

СТР
КБ

Г.А.КОМАРОВ
Г.С.ЧУКОВ

МОНТАЖ
И РЕМОНТ
ДЕРЕВО-
ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ



Комаров Г.А., Чуков Г.С. Монтаж и ремонт деревообрабатывающего оборудования. Учебник для лесотехнических техникумов. М. Лесная промышленность 1978г.
Твердый переплет, Обычный формат.

Изложены вопросы заказа и получения оборудования, методы скоростного и качественного монтажа, рациональной технической эксплуатации, межремонтного обслуживания, ремонта с модернизацией ремонтируемого оборудования, организации ремонта на предприятии и его экономической эффективности. Приведены сведения по статистической и динамической балансировке деталей, сборке и регулировке сборочных единиц.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ 1. МОНТАЖ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	8
ГЛАВА 1. ЗАКАЗ И ПРИЕМКА ОБОРУДОВАНИЯ.....	8
§ 1. Заказ оборудования	8
§ 2. Получение, приемка и хранение оборудования.....	8
§ 3. Транспортировка оборудования.....	10
§ 4. Техника безопасности при подъемно-транспортных работах.....	13
ГЛАВА 2. ФУНДАМЕНТЫ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ	14
§ 1. Общие требования к фундаментам и основаниям.....	14
§ 2. Классификация фундаментов	14
§ 3. Материалы для изготовления фундаментов	15
§ 4. Проектирование фундаментов.....	16
§ 5. Причины возникновения вибрации оборудования.....	19
§ 6. Балансировка деталей	19
§ 7. Виброзоляция оборудования.....	21
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ...	23
§ 1. Техническая документация при организации монтажных работ.....	23
§ 2. Организация монтажных работ	24
§ 3. Технические средства для установки оборудования на фундаменты	26
§ 4. Монтаж автоматических и поточных линий.....	30
§ 5. Монтаж электрооборудования	31
§ 6. Монтаж пневмооборудования.....	33
§ 7. Монтаж гидрооборудования.....	35
§ 8. Техника безопасности при монтаже оборудования.....	37
ГЛАВА 4. ПРОВЕРКА И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБОРУДОВАНИЯ	37
§ 1. Внешний осмотр оборудования и проверка паспортных данных.....	38
§ 2. Испытания станков на холостом ходу.....	38
§ 3. Испытания станков под нагрузкой и в работе	40
§ 4. Испытания станков на соответствие нормам точности, жесткости	40
§ 5. Испытания оборудования на надежность	48
§ 6. Сдача станков в эксплуатацию	51
РАЗДЕЛ II. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ	52
ГЛАВА 1. КАЧЕСТВО ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	52
§ 1. Понятие о качестве деревообрабатывающей машины	52
§ 2. Надежность деревообрабатывающего оборудования.....	54
§ 3. Производительность машин	54
§ 4. Точность деревообрабатывающих станков.....	57
§ 5. Факторы, влияющие на технологическую точность дереворежущих станков	58
ГЛАВА 2. ИЗНОС ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	59
§ 1. Причины возникновения отказов	59
§ 2. Трение и изнашивание.....	60
§ 3. Виды и характеристики внешнего трения	60
§ 4. Виды и характеристики изнашивания.....	61
§ 5. Методы измерения износа	65
§ 6. Смазка трущихся поверхностей	68
§ 7. Смазочные материалы	70
§ 8. Выбор смазочных материалов	72
§ 9. Способы смазки, смазочные устройства.....	73
ГЛАВА 3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ..	76
§ 1. Общие положения.....	76
§ 2. Система планово-предупредительного ремонта.....	78
§ 3. Содержание типовых работ, выполняемых при плановых осмотрах и ремонтах	80
§ 4. Техническое обслуживание оборудования	81

Общие сведения	81
Техническое обслуживание при использовании оборудования	82
Приемка оборудования в начале смены и передача его после окончания работы	82
§ 5. Обязанности лиц по техническому обслуживанию и ремонту оборудования	85
Обязанности начальника цеха.....	85
Обязанности механика цеха	85
Обязанности начальников участков и отделений, старших и сменных мастеров	85
Обязанности дежурного слесаря.....	85
Обязанности дежурных смазчиков	86
Обязанности дежурных электромонтеров	86
§ 6. Инструкция по техническому обслуживанию оборудования.....	86
§ 7. Планирование ремонта и технического обслуживания оборудования.....	87
§ 8. Составление плана ППР.....	87
§ 9. Техническая эксплуатация оборудования.....	90
§ 10. Обязанности операторов при обслуживании линии.....	90
§ 11. Наладка станков	91
§ 12. Размерная настройка дереворежущих станков	92
§ 13. Инструкция по эксплуатации оборудования.....	94
РАЗДЕЛ III. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ	95
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ И РЕМОНТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ	95
§ 1. Основные цели и назначения ремонта и модернизации оборудования.....	95
§ 2. Агрегатирование машин и автоматических линии.....	97
§ 3. Конструирование ремонтных приспособлений	99
ГЛАВА 2. ДЕФЕКТЫ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН	101
§ 1. Классификация дефектов деталей машин.....	101
§ 2. Типичные износы и повреждения деталей машин	101
§ 3. Методы определения дефектов и износа деталей.....	102
§ 4. Степени износа, предельные износы деталей машин.....	104
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ.....	105
§ 1. Основные понятия о размерах.....	105
§ 2. Система допусков и посадок	106
§ 3. Характеристика и область применения стандартных посадок при ремонте оборудования ..	110
ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА	112
§ 1. Схема технологического процесса ремонта оборудования.....	112
§ 2. Технологические процессы ремонта деталей	117
§ 3. Способы восстановления первоначальных размеров	119
§ 4. Экономическое обоснование выбора технологического процесса ремонта.....	122
ГЛАВА 5. СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ	123
§ 1. Слесарно-пригоночные работы	123
§ 2. Сборка неподвижных соединений.....	124
§ 3. Сборка подвижных соединений	126
§ 4. Сборка гидравлических и пневматических систем	136
§ 5. Сборка шпиндельных сборочных единиц.....	138
§ 6. Сборка корпусных деталей и станин.....	139
§ 7. Сборка механизмов подач и органов управления.....	139
§ 8. Общая сборка станков.....	140
§ 9. Система контроля качества.....	142
§ 10. Метрологическое обеспечение технического обслуживания и ремонта оборудования	144
§ 12. Техника безопасности при сборочных работах	145
ГЛАВА 6. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ РЕМОНТА	146
§ 1. Организация службы ремонта на предприятии и в цехе	146
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	150

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного деревообрабатывающего производства наиболее высокие технологические и экономические показатели работы машин и оборудования, их производительность во многом зависят от уровня технического обслуживания. Техническое обслуживание — это организация и обеспечение комплекса работ для поддержания исправности и работоспособности машин и оборудования в течение всего периода эксплуатации, т. е. во время получения, приемки, монтажа, первичной наладки, сдачи в эксплуатацию и использования их в технологическом процессе.

Вопросам монтажа и первичной наладки технологического оборудования уделяется огромное внимание, так как от качественного проведения этих работ во многом зависит его безаварийная работа. Максимальный экономический эффект от установленного оборудования можно получить лишь при технически грамотной его эксплуатации. Современное автоматизированное оборудование насыщено сложными электрическими, гидравлическими, пневматическими и другими устройствами для автоматизации цикла, размерной настройки, вспомогательных и наладочных перемещений.

Работы по наладке, так же как и смазка оборудования, приобретают все большее значение не только для достижения качества обрабатываемой продукции, но и для обеспечения и сохранения его работоспособности, увеличения технического ресурса.

Техническая эксплуатация оборудования — это комплекс работ по технической наладке, размерной настройке и совершенным методам работы для поддержания его работоспособности и обеспечения регламентированного качества продукции.

Поскольку период эксплуатации машин составляет от 5 до 15 лет, в течение которых они изнашиваются, возникает необходимость в коррекции состояния оборудования, т. е. в его ремонте. Ремонт — это комплекс работ по поддержанию и восстановлению работоспособности машин. Чем сложнее оборудование, особенно в условиях современного поточного механизированного и автоматизированного производства, тем острее встает проблема качественного и проведенного в сжатые сроки ремонта оборудования, так как остановка одного из звеньев в технологической цепи оборудования приводит к простою либо к снижению эффективности использования всего комплекса. Поскольку и техническая эксплуатации, и техническое обслуживание, и ремонт служат единой цели достижения максимального экономического эффекта па данном производстве, все виды обслуживания оборудования могут и должны быть объединены и взаимосвязаны в единую систему технического обслуживания и ремонта оборудования. Единая система технического обслуживания и ремонта оборудования — это комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту машин для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных в нормативной документации.

Правильная организация и своевременное обеспечение технического обслуживания во время эксплуатации технологического оборудования на основе планово-предупредительных ремонтов — гарантия надежной работы оборудования. Грамотное использование как отдельных машин, так и полуавтоматических и автоматических станочных линий позволяет длительное время эксплуатировать их без аварий и дорогостоящих ремонтов.

Рациональное использование технологического оборудования целиком определяется уровнем технических знаний монтажников, наладчиков, эксплуатационников: слесарей, механиков, станочников.

Роль механика на современном деревообрабатывающем предприятии чрезвычайно ответственна, требует отличного знания технологического оборудования, его возможностей, умения квалифицированно составлять графики планово-предупредительных ремонтов и своевременно выполнять их. Кроме ремонта существующего оборудования технику-механику необходимо выполнять и множество других задач: совершенствовать конструкции машин, модернизировать их, разрабатывать нестандартное оборудование, средства механизации и автоматизации, разбираться в вопросах экономики ремонтного хозяйства, системы оплаты труда ремонтных рабочих, техники безопасности при ремонте и др.

РАЗДЕЛ 1. МОНТАЖ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГЛАВА 1. ЗАКАЗ И ПРИЕМКА ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Заказ оборудования

Обеспечение оборудованием предприятий деревообрабатывающей промышленности в нашей стране ведется по государственному плану в соответствии с фондами и заявками предприятий. Предприятия являются заказчиками оборудования. Заявки предприятий сосредотачиваются в вышестоящей организации (министерстве, ведомстве), а затем передаются в планирующий орган. В то же время планирующий орган выдает промышленности задание на изготовление заявленного оборудования.

Деревообрабатывающие предприятия на основе изучения существующего или предполагаемого технологического процесса заблаговременно (как правило, в начале года) составляют заявки на необходимое оборудование и передают их в Минлеспром, где их обобщают и систематизируют.

Заводы деревообрабатывающих станков и автоматических линий, получив задание от Минстанкпрома, несут ответственность за качество, номенклатуру оборудования, а также за своевременное изготовление и отгрузку его потребителю.

Для составления качественных заявок заявителю следует предварительно ознакомиться со структурой заявляемого оборудования, основными технико-экономическими показателями, классификационной категорией: назначением, областью применения, характером движения рабочих органов и материала, степенью механизации и автоматизации, способами управления, технологическими и конструктивными особенностями.

§ 2. Получение, приемка и хранение оборудования

Заказанное оборудование в планируемые сроки изготавливается и отгружается заводом-изготовителем потребителю. В качестве сопроводительных документов при отправке готовой продукции прилагают эксплуатационные документы, предназначенные для изучения оборудования и правил его эксплуатации: использования, технического обслуживания, транспортировки и хранения. Эксплуатационные документы должны полностью соответствовать оборудованию, с которым они поставляются, и рассчитаны на обслуживающий персонал, прошедший специальную подготовку по техническому использованию и обслуживанию оборудования. Комплектуются и составляются эксплуатационные документы заводом-изготовителем в соответствии с ГОСТ 2.601 — 68 «Эксплуатационные документы». В их номенклатуру входят: техническое описание; инструкция по эксплуатации; инструкция по техническому обслуживанию; инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке оборудования на месте его применения; формуляр; паспорт; этикетка; ведомости запасных частей, инструментов, материалов и приспособлений (ЗИП); ведомость эксплуатационных приспособлений.

Техническое описание предназначено для изучения оборудования и содержит изложение его устройства и принципа действия, а также технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей поставляемого оборудования. Сведения, приведенные в техническом описании, должны гарантировать правильную эксплуатацию оборудования и всех его модификаций, а также включать описание установленных на оборудовании контрольно-измерительных приборов, применяемого инструмента и приспособлений, правила по упаковке, монтажу и др.

Инструкция по эксплуатации содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации оборудования: использования, транспортировки, хранения, технического

обслуживания и поддержания оборудования в постоянной готовности к работе. Инструкция по эксплуатации предусматривает проверку правил обращения с оборудованием с момента отправки его потребителю.

В инструкции по техническому обслуживанию содержатся сведения о порядке и правилах технического обслуживания оборудования для различных условий эксплуатации: при подготовке к работе, хранении, транспортировке, работе по прямому назначению. Инструкции содержит также сведения о видах, периодичности и порядке технического обслуживания и пр. Инструкцию по техническому обслуживанию разрабатывают в том случае, когда по условиям эксплуатации необходимо установить единые правила технического обслуживания оборудования или оформить указания о порядке технического обслуживания в виде самостоятельного документа.

Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке оборудования на месте его применения предназначена для технически правильного проведения монтажа, пуска, регулирования и обкатки оборудования. В ней изложены: правила монтажа, демонтажа оборудования и его составных частей; рассмотрен порядок транспортировки оборудования от места монтажа или хранения; правила распаковки, осмотра, проверки комплектности; технологическая последовательность и способы монтажа, наладки, пуска оборудования и др.

Инструкцию по монтажу, пуску, регулированию и обкатке оборудования составляют в том случае, когда указанные вопросы нецелесообразно излагать в инструкции по эксплуатации.

Формуляр в эксплуатационных документах удостоверяет гарантированные заводом-изготовителем основные параметры и технические характеристики оборудования, отражает техническое состояние данного оборудования и содержит сведения по его эксплуатации в части длительности и условий работы, видов ремонта и др. Формуляр содержит свидетельства о приемке, консервации, упаковке оборудования, гарантийные обязательства завода-изготовителя, сведения о хранении, консервации и расконсервации оборудования и т. д. Формуляр составляют на оборудование, для которого следует вести учет его технического состояния и данных по эксплуатации (время работы, неисправности и др.). В том случае, если требуется сообщить потребителю гарантированные изготовителем технические данные оборудования, на него составляется паспорт. Паспорт представляет собой упрощенный вид формуляра.

Этикетка предназначена для изложения в ней основных показателей и сведений об оборудовании: наименование, обозначение и индексация, технические данные и др.

Ведомости ЗИП являются документом, устанавливающим номенклатуру, назначение, количество инструментов, принадлежностей и материалов, которые необходимы для эксплуатации и ремонта данного оборудования. Если комплекты ЗИП перечислены в формуляре или паспорте, то их отдельно не составляют и в состав эксплуатационных документов они не входят.

Ведомость эксплуатационных документов устанавливает комплектность и места укладки эксплуатационных документов, поставляемых с оборудованием. В ведомости перечислены все документы, входящие в комплект эксплуатационных документов на оборудование. Запись документов производят на общую документацию и на составные части оборудования. При небольшом количестве эксплуатационных документов ведомость не составляют, а указывают их в формуляре.

Иногда по соглашению с заказчиком (или потребителем) объединяют эксплуатационные документы, например: инструкцию по эксплуатации с техническим описанием, инструкцию по эксплуатации и техническое описание с паспортом и т. д.

Эксплуатационные документы — это основные документы, по которым производится приемка поступившего к потребителю оборудования. По ним проверяют наличие и сохранность оборудования, его комплектность, а также комплектность приборов, ЗИП, их техническое состояние, выявляют неисправности и несоответствие оборудования сопроводительным документам.

При приемке оборудования получатель обязан проверить сохранность упаковки и внешний вид оборудования, проверить акты о приемке, упаковке и консервации поступившего оборудования, которые составляются заводом-изготовителем.

В случае нарушения упаковки, некомплектности или недостачи основного оборудования и запасных частей, а также других несоответствий поступившего оборудования эксплуатационным документам потребитель обязан в течение 2-х суток с момента получения оборудования составить акт приемки в присутствии представителей незаинтересованных организаций, а завод-изготовителю направить рекламацию с кратким описанием имеющих место нарушений или несоответствий оборудования эксплуатационным документам.

Принятое предприятием оборудование в зависимости от дальнейшего цикла работ транспортируют к месту монтажа или направляют на хранение. Оборудование хранят в соответствии с требованиями эксплуатационных документов: на открытой площадке, в закрытом колодном или отапливаемом помещении. Хранение оборудования осуществляется в законсервированном виде и в заводской упаковке. В период хранения оборудования не допускается его раскомплектование.

При длительном хранении оборудования на складах заполняют специальную форму, в которой представлены сведения о хранении: сроки и условия хранения, должность и фамилия ответственного за хранение лица. Сведения о сроках и условиях хранения оборудования представляют собой определенную важность при дальнейшем монтаже и эксплуатации оборудования.

§ 3. Транспортировка оборудования

Внутризаводские перемещения оборудования из цеха в цех, в ремонт и из ремонта, монтируемого и демонтируемого — очень трудоемкие операции из-за громоздкости и большой массы станков. Транспортируемое оборудование можно разделить на три группы: тяжелое, массой более 5 т, среднее, 1—5 т, и легкое, менее 1 т.

Тяжелое оборудование (прессовое, лесопильное, четырехсторонние станки продольно-фрезерной группы) транспортируют кранами на гусеничном ходу, тракторами или тягачами с применением стальных поддонов. При перемещении оборудования на стальных поддонах сила сопротивления движению F определяется из выражения

$$F = Qf_1,$$

где Q — масса транспортируемого оборудования, кг; f_1 — коэффициент трения скольжения.

Для уменьшения F используют катки, выполненные из отрезков стальных труб диаметром 100—150 мм. Катки прокладывают между основанием перемещаемого объекта и грунтовым покрытием. В этом случае силу сопротивления движению определяют по формуле

$$F = \frac{Q(f'_2 + f''_2)}{D},$$

Где f''_2 — коэффициент трения качения катка по нижней опорной поверхности;

f'_2 — коэффициент трения качения катка по верхней опорной поверхности;

D — диаметр катка.

При перемещении оборудования по наклонной плоскости (в сторону возвышения) с углом наклона α сила сопротивления движению определяется из выражений: перемещении на стальных поддонах

$$F = Q(f_1 \cos \alpha + \sin \alpha);$$

перемещении на катках

$$F = Q \left(\sin \alpha + \frac{f'_2 + f''_2}{D} \cos \alpha \right).$$

Среднее оборудование (фуговальные, рейсмусовые, шипорезные и другие станки) транспортируют автокранами, авто- или электропогрузчиками.

Лёгкое оборудование или отдельные сборочные единицы среднего и тяжёлого оборудования (до 1 т) транспортируют электротягачами.

При установке оборудования на фундаменты используют средства малой механизации. К ним относятся: домкраты, лебедки, краны, нестандартизированное подъемное оборудование и другие механизмы.

Домкраты. Это простейшие устройства для перемещения груза на небольшую высоту (до 0,8—1 м). Домкраты имеют ручной и механизированный приводы. Различают домкраты винтовые, реечные и гидравлические.

На рис. 1, а изображен винтовой домкрат с ручным приводом. Подъемный стальной винт 4 ввернут в гайку 2, укрепленную в корпусе 3 домкрата. На верхней части винта установлена рифленая поворачивающаяся головка 1. Вращение винта 4 осуществляется рукояткой 9 с двусторонней храповой собачкой 8. Положение собачки предопределяет вращение винта в ту или другую сторону. В нижней части домкрата имеются салазки для точной установки его под грузом.

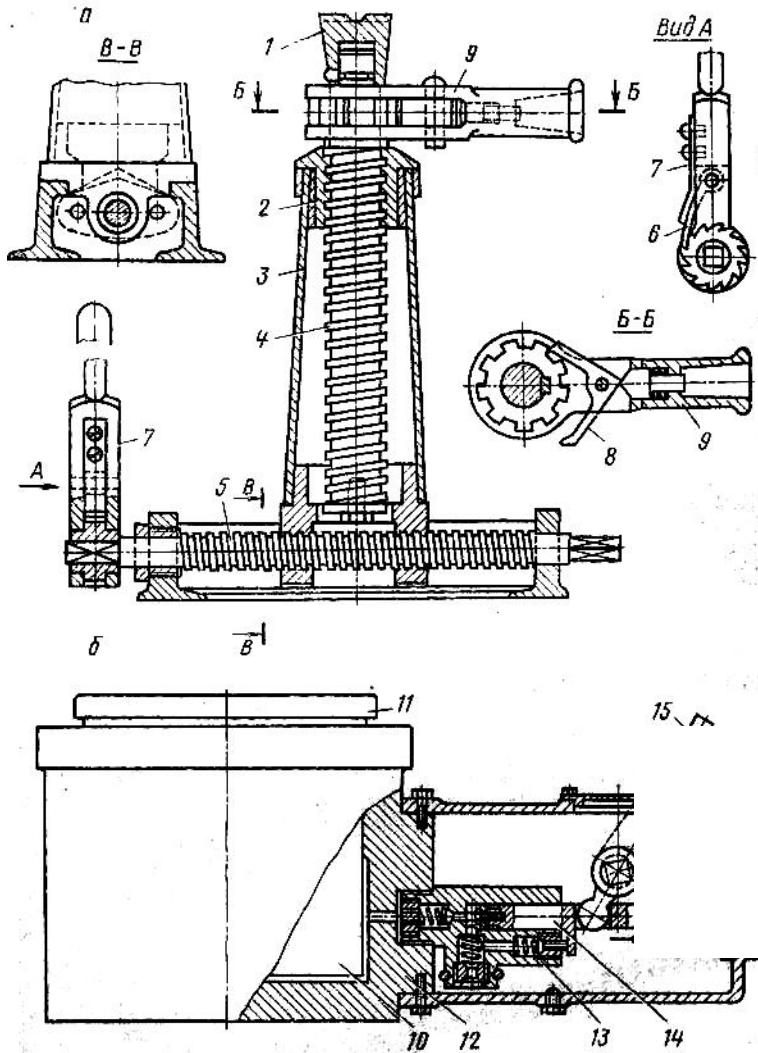


Рис. 1. Домкраты:

- а — винтовой; б — гидравлический;
- 10 — скалка; 11 — упорная головка;
- 12 — корпус; 13 — плунжерный насос;
- 14 — плунжер; 15 — рукоятка

В салазках по направляющим при вращении винта 5 перемещается опорная плита-гайка. Вращение винта производится рукояткой 7, снабженной собачкой 6.

КПД винтовых домкратов мал (0,3—0,4) из-за наличия в конструкции самотормозящейся резьбы. Грузоподъемность этих домкратов дана в табл. 1.

Таблица 1

Домкраты	Грузоподъемность, т
Винтовые	1,0; 2,0; 3,2; 5,0; 8,0; 12,5; 16,0; 20,0
Винтовые на салазках	5,0; 8,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0; 63,0; 100,0
Реечные	0,5; 1,0; 2,0; 3,2; 5,0; 8,0; 12,5
Гидравлические	3,2; 5,0; 8,0; 12,5; 20,0; 32,0; 50,0; 80,0; 125,0; 160,0; 200,0; 250,0

Гидравлические домкраты (рис. 1, б) отличаются от винтовых малыми габаритами, меньшей массой и более высоким КПД (0,75—0,8), а также имеют другие преимущества: более плавный подъем и опускание груза, точную остановку перемещаемого объекта в необходимом положении. Однако гидравлические домкраты имеют и недостатки: малую скорость и небольшую высоту подъема груза. Гидравлические домкраты выпускаются и с механическим приводом. Скорость и высота подъема груза у них больше, чем у домкратов с ручным

приводом. Грузоподъемность гидравлических домкратов приведена в табл. 1.

Лебедки. Эти механизмы предназначены для подъема груза по вертикали и перемещения его по наклонной или горизонтальной плоскости. Они применяются при монтажных и ремонтных работах. В зависимости от конструктивного исполнения лебедки разделяются на несколько типов. Классификация лебедок приведена на рис. 2.

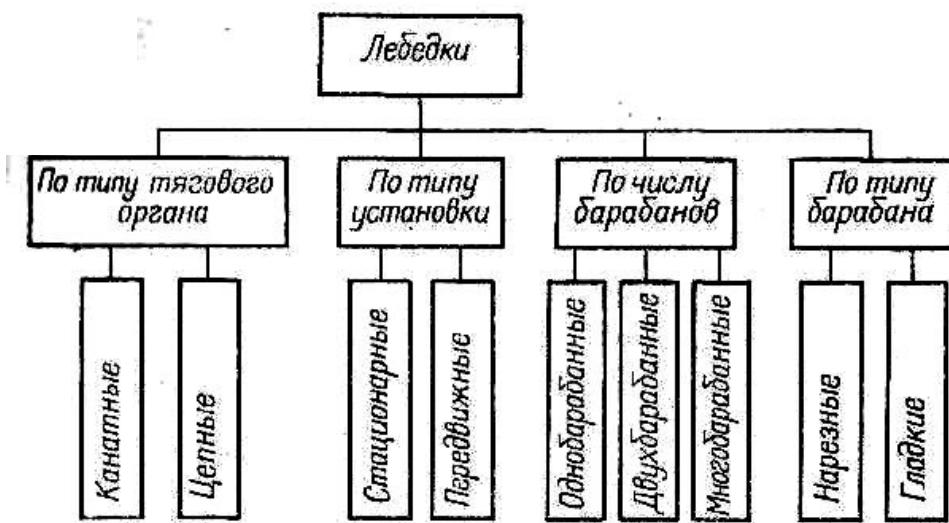
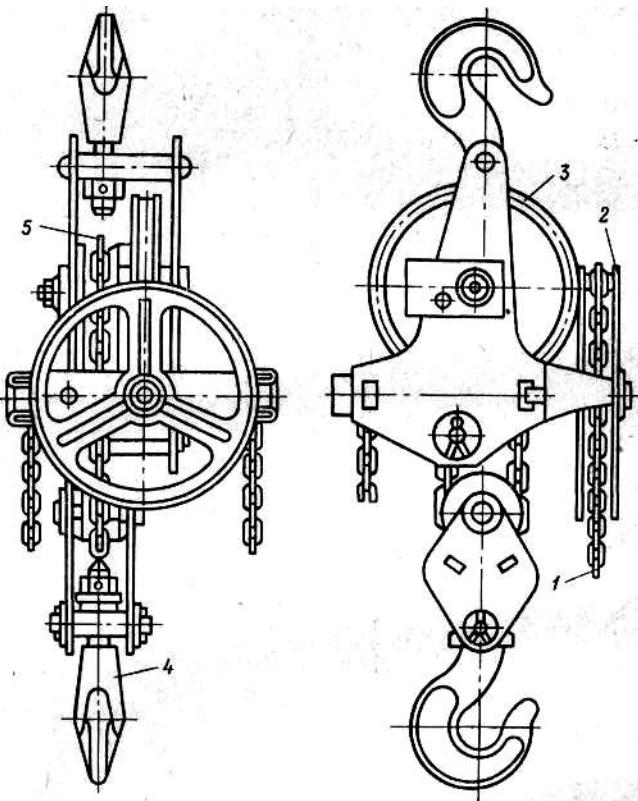


Рис. 2. Классификация лебедок

Наиболее часто в производстве встречаются особо компактные лебедки — тали, которые по типу привода подразделяются на ручные, электрические и пневматические, а по роду передачи — на червячные и шестеренные. На рис. 3 изображена ручная червячная таль. Пластинчатый тормоз с храповым колесом, установленные на валу червяка, предупреждают самопроизвольное опускание груза. Торможение происходит от осевой силы на червяке, возникающей под действием поднимаемого груза. При перемещении вручную цепи 1 вращается червяк, жестко соединенный со звездочкой 2. От червяка вращение передается шестерне 3, которая перемещает грузозахватный механизм 4 через цепь 5.

Рис. 3. Таль ручная червячная



Тяговое усилие на цепи механизма подъема 350—750 Н. Грузоподъемность талей с ручным приводом 1 — 12,5 т, с электрическим приводом 0,25—15 т.

Краны. Для установки оборудования на место монтажа применяют краны консольного типа — поворотные, велосипедные, на колонке, передвижные ручные и др. В качестве подъемного механизма в них применяются, как правило, электрические тали. Грузоподъемность этих кранов определяется грузоподъемностью талей.

Нестандартизированное подъемное оборудование — треноги и козлы. Изготавливают треноги и козлы на самом предприятии из стальных труб или проката. При изготовлении

руководствуются прочностными расчётом.

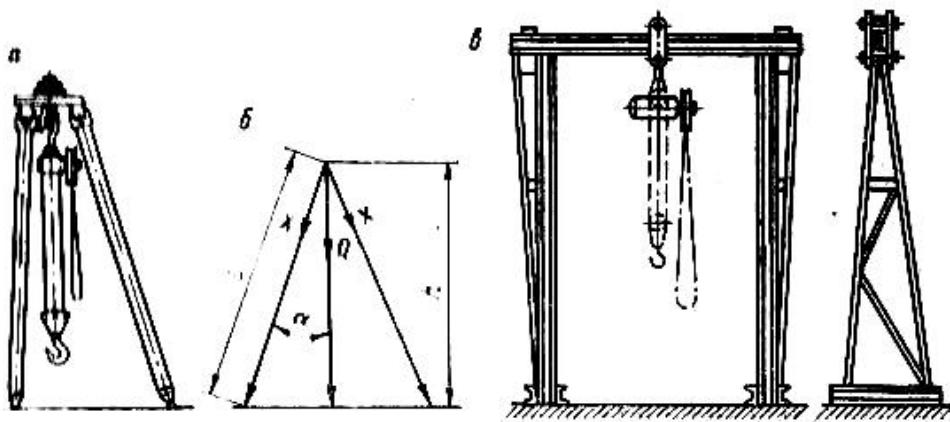


Рис. 4. Механизмы для вертикального перемещения грузов:
а — общий вид треноги из стальных труб; б — расчетная схема; в — козлы

Треноги (рис. 4) применяют для подъема груза массой до 3 т на высоту до 3 м.

§ 4. Техника безопасности при подъемно-транспортных работах

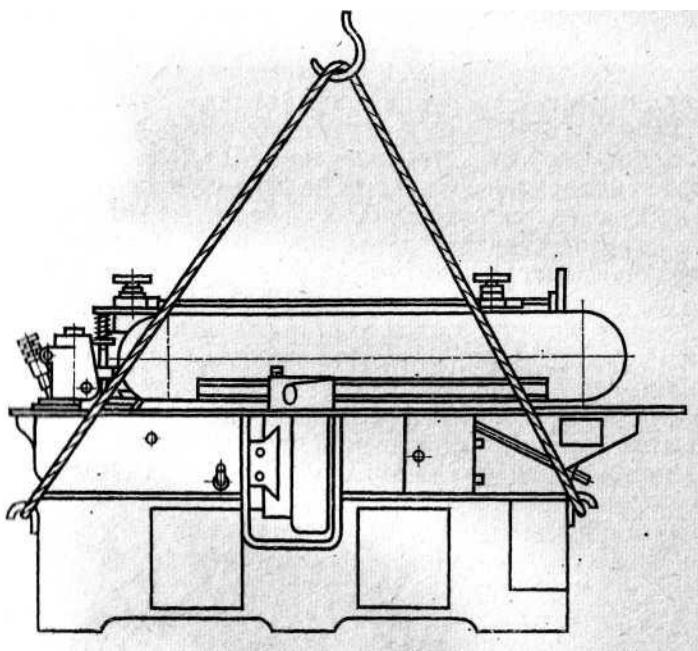


Рис. 5. Схема транспортировки станка

К подъемно-транспортным машинам и механизмам предъявляются повышенные требования по технике безопасности. Надзор за правильным использованием машин, их состоянием возложен на комитеты по надзору при совете министров союзных республик (Госгортехнадзор). Соблюдение правил и норм Госгортехнадзора обязательно при эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов.

Грузоподъемные машины и механизмы должны подвергаться частичному периодическому освидетельствованию через каждые 12 мес., а через каждые 3 года — полному освидетельствованию. Машины и механизмы, редко эксплуатируемые, подвергаются полному техническому

освидетельствованию через каждые 5 лет. Техническое освидетельствование проводится с целью проверки правильности эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов и их технического состояния путём осмотра и опробования в работе. Все результаты освидетельствования заносят в журнал. При наличии неисправностей в грузоподъемных машинах и механизмах работа на них запрещается.

Правилами Госгортехнадзора запрещается поднимать грузы, масса которых превышает грузоподъемность машины. Запрещается поднимать грузы, находящиеся в неустойчивом равновесии. При транспортировке вновь поступающего оборудования необходимо руководствоваться схемами транспортировки, предлагаемыми в эксплуатационных документах. На рис. 5 дана схема транспортировки станка без упаковки с помощью канатных строп.

Если оборудование перемещается кранами, кран-балками, в помощь крановщику назначают прошедших специальную подготовку и сдавших экзамены стропальщиков

(такелажников). Стропальщик перед началом работы должен проверять исправность грузозахватных устройств, правильно производить строповку груза, предупреждать появление посторонних лиц в зоне подъёма и перемещения груза.

ГЛАВА 2. ФУНДАМЕНТЫ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ

§ 1. Общие требования к фундаментам и основаниям

Оборудование устанавливают на специально изготовленные опорные площадки-фундаменты. Фундаментом называется устройство, обеспечивающее станку (или группе станков) правильную ориентацию в пространстве и сохранение этой ориентации во весь период эксплуатации. Допускается установка оборудования на бетонные подушки полов и на междуэтажные перекрытия. Фундаменты и основания должны поглощать вибрации, возникающие при работе оборудования.

Выбор типа фундамента или основания под оборудование — ответственный момент в процессе монтажа. От конструкции фундамента зависят степень вибрации, износ, качественные показатели наладки и настройки, точность работы и другие показатели работы оборудования. Неправильный выбор конструкции фундамента приводит к ухудшению качества обрабатываемых деталей, к смещению оборудования с установленного места, что особенно нежелательно при увязке оборудования в поточных линиях.

При выборе типа фундамента или основания следует руководствоваться классификационной категорией оборудования (назначением, характером движения рабочих органов и материала, конструктивными особенностями и т. д.), а также учитывать характер и величину нагрузок, возникающих при работе оборудования, его массу, класс точности и др.

Создание фундаментов состоит из двух этапов — проектирования и изготовления. При проектировании составляют расчетную схему, определяющую величины и координаты точек приложения сил, действующих на фундамент, затем находят размеры фундамента, после чего делают его проверочные расчеты.

Фундаменты изготавливают по чертежам, в которых содержатся данные о материале, месте расположения фундамента, проектные высотные отметки. Кроме того, составляют план-график работ по подготовке оснований к сооружению фундаментов и монтажу оборудования. При групповом расположении индивидуальных фундаментов между рядом стоящими фундаментами оставляют свободную зону шириной не менее 0,5 м.

Для обеспечения оптимального режима работы оборудования высоту наземной части фундамента следует изготавливать возможно меньшей. Площадь поперечного сечения верхней опорной поверхности фундамента определяется размерами станины у основания. Глубина заложения фундамента и сечение его подошвы определяются особенностями грунта. При устройстве фундаментов необходимо стремиться к совпадению по вертикали центров масс оборудования и фундаментов. Допускаемый эксцентриситет составляет 5% от размера стороны подошвы фундамента, в направлении которой наблюдается смещение центра тяжести, для грунтов с нормативным давлением больше $1,5 \cdot 10^5$ Па и 3% для грунтов с нормативным давлением до $1,5 \cdot 10^5$ Па.

Оборудование допускается монтировать на фундаменты при достижении бетоном прочности выше 50% от проектной прочности на сжатие. В момент опробования работы оборудования на холостом ходу прочность бетона должна быть выше 70% от проектной.

§ 2. Классификация фундаментов

Фундаменты передают на грунт давление от массы оборудования и возникающих при его работе инерционных сил, ударных нагрузок и т. д. Различают групповые и индивидуальные фундаменты.

Групповые фундаменты представляют собой единое полотно толщиной 150—250 мм под несколько единиц оборудования (группу) и служат только основанием для станков. В

качестве единого полотна может быть использован бетонный слой пола или иная конструкция полов. Существует несколько конструкций полов, на которые можно устанавливать станки. Как правило, в поперечном сечении полы изготавливают двухслойными (рис. 6): в верхнем слое строительным материалом является бетон 1 (а), красный кирпич 3 (б), торцовочные шашки 5 (в) или булыжник 6 (г); материал нижнего слоя выбирают в зависимости от материала верхнего слоя, им может быть песок 2, гравий 4 и бетон.

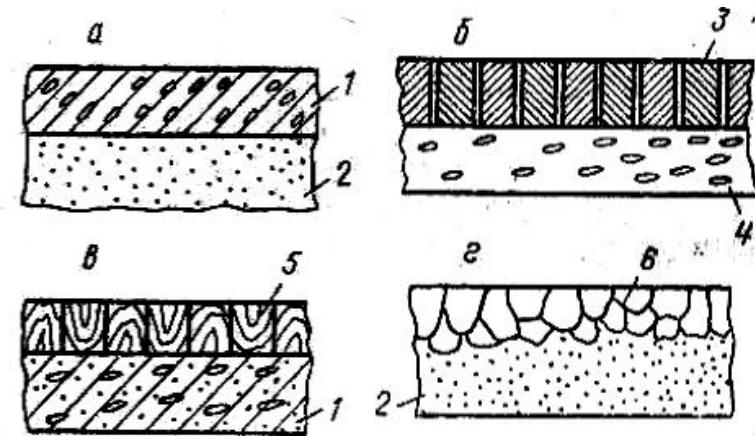


Рис. 6. Конструкции полов для установки станков

точных средних и тяжелых станков, а также станков, работающих с умеренными и повышенными динамическими нагрузками. Назначение индивидуальных фундаментов помимо обеспечения правильного положения станков и их виброустойчивости — изолировать станки друг от друга, чтобы избежать передачи вибрации через грунт, а также повысить жесткость станины.

В зависимости от конструктивных особенностей установленного оборудования, величины и характера динамических нагрузок индивидуальные фундаменты разделяют на пять групп.

К первой группе относятся фундаменты общего назначения. Они используются для установки оборудования среднего типа, работающего при умеренных режимах. На фундаменты общего назначения устанавливают транспортеры, конвейеры, гидро- и пневмонасосы и т. п. Конструктивно эти фундаменты выполняются в виде бетонных или кирпичных блоков.

Вторая группа включает фундаменты для оборудования с кривошипно-шатунными механизмами, при работе которых возникают большие динамические нагрузки. На фундаменты этой группы устанавливают лесопильные рамы, тяжелые компрессоры и т. п. Изготавливают эти фундаменты монолитными из бетона или железобетона.

Третья группа объединяет фундаменты для машин с ударными нагрузками. Фундаменты этого типа выполняются большой массы и значительных размеров с включением упругих элементов, смягчающих ударные нагрузки. Эти фундаменты изготавливают монолитными, блочными и рамными.

Четвертой группе относятся фундаменты под тяжелое оборудование (прессы и т. п.). Они имеют большие габариты и массу. Как правило, их изготавливают монолитными.

Пятая группа включает фундаменты под точные станки среднего и тяжелого типа, а также под уникальные станки. Эти фундаменты проектируют индивидуально, они имеют сложную конфигурацию и большую массу.

По конструкции фундаменты разделяют на монолитные, блочные, каркасные, свайные, брусковые; по форме — на ленточные, прямоугольные, ступенчатые, фасонные.

§ 3. Материалы для изготовления фундаментов

Для фундаментов применяют различные строительные материалы: обожженный кирпич, бетон, железобетон и др. Кирпич используют для кладки фундаментов под станки массой до 3 т, работающие со спокойными нагрузками. Фундаменты из кирпича допускаются при расположении их выше уровня грунтовых вод. Силикатный кирпич не применяется.

Наиболее часто используют для изготовления фундаментов бетон. Для бетонных

групповые фундаменты устанавливают легкие и средние станки нормальной точности, работающие в спокойных режимах с преобладающими статическими нагрузками и имеющие достаточно жесткие станины (станина считается жесткой, если отношение ее длины к высоте не превышает 2:1).

Индивидуальные фундаменты сооружают для

станков, работающих с умеренными

и повышенными динамическими

нагрузками. На фундаменты

общего назначения устанавливают

транспортеры, конвейеры, гидро-

и пневмонасосы и т. п. Конструктивно эти фундаменты выполняются в виде бетонных или кирпичных блоков.

Вторая группа включает фундаменты для оборудования с кривошипно-шатунными

механизмами, при работе которых возникают большие динамические нагрузки. На фундаменты

этой группы устанавливают лесопильные рамы, тяжелые компрессоры и т. п. Изготавливают эти

фундаменты монолитными из бетона или железобетона.

Третья группа объединяет фундаменты для машин с ударными нагрузками.

Фундаменты этого типа выполняются большой массы и значительных размеров с включением

упругих элементов, смягчающих ударные нагрузки. Эти фундаменты изготавливают монолитными, блочными и рамными.

Четвертой группе относятся фундаменты под тяжелое оборудование (прессы и т. п.).

Они имеют большие габариты и массу. Как правило, их изготавливают монолитными.

Пятая группа включает фундаменты под точные станки среднего и тяжелого типа, а

также под уникальные станки. Эти фундаменты проектируют индивидуально, они имеют

сложную конфигурацию и большую массу.

По конструкции фундаменты разделяют на монолитные, блочные, каркасные, свайные,

брусковые; по форме — на ленточные, прямоугольные, ступенчатые, фасонные.

фундаментов обычно применяют портландцемент марок от 200 до 600 и наполнители. Для приготовления бетонной смеси рекомендуется 1 мас. ч. цемента, 3 мас. ч. чистого кварцевого песка и 5 мас. ч. щебня или гальки. Присутствие глины в бетонной смеси не допускается. Начало схватывания бетонной смеси после заливки фундамента происходит через несколько часов, полное затвердевание бетона — через 28 суток.

Для фундаментов используют различные марки бетона. Марка бетона соответствует пределу прочности на сжатие в паскалях бетонного образца, взятого после 28 суток его твердения. Под оборудование, работающее со спокойными и уравновешенными динамическими нагрузками, применяют бетон марки $(85 \dots 90) 10^5$; под тяжелое оборудование и оборудование, работающее со значительными динамическими нагрузками (лесопильные рамы, компрессоры, пути для подъемно-транспортного оборудования и т. п.), применяют бетон марки $(90 \dots 110) 10^5$; под тяжелое и ответственное оборудование, при эксплуатации которого вводятся ограничения в отношении возникающих вибраций (прессовое, вентиляционное и т. п.) — бетон марки $(110 \dots 140) 10^5$. В качестве наполнителей для бетонов применяют песок, гравий, шлак, битый кирпич и др.

§ 4. Проектирование фундаментов

Проектирование фундаментов состоит из нескольких этапов: составления расчетной схемы; определения размеров фундаментов; расчета фундаментных болтов; проверочного расчета по статическим нагрузкам; проверочного расчета по динамическим нагрузкам.

Составление расчетной схемы. Этот этап заключается в определении величин и координат точек приложения сил, действующих на фундамент. В общем случае на него действуют статические и динамические силы.

Статические силы возникают от действия масс станка (m_{ct}), фундамента (m_ϕ) и обрабатываемой детали (m_d). К статическим силам также относятся сила натяжения ремней привода P_{pr} и усилие подачи P_p (если электродвигатель привода и механизм подачи установлены вне станка).

Динамические силы возникают от дисбаланса вращающихся частей станка, а также при возвратно-поступательном движении его элементов. Динамические силы для упрощения расчетов приводят к эквивалентным статическим.

При возвратно-поступательном движении эквивалентную силу определяют по формуле

$$P_{eq} = F_d K_{din},$$

где F_d — $me\omega^2$ — дисбаланс вращающихся частей станка; m — масса вращающейся детали, кг; e — величина смещения центра масс, м; ω — угловая скорость вращения, рад/с; $K_{din} = 1,5 \dots 2,0$ — коэффициент динамичности.

При возвратно-поступательном движении эквивалентную силу принимают равной 5—6-кратному значению силы резания:

где k — удельное сопротивление резанию, Н/мм²; B — ширина обработки, мм; H — толщина снимаемого слоя, мм; u — скорость подачи, м/мин; v — скорость резания, м/с.

В расчетных схемах (рис. 7) следует правильно учитывать направление действия сил. В расчетах необходимо учитывать только доминирующие силы. Силы, оказывающие небольшое воздействие на систему, можно отбросить.

Определение размеров фундамента. При определении размеров фундамента принимают во внимание вид грунта, в который будет заложен фундамент. Удельное допустимое давление P со стороны подошвы фундамента на грунт не должно превышать нормативного давления грунта p . Соотношение удельного и нормативного давлений связано коэффициентом α , учитывающим вид

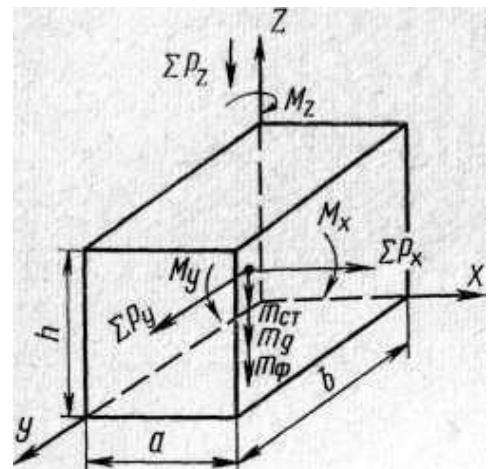


Рис. 7. Расчетная схема фундамента

динамического воздействия устанавливаемого оборудования (для станков $\alpha = 0,8$):

$$P_{\text{9KB}}^{\text{bp}} = (5 - 6) P_{\text{pes}} = (5 - 6) \frac{k B H u}{60 v}, \quad P \leq ap.$$

Нормативное давление в зависимости от вида грунта имеет различные значения. Для глины $p = (1 - 6) \cdot 10^5$ Па, суглинков — $(1-3) \cdot 10^5$ Па, крупного песка - $(3,5 - 4,5) \cdot 10^5$ Па, среднего песка — $(2,5 - 3,5) \cdot 10^5$ Па, мелкого песка — $(1,5-3) \cdot 10^5$ Па, щебня $6 \cdot 10^5$ Па, гравия — $(3-5) \cdot 10^5$ Па.

Исходя из допускаемого давления P на грунт, определяют основные размеры фундамента. Площадь нижней опорной поверхности (подошвы) F определяют по формуле

$$F = \sum m_i P_i$$

где $\Sigma m = m_\phi + m_{ct} + m_d$ — суммарная нагрузка на грунт от действия масс фундамента, станка и детали, кг. Массы фундамента определяют приближенно по эмпирической формуле

$$m_\Phi = K_B m_{\text{CT}},$$

где $K_{\text{ц}}$ — коэффициент нагрузки: для оборудования, работающего со статическими нагрузками, $K_{\text{н}} = 0,6 - 1,5$, с динамическими $K_{\text{д}} = 2 - 3$.

Высоту фундамента H определяют из выражения

$$H = m_\Phi/\gamma F,$$

где γ — удельный вес материала фундамента, Н/м³.

Ориентировочно высота фундаментов, закладываемых в отапливаемых помещениях, принимается равной 0,5—0,9 м для оборудования массой до 10 т. При установке оборудования на открытой площадке глубина заложения фундаментов должна быть ниже уровня промерзания грунта на 0,2—0,3 м.

Высота фундаментов должна быть больше длины фундаментных болтов на 0,1—0,2 м.

На рис. 8 изображен индивидуальный фундамент под четырехсторонний продольно-фрезерный станок С26-2 и схема установки на него станка. Фундамент рассчитан для эксплуатации станка в отапливаемом помещении. Глубина заложения фундамента зависит от вида грунта, но должна быть не менее 0,6 м.

Расчет фундаментных болтов. Фундаментные болты предназначены для крепления станков на фундаменты.

Посредством болтового

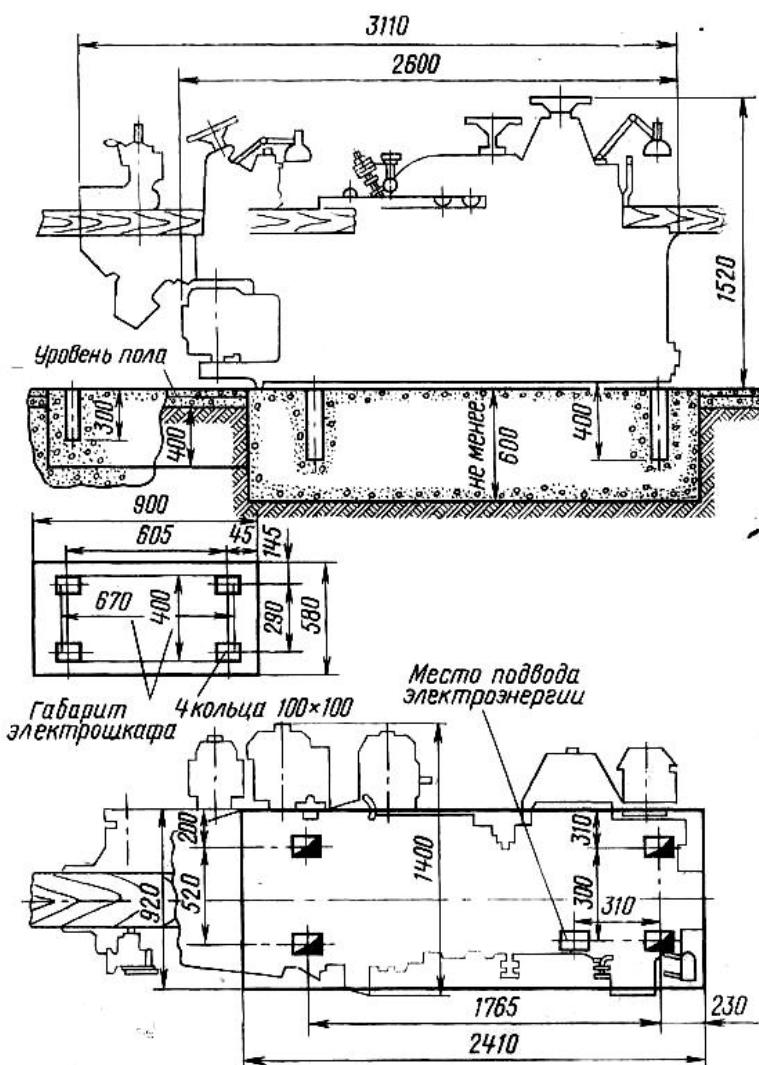


Рис. 8. Схема фундамента

соединения нижняя опорная поверхность станка плотно стыкуется с верхней опорной

поверхностью фундамента, в результате чего обеспечивается единство системы станок — фундамент. От этого соединения зависит надежность крепления станка на фундаменте и степень передачи возникающих при работе станка вибраций фундаменту.

Под фундаментные болты при заливке фундамента предусматривают специальные отверстия — колодцы, которые заливают жидким раствором цемента после установки станка на фундамент.

Расчет фундаментных болтов заключается в определении их диаметра и длины. На болты действует вырывающая их сила $P_{\text{выр}}$, которую определяют по формуле

$$P_{\text{выр}} = \frac{\Sigma C_{\text{гор}} l}{2a},$$

где $\Sigma C_{\text{гор}}$ — суммарная составляющая горизонтальных сил, действующих на фундамент, Н;

l — расстояние от точки приложения суммарной составляющей горизонтальных сил до верхней опорной поверхности фундамента, м;

a — ширина фундамента, м.

Затягивающая сила на болтах $Q_{\text{зат}}$ равна

$$Q_{\text{зат}} = 4P_{\text{выр}}.$$

Расчетный диаметр болта определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{P_{\text{выр}} + Q_{\text{зат}}}{0,785 [\sigma]}},$$

где $[\sigma]$ — допускаемое напряжение на разрыв материала болта (для стали $[\sigma] = 5 \cdot 10^7$ па).

Зная расчетный диаметр болта, подбирают по справочнику ближайший стандартный (в большую сторону).

Длина болта L зависит от его диаметра:

$$L = (15 - 20)d$$

Проверочный расчет по статическим нагрузкам. По статическим нагрузкам проверяют соответствие удельного давления фундамента и нормативного давления грунта, проверяют устойчивость фундамента на опрокидывание и сдвиг по грунту. При проверочных расчетах пользуются расчетной схемой фундамента и принимают следующие допущения: силы упругости, возникающие со стороны грунта при наличии колебаний, распространяются по нижней опорной поверхности фундамента; со стороны грунта нет ограничивающего воздействия на боковые поверхности фундамента; напряжения в грунте от упругого сжатия или сдвига распределяются по подошве фундамента равномерно; фундамент представляет собой абсолютно твердое тело.

Проверку устойчивости на опрокидывание и сдвиг по грунту проводят для фундаментов, принимающих большие инерционные нагрузки, действующие в горизонтальной плоскости.

Коэффициент запаса устойчивости против опрокидывания вокруг ребра b (см. рис. 7) определяют из отношения

$$K_{\text{уст} b} = M_{\text{уст} b} / M_{\text{опр} b}$$

где $M_{\text{уст} b}$ — момент устойчивости вокруг ребра b ;

$M_{\text{опр} b}$ — опрокидывающий момент вокруг ребра b ;

a — ширина фундамента;

h — высота фундамента.

Коэффициент устойчивости против опрокидывания вокруг ребра a

$$K_{\text{уст. } a} = \frac{(\Sigma P_z + \Sigma m) b}{2(M_x + \Sigma P_y h)}.$$

При проверочных расчетах коэффициента устойчивости против опрокидывания должно выполняться условие

$$K_{\text{уст}} \geq 1,8 \div 2.$$

Коэффициент запаса сдвига фундамента по грунту определяют из отношения

$$K_{\text{сдв}} = P_{\text{уд}} / P_{\text{сдв}},$$

где $P_{уд}$ — сила, удерживающая фундамент от скольжения по грунту;

f — коэффициент трения скольжения между подошвой фундамента и грунтом; для сухого грунта $f = 0,5$, для мокрого $f = 0,3$; при наличии вибрации фундамента $f = 0,2$; $P_{сдв}$ — сила, стремящаяся сдвинуть фундамент, $P_{сдв} = \sqrt{(\sum P_x)^2 + (\sum P_y)^2}$.

Проверочный расчет по динамическим нагрузкам. По динамическим нагрузкам проверяют систему станок — фундамент на резонанс и определяют максимальную амплитуду вынужденных колебаний этой системы. Во избежание резонанса частоты собственных и вынужденных колебаний системы должны различаться в 3—5 раз. Максимальная амплитуда вынужденных колебаний не должна превышать допустимых нормативов: для лесопильных рам — 0,2 мм; для большинства деревообрабатывающих станков — 0,05 мм.

Число собственных колебаний системы фундамент — станок определяют по формулам:

число вертикальных колебаний в минуту

$$\omega_v = 9,55 \sqrt{C_z F/m};$$

число горизонтальных колебаний в минуту

$$\omega_r = 9,55 \sqrt{C_x F/m},$$

§ 5. Причины возникновения вибрации оборудования

Отличительная черта деревообрабатывающего оборудования — высокая скорость резания. Режущий инструмент совершает в минуту до 9—12 тыс. оборотов и более. Вследствие того, что режущий инструмент практически всегда имеет дисбаланс, это обстоятельство обуславливает появление колебания оборудования — вибраций. Кроме того, причинами вибраций могут быть: 1) дисбаланс роторов электродвигателей, соединительных муфт, шкивов ременных передач, шпинделей и др.; дисбаланс возникает от несовпадения центра тяжести детали с осью ее вращения; 2) недостаточная жесткость системы станок—приспособление — инструмент — деталь (СПИД) вследствие податливости опор шпинделей, недостаточной жесткости шпинделей, податливости инструмента и установочных поверхностей и др.; 3) неравномерный износ отдельных деталей и сборочных единиц оборудования; износ характеризуется появлением люфтов и зазоров в сопрягаемых деталях, что способствует появлению вибраций; 4) неправильная центровка электродвигателей с приводимыми в движение частями оборудования — инструментом, шкивами, валами, муфтами, редукторами и др.; неправильная центровка возникает вследствие небрежности при монтаже или из-за износа установочных поверхностей центрируемых элементов.

