков X_1 или Y_1 вместо Z_1 :

$$x_4 C X_1 x_2(x_3 \text{ и } X_5), \quad (3.10)$$

$$y_4 C Y_1 X_2(y_3 \text{ и } Y_5). \quad (3.11)$$

Таким образом, возможны отличные друг от друга пять компоновок машины. Машинное время термообработки детали при всех вариантах компоновки определяется только свойствами детали и мощностью высокочастотного генератора, оно не зависит от конструкции станда. Вспомогательное время на установку и технологическое перемещение заготовки (расчет не приводится) для пяти вариантов компоновок в порядке их рассмотрения имеет значения (с): 190, 190, 215, 220 и 220. Варианты компоновок (3.7) и (3.8) обеспечивают одинаковые и наименьшие значения вспомогательного времени, но более простой из них вариант (3.7) признается лучшим.

Практическое занятие № 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Цель работы – приобрести навыки разработки базовых агрегатов (модулей) СТО.

Техническое задание на разработку модуля выдает преподаватель. Оно содержит технологическую функцию модуля, значение его главного параметра и годовое число переходов, выбранные из гистограммы спроса на агрегаты данного вида.

Модули СТО проектируют при создании системы этих средств, обслуживающей все технологические операции, выполняемые при ремонте техники.

Порядок выполнения задания. Составляют множество различных вариантов структуры агрегата в виде графа, используя идеи “морфологического анализа” Ф. Цвикки. При этом определяют механизмы агрегата (двигатель, преобразователь движения, инструмент) и их возможные виды.

Определяют затраты, отнесенные к одному технологическому переходу, на создание и эксплуатацию каждого механизмов, включенного в граф. Считают, что длина каждого ребра графа, связанного с последующим механизмом, равна этим затратам.

Находят кратчайший путь из верхней вершины графа в одну из вершин нижнего ряда вершин графа с применением аппарата динамического программирования (формула 3.4). Подмножество вершин на этом пути определяет оптимальную структуру модуля.

Выполняют эскиз полученного модуля.

Содержание отчета: название и цель работы, сведения технического задания, граф возможных вариантов модуля и его эскизное изображение.

Практическое занятие № 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Цель работы – приобрести навыки проектирования типоразмерного ряда агрегатов СТО.

Техническое задание на проектирование типоразмерного ряда агрегатов СТО модуля выдает преподаватель. Оно содержит эскиз модуля, его технологическую функцию и гистограмму спроса на агрегаты данного типа.

Проектирование типоразмерных рядов агрегатов СТО следует за разработкой базовых агрегатов (модулей) СТО при создании системы средств, которые обслуживают все технологические переходы, выполняемые при ремонте техники.

Порядок выполнения задания. Строят интегральную функцию спроса на агрегаты данного типа в координатах “главный параметр – потребность” (см. рис. 3.6), при этом агрегат со значением главного параметра M_i может выполнять все работы агрегатов с предыдущими значениями главного параметра. В выбранных координатах строят граф различных рядов агрегатов, удовлетворяющих функции спроса.

Длина горизонтальных ребер графа соответствует затратам на ввод в эксплуатацию агрегатов с фиксированными значениями главного параметра, а вертикальных – затратам на эксплуатацию агрегатов.

Таким образом, длина пути из вершины O в вершину L определяет затраты на ввод в действие и эксплуатацию ряда агрегатов, приведенные к одному году функционирования.

Находят кратчайший путь между двумя заданными вершинами с помощью уравнения (3.6). Вершины перегибов найденного пути дают значения главного параметра агрегатов, составляющих ОТР. Полученные значения параметра согласуют с системой предпочтительных чисел.

Содержание отчета: название и цель работы, сведения технического задания, интегральная функция спроса на агрегаты данного типа с графом возможных типоразмерных рядов агрегатов. На графе указывают кратчайший путь между заданными вершинами и значения главного параметра, составляющие ОТР значений параметров.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изложите основы проектирования и расчета точности приспособлений.
2. Приведите последовательность проектирования стандов (технологических машин).
3. Как организовано проектирование СТО на заводе?
4. Приведите основные методы поиска новых технических решений.
5. В чем заключается проектирование базовых исполнительных агрегатов (модулей) СТО?
6. Изложите основы проектирования типоразмерных рядов исполнительных агрегатов СТО.
7. Приведите последовательность компонования технологических машин из агрегатов, выбранных из ОТР.
8. В чем заключаются преимущества создания системы исполнительных агрегатов технологических машин?

ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕФЕРАТОВ

1. Обзор методов поиска новых технических решений.
2. Эволюция алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) Альтшуллера Г.С., использование и значение его для поиска новых технических решений.
3. Унификация и стандартизация СТО и их частей в ремонтном производстве и влияние этих мероприятий на технический уровень и эффективность СТО.
4. Основы проектирования системы СТО ремонтного завода.
5. Компонование технологических машин из составных частей.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТУДЕНТАМ

Студент должен знать:

- порядок проектирования стендов, приспособлений и специальных средств измерений параметров расположения поверхностей;
- методы поиска новых технических решений при проектировании СТО;
- основы унификации и стандартизации элементов СТО;
- основы общей методики проектирования системы СТО;
- организацию проектирования СТО;
- методы проектирования базовых агрегатов и типоразмерных рядов агрегатов системы СТО;
- метод компонования технологических машин из агрегатов, выбранных из ОТР.

Студент должен уметь:

- разрабатывать приспособления для механической обработки заготовок и их контроля;
- разрабатывать стенды для разборки и сборки ремонтируемых агрегатов, машины для очистки изделий, стенды для нанесения покрытий на восстанавливаемые поверхности заготовок и испытания агрегатов;
- разрабатывать конструкции базовых агрегатов (модулей);
- разрабатывать типоразмерные ряды исполнительных агрегатов;
- компоновать технологические машины из агрегатов, выбранных из ОТР.

РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ МАТЕРИАЛА РАЗДЕЛА

Знания студентов оценивает преподаватель на основании собеседования с ними по результатам выполнения практических занятий 2, 3, 4 и 5 и ответов на приведенные выше контрольные вопросы.

Для высокой оценки знаний необходимо обосновать преимущества проектирования системы СТО перед проектированием единичных технологических объектов, свободно владеть методами разработки конструкций базовых агрегатов (модулей), типоразмерных рядов исполнительных агрегатов и компонования технологических машин с использованием методов поиска новых технических решений.

4. СОЗДАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ СИСТЕМЫ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

4.1. Организация создания системы средств технологического оснащения

4.1.1. Понятие о технологической подготовке ремонтного производства

Создание и дальнейшее совершенствование системы СТО происходит в результате *технологической подготовки* ремонтного производства. Эта подготовка представляет собой множество работ, которое приводит производство в состояние готовности к ремонту изделий определенной модели и комплектности, заданного объема, к установленному сроку, с установленными показателями качества и с наименьшими затратами.

Технологическая подготовка ремонтного производства требует больших материальных, трудовых и энергетических затрат на создание системы СТО. Например, силами вспомогательного производства ремонтного завода при освоении ремонта двигателя новой модели создают 100...200 единиц оборудования, которым почти полностью оснащены разборочно-очистной, комплектовочно-сборочный, окрасочный и испытательный участки. Несколько тысяч приспособлений расширяют технологические возможности приобретенного оборудования. Требуется еще большее число инструментов для обработки заготовок. Каждая технологическая операция требует создания контрольных средств для измерения параметров расположения деталей и функциональных характеристик сборочных единиц. Трудоемкость изготовления такого количества СТО составляет 50...350 тыс. чел.-ч, что соответствует более чем полугодовому объему трудоемкости основного производства.

Технологическая подготовка выполняется силами технологической и конструкторской служб и вспомогательного производства завода. Виды ремонтируемых объектов и объемы их выпуска, показатели качества и сроки подготовки являются ограничениями (они выполняются неукоснительно), а затраты на освоение ремонта техники являются параметром оптимизации (они должны быть наименьшими). Цель технологической подготовки ремонтного производства заключается в достижении его технологической готовности, признаки которой следующие:

- подготовлено производственное помещение с коммуникационными подводами энергетических и технологических ресурсов, вентиляцией, отоплением и освещением;
- установлены и введены в эксплуатацию СТО;
- имеется комплект технологической документации на все операции ремонта;

– отремонтирована первая партия изделий и доказана возможность достижения с заданной производительностью на всех операциях ремонта требований к продукции, установленных нормативно-технической документацией.

Основные работы технологической подготовки ремонтного производства: разработка технологической документации, подготовка помещения с инженерными сетями, приобретение, проектирование, изготовление, монтаж и испытания средств ремонта.

Технологическую подготовку ремонтного производства планируют на основании приказа или распоряжения директора или главного инженера завода об освоении ремонта изделий с указанием сроков готовности производства. К приказу или распоряжению прилагают соответствующий план мероприятий. В этом плане выдерживают соответствие “предмет ремонта – технологическая операция – средства технологического оснащения – мероприятия – сроки – исполнители”. Он включает подготовку производственной площади, проектирование СТО и изготовление их силами собственного вспомогательного производства, приобретение покупных средств ремонта, монтаж оборудования с подключением его к цеховым коммуникациям, испытание и ввод в эксплуатацию средств ремонта. Соответствие элементов плана выражается в подчинении мероприятий соответствующим срокам и необходимости обеспечения параметров предмета труда, установленных нормативно-технической документацией. Другими словами, исполнители выполняют предписанные мероприятия в установленные сроки. Мероприятия, в свою очередь, подчинены созданию и вводу в эксплуатацию средств ремонта, обеспечивающих такие воздействия на ремонтируемый объект, с помощью которых возможно достижение параметров, указанных в конструкторских документах.

Выборки мероприятий из общего плана образуют планы работ технологических и конструкторских бюро, инструментального участка, отделов главного механика и главного энергетика. Планы имеют 20...30 %-ный резерв на непредвиденные работы и на доработку средств ремонта по результатам испытаний. Месячные планы работ, утвержденные главным инженером завода, доводят до подразделений-исполнителей.

4.1.2. Структура и производственная мощность инструментального участка

Инструментальный участок (ИУ) изготавливает технологическое оборудование и оснастку по планам технологической подготовки производства, ремонтирует оснастку, а также ведет учет, заточку, хранение и

выдачу инструмента. В своем составе ИУ имеет заготовительное, сварочно-термическое, слесарное, механическое и заточное отделения, а также инструментально-раздаточные кладовые.

Работы по изготовлению СТО включают механические, сварочные и слесарно-сборочные работы.

Наибольшее число деталей, из которых состоят технологические машины, относится к трем подклассам классификатора ЕСКД: 713000 (~25 %), 715000 (~20 %) и 741000 (~40 %). Остальные детали распределены в десяти других подклассах этого классификатора.

Подкласс 713000 включает детали – тела вращения с наружной цилиндрической поверхностью. Подкласс 715000 – это тела вращения с наружной конической, криволинейной или комбинированной поверхностями. Подкласс 741000 состоит из плоскостных деталей с параллельными основными поверхностями. Большое количество плоскостных деталей объясняется спецификой ремонтного производства, в котором для изготовления СТО используется много листового проката.

Степенные зависимости трудоемкости T изготовления деталей трех подклассов в функции их массы M (кг) выражаются формулами (рис. 4.1)

$$\begin{aligned} & \text{подкласс 713000} \\ T_{713} &= 16,26 M^{0,422}, \text{ мин;} \end{aligned} \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} & \text{подкласс 715000} \\ T_{715} &= 12,43 M^{0,396}, \text{ мин;} \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} & \text{подкласс 741000} \\ T_{741} &= 21,33 M^{0,497}, \text{ мин.} \end{aligned} \quad (4.3)$$

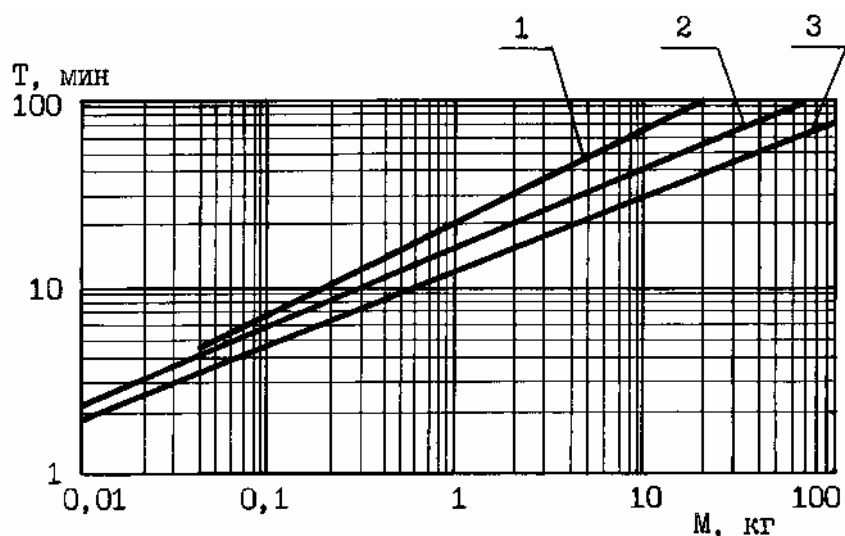


Рис. 4.1. Зависимость трудоемкости T изготовления деталей средств технологического оснащения от массы деталей M : 1 – подкласс 741000; 2 – подкласс 713000; 3 – подкласс 715000

Трудоемкость изготовления средства ремонта $T_{об}$ можно определить сложением трудоемкости изготовления деталей, его сборки и испытания по формуле

$$T_{об} = k_{сб} k_{исп} \left(\sum_1^{n_1} T_{713} + \sum_1^{n_2} T_{715} + \sum_1^{n_3} T_{741} + \sum_1^{n_{осм}} T_{осм} \right) : 60, \text{ ч}, \quad (4.4)$$

где $k_{сб}$ и $k_{исп}$ – коэффициенты, учитывающие, соответственно, трудоемкость сборки и испытания технологической машины; n_1 , n_2 , n_3 и $n_{осм}$ – соответственно, количество деталей классов 713000, 715000, 741000 и остальных; $T_{осм}$ – трудоемкость изготовления деталей остальных подклассов.

Суммарная трудоемкость $T_{осм}$ составляет около 20 % от трудоемкости изготовления деталей подклассов 713000, 715000 и 741000.