Источниками вибраций также могут быть инерционные силы, возникающие при работе оборудования. С большими возвратно-поступательно движущимися массами, например пильных рамок у лесопильных рам, поршней гидро- и пневмоцилиндров, кривошипно-шатунных механизмов компрессоров, а также неправильный выбор конструкции фундамента или нарушение его прочности.

Вибрации отрицательно действуют на здоровье человека, вызывая усталость, утомление, понижение чувствительности, онемение и отечность конечностей, атрофию мышц, а также заболевание суставов костей и предрасположение к гипертонии.

Вибрация нарушает нормальный режим работы оборудования, сокращает срок его службы. Возможна передача вибрации на соседнее оборудование, здание. Однако вибрация оборудования может быть существенно уменьшена балансировкой вращающихся деталей, применением виброизоляции и в результате других мероприятий.

§ 6. Балансировка деталей

Несовпадение центра тяжести детали с осью ее вращения называют статическим дисбалансом, а неравенство нулю центробежных моментов инерции — динамическим дисбалансом.

При вращении детали с дисбалансом на нее в общем случае будет действовать главный вектор центробежных сил, приложенный в центре тяжести детали, и пара сил, приложенная в плоскости, проходящей через ось вращения детали.

Статический дисбаланс (рис. 9, а) при рабочей угловой скорости вращения детали образует центробежную силу C , которая определяется по формуле

$$C = m_d e \omega^2,$$

где m_d — масса детали, кг;

e — величина смещения центра массы относительно оси вращения, м;

ω — угловая скорость вращения детали, рад/с.

Дисбаланс создает статический момент M , поворачивающий деталь в статически устойчивое положение. Для того чтобы деталь статически уравновесить, необходимо к центробежной силе от дисбаланса прибавить равную, но противоположно направленную силу. Такую силу можно создать противовесом m_y на радиусе R так, чтобы

$$m_y R \omega^2 = m_d e \omega^2;$$

условное смещение e центра массы детали от оси вращения

$$e = \frac{m_y R}{m_d}.$$

Величину e называют удельным дисбалансом, т. е. дисбалансом, приходящимся на 1 кг массы детали.

Статическая балансировка производится на специальном приспособлении, основной элемент которого — две горизонтально расположенные

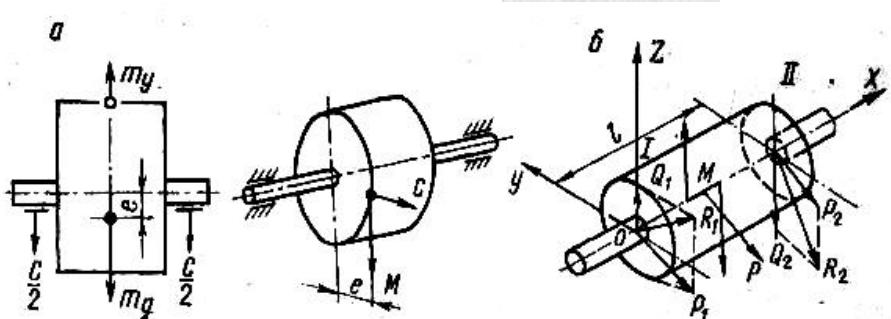


Рис. 9. Дисбаланс ротора: а — статический; б — динамический

параллельные друг другу призмы. Деталь, например фрезу, помещают на оправку цилиндрической формы, которую устанавливают в сборе с фрезой на призмы таким образом, чтобы фреза оказалась между призмами. Если фреза статически не уравновешена, то под действием дисбаланса она стремится занять статически устойчивое положение, проворачиваясь вместе с оправкой на призмах. Определив ориентировочно место дисбалансной массы (в состоянии покоя фрезы на призмах это место будет в нижней части фрезы), на ее противоположную часть добавляют некоторую массу, например кусочек пластилина. Добавочную массу подбирают до тех пор, пока фреза будет находиться в состоянии покоя при любой установке ее вместе с оправкой на призмы. Взвесив пластилин, определяют дисбаланс. Устраниют его выверливанием или стачиванием лишнего металла.

При динамическом дисбалансе главный вектор центробежных сил и главный момент могут быть заменены двумя силами, приложенными в двух любых, заранее выбранных плоскостях, перпендикулярных оси вращения детали.

Пусть P (рис. 9, б) будет главным вектором центробежных сил, а M — главным моментом. Главный вектор и главный момент определяются из выражений:

$$P = m\omega^2;$$

$$M = \omega^2 \sqrt{I_{zx}^2 + I_{zy}^2},$$

где m – масса ротора, кг;

I_{zx} и I_{zy} – центробежные моменты инерции в плоскостях zox и zoy , м⁴.

Выберем две плоскости перпендикулярные осям вращения детали, например / и // . Силу P можно разложить на две составляющие P_1 и P_2 , приложенные в выбранных плоскостях, а момент M , образованный силами Q , таким образом, чтобы

$$M = Ql$$

Сложив в каждой из плоскостей силы P_1 и Q_1 и P_2 и Q_2 , получаем две равнодействующие R_1 и R_2 , заменяющие главный вектор и главный момент центробежных сил. Поскольку силы R_1 и R_2 пропорциональны квадрату угловой скорости ω , уравновесить деталь можно, поместив по одной добавочной массе в каждой из плоскостей направления так, чтобы центробежные силы, создаваемые ими, уравновесили действующие на деталь центробежные силы R_1 и R_2 , которые возникли вследствие начального дисбаланса детали.

Этим обстоятельством пользуются на балансировочных машинах. Для балансировки какой-либо детали заранее выбирают две плоскости перпендикулярные осям вращения и удобные для установки уравновешивающих грузов или удаления части материала детали, и балансировочную машину настраивают так, чтобы можно было определить место установки и величину грузов, которые следует добавить (или удалить) в каждой из плоскостей направления для полного уравновешивания детали. Статический и динамический дисбалансы при таком способе балансировки не различаются и устраняются совместно.

§ 7. Виброизоляция оборудования

Для защиты оборудования от вибрации применяют активную и пассивную виброизоляцию. Активная виброизоляция предусматривает изоляцию источники колебаний. Пассивной называют виброизоляцию, при которой изолируется от источника колебаний соседнее оборудование.

Виброизоляция осуществляется путем установки оборудования на полу цеха на виброизолирующих опорах, подкладках и ковриках или на специальных виброизолирующих фундаментах. На виброопорах можно устанавливать многие станки нормальной точности, что позволяет отказаться от крепления станков болтами на фундаменты и тем самым сокращает трудоемкость монтажных работ.

Основные требования к виброизоляторам — подкладкам из упругих материалов следующие: малый динамический модуль упругости (меньше $120 \cdot 10^5$ Па), механическая прочность и долговечность. При проектировании фундаментов с подкладками из упругих материалов следует предусматривать возможность периодической замены подкладок во избежание ухудшения их демпфирующих свойств вследствие старения.

Установка оборудования на виброизолирующих опорах. На виброизолирующих опорах устанавливают оборудование массой до 10 т с жесткими станинами. Опоры позволяют производить выверку станков по уровню при любой конструкции станины — при наличии опорных лап с отверстиями или без отверстий. Требуемое исполнение болта оговаривается при заказе опор. Величина регулирования уровня установки оборудования и вертикальной плоскости составляет 5—10 мм, в зависимости от типа опор.

Применяются виброизолирующие опоры двух типов. При подборе опор первого типа (опоры ОВ-30) необходимо предварительно рассчитать распределение массы станка по опорным точкам. Подбор производится по номограммам. При подборе опор второго типа (опоры ОВ-31) не требуется проводить предварительных расчетов. Характеристика этого типа опор такова, что частота собственных колебаний станка на опорах мало зависит от нагрузки на опоры.

Выверка оборудования при установке его на виброизолирующие опоры (рис. 10, а) производится вращением винта 4, который установлен в корпусе 2 опоры. На винте перемещается по резьбе буртик 3, удерживающий станину 1.

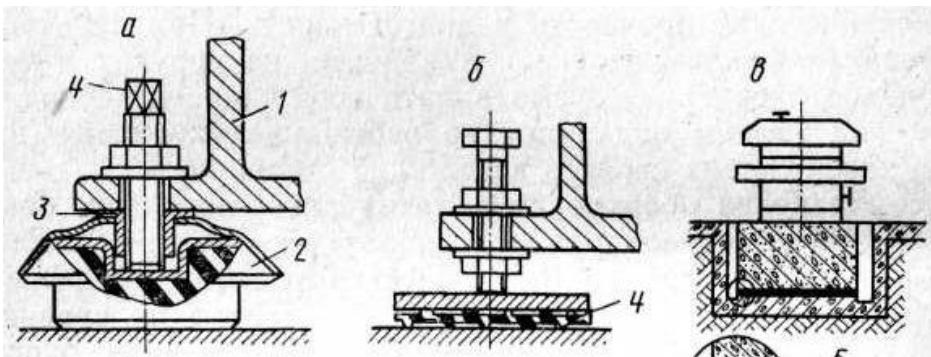


Рис. 10. Установка оборудования на виброизоляторах:
а — на опорах; б, в — на ковриках

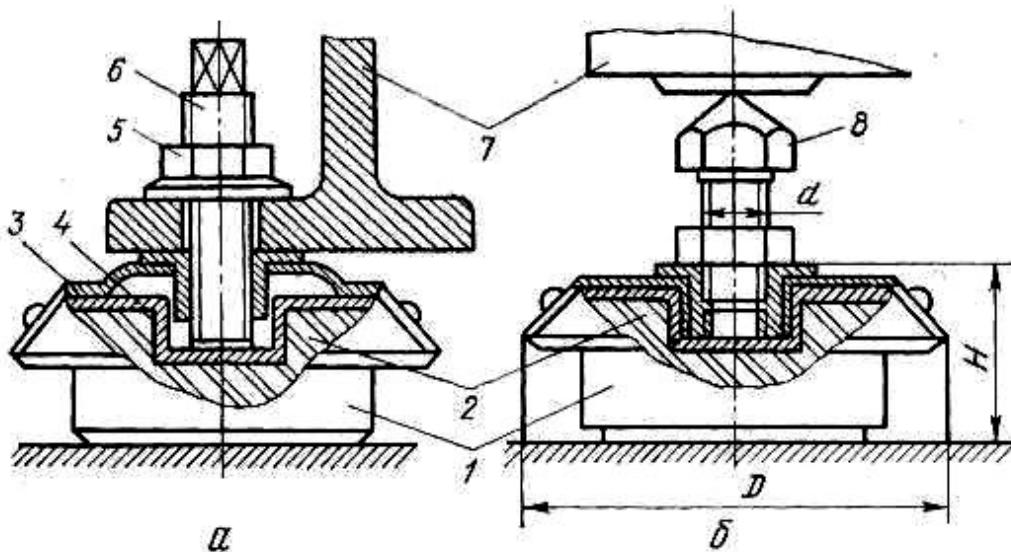


Рис. 11. Виброизолирующие опоры станков:
а — с проходным болтом; б — с упорным болтом; 1 — нижнее основание; 2 — резиновый элемент;
3 — гофрированная пружина; 4 — верхнее основание; 5 — гайка; 6 — проходной болт; 7 — станина станка;
8 — упорный болт

Резинометаллические опоры (рис. 11) изготавляются серийно и предназначены для установки станков с жесткими станинами (отношение длины станка к высоте 4—5) массой до 10—15 т. Основные габариты опор: $D = 140 \dots 180$ мм, $H = 45 \dots 50$ мм, $d = M12 \dots M20$. Опоры устанавливают в соответствии с указаниями в паспорте станка вместо фундаментных болтов. Они имеют устройство для выверки станка по уровню в диапазоне до 10 мм. Опоры подбирают по номограмме, предварительно рассчитав распределение весовой нагрузки станка по опорным точкам. Для этого вначале находят положение центра тяжести станка, а затем, исходя из уравнений равновесия, определяют реакции опор.

Установка оборудования на виброизолирующих подкладках и ковриках. При этом способе виброизоляция оборудования осуществляется двумя способами: 1) оборудование устанавливают непосредственно на виброизолирующие подкладки 4 (рис. 10, б); 2) виброизолирующий коврик 5 прокладывается под фундаментным блоком, на котором смонтировано оборудование (рис. 10, в). При монтаже коврик покрывают гидроизоляционной бумагой и листом кровельного железа. Допускается установка ковриков в несколько слоев, при этом собственная частота колебаний системы при той же удельной нагрузке уменьшается в \sqrt{n} раз (где n — количество слоев).

Виброизолирующие подкладки изготавливают из стандартных ковриков, которые

разрезают на определенный размер. Требуемую площадь подкладок рассчитывают следующим образом: определяют требуемую собственную частоту; задают типоразмер коврика и определяют удельную нагрузку на коврик, при которой обеспечивается требуемая собственная частота; рассчитывают распределение массы оборудования между опорными точками; определяют площадь подкладки под каждую опорную точку. Если площадь подкладки слишком велика (больше 250—400 см²), выбирают типоразмер коврика, рассчитанный на большие удельные нагрузки, и повторяют расчет.

Стоимость подкладок значительно ниже, чем стоимость виброизолирующих опор, однако долговечность их меньше долговечности опор, так как подкладки не защищены от попадания агрессивных жидкостей (например, масла и т. д.).

Для уменьшения вибрации оборудования иногда применяют способы, связанные с реконструкцией фундаментов. Реконструкция фундаментов заключается в уширении их подошвы или забивке свай по периметру фундамента в один-два ряда. Наибольший эффект дает сочетание обоих способов.

ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Техническая документация при организации монтажных работ

Под монтажом оборудования следует понимать совокупность мероприятий по изготовлению фундаментов или оснований, установке на них оборудования, его первичной наладке, регулированию, опробованию в работе со сдачей в эксплуатацию. От высококачественного монтажа и правильной первичной наладки во многом зависит дальнейшая безаварийная работа оборудования, особенно автоматических и полуавтоматических станочных линий. Именно в этот период закладывается основа правильной эксплуатации оборудования, создаются предпосылки безотказной его работы в течение всего времени эксплуатации.

В период монтажа заводы-изготовители монтируемого оборудования оказывают непосредственную помощь деревообрабатывающим предприятиям: представляют рекомендации в эксплуатационных документах по транспортировке оборудования, выбору типа фундамента или основания, а также по наладке оборудования. При необходимости завод-изготовитель должен консультировать потребителя или высыпать своих представителей для осуществления монтажных или пусконаладочных работ.

При монтаже, пуске, регулировании, обкатке и приемке оборудования необходимо соблюдать требования эксплуатационных документов. Руководящим материалом в эксплуатационных документах для проведения монтажных и пусконаладочных работ является инструкция по эксплуатации. Инструкция содержит сведения, необходимые для технически правильного проведения монтажа, пуска, регулирования, обкатки и приемки оборудования, монтаж которого проводится на месте его применения.

Инструкция содержит описание работ и операций, проводимых с оборудованием, технологическую последовательность их выполнения с указанием способов выполнения работ и потребных при этом приборов, инструментов, принадлежностей и специального оборудования. В инструкции приводится сетевой график выполнения работ, содержащий укрупненный перечень операций, подлежащих выполнению, с указанием времени, необходимого на выполнение каждой из них. Подробно излагаются трудные и сложные приемы разборки, сборки, монтажа оборудования, иллюстрированные соответствующими рисунками и схемами.

В инструкции должны быть указаны и описаны в определенной последовательности все этапы работ, связанные с монтажом, пуском, регулированием, обкаткой и приемкой оборудования. Так, при подготовке к монтажу указываются порядок транспортировки оборудования от места получения до места монтажа, правила распаковки, осмотра и проверки комплектности, требования к месту в помещении или на объекте для

монтажа, правила расконсервации оборудования и т.п.; при монтаже — правила размещения монтажного оборудования, технологическая последовательность монтажа всех составных частей оборудования, способы монтажа, методика проверки правильности выполнения монтажа и т. д.

Организации или предприятия, осуществляющие монтажные работы, должны также соблюдать общие правила производства и приемки монтажных работ (СНиП Ш-Г.10—66), и, кроме того, требования правил Гостехнадзора России, техники безопасности, охраны труда, противопожарной безопасности, санитарно-гигиенических норм.

В процессе монтажа, пуска, регулирования, обкатки и приемки оборудования организации, ответственные за проведение данных работ, должны вести журнал производства монтажных работ. В журнал заносят: краткую техническую характеристику устанавливаемого оборудования, основные этапы производства работ, некомплектность и дефекты оборудования и меры по их устранению, данные о качестве монтажных работ и приемосдаточных испытаний, все изменения, указания и дополнения, вносимые в проект при осуществлении монтажных и пусконаладочных работ, и т. д.

§ 2. Организация монтажных работ

Процесс монтажа технологического оборудования состоит из нескольких этапов. Вначале производят приемку под монтаж помещений или объектов. В помещениях к началу монтажа должны быть закончены основные строительные работы: выполнены черновые полы, навешены двери, застеклены окна и верхний фонарь, проемы перекрыты металлическими щитами. В холодное время года температура в помещении должна быть не ниже 5° С.

Второй этап — монтажная разметка, которую проводят для точного соответствия размещения оборудования монтажному чертежу. При монтажной разметке выбирают продольные и поперечные оси, а также высотные отметки. Геометрические оси устанавливаемого оборудования размечают относительно продольных и поперечных осей без отклонения. Это обстоятельство чрезвычайно важно при монтаже поточных линий.

Места под оборудование отмечают на монтажной площадке знаками. Знаки, предназначенные для отметки геометрических осей оборудования, называются плашками (рис. 12, а, 1), а для определения высотных отметок — реперами (рис. 12, б, 2). На плашке, размеры которой должны быть не менее 30x150 мм, керном наносят положение оси. Точность разметки осей керном на плашке должна быть $\pm 0,5$ мм, а точность установки реперов $\pm 0,2$ мм. Отсчет производят по верхней головке реперов. Установку реперов определяют с помощью нивелиров, при этом нивелирную линейку устанавливают на головку репера.

Геометрические оси устанавливаемого оборудования материализуются в виде струн из рояльной проволоки диаметром 0,3—0,5 мм (рис. 11, в). Струны подвешивают на кронштейнах на высоте около 200 мм от верхней точки фундамента и натягивают при помощи грузов. На струны подвешивают отвесы. Струны и отвесы располагают таким образом, чтобы струны проходили параллельно осям, а отвесы попадали в точки пересечения осевых и высотных отметок.

Для монтажной разметки мест под небольшое по размерам оборудование иногда применяют шаблоны; особенно это удобно при установке однотипного оборудования. Шаблоны изготавливают с одновременным внесением на них геометрических осей оборудования и окон под разметку анкерных колодцев. Для разметки места по шаблону достаточно

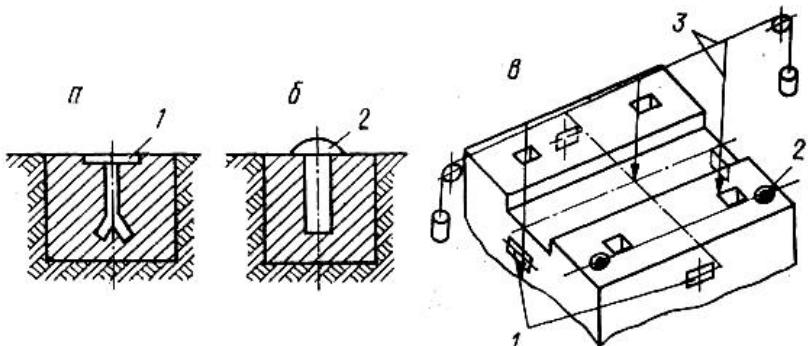


Рис. 12. Схема разметки фундаментов.
а — плашками; б — реперами; в — струнами

совместить оси на полу и шаблоне и обвести по контуру шаблон и окна.

Места под массивные фундаменты, занимающие большие площади, размечают монтажными угольниками, разметками и другими измерительными средствами, при этом монтажные отметки наносят колышками.

При разметке фундаментов особое внимание необходимо уделять точности расположения и размеров анкерных колодцев. Межцентровые расстояния колодцев во избежание ошибки следует сопоставить с рабочими чертежами устанавливаемого оборудования и размерами, снятыми с натуры. Расположение колодцев проверяют специально изготовленными шаблонами, глубину залегания — масштабными линейками или рейками, отклонения от вертикали — отвесом. Третий этап в производстве монтажных работ — изготовление фундаментов. Документом на производство фундамента является установочный чертеж, где схематически представлены продольные и поперечные разрезы монтируемого оборудования и фундамента, требуемые размеры и при необходимости — высотные отметки.

Изготовление фундаментов начинается с рытья котлованов. Параллельно с земляными работами изготавливают и устанавливают опалубку котлована, сваи, основание фундамента, при необходимости подготавливают поверхность грунта (разравнивают, уплотняют) и выполняют другие работы.

Перед заливкой опалубки бетоном проверяют точность размещения анкерных колодцев, монтажных проемов в теле будущего фундамента, а также все остальные размеры. Бетонную смесь заливают горизонтальными слоями по 200—400 мм без длительных (более 1 ч) перерывов в работе.

Для придания бетонной смеси большей подвижности водоцементное отношение при изготовлении бетона принимается 0,5—0,7. Для придания бетону стойкости к водной среде применяют добавки: кислые и основные гранулированные доменные шлаки, кислые золы, диатомиты, опоки, пемзы, вулканические туфы и др. Для ускорения твердения бетона следует вводить в процесс при отопления фундаментов его температурную обработку. Следует иметь в виду, что процесс затвердевания бетона происходит тем быстрее, чем выше температура окружающей среды. Применение при изготовлении бетона глиноземного цемента марок 400, 500, 600 значительно ускоряет процесс отвердевания бетона и, следовательно, подготовку фундаментов к монтажу.

Предназначенный к заливке в опалубку бетон должен поступать с бетонного завода в готовом виде, и укладка его должна производиться механизированным способом с применением вибраторов для уплотнения бетонной смеси. В течение нескольких первых суток после заливки опалубки бетоном возле фундамента во избежание его разрушения нельзя производить работы, связанные с появлением ощутимых вибраций; кроме того, для предупреждения растрескивания фундамент в этот период следует систематически поливать водой. При достижении бетоном необходимой прочности на фундаменты устанавливают оборудование, предварительно проверив фактические размеры фундаментов. Фактические размеры не должны превышать размеров, указанных в чертеже. Допустимые отклонения составляют (мм): по продольным и поперечным осям ± 20 ; основных размеров в плане ± 30 ; высотных отметок до 30 в меньшую сторону; размеров уступов в плане до 20 в меньшую сторону; размеров в плане по осям анкерных болтов ± 5 ; размеров в плане по осям анкерных закладных устройств ± 10 ; отметок верхних торцов анкерных болтов до 20 в большую сторону. Кроме того, допустимое отклонение от вертикальности анкерных колодцев не должно превышать 5 мм на 1 м высоты.

Следующий этап в производстве монтажных работ — установка, сборка, первичная наладка и обкатка оборудования. Совокупность этих операций составляет технологический процесс монтажа. Технология монтажа заключается: в подготовке оборудования к монтажу с выполнением сборочных работ; в приемке фундаментов и подготовке оборудования к установке на фундамент; в установке оснований и рихтовке; в сдаче и заливке установленного основания; в сборке механизмов; в монтаже систем станков; в опробовании и регулировке механизмов; в испытании механизмов вхолостую и под нагрузкой; в комплексном опробовании оборудования и сдачи его в эксплуатацию.

Основу технической документации этого этапа работ составляет технологическая карта

(форма 1). Технологическую карту составляют на каждую единицу монтируемого оборудования, она должна содержать: график выполнения работ; сведения о стоимости и объеме строительно-монтажных работ; потребность в рабочей силе; потребность в материалах, полуфабрикатах, монтажном оборудовании, инвентаре, приспособлениях. Кроме того, в технологической карте приводятся сведения о технических требованиях на сборку оборудования, приводится перечень погрузочно-разгрузочных работ, описывается последовательность операций при наладке и монтажных испытаниях, пуске, регулировании, комплексном опробовании и обкатке смонтированного оборудования. На все работы, связанные с монтажом оборудования, составляется калькуляция.

Строительно-монтажные работы выполняются по календарному графику, в котором указываются сведения о количестве монтируемого оборудования; потребность во вспомогательных механизмах и машинах, стоимость монтажных работ; трудоемкость выполнения работ и продолжительность монтажа с указанием сроков ввода объектов.

Для ежедневного учета строительно-монтажных работ составляются также и недельно-суточные графики, которые дифференцируют общий календарный график. Недельно-суточные графики предусматривают ежедневный отчет исполнителей о выполнении общего графика строительно-монтажных и других работ.

По окончании всех монтажных работ организация, выполняющая монтаж оборудования, сдает его в эксплуатацию, при этом делают контрольное вскрытие отдельных частей оборудования; производят его опломбирование и фиксацию; сдают в эксплуатацию; оформляют приемо-сдаточную документацию; выдают гарантии. Приемо-сдаточную документацию оформляют актом, в который включены все виды и объемы монтажных работ, выполненных с начала монтажа оборудования.

Форма 1

Технологическая карта монтажа		Наименование объекта							Наименование работы		
Завод											
I. График выполнения работ											
№ п/п	Наимено- вание работы	Единица измерения	Количество измерений	Масса, т		Трудоем- кость, чел.- дни (по нормам)	Сметная стоимость, тыс. руб.		Состав бригады		Календа- рный график (дни)
				единицы обору- дования	общая		по проекту	фактиче- ская	Разряд работы	Количество по проекту	
II. Лимит материалов и полуфабрикатов											
№ п/п	Наименование и размеры				Единица измерения	Количество					
						по проекту	фактическое				
III. Перечень оборудования, инвентаря и приспособлений											
№ п/п	Обозначение позиции	Наименование и характеристика	Единица измерения	Количество							
				по проекту	фактическое						

§ 3. Технические средства для установки оборудования на фундаменты

Подготовленное к монтажу оборудование устанавливают на фундаменты и контролируют его положение с помощью различных технических средств. При регулировке устанавливаемого оборудования по высоте используют регулируемые подкладки, клиновые и винтовые домкраты. При монтаже технологического оборудования частями для облегчения процесса сборки широко применяют приспособления для запрессовки полумуфт, различные

съемники, приспособления для центровки валов и др.

Для контроля горизонтальности главных установочных (базирующих) поверхностей используют брусковые, рамные, гидростатические уровни, а также уровни с микрометрическими винтами. Кроме того, при монтаже оборудования широко применяют следующие контролирующие инструменты, приспособления и приборы: поверочные линейки, щупы, отвесы, индикаторные магнитные стойки, нивелиры и др.

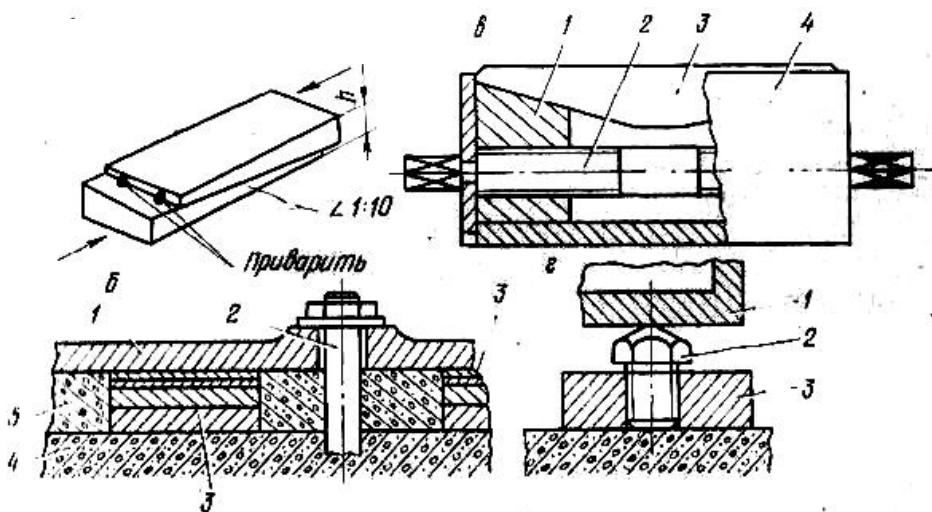


Рис. 13. Средства для регулирования оборудования по высоте:
а — регулируемые подкладки; б — набор пластин разной толщины;
в — клиновой домкрат

Регулируемые подкладки. Для каждой единицы технологического оборудования выбираются главные установочные (базирующие) поверхности, по которым проверяют установку оборудования по высоте и по горизонтали. В случае отклонения главной поверхности по указанным параметрам производят выравнивание оборудования. Для этого применяют регулируемые подкладки (рис. 13, а), состоящие из двух клиновых пластин, выполненных с уклоном рабочих

поверхностей 1 : 10. При установке подкладки рабочие поверхности пластин сопрягаются друг с другом. Регулирование установки оборудования по высоте происходит за счет перемещения пластин подкладки относительно друг друга, вследствие чего изменяется размер А, при этом предмет, опирающийся своим основанием на подкладку, перемещается в вертикальной плоскости. При достижении требуемого положения по высоте пластины фиксируют относительно друг друга посредством сварки.

Вместо регулируемых подкладок иногда используют подкладки из набора пластин разной толщины (рис. 13, б). Эти подкладки применяют для регулирования по высоте легкого или среднего оборудования. Между станиной 1 и верхней опорной поверхностью фундамента устанавливают подкладки 3. Подкладки располагают симметрично относительно фундаментного болта 2 на расстоянии между комплектами подкладок 300–500 мм.

Регулируемые (клиновые) подкладки и подкладки из набора пластин после установки оборудования и контроля его положения из-под станины не извлекают. Образовавшиеся между нижней опорной поверхностью станины и фундаментом 4 щели заливают цементным раствором 5.

Клиновые домкраты. Клиновые домкраты, так же как и регулируемые подкладки, применяют для выверки и регулирования технологического оборудования при его установке на фундамент. При небольшой собственной массе клиновые домкраты имеют высокую грузоподъемность. С их помощью можно перемещать по высоте оборудование массой до 20 т. Они обладают способностью с высокой точностью регулировать положение оборудования по высоте. Точность регулировочных перемещений с помощью этих механизмов составляет 0,1 мм. Различают клиновые домкраты грузоподъемностью 5, 10, 20 т. Масса клиновых домкратов, в зависимости от типа, равна 5,5—14,4 кг; максимальное перемещение в вертикальной плоскости от 5 до 15 мм.

Клиновой домкрат (рис. 13, в) состоит из сварного корпуса 4, в котором помещены две клиновые ползушки 1. Ползушки связаны между собой винтом 2, имеющим правую и левую резьбу. При вращении винта ползушки сближаются или удаляются, при этом клиновая подушка 3 домкрата соответственно поднимается или опускается. При заливке щелей между станиной и фундаментом эти домкраты окружают опалубкой и удаляют после затвердевания раствора.

Образовавшиеся после удаления домкратов ниши бетонируют. Для выверки и регулировки одной единицы технологического оборудования обычно требуется четыре-пять домкратов.

Винтовые домкраты. Эти домкраты (рис. 13, г) применяют для регулировки по высоте оборудования 1 небольшой массы. Они перемещают оборудование в вертикальной плоскости до 10—15 мм. Перемещение по высоте обеспечивается вращением головки винта 2. Предварительно винт ввертывают на всю длину в опорную плиту 3. При установке домкрата головка винта должна касаться нижней опорной поверхности станины.

Уровни. При монтаже деревообрабатывающего оборудования в период установки его на фундаменты одним из требований монтажа является расположение в горизонтальной плоскости главных установочных (базирующих) поверхностей оборудования, причем точность расположения составляет, как правило, 0,1 мм на 1 м длины установочной поверхности. Для контроля отклонений установочных поверхностей от горизонтальной плоскости применяют брусковые, рамные, гидростатические уровни и уровни с микрометрическими винтами.

Брусковый уровень (рис. 14, а) предназначен для определения отклонения поверхности от горизонтального положения, а также для проверки геометрической точности оборудования. Отклонения характеризуются перемещением воздушного пузырька воздуха в стеклянной ампуле, на видимую поверхность которой наносят шкалу. Цена деления шкалы 0,07 мм на 1 м длины, она характеризует уклон продольной оси уровня.

Перед установкой уровня на контролируемую поверхность сопрягаемые поверхности следует тщательно очистить от инородных тел и протереть во избежание ошибки измерений. Отсчет по шкале производят визуально. Цена деления прибора, умноженная на количество делений ампулы, на которое отклоняется пузырек воздуха, характеризует уклон контролируемой поверхности.

Точность измерения брусковыми уровнями сравнительно невысока. Применяют эти уровни для контроля поверхностей, к установке которых не предъявляются требования высокой точности.

Рамный уровень (рис. 14, б) служит для одновременного определения отклонений контролируемых поверхностей от горизонтальной и вертикальной плоскостей при монтаже оборудования и для проверки его геометрической точности. Уровень состоит из корпуса 5, в котором смонтированы основная 3 и установочная 2 ампулы.

Во время работы с рамным регулируемым уровнем следует соблюдать некоторые

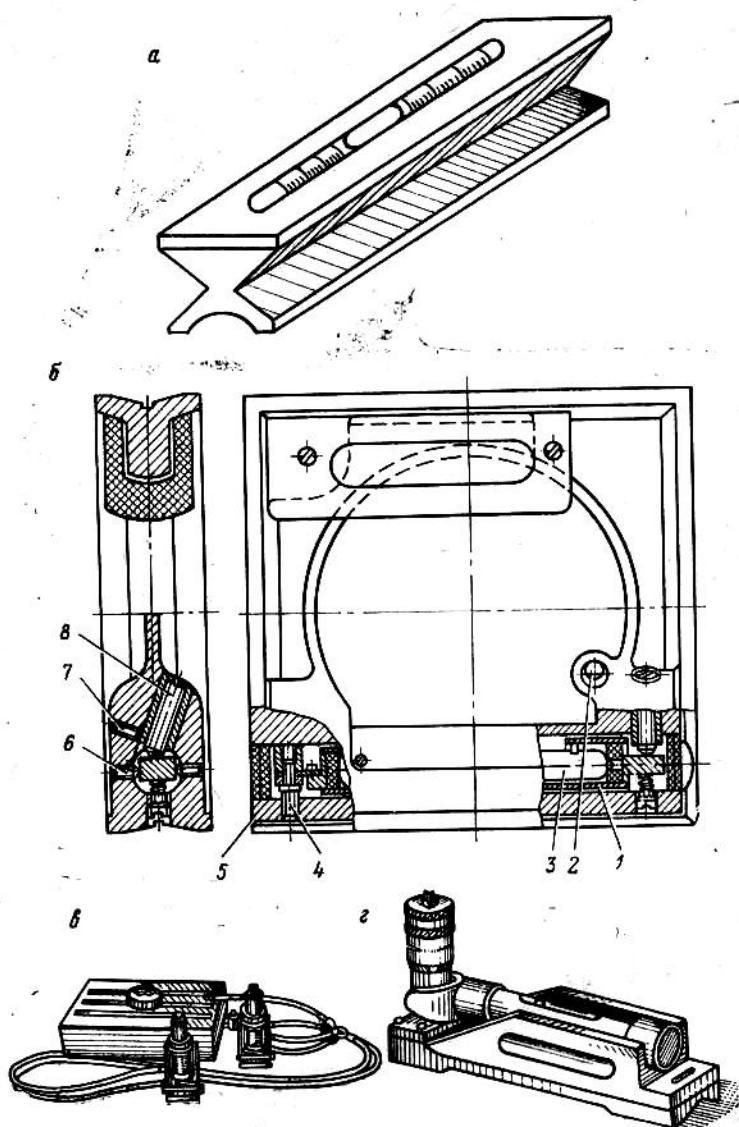


Рис.. 14. Уровни:
а – брусковый; б – рамный; в – гидростатический;
г – с микрометрическим винтом

эксплуатационные требования: во избежание повреждений рабочих поверхностей уровня не допускается их притирка с контролируемыми поверхностями; для предотвращения погрешностей измерений не допускается располагать уровень по время работы вблизи источников, вызывающих быстрые изменения температуры окружающей среды. Следует иметь в виду, что погрешность измерения соответствует допустимой величине только при эксплуатации прибора в среде, температура которой $20\pm2^{\circ}\text{C}$.

Рамные уровни выпускают регулируемыми. При положении уровня на горизонтально расположенной поверхности пузырек основной ампулы должен быть расположен посередине шкалы, смещение не должно быть более 0,25 деления. Если отклонения пузырька основной ампулы от среднего положения превышают 0,25 деления шкалы, следует произвести регулировку положения ампулы относительно рабочих поверхностей основания корпуса. Регулировку положения основной ампулы 3 в вертикальной плоскости производят следующим образом: отвертывают стопорный винт 7, вращением регулировочного винта 8 устанавливают трубку 1 с ампулой 3 в необходимое положение, застопоривают винт 7.

Если при поперечном наклоне уровня в пределах $\pm 5^{\circ}$ на горизонтально расположенному цилиндре пузырек основной ампулы также перемещается на величину более допустимой, необходимо произвести регулировку положения ампулы в горизонтальной плоскости. Регулировку положения основной ампулы в горизонтальной плоскости производят в такой последовательности: ослабляют крепление трубы ампулы винтом 4; вращением винта 6 устанавливают трубку с ампулой в необходимое положение, при котором не наблюдается перемещение пузырька основной ампулы; закрепляют трубку ампулы винтом 4.

Рамные регулируемые уровни выпускают, в зависимости от типа, с ценой деления от 0,02 до 0,05 мм на 1 м.

Гидростатический уровень (рис. 14, в) предназначен для контроля отклонений поверхностей от горизонтальной плоскости и для контроля размеров между высотными отметками.

Уровень состоит из резервуара и нескольких измерительных головок, которые соединены между собой шлангами (водяными и воздушными). Он представляет собой замкнутую систему. При заполнении резервуара и водяных шлангов водой образуется система замкнутых сосудов, при этом уровень воды в измерительных головках будет зависеть от высоты расположений их относительно друг друга. Измерительные головки состоят из корпуса, через крышку которого вставлен микрометрический глубиномер. В корпусе имеется смотровое окно. Отсчет уровня воды производят визуально через смотровое окно при помощи микрометрического глубиномера, острие которого соприкасается с поверхностью воды.

Гидростатические уровни применяют при монтаже крупногабаритного оборудования. Точность измерения этими уровнями 0,02 мм, максимальная разность по высоте проверяемых отметок 25 мм.

Уровень с микрометрическим винтом (рис. 14, г) применяют для контроля отклонений поверхностей от горизонтальной плоскости и для проверки геометрической точности оборудования.

Уровень состоит из чугунного или стального корпуса, продольной (основной) и поперечной стеклянных ампул и микрометрического винта. Поперечная ампула служит для контроля положения основной ампулы в поперечном направлении. Работа с уровнем заключается в следующем: на тщательно протертую контролируемую поверхность устанавливают уровень. Пузырек с воздухом в основной ампуле отклоняется в сторону (если контролируемая поверхность имеет уклон). Поворотом микрометрического винта, соединенного с корпусом ампулы, добиваются такого положения основной ампулы, при котором пузырек с воздухом занимает нейтральное положение. Отсчет производят по лимбу микрометрического винта.

В зависимости от класса точности, микрометрические уровни выпускают с точностью измерения 0,05; 0,1; 0,2; 0,3 мм на 1 м длины контролируемой поверхности.

Приборы для измерения вибраций. Для проверки соответствия амплитуды и частоты вибрации смонтированного оборудования и фундаментов допустимым значениям применяют

различные приборы, принцип действия которых основан: на механическом преобразовании колебаний в удобную для обработки информацию (вибрографы); на преобразовании колебаний в изменение индуктивности электромагнитной системы с использованием индуктивных датчиков; на оценке колебаний по величине его ускорения с использованием датчиков ускорения и др.

Наибольшее распространение при измерении амплитуды вибраций получили вибропреобразователи сейсмического типа. Для преобразования механических колебаний в электрические в этих приборах применены индукционные датчики сейсмического типа, состоящие из корпуса, заполненного демпфирующей жидкостью, и инерционной массы. Инерционная масса связана с корпусом посредством плоской пружины. При колебании корпуса, установленного на проверяемом объекте, с амплитудой и частотой объекта вибрация передается через плоскую пружину инерционной массе. Замеряя деформацию пружины тензометрическими датчиками, наклеенными на нее с двух сторон, можно судить об амплитуде и частоте проверяемого оборудования или его отдельных деталей и сборочных единиц.

Вибропреобразователи сейсмического типа позволяют измерять параметры вибраций в следующих пределах: по амплитуде до ± 1 мм, по частоте от 3 до 200 Гц.

§ 4. Монтаж автоматических и поточных линий

Организация монтажа технологического оборудования автоматических и поточных линий зависит от следующих факторов: 1) технологических характеристик линий и системы их управления; 2) технологического назначения оборудования (для производства столярных изделий, погонажных, производства древесностружечных или древесноволокнистых плит и т. д.) и конструктивных особенностей отдельных станков линии; 3) организации автоматизированного производства в системе деревообрабатывающего завода или цеха: самостоятельно управляемое производство (например, автоматические линии по производству ДВП и др.); несамостоятельное структурное подразделение, входящее в состав цеха (например, линии по выпуску брусковых деталей и др.).

Автоматическую и поточную линии характеризуют состав станков, особенности обработки и количество выполняемых на них операций, связи между отдельными станками, особенности сортировки, контроля заготовок и деталей, состав вспомогательного оборудования. Например, в состав автоматических линий по выпуску щитовых деталей входят в основном форматные станки и kleильное оборудование; в состав поточных линий по производству брусковых деталей входят, как правило, продольно-фрезерное оборудование (четырехсторонние станки, фуговальные, рейсмусовые, фрезерные и др.); автоматические линии по выпуску деталей типа тел вращения в большинстве являются комплексными, т. е. предназначенными для выполнения разнородных операций.

Поточные линии, состоящие из станков общего назначения и не имеющие в составе жестких связей между отдельными станками, устанавливаются так же, как и отдельно взятые станки.

Автоматические линии, имеющие в составе гибкие связи между остальными станками, допускающие в связи с этим изменение положения станков относительно друг друга и дающие, кроме того, возможность самостоятельной работы каждой отдельно взятой единицы оборудования относительно других станков, устанавливаются так же, как и отдельно взятые станки.

Автоматические линии, имеющие в составе жесткие связи и допускающие отклонения в установке оборудования относительно друг друга, рекомендуется монтировать следующими способами: а) линии, состоящие из легких станков и станков среднего типа массой до 3—5 т рекомендуется устанавливать на сплошных ленточных фундаментах глубиной до 300 мм и шириной в соответствии с шириной линии; б) линии, имеющие в составе станки среднего типа массой от 3—5 т и тяжелые станки (прессы и др.) или оборудование, характеризующееся большими динамическими нагрузками (лесопильные рамы и др.), рекомендуется устанавливать на отдельных фундаментах; 3) линии на междуэтажных перекрытиях следует монтировать

на металлических полах, утопленных в бетоне перекрытий.

Монтаж автоматических и поточных линий производят в соответствии с технической документацией на организацию монтажных работ. Разработку фундаментов под оборудование осуществляют на основе технического задания, в котором перечислены необходимые характеристики оборудования, материала изготовления грунта и т. д. К техническому заданию прикладывают установочные чертежи технологического оборудования с указанием: технических данных оборудования (массы, габарита и т. д.); ориентации основного оборудования и вспомогательных механизмов относительно назначения потока; монтажных схем основного оборудования и вспомогательных механизмов; разбивки по осям оборудования и механизмов относительно главных осей здания, цеха или колонн; разводки энергосистем (пневматических, гидравлических и электрических); разводки приточно-вытяжной вентиляционной системы и т. д.

Способы монтажа технологического оборудования автоматических и поточных линий соответствуют способам монтажа отдельных единиц оборудования, рассмотренных выше, однако при этом следует иметь в виду строго определенную последовательность расположения оборудования в линиях, а для автоматических линий с жесткими межстаночными связями — строго выдерживать взаимное расположение станков и вспомогательных механизмов относительно друг друга, а также по высоте. Контроль установки оборудования осуществляется по осям-ориентирам (струнам) как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Параллельно монтажу основного технологического оборудования производят монтаж вспомогательных механизмов, энергосистем и другого оборудования, имеющий некоторые отличительные особенности.

§ 5. Монтаж электрооборудования

Электрооборудование автоматических и поточных линий состоит из ряда устройств (электродвигателей общего назначения и специальных электрических машин, аппаратуры управления и защиты, электронной аппаратуры, осветительных сетей и др.), монтаж которых не идентичен. С особой тщательностью следует производить монтаж систем автоматики.

По специфике и структуре приборов и аппаратов выделяют следующие системы автоматики: а) системы управления отдельными станками; б) системы управления линиями и комплексами; в) системы контроля и регулирования объектами и комплексами; г) комплексные системы управления, включающие дистанционный контроль, регулирование, сигнализацию, блокировку и дистанционное управление.

Аппаратуру систем управления размещают на пультах управления, в электрошкафах и непосредственно на оборудовании. На пультах размещают аппаратуру оперативного управления, сигнализации, дистанционного контроля (кнопки, сигнальные лампы, цифровые индикаторы, счетчики и др.).

В электрошкафах размещают аппаратуру защиты, пускорегулирующую и логические блоки, трансформаторы, выпрямители и другие преобразователи тока, а также вводные устройства, через которые запитывают всю электрическую часть (силовую и схемы управления) как отдельно взятого станка линии, так и участка линии.

Непосредственно на оборудовании устанавливают силовые исполнительные механизмы (электродвигатели, электромашины, магниты, муфты и др.), первичные элементы автоматики (конечные и путевые выключатели, датчики), а также одиночную аппаратуру различного назначения.

Различают несколько компоновок взаимного расположения оборудования, электрошкафов и постов управления: разобщенную компоновку, когда электрошкафы и посты управления устанавливают в удалении друг от друга; совмещенную компоновку, когда все элементы систем управления монтируют на оборудовании; частично совмещенную, когда на оборудовании устанавливают один из блоков системы (например, пульт управления), а другой (например, электрошкаф) монтируют отдельно и когда шкаф и пульт совмещают в отдельном конструктивном блоке.

Отдельно устанавливаемые шкафы применяют тогда, когда аппаратуру невозможно разместить в емкостях станины оборудования или когда по техническим условиям аппаратуру нельзя располагать вблизи оборудования.

Применение отдельно устанавливаемых пультов управления и электрошкафов создает благоприятные условия работы для оператора, улучшает условия эксплуатации оборудования и его обслуживания, но приводит к увеличению расхода кабельной продукции и монтажных материалов, а также требует повышенных трудозатрат при установке оборудования.

Монтаж электрошкафов. Электрошкафы по конструкции различают встроенные, навесные, напольные и специальные. Стандартизованные шкафы изготавливают из листовой стали в виде замкнутого короба, имеющего двери на лицевой стороне (для шкафов одностороннего обслуживания) или на лицевой и тыльной (для шкафов двустороннего обслуживания). Внутри шкафов имеется съемная панель из листовой стали толщиной 4—8 мм, на которой монтируют элементы электроавтоматики. Навесные шкафы имеют ушки для крепления их к станкам или станинам оборудования. Напольные шкафы имеют опорные рамы для установки их на фундамент. Навесные и напольные шкафы имеют приспособление — кольцо для монтажа.

При размещении аппаратуры на панели электрошкафа руководствуются следующими обстоятельствами: аппаратура должна размещаться равномерно по всей площади панели; группируют ее по функциональному назначению; в верхней части панели размещают более мощную аппаратуру; в верхней половине панели монтируют аппаратуру, требующую периодического обслуживания; в нижней половине панели устанавливают тяжелые приборы, не требующие частого обслуживания; в зависимости от способа прокладки проводок между группами аппаратов оставляют коридоры для проводов.

Монтаж пультов управления. Пульты управления по конструкции подразделяются на встроенные, приставные, отдельно устанавливаемые и специальные. Все пульты имеют откидные или съемные панели, на которых смонтированы элементы оперативного управления.

Аппаратуру на панелях пультов группируют по следующим признакам: аппаратура, предназначенная для управления отдельными агрегатами; аппаратура, предназначенная для управления по наладочным режимам, и т. д.

В группе аппаратуру располагают по вертикальным или горизонтальным осям и снабжают пояснительными надписями: «Пуск», «Стоп», «Движение влево», «Движение вправо» и т. д. Группы располагают на пульте по отдельным зонам управления как одиночными агрегатами, так и всем объектом, а также по зонам со вспомогательной аппаратурой.

Монтаж щитов. Щиты предназначены для размещения контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры. По конструкции их разделяют на панельные и шкафные. Панельные устанавливают в специальных щитовых помещениях, шкафные допускается устанавливать и в производственных помещениях.

На лицевой стороне в верхней части щита располагают аппаратуру сигнализации, в средней — контрольно-измерительные и регулирующие приборы, в нижней — аппаратуру оперативного управления. С внутренней стороны щита в верхней части устанавливают аппаратуру защиты, релейно-контактную и прочую, в средней части — тяжелую аппаратуру (например, трансформаторы и т. д.), в нижней — клеммные наборы.

При известном типаже и количестве устанавливаемых на щите приборов можно определить его размеры. Длину щита L определяют по формуле

$$L = ln,$$

где l — ширина секций;

n — количество секций в щите, $n = KN_{\mathcal{E}} / (mr)$

K — коэффициент плотности размещения приборов; $K = 1,1 - 1,3$;

$N_{\mathcal{E}}$ — число эквивалентных приборов, $N_{\mathcal{E}} = \sum \mu_i S_i$; $S_i = S/S_{\mathcal{E}}$; S — площадь прибора; $S_{\mathcal{E}}$ — эквивалентная площадь прибора;

m — количество эквивалентных приборов, располагаемых в ряд на панели шириной l ; при $l = 600$ мм, $m = 3 - 5$;

r — число горизонтальных рядов; $r = 4 - 5$;

μ_i — количество приборов i -го габарита.

Монтаж электрических проводок. Электрическими проводками называют совокупность проводов и крепежных элементов. Проводки по виду разделяют на воздушные линии, открытые проводки и скрытые проводки.

По способу прокладки открытые проводки бывают подвижные и неподвижные. Подвижные: проложенные гибким шланговым кабелем без защиты; проложенные гибким проводом или кабелем в металлических или защитных резинотканевых шлангах. Неподвижные: проложенные изолированным проводом или кабелем по поверхностям конструкции; проложенные на изоляторах голым или изолированным проводом; проложенные в стальных защитных трубах, а также в коробках, лотках, защитных шлангах и металлических рукавах.

Скрытые проводки по способу прокладки выполняют: под слоем штукатурки изолированным проводом или кабелем, а также в защитных трубах; в глухих элементах строительных конструкций или защитных коробках изолированным проводом или кабелем. По назначению электрические проводки разделяют на осветительные, силовые, соединительные и измерительные.

В зависимости от вида, назначения, способа прокладки, передаваемой мощности и т. д. в каждом конкретном случае рассчитывают сечение токопроводящих жил и выбирают соответствующую марку провода или кабеля.

Трассы электропроводок прокладывают вдоль горизонтальных и вертикальных строительных конструкций и оборудования. Между отдельно стоящими станками и агрегатами электропроводку следует прокладывать по кратчайшему расстоянию. При прокладке электропровода следует учитывать расположение других коммуникаций, радиусы изгиба защитных трасс и трубопроводов.

При прокладке электропроводок в защитных трубах на трассах устанавливают устройства для сбора конденсата, при этом защитные трубы имеют уклон в сторону конденсатосборников.

§ 6. Монтаж пневмооборудования

В автоматических и поточных линиях пневмооборудование используют весьма широко, что объясняется его высокой надежностью, быстрой срабатывания, дешевизной энергоносителя — воздуха, пожаро- и взрыво-предотвращением, а также сравнительно простым конструктивным исполнением.

Пневмооборудование состоит из источника сжатого воздуха (в качестве источника сжатого воздуха в деревообработке используют поршневые компрессоры); аппаратуры по подготовке сжатого воздуха (холодильников, фильтров-влагоотделителей, ресиверов и т. д.); воздухопроводов; исполнительных устройств (поршневых, диафрагменных, камерных, лопастных); распределительных устройств (клапанов, распределителей); аппаратуры управления и вспомогательных элементов.

Монтаж компрессоров. Монтаж компрессоров наиболее трудоемкая и ответственная совокупность операций в общем цикле монтажа пневмооборудования. В деревообработке используют большое разнообразие стационарных и передвижных поршневых компрессоров с водяным или воздушным охлаждением одно- или двухцилиндровых производительностью от 0,5 до 10 м³/мин свободного воздуха и рабочим давлением от 4*10⁵ до 8*10⁵ Па.

В процессе монтажа компрессоров выполняют следующие основные работы:

1. Приемку под монтаж помещения компрессорной станции и фундаментов; нанесение осевых линий на фундаменты и их разметка.
2. Оснащение рабочего места инструментом, приспособлениями, инвентарем; освещение и отопление монтажной площадки.
3. Подготовку компрессоров к монтажу: транспортировку к месту монтажа, установку на фундаменты в сборе или по частям, расконсервацию, осмотр и комплектацию деталей и сборочных единиц.
4. Проверку корректировку осей компрессоров, затяжку анкерных болтов, подливку

- цементным раствором.
5. Сборку компрессоров, поступающих сборочными единицами, осмотр и комплектацию.
 6. Установку и испытание трубопроводов с необходимой арматурой.
 7. Монтаж электродвигателей.
 8. Опробование компрессора на холостом ходу и под нагрузкой, сдачу в эксплуатацию.

Перед началом монтажных работ следует ознакомиться с технической и монтажной документацией на устанавливаемые компрессоры с указаниями по установке к монтажу, а также с инструкцией по подготовке компрессора к пуску.

Монтаж аппаратуры по подготовке сжатого воздуха. Монтаж аппаратов по подготовке сжатого воздуха обусловливается конструкцией и давлением, на которое они рассчитаны. Так, при давлении в пневмосистеме до $35 \cdot 10^5$ Па применяют элементные и кожухо-трубчатые холодильники с гладкими и поперечно оребренными трубами; при давлении выше $35 \cdot 10^5$ Па — холодильники типа «труба в трубе». Иногда применяют комбинированные системы, совмещенные в одном аппарате кожухо-трубчатые холодильники с масловлагоотделителями. При низких давлениях в пневмосистемах с малым расходом воздуха применяют погружные змеевиковые холодильники.

Аппараты после расконсервации, осмотра и испытания на прочность и плотность подают к месту монтажа, где их устанавливают на заранее подготовленные фундаменты. По высоте аппараты регулируют подкладками, выполненными из стальных пластин толщиной от 0,5 до 20 мм, или двухклиновыми подкладками. После установки аппаратов затягивают анкерные болты и заливают зазоры между опорными поверхностями станин и фундаментов цементным раствором. Допускается установка небольших аппаратов на металлические опоры из стального проката (швеллеров, двутавров). Опоры после установки на них аппаратов должны быть забетонированы.

Технология монтажа аппаратов по подготовке сжатого воздуха предусматривает обязательный контроль их расположения в плане, по высоте, а также по вертикали и горизонтали. Допускаемые отклонения в горизонтальной плоскости — 0,5 мм на 1 м длины аппарата. Отклонения в горизонтальной плоскости проверяют уровнями. Допускаемые отклонения в вертикальной плоскости — 0,5 мм на 1 м высоты аппарата. Проверка по вертикали производится по отвесу и линейке.

Допускается установка отдельных видов аппаратов (холодильников типа «труба в трубе» и т. д.) на кронштейнах, закрепляемых на стенах фундаментов. При этом аппараты крепят к кронштейнам металлическими хомутами.

При монтаже аппаратов, работающих с большими вибрациями (масловлагоотделителей, буферных ёмкостей), следует применять виброопоры или резиновые коврики.

Монтаж трубопроводов. В качестве соединительных элементов в пневмосистемах между аппаратами по производству и подготовке сжатого воздуха, а также для передачи энергоносителя к исполнительным механизмам и пневмооборудованию служат трубопроводы. Различают основные линии трубопроводов, байпасные (обводные) и вспомогательные (трубопроводы системы охлаждения компрессора, линии продувок масловлагоотделителей и др.).

При давлении в пневмосистеме до $60 \cdot 10^5$ Па в зависимости от назначения применяют трубы водопроводные, обыкновенные и усиленные (ГОСТ 3262 — 62), трубы из сталей 10 и 20 или Ст.2 и Ст.3 диаметром от 1/2 до 4" и для газовых линий трубы электросварные (ГОСТ 10704 — 63) диаметром 57, 76, 89 и 114 мм. При более высоких давлениях используют трубы диаметром от 10 до 45 мм, стальные, бесшовные, холоднотянутые и холоднокатаные (ГОСТ 8734 — 58) и трубы диаметром от 57 до 426 мм горячекатаные (ГОСТ 8732 — 70).

Соединение труб и их деталей производят электро- и газосваркой. Арматуру соединяют на фланцах. При давлении в пневмосистеме до $40 \cdot 10^5$ Па фланцы соединяют болтами, при более высоких давлениях — шпильками. Причем при давлении до $16 \cdot 10^5$ Па фланцы соединяют черными болтами, а при давлении от $16 \cdot 10^5$ до $40 \cdot 10^5$ Па — получистыми болтами, при более высоких давлениях — с помощью точеных шпилек.

Не допускается гнутье отводов на месте монтажа. Как исключение гнутье допускается для трубопроводов, изготовленных из толстостенных и легированных труб, для которых готовые отводы не выпускаются.

После сварки трубопровода проверяют качество сварных стыков. В зависимости от категории трубопровода производят выборочный (1—3% общего количества стыков) или сплошной контроль (100% стыков). Качество стыков проверяют рентгенографированием.

Трубопроводы монтируют в такой последовательности. Сначала монтируют трубопроводы большого диаметра (всасывающие линии первой ступени), затем устанавливают трубопроводы, связывающие аппараты по подготовке воздуха, а в последнюю очередь монтируют трубопроводы линий нагнетания.

Монтаж производят по принципу «труба к машине», т. е. устанавливают все трубопроводы между аппаратами, кроме последних звеньев, примыкающих к цилиндрам, компенсируя погрешности, образовавшиеся по длине при сборке.

Трубопроводы присоединяют к аппаратам без натяга. Это достигается тщательной пригонкой фланцев и правильной установкой опор. Не допускается касание трубопроводами аппаратов. При установке трубопроводов в одном ряду их размещают так, чтобы трубы были параллельны, а просветы между трубами одинаковы. При монтаже трубопроводов необходимо строго выдерживать уклоны, задаваемые в проекте. Не допускаются горизонтальные участки трубопроводов, так как в них может скапливаться вода или масло. Допускаются уклоны на 1 м длины трубопровода: 2 мм для газа (по ходу газа), 3 мм для газа (против хода), 2 мм для воды (по ходу), 20 мм для высоковязких жидкостей (по ходу жидкости).

При установке соединительных фланцев допускаемая непараллельность фланцев составляет 0,2 мм на каждые 100 мм диаметра трубопровода при давлении в системе до $16 \cdot 10^5$ Па, 0,1/100 мм при давлении от $16 \cdot 10^5$ до $50 \cdot 10^5$ Па и 0,05/100 мм при давлении выше $50 \cdot 10^5$ Па. Смещение осей отверстий под болты не должно превышать ± 1 мм для отверстий диаметром 27 мм, $\pm 1,5$ мм для отверстий диаметром от 27 до 34 мм и ± 2 мм для отверстий диаметром от 34 до 41 мм.

По окончании монтажа трубопроводы испытывают на прочность и плотность. Для этого их разбивают на участки, отключают все аппараты и контрольно-регистрирующую аппаратуру. На открытые концы участков ставят заглушки и поднимают в трубопроводе рабочее и испытательное давление. Испытания гидравлических трубопроводов проводят водой, пневматических — воздухом. При рабочем давлении до $5 \cdot 10^5$ Па испытательное давление превышает рабочее в 1,5 раза, при рабочем давлении выше $5 \cdot 10^5$ Па испытательное давление превышает рабочее в 1,25 раза. Испытательное давление выдерживают до 5 мин, затем понижают его до рабочего. При этом следят за давлением в трубопроводе (наблюдение осуществляют по манометрам) и за появлением течей в сварных швах и фланцевых соединениях. Трубопровод принимают в эксплуатацию, если давление при испытании не падает и в соединениях нет течей.

§ 7. Монтаж гидрооборудования

Гидрооборудование широко применяют в деревообрабатывающем станкостроении. В автоматических и поточных линиях гидрооборудование обеспечивает механизацию отдельных технологических операций (зажим деталей, загрузку и выгрузку, перемещение рабочих органов); механизацию рабочего цикла; осуществляет движение силовых органов программных устройств; централизует управление станками, агрегатами и линиями и т. д.

Гидравлические системы представляют собой целый комплекс устройств, в которые входят гидронасосы, гидродвигатели, гидроцилиндры; аппаратура управления; вспомогательное оборудование и трубопроводы.

Гидроприводы имеют ряд преимуществ перед другими видами приводов (пневматическим, электрическим): плавность и широкий диапазон регулирования скоростей; передача больших усилий и моментов; высокое быстродействие; автоматическое предохранение от перегрузок; самосмазывание и т. д.

Гидрооборудование необходимо монтировать с учетом требований к работе гидравлических устройств, основными из которых являются:

1. перемещение элементов исполнительных механизмов должно происходить плавно, без рывков, толчков и вибраций;
2. скорость перемещения исполнительных механизмов не должна меняться с изменением

- силы внешнего воздействия;
3. реверсирование и изменение скорости движения исполнительных механизмов должно быть плавным и спокойным;
 4. исключается попадание в гидросистемы воздуха, так как это ухудшает работу гидрооборудования; о попадании воздуха в гидросистему судят по изменению цвета масла и появлению на его поверхности пены;
 - 5) на внутренних и наружных поверхностях трубопроводов, исполнительных механизмов, регулирующей аппаратуры, гидронасосов не допускается коррозия;
 - 6) не допускается утечка масла из гидросистемы.

Монтаж гидрооборудования состоит из нескольких этапов: подготовительных мероприятий, ревизии оборудования, установки гидрооборудования и трубопроводов, наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию. К подготовительным мероприятиям относятся: подбор, получение и ознакомление с инструкцией по эксплуатации и чертежами монтируемых систем; составление сводной спецификации потребного оборудования, труб, крепежной и соединительной арматуры; проверка наличия монтажного инструмента, приспособлений и материалов; организация работ по заготовке деталей трубопроводов и т. д.

Ревизия гидрооборудования производится полная или частичная. При полной ревизии полностью разбирают гидрооборудование, детали промывают бензином, осматривают, устраниют возможные дефекты, смазывают и снова собирают. Такую ревизию проходит оборудование, у которого при осмотре обнаружены дефекты или истек гарантыйный срок. Частичной ревизии подвергают оборудование, имеющее акты испытаний и снабженное паспортом, удостоверяющим качество оборудования. При частичной ревизии удаляют смазку с внутренних и наружных поверхностей, проверяют состояние деталей, после чего их собирают и готовят к опробованию согласно инструкции по эксплуатации завода-изготовителя.

Гидрооборудование и трубопроводы устанавливают после изготовления и сдачи фундаментов под оборудование. Монтаж производят в такой последовательности: вначале устанавливают гидростанции, распределительную, контрольно-регулирующую аппаратуру и испытательные механизмы, затем монтируют магистральные (нагнетательные и сливные) трубопроводы и разводят трубы по оборудованию. Допускается перечисленные работы производить параллельно по мере готовности фронта работ.

При монтаже гидростанций оборудование расконсервируют, подвергают ревизии и сборке. Монтаж трубопроводов станций ведут в соответствии с чертежами.

Одновременно с заготовкой, гнутьем и приваркой патрубков и фланцев собирают маслопроводы. После предварительного монтажа трубопроводов и приварки бонок¹ к трубопроводам под отводы и контрольно-измерительные приборы маркируют участки трубопровода.

Гидронасосы и гидродвигатели устанавливают на фундаменты или металлические рамы (в зависимости от габарита гидроагрегатов). После их установки проверяют центровку гидронасосов с электродвигателями с помощью центровочных приспособлений или поверочных линеек и наборов щупов.

Монтаж распределительной, контрольно-регулирующей аппаратуры и исполнительных механизмов производят в зависимости от их назначения: непосредственно на технологическом оборудовании (распределительная аппаратура и. исполнительные механизмы) или на пультах управления (контрольно-регулирующая аппаратура). Монтаж осуществляют в соответствии с технической документацией по установке гидроаппаратов с учетом правил и требований к монтажу гидроаппаратов и гидромеханизмов.

Магистральные (нагнетательные и сливные) трубопроводы монтируют в траншеях. Трубопроводы укладывают в соответствии с предусмотренным проектом уклоном, на опорах или подвесах. После приварки к трубопроводам патрубков и фланцев производят их травление. Места, соединенные встык, концы труб под фланцы и вырезы под отводы от основного трубопровода должны быть тщательно подогнаны и защищены. В гидросистемах необходимо особое внимание уделять высокому качеству выполнения сварных работ, так как последующее исправление

¹ Бонками называют привариваемые к магистральному трубопроводу отводы. Применяются для сокращения количества переходных тройников.

дефектов затруднено. Трубопроводы подсоединяют к гидроаппаратам только после соединения их по всей длине и окончательной установки гидроаппаратов на фундаменты.

После окончания монтажа гидросистемы трубопроводы испытывают на непроницаемость. Нагнетательные трубопроводы испытывают воздухом давлением $5 \cdot 10^5$ Па, а сливные — давлением 10^5 Па. Перед испытанием трубопроводы отсоединяют от гидроаппаратов, а затем вновь подсоединяют и промывают всю гидросистему.

§ 8. Техника безопасности при монтаже оборудования

Монтаж оборудования связан с большим количеством операций по перемещению и установке оборудования, устройством лесов и настилов, бетонными работами, испытанием установленного оборудования и т. д., т. е. с операциями, к которым предъявляются повышенные требования техники безопасности.

Размещение на монтажной площадке оборудования и приспособлений, расстановку рабочих, организацию рабочих мест производят с таким расчетом, чтобы сократить путь, по которому перемещаются люди и грузы, по возможности не допуская встречных и пересекающихся грузопотоков, и избежать излишних движений обслуживающего персонала,

Большое влияние на предупреждение травматизма оказывает правильная организация монтажной площадки и рабочих мест. Все монтажные проемы и котлованы необходимо ограждать соответственно щитами или пастилами; при производстве верховых работ на стенах устанавливают сетки или козырьки для защиты работающих на нижних ярусах; на монтажной площадке поддерживают образцовый порядок, не допускают захламления территории строительными материалами, оборудованием, монтажными механизмами и приспособлениями. На монтажной площадке должна находиться аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств для оказания первичной медицинской помощи.

Рабочие места (слесарные и сборочные верстаки) следует обшивать оцинкованной сталью и правильно размещать их на монтажной площадке. Рабочие места необходимо ограждать металлическими сетками и в достаточной степени освещать их. Запрещается пользование неисправными инструментами на рабочих местах: нерасклиненными молотками или молотками с треснутыми и надломленными ручками, напильниками с треснутыми ручками, треснутыми гаечными и разводными ключами, треснутыми или с заусенцами на ударной части зубилами и кернами.

Не разрешается пользоваться электроинструментом незаземленным или с неисправной и незащищенной силовой электропроводкой. Запрещается работать с неисправными подъемно-транспортными механизмами или механизмами, не прошедшими технического освидетельствования.

Персонал, занятый на монтаже, наладке, опробовании и пуске оборудования, предварительно проходит обучение и проверку по безопасному ведению работ. Лицам, занятым на наиболее ответственных монтажных работах (крановщикам, такелажникам и т. д.), выдаются удостоверения на право ведения этих работ.

ГЛАВА 4. ПРОВЕРКА И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

После монтажа проверяют работу станка на холостом ходу и под нагрузкой, а также на соответствие точности, жесткости и других показателей качества станков нормативным.

Пригодность станка к выполнению заданных технологических операций определяется прежде всего исправным состоянием всех его механизмов. Оно определяется следующими показателями: 1) геометрической точностью положения рабочих элементов; 2) величиной биения и зазоров в подвижных соединениях; 3) жесткостью системы рабочих элементов; 4) степенью вибрации станка; 5) правильностью функционирования отдельных механизмов.

Эти показатели влияют непосредственно на качество обработки детали, производительность и экономичность работы станка. О нарушениях в работе станка судят прежде

всего по этим показателям. О правильном взаимодействии механизмов станка можно судить также по нагрузке труящихся узлов, КПД станка, шуму и чрезмерному скольжению фрикционных пар подвижного контакта.

Начальные параметры станка не остаются постоянными в процессе его эксплуатации. Станок изнашивается, в результате чего увеличиваются отклонения в точности определенных элементов станков; как следствие, ухудшается качество его работы, снижается прочность элементов, уменьшается КПД, увеличивается потребляемая мощность. Сравнивая допустимые отклонения в точности станка с фактическими отклонениями, устанавливают износ станка. По этим износам определяют мероприятия по восстановлению требуемого состояния рабочих поверхностей. Предельные износы рабочих элементов станков и ориентировочные сроки службы этих элементов, начиная с допустимых отклонений в точности и до фактических предельных отклонений, служат базой для проведения своевременных ремонтов.

Исправность механизмов станка и их перемещений устанавливают в результате испытаний, которые можно сгруппировать следующим образом:

- 1) внешний осмотр и проверка паспортных данных;
- 2) проверка на холостом ходу;
- 3) проверка под нагрузкой;
- 4) проверка станка на геометрическую и технологическую точность;
- 5) испытания станка на жесткость;
- 6) испытания станка на вибrouстойчивость;
- 7) некоторые специальные испытания станков:
 - а) на шум;
 - б) измерение температурных полей;
 - в) на мощность и т. д.;
- 8) испытания на надежность и долговечность.

§ 1. Внешний осмотр оборудования и проверка паспортных данных

При внешнем осмотре проверяют: комплектность оборудования; соответствие внешнего вида оборудования требованиям к качеству отделки (окраску и обработку наружных поверхностей, отделку органов управления); наличие необходимых указателей, табличек и т. п.; качество сборки без включения оборудования.

Проверяют надежность фиксации в каждом положении органов управления машиной и легкость их переключения, точность затяжки крепежных деталей. Затем проверяют легкость перемещения от руки всех подвижных узлов и рукояток, величину мертвых ходов маховиков, рукояток и винтов, исправность всех механизмов станка. Необходимо, чтобы усилия на маховиках не превышали допустимых значений, а подвижные узлы (суппорты, каретки, столы) плавно перемещались по направляющим, без заеданий и рывков. Усилия перемещения должны быть постоянными по всей длине хода.

Проверить, не просачивается ли масло в трубопроводах гидросистемы; соответствие монтажа электро-, гидро- и пневмооборудования требованиям нормативно-технической документации; взаимозаменяемость сменных запасных и сопряженных с ними деталей, а также принадлежностей. Необходимо проверить соответствие ряда показателей (прежде всего частоты вращения и скорости подачи) паспортным данным.

Проверяют также, насколько настроечные элементы машины обеспечивают максимальные и минимальные параметры обработки.

§ 2. Испытания станков на холостом ходу

При испытаниях на холостом ходу проверяют действие всех систем станка: смазочных, гидравлических, пневматических и электрических; проверяют действие механизмов главного движения (резания) на всех скоростях, начиная с низшей; действие механизмов подач заготовок или инструмента; действие механизмов переноса, фиксации и т. д. заготовок, т. е. механизмов всех быстрых перемещений.

Проверяют наибольшую мощность холостого хода главного привода после работы станка не менее 1 ч, а также мощность холостого хода на всех скоростях главного привода. При этом температура допустимого нагрева подшипников исполнительного механизма при наибольшей частоте вращения не должна превышать установленных величин.

Температура нагрева подшипников исполнительных механизмов (шпинделей и др.), электродвигателей, гидроустройств и других источников тепловых деформаций устанавливается в технических условиях на станок.

Снимают шумовую характеристику станка. При проверке на шум деревообрабатывающие станки испытывают со снятыми режущими инструментами. Предельные значения уровня шума, создаваемого при работе станка, не должны превосходить величин, предусмотренных санитарными нормами.

Проверяют действие систем по настройке и наладке станка путем перемещения их на настроечный размер, а также движение суппортов, столов и других рабочих органов, при этом следят за плавностью хода сборочных единиц.

В процессе испытания на холостом ходу проверяют: блокировки, заземление, надежность фиксации рукояток управления; действие предохранительных устройств и ограждений; соответствие надписей и обозначений указателей на лимбах, рукоятках, кнопках и т. д.; безотказность действия устройств в вертикальных станках, предохраняющих рабочие органы от самопроизвольного опускания.

В обязательном порядке проверяют действие защитных устройств и устройств, предохраняющих рабочие органы от поломки. При отключении вращения режущего инструмента движение подачи должно прекращаться; при снятом ограждении станок не должен работать; не должно происходить самовключения после обесточивания. Тормозные устройства, автоматически включающиеся при выключении механизмов резания, должны обеспечивать остановку вращающегося инструмента в течение 6 с.

Должна быть гарантирована надежная защита электродвигателей от перегрузок и коротких замыканий. Проверяют сопротивление изоляции электрических цепей мегомметром при напряжении постоянного тока 500 В. Величина сопротивления изоляции силовых цепей и цепей управления должна быть не ниже 1 МОм, а для обмоток электродвигателей не ниже 0,5 МОм. Сопротивление заземления измеряют между болтом заземления и металлическими частями станка, содержащими электрооборудование; оно должно быть не более 0,1 МОм.

При проверке механизмов подач заготовок и инструмента определяют: правильность их функционирования путем последовательного включения всех продольных и поперечных подач на различных режимах работы; согласованность действия этих механизмов с другими механизмами станка. При этом целесообразно мл морить мощность, потребляемую электродвигателями механизмов подач, время их разгона. Фактические величины сравнивают с паспортными данными.

Проверка мощности холостого хода заключается в определении энергетических потерь привода в зависимости от частоты вращения исполнительного механизма. При проверке станок должен проработать вхолостую не менее 1 ч до достижения установленной мощности. Потребляемую мощность замеряют ваттметром. Если исполнительный механизм работает на нескольких скоростях, записывают мощность холостого хода на нескольких ступенях. На основании результатов измерений мощности строят график в координатах ступени частот вращения — мощность холостого хода.

При проверке электрооборудования определяют бесперебойности надежность работы концевых включателей, защитных блокировок, а также других элементов электроавтоматики; проверяют работу силовых электропроводок и приборов, нулевой, тепловой и максимальной защиты. Проверку осуществляют визуальным наблюдением за электросистемой станка при неоднократных включениях и выключениях исполнительных механизмов.

Проверка подшипников заключается в замерах температуры нагрева подшипника в двух состояниях – до начала работы и по истечении 1 ч работы в максимальном режиме.

При длительной работе машины температура подшипников, фрикционных муфт, тормозов, электродвигателей и других механизмов не должна превышать установленных величин. Например, для корпусов подшипников высокоскоростных шпинделей температура не должна превышать 55 °C. В других механизмах температура подшипников не должна превышать 30—50°C.

Температуру нагрева целесообразно измерять контактной термопарой на поверхностях узлов машины.

Одновременно проверяют правильность работы систем смазки. Смазочные материалы ко всем точкам системы должны подаваться постоянно и в достаточном количестве. Смазочные насосы должны работать исправно без заливки их при пуске, подтекание масла из соединений не допускается.

§ 3. Испытания станков под нагрузкой и в работе

Для испытаний под нагрузкой и в работе станки должны быть полностью подготовлены к работе вплоть до установки режущего инструмента и проверки его закрепления. Испытание станков под нагрузкой предусматривает проверку при наибольшей силе резания с кратковременной перегрузкой на 25% номинального режима. Испытание включает в себя также проверку наибольшей мощности, наибольшего крутящего момента.

При проведении испытаний на станках обрабатывают заготовки, параметры которых (габарит, порода, влажность и т. д.) обусловлены. Однако при серийном производстве станков допускается проводить испытание под нагрузкой не резанием, а имитацией процесса резания различными средствами нагружения (механическими, электромеханическими, пневматическими и др.) на станках. При имитации резания важно, чтобы фактический и имитирующий процессы были эквивалентными. Эквивалентность процессов контролируют выборочными испытаниями резанием.

Станки, для которых проверка усилия резания и крутящего момента не обязательна, испытываются под нагрузкой, устанавливаемой техническими условиями.

При испытаниях в работе станки проверяют на различных режимах по заранее составленной и утвержденной программе и методике испытаний. Испытание станков в работе, т. е. обработку определенных деталей, проводят при наибольшей штучной производительности. При этом режимы и качество обработки должны быть оговорены в методике испытаний.

В процессе испытания станков в работе должно быть проверено безотказное действие под нагрузкой всех механизмов станка, электро-, гидро- и пневмоаппаратуры, системы смазки, тормозов и фрикционных муфт. Проверяют амплитуду вибраций станка на рекомендуемых режимах и сверяют с допустимой. При проверке станка в работе вибрация не должна приводить к выкрашиванию режущих кромок инструмента и дроблению поверхности обработки.

В результате проверки станка в работе фактические показатели — точность обработки деталей (точность размеров и формы, шероховатость поверхности) и производительность станка должны находиться в установленных пределах.

§ 4. Испытания станков на соответствие нормам точности, жесткости и уровня шума

При испытании станков проверяют геометрическую точность; определяют класс точности и изменения точностных показателей станка в работе; проверяют жесткость системы станок — приспособление — инструмент — деталь (СПИД); проверяют уровень шума.

Проверка геометрической точности. По причине геометрических неточностей изготовления отдельных деталей, а также сборочных единиц станков возникают погрешности при обработке заготовок, достигающие в общем балансе погрешностей 25%, а в отдельных случаях и 60%. Поэтому на геометрическую точность проверяют большинство деревообрабатывающих станков. Увеличение геометрической точности станка в целом благоприятно сказывается на точности его работы. Однако при этом следует иметь в виду то обстоятельство, что чрезмерное увеличение геометрических погрешностей изготовления отдельных деталей и сборочных единиц неизбежно приводит к удорожанию станка. Следовательно, надо стремиться к достижению нормированной геометрической точности, способной обеспечить заданную по технологическим требованиям точность работы станка.

Нормы геометрической точности или величины допустимых погрешностей стандартизированы. При этом геометрические погрешности станков принимают такой величины,

что суммарная погрешность обработки деталей составляет не более 75% от ее допуска на размер. Нормируют погрешности тех элементов, которые оказывают наибольшее влияние на точность обработки. К ним относятся погрешности: установочных поверхностей и суппортов; относительного расположения установочных поверхностей и суппортов; рабочих перемещений элементов станка; настроек и регулировочных перемещений.

Геометрические погрешности по степени однородности сводят в группы, а их численные значения выражают в относительной форме, например, отнесенной к единице длины, ширины и т. д. Геометрические погрешности проявляются в виде: неровности поверхности или неплоскости, непрямолинейности траекторий перемещения; непарALLELНОСТИ относительного положения частей или направления их перемещений, несоосности, линейного смещения уровня перемещающейся части; радиального, осевого и торцевого биений, смещения частей при радиальных, осевых и поперечных зазорах в направляющих и др.

На прямолинейность измеряют направляющие элементы станков, имеющие длину, во много раз превышающую ширину, например направляющие линейки, скакалки, направляющие суппортов, кареток и др.

Прямолинейность проверяют тремя способами: при помощи контрольной линейки и набора концевых мер, при помощи уровня, при помощи контрольной линейки и уровня.

1. Проверка при помощи контрольной линейки и набора концевых мер. Этот способ проверки (рис. 15, а)

прямолинейности наиболее объективен и поэтому распространен. На контролируемую поверхность 1 в продольном направлении устанавливают две концевые меры 2 одинаковой длины. На них фиксируют контрольную линейку 4 поверочной гранью. Величину просвета между поверочной гранью линейки и контролируемой поверхностью измеряют при помощи концевых мер 3 или набора щупов. Если величина просвета меньше длины подложенных концевых мер, проверяемая поверхность выпукла; если величина просвета больше длины концевых мер, проверяемая поверхность вогнута. Фактическая величина непрямолинейности определяется стрелой кривизны f , отнесенной к 1000 мм длины контролируемой поверхности:

$$f = f_0 \frac{1000}{l},$$

где f_0 — величина стрелы кривизны, измеренная на длине l ,

$$|f_0| = f'_0 - f''_0;$$

здесь f'_0 — максимальная величина просвета между контролируемой поверхностью и поверочной гранью контрольной линейки; f''_0 — длина подложенных концевых мер.

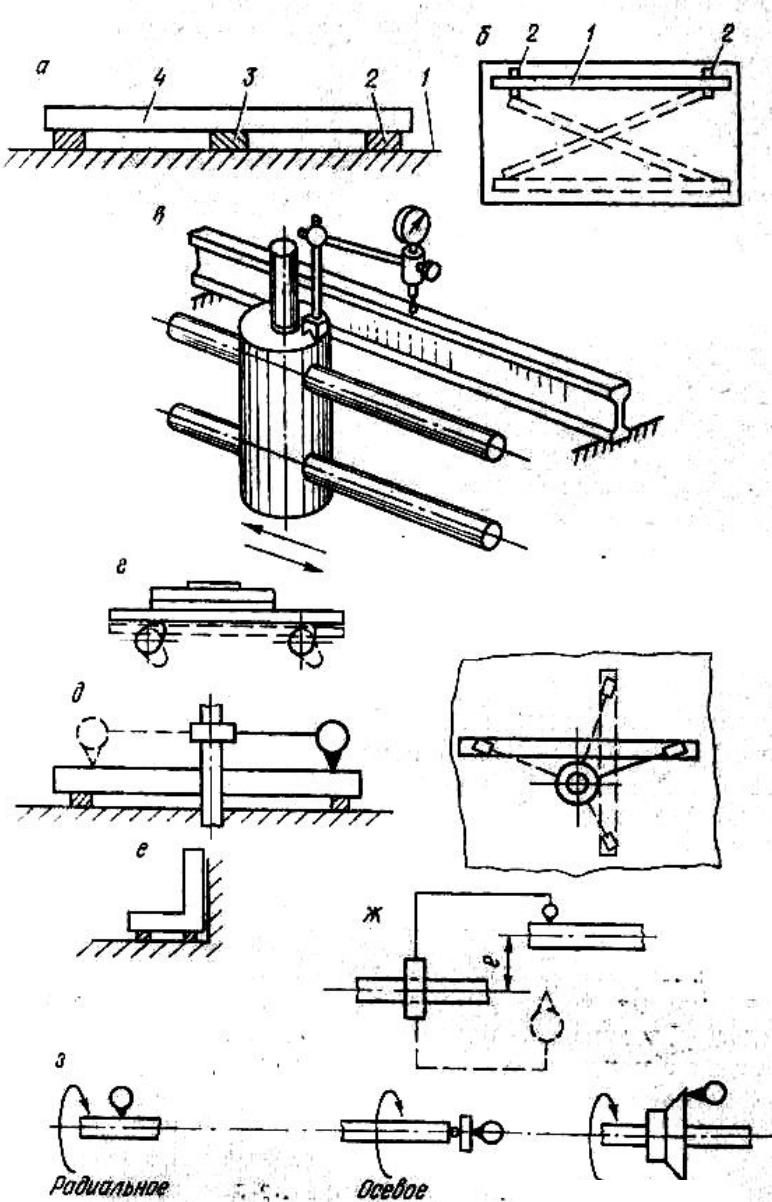


Рис. 15. Схемы проверок геометрическ

При измерении прямолинейности этим способом концевые меры располагают на расстоянии $0,223L$ от концов линейки, где L — общая длина линейки. При таком расположении концевых мер собственный прогиб контрольной линейки от собственной массы будет минимальным, т. е. погрешность измерения из-за прогиба зодится до минимума.

2. Проверка при помощи уровня. Уровнем проверяют прямолинейность поверхностей небольшой длины. Его устанавливают на специальном мостике на контролируемой поверхности через интервалы 200—400 мм и наблюдают за отклонением воздушного пузырька.

Если на контролируемую поверхность по техническим условиям оговаривается допуск на вогнутость, то при перемещении уровня слева направо пузырек уровня должен отклоняться влево, в середине проверяемой поверхности должен находиться в нейтральной позиции, а затем отклоняться вправо; при этом возможные отклонения воздушного пузырька не должны превышать допустимой величины. В случае несоответствия фактического замера этим требованиям полагают, что поверхность геометрически не точна.

Если оговаривается допуск на выпуклость контролируемой поверхности, то при перемещении по ней уровня слева направо воздушный пузырек отклоняется вправо, в середине контролируемой поверхности занимает нейтральное положение, а затем отклоняется влево. Возможные отклонения пузырька уровня сравнивают с допустимым значением.

3. Проверка при помощи контрольной линейки и уровня. Этим способом проверяют прямолинейность поверхностей большой протяженности (длина контрольной линейки значительно меньше длины поверхности). Контрольную линейку размещают на подкладках на контролируемую поверхность, задавая ей строго горизонтальное положение. Горизонтальность линейки контролируют уровнем. Затем линейку перемещают влево или вправо от оставшихся на месте подкладок, попользуя соответственно левую или правую подкладку и качестве одной из опор нового положения линейки. Длину второй подкладки регулируют с целью придания контрольной линейке в новой позиции строго горизонтального положения, за которым следят по уровню.

Перемещая таким образом контрольную линейку строго в горизонтальной плоскости по всей длине поверхности, замеряют величину просвета между нижней поверочной гранью линейки и контролируемой поверхностью с помощью щупов или концевых мер.

Поверхности, имеющие размеры как по длине, так и по ширине, проверяют на плоскостность. Плоскостность поверхностей проверяют тремя способами, такими же, как при проверке прямолинейности (при помощи контрольной линейки и набора концевых мер, при помощи уровня, при помощи набора концевых мер), однако расположение контрольного инструмента па поверхности при этом иное. Схема размещения контрольного инструмента при проверке поверхностей на плоскостность изображена па рис. 15, б. Пунктирной линией на рисунке обозначены положения контрольной линейки 1, установленной на две концевые меры 2 одинаковой длины.

Прямолинейность траекторий перемещения суппортов, кареток и столов деревообрабатывающих станков в большинстве случаев оказывает непосредственное влияние на точность размеров и формы обрабатываемых заготовок. Прямолинейность перемещения проверяют несколькими способами, наиболее распространенный из которых — способ проверки при помощи контрольной линейки и механического индикатора часового типа.

Этот способ проверки (рис. 15, в) заключается в следующем: на подвижную часть станка посредством магнитной стойки крепят индикатор таким образом, чтобы измерительный стержень его касался поверочной грани контрольной линейки, устанавливаемой заранее на неподвижных частях станка. Перемещая подвижную часть станка, прямолинейность траектории которой замеряют, на всей длине контакта измерительного стержня индикатора с контрольной линейкой наблюдают показания индикатора. При этом должно выполняться требование к установке контрольной линейки: линейку предварительно выверяют так, чтобы показания индикатора на обоих ее концах были одинаковыми. В отдельных случаях возможно размещение контрольной линейки на подвижной, проверяемой части станка, а индикатора — на неподвижной.

Параллельность элементов станков. Различают проверку параллельности перемещения подвижных элементов станков (главных установочных поверхностей — столов,

шпинделей и др.) и проверку параллельности относительно расположения элементов станков друг другу.

Непараллельность выражается величиной уклона на единице длины. За единицу длины чаще всего принимают 1000 мм. Угол непараллельности а определяется из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha = h/L,$$

где h — уклон;

L — длина проверяемого элемента.

Параллельность горизонтальных элементов станков проверяют уровнями. При этом разность показаний уровней (число делений), умноженная на цену деления, показывает непараллельность в миллиметрах на длине 1000 мм. При проверке параллельности перемещения подвижных элементов (рис. 15, ε), например столов фуговального станка, следует устанавливать их в крайние по высоте положения, фиксируя в каждом случае показания уровней. Разность показаний уровня определяет параллельность перемещения.

Измерение перпендикулярности относительного расположения элементов станков в зависимости от их функционального назначения проводят двумя способами: с помощью контрольной линейки, индикатора и набора концевых мер или с помощью угольника, набора концевых мер и щупов.

Для измерения перпендикулярности вертикальных шпинделей главной установочной поверхности пользуются первым способом, который заключается в следующем: на проверяемом шпинделе (рис. 15, δ) на специальной оправке длиной 150 мм закрепляют на высоте 100 мм от рабочей поверхности стола индикатор часового типа так, чтобы измерительный наконечник касался верхней грани поверочной линейки в двух максимально удаленных точках. Линейку предварительно устанавливают на рабочую поверхность стола в продольном направлении на концевых мерах одинаковой длины. Шпиндель проворачивают от руки на 180° , фиксируя показания индикатора в двух точках. Затем контрольную линейку устанавливают в поперечном направлении и измерение повторяют. Перпендикулярность, измеренная этим способом, выражается максимальной разницей показаний индикатора, отнесенной к единице длины, обычно принимаемой 100 мм.

Второй способ измерения (с помощью угольника, набора концевых мер и щупов) используют обычно для проверки перпендикулярности направляющих поверхностей главным установочным поверхностям (рабочих поверхностей направляющих линеек рабочим поверхностям столов). Этот способ измерения (рис. 15, e) состоит в установке угольника на столе на концевых мерах одинаковой длины таким образом, чтобы второй гранью угольник был обращен к проверяемой поверхности. Образовавшийся зазор между рабочими поверхностями угольника и направляющей линейки замеряют щупом. В этом случае перпендикулярность выражается максимальным зазором, отнесенным к единице длины.

Проверяют соосность валов, которые должны располагаться на одной геометрически правильной оси.

Отклонение осей валов от геометрически правильной оси выражается величиной эксцентриситета e , мм. В качестве измерительного инструмента при проверке соосности используют индикатор, закрепленный на одном из валов так, чтобы его измерительный наконечник касался точки на образующей второго вала. Вал с индикатором вручную проворачивают на 360° . Максимальное отклонение индикатора дает величину эксцентриситета (рис. 15, φ).

Измеряют биение валов, шпинделей, режущего инструмента, подающих вальцов, роликов шкивов и др. Различают измерение радиального, осевого и торцевого биений. Во всех случаях в качестве измерительного инструмента используют индикатор. Индикатор располагают таким образом, чтобы его измерительный наконечник касался либо точки образующей рабочей поверхности (для измерения радиального биения), либо торца проверяемого элемента (для измерения осевого биения), либо лобовой поверхности (для измерения торцевого биения). Схемы измерения представлены на рис. 15, ϑ . Величина биения определяется максимальным показанием индикатора и выражается в миллиметрах.

После проверки станков на геометрическую точность сравнивают полученные данные с

нормами геометрической точности. Для четырех классов точности станков установлены четыре группы норм общей геометрической точности элементов станков (табл. 2). Первая группа геометрической точности относится к станкам класса О и более низшего класса со встроенными высокоскоростными шпиндельными сборочными единицами. Вторая группа характеризует погрешности станков класса П и станков более низшего класса, которые по характеру работы отдельных сборочных единиц не допускают больших отклонений. Третья группа геометрической точности относится к станкам среднего класса точности С. Четвертая группа геометрической точности характеризует погрешности станков низкого класса точности Н.

Таблица 2

Наименование погрешностей	Нормальные геометрические погрешности для групп точности			
	I	II	III	IV
Неплоскость столов, плит и линеек и непрямолинейность перемещений, мм/1000	0,05	0,1	0,2	0,5
Непараллельность элементов станков и их перемещений, мм/1000	0,05	0,1	0,3	1,0
Неперпендикулярность элементов станков и их перемещений, мм/1000	0,07	0,2	0,6	2,0
Изменение уровня столов, кареток и шпинделей при их перемещении, мм/1000	0,03	0,07	0,15	0,3
Радиальное биение шпинделей, мм	0,01	0,02	0,04	0,1
Радиальное биение контрольной оправки, вставленной в центрирующие отверстия шпинделя или патрона, мм:				
основания оправки	0,01	0,02	0,04	0,1
на расстоянии 200 мм от основания	0,02	0,03	0,06	0,15
Осьевое биение шпинделей, мм	0,02	0,03	0,05	0,15
Осьевое смещение валов (зазор), мм	0,01	0,03	0,1	0,5
Несоосность валов, мм	0,02	0,03	0,06	0,15
Радиальное смещение валов (зазор), мм	0,01	0,02	0,05	0,1
Поперечное смещение суппортов и кареток направляющих (зазор), мм	0,02	0,05	0,15	0,5

Перед проверкой геометрической точности деревообрабатывающие станки должны проработать на холостом ходу не менее 30 мин для стабилизации тепловых деформаций. Это обстоятельство особенно необходимо учитывать при проверке геометрической точности быстроходных станков и станков повышенной точности.

Определение класса точности и изменения точностных показателей станка в работе.

При приемке станков необходимо определять их точностные свойства — класс точности и изменение точностных показателей в работе. Класс точности определяют по методике, изложенной в гл. V.

В современном поточном производстве, основанном на принципах взаимозаменяемости, точностные характеристики каждой отдельной детали определяются точностными характеристиками всей партии. В результате этого на сборке соединяются детали, размеры которых известны приблизительно. Точность каждой детали определяется условиями нормального функционирования узла, а также экономическими соображениями, исходящими из допустимого числа бракованных сборок.

Отклонение детали от теоретически заданного прототипа в процессе изготовления на

станке происходит по линейным размерам и по геометрической форме. Точность партии деталей характеризуется величиной рассеяния этих показателей. Во многих случаях основным показателем точности партии деталей является величина рассеяния линейных размеров, например размеров по толщине.

Анализ технологической точности станка методом мгновенных выборок проводят следующим образом. Обрабатываемую партию (не менее 800—2000 шт.) делят на K отрезков по времени или по количеству обработанных деталей. Затем в начале или конце каждого отрезка отбирают пробы по n ($n = 5 \dots 10$) деталей. Общее количество отобранных деталей

$$n' = nK.$$

Для контроля отбирают детали с первыми или последними номерами каждой полусотни, например: 1, 2, 3, 4, 5; 51, 52, 53, 54, 55; 101, 102, 103, 104, 105 и т. д. Обмер деталей мгновенных выборок производят следующим образом.

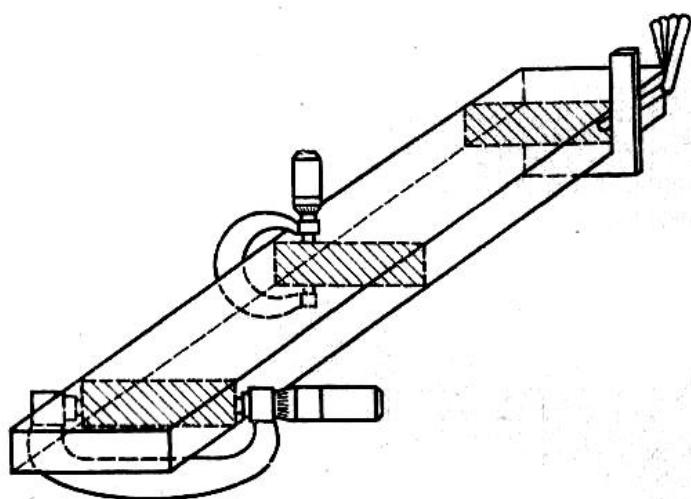


Рис. 16. Схемы измерения брусковых деталей

В каждом сечении (рис. 16) контролируют толщину, ширину, прямоугольность боковых кромок нижней пласти, прямолинейность боковых кромок. Проверка прямолинейности на рис. 16 не показана. Для проверки прямолинейности деталь устанавливают проверяемой поверхностью на контрольную плоскость и набором щупов замеряют максимальный зазор между проверяемой и контрольной поверхностями. Погрешность определяется максимальной стрелой прогиба на единицу длины. При проверке в качестве мерительного инструмента используют поверочные линейки, штангенциркули, угольники, щупы.

Каждую мгновенную выборку обрабатывают, определяя в ней значение среднего арифметического размера X и мгновенного среднеквадратичного отклонения $\sigma_{\text{МГН}}$ по формулам:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}; \quad \sigma_{\text{МГН}} = R/d,$$

где $\sum X$ — сумма размеров определенного параметра, например толщины или ширины, в мгновенной выборке;

n — количество деталей в мгновенной выборке;

R — размах размеров в мгновенной выборке; $R = X_{\max} - X_{\min}$

X_{\max} — максимальный размер в мгновенной выборке;

X_{\min} — минимальный размер в мгновенной выборке;

d — коэффициент пробы, который зависит от количества деталей в мгновенной выборке: при $n = 5$ $d = 2,326$; при $n = 6$ $d = 2,534$; при $n = 7$ $d = 2,704$; при $n = 8$ $d = 2,847$; при $n = 9$ $d = 2,970$; при $n = 10$ $d = 3,077$.

Найденные значения X и $\sigma_{\text{МГН}}$ всех мгновенных выборок наносят на графики, где по оси ординат откладывают значения X и $\sigma_{\text{МГН}}$, а по оси абсцисс — порядковые номера мгновенных выборок. Графики позволяют проследить изменения размера и среднеквадратичного отклонения за период обработки партии деталей и проанализировать причины изменения этих величин.

Испытания на жесткость. Геометрическая и технологическая точность необходимые, но не достаточные условия для обеспечения стабильной работы станка. Большое значение имеют деформации узлов станка под нагрузкой. Для определения этих величин станки испытывают на

жесткость и виброустойчивость. Практически жесткость системы СПИД устанавливается отношением нагрузки в ньютонах к вызванному ею перемещению в миллиметрах и выражается через $j = P/u$ Н/мм. Для того чтобы результаты проверки на жесткость были достаточно достоверны и объективны, необходимо при испытаниях по возможности приблизиться к наиболее типичными реальным случаям обработки, сохраняя для простоты испытаний статическое нагружение системы. Для этого необходимы следующие условия: а) направление нагружающей силы должно соответствовать направлению суммарной силы резания; б) величина нагружающей силы должна быть достаточной для того, чтобы вызвать перемещения, которые можно точно зафиксировать обычным индикатором с ценой деления 0,01 мм, но не должна превышать

нагрузки, допускаемой для испытуемого станка; в) рекомендуется определенное типичное расположение перемещаемых узлов на станке; г) станок подготавливается и устанавливается так же, как и при эксплуатации.

Для испытаний деревообрабатывающих машин в наибольшей степени подходят динамометры с камертонной пружиной и максимальным нагружением: малый (150—200 кг) и большой (500—1000 кг).

Динамометр (рис. 17) устанавливают на машину между измеряемым элементом 5 и базой 1. При вращении гайки 2 винт 8 перемещается и сдавливает пружину 3, степень сжатия которой, а следовательно, и усилие, передаваемое на измеряемый элемент, контролируются индикатором 7. Индикатор 6 позволяет определить перемещение вала 5.

Жесткость серийно выпускаемых машин нормируют ТУ или ГОСТами (табл. 3).

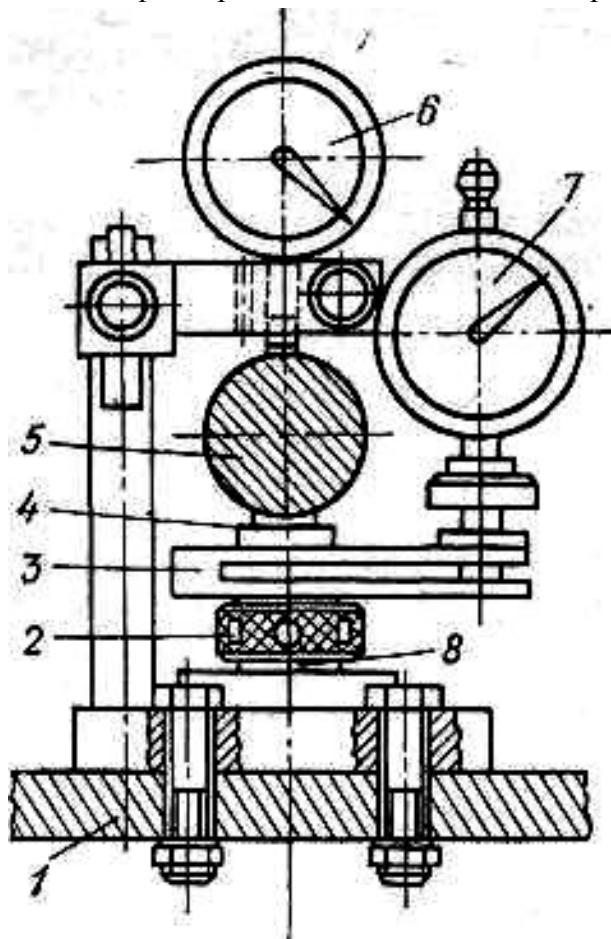


Рис. 17. Схема измерения жесткости

Таблица 3. Нормы жесткости для некоторых деревообрабатывающих станков

ГОСТ	Наименование станка	Жесткость шпинделей, Н	
		горизонтальных	вертикальных
19467—74	Продольно-фрезерный четырехсторонний с шириной обработки, мм: 160 250	7 000 12 000	5300 6000
69—75	Фрезерные с высотой обработки, мм: 80 100 125		3000 3300 3600
	Рейсмусовые (на 1 кВт мощности)	25 000	
	Сверлильно-фрезерные горизонтальные (на 1 кВт мощности)	5 000	
	Шипорезные (рамные) (на 1 кВт мощности)	2 500	

Испытания на виброустойчивость. Статическая жесткость станка в известной мере определяет и его виброустойчивость. Однако для оценки динамического качества станка необходимо провести специальные испытания для выяснения степени его устойчивости при

работе на различных режимах. При испытании станков на виброустойчивость нужно выявить типичные формы колебаний, получить частотные характеристики, установить границы устойчивости работы станка.

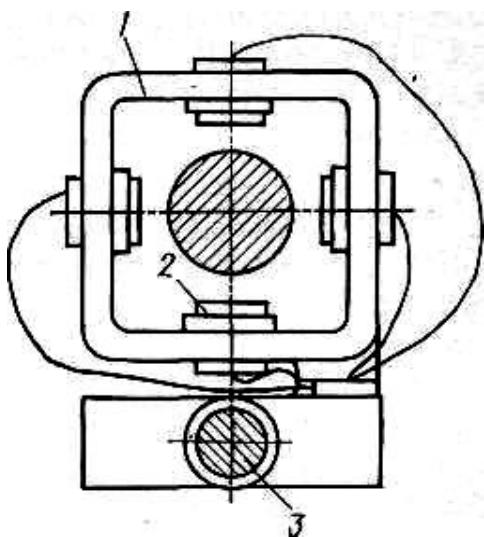


Рис. 18. Схема измерения колебаний шпинделья

для соответствующих значений скоростей подач, при которых станок способен вести обработку без вибраций.

Проверка уровня шума. При уровне шума от 110 до 130 дБ (в зависимости от частоты) начинаются болевые ощущения при восприятии шума. Особенно неприятны и вредны для здоровья звенящие, импульсные и ударные шумы, т. е. шумы, производимые при работе деревообрабатывающих станков. По нормам СН 245—71 допустимый уровень звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий составляет 90 дБ. Однако большинство деревообрабатывающих станков, особенно продольно-фрезерные, круглопильные и другие при работе производят шум, превышающий допустимые нормы. В связи с этим возникает необходимость точного определения уровня шума, определения частотных характеристик шума с целью разработки соответствующих мероприятий для его уменьшения.

Уровень шума и уровень звукового давления определяют специальными измерительными приборами — шумомерами и анализаторами шума. Шумомеры предназначены для измерения уровней звукового давления и уровней звука.

В настоящее время в нашей стране применяют несколько типов шумометров отечественного и зарубежного производства. Типы и основные технические характеристики шумометров приведены в табл. 4.

Для измерения вибраций наиболее рационально использовать малоинерционную аппаратуру (датчики или виброщуп). На рис. 18 приведена схема прибора с индуктивными датчиками для измерения вибраций в процессе обработки. Прибор позволяет измерять перемещение заготовки и инструмента как в поперечном, так и в продольном направлении. В корпусе 1 прибора установлены индуктивные датчики 2, дающие сигнал, пропорциональный величине изменяющегося воздушного зазора между датчиком и обрабатываемой деталью. Прибор перемещают вдоль оси станка по направляющей штанге 3.

Как показывают эксперименты, значение жесткости узлов станка, полученные в статическом состоянии, выше, чем в динамическом. Анализ частот и амплитуд при различных режимах обработки позволяет построить график границ устойчивости т. е. получить предельные значения глубины резания и подачи на резец

Таблица 4

Тип шумометра	Страна-изгото- витель	Диапазон измерения звукового давления и звуковых уровней дБ	Частотный диапазон, Гц
Ш-3М	СССР	25—130	40—10 000
Ш-63	СССР	35—140	60—8 000
2203	Дания	22—148	20—18 000
PS 1202	ГДР	30—135	20—12 500

§ 5. Испытания оборудования на надежность

Способы получения информации о надежности. Надежность оборудования можно определить тремя способами: по результатам эксплуатационных испытаний, по результатам стендовых испытаний и расчетным методом.

Аналитический (расчетный) метод позволяет судить о значениях показателей надежности машины на стадии ее проектирования, до минимума сокращает время, необходимое для определения показателей надежности, позволяет выявить зависимости между показателями надежности и параметрами, характеризующими конструкцию, технологию изготовления, условия и режимы эксплуатации. Однако расчетный метод в настоящее время не оформлен в инженерный ввиду сложности проблемы, связанной с недостаточным развитием теоретической базы и необходимостью проведения дополнительных экспериментальных исследований для определения некоторых зависимостей и констант. В научно-технической литературе рассматриваются лишь отдельные этапы комплексного расчета надежности машин.

Основные источники получения информации о надежности — эксплуатационные и стендовые испытания, главная цель которых — определение уровня надежности изделия и оценка его числовыми показателями.

В процессе испытаний определяют фактические сроки службы основных деталей машины и, как следствие, наименее долговечных, устанавливают причины отказов машины и их физическую сущность, исследуют динамику износа основных деталей и узлов, рассчитывают показатели надежности и закономерности их изменения во времени.

Эксплуатационные испытания. Связаны с известными организационными трудностями и требуют продолжительного времени. Накопление достаточного объема информации происходит обычно тогда, когда данная модель машины уже устаревает. Поэтому эти сведения лишь в ограниченном объеме могут быть использованы для прогнозирования поведения новых машин.

Различаются два основных вида эксплуатационных исследований — постоянные и периодические. Первые применяют для исследования надежности автоматических линий, комплектов оборудования, опытных образцов, выпускаемых в единичных экземплярах. Более универсальны периодические испытания, применяемые для серийного оборудования. Они подразделяются на однократные и многократные (последовательные). При однократных испытаниях информацию о точности и других параметрах каждой машины собирают только один раз. Преимущества однократных испытаний заключаются в том, что за относительно малое время одна бригада может исследовать большое количество станков. Они наиболее приемлемы для случаев, когда необходимо быстро собрать информацию о надежности определенной модели машины. Недостаток однократных испытаний — относительно невысокая точность результатов, так как фактические параметры находящихся в эксплуатации машин сравниваются с усредненными начальными параметрами. Поэтому они приемлемы для испытания машин, выпускаемых продолжительное время (2—3 года), и неприменимы для машин, которые начинают выпускать к моменту начала испытаний или у которых не было аналогичных предшественников.

При многократных испытаниях каждую машину наблюдают последовательно несколько раз. Периодичность проверок зависит от скорости изменения нормированной начальной точности или потока отказов и составляет 3—6 мес. Проверки применяют для изучения трансформации технических показателей машины (технологической и геометрической точности, жесткости, виброустойчивости и др.), что необходимо для анализа физических закономерностей отказов, установления законов изменения показателей надежности и, в конечном счете, расчетов предельных состояний и сроков службы деталей и узлов. Преимущество многократных испытаний — достаточно полная достоверность данных о надежности машин, недостаток — значительные затраты времени на проведение испытаний, а также большая продолжительность (не менее 1—1,5 лет) периода до получения первых результатов.

Для получения достоверной, полной и оперативной информации целесообразно руководствоваться методом комплексных испытаний, в котором однократные и многократные испытания взаимно дополняют друг друга. После выбора испытуемых машин проводят однократные испытания, в результате которых выбирают объекты для повторных наблюдений.

Достоверность результатов испытаний тем выше, чем большее число машин подвергается

обследованию. Однако по экономическим соображениям это число должно быть ограничено оптимальной величиной.

Для получения высокой достоверности результатов необходимо в любых эксплуатационных испытаниях строго выдерживать установленные режимы и условия обработки, правила подготовки оборудования к работе и обрабатывать заготовки с одинаковыми характеристиками.

Стендовые испытания. Испытания на стенах в лаборатории, проведенные в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, позволяют получить данные о надежности в относительно короткий срок. Эти испытания дают возможность более гибко менять характер и уровень входного воздействия, строго контролировать его и выявлять в чистом виде влияние отдельных факторов. Особенно эффективен метод ускоренных стеновых испытаний с использованием нагрузочно-имитирующих устройств. По ГОСТ 16504—74 ускоренными называются испытания, которые обеспечивают получение необходимого объема информации в более короткий срок, чем в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации. Во всех случаях проведения стеновых испытаний на надежность отсутствуют перерывы в работе машины по организационным причинам, применяют измерительные приборы повышенной точности и другие методы ускорения получения информации о надежности. Это делает любые стеновые испытания ускоренными, даже в тех случаях, когда их условия максимально приближены к условиям эксплуатации и сохранены рабочие процессы обработки.

Сокращение времени на проведение испытаний на надежность — проблема, имеющая первостепенное значение с точки зрения экономии средств, идущих на испытания, и для сокращения сроков освоения новых изделий. Высокий уровень надежности современных машин приводит к тому, что доведение изделия до отказа при режимах работы, соответствующих эксплуатационным, требует весьма длительных испытаний, гораздо больших, чем установленный для изделия ресурс. Если требуется также обширная статистическая информация по наработкам до отказа, то часто организация таких испытаний становится практически неосуществимой. Ускоренные стеновые испытания дают информацию о новых машинах и позволяют судить о показателях их надежности уже на стадии создания опытных образцов. Без ускоренных испытаний нельзя оценить перспективность и экономичность новых образцов машин, их модификаций, конструктивных и технологических усовершенствований, а также рассчитать необходимое количество запасных частей.

Виды стеновых ускоренных испытаний. В зависимости от цели испытания делятся на четыре группы — определительные, контрольные, ресурсные и исследовательские.

Цели определительных испытаний на стадии создания опытного образца следующие: выявление наиболее рациональной конструкции машины; определение технических возможностей машины; проверка работоспособности узлов; исследование динамики процессов изнашивания; разработка мероприятий по повышению долговечности опытного образца машины.

Цели определительных испытаний на стадии серийного производства машин следующие: установление фактических показателей надежности; выявление элементов и узлов, требующих дополнительных испытаний на надежность; оценка эффективности принятых мер ухода за оборудованием; определение периода приработки.

Контрольные (приемо-сдаточные) испытания проводят для подтверждения соответствия выпускаемых машин требованиям технической документации, они позволяют решать следующие задачи: проверять соответствие показателей надежности выпускаемого оборудования требованиям технической документации; контролировать стабильность качества изготовления машин; проверять возможность поставки машин потребителям. При больших размерах серии испытания проводят выборочно.