Погрешность расчетов трудоемкости изготовления технологического оснащения составляет 22, 15, 6 и 3 % при числе составляющих деталей, соответственно, 10, 25, 50 и 100 единиц. Такая погрешность расчета удовлетворяет оценке разработок до стадии технического проекта для СТО из любого числа деталей, а при оценке СТО с числом деталей более 50 – и на стадии рабочего проекта.

Общая трудоемкость технологической подготовки производства $T_{мпн}$ находится сложением составляющих

$$T_{мпн} = k_{\partial} (T_{ро} + T_{омс} + \sum_1^i T_{восj} + T_{сб} + T_{исп}), \text{ чел.-ч}, \quad (4.5)$$

где $T_{ро}$, $T_{омс}$, $T_{восj}$, $T_{сб}$ и $T_{исп}$ – трудоемкости подготовки производства участков (рабочих мест) разборочно-очистных, определения технического состояния, восстановления деталей, сборочных и испытательных, соответственно; $i = 1 \dots n$ – количество восстанавливаемых деталей; k_{∂} – коэффициент дополнительных работ.

Небольшая часть работ по подготовке производства (для окрашивания изделий, устранения дефектов, обнаруженных во время испытаний, и консервации) оказалась не рассмотренной. Работы по созданию СТО, выполняющие указанные операции, учитываются путем введения коэффициента k_{∂} . Значение коэффициента по опытно-статистическим данным составляет 1,10...1,15.

Доля трудоемкости на создание разборочных средств составляет 3,1...6,6 % в общей трудоемкости изготовления средств ремонта, очистных – 6,5...7,8 %, для определения технического состояния деталей – 1,3...2,1 %, для нанесения покрытий и механической обработки заготовок – 51,2...64,9 %, комплектовочных средств – 2,2...2,8 %, сборочно-балансировочных – 15,3...24,1 %, окрасочных – 0,5...0,8 % и обкаточно-испытательных – 5,2...5,8 %.

Мощность участка вспомогательного производства $N_{yвп}$ выражается трудоемкостью СТО, выпускаемых за месяц, и определяется делением общей трудоемкости (4.5) на время, в течение которого должна быть проведена технологическая подготовка

$$N_{yвп} = T_{mnn} / n_m, \text{ чел.-ч/месяц,} \quad (4.6)$$

где n_m – директивный срок подготовки производства, месяцев.

Списочное количество рабочих $n_{рс}$ участка вспомогательного производства находится по формуле

$$n_{рс} = N_{yвп} / \Phi_{дрм}, \quad (4.7)$$

где $\Phi_{дрм}$ – действительный фонд времени рабочего за месяц, ч.

Соотношение рабочих участка выбирается таким образом, чтобы одного слесаря обслуживали 1,5...2,0 станочника.

Парк металлорежущих станков инструментального участка в составе завода по капитальному ремонту агрегатов, приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Металлорежущее оборудование инструментального участка

Наименование	Доля, %
Токарные	25...50
Сверлильные (в т.ч. половина радиальных)	8...12
Шлифовальные (в т.ч. плоскошлифовальные и один внутришлифовальный)	15...20
Координатно-расточные	5...7
Зубообрабатывающие (в т.ч. один зубодолбежный и один шевинговальный)	5...7
Фрезерные	15...20
Заточные	10...15
Электроэрозионные	2

Станки на чистовых операциях должны быть на 1...2 класса точнее оборудования, применяемого в основном производстве.

4.1.3. Порядок заказа и приобретения специального оборудования

Отношения между заказчиком (ремонтным предприятием) и изготовителем специального оборудования (станкостроительным заводом) регулируются заявками и протоколами согласования заявок, техническими заданиями и договорами.

Заказчик составляет заявку на проектирование и изготовление специального оборудования. Заявка включает описание заготовки и детали и необходимую функцию этого оборудования, требования к уровню автоматизации и технологическим особенностям, устанавливает вид тока и напряжение, определяет срок исполнения.

Обсуждение заявки завершается составлением протокола, в котором уточняются конструктивные и точностные параметры, условия работы оборудования и технологические особенности. В результате подписания протокола станкозавод принимает заказ на изготовление специального станка и разрабатывает техническое задание на его разработку и изготовление. В техническом задании указывают назначение и производительность оборудования, данные о детали, содержание переходов, требования к базированию и точности обрабатываемых элементов, способ и порядок обработки.

После согласования технического задания составляется договор, в котором определяется его предмет, показатели качества оборудования, комплектность, условия и сроки испытания и поставки, цена, условия оплаты, гарантийные обязательства, форс-мажорные обстоятельства и арбитраж. Указывается состояние и количество заготовок, которые будут обработаны при настройке и испытаниях оборудования. Заготовки подготавливает заказчик.

После изготовления оборудования создают комиссию под председательством представителя заказчика для проведения приемо-сдаточных испытаний и определяют их сроки.