Ресурсные испытания проводят для установления сроков службы, они позволяют решать следующие задачи: определять надежность и, следовательно, устанавливать обоснованный гарантийный срок службы; определять фактические сроки службы деталей, узлов и агрегатов и, как следствие, устанавливать номенклатуру и потребное количество запасных частей; определять виды отказов и устанавливать физическую сущность причин возникновения отказов; устанавливать трансформацию показателей надежности в процессе работы машины; выявлять пути повышения надежности основных деталей, узлов и агрегатов машины.

Исследовательские испытания проводятся с целью: определения предела выносливости деталей; выявления закона распределения ресурса изделия; изучения динамики и закономерностей процессов изнашивания; сравнения ресурсов изделий, отличающихся конструкцией, технологией изготовления, точностью изготовления и др.

Основные этапы испытаний. Испытываемую машину обкатывают в нормальном эксплуатационном режиме и приводят в состояние, соответствующее ТУ. Затем определяют начальное качество машины: правильность функционирования, точность, динамические характеристики и др.

Испытания можно проводить с сохранением реальных рабочих процессов машины и с имитацией последних. В первом случае получаются более точные результаты, но такие испытания трудоемки и дорогостоящи, поскольку при их проведении неизбежен расход древесины, требуется рабочая сила и система удаления стружки. Значительно чаще стендовые испытания проводят с имитацией рабочих процессов.

На основании данных эксплуатационных испытаний составляют режим нагружения и определяют условия проведения испытаний. Выбирают показатели и критерии надежности и начинают испытания.

Через определенные промежутки в процессе испытаний и после их окончания определяют текущее качество машины. Для этого машину вновь оснащают своим рабочим инструментом, и в соответствии с первоначальной методикой замеряют параметры ее технического состояния.

Объектом испытаний на надежность могут быть отдельные наиболее ответственные детали, узлы и машина в целом.

Испытания на надежность состоят по существу в выявлении работоспособности определенной группы «слабых» мест, наименее стойких узлов и деталей, номенклатура которых зачастую известна заранее. Если испытанию на надежность подвергать только эти «слабые» места, будет достигнута определенная экономия времени и средств. Поэлементная схема испытаний обеспечивает преемственность результатов испытаний при использовании в новой конструкции машины старых узлов.

Эта схема испытаний наиболее эффективна на стадии разработки отдельных узлов машины, поскольку позволяет получить данные для конструкторской и технологической доводки. Доводка на ранних этапах, как известно, дает большой экономический эффект, тем более что изменение конструкции одного узла зачастую ведет к изменению конструкции других узлов. При испытаниях деталей и элементов имеется возможность значительно увеличить объем выборки, получить тем самым большой статистический материал и повысить достоверность результатов.

Недостатки поэлементной схемы испытаний — невозможность установления зависимости отказов элементов друг от друга и выявления качества сборки машины.

Испытания всей машины позволяют проверить, как работают узлы и детали в общей компоновке и получить данные о надежности всей машины. Недостаток этого вида испытаний — экономическая нецелесообразность разрушения всей машины и необходимость создания сложных НИУ. Несколько снижается и достоверность результатов испытаний вследствие различной скорости и характера изнашивания многих деталей и непропорционального их возрастания при форсированных испытаниях.

Испытания отдельных узлов, сохраняя некоторые положительные стороны испытаний машины в целом (учет взаимодействия деталей и пр.), имеют дополнительные преимущества: значительно меньше искажается общая картина действия внешних сил, а следовательно, сохраняются условия неизменности природы разрушения, испытания более экономичны, и, главное, их результаты могут быть перенесены на другие машины с идентичными узлами.

Физическое моделирование рабочих процессов. Стендовые испытания на надежность, несмотря на существующие методы ускорения, имеют продолжительность 2—6 мес. Кроме того, подавляющее большинство станков для обработки древесины резанием работает со значительными припусками на обработку. В этой связи использование при испытаниях реальных рабочих процессов экономически неоправданно. Поэтому исследования целесообразно проводить с использованием физического моделирования, позволяющего проводить испытания любой продолжительности, в заданном режиме нагружения, без расхода древесных материалов. С помощью НИУ в машине воспроизводят близкие к реальным внешние воздействия на машину

(силы резания, подачи, прижима и др.), воздействия, связанные с наличием отходов обработки (стружки, древесной пыли) и другими характеристиками условий эксплуатации (влажностью, температурой и т. д.).

§ 6. Сдача станков в эксплуатацию

После окончания монтажных работ производят пуск (опробование), регулирование, комплексное опробование, обкатку и сдачу оборудования в эксплуатацию.

Перед первоначальным пуском смонтированного оборудования следует его осмотреть и провести необходимые подготовительные операции, затем надлежит проверить исправность составных частей оборудования и готовность его к пуску. Кроме того, следует внимательно ознакомиться с технической документацией о порядке включения и выключения оборудования.

Первоначальный пуск (опробование) оборудования производят на непродолжительное время, после чего дают оценку полученным результатам пуска.

Регулирование проводят в последовательности, изложенной в эксплуатационных документах. Способы регулирования отдельных сборочных единиц, пределы регулирования,

применяемые при этом контрольно-измерительные приборы, инструменты и приспособления также указаны в технической документации на данный станок. В зависимости от типа оборудования регулирование проводят при работе его вхолостую, под нагрузкой или в нерабочем состоянии. В этот момент должны быть отрегулированы и испытаны на заданный режим работы все необходимые элементы оборудования, причем должно быть соблюдено количество режимов регулирования.

Комплексное опробование оборудования осуществляют после выполнения всех работ по регулированию. При нормальном функционировании всех элементов производят его обкатку. Во время обкатки оборудования необходимо строго соблюдать режим и продолжительность обкатки. В этот момент проводят окончательную проверку работы оборудования, регулирование, отладку, настройку; проверяют техническое состояние оборудования.

После завершения всех работ по регулированию, опробованию и обкатке оборудования, а также после проведения испытаний составляют акт (форма 2) на приемку оборудования из монтажа и сдачу его в эксплуатацию.

Форма 2

Завод _____ Утверждают:
Город _____ Главный инженер завода

АКТ №_____

от _____ на приемку из монтажа и сдачу
в эксплуатацию оборудования

Комиссия, действующая на основании приказа по заводу

№ _____ от _____, произвела осмотр и испыта-
ние установленного оборудования в _____
цехе

№ п/п	Наименование оборудования	Шифр	Инвентар- ный номер	Фирма, завод-изго- товитель	Характе- ристика	Примеча- ние

Комиссия признает установленное оборудование годным к эксплуатации с обязательным устранением замечаний в срок _____
Подпись представителей комиссии:

1. От мехмонтажа _____
 2. От электромонтажа _____
 3. От главного энергетика _____
 4. От техники безопасности _____
- Сдал представитель УКСа _____

- Приняли:
1. Начальник цеха _____
 2. Механик цеха _____
 3. Представитель от ОГМ _____

Замечания.

РАЗДЕЛ II. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

ГЛАВА 1. КАЧЕСТВО ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Понятие о качестве деревообрабатывающей машины

Качество машины — сложное многофакторное понятие. Оно определяется степенью эффективности использования ее по назначению и совершенством ее изготовления. Эффективность использования машины выражает в обобщенном виде ее так называемое эксплуатационное качество. При этом о машине судят по таким показателям, как ее производительность, технологическая точность, удобство эксплуатации, мощность, надежность и т. п. Для изготовителей машины представляют большой интерес другие ее свойства, такие, как технологичность ее изготовления, металлоемкость, точность изготовления, степень унифицированности с другими машинами, патентная чистота и т. п. Перечисленные показатели определяют качество машины. Каждый из показателей качества определяется набором частных показателей (рис. 19).

Эксплуатационное качество в значительной мере определяется уровнем качества изготовления машины. Чем выше качество изготовления машины, тем выше уровень эффективности ее использования. Наиболее качественной машиной следует считать ту, которая позволяет обрабатывать в течение заданного времени продукцию с наименьшими общественными затратами с учетом затрат при изготовлении машины и при ее эксплуатации.

На единицу продукции приходятся затраты

$$q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_4}{L},$$

где Q_1 — затраты на одну машину при ее проектировании;

Q_2 — затраты на изготовление машины;

Q_3 — затраты на эксплуатацию машины;

Q_4 — остаточная стоимость машины после прекращения ее эксплуатации;

L — суммарное количество изготовленной продукции за все время эксплуатации машины.

Минимальное значение q определяет наиболее качественную машину.

Таким образом, требования к уровню качества машины определяются как потребителями машины, так и ее производителями. При проектировании машины эти требования увязываются между собой и при конструировании получают определенное техническое воплощение. И те и другие требования качества реализуются при изготовлении машины.

При проектировании и изготовлении машины предусматриваются мероприятия по сохранению качества машины как при ее эксплуатации, так и при ее транспортировке и хранении на складе. Вновь изготовленная машина характеризуется начальным уровнем качества.

В процессе эксплуатации машины ее качество понижается, происходит как бы расход качества для достижения определенного экономического эффекта. Техническое обслуживание оборудования призвано замедлить износ оборудования, уменьшить расходование качества машины. Существенное уменьшение качества машины восстанавливается при ее ремонтах.

По уровню начального качества все деревообрабатывающее оборудование делят на три группы. К группе с высшим уровнем качества относят оборудование, превосходящее уровень или находящееся на уровне лучших мировых образцов. Станкам этой группы присваивают Знак качества. К первой группе качества относят станки и оборудование, находящиеся на уровне большинства наиболее современных станков.

Станкозаводы должны совершенствовать станки этой группы с тем, чтобы, улучшив их, перевести в группу высшего качества. Ко второй группе качества относят станки, не соответствующие современным требованиям. Станки этой группы в течение года должны быть

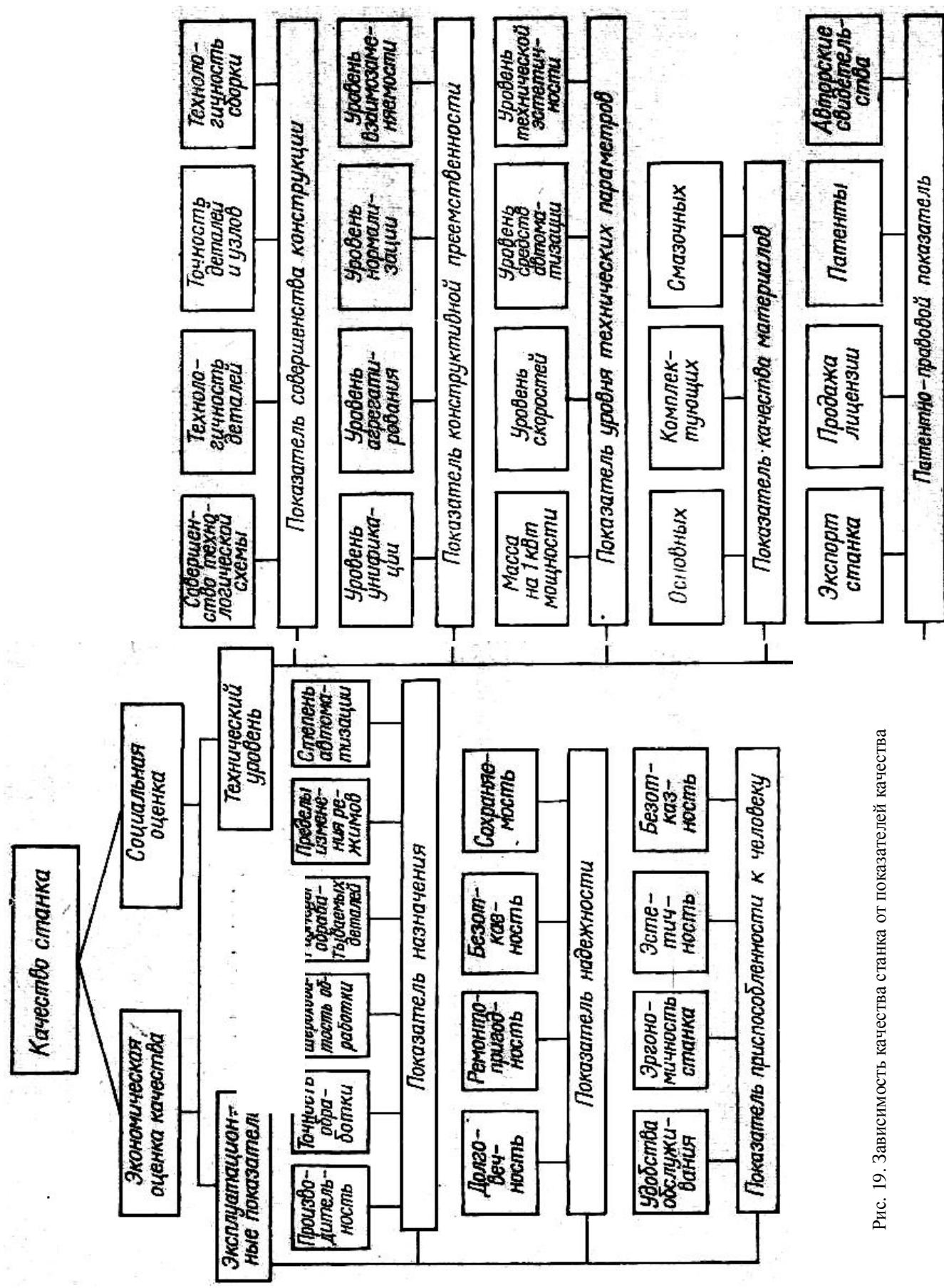


Рис. 19. Зависимость качества станка от показателей качества

§ 2. Надежность деревообрабатывающего оборудования

Понятие о работоспособности станка. Заложенная в машине производительность может быть реализована, если машина находится в работоспособном состоянии. Под работоспособным понимают такое состояние машины, при котором она способна выполнять заданные функции с параметрами, установленными техническими требованиями и записанными в ее паспорте.

В условиях производства в машине часто возникают неполадки, в результате чего она либо не может вовсе выдавать продукцию, либо выдает продукцию, не соответствующую техническим требованиям (брак). В этих случаях машина находится в неработоспособном состоянии. Переход машины из работоспособного состояния в неработоспособное называют отказом.

В случае, когда в машине произошла поломка какого-либо узла, элемента или детали и она не может выдавать продукцию, происходит элементный отказ. В случае, если вследствие износа или разрегулирования элементов машина выдает бракованную продукцию, произошел отказ по параметру.

Наука, рассматривающая отказы машин как свойство их процессов функционирования, называется теорией надежности машин. Под надежностью машин понимают их свойство выполнять заданные функции, сохраняя во времени значение установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

§ 3. Производительность машин

В процессе эксплуатации машины в зависимости от характера заложенного в нее технологического процесса обработка одной детали происходит за время t мин. Идеальная, или технологическая, производительность с учетом лишь технологического времени, например времени резания заготовки, выражается зависимостью

$$Q_{\text{техн}} = 1/t_m.$$

Производительность за любой другой отрезок времени T может быть найдена умножением этого выражения на количество минут в данном отрезке времени. Например, технологическая производительность за 1 ч выражается зависимостью

$$Q_{\text{техн}} = 60/t_m.$$

Величина $Q_{\text{техн}}$ позволяет оценивать эффективность принятого в машине технологического метода обработки детали. Например, по условиям обработки поверхности детали фрезерованием величина подачи на один резец ограничивается $u_z = 0,4$ мм. В этом случае максимальная технологически допустимая скорость подачи при числе резцов фрезы $z = 4$, частоте вращения фрезы $n = 5000$ мин⁻¹ составит

$$u = \frac{u_z z n}{1000} = \frac{0,4 \cdot 4 \cdot 5000}{1000} = 8 \text{ м/мин.}$$

Если длина заготовки $L = 1$ м, то время обработки $t_M = L/u = 1/8$ мин. В этих условиях технологическая производительность $Q_{\text{техн}} = 1/t_m = 8$ шт/мин. Повысить технологическую производительность можно лишь за счет совершенствования режима резания, улучшения инструмента и т. п.

В реальных условиях добиться работы машины с производительностью $Q_{\text{техн}}$ невозможно, так как невозможно по ряду причин осуществить непрерывный технологический процесс. В реальных машинах дискретного, или циклового, действия необходимо некоторое время на подвод или отвод инструмента, перемещение заготовки на позицию обработки, зажим, отжим детали и т. п. В машинах непрерывного действия заготовки подаются с некоторым разрывом. Иными словами, в реальных машинах детали обрабатываются не непрерывно, а с некоторыми интервалами по времени, которые являются следствием конструктивной

особенности машины. Затраты времени, возникающие при этом, называют вспомогательным временем t_e . Так как $t_m + t_e$ составляют время цикла обработки детали t_n , то цикловая производительность выражается в виде

$$Q_c = \frac{T}{t_u + t_e} = T/t_u.$$

Величина цикловой производительности легко определяется по циклограмме машины или по ее паспортным данным. Она является в некотором смысле критерием совершенства технологической и кинематической схем станка, совершенства системы управления машиной.

В процессе эксплуатации машины необходимо сменять затупившийся инструмент, производить периодическое регулирование, подналадку и переналадку на новый вид продукции, производить плановые ремонты. Все эти виды работ предусмотрены техническими условиями эксплуатации машины. Плановое время t_{pl} , затраченное на эти регламентированные работы, снижает производительность машины, и расчетная производительность определяется выражением

$$Q_p = \frac{T}{t_u + \sum t_{pl}} = \frac{T}{T_{\text{расч}}},$$

где $\sum t_{pl}$ — суммарное плановое время обслуживания машины за время T ;

T — отрезок времени, на котором определяют производительность.

Отказы машины и периодический переход ее в неработоспособное состояние еще больше снижают производительность. Производительность с учетом времени на отыскание и устранение отказов $t_{c.o}$ называют технической производительностью и выражают формулой

$$Q_T = \frac{T}{t_u + \sum t_{c.o}},$$

где $\sum t_{c.o}$ — суммарное время устранения отказов.

Фактическая производительность машины будет еще меньше вследствие ее простоев по организационным причинам, таким, как отсутствие заготовок, инструмента, рабочих и т. п. в течение времени t_{opr} :

$$Q_{\text{факт}} = \frac{T}{t_u + \sum t_{pl} + \sum t_{c.o} + \sum t_{opr}},$$

где $\sum t_{opr}$ — суммарные потери по организационным причинам.

Отношением суммарного времени, потеряного по организационным причинам за смену T_{opr} , к времени смены выражают коэффициент загрузки оборудования:

$$\eta_{opr} = T_{opr}/T_{\text{см}}.$$

Коэффициент технического использования машины, характеризующий уровень ее технического обслуживания, определяют из выражения

$$\eta_{t.u} = \frac{t_u}{t_u + \sum t_{pl} + \sum t_{c.o}} = \frac{t_u}{t_u + \sum t_{вн}},$$

где $\sum t_{m}$ — внецикловые потери времени.

Необходимо учесть, что в неработоспособное состояние машина переходит как по причине отказа инструмента, так и по причине отказа самой машины. Обычно инструмент изготавливают отдельно от станка на инструментальном заводе, за время службы станка многократно его меняют, поэтому его отказы не могут характеризовать работоспособность самой машины, изготовленной на машиностроительном заводе. Поэтому для характеристики работоспособности самой машины берут время, затрачиваемое на восстановление ее работоспособности $t_{c.o.m}$ без учета времени на восстановление работоспособности инструмента.

Коэффициент технического использования собственно машины

$$\eta_{t.u.m} = \frac{t_u}{t_u + \sum t_{pl} + \sum t_{c.o.m}}.$$

Коэффициент технического использования инструмента определяют выражением

$$\eta_{\text{т. и. и}} = \frac{t_u}{t_u + \sum t_{\text{пл}} + \sum t_{\text{с. о. и}}}.$$

Коэффициент технического использования машины является количественной характеристикой одного из показателей надежности машины — безотказности. Под безотказностью машины понимают ее способность сохранять работоспособность в течение некоторого времени без вынужденных перерывов в работе, т.е. без отказов.

Безотказность характеризует вероятность того, что машина сохранит работоспособность в течение регламентированного промежутка времени t . Например, если машина при 100 включениях за 30 мин сохраняла свою безотказность в 80 случаях (80%), соответствующую безотказность записывают $P(t) = P(30) = 0,8$.

Обычно для одной и той же машины с увеличением регламентированного времени, на котором контролируют безотказность работы машины, вероятность работоспособности уменьшается. Эта зависимость в общем виде описывается выражением

$$P(t) = e^{-\int_0^t \omega(t) dt},$$

где $\omega(t)$ — параметр потока отказов, представляющий собой вероятность возникновения отказа в единицу времени или интенсивность отказов.

Среднее время безотказной работы машины выражается зависимостью

$$m_{\text{ср}} = \frac{1}{\omega(t)}.$$

Два последних уравнения определяют показатели надежности машины по ее безотказности.

Машины, используемые в деревообработке, относятся к ремонтируемым изделиям. Заводу далеко не безразлично, какое время та или иная машина простоявает в ремонте. Поэтому надежность машины оценивают и ее ремонтопригодностью. Ремонтопригодностью машины называют ее свойство, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов путем технического обслуживания и ремонтов.

Так как ремонты оборудования производят для устранения случайных отказов и по плану предупредительного ремонта, то ремонтоспособность машин выражают через среднее время устранения случайных отказов:

$$T_{\text{в. с. о}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{\text{с. о. } i},$$

а также через среднее время, идущее на плановые ремонты $t_{\text{пл}}$:

$$T_{\text{в. пл}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{\text{пл. } i},$$

где m — число случайных отказов; n — число плановых ремонтов.

В соответствии с ГОСТ 21623 — 76 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтопригодности. Термины и определения» и по рекомендации ВНИИДМАШа для определения ремонтопригодности деревообрабатывающего оборудования можно использовать следующие показатели:

оперативная трудоемкость технических обслуживаний

$$\bar{S}_{\text{т. о}} = 10(0,75R_m + 0,15R_s);$$

оперативная трудоемкость текущих ремонтов

$$\bar{S}_{\text{т. р}} = 4(4R_m + R_s);$$

оперативная трудоемкость капитальных ремонтов

$$\bar{S}_{\text{к. р}} = 40R_m + 10R_s$$

и удельная оперативная трудоемкость технических обслуживаний и ремонтов (чел.-ч)

$$\bar{S} = \frac{S_{\text{т.о}} + S_{\text{т.р}} + S_{\text{к.р}}}{T_{\text{п.к}}} = \frac{63,5R_m + 15,5R_3}{T_{\text{п.к}}},$$

где R_m R_3 — категории ремонтосложности соответственно механической и электрической части оборудования;

T_k — продолжительность работы оборудования до первого капитального ремонта, ч.

Не менее важный показатель надежности машины — её долговечность. Долговечность машины — это ее свойство сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта.

Под предельным состоянием понимается такое состояние машины, когда она не может вырабатывать продукцию с заданными техническими условиями, и дальнейший ремонт уже экономически нецелесообразен. По достижении предельного состояния машина списывается, либо передается другому предприятию, где требования к продукции более низкие.

Долговечность машины оценивается величиной ее технического ресурса R , который равен суммарной наработке в часах от установки до предельного ее состояния:

$$R = \beta \eta_{\text{т.и}} \eta_{\text{орг}} T_{\text{кал}},$$

где β — коэффициент, учитывающий долю фонда времени работы машины в общем календарном времени; $\eta_{\text{т.и}}$ — коэффициент технического использования; $\eta_{\text{орг}}$ — коэффициент загрузки машины; $T_{\text{кал}}$ — календарное время.

§ 4. Точность деревообрабатывающих станков

Обработанная на станке деталь несколько отличается от теоретически заданной детали по размерам, форме поверхностей и их взаимному расположению. Разница между полученной величиной и заданной по всем трем перечисленным показателям точности детали составляет погрешность обработки. При обработке партии деталей каждая погрешность получает некоторое рассеяние ω , величина которого зависит от точности станка и определяется выражением

$$\omega = 6\sigma,$$

где σ — среднеквадратичное отклонение поля рассеяния ω .

Чем меньше должно быть рассеяние погрешности обработки, тем точнее должен быть станок. Следовательно, точностные требования к деревообрабатывающим станкам определяются в зависимости от требований точности к обрабатываемым на этих станках деталям. Этот критерий оценки стойкости называется технологической точностью.

Величины погрешностей размеров изделий из древесины регламентированы ГОСТ 6449 — 76. Погрешности формы поверхностей и их взаимного расположения регламентируются техническими условиями. По ГОСТу погрешности размеров изделий из древесины делятся на 9 квалитетов (от 10 до 18), из которых можно образовать 5 групп (табл. 4). Группы 1, 2 и 3 соответствуют 1, 2 и 3-му классам точности обработки деталей, а группы 2, 3, 4 и 5 соответствуют 1, 2, 3 и 4-му рядам свободных размеров по ГОСТ 6449 — 53.

Величину поля допуска для каждой группы точности деталей определяют по уравнению

$$\delta = a \sqrt[3]{P + 20},$$

где $\sqrt[3]{P + 20}$ — единица поля допуска;

P — средний размер в интервале размеров; a — множитель (для 1-й группы $a = 0,5$; для 2-й $a = 1$; для 3-й $a = 2$; для 4-й $a = 4$; для 5-й $a = 8$).

Для того чтобы обрабатываемые на станках детали укладывались по величине погрешностей в требуемый класс точности обработки, т. е. чтобы всегда $\omega \leq \delta$, необходимо для каждой операции машинной обработки деталей применять станок необходимой технологической точности.

В практике станки по точности изготавливают таким образом, чтобы они удовлетворяли требованиям точности обработки определенной группы или требованиям точности определенного технологического процесса, для которого станок предназначен.

Таблица 5.

Квалитеты (ГОСТ 6449 — 76)	Группа точности	Классы точности (ГОСТ 6449 — 53)	Ряды сво- бодных размеров (ГОСТ 6489 — 53)	Величина допуска σ	
				1	2
10—12	1	1	—	0,5·0,1 $\sqrt[3]{P+20}$	
11—13	2	2	1	1,0·0,5 $\sqrt[3]{P+20}$	
13—15	3	3	2	2,0·0,5 $\sqrt[3]{P+20}$	
14—16	4		3	4,0·0,5 $\sqrt[3]{P+20}$	
16—18	5		4	8,0·0,5 $\sqrt[3]{P+20}$	

Величина поля рассеяния ω	Значе- ние С	Наименование класса точности станка	Обозна- чение класса точно- сти станка	6		7		8		9	
				6	7	8	9				
0,045 $\sqrt[3]{P+20}$	1	Высокой точности	О								
0,09 $\sqrt[3]{P+20}$	2	Повышенной точ- ности	П								
0,18 $\sqrt[3]{P+20}$	4	Средней точности	С								
0,36 $\sqrt[3]{P+20}$	8	Низкой точности	Н								
0,72 $\sqrt[3]{P+20}$	16										

Например, большинство технологических процессов машинной обработки деталей в мебельной промышленности требует деталей, изготовленных по 11—13-му квалитетам. Заготовки изготавливают по 13—15-му квалитетам. К станкам в этих случаях предъявляются соответствующие требования.

Для того чтобы учесть погрешности размерной настройки, необходимо, чтобы поле рассеяния станка было меньше тюля допуска. Принимают $\omega = 0,9 \delta$. В гр. 6 табл. 5 приведены допустимые величины рассеяния погрешностей обработки для 5 групп точности обработки деталей. Уравнения эти, однако, не могут служить для оценки точности станка, так как и правая и левая их части зависят от величины P — номинала обрабатываемой детали. Их отношение

$$C = \frac{6\sigma}{0,045 \sqrt[3]{P+20}} = \frac{133\sigma}{\sqrt[3]{P+20}}$$

не зависит от номинала обрабатываемой детали и может служить характеристикой класса точности. Для обработки деталей по 10—12-му квалитетам нужен станок, который дает поле рассеяния размеров в обрабатываемой партии, характеризуемое значением $C \leq 1$. Для обработки деталей по 11—13-му квалитетам $C \leq 2$ и т. д. В практике принято называть станки для обработки деталей по 10—12-му квалитетам станками высокой точности и обозначать буквой О. Название и обозначение станков других классов точности приведены в табл. 5.

§ 5. Факторы, влияющие на технологическую точность дереворезущих станков

Технологическая точность станка зависит от геометрической точности его узлов и элементов, от величины упругих перемещений в технологической системе (или от его жесткости), точности кинематических звеньев, точности размерной настройки, величины

тепловых деформаций.

Наибольшее влияние на технологическую точность станка оказывает геометрическая точность его элементов и упругие перемещения под действием сил, возникающих в станке в процессе обработки. Для каждого класса технологической точности станков геометрические погрешности элементов станка нормированы. Эти нормы записаны в ГОСТах на нормы геометрической точности определенных типов станков, например ГОСТ 11968 — 66 «Станки деревообрабатывающие плоскошлифовальные цилиндровые. Нормы точности». Станкостроительные заводы, изготавливая станок, величину допущенных ГОСТами геометрических погрешностей уменьшают примерно на 40%. Это делается для того, чтобы в процессе эксплуатации при износе станка и при соответствующем увеличении геометрических погрешностей станок необходимое время имел погрешности элементов в допустимых ГОСТом пределах и обрабатывал продукцию в соответствии с требованием технологической точности.

При капитальном ремонте погрешности станка должны быть приведены к значениям на 40% ниже записанных в ГОСТе.

Упругие перемещения также нормируются ГОСТами. Для того чтобы станок обрабатывал детали в соответствии с требованием технологической точности, величина упругого перемещения режущего суппорта относительно установочной поверхности станка должна быть не более допустимой. При эксплуатации станка упругие перемещения постепенно возрастают. В процессе ремонтов упругие перемещения приводятся к норме за счет установки новых подшипников, регулировки зазоров, шлифования направляющих и подтяжки стыков.

Точность кинематических цепей станка оказывает влияние на технологическую точность станка лишь в том случае, если они влияют на формирование размера изделия. Например, в лущильном станке погрешность толщины шпона зависит от погрешностей кинематической цепи, определяющей толщину шпона.

Точность механизмов для перемещения установочных поверхностей при размерной настройке по пробным деталям на точность обработки влияния не оказывает.

Тепловые деформации станка приводят к изменению размера обрабатываемой детали в партии, если в станке в процессе обработки партии изменилась температура отдельных его элементов. Это происходит, например, в том случае, если настройку на размер произвели на холодном станке, а затем в процессе работы в течение 1—2 ч происходило разогревание элементов станка.

ГЛАВА 2. ИЗНОС ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Причины возникновения отказов

Функциональные отказы происходят в большинстве случаев за счет разрушения какой-либо детали машины, оказывающей влияние на ее функционирование. Если действующая на деталь сила превосходит предельное значение, происходит либо деформация детали, либо ее излом. Превышение действующей силой предельного значения наиболее вероятно в момент заклинивания механизмов. Особенно опасно действие силы ударного характера.

Разрушаются детали и в случае нагружения их многократной пульсирующей или знакопеременной силой со значением ее близким к пределу усталости металла. От таких нагрузок наиболее часто разрушаются элементы механизмов привода, валы, зубья шестерен, муфты, пружины и т. д.

Параметрические отказы происходят в основном за счет износа деталей, влияющих на технологическую точность или производительность машины. Износ происходит вследствие постепенного поверхностного разрушения материала детали, сопровождающегося отделением от него частиц на сопряженное тело, а также изменением качества поверхности, ее геометрии и свойств поверхностных слоев материала.

§ 2. Трение и изнашивание

Изучению процессов изнашивания и методов, снижающих скорость их протекания, уделяется много внимания. Приведем некоторые цифры, подчеркивающие важность данной проблемы. Слой смазки толщиной около 0,01 мкм (50—100 молекул) уменьшает износ в 100 раз. Экономия 2% смазочных веществ дает экономический эффект около 4 млн. р. в год.

Проблема раньше недооценивалась. Например, долгое время (почти до 70-х годов) в высших учебных заведениях проводились расчеты только на прочность, но потом была создана новая наука «трибоника» (от греческого слова «трибос» — трение), изучающая вопросы трения, изнашивания и смазки. Основные исследования ведутся в следующих направлениях: 1) улучшения качества смазочных материалов; 2) разработки новых антифрикционных материалов; 3) разработки технологических, конструкционных и эксплуатационных методов повышения износостойкости.

Материал этой главы излагается в соответствии с ГОСТ 16429—70 «Трение и изнашивание в машинах. Основные термины и определения».

§ 3. Виды и характеристики внешнего трения

Различают трение внутреннее — в самой среде, жидкости или газе и внешнее, связанное с контактом твердых тел при их относительном движении. Этот вид трения присутствует в узлах и элементах машин.

Внешнее трение — это явление сопротивления относительному перемещению, возникающего между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним. Внешнее трение твердых тел — сложное явление, зависящее от многих процессов, протекающих на границе раздела в зонах фактического контакта и в тонких поверхностных слоях этих тел.

Под силой трения T понимают силу сопротивления относительному перемещению двух тел при трении, направленную противоположно этому перемещению. Величина силы внешнего трения зависит в общем случае от перемещения твердых тел в тангенциальном направлении, поэтому в зависимости от этого перемещения различают наибольшую силу трения покоя, неполную силу трения покоя и силу внешнего трения движения.

Неполная сила трения покоя — сила сопротивления движению при малых частично обратимых тангенциальных перемещениях, называемых предварительными смещениями. Эта сила реализуется в узлах трения, в которых не происходит их непрерывного скольжения.

Наибольшая сила трения покоя — значение неполной силы трения покоя, соответствующее максимальной величине предварительного смещения.

Сила внешнего трения движения — сопротивление тангенциальному перемещению контактирующих тел, не зависящее от величины перемещения.

По кинематическому признаку относительного перемещения различают трение скольжения и трение качения.

Трение скольжения — это трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел в точках касания различны по величине и направлению или только по величине и только по направлению. Трение качения — это трение движения двух соприкасающихся твердых тел, при котором их скорости в точках касания одинаковы по величине и направлению.

Так как внешнее трение обусловлено процессами, протекающими в тончайших приповерхностных слоях и на границе раздела твердых тел в зонах фактического контакта, сила трения зависит от физико-механических свойств этих слоев. Эти слои отличаются по своим свойствам от слоев, расположенных в глубине. Причиной является то, что силы связи атомов (ионов, молекул) в поверхностном слое не симметричны и атомы (ионы, молекулы) не могут занимать положение, соответствующее минимальному значению энергии в объеме материала. Искажение строения приповерхностных слоев появляется также при механической обработке поверхности и в процессе трения под влиянием деформирования этих слоев и изменений температуры.

Атомы (молекулы) окружающей среды адсорбируются на поверхности твердого тела и

вследствие хемосорбции образуют пленки химических соединений с твердым телом, в простейшем случае это пленки окислов.

Таким образом, в общем случае приповерхностные слои имеют искаженное строение, содержат пленки окислов и один (по крайней мере на воздухе) монослой адсорбированных паров влаги или газов. Очень часто для уменьшения силового взаимодействия трущихся тел применяют смазку. Следовательно, взаимодействие при внешнем трении происходит не между твердыми телами, а между пленками, покрывающими твердые тела. В зависимости от состояния поверхностей твердых тел принято различать трение без смазки, граничное трение и жидкостное трение.

Трением без смазки называется трение двух твердых тел при отсутствии на поверхностях трения введенного смазочного материала всех видов. При работе сопряжения в вакууме коэффициент трения равен 0,7—0,8. В реальных условиях, как отмечалось выше, на поверхностных слоях контактирующих тел появляется адсорбированный слой, снижающий коэффициент трения до 0,15—0,2, причем этот слой появляется уже через 1 с после промывки контактирующих поверхностей. Под коэффициентом трения понимают отношение силы трения движения к нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности трения.

При трении без смазки взаимодействие поверхностей имеет двойственную молекулярно-механическую природу: объемное деформирование материала и преодоление межмолекулярных связей. Молекулярное воздействие обусловлено взаимным притяжением двух твердых тел, их адгезией; механическое — взаимным внедрением элементов сжатых поверхностей.

Границным трением называется трение двух твердых тел при наличии на поверхностях трения слоя жидкости, обладающего свойствами, отличающимися от объемных. При толщине слоя жидкости 0,1 мкм ее свойства отличаются от объемных, поэтому к таким слоям обычные уравнения гидродинамики неприменимы. В этом случае между трущимися поверхностями находится очень тонкий слой смазки, значительно уменьшающий износ, но полностью его не предотвращающий, так как из-за разрывов этого слоя происходит контакт микровыступов поверхностей. Непосредственный контакт в местах разрыва пленки, а также значительные усилия, передаваемые через тонкий слой пленки, приводят к износу поверхностей вследствие усталостного напряжения и пластического деформирования микронеровностей, их молекулярного схватывания и расклинивающего действия смазки, которая, попадая в трещины, способствует разрушению поверхностного слоя. Коэффициент трения при граничном трении 0,01—0,15.

Жидкостным трением называется явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами, разделенными слоем жидкости, в котором проявляются ее объемные свойства. В этом случае слой смазки настолько велик, что устраняет контакт трущихся поверхностей. Механизм износа можно представить как кавитационное и механическое (при попадании твердых частиц в смазку) разрушение окисной пленки на поверхности трения. Такой вид фрикционного контакта не может существовать без движения трущихся тел и имеет весьма низкий коэффициент трения (0,001—0,01).

§ 4. Виды и характеристики изнашивания

Изнашивание — это процесс постепенного изменения размеров тела при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения материала и (или) его остаточной деформации.

Основная характеристика изнашивания — износ η , определяемый как результат изнашивания, проявляющегося в виде отделения или остаточной деформации материала, измеряемый в направлении перпендикулярном поверхности трения.

Отношение величины износа ко времени, в течение которого он возник, называется скоростью изнашивания.

Отношение величины износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы называется интенсивностью изнашивания.

Свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания, называется износстойкостью.

На рис. 20, *a* приведена классическая диаграмма износа. Она близко соответствует

процессу износа простейших отдельно взятых элементов машин, но далеко не точно описывает явления, происходящие в сложной и ремонтируемой системе, которой является машина. Износ имеет три периода: I — период приработки; II — нормального и III — катастрофического износа.

В процессе приработки происходит изменение макрогоеометрии поверхностей — ее формы и микрогоеометрии — ее шероховатости. Скорость изменения износа $\dot{\eta}(t)$ постепенно уменьшается. В зависимости от вида машины и условий ее работы период приработки происходит в течение первых 20—200 ч работы. Процесс приработки должен полностью исключить возможность возникновения приработочных отказов в процессе нормальной эксплуатации оборудования. На этапе нормального износа контактирующие поверхности приобретают относительно стабильные свойства и $\dot{\eta}(t) = \text{const}$. Происходит постепенное накапливание износа по линейной зависимости $r(t) = at + b$ или близкой к ней. Он соответствует периоду нормальной эксплуатации станка, когда происходит постепенное ухудшение его начальных параметров. В зоне катастрофического износа происходит резкое увеличение $\dot{\eta}(t)$ в результате изменения физической картины.

Возможны случаи (рис. 20, б), когда после приработки наступает нормальный износ, не переходящий за весь срок службы деталей в катастрофическую fazу. И, наоборот (рис. 20, в), возможен случай, когда внешние факторы, интенсифицирующие износ, проявляются вскоре после окончания периода приработки и период нормального износа имеет незначительную протяженность перед входом в III fazу. Кривая на рис. 20, г соответствует случаю усталостного износа поверхности трения детали. Он начинает проявляться только после некоторой наработки T .

Обычно считают, что этапы I и III находятся за пределами нормальной эксплуатации детали. Приработка происходит во время обкатки машины, а до катастрофического износа не допускают. Фактически дело обстоит не так, особенно в машинах со сменяемыми элементами контактирующих пар. В какой-то момент T_1 (рис. 20, д) одна из деталей контакта изнашивается и заменяется другой. В течение периода T_2 происходит приработка обеих деталей и величина $\dot{\eta}(t)$ растет более интенсивно. Затем период приработки T^* заканчивается и начинается период нормального износа.

Реальные процессы изнашивания отличаются от типичных в силу многих причин, таких, как внешние факторы, ход физических процессов, протекающих в машине, и т. д. Кроме того, вид реализации зависит от начального состояния машины.

В зависимости от внешних воздействий, среды и свойств трущихся материалов при трении могут возникать механические, химические и теплохимические процессы. Один из них всегда преобладает, определяя характер изнашивания. Согласно этому положению, исследование ряда сложных явлений износа в деталях машин можно свести в каждом конкретном случае к изучению только одного ведущего вида износа. Контактирующие поверхности могут разрушаться различным образом. Тот или иной вид разрушения зависит как от свойств трущихся тел, так и от большого числа внешних факторов и их сочетаний. Однако в некотором диапазоне изменения внешних факторов вид разрушения остается неизменным, типичным для данных условий контактирования.

В связи с этим предоставляется возможность различать виды износа. Согласно ГОСТ

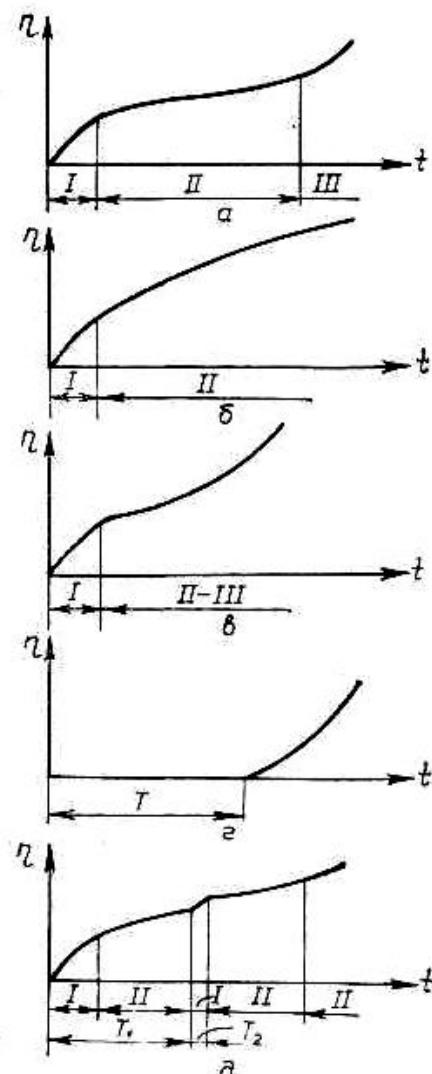


Рис. 20. Типичные кривые износа простейших сопряжений

16429—70 все виды изнашивания можно разделить на механические, молекулярно-механические и коррозионно-механические.

Механическое изнашивание происходит в результате только механических воздействий. В зависимости от их характера различаются следующие виды механического изнашивания.

Абразивное изнашивание — это механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых тел или частиц. Этот вид изнашивания имеет место при трении скольжения или качения со скольжением.

Абразивные частицы попадают в контакт извне (отходы обработки, пыль) или являются продуктами самого износа, причем каждая частица представляет собой микрорезец, который в зависимости от размеров, формы, угловых параметров может пластически деформировать, царапать или даже срезать микростружку с поверхностей резания. Механизм абразивного износа определяется главным образом соотношением твердости материала пар трения H_u и твердости абразивных частиц H_a . Микрорезание и интенсивная пластическая деформация поверхностей трения могут наблюдаться при $H_m \leq H_a$. При более высокой твердости трущихся поверхностей процесс разрушения протекает в основном за счет коррозионно-механического истирания или хрупкого выкрашивания.

Абразивное изнашивание наиболее характерно для деревообрабатывающего оборудования. Ему подвержены важные формообразующие элементы: столы, суппорты, каретки и их направляющие, опорные и базовые поверхности, прижимы, подающие вальцы и т. д. Среди многочисленных факторов, влияющих на износ, выделим два — качество смазки трущихся поверхностей и наличие на них стружки. Большинство перечисленных выше узлов не имеет принудительной смазки, трущиеся поверхности обычно довольно нерегулярно смазывают обычным наливом. Поверхности базирования, направляющие, ходовые винты и т. д. в большинстве случаев не имеют защитных устройств. Продукты отхода рабочих процессов (стружки, опилки и др.) свободно попадают на поверхности этих элементов и находятся на них длительное время.

Попадание стружки в механизмы машины вызывает забивание системы смазки, высушивание поверхностей, а также абразивное изнашивание, поскольку в клетках древесины содержатся твердые минеральные частицы. Специальные исследования показали, что большинство пород древесины содержит в теле 1% кремниевых соединений, а также органические кислоты и соединение фенола, вызывающие коррозию стали, в особенности если древесина сырья. Кроме того, стружка, снимаемая с поверхности досок, может быть засорена песком и другими частицами. Опилки в межзубовых впадинах уплотняются по сравнению с нормальной древесиной, что также ускоряет износ.

Имеют значение и размеры стружки. С увеличением частиц до 2 мм скорость изнашивания возрастает, а затем уменьшается. Это объясняется тем, что мелкая стружка и опилки непосредственно участвуют в абразивном износе, в то время как более крупные стружки в основном осушают направляющие от смазки и только частично перемалываются в более мелкие.

Во всех случаях степень загрязненности смазки увеличивает интенсивность изнашивания. Например, результаты анализа масел, применяемых для смазки сопряжений оборудования лесопильного потока, показывают, что содержание механических примесей в них колеблется в больших пределах: в лесопильных рамках 8,71—47,35%, в транспортном оборудовании 5,57—63,7%, в торцовочных станках 32,56—67,51% (в чистом смазочном материале доля механических примесей лежит в пределах 0,14—3,47 %).

Такое высокое содержание примесей в смазке объясняется нерегулярностью промывок сопрягаемых поверхностей, несовершенством конструкции смазочных систем, плохой очисткой масел.

Гидроабразивное изнашивание — это изнашивание в результате воздействия твердых тел или частиц, увлекаемых потоком жидкости (масла). В результате упоминавшегося выше засорения масла механическими примесями происходит гидроабразивный износ элементов и аппаратуры гидросистем оборудования, таких, как золотники, цилиндры, уплотнения, плунжеры и др.

Газоабразивное изнашивание — это изнашивание в результате воздействия твердых тел или частиц, увлекаемых потоком газа или воздуха. Этому виду изнашивания подвержены широко распространенные в деревообработке пневматические системы удаления стружки.

Усталостное изнашивание — это изнашивание поверхности трения или отдельных ее участков в результате повторного деформирования микрообъемов материала, приводящего к возникновению трещин и отделению частиц.

Механизм усталостного износа определяется сложным напряженным состоянием активных объемов материала у поверхностей трения и особыми явлениями усталости при циклических нагрузках. Следует различать контактную усталость поверхностных слоев при трении качения и усталостный износ при трении скольжения.

Циклические напряжения сжатия и сдвига, возникающие под действием передаваемого усилия при качении, а также остаточные напряжения, обусловленные механической обработкой и пластической деформацией материала поверхностных слоев под нагрузкой, приводят к появлению микро- и макротрещин, которые затем развиваются в осповидные углубления и впадины. Такое явление иногда именуют термином «питтинг». Начавшееся выкрашивание может затем прекратиться, а образовавшиеся углубления загладиться. В этом случае имеет место «ограниченное», или «начальное», выкрашивание, не приносящее особого ущерба. При прогрессирующем выкрашивании искажается профиль контактирующих поверхностей, возникают дополнительные динамические нагрузки, вибрации.

При трении скольжения каждый выступ поверхности трения гонит перед собой волну деформированного материала на поверхности контртела. Выступ сжимает перед собой материал контртела, несколько растягивает на гребне волны и значительно — на некотором расстоянии за собой. Большая работа затрачивается на образование и выглаживание мелких складок на поверхности волны. Материал, отодвинутый в сторону, может следующим выступом быть отодвинут обратно. Таким образом, каждое сечение истираемой поверхности тела последовательно подвергается растягивающим и сжимающим напряжениям.

Повторно действующая по поверхности нагрузка, даже незначительная, приводит к усталостному разрушению. Усталостному изнашиванию в деревообрабатывающем оборудовании подвержены направляющие и подшипники качения, сопряжения, имеющие небольшие относительные перемещения в результате вибраций и др.

Эрозионное изнашивание — это изнашивание поверхности в результате воздействия потока жидкости или газа. На поверхности появляются локальные пятна, выбоины, кратеры, царапины и т. п. Интенсивность повреждений при эрозии может быть значительной, если поток газа или жидкости обладает большой кинетической энергией и может создавать высокие напряжения в поверхностном слое.

Процессы эрозионного разрушения поверхностей характерны, например, для деталей насосов, распределителей высокого давления гидравлических прессов для склеивания фанеры, древесноволокнистых и древесностружечных плит.

Кавитационное изнашивание — это изнашивание поверхности при относительном движении твердого тела в жидкости в условиях кавитации, когда в потоке жидкости создаются пузырьки пара и газа и при переходе в область с более высоким давлением происходит конденсация пара и создаются условия для местного гидравлического удара. При этом воздействия на поверхность могут быть столь значительны, что появляются глубокие каверны, которые могут слиться и создать кратер или даже сквозное отверстие. Кавитация наблюдается в гидронасосах, трубопроводах и т. п.

Молекулярно-механическое изнашивание имеет место при одновременном механическом воздействии и молекулярных или атомарных сил. Типичный пример — изнашивание при заедании, которое происходит в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность.

Процессы схватывания и глубинного вырывания наблюдаются при трении скольжения с малыми скоростями относительного перемещения трущихся поверхностей и при удельных давлениях, превышающих предел текучести на участках фактического контакта, при отсутствии

смазки и защитной пленки окислов и контакте деталей из однородных материалов. Одновременно эти процессы возникают при трении скольжения с большими скоростями относительного перемещения трущихся поверхностей и большими удельными давлениями, обусловливающими высокий градиент и интенсивный рост температуры в поверхностных слоях трущихся материалов, вызывающих состояние «термической» пластичности. Процесс сопровождается образованием местных связей («мостиков сварки»). Такое изнашивание характерно для направляющих суппортов периодического действия, настроенных механизмов и др.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит при трении материала, вступившего в химическое взаимодействие со средой. В деревообрабатывающем оборудовании встречаются следующие виды такого изнашивания.

Окислительное изнашивание — это изнашивание при наличии на поверхностях трения защитных пленок, образовавшихся в результате взаимодействия материала с кислородом.

Окислительный износ проявляется в сложном сочетании явлений адсорбции кислорода на поверхностях трения, диффузии кислорода в поверхностные слои, пластической деформации с образованием адсорбированных пленок, пленок твердых растворов и химических соединений материала с кислородом с последующим отделением их с поверхностей трения. Диффузии кислорода в материал способствует пластическая деформация. В свою очередь пластическая деформация резко усиливается при одновременной диффузии. При износе наблюдается разрушение окисных пленок, но в атмосфере воздуха идет и преобладает обратный процесс — окисление частиц материала поверхностей. В противоположном случае превалирование скорости разрушения пленок ведет к изнашиванию при заедании (схватывание поверхностей).

Следует иметь в виду, что наличие окисных пленок не исключает возможности их усталостного разрушения, а лишь вносит свою специфику, так как в этом случае разрушается более хрупкий материал. Этому виду изнашивания подвержены практически все элементы машин.

Изнашивание при фреттинг-коррозии происходит при относительных колебательных перемещениях контактирующих материалов в результате вибрации при периодических деформациях элементов конструкции. На участках, поврежденных фреттинг-коррозией, протекают процессы схватывания, абразивное разрушение, усталостно-коррозионные явления. Наиболее ярко этот процесс проявляется в направляющих качения.

§ 5. Методы измерения износа

Износ можно измерять тремя основными методами — интегральным, дифференциальным и измерением выходных параметров сопряжения.

Интегральный метод. Этим методом можно определить лишь суммарный износ по поверхности трения, не устанавливая величину износа в каждой точке поверхности, например взвешиванием детали или образца или определением содержания продуктов износа в смазке.

Дифференциальные методы. Эти методы наиболее широко применимы для измерения износа деталей машин. Они позволяют выявить распределение износа по всей поверхности трения и оценить влияние, оказываемое неравномерностью износа на выходные параметры.

1. **Метод микрометражка.** Изнашиваемую деталь обмеряют до и после определенного периода её работы и по изменению её линейных размеров судят о средней величине поверхностного износа.

Износ определяют по формуле

$$\eta = h_1 - h_2$$

где h_1 , h_2 — размеры до и после испытаний.

Измерительным инструментом служит микрометр или микронный индикатор 1-го класса точности.

2. **Метод искусственных баз.** На изнашиваемую поверхность 1 наносят углубление (рис. 21, а) строго определенной формы в виде конуса, пирамиды, сферы, лунки и

по уменьшению размера углубления в плане судят о величине износа.

Метод вырезанных лунок (ГОСТ 17534—72). Лунки 2 наносят поперек движения подачи в разных точках поверхности трения для получения общей картины распределения износа. Их размеры весьма малы: длина до 3 мм, глубина до 15 мкм. Дно лунки есть та искусственная база, относительно которой измеряют линейный износ. Лунки не оказывают никакого влияния на служебные свойства и прочность детали.

Для нанесения лунок и их измерения в процессе износа применяют следующие приборы: прибор модели 966 — для измерения износа на плоских поверхностях трения; прибор модели 965 — для измерения износа на цилиндрических вогнутых поверхностях трения; прибор модели 967 — для измерения износа на цилиндрических выпуклых поверхностях трения.

Рассмотрим более подробно прибор для измерения износа на плоских поверхностях трения (рис. 21, б). Прибор крепят к направляющим (образцу) двумя магнитами 4. Вращение резца 3 осуществляется маховиком 5, а подача — маховиком 10. За вырезанием лунки можно наблюдать в микроскоп через окуляр 8. Фокусировка осуществляется гайкой 6, и более точно — гайкой 7. Для измерения длины лунки в микроскопе имеется шкала, для совмещения ее с осью лунки — механизм установки шкалы 9.

Длина лунки измеряется при помощи микроскопа, цена деления шкалы которого равна 0,03 мм (линейное поле зрения 5 мм, увеличение микроскопа 25). Длину лунки определяют по формуле $l = Ak$ мм, где A — цена деления (0,05 мм); k — число делений на шкале прибора.

Износ плоских поверхностей, а также цилиндрических поверхностей при лунке, расположенной по образующей цилиндра, вычисляют по формуле

$$\Delta h = h_1 - h_2 = 0,125 \left(l_1^2 - l_2^2 \right) \frac{1}{r},$$

где Δh — линейный износ в месте нанесения лунки, мм; h_1 , h_2 — глубина лунки до и после определенного этапа изнашивания, мм; l_1 , l_2 — длина лунки до и после определенного этапа изнашивания, мм; r — радиус вращения вершины резца, мм.

Износ цилиндрических поверхностей при лунке, расположенной перпендикулярно образующей цилиндра, вычисляют по (11.18) с поправкой на радиус кривизны поверхности детали (образца) в месте нанесения лунки. При этом для выпуклых поверхностей поправку суммируют с найденным значением глубины лунки, а для вогнутых поверхностей вычитают:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = 0,125 \left(l_1^2 - l_2^2 \right) \left(\frac{1}{r} \pm \frac{1}{R} \right),$$

где R — радиус кривизны поверхности трения в месте нанесения лунки, мм.

Метод негативных отпечатков. Этот метод принципиально не отличается от описанного, но менее точен. Однако он имеет то преимущество, что позволяет определить износ в труднодоступных участках деталей.

На изнашиваемую поверхность с помощью резца (рис. 22, а) наносят две риски под

углом 90° друг к другу. Риска 1 длиной 6—10 мм — основная, риска 2 длиной 4—5 мм — вспомогательная. Основная риска располагается по направлению вектора относительного перемещения трущихся поверхностей (рис. 22, б). Затем на риски накладывают калиброванную свинцовую пластинку 3 толщиной 0,5—0,8 мм и вдавливают ручным пуансоном (рис. 22, в). Полученный негативный оттиск переворачивают и кладут на предметный столик двойного микроскопа МИС-11 так, чтобы вспомогательная риска проходила вдоль изображения световой щели микроскопа (рис. 22, г). Высоту сечения оттиска основной риски измеряют на расстоянии 1 мм от вспомогательной, для чего микровинт предметного столика поворачивают на один оборот.

3. Метод поверхностной активации (МПА). Основная идея данного метода заключается в регистрации падения относительной активности (предварительно наведенной в исследуемой зоне трения путем бомбардировки ускоренными заряженными частицами на циклотроне) в результате износа трущейся поверхности с радиоактивной меткой глубиной 0,05—0,4 мм. Сравнивая полученные данные с тарировочной функцией, определяют величину линейного износа на каждый фиксированный момент времени наблюдения.

Основной регистрируемый изотоп для материалов на основе железа — ^{56}Co с периодом полураспада 77,3 дня, что вполне достаточно для проведения ускоренных испытаний. Достоверность определения факта окончания приработки сопряжения и оценки скорости процесса изнашивания в установившемся режиме трения дает возможность для экстраполяции данного процесса, что значительно ускоряет подобные испытания, при этом отпадает необходимость наработки сопряжения до предельного состояния.

Второе достоинство МПА — возможность регистрации линейной величины износа без разборки и остановки трущейся пары, что также дает значительный коэффициент ускорения испытаний. Необходимые условия для получения достаточной точности результатов измерения следующие: выбор частиц для активации исследуемого материала с точки зрения уменьшения выхода побочных изотопов в радиоактивной смеси, удаление продуктов изнашивания из зоны трения ее периодической промывкой.

Кроме того, резервы повышения чувствительности измерения износа МПА заключаются в выборе оптимальной глубины активации для данных испытаний, необходимой величины активности, геометрии измерения, выборе оптимального режима измерения для конкретных условий испытаний: либо в интегральном (по сумме активностей всех изотопов смеси, определяемой порогом дискриминации), либо в дифференциальном (по одному изотопу) и экспозиции

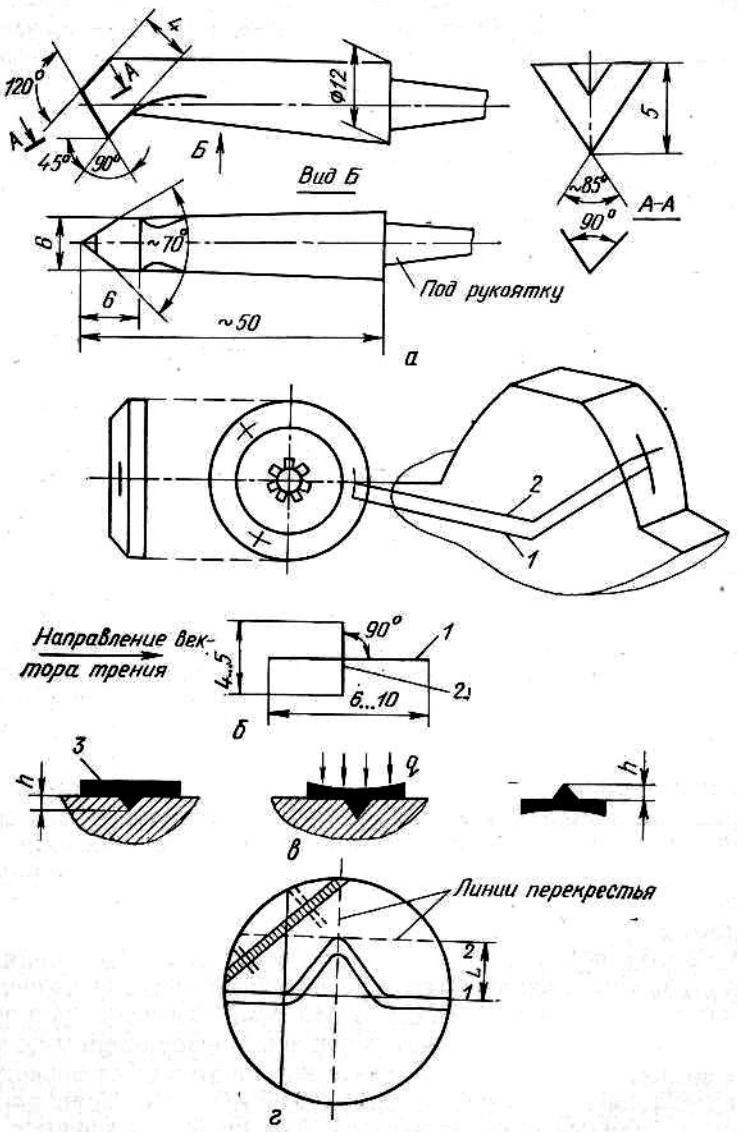


Рис. 22. Метод измерения износа с помощью негативных отпечатков:
а — приспособление для нанесения рисок; б — схема нанесения рисок; в — схема снятия отпечатка; г — схема измерения отпечатка

необходимой величины активности, геометрии измерения, выборе оптимального режима измерения для конкретных условий испытаний: либо в интегральном (по сумме активностей всех изотопов смеси, определяемой порогом дискриминации), либо в дифференциальном (по одному изотопу) и экспозиции

изменения γ — квантов.

Применение малых доз активности (до 10 мКи) дает возможность проводить данные испытания в лабораторных или производственных условиях без специальных мер защиты.

При измерении износа крупногабаритных деталей используют специальные вставки, которые проходят поверхностную активацию, а затем их устанавливают на изнашивающуюся поверхность. Применение вставок из специальных сплавов, например кобальта и меди, позволяет довести общую продолжительность действия радиоактивности, достаточную для точного измерения износа в течение 2—2,5 лет, что важно при натурных испытаниях.

Методы измерения выходных параметров сопряжения. В этом случае износ оценивают по изменению выходных параметров сопряжения, что дает лишь косвенное представление о величине износа. Преимущество этого метода в том, что он является единственным возможным способом оценки износа некоторых элементов машины без разборки узла, например шпинделя на подшипниках качения, шарирных соединений и т. д.

Рассмотрим один из вариантов этого метода. К рабочему концу шпинделя с помощью динамометра прилагается регламентированная сила. Одновременно индикаторами фиксируются перемещения в различных точках шпинделя. По мере наработки величина этих перемещений изменяется. Сравнивая между собой величины перемещений, сделанные через определенные промежутки в процессе эксплуатации (или испытаний) шпинделя, можно оценить износ подшипниковых опор.

§ 6. Смазка трущихся поверхностей

Износ взаимодействующих поверхностей деталей станков в значительной степени уменьшается при разделении их слоем смазки. Слой смазки, разделяя поверхности, уменьшает их механический контакт и превращает трение в полужидкостное или при полном разделении поверхностей — в жидкостное.

Износ деталей машины во многом зависит от нестабильности трения. Нестабильность трения определяется несколькими группами факторов: окислением смазочного материала, его растеканием по поверхности, шероховатостью поверхности, химическими превращениями подшипниковых материалов. Но во всех случаях ведущая роль принадлежит поверхностным явлениям. Адсорбирование масла в металл, а также образование упорядоченных структур под действием поверхностно-активных веществ в смазочной жидкости создает граничный, или пристенный, слой жидкости. Механические и электрические свойства жидкости в пристенном слое отличны от объемных.

Процессы, протекающие в этом слое, изменяют прочность и шероховатость поверхности, влияют на трение и скорости изнашивания. Смазочное действие граничных слоев обусловлено образованием адсорбционных ориентированных слоев поверхностно-активных веществ на трущихся поверхностях.

На рис. 23 дана схема образования слоев в жидкости, разделяющей взаимодействующие поверхности. С увеличением расстояния от твердой поверхности количество ориентированных молекул уменьшается, увеличивается количество молекул дисперсионной среды. Основной фактор смазки — толщина масляного слоя — зависит от ее поверхностной активности.

Сдвиг поверхностей при полном их разделении смазкой (жидкостное трение) дает коэффициент трения в пределах 0,001—0,01. Однако в реальных

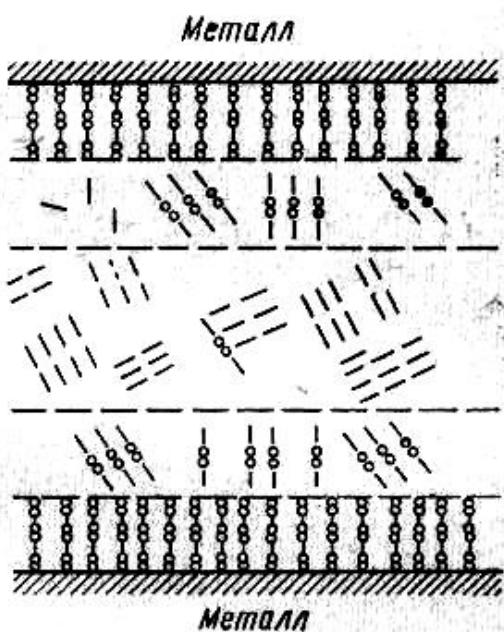


Рис. 23. Схема образования слоев в разделяющей взаимодействующие поверхности жидкости:

—○— молекула поверхностно-активного вещества; — — молекула масла

условиях шероховатость поверхности не позволяет образовываться цельному слою смазки, фактическая площадь контакта составляет лишь часть номинальной, и коэффициент смешанного трения вследствие этого значительно возрастает (до 0,1—0,2).

Факторы, влияющие на износ трущихся поверхностей, следующие: а) физико-механические свойства материалов трущихся поверхностей; б) шероховатость поверхностей; в) степень загрязнения мест трения абразивными и другими частицами; г) смазочные свойства жидкости; д) величина удельного давления; е) величина скорости трения и удельной работы трения.

Износ поверхностей тем меньше, чем выше их твердость. Для повышения износостойкости применяют закалку, насыщение поверхностей углеродом или покрытие износостойким материалом, например хромом.

Для увеличения площади фактического контакта между трущимися поверхностями гальваническим методом или напылением в вакууме, на поверхности наносят тонкий слой пластиичного материала. В последнее время находят широкое применение различные антифрикционные покрытия — полимерные, металлические и металлополимерные.

Величина неровностей на поверхностях сильно влияет на период приработки. Большие неровности на поверхностях приводят к увеличению скорости первоначального износа в период приработки и соответствующему изменению размера детали. Поэтому стремятся увеличить класс шероховатости поверхностей.

Загрязнение трущихся поверхностей приводит к увеличению износа. Налипание на поверхности продуктов отхода рабочих процессов (стружки, опилки и т. п.) приводит к уменьшению количества смазки за счет ее впитывания. Стружка является источником химически активных веществ. Особенно сильно происходит износ при попадании на поверхности абразивных частиц, в том числе и содержащихся в стружке. Этот вид износа называют **абразивным**.

Смазочные свойства смазок, определяющие толщину смазочной прослойки, а, следовательно, и режим трения зависят от способности масла смачивать поверхность твердого тела и от капиллярных сил, возникающих в зазоре. Так как масла обычно имеют низкую адгезию к поверхности твердого тела, то для лучшего их фиксирования перед смазкой поверхность тщательно промывают ацетоном, бензином или даже обрабатывают специальными поверхностно-активными веществами (эпиламирование). Для уменьшения износа вследствие загрязнения поверхности трения закрывают специальными щитками, кожухами и т. п.

При трении качения износ происходит за счет явления усталости металла поверхностей, а также за счет окислительных процессов металла в зоне контакта со смазкой.

Величина износа. Величину линейного износа S (при абразивном износе) определяют выражением

$$S = kpvt,$$

из которого видно, что износ пропорционален удельному давлению p на поверхности трения, скорости относительного скольжения v , времени работы t и зависит от износостойкости материалов поверхностей трения, характеризуемых коэффициентом k .

Периоды износа. Износ детали (машины) происходит в три периода. В процессе приработки деталей в первый период величина износа зависит от качества обработки изнашиваемых поверхностей. Во втором периоде (при нормальной работе оборудования) величина износа сопряжений зависит от продолжительности их работы. Этот износ при нормальных условиях эксплуатации и смазки продолжителен и вполне закономерен. В третьем периоде износ интенсивно нарастает, зазоры в сопряжениях резко увеличиваются, работа механизмов сопровождается появлением специфических шумов и стуков. В этот период резко возрастает количество параметрических отказов из-за нарушения регулировки узлов, а также вследствие износа и потери точности механизмов.

Предельные износы. Параметрический, или функциональный, отказ, наступивший вследствие износа какой-либо трущейся пары станка, характеризует предельное значение износа для деталей данной пары. В практике предельное значение износа нормируют. Нормированное значение износа выбирают такой величины, чтобы при достижении его

параметрический отказ еще не наступил. Обычно его значение лежит в конце второго периода износа. Например, износ направляющих деревообрабатывающих станков не должен превышать 0,2 мм на длине 1000 мм. Износ шеек вала под подшипники качения не должен превосходить 0,04 мм.

§ 7. Смазочные материалы

Применяемые в машинах смазки делятся по вязкости на жидкые масла, консистентные смазки, твердые смазки; по химическому составу делятся на масла, получаемые из нефти, на масла животного происхождения и на синтетические-углеводородные масла.

В деревообработке наибольшее применение находят жидкые и консистентные смазки, получаемые из нефти, минеральные масла.

Минеральные масла получают перегонкой нефти. В зависимости от состава нефти в продуктах перегонки (дистиллятах) находится большое количество асфальтосмолистых и сернистых соединений наftenовых кислот парафиновых углеводородов. Удаляют эти ухудшающие масла примеси с помощью крепкой серной кислоты. Затем масло нейтрализуют щелочью, промывают водой, отбеливают специальными глинами. Более совершенный способ очистки — избирательное удаление из масла специальными растворителями (фурфуролом, фенолом, и т. п.) отдельных ухудшающих его свойства включений.

Условия, в которых должны работать масла в современной технике, настолько разнообразны и порой противоречивы, что ни одно из получаемых масел не может их все удовлетворить. В связи с этим масла изготавливают с набором свойств применительно к определенным условиям работы или к определенным отраслям техники, например индустриальные (для производственного, оборудования), компрессорные, моторные (авиационные, автомобильные, дизельные), трансмиссионные, ветеренные и т. д.

Обозначение масла входит его назначение и величина вязкости в сантистоксах. Например, индустриальное 20, турбинное 30. Моторное масло обозначают буквой М, автомобильное — А, индустриальное масло, полученное из сернистой нефти, обозначают ИС20. В название масла иногда входит и способ очистки (кислотный — К, селективный — С), например, АК-10, АС-5.

Во многих случаях для придания маслам специфических свойств в них вводят специальные присадки. Присадки вводят, например, для понижения температуры застывания, для повышения или понижения вязкости, для придания антакоррозийных, антиокислительных, противозадирных, противоизносных и других свойств. В название масла, содержащего присадку, вводят букву П, например АКП-10.

Консистентные смазки представляют собой в большинстве случаев минеральное масло, смешанное с 20—30% загустителей. По составу загустителей консистентные смазки делятся на мыльные, углеводородные и силиконовые. По назначению смазки делятся на антифрикционные, защитные и уплотнительные.

Антифрикционные смазки, в свою очередь, делятся на универсальные У и специальные. По температуре плавления они делятся на низкоплавкие Н с температурой плавления до 60° С, среднеплавкие С с температурой плавления до 90° С и тугоплавкие Т с температурой плавления выше 100° С. Влагостойкие смазки обозначают буквой В. Если жир, взятый для омыления, синтетический, в обозначение вводят букву С. Например, солидол УСс — это универсальная среднеплавкая смазка с синтетическим загустителем. Смазка УТВ — универсальная, тугоплавкая, влагостойкая.

Свойства и выбор масел. Вязкость масла — самое важное его свойство. При подборе смазки масло выбирают вязкостью, обеспечивающей работоспособность узла трения. Вязкость масла определяется рядом параметров. Например, для подшипника скольжения абсолютная вязкость находится из выражения

$$\eta = \frac{18,36 h K_y S \left(\frac{d + l}{l} \right)}{d^2 n},$$

где h — минимальная толщина слоя масла, мм;

d — диаметр вала, мм; K_y — удельная нагрузка на вал, Н; S — зазор, мм; n — частота

вращения, с^{-1} ; l — длина подшипника, мм.

Показатель абсолютной, или динамической, вязкости, отнесенный к плотности масла, т. е. $\gamma = \eta/\rho$ дает его кинематическую вязкость, которая имеет размерность квадратный метр на секунду.

Вязкость масла — весьма переменная величина. Особенno вязкость зависит от температуры. Для многих масел при повышении температуры до 100°C вязкость падает в несколько раз. Это большой недостаток некоторых масел, так как при изменении температуры подшипника режим трения существенно меняется.

Подбор вязкости масла необходимо производить с учетом его температуры в подшипнике. В связи с этим вязкость масел в справочниках дают при двух температурах: 50°C и 100°C .

Стабильность масла — способность его сохранять свои первоначальные физико-химические свойства. При старении масла в нем увеличивается содержание нерастворимых веществ (шлаковых отложений), повышается его коррозийная агрессивность. Старению способствуют повышенная температура и кислород в окружающей среде. При выборе масла необходимо учитывать, что чем ниже стабильность масла, тем чаще его необходимо менять.

Таблица 5
Выбор марки масла для подшипников качения

Частота вращения, мин^{-1}	Температура среды, $^\circ\text{C}$			
	0	0—60	60—100	100
Наименование и марка масла				
1000	Индустриальное 12	45	Цилиндровое 11	П-28, МК-22, МС-24
1000—2500	Сепараторное Л или Т	Индустриальное 20 или 30	Индустриальное 45	АК-15, МС-20
2500—5000	Велосит	Индустриальное 12 или 20	Индустриальное 20 или 30	Цилиндровое 11 или АКП-10
5000	Вазелиновое Т	Индустриальное 12, Велосит Л	Индустриальное 12 или 20	45 или МС-14

Таблица 6
Выбор масла для направляющих скольжения

Направляющие	Условия работы		Рекомендуемые масла	
	скорость, $\text{м}/\text{с}$	нагрузки, 10^3 Н	для станков	для кузнецко-прессового оборудования
Горизонтальные	До 0,5	До 1000	Индустриальное 30	Автотракторное АКп-10
	Свыше 0,5	Свыше 1000	Индустриальное 20	Индустриальное 45
Вертикальные	До 0,5	—	Индустриальное 45	Цилиндровое 11
	Свыше 0,5	—	Индустриальное 30	Автотракторное АК-15

Температура вспышки определяется тепловым состоянием масла, при котором смесь паров масла с воздухом воспламеняется. Температура вспышки масла должна значительно превышать температуру работающего механизма.

Температура застывания определяется тепловым состоянием масла, при котором оно, налитое в пробирку, остается неподвижным в течение 1 мин при наклоне пробирки на 45° . При подборе масла необходимо температуру застывания принимать на $10—40^\circ\text{C}$ ниже температуры,

при которой будет работать механизм.

Противоизносные свойства — способность масла уменьшать трение и износ трущихся деталей. Этот показатель характеризуется величиной силы трения, возникающей между двумя трущимися деталями в определенных условиях. Необходимо подбирать такое масло, которое при прочих удовлетворяющих условиях имеет наименьший коэффициент трения. В табл. 6, 7, 8 и 9 приводятся масла для различных случаев использования их в машинах.

Таблица 8
Выбор консистентных смазок для подшипников качения

Рабочая температура, °C	Условия работы подшипников	Частота вращения, мин ⁻¹	
		до 1500	св. 1500
		наименование и марка смазки	
До 65	Малые и средние нагрузки	Солидол УС-2	
	Большие нагрузки	Солидол УС-3	
	Малые и средние нагрузки, подача смазки под давлением	Солидол УС-1	Смазка 1-113
	Большие нагрузки, централизованная смазка	Смазка ИП1-Л, ИП1-З	
65—90	При всех условиях	Смазка 1-13	
90—100	При всех нагрузках с отсутствием влаги	Консталин УТ-1	
110—130	При всех нагрузках с отсутствием влаги	Консталин УТ-2	
—50—100	При всех нагрузках	Смазка ГОИ-54 ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203	

Таблица 9
Выбор консистентной смазки для подшипника скольжения

Удельная нагрузка Па·10 ⁵	Окружная скорость, м/с	Рабочая температура, °C	Наименование и марка масла
65	0,5—5,0	55	Солидол УС-2(Л)
		120	Консталин УТ-1
До 65	До 0,5	75—110	Солидол УС-3, 1-13
		60	Смазка ИП1-Л, ИП1-З
До 10	До 1	75	Солидол УС-1
10—65		—50...+100	ЦИАТИМ-201

§ 8. Выбор смазочных материалов

Выбор того или иного сорта смазки зависит в первую очередь от скорости относительного скольжения и нагрузок, действующих в сопряжениях, конструкции узла и условий, в которых этот узел работает. При этом учитывают преимущества и недостатки жидкых и пластичных смазочных материалов. Часто выбор сорта смазки осложняется тем, что в машине имеется большое разнообразие пар трения, работающих при различных скоростях и нагрузках. Применение разных смазок неоправданно усложнило бы конструкцию смазочной системы и затруднило эксплуатацию машины. Поэтому стремятся применить одну систему смазки для всей машины или для одного узла (в сложных машинах). В деревообрабатывающем оборудовании наиболее распространена смазка пластичными смазочными материалами. При этом обеспечивается простота уплотнений, сравнительно долгий

срок работы узла без замены смазки, хорошая защита подшипников от внешних воздействий и др. Поэтому желательно прежде всего выяснить, не подходит ли для данных условий работы машины пластическая смазка, и только при невозможности ее применения использовать жидкую смазку.

Условия, при которых применение пластичных смазок нерационально, следующие: высокая температура при больших скоростях; низкая температура, когда смазка сильно загустевает; наличие особых требований к понижению внутреннего трения в подшипниках; невозможность разборки узла для полной смены смазки.

При прочих равных условиях, чем выше скорость относительного скольжения и чем меньше удельное давление в сопряжении, тем меньшей вязкости необходимо выбирать смазку. Учитывая эти общие положения, рассмотрим режимы смазки основных узлов деревообрабатывающего оборудования.

Подшипники качения. Основные факторы, влияющие на выбор смазки, — частота вращения, нагрузка на подшипники, рабочая температура узла и условия окружающей среды. Применяют жидкие минеральные масла и пластичные смазки.

Пластичную смазку применяют: а) при $dn < 300\ 000$ мм/мин, где d — диаметр соответствующего отверстия подшипника, n — частота вращения; б) при $t < 120^{\circ}\text{C}$; в) при непостоянном режиме (меняются $t^{\circ}\text{C}$, n , нагрузки) для механизмов, работающих с продолжительными остановками; г) для подшипников, расположенных в труднодоступных местах (набивают 1/3 корпуса подшипника).

Жидкие смазки применяют при $dn > 300\ 000$ мм/мин⁻¹. Для подшипников, работающих в нормальном режиме, следует выбирать масла со следующей кинематической вязкостью при рабочей температуре узла: радиально-упорные и упорные ~ 30 сСт; роликовые сферические ~ 20 сСт, для остальных шарикороликоподшипников ~ 12 сСт.

Применяют следующие способы смазки подшипников качения: масляную ванну для горизонтальных валов при $n \leq 10\ 000$ мин⁻¹; смазку масляным туманом для высокоскоростных $n > 10\ 000$ мин⁻¹, малонагруженных подшипников; смазку разбрзгиванием для подшипников, не изолированных от общей системы смазки (например, редукторов) при $n = 2000/3000$ мин⁻¹; циркулярную смазку самотеком; фитильную смазку в широких пределах скоростей для вертикальных и горизонтальных валов.

Подшипники скольжения. Преимущественно применяют индустриальные минеральные масла. При небольших нагрузках и скоростях подшипники подлежат периодической, например капельной, смазке. При тяжелых режимах работы — циркуляционная смазка под давлением.

Направляющие скольжения. Обычно применяют индустриальные минеральные масла общего назначения при v до 0,5 м/с для горизонтальных направляющих И-ЗОА, для вертикальных И-40А; при $v > 0,5$ м/с соответственно И-20А и И-30А.

Зубчатые и червячные передачи. Открытые цилиндрические зубчатые передачи смазывают пластичными смазками с температурой каплепадения не менее 70°C .

Для закрытых цилиндрических зубчатых передач применяют смазку: а) погружением в масляную ванну зубьев при скорости не более 12 м/с; б) струйную или циркуляционную при $v > 12...15$ м/с.

Для червячных передач рекомендуются жидкие смазки вязкостью 45—85 сСт при $t^{\circ} = 50^{\circ}\text{C}$ методом окунания или струйным.

Цепные передачи смазывают преимущественно легкими маслами при $v = 2,5...8,0$ м/с и рабочей температуре до 40°C — вручную или капельными масленками; при $v = 8...10$ м/с и $t^{\circ} = 40...75^{\circ}\text{C}$ — с помощью масляной ванны и разливом через сопла.

Электродвигатели. При $n = 1500$ мин⁻¹ — смазка УС-1 или 1-13, свыше 1500 мин⁻¹ — смазка 1-13.

§ 9. Способы смазки, смазочные устройства

Существует два различных способа смазки: индивидуальный (рис. 24) и централизованный (рис. 25). Оба способа могут иметь периодическую или непрерывную подачу смазки. Во всех

случаях масло подается либо без принудительного давления — самотеком, либо с принудительным давлением — с помощью различных насосов.

Периодическая подача масла под давлением может осуществляться плунжерным насосом ручного действия (рис. 26, а), непрерывная — с помощью приводного плунжерного насоса (рис. 26, б).

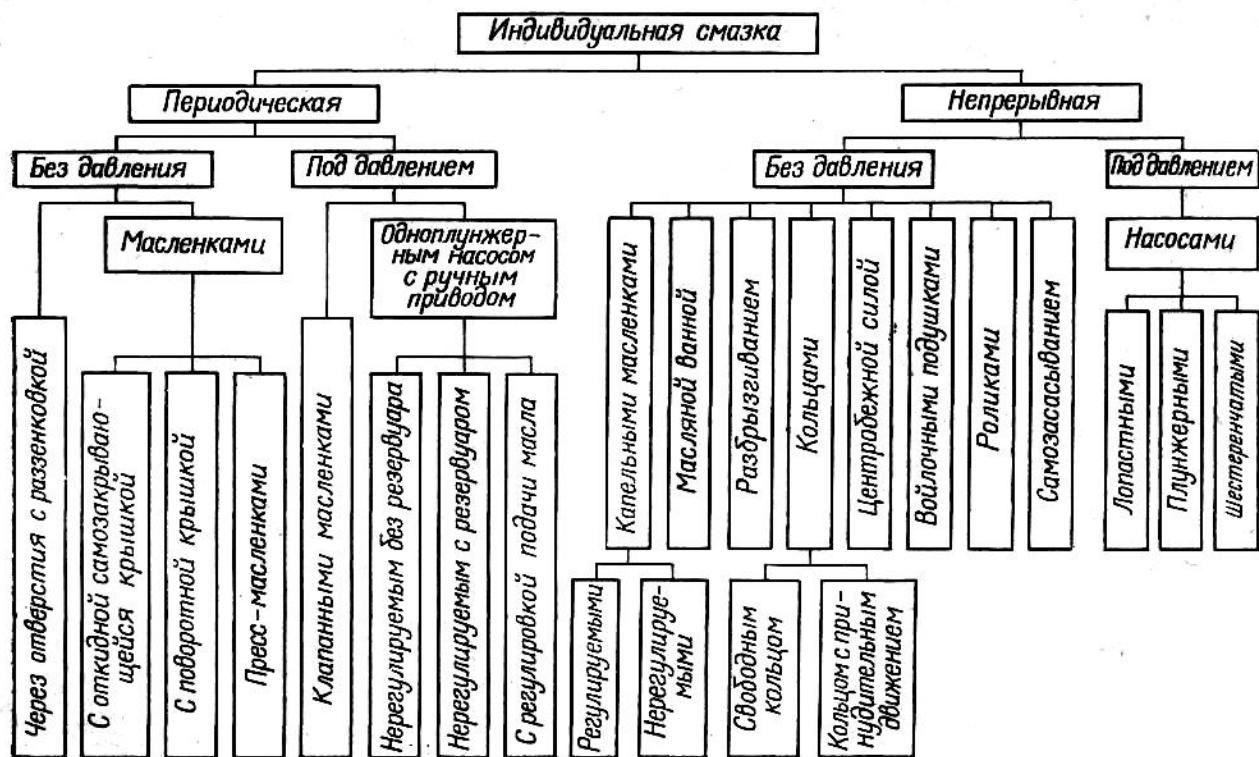


Рис. 24. Схема индивидуальной смазки

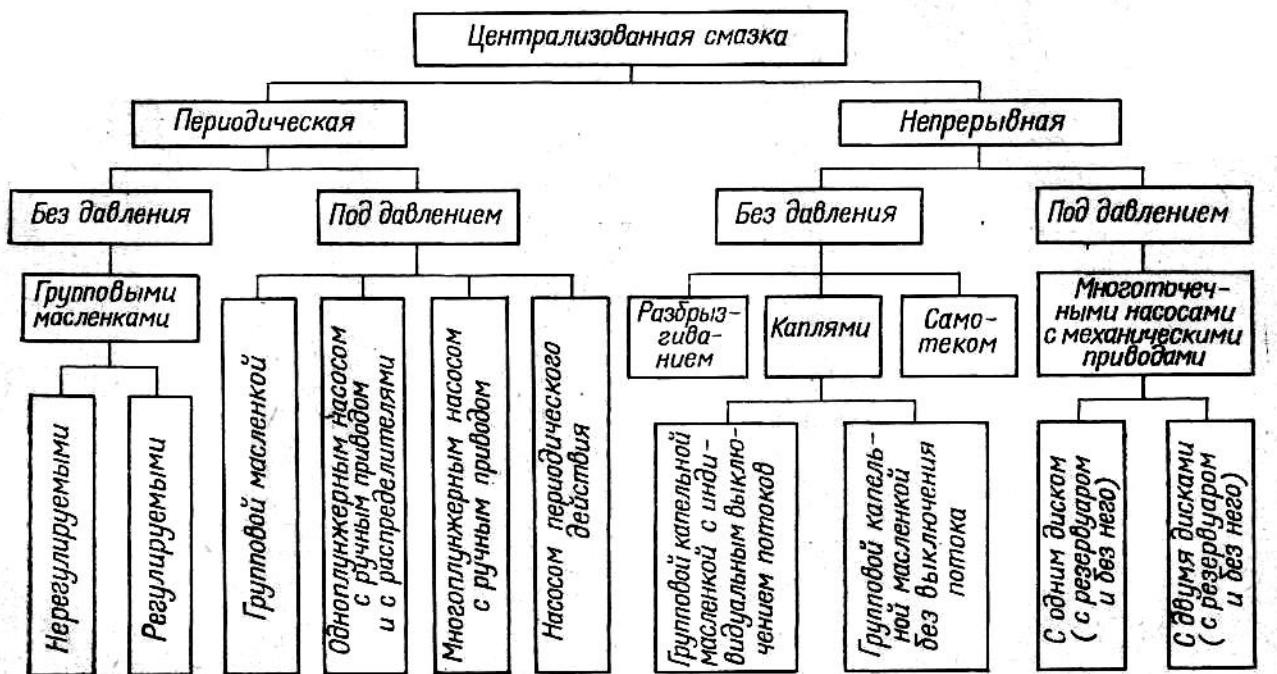


Рис. 25. Схема централизованной смазки

Централизованная непрерывная смазка с подачей масла под давлением, когда масло одновременно подается во многие (или даже во все) места смазки, наиболее предпочтительна. Такой вид смазки находит применение в современных деревообрабатывающих машинах (рис.

27).

На рис. 28 показана система принудительной смазки редуктора. Здесь первая (I) ступень зубчатого зацепления смазывается маслом в местах, обозначенных буквой а, через коллекторы. Так как редуктор реверсивный, то масло подается как сверху, так и снизу. Коллектор представляет собой трубку с отверстиями, из которых масло под давлением подается на зубцы шестерни и колеса.

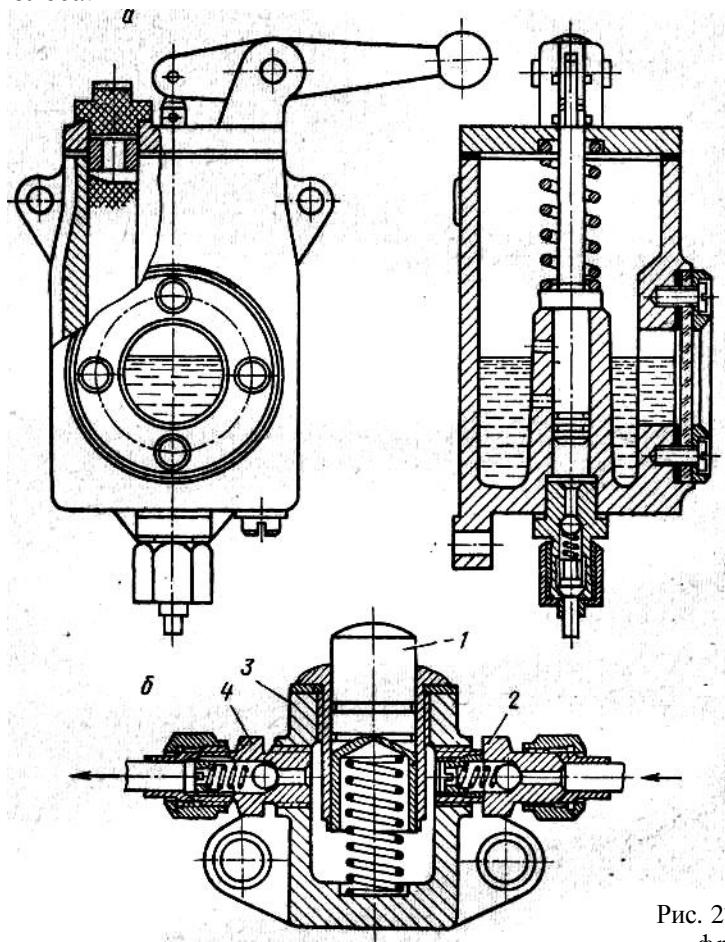


Рис. 26. Плунжерные насосы:
а — ручного действия; б — приводной;
1 — плунжер; 2, 4 — клапаны; 3 — корпус

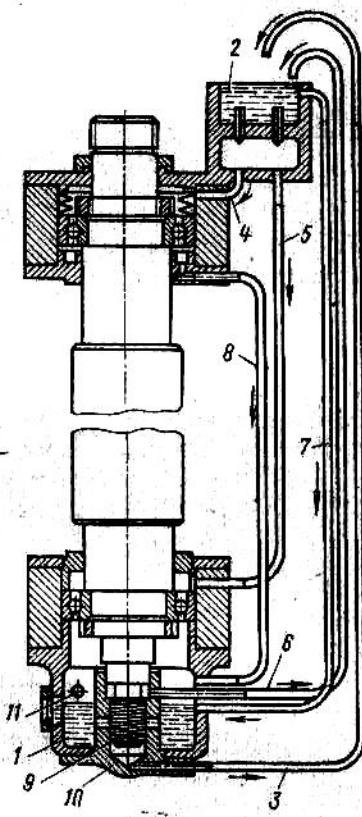


Рис. 27. Непрерывная циркуляционная смазка шпинделя фрезерного станка (при 8000—10 000 мин⁻¹):

1 и 2 — нижняя и верхняя масляные ванны; 3 — маслопровод в верхнюю ванну при вращении шпинделя вправо; 4 и 5 — маслопроводы к верхнему и нижнему шарикоподшипникам шпинделя; 6 — маслопровод в верхнюю ванну при вращении шпинделя влево; 7 — трубка для стока из верхней ванны излишнего масла; 8 — сточная трубка из верхнего шарикоподшипника; 9 — винтовой насос; 10 — корпус насоса; 11 — отверстие для наливки масла

Вторая

ступень (II) зацепления редуктора смазывается при погружении большого колеса в ванну с маслом.

Масло в подшипники редуктора подается непрерывно через указатель масла. Резервуаром для масла служит картер редуктора.

Кarta смазки — основной документ, регламентирующий периодичность и количество смазки механизмов станков, способы

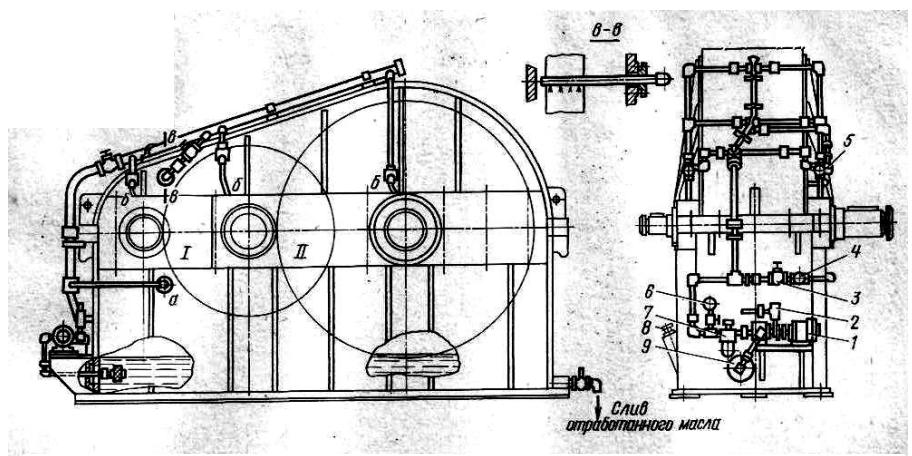


Рис. 28. Централизованная циркуляционная система жидкотекущей смазки редуктора

смазки и применяемые при этом смазочные устройства. Карта смазки находится в паспорте станка и является неотъемлемой частью инструкции по эксплуатации. Смазка узлов осуществляется маслами с периодичностью, указанной в карте смазки. Однако в зависимости от интенсивности и условий эксплуатации, состояния окружающей среды (запыленности, температуры и т. д.) сроки смазки могут быть изменены. Периодичность смазки в этом случае должна быть узаконена распоряжением главного инженера предприятия.

Смазочные материалы хранят в специальном отапливаемом помещении — маслохранилище. Все поступающие смазочные материалы должны иметь сертификат и паспорт. Их качество систематически проверяют. Смазочные материалы хранят в отдельных для каждого вида масел металлических емкостях. На каждой емкости должно быть указано название смазки. Маслохранилище должно быть оборудовано средствами подогрева масла и иметь комплект мелкой чистой тары, приспособлений и заправочного инструмента. Электроосвещение должно быть во взрывобезопасном исполнении.

Номенклатуру и количество хранимого масла определяют по нормам и картам смазки оборудования, находящегося в эксплуатации на предприятии.

Годовую потребность Q в смазочных материалах определяют по формуле

$$Q = \sum_1^n (P_i H_i N_{\Phi} + P_i H_{ni} + T_i H_{ki}),$$

где n — количество групп технологического и подъемно-транспортного оборудования с одинаковыми нормами расхода смазочных материалов;

P_i — количество единиц ремонтосложности действующего оборудования i -й группы; H_i — норма расхода смазки за смену на 1ЕРС, кг; N_{Φ} — фактическое количество смен работы в году оборудования i -й группы;

P_{Σ} , T_i — соответственно количество промывок и капитальных ремонтов в году оборудования i -й группы;

N_{ni} и N_{ki} — соответственно нормы расхода смазочных материалов на промывку и капитальный ремонт i -й группы оборудования на 1ЕРС, кг.

Расход смазочных материалов учитывают в заправочной ведомости, которая служит первичным документом для составления материальных отчетов и определения затрат на содержание, техническое обслуживание и ремонт оборудования. Отработанное масло необходимо сдавать на регенерацию.

ГЛАВА 3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Общие положения

Функциональные отказы оборудования являются следствием поломок наиболее ответственных элементов и деталей машин. Поломки происходят в большинстве случаев при нарушении правил эксплуатации, перегрузке отдельных механизмов.

Параметрические отказы возникают при разрегулировке механизмов, потере машиной геометрической точности вследствие износа, а также при возникновении в машине деформаций, превосходящих допустимые значения.

Значительная часть отказов, появляющихся при разрегулировании или неправильном выборе режима работы, может быть предотвращена применением системы технической эксплуатации машин. Количество отказов, особенно параметрических, вследствие износа также значительно уменьшается применением системы технического обслуживания и профилактического ремонта оборудования. Она позволяет существенно продлить срок нормальной работы машин. Для возвращения изношенных машин в нормальное работоспособное состояние применяют систему ремонтов.

Во всех случаях применения профилактических средств имеет большое значение их своевременность. Неоправданно насыщенное техническое обслуживание увеличивает затраты на содержание оборудования, не оказывая существенного влияния на его работоспособность. Особенno важно правильно выбрать время такого мероприятия, как капитальный ремонт, так

как оборудование изымается из технологического цикла. Слишком частые ремонты увеличивают количество разборок и сборок, увеличивают суммарное время нахождения станков в ремонте. Слишком редкие ремонты также увеличивают время простоя, но вследствие возрастаний количества отказов.

Многие подвижные сопряжения переходят в третий период износа. Машина резко ухудшает свои показатели. Продолжение эксплуатации еще более ухудшает ее состояние. Ремонт в этом случае производят тогда, когда большинство соединений имеет износ выше предельного. Ремонт имеет восстановительный характер, требует значительных материальных и трудовых затрат. Значения параметров, характеризующих работоспособность машины в этом случае, как правило, не удается довести до первоначальных величин.

Для того чтобы оборудование за срок эксплуатации имело возможно больший ресурс, необходимо его ремонтировать в таком состоянии, когда большинство изнашивающихся элементов находится в конце второй стадии износа. Параметры ремонтируемой машины удается существенно улучшить, приблизив их к первоначальным. Суммарные затраты за все ремонты на всем протяжении эксплуатации машины будут иметь минимальный размер.

Достаточно точно время начала каждого ремонта можно определить, придерживаясь нормативных значений ремонтного цикла, полученного на основе наблюдения за износом большого количества деревообрабатывающего оборудования. Индивидуальные особенности эксплуатации и износа каждой отдельной машины могут потребовать внесения поправок в график ремонта.

Помимо срока ремонта большое значение имеет объем ремонта, зависящий от сложности машины, ее насыщенности различными механизмами. Однако, находясь в различных условиях эксплуатации и технического обслуживания, одинаковые машины по-разному изнашиваются. В процессе эксплуатации машины происходят поломки и восстановление отдельных деталей, модернизация узлов и т. п. Все это оказывает влияние на объем ремонта. Поэтому очень важно к моменту ремонта иметь достаточно полное представление о характере и величине износа различных механизмов машины. Задача эта достаточно сложная, она требует непрерывного наблюдения за машиной в процессе ее эксплуатации, записи всех изменений, производимых в ней,

Из рассмотренного видно, что работоспособность и эффективность использования каждой машины зависят от уровня ее технической эксплуатации, степени совершенства и проведенного в необходимом объеме технического обслуживания, от качественного и свое-временного ремонта. Однако объем технического обслуживания зависит от характера эксплуатации машины, а ремонт зависит и от условий эксплуатации машины и от ее обслуживания. В свою очередь работоспособность машины зависит от ее технического обслуживания и ремонта. Наиболее действенное средство увеличения работоспособности — объединение системы технической эксплуатации, системы технического обслуживания и системы ремонта оборудования в единую систему технического обслуживания и ремонта техники.

Системой технического обслуживания и ремонта называют комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных в нормативной документации.

Ремонт и техническое обслуживание можно проводить двумя методами.

Ремонт и техническое обслуживание по потребности с целью восстановления работоспособности машины, неожиданно вышедшей из строя. При эксплуатации новых машин, когда работоспособность их достаточно высока, этот метод дает некоторый эффект, так как в этот период отказов оборудования мало, а простоя оборудования для профилактического ремонта отсутствуют. Однако в этом случае оборудование быстрее физически изнашивается, и через некоторое время количество отказов резко возрастает. Общая эффективность использования оборудования при таком методе ремонта понижается.

Ремонт и техническое обслуживание профилактические с целью предупреждения неожиданного для производства выхода машины из

строя. При этом ремонт и техническое обслуживание производят по заранее разработанному плану с учетом изнашиваемости машины и ее фактического состояния

Ремонт производят принудительно, не дожидаясь выхода машины из строя. Необходимые простоя оборудования для такого ремонта могут несколько снизить его эффективность использования, пока оно новое. Однако общая эффективность эксплуатации при таком методе ремонта возрастает, так как возрастает технический ресурс оборудования, уменьшаются общие простоя в ремонте. Этот метод имеет свою разновидность — так называемый узловой метод ремонта. При этом методе узлы оборудования, требующие ремонта, снимают и заменяют запасными, заранее отремонтированными, купленными или изготовленными. Снятые узлы ремонтируют и хранят вместе с приобретенными и изготовленными своими силами. Этот вид ремонта является по существу организационной разновидностью профилактического метода, имеет большие достоинства, но пока не нашел широкого применения в силу ряда организационных и технических причин.

Систему технического обслуживания и ремонта, проводимую вторым методом, называют системой планово-предупредительного ремонта (ППР). В России директивным порядком для всех предприятий установлена Единая система ППР, которая служит основой для разработки отраслевых систем ППР. В деревообрабатывающей промышленности такая отраслевая система ППР разработана. Она дана в руководящих материалах ВНИИДМАШа «Единая система планово-предупредительного ремонта технологического оборудования лесопильных и деревообрабатывающих предприятий». Техническая эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования обязательно должны производиться по отраслевой системе ППР. Четкая организация работ по системе ППР сводит на нет необходимость аварийных ремонтов.

§ 2. Система планово-предупредительного ремонта

Системой планово-предупредительного ремонта (ППР) называют комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на сохранение работоспособности и увеличение технического ресурса оборудования, проводимых по единому плану, обеспечивающему их предупредительный (профилактический) характер. Система ППР базируется на плановой системе технической эксплуатации машин, предусматривает проведение комплекса работ по их техническому обслуживанию и содержит плановые ремонты, направленные на восстановление частично утраченной работоспособности.

Основные положения ППР. В системе ППР за основное звено, служащее базой для ее построения и расчета, принимают ремонт оборудования.

Ремонтом называют комплекс работ для поддержания и восстановления исправности и работоспособности оборудования. Система ППР определяет проведение в заданной последовательности набора профилактических мероприятий, включающих капитальные ремонты, средние ремонты, малые ремонты, осмотры (осмотревые ремонты) и мероприятия по техническому обслуживанию и эксплуатации.

За весь срок службы оборудование может капитально ремонтироваться несколько раз. Период времени от начала работы до капитального ремонта или между соседними капитальными ремонтами называют ремонтным циклом.

Структура ремонтного цикла для всех типов деревообрабатывающего оборудования установлена постоянная. Она состоит из одного капитального ремонта K , четырех малых ремонтов M и десяти осмотров O и имеет вид²

$$O_1 - O_2 - M_1 - O_3 - O_4 - M_2 - O_5 - O_6 - \\ - M_3 - O_7 - O_8 - M_4 - O_9 - O_{10} - K.$$

Величина продолжительности ремонтного цикла T для различного оборудования различна и зависит от сложности оборудования и интенсивности его эксплуатации. Значение T

² Структура ремонтного цикла дана на основании Руководящих материалов. Здесь исключается понятие среднего ремонта. Продолжительность ремонтного цикла рекомендуется принимать $0,62T$. Принятие указанных положений требует широкой проверки на деревообрабатывающих предприятиях и уточнения норм амортизационных отчислений.

для каждого вида оборудования приводится в руководящих материалах.

Например, для четырехсторонних продольно-фрезерных, тяжелых рейсмусовых и шипорезных двусторонних станков, работающих в условиях крупносерийного производства, ремонтный цикл T составляет 9300 отработанных часов. То же оборудование, работающее в условиях мелкосерийного производства, имеет ремонтный цикл в 1,5 раза больше.

Межремонтный период t_{mp} , или количество часов работы оборудования между двумя планируемыми ремонтами (между капитальным и малым или между соседними малыми ремонтами), зависит от количества этих ремонтов n_p и определяется из выражения

$$t_{mp} = \frac{T}{n_p}.$$

В условиях деревообработки $t_{mp} = 7$

Межосмотровый период t_{mo} , или период между двумя очередными осмотрами (или между очередным плановым ремонтом и осмотром), определяют из выражения

$$t_{mo} = \frac{T}{15}.$$

Категория сложности ремонта. Трудоемкость технического обслуживания и ремонта зависит главным образом от конструктивных особенностей и технологических параметров оборудования. В системе ППР для планирования затрат применяют понятие категории сложности ремонта.

Категорию сложности ремонта любого деревообрабатывающего станка определяют сопоставлением его ремонтосложности с соответствующим показателем круглопильного прирезного станка с гусеничной подачей ЦДК-4.

Станку ЦДК-4 присвоена 5-я категория сложности ремонта (пять единиц ремонтной сложности, 5ЕРС). Необходимые для ремонта ЦДК-4 трудозатраты, стоимость запасных частей, расход металла, количество слесарей, количество станочников, число дней ремонта относят к 5-й категории ремонтосложности. На одну единицу ремонтосложности (1ЕРС) показатель по каждому виду затрат будет в 5 раз меньше. Например, трудоемкость для 1ЕРС определяют делением трудоемкости ремонта ЦДК-4 на 5. Аналогично определяют стоимость запчастей, металла, количество станочников, слесарей и дней ремонта на 1ЕРС.

Для расчета трудозатрат T на различные виды ремонтных работ трудозатраты на одну единицу ремонтосложности (1ЕРС) для малого ремонта механической части оборудования (равную 6 чел.-ч) принимают за единицу, т. е. $TEPC_{.M} = 6$ чел.-ч.

Трудозатраты на 1ЕРС для капитального ремонта в m_k раз больше, т. е.

$$TEPC_{.K} = m_k TEPC_{.M}$$

Трудозатраты на 1ЕРС для осмотров соответственно

$$TEPC_{.O} = m_o TEPC_{.M}$$

Таким образом, общие трудозатраты на малый ремонт механической части оборудования при ремонтосложности R_M :

$$T_M = TEPC_{.M} R_M.$$

Трудозатраты на капитальный ремонт и осмотр определяются выражениями:

$$T_k = TEPC_{.M} m_k R_M;$$

$$T_0 = TEPC_{.M} m_o R_M.$$

В этих формулах принимают $m_o = 0,14$; $m_k = 9$.

Для нахождения трудоемкости ремонта электромеханической и гидравлической частей машины принимают соответствующие нормы времени и категории ремонтосложности: R_3 — для электромеханической части, R_g — для гидравлической части. Значения указанных величин принимают по Руководящим материалам.

Значение R_M для станка определяют расчетным путем в зависимости от основных параметров станка, характеризующих сложность его ремонта и технического обслуживания. Для величины R_M имеет значение количество шпинделей, ножевых головок, ступеней скоростей, размеры и габарит станка и т. д.

Для различных типов машин в Руководящих материалах ППР приводятся соответствующие зависимости, служащие для определения R_m , R_s и R_e . Например R_u для ленточнопильного станка ЛС-80 определяют по выражению

$$R_u = a(0,002D + 1),$$

где D — величина основной технической характеристики станка диаметр шкива ($D = 800$ мм);

a — коэффициент, принимаемый в зависимости от конструктивных особенностей станка (при ручной подаче $a = 1$).

Таким образом, $R_m = 1(0,002 \cdot 800 + 1) = 2,6 \approx 3$.

Эксплуатационные и ремонтные документы на оборудование. На каждую установленную в производственном цехе единицу оборудования должны быть документы, перечисленные в гл. 1. Если формуляр оборудования заводом-изготовителем не поставлен, отдел главного механика разрабатывает журнал осмотров и ремонта оборудования по форме, рекомендованной РМ ППР.

При установке оборудования в цехе на него заводят дело, в котором записывают заводской номер машины, дату ее ввода в эксплуатацию, стоимость, изменение стоимости. В деле заводят личную карту оборудования, в которой приводят сведения об основных технических данных, сведения о двигателях, подшипниках, цепях, ремнях и других быстроизнашивающихся элементах машины. Приводят данные по смазке оборудования, прохождения ремонтов, поломок и аварий, хранят чертежи на запасные части.

§ 3. Содержание типовых работ, выполняемых при плановых осмотрах и ремонтах

Система ППР предусматривает для технологического и подъемно-транспортного оборудования определенный набор работ, который при необходимости можно выполнять при плановых осмотрах и ремонтах.

При осмотре, являющемся соединяющим звеном между системой технического обслуживания и ремонтом, проводят следующие работы:

1. Очистку и смазку открытых поверхностей трения.

2. Замену деталей, срок службы которых не превышает межосмотрового периода.

3. Выявление дефектов, подлежащих устраниению при очередном плановом ремонте. Запись обнаруженных дефектов в предварительную ведомость дефектов.

4. Восстановление или замену доступных без разборки крепежных элементов, при необходимости ремонт неподвижных соединений.

5. Проверку и регулировку зазоров в основных механизмах, подтяжку клиньев.

6. Зачистку царапин, забоин, задиров на доступных рабочих поверхностях деталей.

7. Проверку и мелкий ремонт смазочных устройств и гидросистемы, промывку масляных емкостей и смену масла, если осмотр совпадает со временем смены масла.

8. Проверку состояния и ремонт ограждительных и других устройств, установленных для обеспечения безопасности работающих.

При малом ремонте проводят следующие работы:

1. Разборку наиболее изнашиваемых и загрязняемых узлов оборудования, в том числе ножевых и пильных валов, шпинделей.

2. Промывку деталей разобранных узлов, протирку и разбраковку с выявлением дефектов и назначением способов ремонта; наружную промывку и очистку неразобранных узлов.

3. Составление или уточнение предварительно составленной ведомости дефектов.

4. Восстановление или замену изношенных деталей, срок службы которых не превышает межремонтного периода.

5. Замену или восстановление изношенных подшипников.

6. Регулировку и ремонт гидро- и пневмосистемы и смазочных устройств.

7. Сборку отремонтированных узлов машины.

8. Обкатку на холостом ходу, проверку на шум и нагрев.

По мере накопления сведений об отказах оборудования и о методах их устранения для уменьшения времени простоя в ремонте разрабатывают карту технического надзора за оборудованием, в которой в табличной форме перечисляют возможные неисправности машины, причины неисправности, меры по их устранению и рекомендации по составу ремонтных работ и способах обнаружения данной неисправности.

При капитальном ремонте проводят следующие работы:

- 1.Полную разборку машины.
- 2.Очистку и промывку деталей, их разбраковку с выявлением дефектов и назначением способов ремонта деталей. Уточнение предварительно составленной ведомости дефектов.
- 3.Строгание или фрезерование рабочих поверхностей столов, направляющих линеек, планок и других трущихся поверхностей. Термообработку. Шабрение или шлифование.
- 4.Ремонт гидро- и пневмосистемы и системы смазки.
- 5.Ремонт устройств техники безопасности.
- 6.Восстановление деталей в соответствии с ведомостью дефектов и комплектацию всех деталей перед сборкой.
- 7.Сборку узлов и машины. Проверку правильности взаимодействия узлов.
- 8.Шпатлевку и окраску всех внутренних и наружных необработанных поверхностей по техническим условиям отделки новой машины.
- 9.Обкатку на холостом ходу, проверку на шум и на грев.
- 10.Проверку состояния фундамента, его ремонт, проверку установки станка на фундаменте.
- 11.Проверку геометрической точности и жесткости по техническим условиям на новую машину.
- 12.Проверку технологической точности.

§ 4. Техническое обслуживание оборудования

Общие сведения

Техническим обслуживанием оборудования называют комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности оборудования при подготовке и использовании его по назначению, при хранении и транспортировке.