Проводят испытания станка, по результатам которых составляют акт, который содержит такие сведения:

- соответствие комплектности станка техническому заданию;
- результаты проверки показателей точности: прямолинейности перемещений, параллельности поверхности стола направлению перемещений, относительного расположение осей шпинделей и их осевых и торцевых биений;
- результаты проверки станка на холостом ходу: плавность хода, правильность вращения валов, срабатывание кнопки “Стоп”, проверку

гидравлических систем и наличие течей, действие органов управления, мертвые ходы, скорости перемещений, температуру наружных поверхностей, сопротивление изоляции и электрическую прочность, вибрации. Длительность испытаний на холостом ходу не менее 4-х часов;

– результаты испытания станка под нагрузкой путем измерения размеров, формы и расположения поверхностей детали, указанных в техническом задании на изготовление оборудования;

– оценку качества изготовления частей оборудования и его внешней отделки. При необходимости станок частично разбирают;

– требования безопасности;

– комплектность;

– выводы и предложения.

При положительном исходе испытаний подписывается и утверждается акт, который является основанием для оплаты и отгрузки станка.

Заказчику со станком направляют сертификаты о происхождении, соответствия и карантинный. Изготовитель оформляет таможенные документы и оплачивает провоз станка до границы своего государства.

4.2. Экономическая эффективность применения средств технологического оснащения

4.2.1. Источники экономической эффективности и показатели использования средств технологического оснащения

Использование системы СТО обеспечивает:

– сокращение доли живого труда в технологическом процессе за счет потребления энергии неживой природы и частичного или полного высвобождения людей;

– повышение производительности труда за счет применения многоинструментальных машин с высокими скоростями протекания рабочих процессов;

– повышение качества продукции за счет исключения субъективного фактора и строгого выдерживания режимов технологических операций;

– снижение расхода производственных ресурсов (материалов и энергии) за счет повышения КПД технологических объектов и уменьшения доли отходов материалов.

Основные показатели, с помощью которых оценивают СТО:

– уровень механизации и автоматизации производства;

– энерговооруженность труда;

– доля активной части основных фондов;

- технический и организационный уровни производства;
- интенсивность и производительность труда;
- рост фондоотдачи и прибыли;
- снижение себестоимости, трудоемкости и материалоемкости продукции.

4.2.2. Экономическая целесообразность внедрения средств технологического оснащения

При определении экономической целесообразности использования нового СТО сравнивают между собой затраты на одну технологическую операцию и обусловленные использованием нового и базового средств. Новое средство – это спроектированное оборудование или другой объект, подлежащие внедрению. Базовое средство подлежит замене или представляет собой конкуренцию новому средству.

Отличающиеся затраты на использование нового и базового средств на одну технологическую операцию учитывают:

- основные и вспомогательные материалы за вычетом возвратных отходов;
- производственные ресурсы на технологические нужды;
- основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих;
- налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды, сборы и отчисления местным органам власти;
- износ инструментов;
- общепроизводственные и общехозяйственные расходы;

Затраты в разные моменты времени неравноценны и несравнимы между собой. Разновременные затраты приводят к одному расчетному году. За расчетный год принимают год внедрения нового средства. Затраты в разные годы приводятся к расчетному году путем их умножения на коэффициент дисконтирования k_d

$$k_d = \frac{1}{(1 + E_n)^{t_n - t_p}}, \quad (4.8)$$

где E_n – ставка дисконта (норматив приведения разновременные затрат); t_n – порядковый номер года, затраты которого приводятся к расчетному году; t_p – расчетный год.

Норматив приведения по своей сущности близок к норме прибыли, которую устанавливает предприятие в качестве критерия рентабельности.

Нижней границей этого норматива является ссудный банковский процент. При решении задач можно принимать $E_n = 0,25$.

Стоимость материалов P_m на выпуск товарной продукции за вычетом отходов определяют по формуле

$$P_m = \sum_1^n (H_{mi} \cdot \Pi_{mi} k_{mp} - D_{oi} \cdot \Pi_{oi}), \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

где H_{mi} – норма расхода материалов i -того вида, руб.; $i = \overline{1, n}$ – число видов материалов; Π_{mi} – цена материала i -того вида, руб.; k_{mp} – коэффициент, учитывающий транспортные расходы; D_{mi} и Π_{mi} – масса и цена возвратных отходов, руб.

Рассчитывают затраты, отнесенные к одной технологической операции и обусловленные расходом производственных ресурсов: электрической и тепловой энергии, сжатого воздуха, технологического холода, производственной воды, горючих, инертных и окислительных газов. Обоснованная норма расхода этих ресурсов, их учет и контроль потребления служат предпосылкой эффективности производства.

Основная заработная плата производственных рабочих Z_o равна

$$Z_o = T_c t_{ук} k_{np}, \text{ руб.}, \quad (4.10)$$

где T_c – часовая тарифная ставка рабочего, руб./ч; $t_{ук}$ – норма времени на операцию, ч; k_{np} – коэффициент начисления премий.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих Z_δ равна

$$Z_\delta = \frac{Z_o H_\delta}{100}, \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где H_δ – норматив дополнительной заработной платы.