Техническое обслуживание оборудования в период между плановыми ремонтами осуществляют ремонтная служба цеха, включающая дежурных слесарей, электромонтеров, смазчиков и станочников-ремонтников. К техническому обслуживанию привлекаются также и производственные рабочие. Ответственность за проведение этих работ возложена непосредственно на начальника данного производственного цеха. Организуют работы в зависимости от штатного расписания цеха механик цеха, начальник участка (отделения), старший или сменный мастер.

Тарифный разряд обслуживающего персонала выше соответствующего персонала ремонтных рабочих на 0,5 разряда и находится в зависимости от сложности оборудования данного цеха. Например, при обслуживании оборудования нормальной сложности требуются рабочие, имеющие 3—4-й разряд. При обслуживании автоматического оборудования средний тарифный разряд должен быть не ниже 4,5.

При техническом обслуживании оборудования обслуживающий персонал обязан выполнять следующие работы:

1.Наблюдение за техническим состоянием оборудования, включающее периодическое измерение физического износа, геометрических и кинематических погрешностей элементов, исследование технологической точности и производительности станков.

2.Наблюдение за выполнением станочниками и мастерами правил эксплуатации оборудования.

3.Проведение необходимых мероприятий по уходу за оборудованием: смазки, промывки, очистки от загрязнения, регулировок, профилактических осмотров; наблюдение за выполнением указанных мероприятий, возложенных на станочников и наладчиков.

4. Наблюдение за состоянием фундаментов и правильностью установки на них оборудования.

5. Изучение причин отказов, сбор информации по наработке оборудования, составление предварительных дефектных ведомостей для ремонта. Полученные во время осмотров данные заносят в формуляр оборудования или, при его отсутствии, в журнал осмотров и ремонта оборудования.

Техническое обслуживание при использовании оборудования

Техническим обслуживанием при использовании оборудования называется комплекс работ, проводимых обслуживающим персоналом с целью правильной безаварийной эксплуатации оборудования и получения продукции в соответствии с техническими требованиями и заданной производительностью.

Этот первый вид технического обслуживания оборудования выполняют ежесменно в периоды, предшествующие работе, во время и после работы оборудования. К этому виду относятся все регламентированные работы, проводимые станочниками.

Основные задачи обслуживания оборудования при использовании следующие: 1) приемка оборудования в начале смены и передача его после окончания работы; 2) профилактический уход за оборудованием; 3) наладка оборудования; 4) размерная настройка режущих органов машин; 5) соблюдение рекомендованных режимов работы; 6) соблюдение правил техники безопасности; 7) наблюдение за работой оборудования; 8) устранение сбоев оборудования.

Руководство по обеспечению обслуживания оборудования при использовании возложено на следующий персонал цеха: 1) начальника цеха; 2) начальников смен, начальников участков; 3) старших мастеров, мастеров.

Осуществляют обслуживание: 1) старшие операторы; 2) операторы на автоматических и поточных линиях; 3) подсобные рабочие — на станках и другом техническом оборудовании; 4) основные рабочие; 5) слесари-наладчики.

Приемка оборудования в начале смены и передача его после окончания работы

Все технологическое оборудование предприятия должно быть приказом по заводу (цеху) закреплено за конкретными лицами. Если в состав обслуживающего персонала, например, автоматической линии, входит несколько человек (старший оператор, оператор, слесарь-наладчик, электрослесарь), то данная единица оборудования закрепляется за наиболее квалифицированным работником. Ответственное лицо назначают в каждую смену.

В нерабочее время ответственность за оборудование несет дежурный слесарь. Данные о закреплении конкретных лиц за оборудованием вносят в формуляр на данную единицу оборудования, в таблицу, где указывают инвентарный номер оборудования, должность и фамилию ответственного за эксплуатацию лица, номер и дату приказа о назначении или об освобождении от эксплуатации. Каждую запись подтверждает подпись ответственного лица.

Перед началом работы ответственное за оборудование лицо должно принять смену согласно журналу передачи смен, в котором отражены результаты за смену, имевшие место неисправности во время смены, а также сведения об их устраниении.

Старший оператор и каждый оператор обязаны: а) знать инструкцию по эксплуатации и обслуживать оборудование в соответствии с этой инструкцией; б) уметь налаживать оборудование на обработку любых видов деталей и настраивать на любые размеры, предусмотренные технической характеристикой; в) знать устройство машины и уметь определять неисправности и пригодность к работе ее узлов; г) эксплуатировать электрооборудование в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Оператор перед началом работы обязан:

- а) проверить исправность и работоспособность механизмов оборудования;
- б) проверить наличие и надежность крепления ограждений движущихся частей, шлангов, находящихся под давлением, и т. п.;

- в) убедиться в том, что органы управления занимают исходное положение;
- г) проверить исправность всех блокировок;
- д) проверить исправность осветительной аппаратуры;
- е) проверить, не находятся ли на оборудовании и транспортных средствах посторонние предметы, которые во время работы могут привести к несчастным случаям и поломкам;
- ж) проверить степень затупления и надежность крепления режущего инструмента и при необходимости произвести замену;
- з) проверить и смазать оборудование согласно «Инструкции по техническому обслуживанию»;
- и) проверить наладку, выполненную слесарем-наладчиком, на ее соответствие требованиям инструкции по эксплуатации или наладить механизм самому;
- к) проверить размерную настройку, произведенную слесарем-наладчиком, на ее соответствие технологической карте на обработку детали или настроить механизм самому;
- л) устранить неисправности, обнаруженные во время осмотра; при невозможности устранения их своими силами оператор должен заявить об этом слесарю-наладчику, старшему оператору, механику, мастеру участка (цеха) и до устранения этих неисправностей не включать оборудование;
- м) доложить старшему оператору о готовности к работе.

Старший оператор перед включением оборудования обязан:

- а) убедиться в том, что оборудование подготовлено к работе, а оператор находится на рабочем месте;
- б) убедиться в том, что за ограждающими барьерами возле оборудования нет посторонних лиц;
- в) подать предупредительные сигналы посредством звуковой и световой сигнализации;
- г) включить оборудование в последовательности, указанной в инструкции по эксплуатации;
- д) остановить машину при обнаружении неисправностей (постороннего шума, бракованной продукции, плохого отсоса отходов деревообработки), отключить ее от системы сжатого воздуха, электросети, вывесить на пультах управления таблички «Не включать — работают люди!».

Оператор по окончании работы обязан:

- а) выключить оборудование согласно инструкции по эксплуатации;
- б) осмотреть оборудование и устраниить обнаруженные неисправности; при невозможности устраниить обнаруженные неисправности своими силами доложить об этом старшему оператору, слесарю-наладчику, мастеру участка или начальнику цеха;
- в) очистить и убрать машину и рабочее место.

Старший оператор обязан:

- а) проверить выполнение оператором работ по выключению, чистке и уборке оборудования и рабочего места;
- б) сделать необходимые записи в журнале передачи смен о результатах работы за смену, имевших место неисправностях и об их устраниении;
- в) занести в формуляр оборудования в таблицу учета неисправностей при эксплуатации соответствующую запись. Если во время смены в эксплуатируемой машине появился отказ, потребовавший проведения ремонтных работ, старший оператор должен указать: дату и время отказа конкретного механизма оборудования или его составной части; режим работы; характер нагрузки; обрабатываемый материал; характер (внешнее проявление) неисправности; причину отказа; количество часов работы отказавшего элемента. По согласованию с лицом, проводившим ремонт, должен указать принятые меры по устраниению отказа, расход запасных деталей, сделать отметку о направлении рекламации заводу-изготовителю, если рекламация заводу была послана. Запись должна быть скреплена подписью старшего оператора и лица, ответственного за устраниние неисправности;
- г) сделать запись в формуляре на оборудование в таблице «Особые замечания по

эксплуатации и аварийным случаям», если во время эксплуатации произошел аварийный случай. Помимо записи, отмеченной в п. в), указать вместе со слесарем дату аварии, особое замечание по эксплуатации, причину, приведшую к аварии, и принятые меры.

Обязанности операторов и рабочих по обслуживанию оборудования изложены в инструкции по эксплуатации.

Смазывание оборудования с периодичностью один или более раз в смену. Ежесменную смазку оборудования обычно выполняют производственные рабочие. На рабочем месте должна быть схема смазывания. Рабочий должен быть проинструктирован по вопросу смазки станка, знать все места смазки машины, периодичность смазывания, применяемые масла и способы их нанесения.

Особенно тщательно рабочий должен очищать от грязи, стружки, пыли открытые направляющие, ходовые винты и тому подобные устройства, не получающие периодической смазки. Рабочий должен следить за нагревом подшипниковых узлов. При нагреве их выше допускаемого значения он обязан прекратить эксплуатацию станка и вызвать слесаря. По окончании работ рабочий должен очистить станок и убрать все отходы в его зоне.

Соблюдение правил техники безопасности. Во время работы на деревообрабатывающих машинах необходимо полностью соблюдать правила их безопасной эксплуатации. Правила безопасной эксплуатации машины предполагают прежде всего сохранение здоровья эксплуатирующего машину персонала. Соблюдение правил способствует также повышению работоспособности машины. В каждом случае в зависимости от конструкции машины эти правила имеют определенные особенности. Однако некоторые из них имеют и общее значение.

При эксплуатации вся машина должна быть хорошо освещена для того чтобы рабочий имел возможность наблюдать за работой отдельных ее механизмов. Изменение нормального ритма работы должно быть замечено рабочим. Рабочего необходимо проинструктировать, при каких нарушениях работы отдельных механизмов какие меры он должен принять. В одних случаях достаточно подрегулирования механизма или дополнительной его смазки, в других требуется немедленно остановить машину и вызвать дежурного слесаря.

Блокировки на машине должны быть работоспособны. Все подвижные элементы машины, доступные рабочему, необходимо ограждать или закрывать кожухами. Кожухи должны иметь предсторегающую полосатую желто-красную окраску и иметь блокировки, останавливающие машину при их снятии или ослаблении крепления. Рабочему нужно знать об их наличии и назначении. При срабатывании блокировочного устройства рабочий должен уметь устранить причину отключения механизма самостоятельно либо вызвать для этой цели дежурного слесаря или электрика.

Машину следует надежно заземлять. Рабочий не может пускать машину в работу, если обнаружит нарушение заземления. Для предупреждения возгорания машины необходимо соблюдать определенные меры. Рабочий обязан следить за температурой нагрева отдельных механизмов, самозагорающихся при определенных условиях. При этом он должен быть проинструктирован о мерах, принимаемых в этих случаях. Для предупреждения возгорания машины рабочему следует все промасленные материалы (ветошь, обтирочные салфетки) складывать в специальный металлический ящик, устранивать протечки масла, особенно в тех случаях, когда образуется скопление промасленной стружки и пыли.

Смазочный материал, необходимый рабочему в течение смены, хранят в металлической емкости. Его количество не должно превышать сменной потребности. Рабочих и весь персонал цеха необходимо ознакомить с пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения, их расположением и способами их использования.

Подсобные места для заготовок и обрабатываемые материалы не должны загромождать пожарные проезды.

Во взрывоопасных производствах, например в отделочных цехах, рабочих необходимо проинструктировать о возможных причинах взрывов. Во всех случаях, принимая рабочее место, во время работы или сдавая его, он должен следить за функционированием защитных устройств, за работой вентиляции на рабочем месте, за образованием взрывоопасных смесей. При возникновении взрывоопасного состояния рабочий обязан немедленно прекратить эксплуатацию

машины и вызвать дежурного слесаря или электрика.

§ 5. Обязанности лиц по техническому обслуживанию и ремонту оборудования

Обязанности начальника цеха

1. Начальник производственного цеха должен нести персональную ответственность за сохранность, комплектность и техническое состояние оборудования цеха.

2. Своевременно проводить необходимую подготовку производства, обеспечивающую остановку оборудования для плановых ремонтов в соответствии с планом ППР.

3. Оказывать помощь механику цеха по осуществлению мероприятий, направленных на улучшение технического состояния оборудования, качества технического обслуживания.

4. Отвечать за выполнение планов и графиков ППР и планов производственной программы.

Обязанности механика цеха

1. Руководить всеми ремонтными работами и работами по техническому обслуживанию оборудования.

2. Принимать непосредственное участие в организации технической эксплуатации оборудования.

3. Принимать участие в разработке графика ППР и месячного плана ремонтных работ в цехе.

4. Организовывать надзор за работающим оборудованием с учетом в формулярах оборудования сведений по неисправностям при эксплуатации, особых замечаний по эксплуатации и аварийным случаям, технического обслуживания, сведений об изменениях конструкций оборудования или составных частей, сведений о замене составных частей оборудования, сведений о ремонте, о движении оборудования при эксплуатации, о плановых и внеплановых простоях.

5. Организовывать хранение запасных частей и деталей станков.

6. Организовывать хранение и проверку мерительного инструмента.

7. Организовывать и проводить хранение технической и ремонтной документации.

8. Участвовать в приемке станков после капитального ремонта и в испытании станков на технологическую точность.

Обязанности начальников участков и отделений, старших и сменных мастеров

1. Обеспечивать выполнение ремонтными рабочими их обязанностей.

2. Инструктировать рабочих по правилам технической эксплуатации оборудования. Исключать случаи эксплуатации оборудования рабочими, не имеющими соответствующей квалификации.

3. Обеспечивать эксплуатацию оборудования в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

4. В соответствии с графиком ППР и месячными планами останавливать оборудование для проведения плановых ремонтов.

Обязанности дежурного слесаря

1. Перед началом работы принять от предыдущей смены, а по окончании работы сдать следующей смене оборудование участка по журналу передачи оборудования, записывая в нем все выявленные неисправности и недостатки в техническом обслуживании. Немедленно принимать меры к устранению аварий, поломок и отказов, привлекая к этой работе необходимый персонал цеха и ОГМ.

2. Ежедневно обходить все оборудование для выявления неисправностей и недостатков.

3. Устранять выявленные неисправности в обеденный

перерыв, привлекая к работе необходимых ему помощников из числа незанятого обслуживающего персонала.

4.Производить осмотр оборудования в соответствии с планом ППР, производя при этом работы, предусмотренные содержанием осмотрового ремонта.

5.Проводить согласно графику периодическую смену масла, очистку и промывку узлов, регулировку отдельных механизмов, а также другие работы, предусмотренные инструкциями по техническому обслуживанию станков.

6. После проведения технического обслуживания или устранения поломки сделать в формуляре станка или в журнале технического обслуживания запись о характере проделанных работ, причине поломки, принятых мерах, замененных деталях, о произведенных изменениях в конструкции деталей.

Обязанности дежурных смазчиков

1.Производить смазку оборудования по графику смазки в соответствии с картой смазки и необходимой периодичностью по каждому виду оборудования.

2.Обучать приемам смазки производственных рабочих, поручать им отдельные смазочные работы, контролировать их проведение.

3.Получать, организовывать хранение, доставку на рабочие места, заправку смазочного инвентаря производственных рабочих смазочными материалами.

4.Делать записи о проделанной работе в журнале.

Обязанности дежурных электромонтеров

1.Обнаруживать и устранять мелкие неисправности и электрооборудование станков и освещении.

2.Налаживать и регулировать электрические схемы оборудования, регулировать блокировки, защиты, реле и т. п.

3.Устранить неполадки в электрооборудовании при осмотрах станков.

4.Делать записи в журналах о проделанных работах.

§ 6. Инструкция по техническому обслуживанию оборудования

На каждый вид оборудования заводом-изготовителем должна быть составлена инструкция по техническому обслуживанию (ИО). В инструкции для различных условий эксплуатации указывается порядок и правила технического обслуживания, выполнение которых обеспечивает постоянную исправность и готовность к работе данной машины.

Если ИО отсутствует, её необходимо разработать, предусмотрев разделы со следующим содержанием:

1.Введение. Здесь указывается назначение и состав ИО, принятые обозначения.

2.Общие указания с характеристикой особенностей технического обслуживания данной машины.

3.Указание мер безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию.

4.Виды и периодичность технического обслуживания.

5.Подготовка к работе, характеризующая состав специалистов при обслуживании, требования к цеху, оборудованию и измерительным приборам для выполнения ремонтов и наблюдений за работой и т. п.

6.Порядок технического обслуживания с указанием последовательности и объема сборки и разборки, порядка и мест смазки, параметров регулировки отдельных механизмов, методов наладки и раз мernой настройки.

7.Техническое освидетельствование, в котором излагается порядок и правила освидетельствования машины органами надзора.

8.Консервация с указанием способов консервации и расконсервации оборудования.

§ 7. Планирование ремонта и технического обслуживания оборудования

В деревообрабатывающей промышленности существуют три способа проведения ремонтных работ.

Централизованный способ распространен на небольших предприятиях. Здесь все виды ремонта и техническое обслуживание выполняет ремонтно-механический цех, находящийся в подчинении главного механика.

Децентрализованный способ применяют на крупных предприятиях, где отдельные цехи имеют большое количество оборудования и при них создают ремонтные мастерские (участки), подчиненные начальникам цехов, способные самостоятельно проводить работы, а также техническое обслуживание оборудования. Ремонтно-механический цех в этом случае обслуживает цехи, при которых ремонтные участки не созданы, осуществляет общее планирование и методическое руководство ремонтами, а также изготавливает нетиповое оборудование.

Смешанный способ наиболее распространен на деревообрабатывающих предприятиях. При этом способе капитальный ремонт всего оборудования выполняют в ремонтно-механическом цехе, а все остальные ремонтные работы — в цеховых ремонтных мастерских (на участках), подчиненных начальникам соответствующих цехов.

При планировании ремонтных работ учитывают применяемыйся способ ремонта. Наиболее просто планировать централизованный ремонт, когда составляется единый график ремонтов. При других способах ремонта необходимо годовой объем ремонтных работ распределять между ремонтно-механическим цехом и ремонтными мастерскими при производственных цехах и соответствии с их мощностью и имеющимся оборудованием.

§ 8. Составление плана ППР

Для составления плана ППР необходимо иметь следующие сведения: 1) список производственного оборудования с указанием группы ремонтосложности R и величины ремонтного цикла T ; 2) нормативную структуру ремонтного цикла; 3) нормативную трудоемкость одной единицы ремонтосложности (1ЕРС) по различным категориям ремонтных работ; 4) фактическую численность ремонтного персонала по каждому ремонтному подразделению; 5) фактическую наработку каждой единицы оборудования за период от последнего планового ремонта.

При составлении плана ППР определяют следующие величины:

1. Нормативную продолжительность межремонтного t_{mp} и межосмотрового t_{mo} периодов в отработанных часах.

2. Нормативную продолжительность межремонтного t_{mp} и межосмотрового t_{mo} периодов в месяцах. Эти величины находят в зависимости от среднемесячного количества фактически отработанных часов по каждому виду оборудования за предыдущий год, либо по РМ ПНР в зависимости от сменности работы оборудования. Например, величина межосмотрового периода может быть найдена по выражению

$$t_{mo} = \frac{\Phi}{T_{\text{нап}}} t_{mo},$$

где $T_{\text{нап}}$ — наработка данной машины в месяц;

Φ — фонд времени оборудования в месяц при его работе в одну, две или три смены;

t_{mo} — нормированное значение межосмотрового периода в месяцах при его работе в одну, две или три смены.

3. Необходимое количество рабочих K_p для проведения плановых ремонтов, осмотров и технического обслуживания в течение планируемого года. Количество станочников и количество слесарей определяют раздельно по механической и электрической частям станка по формуле

$$K_p = \frac{T_{\text{ЕРС.М}} \sum^n [R_i q_i (m_k P_k + 5P_m + 10m_o P_o)]}{\lambda \Phi},$$

где $T_{\text{ЕРС.М}}$ — норма времени на одну единицу ремонтосложности для малого ремонта, ч; n — число различных моделей оборудования;

R_i — категория ремонтосложности для i -й модели оборудования;

q_i — количество машин i -й модели;

m_k , m_o — коэффициенты относительного объема ремонтных работ соответственно для капитального ремонта и осмотра;

P_k , P_m , P_o — доля слесарных (станочных) работ соответственно в капитальном, малом ремонте и осмотре;

Φ — годовой фонд времени рабочего, ч;

λ — коэффициент переработки норм.

Расчет потребности в рабочих для межремонтного обслуживания /СМр производится раздельно для слесарей, станочников, смазчиков и электриков по формуле

$$K_{mp} = \frac{(\Sigma R) K}{H},$$

где K — коэффициент сменности работы дежурного персонала;

H — норматив межремонтного обслуживания на одного рабочего в смену в единицах ремонтосложности.

Общая численность ремонтных рабочих K определяется суммой

$$K_{p.m. \text{ слес}} + K_{p.m. \text{ стан}} + K_{p.zl. \text{ слес}} + K_{p.zl. \text{ стан}} + K_{p.g. \text{ слес}} + \\ + K_{p.g. \text{ стан}} + K_{m.p. \text{ стан}} + K_{m.p. \text{ слес}} + K_{m.p.zl.} + K_{m.p. \text{ смазч}},$$

где коэффициенты обозначают количество слесарей и станочников, необходимых для ремонта соответственно механической, электрической и гидравлической частей станков, а также количество слесарей, станочников, электриков и смазчиков соответственно для межремонтного обслуживания оборудования.

Все необходимые для расчета рабочей силы нормативы принимают по РМ ППР.

4. Общий объем годового планового ремонта оборудования распределяют между ремонтно-механическим цехом и ремонтными участками в производственных цехах с учетом количества ремонтных рабочих и имеющегося оборудования. При необходимости на отдельных ремонтных участках уточняют количество ремонтных рабочих.

5. Рассчитывают плановые простоя оборудования и ремонте, которые необходимы: а) для составления календарного плана ППР; б) для подсчета ожидаемых потерь машино-часов в основном производстве; в) для оценки состояния ремонтной службы при сравнении с фактическими простоями оборудования в ремонте.

Величину планового простоя в ремонтах определяют по формуле

$$A = H \frac{C_o}{C_c K},$$

где H — трудоемкость ремонта в человеко-часах для слесарей, при расчете простоя в малом ремонте принимают $H = H_m$; при расчете простоя в капитальном ремонте с учетом работ по выверке на фундаменте, по окраске и сушке и проверке на технологическую точность принимают $H = 1,1 H_k$;

C_o — сменность работы слесарей ($C_o = 1,2$);

K — количество слесарей, одновременно, занятых в ремонте ($K = 1,2$ — для малого ремонта, $K = 3$ — для капитального).

Простоя в ремонте электротехнической и гидравлической частей оборудования отдельно не плакируют, так как эти ремонты по времени меньше механической части и проводятся одновременно с ремонтом механической части.

6. Рассчитывают количество необходимых материалов и запасных частей. Количество необходимой конструкционной стали $Q_{k.c}$, легированной стали $Q_{k.l}$, стального литья $Q_{c.l}$, чугуна Q_q и цветных металлов $Q_{ц.m}$ рассчитывают, исходя из их нормируемой величины H по каждому виду металла на 1ЕРС для капитального ремонта. Затраты металлов для малого ремонта учитываются плановым коэффициентом β , а для осмотров и межремонтного обслуживания коэффициентом λ . Расчет до каждому виду металла производят по формуле

$$Q = \lambda H [\Sigma_{EPSC} + \beta \Sigma_{EPSM}],$$

где ΣEPC_K — суммарная величина единиц ремонтосложности по капитальному ремонту; ΣEPC_M — соответственно по малому ремонту.

Список необходимых запасных деталей на планируемый год составляют, исходя из паспортных данных по каждому виду намечаемого к ремонту оборудования, а также исходя из имеющихся практических наблюдений по износу деталей машин.

Минимальное количество запасных деталей H_{\min} по каждому наименованию определяют, исходя из величины страхового запаса, исключающего возможность отсутствия деталей на складе:

$$H_{\min} = \frac{0.3 I P_m}{P_h},$$

где P_m – среднемесячный расход запасных деталей данного наименования, шт.;

Ц—цикл изготовления нормальной партии запасных частей в месяц;

P_u — размер нормальной партии, шт

Максимальное количество запасных деталей H_{\max} определяют выражением

$$H_{\max} = H_{\min} + P_M U,$$

где второе слагаемое определяет величину партии деталей, изготавляемой при достижении деталей данного наименования на складе величины H_{\min} .

7. Составляют план-график ремонта оборудования по форме 3.

Форма 3

Форма 4

План работ по планово-предупредительному ремонту

оборудования по _____ цеху на _____ месяца

197—года

8. Составляют план работ по планово-предупредительному ремонту оборудования для каждого ремонтного подразделения на каждый месяц по форме 4.

9. График ППР и планы согласуются с производственными цехами, ремонтными подразделениями и утверждаются главным инженером предприятия.

§ 9. Техническая эксплуатация оборудования

Технической эксплуатацией оборудования называется комплекс работ, проводимых обслуживающим персоналом для правильной, безаварийной эксплуатации оборудования и получения продукции в соответствии с техническими требованиями с заданной производительностью.

Основные задачи службы технической эксплуатации оборудования следующие:

1. Приемка оборудования в начале смены и передача его после окончания работы с оформлением актов в соответствующем журнале.
2. Профилактический уход за оборудованием, заключающийся в необходимой смазке его перед работой, очистке и протирке после работы.
3. Наладка оборудования.
4. Размерная настройка режущих органов.
5. Соблюдение рекомендованных режимов работы.
6. Соблюдение правил техники безопасности, пожарной безопасности, взрывобезопасности.
7. Наблюдение за работой оборудования, устранение отказов путем регулирования, поднастройки и другими методами, предусмотренными инструкцией по эксплуатации.

Руководство и обеспечение технической эксплуатации оборудования возложено на следующий персонал цеха:

1. Начальника цеха.
2. Начальников смен, начальников участков.
3. Старших мастеров, мастеров.

Осуществляют техническую эксплуатацию:

1. Старшие операторы.
2. Операторы на автоматических и поточных линиях.
3. Основные рабочие.
4. Подсобные рабочие на станках и другом техническом оборудовании.
5. Слесари-наладчики.
6. Электрослесари.

К эксплуатации оборудования допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование. Различные виды оборудования и особенности работы на нем предъявляют специфические требования к состоянию здоровья обслуживающего персонала. Например, к обслуживанию kleевого и лакокрасочного оборудования не могут быть допущены лица, подверженные аллергии.

Обслуживающий персонал должен хорошо знать устройство машины, пройти обучение и инструктаж по обслуживанию и технике безопасности, иметь удостоверение, дающее право работать на данном типе оборудования. Квалификация персонала должна быть не ниже определенной в инструкции по эксплуатации.

§ 10. Обязанности операторов при обслуживании линии

1.Старший оператор и каждый оператор обязаны знать инструкцию по эксплуатации и обслуживать линию в соответствии с этой инструкцией.

2.Уметь произвести наладку линии на обработку любых типов деталей и размерную настройку на любые размеры, предусмотренные технической характеристикой.

3.Знать устройство линии и уметь определить неисправность и пригодность к работе узлов машин.

4.Эксплуатацию электрооборудования линии производить в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.Старший оператор перед началом работы должен принять смену согласно журналу передачи смен, в котором отражены результаты работы за смену, имевшие место неисправности

во время смены, а также сведения об их устранении.

6. Оператор перед началом работы линии обязан:

- а) проверить исправность и работоспособность механизмов оборудования;
- б) проверить наличие и надежность крепления ограждений движущихся частей, шлангов, находящихся под давлением, и т. п.;
- в) убедиться, что органы управления занимают исходное положение;
- г) проверить исправность всех блокировок;
- д) проверить исправность осветительной аппаратуры;
- е) проверить, не находятся ли на оборудовании и транспортных средствах посторонние предметы, которые во время работы линии могли бы привести к несчастным случаям и поломкам;
- ж) проверить степень затупления и надежность крепления режущего инструмента и при необходимости заменить их;
- з) проверить наладку, произведенную слесарем-наладчиком, на ее соответствие требованиям инструкции по эксплуатации;
- и) проверить размерную настройку линии, произведенную слесарем-настройщиком, на ее соответствие технологической карте на обработку детали;
- к) при обнаружении во время осмотра неисправностей устранить их, при невозможности устранения своими силами заявить слесарю-наладчику, старшему оператору, механику или мастеру участка (цеха) и до исправления этих неисправностей не включать линию в работу;
- л) дождаться старшему оператору о готовности к работе.

7. Старший оператор перед включением линии обязан:

- а) убедиться в том, что оборудование, входящее в линию, подготовлено к работе, а оператор находится на рабочем месте;
- б) убедиться в том, что за заградительными барьерами возле линии нет посторонних лиц;
- в) подать предупредительные сигналы посредством звуковой и световой сигнализации;
- г) включить линию в последовательности, указанной в инструкции по эксплуатации;
- д) при обнаружении в линии неисправностей (постороннего шума, бракованной продукции, плохого отсоса отходов деревообработки) остановить линию, отключить ее от системы сжатого воздуха, электросети, вывесить на пультах управления таблички «Не включать — работают люди!».

8. Оператор по окончании работы обязан:

- а) выключить оборудование линии согласно инструкции по эксплуатации;
- б) осмотреть оборудование линии и устраниТЬ обнаруженные неисправности, при невозможности устранения их своими силами дождаться об этом старшему оператору, слесарю-наладчику, мастеру участка или механику цеха;
- в) произвести чистку и уборку машин и рабочего места.

9. Старший оператор обязан:

- а) проверить выполнение оператором работ по выключению, чистке и уборке линии и рабочего места;
- б) сделать необходимые записи в журнале передачи смен о результатах работы за смену, имевших место неисправностях и об их устранении.

Обязанности рабочего по технической эксплуатации неавтоматического оборудования составляют часть изложенных выше и могут быть найдены в соответствующей инструкции по эксплуатации.

§ 11. Наладка станков

Наладкой называется подготовка станка к работе. Подготовки состоит в регулировании функциональных узлов, обеспечивающих базирование детали и получение ее формы, задающих необходимые скорость резания и подачи, предохраняющих рабочего от травм и т. д. Процесс наладки станка зависит от его конструкции и состояния.

Например, для наладки рейсмусового станка СРЗ-6 необходимо:

1. Подготовить и установить ножи в ножевом валу.

2. Привести в работоспособное состояние узел резания.
3. Установить в необходимое положение нижние опорные ролики.
4. Установить в необходимое положение верхние подающие валики, стружколоматель,
5. задний прижим и настроить их на необходимое усилие прижима.
6. Проверить работоспособность механизма подачи установить необходимую величину скорости подачи.
7. Установить в необходимое положение и проверить безотказность работы когтевой защиты, отрегулировать тормоз ножевого вала.
8. Проверить безотказность работы электроблокировок.
9. Произвести смазку станка.

Каждая из перечисленных работ выполняется в зависимости от конструкции соответствующего механизма. Содержание работ излагается в инструкции по обслуживанию станка. Например, пункт 3 «Установка в необходимое положение нижних опорных роликов» излагается следующим образом: нижние опорные валики 1 должны выступать над поверхностью стола 2 на величину $a_1 = 0,1 \dots 0,2$ мм (рис. 29, а) при обработке тонких заготовок и заготовок из твердых лиственных пород и на $a_1 = 0,3 \dots 0,6$ мм при обработке толстых заготовок из мягких пород. Перемещают опорные валики с помощью винтов 4 (рис. 29, б). Величину выступа a_1 валиков проверяют с помощью инструментальной линейки 3, располагаемой своей рабочей плоскостью на образующих опорных валиков. Расстояние между линейкой и столом контролируют щупами. Положение опорных валиков фиксируют гайками 5.

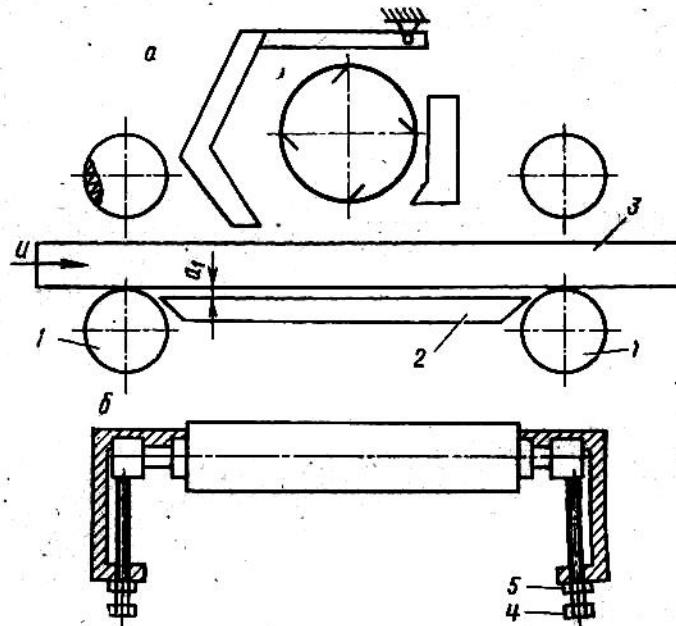


Рис. 29. Схема наладки нижних опорных валиков рейсмусового станка:
а — по высоте расположения; б — фиксирование в заданном положении

§ 12. Размерная настройка дереворежущих станков

Размерной настройкой станка называется процесс регулирования расстояния между установочной поверхностью и инструментом, обеспечивающий получение в обрабатываемой партии детали размерами в пределах заданного допуска. Наиболее распространены три способа настройки: по упору, по пробным деталям, координатная настройка.

При настройке по упору (шаблону, жесткому упору, индикаторному упору) режущие кромки инструмента подводят до легкого касания с соответствующими поверхностями упора. Упор-шаблон изготавливают на класс точнее обрабатываемых деталей. При этом способе настройки необходимо учитывать динамическую погрешность, возникающую при работе станка. Способ находит применение при обработке на станке деталей с ограниченной номенклатурой размеров, что наиболее характерно для автоматических линий.

При настройке по пробным деталям предварительно настраивают неработающий станок с погрешностью приблизительно $\pm 0,5$ мм. Затем обрабатывают некоторое количество пробных деталей, находят их средний размер. Значение найденного размера сравнивают с заданным значением настраиваемого размера и находят величину подстройки станка как разницу между этими размерами. Затем уточняют настройку станка, перемещая подвижный орган, например суппорт, на величину подстройки. При этом методе настройки основная трудность состоит в нахождении настраиваемого размера. Его величина имеет погрешность, зависящую от количества

пробных деталей, точности мерительного инструмента для замера деталей и точности подстроечного перемещения.

При настройке по координатному способу станок помимо устройства для регулирования расстояния между установочной поверхностью станка и режущей кромкой инструмента должен быть оснащен отсчетным устройством. Точность отсчетного устройства должна быть такова, чтобы разность фактического расстояния между установочной поверхностью и режущей кромкой инструмента и значением этого расстояния, полученным с отсчетного устройства, не превышала 0,1—0,2 допуска на обрабатываемый размер. В этом способе настройки необходимо учитывать динамическую погрешность, которая изменяет расстояние между установочной поверхностью станка и режущей кромкой инструмента на некоторую величину в работающем станке.

В деревообработке наиболее распространен способ размерной настройки станков с обработкой пробных деталей. На универсальных станках, где точность отсчетных устройств настроичного механизма недостаточна и количество размеров обрабатываемых деталей весьма велико, этот способ единственно возможен.

Настройка станка по способу обработки пробных деталей состоит из двух этапов: I этап — расчет параметров настройки технологом; II этап — настройка станка настройщиком.

При настройке станка на размер известно: 1) номинал размера обрабатываемой детали с допуском δ ; 2) количество обрабатываемых деталей партии N ; 3) процент допускаемого брака $q_{\text{доп.}}$.

Для настройки необходимо знать о станке следующее: 1) класс точности станка или значение коэффициента T_u , характеризующего технологическую точность станка; 2) значение коэффициента C_1 характеризующего интенсивность расстройки станка (или интенсивность смещения центра мгновенного поля рассеяния). Удобно значение C_1 принимать в виде величины смещения центра рассеяния при обработке 100 деталей, т. е. в мм/100 дет.; 3) значение коэффициента C_2 , характеризующего интенсивность изменения начальной величины поля рассеяния.

Соблюдение режимов эксплуатации. Любые машины, в том числе деревообрабатывающие, должны работать в режимах, установленных для них в инструкциях по эксплуатации. Режим эксплуатации определяет параметры работ основных рабочих органов машины. Например, режим работы рейсмусового станка определяют частота вращения ножевого вала, диаметр окружности резания (и, следовательно, скорость резания), толщина снимаемого слоя, скорость подачи заготовок, острота резцов (первоначальная и конечная). Режим учитывает твердость обрабатываемой древесины. Часть режимных факторов не может существенно варьироваться или вообще имеет постоянное значение. Например, частота вращения ножевого вала и диаметр резания у рейсмусового станка имеют постоянное значение, и при определении режима выбирают лишь скорость подачи в зависимости от толщины снимаемого слоя и породы древесины, назначают допустимое затупление резцов.

При эксплуатации оборудования необходимо помнить, что применение рекомендованных инструкций по эксплуатации режимов создает наиболее благоприятные условия работы машины. Возникающие в этом случае в машине нагрузки не превосходят расчетных значений. Это означает, что напряжения, появляющиеся в деталях станков, не превосходят допустимых значений. Если режим эксплуатации более тяжелый, чем рекомендованный, возникающие напряжения превосходят допустимые значения. В этом случае в машине происходит более интенсивный износ подвижных сопряжений, возможно разрушение наиболее слабых деталей, в машине возникают недопустимые колебания.

Кроме того, форсированный режим обработки приводит к понижению точности обработки деталей и к ухудшению качества обрабатываемой поверхности. В инструкции по эксплуатации машины обычно приводят графики, таблицы или номограммы, позволяющие правильно назначать режим обработки для заданных размеров деталей. Эти таблицы или графики необходимо делать доступными для наладчиков станков и рабочих, эксплуатирующих их.

Например, на рейсмусовых станках в доступном для обозрения месте прикрепляют графики зависимости скорости подачи заготовок от породы древесины, толщины снимаемого слоя, ширины обработки и остроты резцов. На многих станках устанавливают ваттметры или амперметры, позволяющие контролировать скорость подачи заготовок исходя из максимальной загрузки

электродвигателя механизма резания.

Для того чтобы устранить возможность эксплуатации станков в режимах, отличающихся от паспортных, в большинстве машин встраивают различного рода предохранительные устройства, срабатывающие при перегрузке. Например, в механизме подачи прирезных станков устанавливают муфту предельного момента, в рейсмусовых станках устанавливают планку, ограничивающую предельное значение толщины снимаемого слоя.

В наиболее совершенных станках скорость подачи регулируется автоматически в зависимости от размеров заготовок.

Наблюдение за работой оборудования. Лица, эксплуатирующие машину, должны вести непрерывное наблюдение за характером ее работы. Это касается дежурных слесарей, электромонтеров, наладчиков и операторов (или рабочих, обслуживающих оборудование).

Оператор, работающий непосредственно на машине, имеет возможность наблюдать за работой практически непрерывно. Важнейшая задача службы главного механика—обучение рабочих технически правильным способам эксплуатации машины. Рабочий должен понимать основные принципы ее работы, знать рекомендуемые режимы работы, понимать сущность причин, приводящих к появлению брака, отказов в работе.

Обо всех замеченных неисправностях лицо, ответственное за машину, должно сделать запись в журнал передачи смен.

§ 13. Инструкция по эксплуатации оборудования

Инструкция по эксплуатации оборудования (ИЭ) излагает сведения, необходимые для правильной эксплуатации оборудования и поддержания его в постоянной готовности к действию.

Инструкция должна быть на каждый вид оборудования цеха. Если она отсутствует, ее необходимо разработать. ИЭ должна состоять из разделов, содержащих следующие сведения:

1. Введение. Указывается состав инструкции, принятые сокращения и обозначения.
2. Общие указания. Излагаются правила и требования, отражающие особенности эксплуатации данной машины.
3. Указания мер безопасности. Перечисляются правила предосторожности, которые необходимо соблюдать при эксплуатации машины.
4. Порядок установки. Излагаются требования монтажа, правила пуска, регулирования, обкатки и т. п.
5. Подготовка к работе. Излагаются правила смазки, положение рабочих органов после наладки и размерной настройки.
6. Порядок работы. Определяются состав и квалификация обслуживающего персонала. Режимы работы машины. Порядок наблюдения за машиной до, во время и после работы.
7. Измерение параметров, регулирование и настройка. Излагаются правила наладки машины, методы и средства размерной настройки.
8. Проверка технического состояния. Описываются последовательность и содержание проверок технического состояния машины с целью установления ее пригодности для дальнейшего использования по назначению, например проверка станка на технологическую точность и т. п.
9. Характерные неисправности и методы их устранения. В этом разделе обычно в табличной форме приводят перечень характерных и наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей. Указывают их вероятные причины и методы наиболее быстрого их устранения.

РАЗДЕЛ III. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ И РЕМОНТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

§ 1. Основные цели и назначения ремонта и модернизации оборудования

Технологический процесс при любом виде ремонта выполняется по следующей схеме:

1. Частичная или полная разборка станка, очистка и промывка деталей.
2. Составление дефектной ведомости.
3. Восстановление изношенных деталей, соединений и сборочных единиц.
4. Комплектование новыми деталями или изготовление деталей взамен вышедших из строя.
5. Сборка механизмов с подгонкой и регулировкой.
6. Общая сборка.
7. Монтаж и испытание станка.

В последнее время на предприятиях все шире внедряется ремонт технологического оборудования по типовым технологическим процессам. Типовой технологический процесс – основной документ технологии ремонта. При использовании типового технологического процесса с предусмотренной оснасткой резко снижаются требования к квалификации ремонтных рабочих, максимально механизируется ручной труд и облегчается выполнение особо точных операций. При этом вводятся единые методы выполнения ремонта, обеспечивающие его качество.

Однако на предприятиях наряду с современным оборудованием эксплуатируется оборудование, морально и физически устаревшее, малопроизводительное, выпускающее продукцию низкого качества. Наличие такого оборудования в технологическом потоке снижает производительность потока в целом, а также экономические показатели всего предприятия. Отсюда вытекает необходимость модернизации устаревшего оборудования. Модернизация предусматривает внесение в конструкции станков некоторых изменений, которые повышают производительность, точность работы, долговечность оборудования и т. д. В результате модернизации предусматриваются экономия энергии, сырья, облегчение условий труда и обеспечение техники безопасности.

Модернизация оборудования осуществляется по нескольким направлениям.

Технологическая модернизация имеет целью расширить технологические возможности и специализацию оборудования: повысить производительность путем увеличения скоростей резания и подачи, уменьшения вспомогательного времени на установку деталей, крепления, настройку, наладку и т. д.; повысить точность работы оборудования за счет применения более точных направляющих, подшипников, сопряжений, настроек приспособлений; повысить качество выпускаемой продукции, т. е. повысить класс шероховатости поверхности за счет применения многорезцовых дереворежущих инструментов, динамической балансировки, правильной подготовки и динамической прифуговки инструмента.

Конструктивная модернизация производится для улучшения эксплуатационных качеств станков путем замены быстроизнашивающихся деталей более долговечными, закалки направляющих поверхностей, замены систем смазки на принудительную или циркуляционную, установки более мощных пневмо-, гидро-, электродвигателей, изменения конструкций подающих механизмов, прижимов, кареток и т. д.

Модернизация околостаночного оборудования применяется с целью включения действующего обособленного (нередко современного) станка в состав автоматической линии. В этой части работ предусматривается создание автозагрузчиков, питателей, базирующих и направляющих устройств, транспортных связей между станками, создание единой схемы управления линией.

Модернизация по повышению надежности и долговечности работы оборудования предусматривает повышение прочности и износстойкости отдельных элементов станков, повышение жесткости системы СПИД (станок — приспособление — инструмент — деталь), уменьшение вибрации оборудования применением более легких и сбалансированных

вращающихся деталей, использование оптимальных смазочных материалов, применение в быстроизнашивающихся сопряжениях недорогостоящих сменных компенсаторов и др.

Модернизация с целью облегчения условий труда и обеспечения безопасности работы имеет в виду облегчение наладочных работ с применением гидроусилителей, приставок, повышающих усилие механизма поворота; устройство эксгаустерных установок; изготовление кожухов и других ограждительных устройств; мероприятия по борьбе с шумами заменой металлических деталей пластмассовыми, сплошных стружколомателей — гребенчатыми, плоских ножей во фрезерном инструменте — винтовыми, применением более легкого и динамически сбалансированного режущего инструмента и др.

Оборудование модернизируют по одному из этих направлений или по нескольким. В последнем случае модернизации называется комплексной; она наиболее целесообразна. В качестве примера рассмотрим комплексную модернизацию механизма подачи четырехстороннего продольно-фрезерного станка.

В существующей конструкции (рис. 30, а) настройку на толщину снимаемого слоя по нижней пласти заготовки осуществляют перемещением по высоте подвижного столика 2. Затем перемещают нижние гладкие подающие вальцы 1 до момента создания единой плоскости, образованной верхними образующими вальцов и линией контакта губки переднего стола с заготовкой 4. Поскольку перемещения столика и вальцов независимы друг от друга, на практике невозможно добиться плоскостности установочной поверхности. В период эксплуатации станка при настройке на толщину снимаемого слоя обычно ограничиваются только перемещением подвижного столика, в результате чего рассогласование Δ во взаимном расположении его с нижними вальцами достигает 3—4 мм. Это приводит к тому, что заготовка 4 подходит к нижней ножевой головке 3 в деформированном состоянии, последствиями чего являются разнотолщинность и непрямолинейность получаемых деталей. Кроме того, кинематическая сложность механизма подачи в значительной степени удорожает изготовление станка, а сложность наладки и настройки существенно снижает коэффициент его использования. Для исключения указанных недостатков предлагается модернизированная конструкция данного механизма (рис. 30, б). Перемещением рукоятки 4 через эксцентриковые втулки 2, соединенные тягой 3, осуществляют подъем и опускание стола 1 в вертикальной плоскости, чем обеспечивают настройку на толщину снимаемого слоя по нижней пласти заготовок. Для увеличения тягового усилия применен распределенный привод подачи с рифлеными вальцами 5.

Новая конструкция механизма по сравнению с существующей обладает рядом преимуществ: повышенена точность обработки и производительность станка вследствие уменьшения времени на настройку; улучшены эксплуатационные качества станка; вследствие уменьшения кинематических звеньев механизма подачи повышенена его надежность и снижена себестоимость изготовления; облегчены условия труда обслуживающего персонала.

При модернизации оборудования следует добиваться максимальной унификации, в результате чего, как и при ремонте по типовым технологическим процессам, снижается стоимость модернизации за счет изготовления деталей и сборочных единиц партиями, максимально механизируется ручной труд, облегчается выполнение сборочных операций вследствие введения

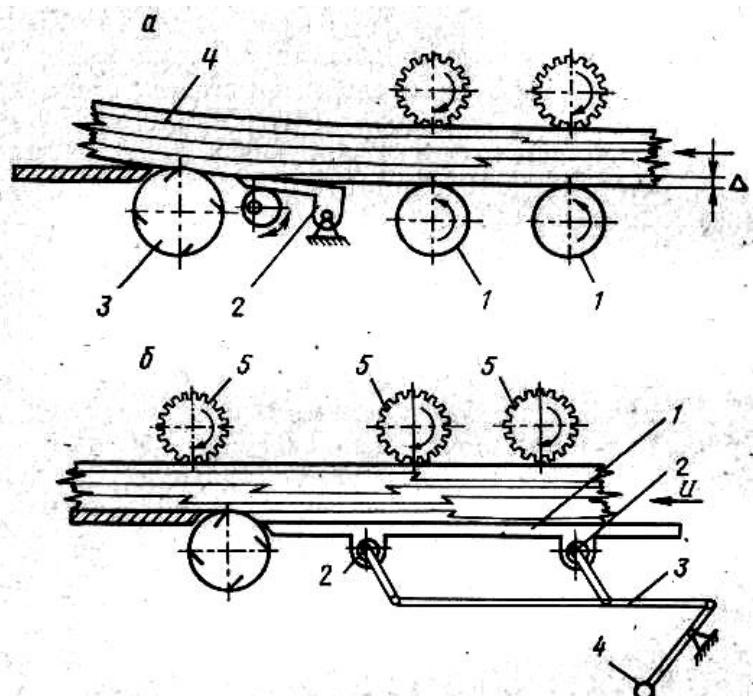


Рис. 30. Модернизация механизма подачи:
а — механизм до модернизации; б — после модернизации

единых методов модернизации и ремонта.

Большое преимущество при работах по ремонту и модернизации станков дает принцип агрегатирования деревообрабатывающих машин.

§ 2. Агрегатирование машин и автоматических линии

Принцип агрегатирования машин и автоматических линий заключается в их создании путем сочетания нормализованных и стандартных деталей и сборочных единиц. Компонуя по определенной схеме детали и сборочные единицы, создают различные конструкции машин. В настоящее время многие функциональные сборочные единицы нормализованы, что предопределяет использование принципов агрегатирования при создании станков. К нормализованным сборочным единицам относятся: силовые головки, столы, станины, приводы, гидро- и пневмопанели, суппорты, гидро- и пневмоцилиндры, электрошкафы, пульты управления и др.

Принцип агрегатирования оборудования удовлетворяет условиям современного производства, где требуются постоянное совершенствование и частая смена моделей выпускаемой продукции, поскольку обеспечивает гибкость и универсальность оборудования при высокой производительности, низкую стоимость, быструю окупаемость, сокращает сроки на проектирование оборудования и его изготовление. Оборудование создается по оптимальному технологическому процессу и в то же время обеспечивается обратимость конструкций машин, поскольку их можно разобрать при необходимости на первоначальные нормализованные элементы, а из них скомпоновать новую конструкцию. Обеспечивается возможность совершенствования оборудования на основе модернизации его агрегатов, а также создаются благоприятные возможности для узлового ремонта станков. Повышается надежность машин и автоматических линий вследствие предварительной проверки и опробования составных элементов, а также резко повышается серийность изготовления унифицированных деталей и сборочных единиц, что значительно снижает стоимость готовой продукции. Кроме того, повышается производительность станков на основе многодетальной, многопозиционной и многоинструментальной обработки.

Конструирование агрегированных машин и автоматических линий осуществляется по определенным законам с применением принципа дифференцирования технологического процесса на его составные элементы и последующим концентрированием их в машинах и автоматических линиях.

Различают три вида агрегатирования машин и автоматических линий: последовательное, параллельное и параллельно-последовательное (смешанное).

Последовательное агрегатирование. Применимо для сложных и трудоемких работ, требующих последовательной обработки различными инструментами. Весь цикл обработки разбивают на группы операций одинаковой продолжительности, располагая их в принятой технологической последовательности. Обработка во всех операциях ведется одновременно. В обработке находится число изделий, равное числу операций. Обычно многопозиционные машины имеют кроме рабочих еще загрузочную и разгрузочную позиции, поэтому общее число позиций $q_{общ}$ на машинах с прямолинейной (разомкнутой) схемой движения заготовок на две позиции больше числа рабочих позиций q_p :

$$q_{общ} = q_p + 2.$$

На машинах с круговой (замкнутой) схемой движения загрузочная и разгрузочная позиции совмещены. В этом случае

$$q_{общ} = q_p + 1.$$

На рис. 31, *a* показана схема шестипозиционного торцово-шипорезно-сверлильного агрегата. В позиции 1 производится загрузка заготовок, которые перемещаются гидроцилиндром посредством штангового механизма в разгрузочную позицию 6. В промежуточных позициях 2, 3, 4, 5 осуществляется обработка заготовок: торцовка, выборка проушины, нарезка шипов и сверление.

За одно перемещение штангового механизма на шаг 1 одновременно перемещаются пять заготовок.

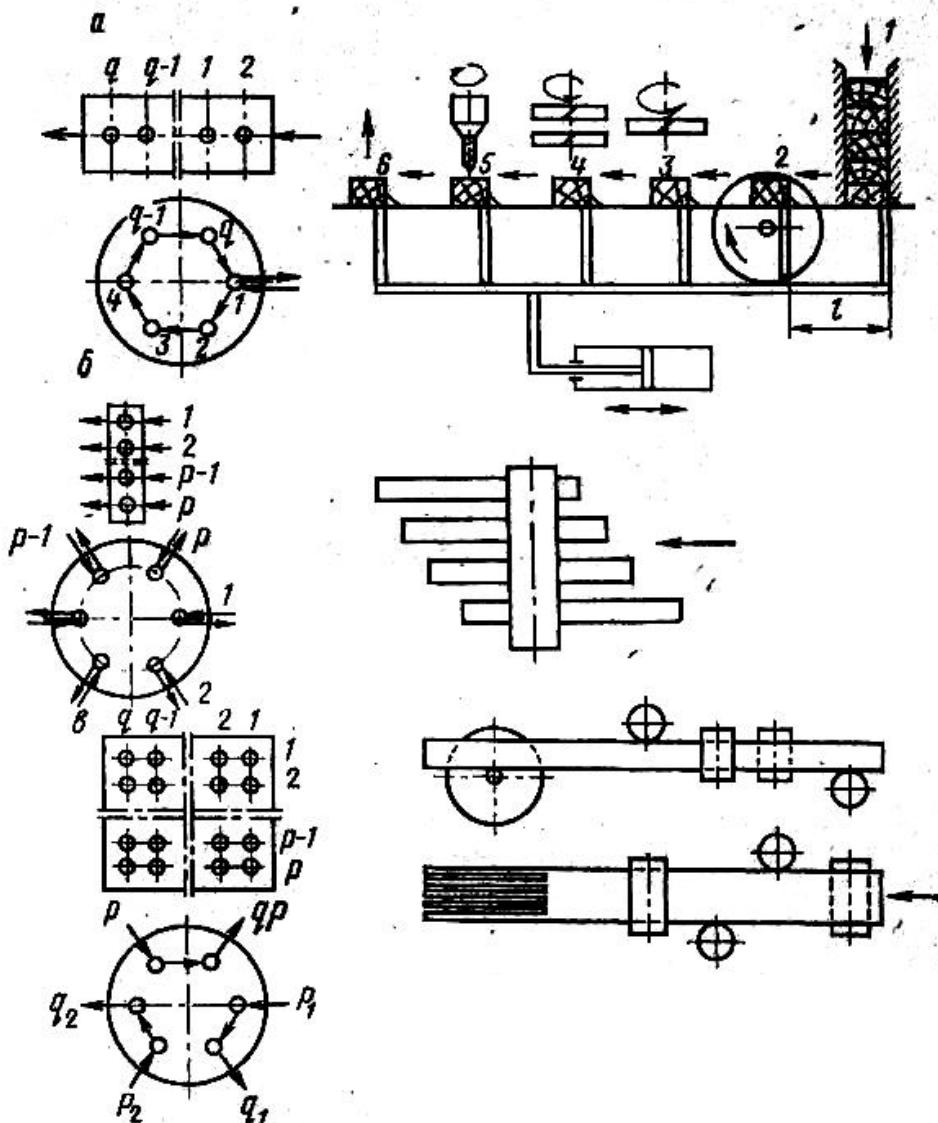


Рис. 31. Схема агрегатирования машин:

a — последовательное; *b* — параллельное; *c* — параллельно-последовательное (смешанное)

Параллельное агрегатирование. Этот вид агрегатирования применим для простых работ, где дробление операций нецелесообразно. Одна и та же операция выполняется в нескольких позициях одновременно. Параллельное агрегатирование сводится к объединению в одной машине нескольких одинаковых параллельно работающих агрегатов; оно применимо тогда, когда время на загрузку и выгрузку обрабатываемых деталей мало по сравнению с рабочим временем. Примером такого агрегатирования можно считать многопоточную обработку на проходных станках. Схемы разомкнутого и замкнутого параллельного агрегатирования представлены на рис. 31, *b*.

Параллельно-последовательное (смешанное) агрегатирование. На рис. 31, *c* изображена схема параллельно-последовательного агрегатирования. В этом случае обрабатываются одновременно qp деталей на qp позициях. При этом q операций выполняются по последовательной, а p — по параллельной схемам. Такие машины обладают максимальной производительностью, причем с увеличением p производительность растет, а число позиций q уменьшается.

Фактически производительность такой машины

$$Q_{\Phi} = \frac{qp Q_t}{1 + q Q_t (t_x + qp t_b)},$$

где Q_t — технологическая производительность;

t_x — время холостых ходов в цикле;

t_B — время внецикловых потерь на единицу продукции.

При $p = 1$ получаем фактическую производительность машины с последовательным агрегированием, при $q = l$ — с параллельным.

§ 3. Конструирование ремонтных приспособлений

В процессе ремонта деревообрабатывающего оборудования находят широкое применение различные приспособления. Они предназначены для облегчения установки и крепления подлежащих ремонту деталей и сборочных единиц, сокращения времени на ремонт, повышения точности и качества ремонтируемых изделий, а также для облегчения условий труда ремонтных рабочих. Конструкции ремонтных приспособлений определяются в первую очередь их назначением, техническими требованиями на выполнение ремонтных работ, технологией ремонта и объемом ремонтных работ данного типа.

Ремонтные приспособления делятся на три группы: универсальные, специализированные, или универсально-сборочные, приспособления (УСП) и специальные.

Универсальные приспособления. Эти приспособления используют для ремонта большого разнообразия деталей и сборочных единиц. К ним относятся делительные головки, делительные и поворотные столы, патроны к токарным станкам, тиски для строгальных и фрезерных станков и т. д. При конструировании этой группы приспособлений конструктор должен учитывать возможность их частого использования, наладочные и настроочные перемещения, правильное базирование и надежное крепление ремонтируемого изделия в приспособления, экономичность изготовления и др. Различают несколько типов универсальных приспособлений: технологические, базирующие, разметочные и др.

Технологические универсальные приспособления широко применяют при ремонте единичных или мелких партий изделий. С их помощью на металлорежущих станках выполняют ремонт или изготовление новых деталей взамен вышедших из строя, для изготовления которых в серийном производстве требуются специальные станки. К технологическим относятся приспособления для глубокого шлифования, растачивания конических отверстий, навивки пружин и пр.

Приспособление для глубокого шлифования (рис. 32, а) предназначено для замены специальных станков для глубокого шлифования, наличие которых в составе ремонтного парка предприятия не всегда экономически оправдано. Кроме того, это приспособление позволяет концентрировать операции.

Приспособление состоит из суппорта 1, стакана 3, в котором вращается шпиндель 4 с закрепленным на нем шлифовальным кругом 5. Шпиндель приводится через ременную передачу от электродвигателя 2. Суппорт закрепляется на токарном станке вместо резцодержателя. Шлифование производится после токарной обработки при одном установе детали. Наличие консольного шпинделя позволяет обрабатывать отверстия диаметром до 150 мм и длиной до 1000 мм.

Приспособление для глубокого шлифования можно модернизировать в приспособление для наружного шлифования. Для этого следует изменить конструкцию суппорта и уменьшить длину

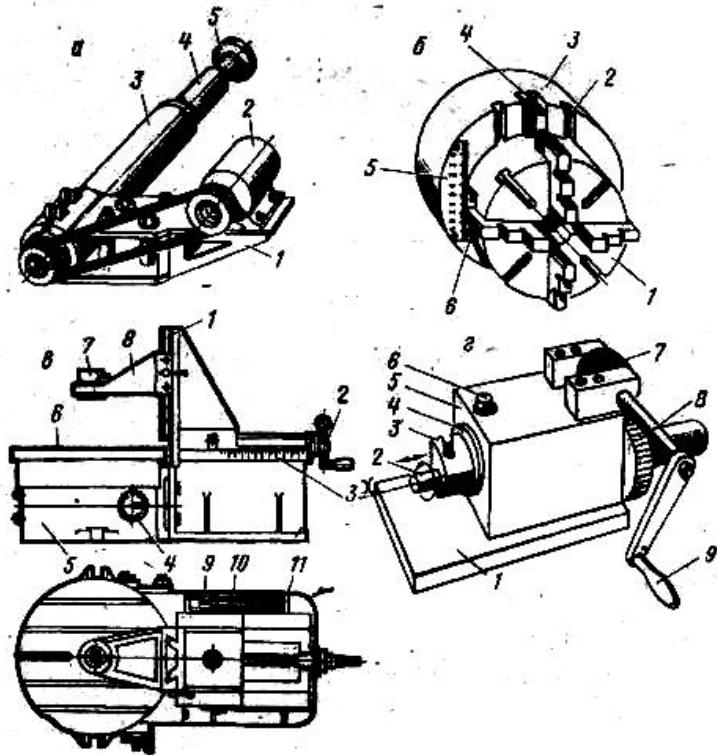


Рис. 32. Приспособления:
а — для глубокого шлифования; б — эксцентрично смещаемый патрон; в — универсальный кондуктор;
г — для выборки пазов сложных профилей

99

шпинделя. Базирующие универсальные приспособления позволяют выполнять на металлорежущих станках различные операции по расточке, фрезерованию, шлифованию и др. путем переменного базирования детали за один установок приспособления. К ним относятся самоцентрирующий патрон, эксцентрично смещаемый патрон, смещаемый угольник и др.

Применение самоцентрирующего патрона токарно-винторезного станка, жестко установленного на плите (основании), позволяет быстро и точно фиксировать деталь для обработки на шлифовальных, сверлильных, фрезерных станках, при этом имеется возможность поворота детали во время обработки на определенный угол.

Эксцентрично смещаемый патрон (рис. 32, б) и смещаемый угольник позволяют выполнять расточные операции на токарных станках. Это приспособление состоит из патрона 1, перемещаемого по пазам 2 планшайбы 3 винтами 4. Планшайба крепится на шпинделе токарного станка. Величина эксцентризитета контролируется по линейке 5 посредством нониуса 6. Цена деления нониуса 0,02 мм. С помощью эксцентрично смещаемого патрона обрабатываются детали, имеющие эксцентрично смещенные выступы, заточки или отверстия.

Разметочные универсальные приспособления позволяют обрабатывать детали без предварительной разметки, обеспечивая при этом высокую точность обработки и надежную фиксацию детали. К этим приспособлениям относятся универсальные кондукторы для вертикальных и горизонтальных сверлильных станков, кондукторы для сверления корпусных деталей и др.

Основной элемент кондуктора (рис. 32, в) — кондукторная втулка, изготавливаемая из стали с последующей термической обработкой (закалкой) для придания ей высокой твердости. Кондукторная втулка служит направляющей для сверла. В ремонтном цехе имеется набор втулок. Для сверления отверстия подбирают соответствующую втулку таким образом, чтобы ее внутренний диаметр строго соответствовал диаметру сверла.

Универсальный кондуктор для вертикального сверлильного станка позволяет за один установок детали без предварительной разметки сверлить отверстия, расположенные на одной окружности, на нескольких концентрических окружностях, на одной линии. Это приспособление состоит из вертикальной делительной головки 5 и устройства для горизонтального и вертикального перемещения кондукторной втулки 7. Делительный диск 4 обеспечивает поворот стола 6 на требуемый угол. Кондукторная втулка 7 крепится в кронштейне 8, который перемещается в вертикальной плоскости вручную по направляющим 1 и в горизонтальной — с помощью рукоятки 2. Отсчет горизонтального перемещения производится по шкале нониуса 3. Для более точной настройки на размер в горизонтальной плоскости в приспособлении имеется желоб 10, в который устанавливаются калиброванные пластины между подвижным 9 и неподвижным 11 упорами. Обрабатываемая деталь крепится на столе делительной головки.

Специализированные, или универсально-сборочные, приспособления (УСП). Этот тип приспособлений весьма широко применяют при ремонте. УСП создают для временного использования из комплекта стандартизованных деталей и сборочных единиц. Исходя из технологических требований, компонуют нужную конструкцию УСП. После использования приспособления в технологическом процессе его разбирают на детали и сборочные единицы, пригодные для повторного применения в новой компоновке. В комплект деталей и сборочных единиц УСП входят базовые корпусные, установочные, прижимные, крепежные и др. Основа УСП — базовые элементы — плиты, на которых монтируют детали для получения требуемой конструкции УСП. Плиты бывают круглые — для приспособлений, используемых на токарных, фрезерных и других станках, и прямоугольные, используемые на сверлильных, фрезерных, шлифовальных станках.

УСП, скомпонованные из стандартизованных деталей и сборочных единиц, подготавливают к работе (собирают) очень быстро, что обеспечивает потребность ремонтных цехов в УСП крупных предприятий до 300 приспособлений и выше в месяц.

Специальные приспособления. Они предназначаются для определенного вида ремонта единичных или мелких партий изделий. Конструкции этих приспособлений определяются их назначением и техническими требованиями на ремонт. Специальные приспособления требуют значительного времени на их проектирование и изготовление. Стоимость их целиком переносится на стоимость деталей, для изготовления которых они создаются. Однако применение специальных

приспособлений в ремонтном деле позволяет обойтись без сложных металлорежущих станков.

Существует большое разнообразие специальных приспособлений, примером которых может служить приспособление для выборки пазов сложных профилей в кулачковых механизмах.

Кулачковые механизмы широко применяют в автоматах и полуавтоматах в качестве контактных командоаппаратов. Износ рабочих поверхностей этих механизмов приводит их к негодности. Восстановление при ремонте рабочих поверхностей не обеспечивает требуемой точности и надежности работы механизма, поэтому требуется изготовление новой детали взамен вышедшей из строя.

Приспособление для выборки пазов сложных профилей (рис. 32, 2) представляет собой механизм, преобразующий вращательное движение от рукоятки 9 во вращательно-поступательное движение вала 2 на выходе. На вал крепят деталь 3, которая совершает одновременно движение по двум направлениям: перемещается возвратно-поступательно по оси x и вращается вокруг этой оси.

Вращательное движение от рукоятки на вал передается посредством червяка 7 и червячного колеса 8. Червячное колесо скреплено с валом через скользящую шпонку (на рисунке не показана). На валу имеется копир 4 с пазом, профиль которого идентичен требуемому. В паз через корпус приспособления 5 входит штифт 6. Штифт, ограничивая движение копира, тем самым сообщает валу поступательное движение. При этом деталь совершает движение, повторяющее профиль паза копира. Для получения различных профилей в ремонтном цехе имеется набор копиров.

Процесс фрезерования паза происходит следующим образом: приспособление крепят основанием 1 на стол фрезерного станка, затем подают фрезу на требуемую глубину паза. Медленным вращением рукоятки 9 подают обрабатываемую деталь.

ГЛАВА 2. ДЕФЕКТЫ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

§ 1. Классификация дефектов деталей машин

Деталь машины пригодна для выполнения своих функций в том случае, если по всем своим параметрам (размерам, форме и шероховатости поверхностей, их взаимному расположению, физико-механическим свойствам материала и т. п.) соответствует требованиям чертежа и техническим условиям, не имеет трещин и скрытых дефектов. Если по одному из своих параметров деталь не соответствует требованиям, она считается дефектной.

Дефекты деталей могут иметь следующие виды: 1) износ рабочей поверхности; 2) местное разрушение (вырыв, забоина и т. п.); 3) пластическая деформация (поверхностная или объемная); 4) трещина; 5) внутреннее разрушение; 6) поломка; 7) изменение физико-механических свойств материала (структуре, твердости и т. д.); 8) отработка деталью предельного значения циклов нагружения; 9) коррозионное разрушение поверхностей.

По характеру влияния дефектов на работоспособность деталей они могут быть разделены на две категории — устранимые и неустранимые. Неустранимый дефект, например такой, как отработка деталью заданного числа циклов нагружений, делает ее непригодной для дальнейшего использования, а сам характер дефекта не позволяет восстановить деталь при ремонте. К неустранимым дефектам можно отнести внутренние разрушения, изменение физико-механических свойств материала в результате, например, тепловых воздействий, полное разрушение детали.

В большинстве случаев дефекты можно устранить при ремонте применением тех или иных методов восстановления.

§ 2. Типичные износы и повреждения деталей машин

Износ деталей деревообрабатывающих машин неравномерен. Наибольшему износу подвергаются детали и узлы, находящиеся в наиболее тяжелых условиях работы. В каждой машине имеется некоторое количество наиболее быстроизнашивающихся деталей. Обычно в инструкции по техническому обслуживанию машины имеется список таких деталей. На каждую

быстроизнашающуюся деталь в технической документации имеется чертеж, являющийся документом, по которому определяют степень износа и пригодность детали к эксплуатации.

Например, в лесопильной раме наибольшему износу подвержены направляющие пильной рамки, в результате чего нарушается прямолинейность трущихся рабочих поверхностей. Прямолинейность проверяют контрольной линейкой, установленной по краям на два щупа одинаковой толщины. Контроль образовавшейся щели между контрольной линейкой и рабочей поверхностью осуществляют третьим щупом. При этом определяют отклонение контролируемой поверхности от прямолинейности. Оно не должно быть более 0,1—0,2 мм на 1000 мм длины контролируемой поверхности. В результате износа происходит нарушение параллельности и симметричности расположения направляющих между собой и центральной осью. Проверяют этот дефект специальным шаблоном по центровому навесу. Допускаемое отклонение не должно быть более 0,2 мм на 1000 мм.

Весьма ответственная деталь лесопильной рамы — коренной вал. Наибольшему износу у коренного вала подвержены посадочные поверхности под подшипники. Диаметры посадочных мест проверяют микрометрами. Параллельность шеек между собой проверяют уровнем. Радиальное биение шеек проверяют посредством индикаторной стойки при расположении вала в специальном приспособлении.

§ 3. Методы определения дефектов и износа деталей

Износ и дефекты деталей определяют несколькими способами, наиболее распространенные из которых следующие: 1) визуальный осмотр; 2) измерение детали контрольно-измерительным прибором; 3) анализ состояния детали при помощи специальных приборов.

Визуальному осмотру подвергают все детали. В большинстве случаев износ деталей настолько заметен и очевиден, что визуальный метод дает достаточно объективные данные для отнесения детали к той или иной категории. Для анализа характера износа задиров, остаточных деформаций, а также для обнаружения трещин при визуальном осмотре пользуются увеличительным стеклом (лупой).

Для определения величины износа применяют универсальные контрольно-измерительные приборы: микрометры, рычажные скобы, индикаторные толщиномеры и глубиномеры, нутромеры и оптиметры. Класс точности прибора выбирают в зависимости от точности производимого замера. Погрешность прибора должна составлять величину не более 0,2 от погрешности измеряемого размера.

При наружном осмотре на поверхности детали могут быть обнаружены трещины. Судить о дальнейшей пригодности такой детали к работе можно только после определения глубины и протяженности трещины. Для этого там, где допустимо, поверхность детали вблизи трещины зачищают абразивной шкуркой или кругом, либо вырубают трещину зубилом. Установленные таким способом глубина и протяженность трещины дают возможность решить, нужно ли деталь ремонтировать или ее следует заменить.

Для обнаружения трещин на шейках валов их помещают на 20—30 мин в ванну с керосином. Затем валы вынимают, насухо обтирают и покрывают тонким слоем полужидкой меловой замазки. Керосин, проникший в невидимые невооруженным глазом капиллярные трещины, просачивается оттуда в замазку и образует на ее белом фоне темные полосы, воспроизводящие рисунок трещин на поверхности детали.

На стальных и чугунных деталях невидимые трещины обнаруживают при помощи магнитного порошка. Для этого проверяемую деталь намагничивают, а затем поливают магнитной супензией, например минеральным маслом, в котором взмучен мелкий ферромагнитный порошок окиси железа. Если в поверхностном слое (на глубине до 2 мм) проверяемой детали имеются какие-либо трещины, то оседающий из жидкости порошок будет втягиваться в области наибольшей неоднородности магнитного поля, располагающиеся у трещин, и осаждаться в них в виде характерных валиков, легко замечаемых при осмотре. Для выявления трещин в большинстве случаев довольно остаточной намагниченности проверяемой детали, получаемой после кратковременного пропуска через нее электрического тока.

Для обнаружения невидимых невооруженным глазом трещин на деталях применяют

люминесцентный метод. Проверяемую деталь осматривают в ультрафиолетовых лучах, получаемых, например, от ртутной лампы. Люминесценция (свечение), более яркая у трещин, позволяет легко их заметить.

Для обнаружения трещин и раковин, расположенных внутри проверяемых деталей, применяют рентгеновские, ультразвуковые или гамма-лучи. Метод просвечивания рентгеновскими лучами основан на том, что они в разной степени ослабляются при прохождении сквозь участки проверяемой детали, отличающиеся различной плотностью и протяженностью в направлении просвечивания. Если внутри просвечиваемой детали имеются полости в виде трещин или раковин, то лучи, часть пути которых лежит через эти полости, ослабляются относительно меньше и при выходе из изделия отличаются большей интенсивностью. Если за просвечиваемой деталью установлен экран, светящийся под действием рентгеновских лучей, на нем получится теневое изображение просвечиваемой детали. Все ее внутренние полости, так же как и наружные впадины, изобразятся на экране в виде относительно ярких пятен на более темном фоне. Этот метод дает хорошие результаты при просвечивании деталей толщиной до 10—12 мм. Для просвечивания деталей большей толщины экран должен быть заменен кассетой с фотопленкой, на которой получится фотографическое изображение теневой проекции просвечиваемой части. Для просвечивания деталей толщиной свыше 80 мм применяют гамма-лучи. В настоящее время практически осуществимо просвечивание стальных изделий толщиной 150—300 мм гамма-лучами, испускаемыми препаратами различных радиоактивных элементов. Применение такого рода препаратов для просвечивания удобно при отсутствии источника электрического тока или специальных рентгеновских установок, а также для исследования труднодоступных мест в изделиях и конструкциях.

Для проверки и изучения внутреннего строения деталей, изготавляемых из любого материала при условии достаточной его однородности и малого затухания в нем ультразвуковых колебаний, применяют ультразвуковые лучи. Ультразвуковая дефектоскопия использует явление отражения звука от поверхности раздела двух сред. При этом коэффициент отражения звука определяется отношением этих сред. Если среды резко различны, (например, воздух, волновое сопротивление которого равно 42 абс. ед., и сталь — 4 750 000 абс. ед.), то от границы раздела этих сред практически отражается вся энергия ультразвука.

Применяют ультразвуковые дефектоскопы четырех типов: импульсные эхо-дефектоскопы, теневые, резонансные и дефектоскопы прямого видения. Импульсные ультразвуковые эхо-дефектоскопы, например (рис. 33), обнаруживают в глубине изделия дефект по наличию эха, отраженного от его поверхности. Дефектоскоп работает следующим образом. На исследуемое тело направляют узкий пучок ультразвуковых лучей в виде правильного ряда импульсов длительностью в несколько миллионных долей секунды каждый, с интервалами в несколько сотых долей секунды. Вблизи пьезоэлектрического излучателя этих импульсов помещают пьезоэлектрический приемный искатель. Этот искатель отмечает моменты прибытия и интенсивность импульсов ультразвука, отраженного (как эхо) от противоположной поверхности данного тела или от поверхностей, расположенных внутри, и неоднородных по характеру материала областей. В дефектоскопах последних конструкций (с одной искательной головкой) пьезоэлектрический преобразователь, автоматически переключаясь (с частотой в сотни раз в секунду), попеременно работает как излучатель и как приемник. Для наблюдения обычно применяют электронный осциллограф.

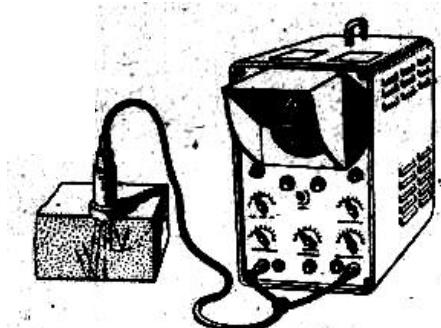


Рис. 33. Ультразвуковой эхо-дефектоскоп

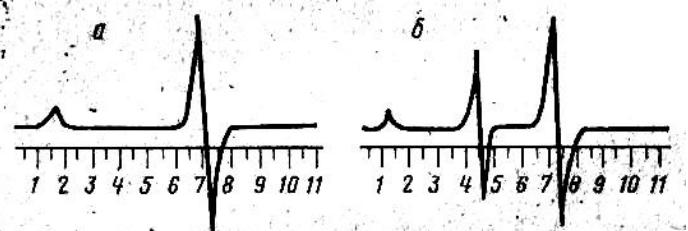


Рис. 34. Определение дефектов ультразвуковым эхо-дефектоскопом:
а — изображение на экране, когда дефекта нет;
б — изображение на экране, когда дефект есть

Эхо-сигналы изображаются вертикальными выбросами (пиками) на ломаной линии. При отсутствии дефекта (рис. 34, а) виден пик в правой части экрана, соответствующий отражению от задней грани исследуемой детали («донный» сигнал). Дефект изображается пиком (рис. 34, б), расположенным левее «донного» сигнала. Расстояние от начала развертки («выступа») до пиков соответствует в определенном масштабе глубине залегания дефекта и толщине детали. Ультразвуковые эхо-дефектоскопы применяют для исследования различных материалов, преимущественно металлов.

§ 4. Степени износа, предельные износы деталей машин

При контроле деталей важно знать и уметь назначать величины предельных износов для различных деталей оборудования. Однако точно установить величины предельных износов для всех многочисленных деталей в стайках, исходя из предъявляемых к ним требований, сложно.

Износ направляющих считают предельным: для станков повышенной точности 0,02—0,03 мм на длине 1000 мм, а для оборудования нормальной точности 0,1—0,2 мм на длине 1000 мм. Износ шеек валов, работающих в подшипниках скольжения в коробках подач и других подобных механизмах, допускается в пределах 0,001—0,01 диаметра вала, в зависимости от его точности.

Допустимый износ шеек шпинделей (0,01—0,05 мм) зависит от точностных требований, предъявляемых к станку. Износ шеек валов под подшипники качения не должен превышать 0,01—0,02 мм, и износ шлицев по ширине 0,1—0,15 мм.

Величины износов зубьев по толщине, допускаемые в зубчатых передачах, приведены в табл. 9.

Допустимые предельные ремонтные размеры: уменьшение диаметра резьбы ходовых винтов 8% номинального диаметра; уменьшение диаметра шеек валов, шпинделей и осей 5—10% номинального диаметра; уменьшение толщины стенок полых шпинделей и осей 3—5% номинальной толщины.

Таблица 10. Значения предельно допустимых, износов стальных зубчатых колес

Режимы работы	Окружная скорость, м/с	Максимальный предельный износ, % к номинальной толщине зуба, на начальной окружности при ремонте	
		малом	капитальном
Передача мощности в одном направлении без ударной нагрузки . . .	До 2	20	10
	2—5	15	6
	Свыше 5	10	5
	До 2	15	5
Передача реверсивная при ударной нагрузке . . .	2—5	10	5

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Основные понятия о размерах

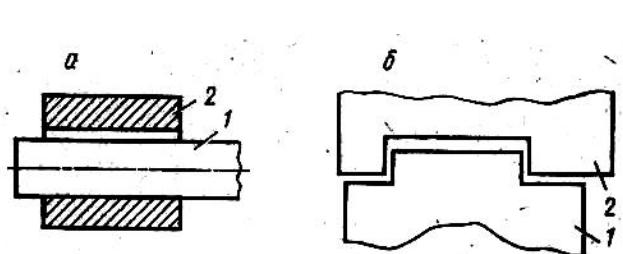


Рис. 35. Сопряжение двух поверхностей: а — цилиндрических; б — плоских

Размеры могут быть свободными и сопрягаемыми. Свободный размер характерен тем, что он относится к поверхностям изделия, которые не сопрягаются с другими изделиями. Сопрягаемый размер относится к поверхностям, взаимная координация которых должна иметь заданную точность, т. е. должна быть определенным образом регламентирована. Примером сопрягаемых размеров (рис. 35, а) могут быть диаметр вала

1 (охватываемая поверхность) и внутренний диаметр отверстия детали 2 (охватывающая поверхность) или длина выступа детали 1 и длина впадины детали 2 (рис. 35, б). Каждый размер, найденный расчетом, называют номинальным $P_{\text{ном}}$ в отличие от действительного размера P , получаемого при изготовлении. Разницу между номинальным и действительным размерами называют отклонением, или погрешностью изготовления.. Любой действительный размер должен быть регламентирован некоторым верхним предельным отклонением ВО и нижним предельным отклонением НО, находясь между которыми действительный размер для данной конструкции может быть приемлемым, допустимым. Разницу между верхними и нижним предельными отклонениями называют допуском размера, или допуском δ .

$$\delta = \text{ВО} - \text{НО}.$$

ВО и НО могут находиться по разные стороны от номинального значения (или нулевой линии), либо оба выше нуля, либо оба ниже нуля. Чем больше величина допуска, тем большим может быть разброс размеров, тем меньшая точность требуется при его производственном изготовлении.

Характер сопряжения деталей называется посадкой. Посадка создается разностью сопрягаемых размеров, в частности у гладких цилиндрических поверхностей — разностью размеров их диаметров. Разность между диаметром отверстия D и диаметром вала d называется зазором, а разность между диаметром вала и диаметром отверстия — натягом. При этом значение диаметров принимается до их сборки в узел, так как в некоторых узлах размеры деталей в процессе их сборки претерпевают изменения, как, например, при запрессовке вала в отверстие меньшего диаметра, чем диаметр вала.

На рис. 36 даны сопряжения вала с отверстием для случаев с зазором (узел № 1) и с натягом (узел № 3). Для наглядности различные случаи посадок изображаются графически в крупном масштабе в виде полей допусков (разностей максимальных и минимальных значений размеров) охватывающей и охватываемой деталей в заданном положении относительно номинального размера, т. е. относительно отсчетной или нулевой линии.

Посадки с зазором и посадки с натягом могут быть различными в зависимости от допусков на вал и отверстие. Для одних и тех же номинальных размеров вала и отверстия, которые будут для них общими; различные их предельные значения могут приводить к различным видам посадок.

Число различных сочетаний посадок для неограниченного количества предельных значений номинальных размеров валов и отверстий может быть бесконечно большим. Чтобы установить целесообразный порядок допусков и посадок, вводятся определенная система.

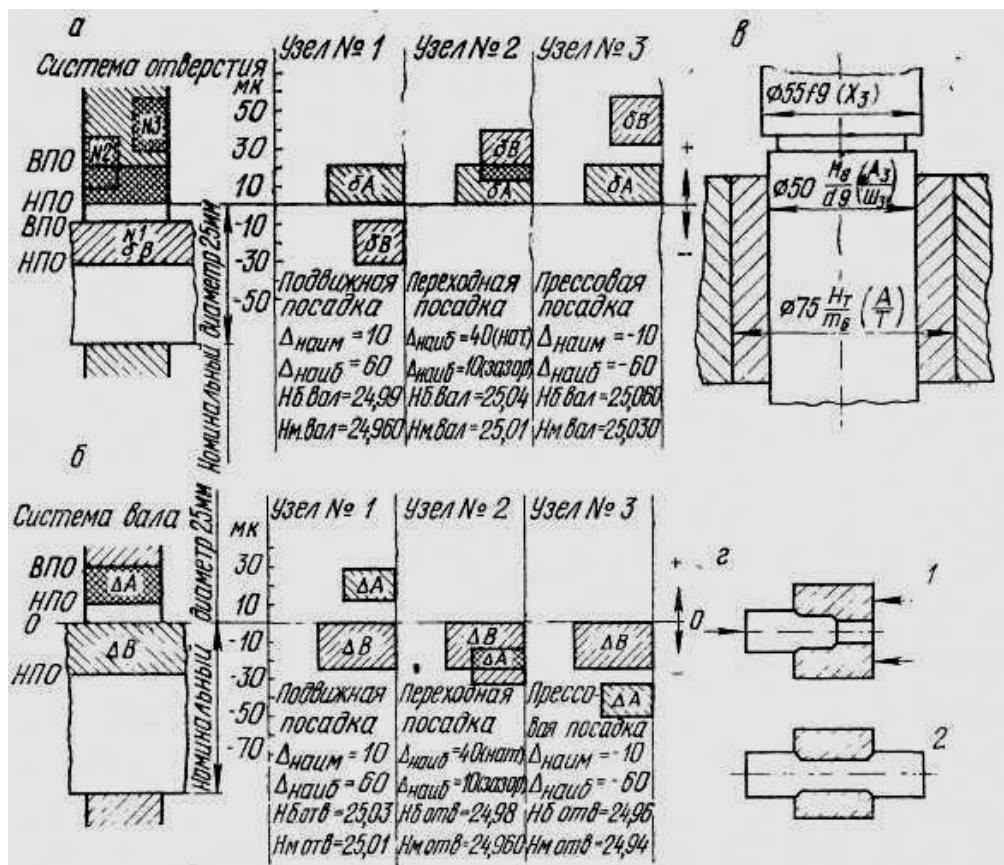


Рис. 36. Графические изображения посадок:

а — в системе отверстия; б — в системе вала; в — постановка посадок на чертежах сопрягаемых деталей;
 г — образование прессовой посадки.

§ 2. Система допусков и посадок

Системой допусков и посадок называется совокупность ряда допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, экспериментальных исследований и теоретических обобщений и оформленная в виде стандартов. Назначение системы — дать промышленности возможность выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых сопряжений различных деталей.

Система допусков и посадок устраниет произвол в их выборе и создает возможности стандартизации и нормализации режущих и мерительных инструментов.

Стандарты СЭВ на допуски и посадки обязательны для всех отраслей промышленности. Они должны заменить систему ОСТ и при ремонте оборудования деревообрабатывающих предприятий. В процессе ремонта необходимо заменять допуски по ОСТ ближайшими допусками по ЕСДП СЭВ. При умелом пользовании система ЕСДП дает экономию средств и в значительной мере облегчает производственную деятельность. В ОСТ и ЕСДП СЭВ используются две системы допусков и посадок — система отверстия и система вала.

Системой отверстия (СА) называется такая система посадок, при которой для всех рядов допусков одного класса точности по ОСТ, или квалитета по ЕСДП. СЭВ, при одинаковых номинальных размерах предельные размеры отверстия остаются постоянными, а различные посадки достигаются за счет изменения предельных размеров вала (см. рис. 36, а).

Системой вала (ОВ) называется такая система посадок, при которой для всех рядов допусков одного класса точности (квалитета) при одинаковых номинальных размерах предельные размеры вала остаются постоянными, а различные посадки достигаются за счет изменения предельных размеров отверстия (см. рис. 36, б).

Отверстие в системе отверстия и вал в системе вала условно называются основным отверстием и основным валом. У всех посадок в системе отверстия нижнее отклонение отверстия

равно нулю, т. е. нижняя граница поля допуска отверстия всегда совпадает с нулевой линией. У всех посадок в системе вала верхнее отклонение вала равно нулю, т. е. верхняя граница поля допуска вала всегда совпадает с нулевой Линией.

И ОСТ и ЕСДП СЭВ предусматривают равноправное использование как системы вала, так и системы отверстия. Однако различный характер производства, конструкций и технологии предопределяет целесообразный выбор той или иной системы в зависимости от конкретных условий ее использования. Известно, что система отверстия имеет преимущественное распространение. Ее основным достоинством является то, что она по сравнению с системой вала требует меньшего ассортимента дорогостоящего инструмента и меньших затрат. Например, для одного вида посадок в системе отверстия требуется один допуск на отверстие и разные допуски на вал. Но, очевидно, изготавливать валы с разными размерами легче, чем отверстия, так как в первом случае используется один и тот же резец или шлифовальный круг, а во втором потребуются, по-видимому, развертки разных размеров. Получение точных размеров отверстия развертками — более трудоемкая операция, чем точение вала резцом или его шлифовка.

Однако в некоторых случаях, исходя из конструктивных соображений, целесообразно использовать систему нала. Рассмотрим, например, узел, представляющий собой шарнирное соединение вилки с тягой. В этом узле должна быть обеспечена подвижная посадка валика с тягой и неподвижная посадка с вилкой. Если выполнить этот узел в системе отверстия, то валик придется делать ступенчатым (ступени по краям будут иметь больший диаметр, чем ступень посередине). Монтаж такого узла затруднен, так как валик, проходя утолщенной ступенью через отверстие в вилке, испортит поверхность отверстия. Поэтому для данного соединения необходимо применить систему вала, получая различные посадки изменением диаметров отверстия в тяге и вилке.

В тех случаях, когда в конструкции изделия в относительно большом количестве находят применение валы из калиброванного материала без дополнительной обработки методом снятия стружки, система вала более целесообразна, чем система отверстия, благодаря меньшей стоимости изготовления валов из упомянутых материалов по сравнению с валами, обработанными методом снятия стружки.

При выборе системы посадок надо учитывать допуски на стандартные детали и узлы. Так, например, вал для соединения с внутренним кольцом подшипника качения всегда изготавливается по системе отверстия, а гнездо в корпусе для установки подшипника — по системе вала и т. д.

Расположение поля допуска основного отверстия δA или основного вала δB может быть симметричным относительно нулевой линии и односторонним (асимметричным).

Системы ОСТ и ЕСДП СЭВ являются односторонними предельными системами. В системе ОСТ, например, поле допуска основного отверстия δA располагается вверх, а поле допуска основного вала δB вниз от нулевой линии, так что нижнее отклонение отверстия и верхнее отклонение вала равны нулю (см. рис. 36).

Пользование этой системой в производстве привело к выработке мнемонического правила, определяющегося выражением «допуск основного отверстия или основного вала должен быть направлен в тело детали».

Единица допуска в системе ОСТ. Выражение величины допуска в абсолютных значениях не может характеризовать собой точность. В полной мере её определяет только относительная величина. Так, например, допуск на диаметр вала, равный 20 мкм, для вала с диаметром 20 мм характеризует одну степень точности, а для вала с диаметром 100 мм — другую, более высокую.

Для сравнения степени точности размеров величину допуска выражают в единицах допуска как сравнительной величины, зависящей от номинального размера обрабатываемых поверхностей. В системе допусков ОСТ для размеров от 1 до 500 мм величину единицы допуска выражают формулой

$$i = 0,5 \sqrt[3]{d_{cp}},$$

где d_{cp} — среднее значение интервала диаметров, мм.

Используя единицу допуска i , допуск можно выразить так:

$$\delta = ai$$

где a — число единиц допуска.

Таким образом, единица допуска i является мерой точности и выражается в микронах.

Для упомянутых выше размеров валов и допусков найдем:

$$a_1 = \frac{20}{0,5\sqrt[3]{20}} \approx 14,8 \text{ единицы};$$

$$a_2 = \frac{20}{0,5\sqrt[3]{100}} \approx 8,6 \text{ единицы}.$$

Этот расчет подтверждает, что вал с диаметром 100 мм должен обрабатываться точнее вала с диаметром 20 мм, так как $a_2 < a_1$.

Классы точности в системе ОСТ. Классом точности называют необходимую степень точности линейного размера изделия, обусловленную определенным количеством единиц допуска. Величина допуска на размер определяется классом точности и величиной номинального размера.

К настоящему времени постепенно сложилась по различным ОСТАм и ГОСТАм общая система допусков и посадок (ОСДП) для основных валов и отверстий. В ОСДП для номинальных размеров от 1 до 500 мм имеется 19 классов точности. Каждый класс точности имеет допуск на размер, определяемый заданным количеством единиц допуска. Классы точности обозначают последовательно возрастающим числом по мере уменьшения точности: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 2; 2a; 3; 3a; 4; 5; 7; 8; 9; 10.

Для размеров свыше 500 мм в ОСДП имеется 12 классов точности: 1, 2, 2a, 3, 3a, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11.

По ЕСДП СЭВ все допуски для размеров до 10 000 мм разбиты на 19 рядов, называемых квалитетами.

Применение классов точности (квалитетов) при ремонте оборудования. Классы точности выше 1-го (02—09, соответственно квалитеты 01—5) при ремонте оборудования применения не находят. Их используют в специальных случаях для посадок повышенной точности, а также для изготовления концевых мер длины, калибров, контркалибров и т. п.

1-й класс точности (квалитеты 5, 6) применяют сравнительно редко, например, для посадки подшипников на высокооборотные шпинделы. Для изготовления посадочных мест по 1-му классу требуется высокоточное оборудование. При ремонте сопряжение может быть получено тщательной ручной пригонкой.

2-й класс точности применяют для ответственных сопряжений, где характер посадки должен быть обязательно выдержан. Обычно эту посадку применяют для соединения вала с вкладышами подшипника, для посадки шарикоподшипников в корпус и на вал, для деталей коробок скоростей и т. п.

3-й класс применяют в случаях, когда требования, предъявляемые к определенности посадок, ниже, чем во 2-м классе, но требования взаимозаменяемости достаточно высоки. В деревообрабатывающих станках 3-й класс применяют наиболее широко, особенно для точных сопряжений, например рычагов переключения с осями, для посадки деталей в механизмах управления и т. п.

Классы 2a и 3a являются промежуточными между 2-м и 3-м, 3-м и 4-м классами. Их используют для уменьшения затрат на сопряжение вместо посадок по 2-му или 3-му классу. Обычно их применяют для соединения деталей, не требующих высокой герметичности. 4-й и 5-й классы точности применяют для сопряжения, в которых допустимы большие зазоры и где не опасны значительные их колебания. Штампованные детали обычно собираются по этим посадкам.

7—10-й классы точности применяют для свободных размеров несопрягаемых деталей.

Поля допусков в ЕСДП образуются сочетанием основного отклонения (положения поля) и допуска (величины поля) и обозначаются буквой основного отклонения и числом — номером квалитета. Для обозначения валов применяют строчные латинские буквы, отверстий — прописные.

Классификация посадок. Как в ОСТ, так и в ЕСДП СЭВ посадки различаются между собой по назначению и по точности. По назначению посадки подразделяются на неподвижные, подвижные и переходные.

Подвижные посадки дают возможность взаимного перемещения одной детали относительно другой в определенном направлении, поэтому в подвижных посадках диаметр отверстия должен быть несколько больше, чем диаметр вала.

Неподвижные посадки обеспечивают неподвижность деталей путем принудительной запрессовки вала в отверстие, поэтому у них до запрессовки диаметр вала несколько больше, чем диаметр отверстия. Переходные же посадки обеспечивают возможность сопряжения посредством крепежных деталей, поэтому у них диаметр вала может быть несколько больше, равен или меньше диаметра отверстия; однако разность диаметров отверстия и вала должна быть незначительной для того, чтобы вал и отверстие были по возможности соосны.

На рис. 36, а приведена для примера схема различных видов посадок по ОСТ. Здесь поле допуска основной детали образует с полем допуска присоединительной детали посадки свободные, т. е. с зазором (узел № 1), переходные, т. е. с небольшими зазорами или натягами (узел № 2), и прессовые, т. е. только с натягами (узел № 3).

Каждая из этих трех групп посадок разделяется на несколько разновидностей в зависимости от степени подвижности или прочности, обеспечиваемой посадкой. По точности посадки подразделяются на классы в зависимости от точности деталей сопряжения. В табл. 11, 12 и 14 схематично показаны посадки в различных классах точности в системе отверстия и системе вала по ОСТ. Каждой посадке по ОСТ дана соответствующая (ближайшая) посадка по ЕСДП. Таблицей удобно пользоваться во время ремонта оборудования для замены посадок ОСТ на посадки ЕСДП СЭВ.

Обычно сопрягаемые детали берут одного и того же класса точности. Если сопрягаемые детали относятся к разным классам точности (квалитетам) или к разным системам допусков, такие посадки носят название комбинированных. На чертежах обозначения предельных отклонений, классов точности (квалитетов) проставляют вслед за номинальным размером в строчку с ним. Например, для вала диаметром 50 мм с ходовой посадкой 3-го класса точности в системе отверстия ОСТ обозначение имеет вид: $\varnothing 50 X_3$. По ЕСДП ближайшая по величине допуска и его расположению посадка имеет обозначение $\varnothing 50 f 9$.

Когда обозначение посадок дается на изображениях деталей в собранном виде, как например, на рис. 36, в (по ОСТ или по ЕСДП), обозначение отверстия ставится над обозначением вала вслед за номинальным размером сопряжения.

Таблица 11. Посадки с натягами по ГОСТ 7713 — 62 (в числителе) и ближайшие по СТ СЭВ 144 — 75 (в знаменателе) при размерах соединений 1—500 мм

Наименование посадок	Система отверстия				Система вала	
	Классы точности посадок					
	1	2	2a	3	2	2a
	Обозначение полей допусков отверстий					
	A_1 $H6$	A $H7$	A_{2a} $H8$	A_3 $H8, H9$	B $h6$	B_{2a} $h7$
	Обозначение полей допусков валов					
	Обозначение полей допусков отверстий					
Прессовая третья . . .	—	—	—	$Pr3_3$ $z8, x8$	—	—
Прессовая вторая . . .	$Pr2_1$ $s5$	—	$Pr2_{2a}$ $u8$	$Pr2_3$ $x8, u8$	$Pr2_{2a}$ $U8$	
Прессовая первая . . .	$Pr1_1$ $r5$	—	$Pr1_{2a}$ $s7$	$Pr1_3$ $u8, s7$		
Горячая	—	Gr $u7$	—	—	Gr $T7, U8$	
Прессовая	—	Pr $r6, s6$	—	—	Pr $R7, S7$	
Легкопрессовая	—	Pl $r6, r6$	—	—		

Таблица 12. Переходные посадки по ГОСТ 7713 — 62 (в числителе) и ближайшие посадки по СТ СЭВ144 — 75 (в знаменателе) при размерах соединений 1—500 мм

Виды нагружения колец	Посадки							
	на вал по ОСТ по ЕСДП				в корпус по ОСТ по ЕСДП			
Местное	$\frac{H_{1\text{п}}}{J_{s5}}$; $\frac{H_{\text{п}}}{J_{s6}}$; $\frac{D_{\text{п}}}{g6}$; $\frac{D_{1\text{п}}}{g5}$; $\frac{C_{\text{п}}}{h6}$;		$\frac{X_{\text{п}}}{F7}$; $\frac{D_{\text{п}}}{G7}$; $\frac{D_{1\text{п}}}{G6}$; $\frac{C_{\text{п}}}{H7}$; $\frac{C_{1\text{п}}}{H6}$;					
	$\frac{C_{1\text{п}}}{h5}$; $\frac{X_{\text{п}}}{f7}$; $\frac{L_{\text{п}}}{e8}$; $\frac{L_{1\text{п}}}{l9}$;		$\frac{C_{\text{п}}}{H8}$; $\frac{P_{\text{п}}}{I_{s7}}$; $\frac{P_{1\text{п}}}{I_{s6}}$; $\frac{H_{\text{п}}}{K7}$;					
Циркуляционное	$\frac{H_{\text{п}}}{k6}$; $\frac{H_{1\text{п}}}{k7}$; $\frac{T_{\text{п}}}{m6}$; $\frac{T_{1\text{п}}}{m5}$; $\frac{F_{\text{п}}}{n6}$;		$\frac{H_{\text{п}}}{K7}$; $\frac{H_{1\text{п}}}{K6}$; $\frac{T_{\text{п}}}{M7}$; $\frac{T_{1\text{п}}}{M6}$;					
	$\frac{F_{1\text{п}}}{n5}$; $\frac{P_{\text{п}}}{J_{s6}}$; $\frac{P_{1\text{п}}}{J_{s5}}$;		$\frac{F_{\text{п}}}{N7}$; $\frac{F_{1\text{п}}}{N6}$;					
Колебательное	$\frac{H_{\text{п}}}{k6}$; $\frac{H_{1\text{п}}}{k7}$; $\frac{P_{\text{п}}}{J_{s6}}$; $\frac{P_{1\text{п}}}{J_{s5}}$;		$\frac{H_{\text{п}}}{K7}$; $\frac{P_{\text{п}}}{I_{s7}}$; $\frac{H_{1\text{п}}}{I_{s6}}$;					
	$\frac{C_{\text{п}}}{h6}$; $\frac{C_{1\text{п}}}{h5}$;							

Таблица 13.

Система вала по ОСТ по ЕСДП							
точности посадок							
1	1	2	2a	3	3a	4	5
Обозначение полей допусков валов							
B_1	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5	
Обозначение полей допусков отверстий							
$\frac{C_1}{H6}$	$\frac{C}{H7}$	$\frac{C_{2a}}{H8}$	$\frac{C_3}{H8, H9}$	$\frac{C_{3a}}{H10}$	$\frac{C_4}{H11}$	$\frac{C_4}{H12}$	
$\frac{D_1}{G6}$	$\frac{D}{G7}$	—	—	—	—	—	
$\frac{X_1}{F7}$	$\frac{X}{F7, F8}$	—	$\frac{X_3}{F9, E9}$	—	$\frac{X_4}{D11}$	$\frac{X_6}{B12}$	
—	$\frac{L}{E8}$	—	—	—	$\frac{L_4}{B11}$	$C11$	
—	$\frac{W}{D8}$	—	$\frac{W_3}{D9, D10}$	—	$\frac{W_4}{A11}$	$B11$	
—	—	—	—	—	—	—	

§ 3. Характеристика и область применения стандартных посадок при ремонте оборудования

Прессовые посадки, посадки с натягом предназначены для получения неразъемных соединений только за счет сил, возникающих вследствие упругой деформации, обусловленной величиной натяга.

Прессовые посадки имеют всегда гарантированный натяг, образующийся из-за того, что диаметр любого отверстия до сборки меньше, чем диаметр любого вала, т. е.

$$HO_B - BO_o = H_{min},$$

где BO_o — наибольший диаметр отверстия; HO_B — наименьший диаметр вала;

H_{min} — наименьший (гарантированный) натяг.

На рис. 36, 2, 1 схематично изображено сопряжение прессовой посадкой в процессе запрессовки валов в отверстие; на рис. 36, 2, 2 эти детали представлены в собранном виде.

В табл. 11 приведены неподвижные посадки с натягом. Следует обратить внимание на то, что посадки с натягом в системе отверстия применяются в 1—3-м классах точности, а в системе вала лишь во 2-м и 2а классах. При ремонте оборудования рекомендуется использовать лишь вторую и первую прессовые посадки в классе 2а, т.е.

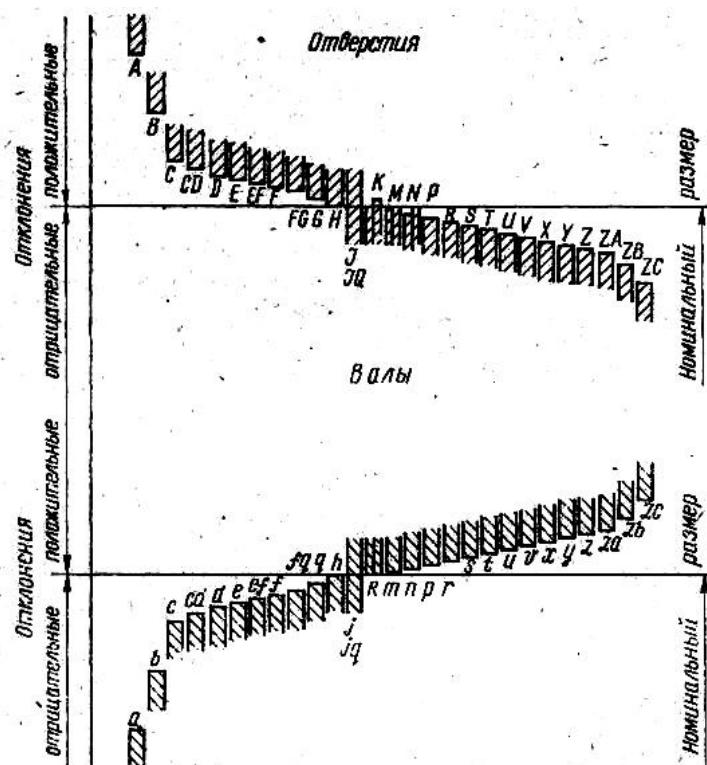
$$\frac{A_{2a}}{\text{Пр } 2_{2a}}; \quad \frac{A_{2a}}{\text{Пр } 1_{2a}} \text{ или } \frac{H8}{\text{и } 8} \text{ и } \frac{H7}{\text{и } 7} \text{ по ЕСДП СЭВ.}$$

Эти посадки рекомендуется применять в таких сопряжениях, как установка маховика на вал, бронзовых втулок в корпусах или шестернях коробок скоростей.

К переходным посадкам относят глухую Г, тугую Г, напряженную Н и плотную П (соответственно *n*, *m*, *k*, *j_s* по ЕСДП СЭВ). Переходные посадки предназначены для обеспечения хорошего центрирования сопрягаемых деталей. Они позволяют довольно часто разбирать соединения, используя при этом съемники. Неподвижность в этих посадках достигается применением крепежных элементов — штифтов, винтов или шпонок. Из табл. 12, где приведены переходные посадки, видно, что они применяются лишь в 1, 2 и 2а классах точности. Это вызвано необходимостью точного обеспечения относительно малого натяга или зазора разбираемого сопряжения.

Наиболее распространено применение переходных посадок при установке подшипников качения на вал. Здесь наиболее часто используют тугие или напряженные посадки. Наружное кольцо устанавливают в расточенное отверстие корпуса по системе вала на плотную посадку или на посадку скольжения в зависимости от нагрузки (табл. 13). С напряженными посадками рекомендуется устанавливать шкивы, муфты и неподвижные шестерни на валы деревообрабатывающих машин.

Посадки с зазором применяют в тех случаях, когда сопрягаемые детали обязательно должны иметь взаимную подвижность при любых условиях эксплуатации (например, при относительно больших перепадах температур).



Подвижные посадки имеются во всех (за исключением 3а) классах точности (табл. 14).

Наибольшее применение в деревообрабатывающем оборудовании имеют посадки ходовая и скольжения (посадки *f* и *h* по ЕСДП). Последняя посадка (рис. 37) обладает самой меньшей величиной вероятного зазора (наименьший зазор здесь равен нулю).

По этим посадкам устанавливают подвижные сцепные муфты, подвижные блоки шестерен. По посадке скольжения устанавливают детали, подлежащие частой разборке или небольшому перемещению, например наружное кольцо подшипника качения.

Рис. 37. Наборы основных отклонений в ЕСДП (системе ИСО)

ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА

§ 1. Схема технологического процесса ремонта оборудования

Система ППР предусматривает два вида ремонта — капитальный и малый. Малый ремонт проводят без существенной разборки станка и в цехе, где станок установлен. Для капитального ремонта в большинстве случаев станок демонтируют, отправляют его в ремонтный цех или ремонтный участок (ремонтную мастерскую) производственного цеха. Капитальный ремонт представляет собой наиболее крупное ремонтное мероприятие, оно включает в себя все работы, проводимые во время малого ремонта. На рис. 38 представлена схема технологического процесса капитального ремонта.

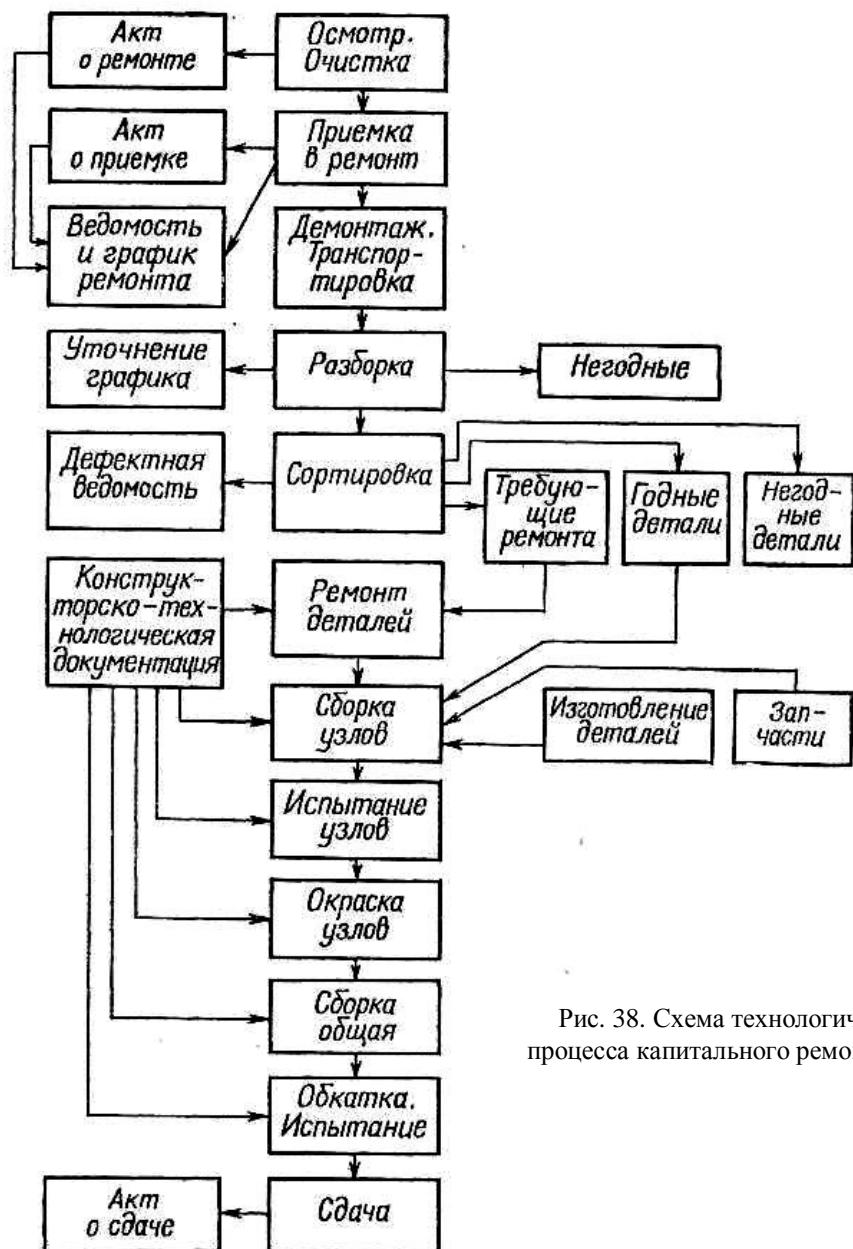


Рис. 38. Схема технологического процесса капитального ремонта станка

Осмотр. Оборудование, подлежащее ремонту на месте его установки, должно пройти предремонтный осмотр, во время которого определяют общее его состояние и комплектность. В начале осмотра оборудование очищают от грязи и стружки. Масло и другие жидкости должны быть слиты. При осмотре определяют степень износа установочных и направляющих поверхностей (столов, линеек, упоров, кареток и т. п.), радиальные и осевые биения шпинделей и других

вращающихся элементов, функционирование механизмов, величину геометрических погрешностей по стандартным проверкам. Для получения необходимых данных о состоянии станка снимают ограждения и разбирают отдельные механизмы.

По результатам осмотра и с учетом сведений о поломках, накопленных в формуляре оборудования при его эксплуатации, а также замечаний, полученных от обслуживающего персонала, механик цеха составляет акт технического предремонтного осмотра.

Ответственность за подготовку станка для передачи в ремонт несет начальник производственного цеха или начальник участка.

Приемка станка в ремонт. Прием станка в ремонт производят в производственном цехе на месте его установки. Станок должен быть полностью укомплектован. Приспособления должны быть сняты (их ремонтируют по особому плану). Станок сдает механик цеха, принимает старший мастер РМЦ, под руководством которого будет производиться ремонт. При сдаче предъявляют следующую документацию: 1) документы, прибывшие со станком с завода-изготовителя; 2) акт технического предремонтного осмотра; 3) ведомость комплекта деталей и узлов, направляемых в ремонт вместе со станком.

При сдаче составляют акт по форме 5.