Отчисления в фонд социальной защиты $P_{соц}$

$$P_{соц} = \frac{(Z_o + Z_\delta) H_{соц}}{100}, \text{ руб.}, \quad (4.12)$$

где $H_{соц}$ – норматив отчислений в фонд социальной защиты.

Возмещение износившихся инструментов $P_{из}$

$$P_{из} = \frac{Z_o H_{из}}{100}, \text{ руб.}, \quad (4.13)$$

где $H_{из}$ – норма отчислений на износившиеся инструменты.

Общепроизводственные расходы включают амортизационные отчисления на оборудование и здания и расходы на эксплуатацию, обслуживание и ремонт оборудования.

Амортизационные отчисления A равны

$$A = \Phi_o k_{до} H_{ao} + \Phi_3 F k_{дз} H_{аз}, \text{ руб.}, \quad (4.14)$$

где Φ_o – первоначальная стоимость оборудования, руб.; $k_{до}$ – коэффициент дисконтирования, относящийся к оборудованию; $H_{ao} = 1/t_o$ – норма амортизации на полное восстановление оборудования; t_o – нормативный срок службы оборудования; Φ_3 – первоначальная стоимость одного квадратного метра площади здания, руб./м²; F – производственная площадь, отнесенная к установленному оборудованию, м²; $k_{дз}$ – коэффициент дисконтирования, относящийся к зданию; $H_{аз} = 1/t_3$ – норма амортизации на полное восстановление здания; t_3 – нормативный срок службы здания.

В расчетах учитывают долю амортизационных отчислений, отнесенных к одной технологической операции.

Ремонт и обслуживание оборудования производят по планово-предупредительной системе, сущность которой заключается в том, что ремонтно-обслуживающие работы выполняют в заранее установленные сроки после определенной наработки оборудования. Совокупность работ системы включает в себя периодически выполняемые: осмотр O , текущий T , средний C и капитальный K ремонты. Для металлорежущего и сварочного оборудования, например, наиболее распространена структура ремонтно-обслуживающего цикла

$$K - O - T - O - T - O - C - O - T - O - T - O - K$$

с одним средним и четырьмя текущими ремонтами и шестью осмотрами.

При расчете затрат устанавливают межремонтные интервалы времени и стоимость каждого воздействия.

Базой для расчета общехозяйственных расходов $P_{ох}$ является основная заработная плата производственных рабочих

$$P_{ох} = \frac{3_o H_{ох}}{100}, \text{ руб.}, \quad (4.15)$$

где $H_{ох}$ – норма общехозяйственных расходов.

Новое средство подлежит внедрению в том случае, когда затраты на выполняемую им технологическую операцию будут меньше соответствующего показателя заменяемого или конкурирующего средства.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите цель и содержание технологической подготовки ремонтного производства.
2. Какое назначение инструментального участка и из каких отделений он состоит?
3. Как определяют производственную мощность инструментального участка?
4. Приведите источники экономической эффективности и показатели использования СТО.
5. Как определяют экономическую целесообразность внедрения нового СТО?

ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕФЕРАТОВ

1. Роль технологической подготовки ремонтного производства в повышении его производственной мощности, качества выпускаемой продукции и эффективности.
2. Функции и роль инструментального участка в совершенствовании основных фондов предприятия.
3. Влияние показателей, характеризующих использование СТО, на себестоимость продукции.
4. Влияние СТО, изготовленных на заводе, на его экономические показатели.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТУДЕНТАМ

Студент должен знать:

- основы технологической подготовки ремонтного производства;
- обоснование состава и производственной мощности инструментального участка – производственного подразделения, которое изготавливает СТО;
- порядок заказа СТО промышленного изготовления;
- методику расчета экономической эффективности от внедрения нового СТО.

Студент должен уметь:

- назначать мероприятия по технологической подготовке ремонтного производства (на примере организации рабочего места);
- оформлять заказ на приобретение оборудования промышленного изготовления;
- принимать решение о приобретении или изготовлении СТО на основании технико-экономических расчетов их эффективности.

РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ МАТЕРИАЛА РАЗДЕЛА И ДИСЦИПЛИНЫ

Текущая оценка знаний четвертого раздела производится по результатам опроса студентов. Высокой оценки достойны те студенты, которые свободно владеют:

- организацией технологической подготовки ремонтного производства, в результате которой предприятие переходит в состояние технологической готовности;
- организацией инструментального участка и обоснованием его производственной мощности;
- организацией заказа специального оборудования на станкостроительном заводе;
- методами расчета экономической эффективности внедряемых СТО.

Результаты рейтингового контроля знаний по четырем разделам дисциплины служат основой для определения предварительной оценки по всей дисциплине. Эта оценка определяется как среднее арифметическое четырех оценок по разделам с округлением до целого числа. По решению студента эта оценка может быть признана как экзаменационная и выставлена в зачетную книжку и экзаменационную ведомость. Если студент считает, что его знания достойны более высокой оценки, то он сдает экзамен на общих основаниях.

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине “Оборудование и оснастка для высокоэффективных процессов обработки материалов” студенты выполняют курсовой проект.

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию, которое выдает преподаватель и утверждает заведующий кафедрой. При проектировании используется ремонтный чертеж детали, подготовленный на производственной практике, и операционная карта из курсового проекта по технологии и оборудованию восстановления деталей машин.

При выполнении курсового проекта ставится цель приобретения навыков проектирования СТО.

Студент разрабатывает техническое задание на проектирование СТО, определяет его производительность, выбирает и обосновывает структуру этого средства и вычерчивает его сборочный чертеж. Работоспособность разработанного объекта должна быть подтверждена расчетами. Затем разрабатывается кинематическая или пневматическая, или гидравлическая, или электрическая схемы СТО, производится описание его устройства и работы. В заключение принятые технические решения экономически обосновывают. Объем пояснительной записки составляет 50...70 листов.

При работе над проектом необходимо изучить в периодической литературе аналогичные СТО, выявить их недостатки и предложить технологические оборудование или оснастку более высокого технического уровня.

Примеры тем курсового проекта:

Стенд для напыления шеек коленчатого вала.

Стенд для электрошлаковой наплавки опорного катка трактора.

Стенд для термопластического деформирования гильзы цилиндра.

Дробеструйная установка.

Приспособление для сверления всех отверстий в накладке ведомого диска сцепления.

Стенд для обкатки и испытания водяного насоса.

Стенд для измерения жесткости рессор.

Прибор для измерения перпендикулярности осей коренных опор и отверстий под гильзы в блоке цилиндров двигателя.

Графическая часть работы объемом 2...3 листа формата А1 содержит выбор и обоснование структуры СТО (стенда или приспособления, или инструмента, или средства измерений), его сборочный чертеж и кинематическую схему.

Студент защищает курсовой проект перед комиссией. По результатам защиты выставляется оценка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На каждом предприятии действуют сотни единиц технологического оборудования и тысячи приспособлений и инструментов. Знание их устройства, технологических возможностей и мер, обеспечивающих содержание их в работоспособном состоянии – это один из признаков производственной компетентности специалиста.

Создание системы СТО на предприятии путем их приобретения и изготовления – очень дорогостоящее мероприятие. Многие предприятия в настоящее время по причине неплатежеспособности не могут заменить изношенное оборудование новым, поэтому полное использование возможности имеющегося технологического оборудования имеет большое значение. Каждый завод, заинтересованный в повышении эффективности своей деятельности, разрабатывает и реализует программу повышения технического уровня системы СТО. Программа разрабатывается на длительный период времени, части ее входят в годовые планы внедрения новой техники и организационно-технических мероприятий предприятия. Программа включает разделы по совершенствованию СТО всех производственных участков завода. Реализация мероприятий программы с целью обеспечения каждого нормативного требования к качеству ремонта (восстановления) изделий связана с начальным (на стадии технологической подготовки производства) и текущим (в процессе самого производства) расходом ресурсов. Даже небольшое ужесточение точности восстанавливаемых параметров требует модернизации или замены СТО, что требует вложения значительных финансовых средств.

Непрерывное обновление, пополнение и совершенствование СТО – это неисчерпаемый резерв повышения производственной мощности предприятия, качества выпускаемой продукции и снижения расхода производственных ресурсов (труда, материалов и энергии). Высокого технического уровня достигает то производство, которое располагает разнообразными современными технологиями и СТО для их реализации.

Правильный выбор закупаемого промышленного оборудования, использование современных и эффективных методов проектирования и создания СТО, изготавливаемых в собственном вспомогательном производстве, изложенных в книге, будут способствовать повышению технического уровня и эффективности ремонтно-восстановительного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Отв. ред. А.К. Дюнин. – АН СССР, Сиб. отд-ние. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. – 209 с.
1. Афанасиков Ю.И. Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий. – М.: Транспорт, 1987. – 174 с.
3. Барташевич А.А. Основы художественного конструирования: Учебник для втузов. – Мн.: Выш шк., 1984. – 224 с.
4. Беленький Р.Р., Черноиванов В.И. Унификация ремонтно-технологического оборудования в системе ремонта и технического обслуживания // Стандарты и качество. – 1981. – № 4. – С. 46
5. Буш Г.Я. Проблемные задачи и регуляторы поиска их решений. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 80 с.
6. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под ред. В.П. Иванова – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
7. Глазунов В.И. Поиск принципов действия технических систем. – М.: Речной транспорт, 1990. – 110 с.
8. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике – М.: Речной транспорт, 1990. – 150 с.
9. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ, принятие решений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 440 с.
10. Иванов В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: Учебник. – Мн.: Технопринт, 2005. – 453 с.
11. Изобретающая машина. – Мн.: IMLab, 1993. – 12 с.
12. Коробко В.И., Иванов В.П., Семенов В.И. Технологическое оснащение ремонтного производства. – Мн.: Універсітэцкае, 1994. – 140 с.
13. Корсаков В.С. Основы проектирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
14. Милютин В.С., Коротков В.А. Источники питания для сварки: Учебное пособие. – Челябинск: Metallurgia Урала, 1999. – 368 с.
15. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
16. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
17. Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник / П.С. Григорченко, Ю.Д. Гуревич, А.М. Кац и др.: Под ред. М.М. Шахнеса. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1978. – 384 с.

18. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 2-х книгах. / Под ред. П.Н. Учаева. – Кн. 1. – Изд 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
19. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 2-х книгах. / Под ред. П.Н. Учаева. – Кн. 2. – Изд 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 544 с.
20. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
21. Поточно-механизированные линии и ремонтно-технологическое оборудование для восстановления деталей / Каталог. – М.: ГОСНИТИ, 1976. – 147 с.
22. Поточно-механизированные линии и оборудование для восстановления изношенных деталей автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. – М.: ЦНИИТЭИ, 1984. – 340 с.
23. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
25. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / И.И. Болонкина, А.К. Кутай, Б.М. Сорочкин, Б.А. Тайц; Под общ. ред. А.К. Кутая, Б.М. Сорочкина. – Л.: Машиностроение, 1983. – 368 с.
26. Ханзен Ф. Основы общей методики конструирования. – Л.: Машиностроение, 1969. – 166 с.
27. Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / Под ред. В.И. Черноиванова. – Москва – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
28. Экономика предприятия: Учеб. пособие / В.П. Волков, А.И. Ильин, В.И. Станкевич и др.: Под общ. ред. А.И. Ильина. – 2-е изд., испр. – М.: Новое знание, 2004. – 672 с.
29. Эйлоарт Д. Приемы настройки творческого инженерного коллектива / Изобретатель и рационализатор. – 1970. – № 5, – С. 28-29, 40
30. Gordon W.I.I. "Sinectics", Harperand Brothers, New York, 1961
31. Osborn A.F. Applied Imagination, New York, 1963, Scribener's Sans
32. Zwicky F. Entdecken, Erfinden, Torschen im morphologischen Wettbild. Munchen – Zurich, Knaur, 1966

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
БАЗОВАЯ ПРОГРАММА	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
Основные термины и определения дисциплины	6
Технический уровень средств технологического оснащения.....	7
Влияние средств технологического оснащения на технический уровень ремонтного производства.....	10
1. КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ И ПОТРЕБНОСТЬ В НИХ	11
1.1. Классификация и общая характеристика средств технологического оснащения ремонтного производства	11
1.2. Потребность в средствах технологического оснащения и их использование	18
Контрольные вопросы.....	24
Тематика исследований и рефератов.....	24
Требования, предъявляемые к студентам	24
Рейтинговый контроль знаний материала раздела	25
2. ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	26
2.1. Разборочное и очистное оборудование.....	26
2.2. Оборудование для нанесения покрытий	35
2.3. Металлорежущее оборудование	50
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Выбор металлорежущего станка для обработки заготовок	55
2.4. Кузнечно-прессовое и термическое оборудование.....	56
2.5. Сборочное оборудование	65
2.6. Диагностическое, контрольное и испытательное оборудование	74
2.7. Поточно-механизированные линии.....	83
Контрольные вопросы.....	90
Тематика исследований и рефератов.....	91
Требования, предъявляемые к студентам	91
Рейтинговый контроль знаний материала раздела	92
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	93
3.1. Проектирование единичных средств технологического оснащения	93
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Проектирование приспособления	99
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Проектирование станда.....	100
3.2. Проектирование системы средств технологического оснащения завода	102
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Проектирование модуля средств технологического оснащения.....	127
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Проектирования типоразмерного ряда исполнительных агрегатов	128
Контрольные вопросы.....	129

Тематика исследований и рефератов.....	129
Требования, предъявляемые к студентам	130
Рейтинговый контроль знаний материала раздела	130
4. СОЗДАНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ СИСТЕМЫ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	131
4.1. Организация создания системы средств технологического оснащения.....	131
4.2. Экономическая эффективность применения средств технологического оснащения	137
Контрольные вопросы.....	141
Тематика исследований и рефератов.....	141
Требования, предъявляемые к студентам	141
Рейтинговый контроль знаний материала раздела и дисциплины	142
КУРСОВОЙ ПРОЕКТ.....	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
ЛИТЕРАТУРА.....	145

Учебное издание

ИВАНОВ Владимир Петрович

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ
ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ:
ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор А.Э. Цибульская

Дизайн обложки И.С. Васильевой

Подписано в печать 14.09.05. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 8,69. Уч.-изд. л. 8,03. Тираж 80. Заказ 911.

Издатель и полиграфическое исполнение –
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0133020 от 30.04.04 ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04

211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29