Форма 5

**Ведомость
на капитальный ремонт оборудования**

Цех-заказчик № _____ Акт передачи в ремонт № _____

Заказ № _____ Тип _____ Фирма _____ Модель _____

Инв. № _____ Ремонт производит бригада _____ цеха № _____

Категория ремонтной сложности _____

Последний ремонт проводился - _____

График капитального ремонта

№ п/п	Наименование работ	Начало		Окончание		Испол- нители
		план.	факт.	план.	факт.	
1	Демонтаж и до- ставка					
2	Разборка и про- мышка					
3	Составление ведо- мости дефектов					
4	Механическая об- работка дета- лей					
5	Слесарно-ремонт- ные и сборочные работы					
6	Окраска					
7	Сдача ОТК					

Сдано в эксплуатацию по акту № _____ с оценкой _____ 197 _____ г.

Начальник ПДБ РМУ _____

Начальник БТК _____

197 _____ г

Если при сдаче обнаруживают отсутствие базовых (корпусных) деталей или если детали имеют дефекты, не позволяющие их восстановить (сквозные трещины, пробитые стенки и т. п.), составляют акт на списание станка. Восстановление такого станка может быть произведено уже не в соответствии с планом ППР, а по специальным техническим условиям с большими затратами времени.

Демонтаж и транспортировка оборудования. Если на время ремонта необходимо обрабатывать станину или другие базовые детали, а также при большом объеме сборочных работ оборудование демонтируют (снимают с фундамента) и транспортируют в РМЦ. При этом используют специально предусмотренное для демонтажа и перемещения технологических машин подъемное и транспортное оборудование.

Составление графика ремонта. На основе приемосдаточного акта и акта о предремонтном осмотре планово-диспетчерское бюро ремонтного цеха с участием старшего ремонтного мастера составляет график проведения ремонтных работ. Вначале график составляют по укрупненным нормам в зависимости от категории ремонтной сложности. Устанавливают состав и продолжительность работ по разборке станка, промывке деталей и их дефектации. График вносят в ведомость на капитальный ремонт РМЦ (см. форму 5). По получении данных о состоянии деталей машины график уточняют в части планирования последовательности и объема ремонтных работ по восстановлению деталей, сборке и проверке отдельных механизмов. Примерная форма уточненного календарного графика ремонта дана на рис. 39. На графике показано участие в ремонте бригадира (*бриг.*), ремонтных рабочих II и IV разрядов (//, IV), станочников (*стан.*).

№ п.п.	Операции	Дни													
		Часы													
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Разборка	брнз.													
2	Промывка деталей														
3	Дефектация														
4	Ремонт станины								II стан. II						
5	Ремонт								IV стан.	IV					
6	Ремонт								IV	стан.	IV				
7	Ремонт								IV	стан.	IV				
8	Ремонт								II			стан. II			
9	Сборка												брнз.		
10	Общая сборка станка												II		
11	Ремонт и монтаж гидрооборудования												II		
12	Ремонт и монтаж электрооборудования								Э/слес.						
13	Обкатка и доводка												II		
14	Испытание на точность, жесткость, производительность												брнз.		
15	Окраска														

Рис. 39. Календарный график капитального ремонта станка

Разборка оборудования. Разборку оборудования производят в последовательности, рекомендованной инструкцией по техническому обслуживанию. В разделе «Порядок технического обслуживания» излагаются указания об объеме и порядке разборки данной машины. Если такой инструкции нет, то последовательность разборки определяют старший мастер и бригадир. Бригадир руководит и принимает участие в разборке. К разборке сложных машин привлекаются рабочие IV разряда. При этом необходимо соблюдать общие правила разборки:

1. Узлы и детали разбираемой машины необходимо маркировать в соответствии с их взаимодействием.
2. При демонтаже тяжелых частей машины их предварительно вывешивают на талях и других приспособлениях, а затем укладывают на специальные подставки, имеющие деревянное покрытие.
3. Длинные круглые детали вынимают в подвешенном положении.

4. Трудноснимающиеся детали, а также узлы, установленные на посадки с натягом, разбирают с помощью винтовых или гидравлических (рис. 40) съемников. Усилие P (в тоннах)

$$P = \frac{a(D/d + 0,3)it}{D/d + 6,35},$$

для запрессовки находят по формуле

где D — наружный диаметр ступицы насаженной детали, мм;

d — внутренний диаметр насаженной детали, мм;

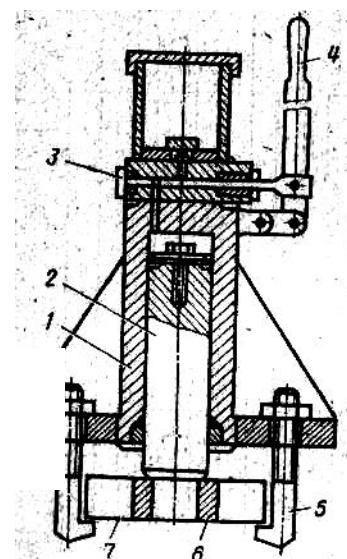


Рис. 40. Гидравлический съемник:

1 — корпус гидроцилиндра; 2 — шток; 3 — отверстие для ввода рабочей среды; 4 — рукоятка управления; 5 — захваты; 6, 7 — детали, подлежащие разборке

i — табличный натяг, мм;
 t — длина ступицы насаженной детали, мм;

a — к оэффициент - для стали - 7,5, для чугуна - 4,3.

5. Деталь на переходных посадках снимают с помощью медной или свинцовой выколотки.

Очистка и промывка узлов и деталей. Для выявления дефектов детали и узлы машины очищают от грязи, ржавчины, а если необходимо, то и от краски и промывают.

Детали очищают одним из следующих способов: механическим, абразивным, химическим, термическим.

Наиболее распространена очистка деталей с помощью механизированных щеток, шарошек и роторных машинок. Абразивную очистку производят с помощью гидропескоструйных установок. При химической очистке старую краску и масло удаляют с помощью специальных паст и растворов, состоящих из негашеной извести, мела, каустической соды, мазута и других веществ. Очищают детали и термическим способом, заключающимся в очистке деталей пламенем.

Промывать детали необходимо механизированным способом, для чего применяют передвижные или стационарные моечные машины (рис. 41). На рис. 41, *a* показана передвижная моечная машина. Ванна 4 с сеткой в днище 3 укреплена на тележке сварной конструкции 1. Для стока жидкости под сеткой установлена воронка с патрубком 2, по которой она попадает в отстойный бачок 10, имеющий перегородки 11. Промываемые детали укладываются на сетку или специальную полку 5. Керосин для мойки деталей подают струей насосом 9 под давлением до $6 \cdot 10^5$ Па по трубке 8 и шлангу 7 через отверстие в крышке 6.

В ремонтных цехах с большой производственной программой применяют стационарные

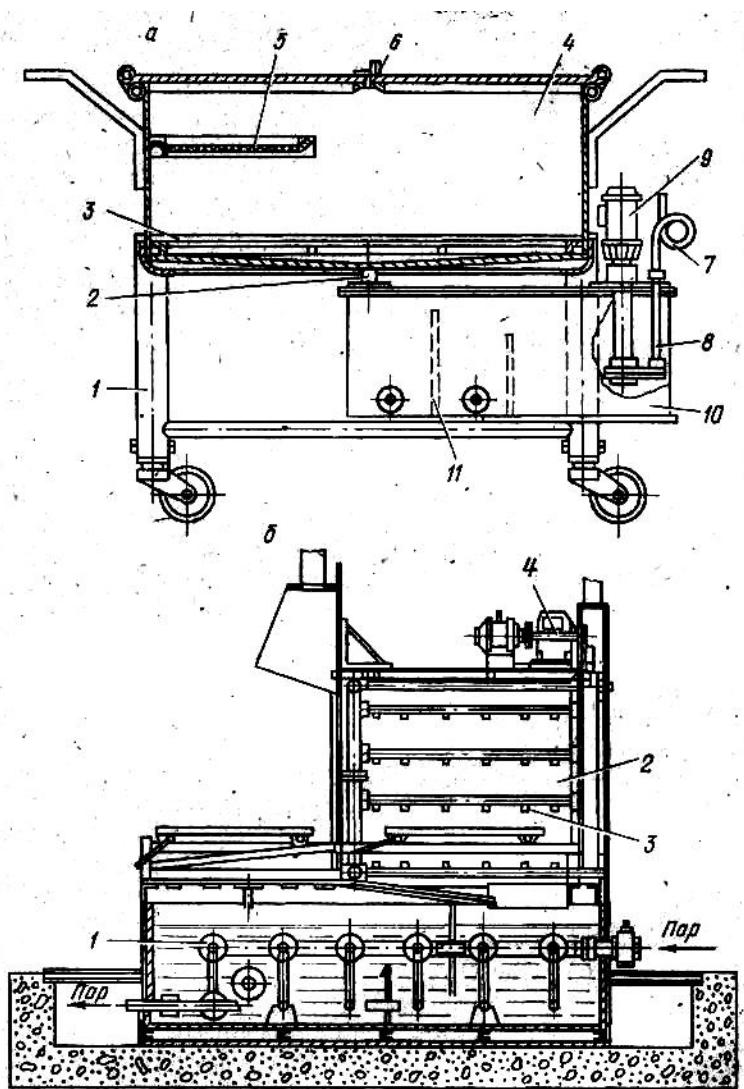


Рис. 41. Моечные машины: *a* — передвижная; *б* — стационарная

моечные машины (рис. 41, б). Промываемые детали укладывают в специальный ящик, который по направляющим вкатывают в камеру промывки 2. На детали подают жидкость насосом под давлением через сопла 3, расположенные в несколько ярусов с двух сторон. Сопла приводят в колебательное движение специальным механизмом 4. Стекающая жидкость попадает в резервуар, откуда она после отстойки и подогрева паром, пропускаемым через трубопровод 1, вновь через фильтр подается насосом в моечную камеру. В качестве моющей жидкости применяют 3—5%-ный раствор кальцинированной соды или 0,5%-ный раствор мыла.

Контроль и сортировка деталей, составление ведомости дефектов. Все детали разобранный машины осматривают для определения общего состояния каждой из них и обмеряют по присоединительным размерам с помощью универсальных или специальных мерительных средств. Полученные при обмере результаты сравнивают с проектными размерами нанесенных на чертежах деталей. При отсутствии чертежей на отдельные детали их состояние определяют сравнением величины фактического износа с предельным или допустимым износом.

По результатам такого осмотра детали разделяют на три группы: 1) годные для дальнейшей эксплуатации; 2) требующие ремонта или восстановления; 3) негодные, подлежащие замене.

Не требующими ремонта считают детали, рабочие и присоединительные размеры которых имеют небольшой износ и которые могут проработать до следующего ремонта машины. Детали, требующие ремонта или восстановления, заносят в дефектно-сметную ведомость. В дефектную ведомость заносят детали, ремонт которых обойдется дешевле, чем стоимость новой, при условии, что после ремонта деталь будет нормально выполнять все возложенные на нее функции. По мере накопления опыта ремонта оборудования необходимо разработать типовые дефектные ведомости, в которые вписывают наиболее часто изнашивающиеся детали, перечисляют необходимые ремонтные операции, производят предварительные расчеты материала и рабочей силы.

Форма 6

Пример такой ведомости показан в форме 6.

Типовая дефектная ведомость капитального ремонта
фуговального станка

№ п.п	Наименование элемента станка	№ детали	Количество деталей			Дефекты	Меры устранения (подчеркнуть)
			восстано- вить	заменить	сделать чертежи		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Стол пе- редний. Уста- новоч- ная по- верх- ность	×	1	—	—	Общий износ 0,3 мм	При выработке до 0,2 мм — шабрить. Более 0,2 мм — шлифовать. Более 0,5 мм — строгать (фрезеро- вать), затем шлифовать (шабрить)
2	Стол задний. Уста- новоч- ная по- верх- ность	×	1	—	—	Общий износ 0,2 мм	

В гр. 2 заносят детали и их элементы, изнашивающиеся при эксплуатации станка. В зависимости от характера износа принимают решение о восстановлении детали, о чем в гр. 4, 5 и 6 делают соответствующую пометку. Дефект элемента детали записывают в гр. 7. В гр. 8 подчеркивают необходимый вид ремонта.

Применение типовых дефектных ведомостей не только убывает трудоемкую работу по дефектации деталей, но и переводит эту операцию на более высокую ступень организации, позволяет более точно планировать ремонт, уменьшает ошибки и трудозатраты.

Конструкторская и технологическая проработка. Ремонт деталей производят по чертежам быстроизнашивающихся деталей, выполненных заводом-изготовителем и во время предыдущих ремонтов. Если необходимые чертежи отсутствуют, их вычерчивают вновь.

Все имеющиеся чертежи сверяют с фактическим состоянием ремонтируемых деталей, принимают необходимые ремонтные размеры на сопрягаемые элементы.

Для каждой детали назначают необходимую технологию ремонта и контроля, которую записывают в технологическую карту ремонта.

§ 2. Технологические процессы ремонта деталей

Классификация деталей деревообрабатывающего оборудования. При восстановлении и ремонте оборудования неизбежно приходится иметь дело с большим количеством разнообразных деталей. В связи с этим возникают большие трудности с разработкой технологии ремонта. Применение типовых технологических процессов ремонта упрощает эту задачу, однако требует объединения деталей в определенные группы, имеющие общие конструктивные признаки, по которым разрабатывают типовой технологический процесс ремонта данной группы деталей.

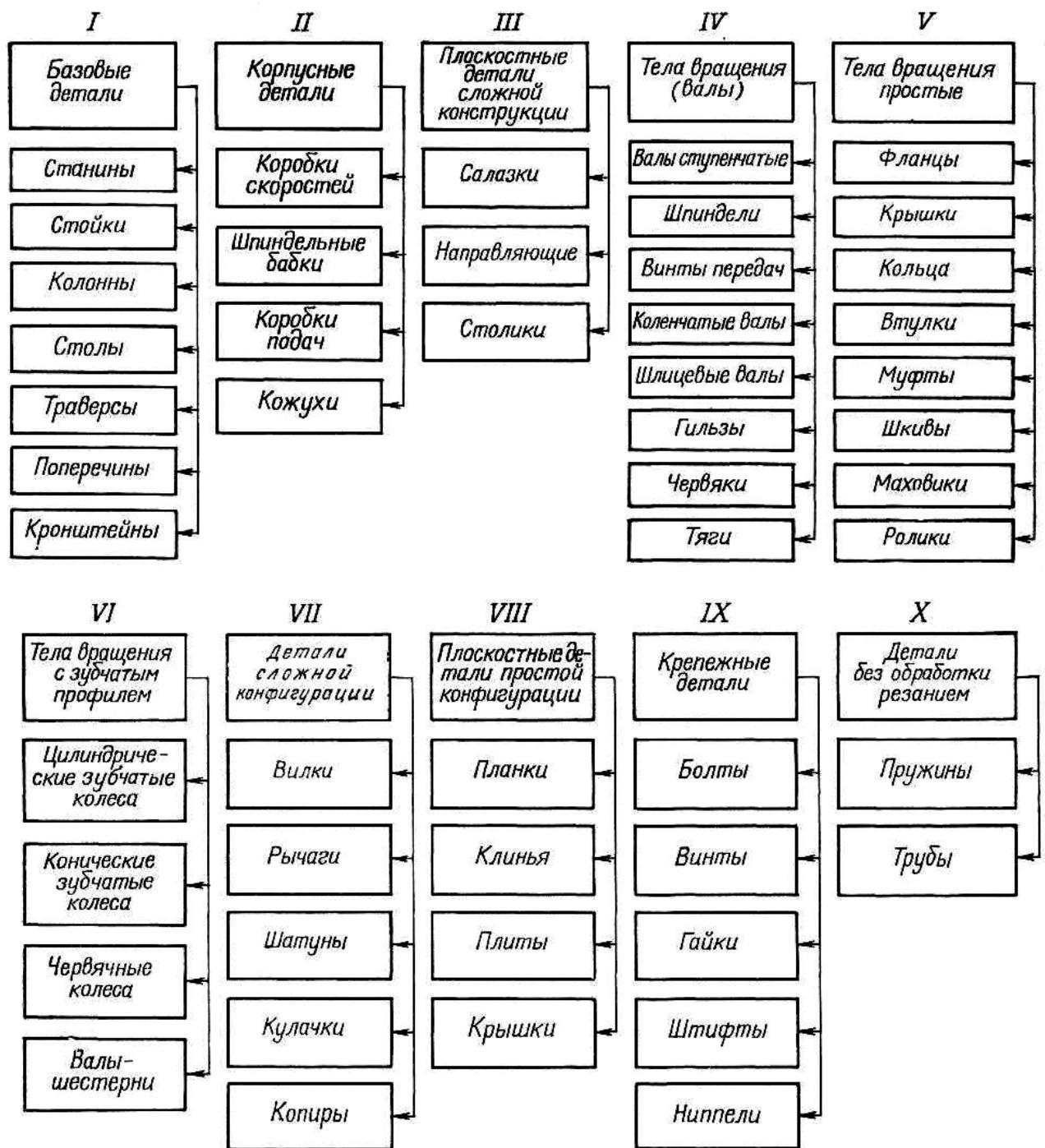


Рис. 42. Основные классы деталей деревообрабатывающего оборудования

Поэтому все детали разделяют на классы, группы и типы.

Классом называют совокупность деталей, характеризуемых общностью назначения, конструктивной формы и технологических методов их обработки. Детали деревообрабатывающего оборудования можно разделить на 10 классов (рис. 42).

Классы разделяют на группы. В группу объединяют детали, имеющие аналогичную конфигурацию и определенное количество операций, необходимых для ремонта. Группы делят на типы. К одному типу относят детали единообразной формы, требующие одинаковых ремонтных операций.

Применение принципов типизации позволяет обобщить и разработать наиболее совершенные типовые технологические процессы и установить наиболее рациональный комплект ремонтного оборудования.

Методы восстановления утраченных в эксплуатации функциональных свойств поверхностей деталей. Наиболее общими функциональными свойствами присоединительных поверхностей деталей являются размер, форма, расположение относительно базы, шероховатость и твердость. Эти свойства определяют надежность функционирования детали. Причина утраты этих свойств в эксплуатации — износ. Износ поверхностей происходит, как правило, неравномерно. В результате вместе с изменением размера детали нарушается форма ее поверхности.

Например (рис. 43), нормальное функционирование детали возможно при неплоскости поверхности B не более 0,1 мм, ее непараллельности базовой поверхности A не более 0,1 мм, при эксплуатационной шероховатости 1,25 $\sqrt{\text{м}}$.

Размер детали $45^{+0,15}$. В результате износа на 0,3 мм поверхности B ее неплоскость стала равной 0,2 мм, непараллельность — 0,15 мм, наименьший размер — 44,8 м, а шероховатость — $R_z20\mu\text{m}$.

Все показатели качества вышли за допустимые пределы, поэтому при составлении дефектной ведомости необходимо предусмотреть восстановлением первоначального состояния поверхности B .

Существуют три способа восстановления поверхности:

1. Обработка детали на размер менее 44,8 мм, например 44,5, («опускание» поверхности) с восстановлением необходимых неплоскости, непараллельности и шероховатости.
2. Наращивание поверхности до величины детали больше первоначального размера, например до 48 мм, с последующей обработкой на размер $45^{+0,15}$ («поднятие» поверхности) и с восстановлением допустимых погрешностей формы расположения и шероховатости поверхности.
3. Наращивание металла на наиболее изношенной части поверхности с последующей обработкой на размер несколько меньше первоначального, но с восстановлением утраченных точностных показателей. Последний метод применяют для устранения на рабочих поверхностях местных дефектов, например раковин, трещин и т. п.

Метод «опускания» поверхности наиболее дешев при ремонте деталей, однако его применяют в том случае, если по условиям обеспечения сопряжения или прочности размер детали можно уменьшить. Обычно этот метод ремонта деталей закладывают при конструировании машины. В этом случае предусматривают несколько ремонтных размеров изнашиваемой дорогой детали. Обрабатывая изношенную поверхность детали, приводят ее к очередному ремонтному размеру. Последний ремонтный размер принимают равным предельному значению, исходя, например, из прочности детали. Сопрягаемую деталь, обычно более простую и дешевую, подбирают или изготавливают соответствующей данному ремонтному размеру. Этот метод ремонта наиболее применим для восстановления деталей I, II и V классов.

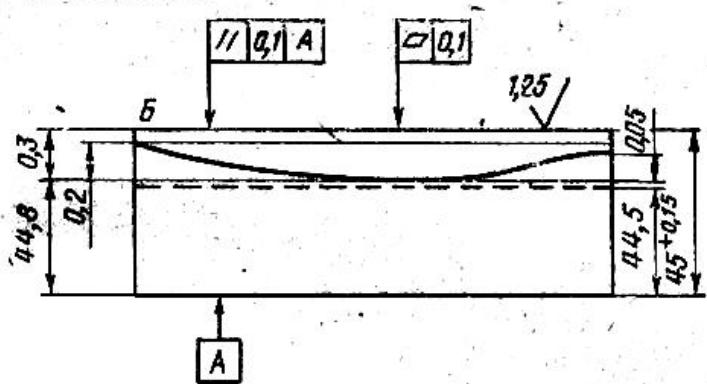


Рис. 43. Схема износа и восстановления детали

§ 3. Способы восстановления первоначальных размеров

Для восстановления первоначальных точностных свойств поверхности методом «поднятия» необходимо нарастить на нее некоторое количество металла. Это делают следующими способами.

Газопламенная наплавка. Применяется для восстановления деталей II и VII классов. Широко используется при ремонте элементов деревообрабатывающего оборудования, изготовленных из стального листа, таких, как лопатки вентиляторов сушильных камер, трубы дымососов, шнеков и т. п. При этом способе ремонта на изношенную поверхность или дефектное место наносят расплавленный слой металла, например самофлюсующийся хромобороникелевый сплав типа СНГН. Металл наносят при помощи газопламенной установки УПН-8 или плазменной установки УМП-5. Охлажденный слой металла обрабатывают до получения необходимого качества поверхности.

Электродуговая наплавка. Применяют ее для восстановления стальных деталей всех классов. Наплавляемую поверхность обрабатывают абразивными кругами, устранив трещины, вмятины и другие дефекты. Деталь перед наплавкой прогревают огнем паяльной лампы (при небольших ее размерах — в нагревательной печи) для обезжиривания и для предупреждения появления трещин при остывании.

Прогрев обязателен при ремонте деталей из высокоуглеродистой стали. Электрод для наплавки выбирают в зависимости от требуемых свойств вновь образуемой поверхности: например, для восстановления изношенных поверхностей и деталей из конструкционных сталей применяют электроды УН-2 и УН-3. Наплавленный слой обрабатывают для получения нужного размера. При этом необходимо учитывать, что наплавленные поверхности в ряде случаев обладают низкой обрабатываемостью.

При ремонте больших поверхностей применяют автоматическую наплавку слоя металла под флюсом. При этом способе применяют специальное сварочное устройство, где электрод в виде проволоки подается автоматически (рис. 44, а).

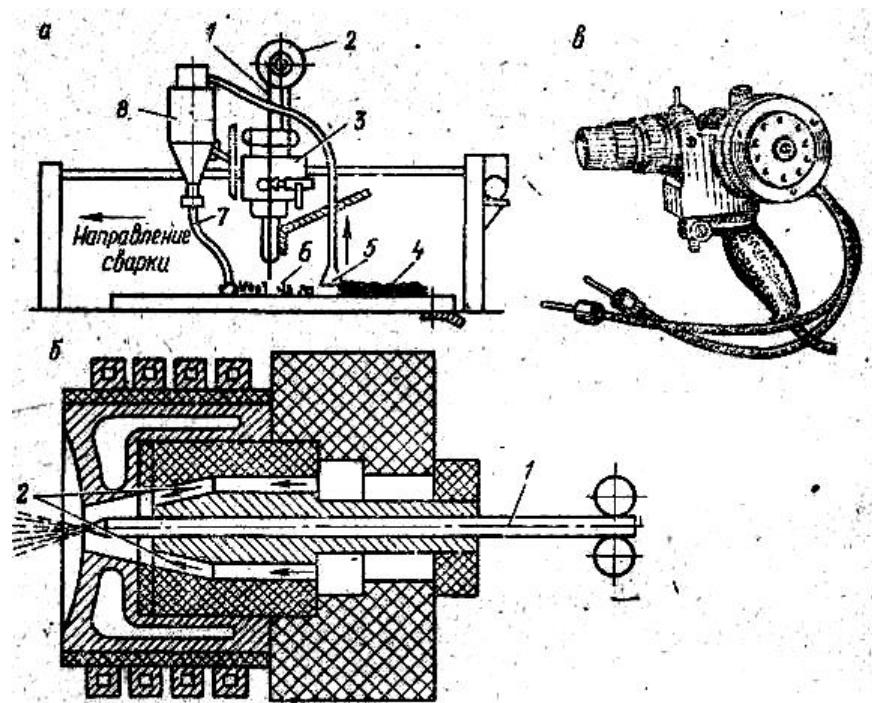


Рис. 44. Наращивание слоя металла на изношенную поверхность:
а — схема автоматической сварки под флюсом; 1 — проволока;
2 — барабан с проволокой; 3 — подвижная каретка; 4 — наплавленный
слой металла; 5 — патрубок для сбора флюса; 6 — флюс; 7 — шланг для
подачи флюса; 8 — бункер для хранения флюса;
б — схема высокочастотного металлизатора;
в — электродуговой металлизатор

Обмазка на электроде заменяется также автоматически подаваемым в зону сварки слоем флюса, предохраняющим расплавленный металл от окисления. Этим способом можно наращивать слой металла до 40—45 мм. Качество получаемого слоя металла выше, чем при ручном методе.

Напыление металла. Можно производить практически на любой материал (металл, дерево, пластмассу, резину и т. п.). При металлизации расплавленный, например током высокой частоты (рис. 44, б), металл 1 струей воздуха 2 распыляется на мельчайшие частицы, которые переносятся с большой скоростью на ремонтируемую поверхность. Для металлизации кроме высокочастотных применяют электродуговые металлизаторы (рис. 44, в). Поверхность ремонтируемой детали очищают и придают ей некоторую шероховатость для лучшего

удерживания напылённого слоя. Если обрабатываемая поверхность имеет цилиндрическую форму (деталь IV, V или VI класса), ее в процессе металлизации вращают со скоростью 30—40 об/мин, укрепив, например, в патроне токарного станка. Толщина напылённого слоя не должна превышать 5 мм. Обработку напыленного слоя до нужного размера производят точением и шлифованием.

Гальванический способ наращивания поверхности. Наращивание хрома на изношенную поверхность гальваническим способом производят в основном на детали IV класса. Восстановляемую поверхность предварительно шлифуют для придания ей $0,63\sqrt{—}0,32\sqrt{}$ классов шероховатости и необходимой точности формы. Поверхность обезжиривают, удаляют с неё химическим способом окислы и производят электрохимическое покрытие в хромовой ванне до необходимой толщины слоя. Полученное покрытие промывают и шлифуют до получения ремонтного размера детали и требуемой шероховатости поверхности.

При наращивании хромового покрытия для лучшего удержания смазки покрытие делают пористым, применяя специальный режим гальванизации. Износстойкость поверхности, покрытой слоем хрома, в 50 раз выше износстойкости нехромированной поверхности.

По сравнению с наращиванием хрома гальваническое наращивание железа представляет собой более быстрый и более дешевый процесс. При этом можно нарастить значительно больший слой металла. Для наращивания железа применяют хлористые электролиты, в состав которых входят хлористое железо, соляная кислота и хлористый натрий. Процесс покрытия восстанавливаемой поверхности железом аналогичен покрытию хромом. Поверхности, покрытые железом, промывают в горячей воде, а затем в растворе кальцинированной соды. Покрытие подвергают термической обработке, нагревая его до 200—250°C.

Окончательную обработку поверхности для получения необходимого размера, точности формы и шероховатости на деталях IV, V и VI классов производят обтачиванием и шлифованием.

Наращивание никеля производят либо химическим, либо электролитическим способом. Химический способ не требует применения электролитического оборудования. Этим способом никелирование производят растворами сернокислого или хлористого никеля. В качестве солей восстановителей применяют гипофосфаты натрия, калия или кальция. Никель наращивают в основном для облагораживания изношенной поверхности зубьев деталей VI класса.

Восстановление изношенной поверхности методом пластической деформации.

Для «поднятия» изношенной поверхности, а также для исправления геометрической формы детали используют способность металлов к пластической деформации. Деформируют деталь таким образом, чтобы необходимый размер восстановился до заданного значения. Естественно, в другом месте детали размер соответственно уменьшится. Деформацию осуществляют обычно при нагреве необходимой части детали. Углеродистую сталь нагревают до 800°C, легированную — до 825—875°C.

Наиболее часто таким способом реставрируют детали V класса, например втулки, изготовленные из цветных металлов. На рис. 45, а показано

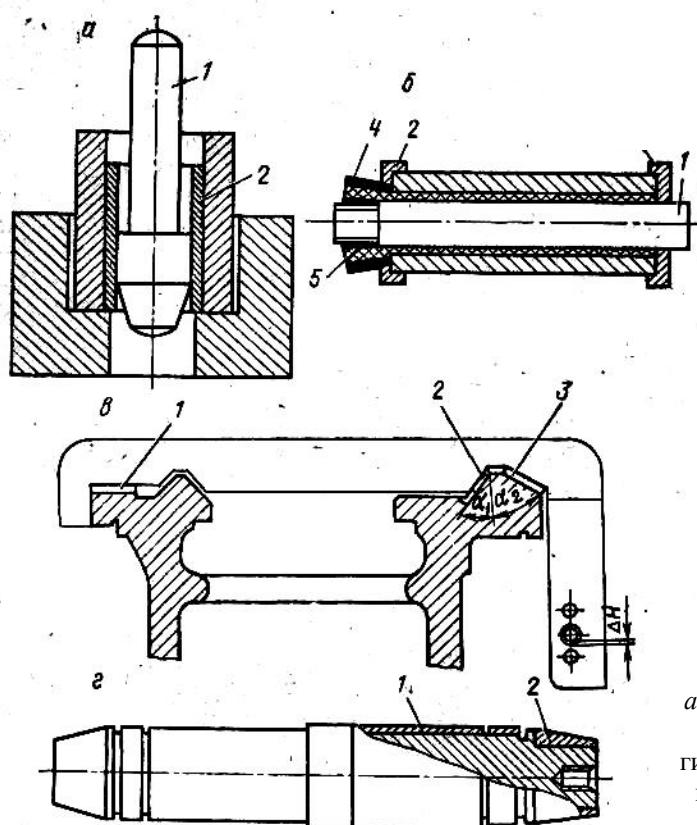


Рис. 45. Восстановление размера детали:
 а — приспособление для пластического восстановления наружного размера втулки; б — восстановление гидроцилиндра акрилопластом; в — схема приклеивания накладок на направляющие каретки токарного станка; г — ремонт изношенных поверхностей склейвания

приспособление для восстановления наружного размера втулки. Для сохранения внутреннего диаметра втулку 2 первоначально осаживают в осевом направлении, а затем применяют пuhanсон 1 с диаметром, соответствующим необходимому внутреннему диаметру втулки.

Усилие осадки рассчитывают по формуле

$$P = \sigma_t \left(1 + 0,166 \frac{d}{h}\right) F,$$

где σ_t — предел текучести металла при температуре осадки;

d — диаметр детали до осадки;

h — высота детали;

F — площадь поперечного сечения втулки.

Восстановление деталей полимерными материалами. Восстановление изношенных поверхностей с помощью пластмасс находит все более широкое применение в ремонтном деле. Для этих целей используют пластмассы на базе акриловых смол, такие, как бутакрил, акрилопласт, эпоксидно-акриловая пластмасса, и др. Несмотря на несколько различные физические свойства, технология их применения имеет много общего. Рассмотрим для примера бутакрил. Это пластмасса холодного отверждения. При приготовлении пластмассы смешивают два ее ингредиента — порошок и жидкость и получают сметанообразную массу. Эта масса затвердевает при нормальной температуре за 75 мин, принимая форму емкости, в которой она находится. Окончательное отверждение происходит через 12—15 ч.

Затвердевшая пластмасса имеет плотность 1,17 г/см³, предел прочности при сжатии не менее 950·10⁵ Па.

Пластмасса нормально работает до температуры 80°С и может быть удалена с поверхности нагреванием до 150—200° С. Пластик имеет хорошую износостойкость, его коэффициент трения с чугуном, сталью, бронзой не более 0,18, при введении в ее состав графита — 0,14. Хорошо обрабатывается резанием, шлифуется, полируется. Соотношение порошка и жидкости берут от 1:1 до 1:2. Чем уже заливаемая щель, тем ниже делают смесь. Для придания пластмассе больших адгезионных свойств, что необходимо для восстановления малоизношенных поверхностей, ее модифицируют эпоксидной смолой. Получающаяся пластмасса хорошо держится на поверхности при толщине слоя 0,2—10 мм.

Бутакрил применяют при восстановлении деталей I класса, особенно изношенных направляющих, но его можно применять и для ремонта большого количества самых разнообразных деталей, в том числе резьб, подшипников шпинделей, полостей гидроцилиндров и насосов и т. п.

Способы восстановления изношенных поверхностей пластмассой весьма разнообразны. Если из двух сопрягаемых поверхностей износились одна; можно использовать, например, следующую технологию. Поверхность детали, которая износилась мало, ремонтируют, например шабрят, удаляя отдельные дефекты, затем покрывают разделяющим веществом, например мылом. Изношенную поверхность обрабатывают, выравнивая и образуя шероховатость в пределах 1—3-го классов, и тщательно обезжиривают. Затем поверхности сопрягают, располагая детали с помощью специальных приспособлений (винтов, прокладок) так, как они находились в первоначальном, неизношенном состоянии. Образовавшуюся между деталями щель по бокам герметизируют пластилином, а затем заливают жидким свежеприготовленным пластиком. В таком состоянии детали выдерживают необходимое время для отверждения пластмассы.

После этого сопряжение разбирают, удаляют потеки и излишки пластмассы, контролируют качество получившейся поверхности и, если необходимо, шлифуют.

Акрилопласт применяют чаще всего при ремонте изношенных направляющих скольжения. Однако хорошие результаты получаются и при ремонте изношенных гидроцилиндров.

На рис. 45, б показано восстановление внутренней поверхности гидроцилиндра. Делают это следующим образом. Растирают полость цилиндра, удаляя от 0,5 до 3 мм толщины, и обезжиривают образовавшуюся поверхность. В центрирующие шайбы 2 и 3 устанавливают оправку 1, покрытую слоем мыла. Герметизируют щели пластилином, из него же изготавливают воронки 4 и 5, между которыми заливают жидкий акрилопласт. После отверждения пластмассы выпрессовывают оправку из цилиндра. Полученная таким образом поверхность по долговечности

не уступает металлической, особенно если слой акрилопласта удается залить толщиной 2,5—3 мм.

Восстановление дефектных деталей склеиванием. Склейивание при ремонте — высокоеффективный технологический процесс. Этим способом заделывают трещины в станинах и корпусных деталях. Заделывают отверстия, забоины, ликвидируют задиры на направляющих поверхностях, «поднимают» изношенные поверхности цапф, валов, шпинделей, приклеивая тонкостенные втулки. С помощью клея можно восстанавливать детали, работающие при температуре до 100°С. Обычно при ремонте применяют карбамидные клеи, эпоксидные смолы, клей БФ.

При склеивании деталей необходимо учитывать особенности этого процесса. Склейивание требует тщательного обезжиривания поверхностей и их подгонки. Клей приготавливают непосредственно перед склеиванием, так как он имеет пониженную жизнеспособность. При нанесении клея на поверхность следят за его равномерным распределением (толщиной примерно 0,1 мм), удаляют пузырьки. При соединении склеиваемых деталей следят, чтобы они не могли сместиться до конца отверждения. При склеивании эпоксидным kleem соединяемые детали прижимают друг к другу с давлением до 5×10^5 Па.

Длительность отверждения зависит от марки клея и температуры среды и изменяется от 4 до 24 ч. Предел прочности при сдвиге склеенных стальных деталей — $300-10^5$ Па, чугунных — $200-10^5$ Па. Приклеенную деталь, например втулку, можно обрабатывать резанием, шлифованием. На рис. 45, в показан ремонт направляющих станины приклейванием стальных пластин 1, 2 и 3, на рис. 45, г показан отремонтированный приклейванием тонкостенных втулок 1 и 2 шпиндель. При ремонте шпинделей и посадочных поверхностей валов, если они имеют незначительный износ, нарушающий лишь нормальную посадку подшипника, его можно укрепить на валу с помощью клея. При этом центровка подшипника получается удовлетворительной, если посадочная поверхность не имела односторонней выработки.

§ 4. Экономическое обоснование выбора технологического процесса ремонта

Эффективность работы ремонтной службы оказывает существенное влияние на экономические показатели предприятия. Это влияние проявляется не непосредственно за счет сокращения трудовых, материальных и денежных затрат, а в основном косвенно — за счет увеличения работоспособности оборудования, уменьшения его простоев в плановых ремонтах и отказовыхстоях, за счет увеличения производительности оборудования при его модернизации. Все эти мероприятия, в конечном итоге, дают предприятию возможность увеличить выпуск продукции.

Ремонт станка, особенно восстановление изношенных деталей, может быть выполнен с применением различных технологических процессов. Например, ремонт направляющих скольжения может быть произведен с применением шабрения, шлифования, виброобкатывания, применения накладных элементов из металлов или пластмасс. Для каждого из этих способов необходимы специальное оборудование, приспособления, мерительный инструмент. Все это требует определенных затрат, различных в разных вариантах. При этом в одних случаях увеличиваются затраты на заработную плату рабочих, в других — на дополнительное оборудование. В табл. 15 показаны составляющие себестоимости малого и капитального ремонта на одну категорию ремонтной сложности. Снижать расходы на ремонт необходимо за счет уменьшения расходов по всем статьям, но наибольшее влияние на себестоимость оказывают трудозатраты и накладные расходы. Уменьшение заработной платы производят за счет уменьшения трудозатрат, которые определяются степенью сложности принятого технологическим процессом ремонта.

Например, затраты на шабрение направляющих в 4—5 раз превышают трудозатраты на шлифование. Применение при ремонте направляющих акрилопластика не только еще более уменьшает трудозатраты непосредственно на ремонт, но и уменьшает дополнительные трудозатраты, необходимые при монтаже и регулировке оборудования.

Большое влияние на эффективность ремонтных работ оказывает их механизация, применение специального оборудования. Конечно, при этом увеличиваются накладные расходы,

однако увеличение производительности труда в большинстве случаев снижает общие трудозатраты, а, следовательно, дает положительный эффект. Применение специального оборудования и приспособлений уменьшает потребность в высококвалифицированном ручном труде, увеличивает качество отремонтированного оборудования.

Таблица 15. Составляющие себестоимости ремонта оборудования на одну категорию ремонтосложности

№ п/п	Элементы себестоимости	Затраты, руб., при ремонте	
		малом	капитальном
1	Основная заработка плата . . .	2,76	15,80
2	Дополнительная заработка плата	0,27	1,58
3	Начисления на заработную плату	0,22	1,27
4	Стоимость материалов	1,38	9,46
5	Цеховые накладные	3,31	18,96
6	Общезаводские накладные	—	5,53
7	Итого	7,94	52,62

Стремясь к снижению затрат на ремонт, следует, однако, помнить об особой функции ремонтной службы: не только восстанавливать работоспособное состояние оборудования, но и ремонтировать его такими методами, которые уменьшают потребность в дальнейшем ремонте, увеличивают ресурс. Для увеличения ресурса оборудования при ремонте следует применять высококачественные заменители, при использовании которых уменьшается износ наиболее нагруженных деталей и механизмов. Следует шире использовать многочисленные способы упрочнения изнашиваемых деталей, например виброобкатку направляющих, наплавку под слоем флюса и т. д.

Большую экономию при ремонте дает применение типовых технологических процессов. Отработка этих процессов, оснащение их специальными приспособлениями, оснасткой, механизмами и мерительным инструментом, а затем широкое применение их не только снижают трудозатраты, но и существенно увеличивают качество отремонтированных машин.

ГЛАВА 5. СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Слесарно-пригоночные работы

При сборке станков широко применяются слесарно-пригоночные работы для окончательной доделки отдельных деталей, сборочных единиц и механизмов. В процессе этих работ устраняют следы механической обработки, доводят до требуемой точность стыков и сопряжений поверхностей, а также осуществляют операции, которые невозможно получить при механической обработке. К слесарно-пригоночным работам относятся работы по обрубке, опиливанию, шабрению, притирке и т. д.

Обрубку применяют для удаления свесов, наплыпов, отдельных заострений и пр. Операции обрубки осуществляют с помощью зубил, крейцмейселей, канавочников. В качестве ударного инструмента применяют слесарные или пневматические молотки. Точность обработки при обрубке невысокая (0,25—0,5 мм).

При опиливании устраниют погрешности обработки деталей, снимают заусенцы, заваливают острые углы. Работы по опиливанию производят вручную с помощью напильников и надфилей или механизировано с помощью переносных электрических и пневматических машин со шлифовальными кругами, электронапильников, передвижных установок с гибким валом, в которых в качестве режущего инструмента применяют ротационные напильники и шлифовальные круги. Опиливание считается тонким, если удаляется слой металла толщиной до 0,1 мм, и грубым,

если удаляется слой толщиной более 0,2 мм. При обработке поверхностей вручную предусматривается припуск, который, в зависимости от номера насечки применяемых напильников, колеблется от 0,1 до 1,0 мм. При этом отклонения от прямолинейности и от плоскостности не должны превышать: 0,03 мм при работе с напильниками, номера насечки которых 4 и 5; 0,06 мм для напильников с насечкой 2 и 3; 0,2 мм для напильников с насечкой 0 и 1. Отклонение заданного размера, также в зависимости от номеров применяемых напильников, не должно превышать 0,05—0,3 мм.

Шабрение применяют для взаимной пригонки стыков и направляющих, для достижения требуемого положения деталей и сборочных единиц, сопряженных по плоскостям, для достижения прилегания вала к подшипнику скольжения, а также для соединений, требующих герметичности. Шабрение производят вручную и механизировано с помощью пневмо- и электроинструментов с возвратно-поступательным движением шабера. Точность шабрения оценивается количеством пятен на квадратный дюйм или на квадрате поверхности 25x25 мм. При количестве пятен 1—2 шабрение считается обдирочным и применяется при подготовке поверхности под последующие точные операции по шабрению. При количестве пятен 5—6 — грубое шабрение, при 6—10 пятнах — чистовое шабрение, при 10 пятнах — точное шабрение и при количестве пятен не менее 22 на квадрате 25x25 мм шабрение считается тонким. Шабрение поверхностей направляющих и поверхностей подшипниковых втулок должно быть равномерным по всей поверхности. При проверке на краску поверхочной плитой или сопряженной деталью шабрение должно обеспечивать количество несущих пятен для легких станков 12, для средних и тяжелых станков 10 на квадрате 25x25 мм. Глубина шабрения не регламентируется, однако она должна быть равномерной, визуально заметные выхваты не допускаются. Практически глубина шабрения равна 0,5—8 мкм. Отшабренные поверхности контролируют по плоскостности, прямолинейности в заданном направлении, взаимному расположению поверхностей и количеству пятен контакта.

Притирка служит для получения высокого класса чистоты поверхности, точных размеров и правильной геометрической формы деталей, достижения высокой точности отверстий, получения герметичности соединений. Притирка — трудоемкий и малопроизводительный процесс, однако она позволяет получить 14-й класс чистоты поверхности. При притирке используют притирочные порошки или пасту ГОИ с применением минерального или машинного масла, керосина, бензина или скипидара. Припуск под притирку плоских поверхностей составляет 0,01—0,02 мм. Обработанные поверхности проверяют на краску или измерительными средствами. Краска должна равномерно распределяться мелкими пятнами по всей поверхности соприкосновения. Иногда притертые детали контролируют на герметичность. Притертые поверхности обязательно следует очищать от абразивных частиц, которые проникают в поверхностный слой металла. Для этого детали промывают в жидкой среде с помощью ультразвука.

§ 2. Сборка неподвижных соединений

При сборке станков трудоемкость выполнения неподвижных соединений занимает значительный удельный вес от общей трудоемкости сборки отремонтированного изделия. Так, например, трудоемкость выполнения резьбовых соединений занимает 25—40%, соединений с помощью натяга — 5% и т. д. Если нет повышенных требований к ответственным деталям в технической документации сборочных единиц, то между сопряженными поверхностями соединений не должен заходить щуп толщиной 0,04 мм. При сборке неподвижных соединений на стыках не допускается постановка прокладок, не предусмотренных чертежами.

Неподвижные соединения встречаются двух типов — разъемные и неразъемные. Разъемными неподвижными соединениями (разборными) называют такие соединения, которые после сборки могут быть вновь разобраны без повреждения соединения. К ним относятся соединения деталей, выполненные при помощи переходных посадок (посадки глухая, напряженная, плотная), шпоночные и шлицевые соединения, штифтовые и резьбовые соединения.

Неразъемными неподвижными соединениями называют такие соединения, для разъединения которых после сборки необходимо полное или частичное разрушение деталей, входящих в соединение. К ним относятся соединения, выполненные при помощи прессовых

посадок, а также соединения, получаемые сваркой, пайкой, клепкой и др.

Сборка шпоночных соединений. Шпоночным соединением (рис. 46, *a*) двух сопрягаемых деталей называют соединение, выполненное посредством промежуточного звена — шпонки. По конструкции шпонки бывают нескольких типов: призматические, сегментные, клиновые, специальные и т. д. Шпоночные соединения по типу посадок бывают неподвижные, скользящие и ходовые.

При сборке шпоночных соединений особое внимание уделяют рабочим поверхностям шпонок и шпоночных пазов. Выступающие грани шпонок должны быть чистыми, без заусенцев, вмятин, трещин, следов грубой обработки; не допускаются перекосы осей шпоночных пазов на валу и втулке, иначе соединения не собираются. Перекосы осей шпоночных пазов приводят к резкому уменьшению площади контакта поверхностей, увеличению напряжения смятия. Увеличение бокового зазора из-за смятия шпонки вызывает нарушение посадки втулки на валу, что в свою очередь способствует появлению шума, преждевременному износу.

Шпоночные соединения собирают следующим образом: вначале устанавливают шпонку в паз вала с помощью молотка с медным бойком или под прессом, затем соединяют вал со втулкой по допускам свободных посадок.

Сборка шлицевых соединений (рис. 46, *b*). Шлицевые соединения применяют для передачи больших крутящих моментов, чем шпоночные соединения. Шлицевые соединения бывают с прямобочными и эвольвентной формой повышенной прочностью. Шлицевые соединения не требуют пригонки, имеют небольшие напряжения смятия на гранях шлицев. Однако они требуют точной центровки вала и втулки. Прямобочные шлицевые соединения центрируют по наружной поверхности шлицев, по ширине шлицев или по поверхности впадин. При центрировании охватывающей детали по поверхности впадин шлицевое соединение более трудоемко, но точность соединения при этом выше. Изготавливают три серии прямобочных шлицевых соединений: легкую, среднюю и тяжелую. Это связано с передачей различных крутящих моментов.

Эвольвентные шлицевые соединения центрируют по боковым сторонам зубьев. Реже, для получения повышенной точности соединения, применяют центрирование по наружному диаметру шлицев.

При сборке шлицевых соединений необходимо следить, чтобы на поверхности шлицев и впадин не было заусенцев, вмятин и других дефектов; требуется смазка поверхностей. В тугих соединениях предварительно нагревают охватывающую деталь до 80—120° С. Более точно разность температур охватывающей и охватываемой детали находят по формуле

$$T = (\Delta_{max} + \delta_0) 10^{-3} / (ad)$$

где Δ_{max} — наибольший натяг посадки, мм;

δ_0 — минимально необходимый зазор при сборке (обычно принимается равным минимальному зазору посадки движения), мм;

a — коэффициент линейного расширения;

d — номинальный диаметр деталей соединения, мм;

В зависимости от применяемой посадки центрирующих поверхностей шлицевые соединения бывают тугоразъемными, легкоразъемными и подвижными. Сборка соединения осуществляется легкими ударами молотка.

Сборка штифтовых соединений (рис. 46, *c*). Применяются в слабонагруженных соединениях и выполняются с помощью осевых и радиальных штифтов. По форме штифты изготавливают цилиндрическими и коническими. Особые требования предъявляются к обработке отверстий под штифты. Отверстия сверлят в одной из сопрягаемых деталей с припуском для обработки при сборке и обрабатывают его при жестком креплении сопрягаемых деталей в три или

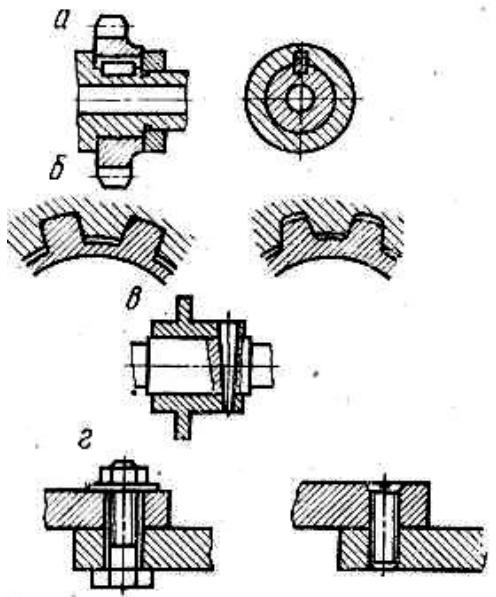


Рис. 46. Схема неподвижных соединений:

а — шпоночное; *б* — шлицевое;
в — штифтовое; *г* — резьбовое,

четыре прохода: сверлят или рассверливают с направлением инструмента по первой детали, зенкеруют, развертывают. Отверстия под цилиндрические штифты проверяют калибрами, а под конические — на краску. При этом площадь окрашенной поверхности для ответственных соединений должна составлять 80—90%, а для неответственных 60—70%. Если отверстия изготовлены правильно, штифт от руки входит в них на 70% своей длины.

В соединениях для передачи самых легких нагрузок иногда применяют штифты, выполненные в виде шарика, который устанавливают в сферическую лунку вала; противоположной стороной шарик входит в полукруглый паз на втулке. Этим способом соединяют детали как по длине вала, так и в торцевом направлении.

Сборка резьбовых соединений. Этот тип соединений (рис. 46, *г*) наиболее распространен, так как обеспечивает простоту и надежность крепления, удобство регулирования затяжки, быструю разборку и повторную сборку соединений. Резьбовые соединения выполняют с помощью болтов, винтов, шпилек. При сборке резьбовых соединений следует правильно затягивать крепежные элементы, поскольку это обстоятельство играет существенную роль в повышении жесткости стыка сопрягаемых деталей. Контактная жесткость стыка повышается в 2,5 раза при повторной затяжке крепежных элементов. При сборке особо точных сборочных единиц, а также механизмов, к которым предъявляются повышенные требования сборки, резьбовые соединения следует затягивать специализированным сборочным инструментом, позволяющим регулировать и контролировать усилие затяжки, например динамометрическими ключами, ключами с регулируемым крутящим моментом или ключами, снабженными трещотками. Резьбовые концы крепежных элементов должны выступать из гаек не более чем на два-три витка. При сборке оборудования, работа которого связана с повышенной вибрацией, следует стопорить соединения пружинными шайбами, контргайками и шплинтами для предупреждения самоотвинчивания крепежных элементов. Все часто отвинчиваемые при эксплуатации оборудования крепежные элементы, а также инструмент, применяемый при сборке и разборке, должны быть термически обработаны до твердости не менее HRC35.

Сборка соединений, выполненных при помощи прессовых посадок. Эти соединения требуют предварительного нагрева или охлаждения одной из сопрягаемых деталей или выполняются комбинированным способом: одновременным нагревом охватывающей детали и охлаждением охватываемой детали. Детали запрессовывают вручную или механически с помощью прессов. На величину силы запрессовки большое влияние оказывает скорость запрессовки и смазка сопрягаемых поверхностей. Скорость запрессовки не должна превышать 5 мм/с. Прочность соединений, полученных термическим методом, в 2—3 раза выше прочности соединений, полученных другими методами. При сборке детали не должны иметь механических повреждений и следов механической обработки. Для запрессовки без нагрева или охлаждения детали (штифты, шпонки и др.) должны иметь входные фаски, снижающие усилие запрессовки. При угле входной фаски 10° получают наименьшее усилие запрессовки.

Детали нагревают в электрических масляных ваннах, газовых или электрических печах, в установках с применением токов высокой частоты. Охлаждают детали в терmostатах с использованием в качестве охладителей твердой углекислоты, жидкого воздуха, жидкого кислорода или сжиженного азота.

§ 3. Сборка подвижных соединений

Подвижные соединения, так же как и неподвижные, встречаются двух типов — разъемные и неразъемные. К разъемным соединениям относятся все виды подвижных посадок, цепные и клиноременные передачи, а так же кинематические пары: зубчатые, винтовые передачи и т. д. К неразъемным соединениям относятся отдельные виды подвижных соединений, например радиальные шарикоподшипники, запорные клапаны и некоторые другие изделия. К подвижным соединениям предъявляются общие требования по качеству обработки и сборки: на обработанных поверхностях сопрягаемых деталей не допускаются повреждения и следы механической обработки, снижающие эксплуатационные качества или внешний вид соединений; точность и качество термической обработки ходовых винтов и гаек для точных кинематических перемещений должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий; толщина начала первой

нитки ходовых винтов должна быть не менее 1 мм; закалка зубьев высоконагруженных быстроходных кинематических пар должна быть выполнена до твердости HRC 48—56; зубчатые колеса коробок скоростей, подач и т. п., включаемые передвижением вдоль оси, должны иметь закругленные с торца зубья; не допускается поступление на сборку деталей, сборочных единиц и изделий, изготовленных смежными производствами и не имеющих клейма или документа, удостоверяющего их качество; механизм переключения шестерен должен обеспечивать точную их фиксацию; боковое смещение элементов кинематических пар в зафиксированном положении допускается не более 5% ширины; быстровращающиеся элементы подвижных соединений не должны вызывать вибрацию оборудования вследствие дисбаланса; одностороннее направление вращения первого элемента привода станка (шкива, зубчатого колеса и т. д.) должно быть обозначено на корпусе привода стрелкой.

Сборка зубчатых цилиндрических передач. Эти передачи широко встречаются в конструкциях станков. Цилиндрические передачи выполняются с прямыми, косыми и шевронными зубьями, с наружным и внутренним зацеплением. Зубчатые передачи собирают в такой последовательности: устанавливают зубчатые колеса на вал; устанавливают валы с зубчатыми колесами в корпус; регулируют положение зубчатых колес вдоль вала относительно друг друга или относительно выбранных баз станины станка; регулируют зацепление зубчатых колес.

Элементы цилиндрических передач выполняют нескольких степеней точности. Для каждой степени точности установлены три группы норм точности: нормы кинематической точности, нормы плавности работы и нормы контакта зубьев. На сборку поступают цилиндрические зубчатые колеса, предварительно проверенные по нормам точности и подобранные по шуму и пятну контакта. Собранные цилиндрические зубчатые передачи проверяют на радиальное биение зубчатого венца, на площадь контакта и боковой зазор. При сборке этих передач часто встречаются такие погрешности: недостаточный боковой зазор; увеличенный боковой зазор; неравномерный боковой зазор. Причинами погрешностей могут быть увеличенная или уменьшенная толщина зубьев; увеличенное или уменьшенное межосевое расстояние; радиальное биение зубчатого венца. Исправляют погрешности слесарно-пригоночными работами или заменой зубчатых колес.

Боковой зазор цилиндрических передач проверяют щупом или свинцовыми проволочками. Проверку свинцовыми проволочками применяют для передач с колесами малого диаметра, заключается она в следующем: по длине зуба закладывают несколько проволочек и проворачивают проверяемую кинематическую пару. Толщина деформированных проволочек соответствует величине бокового зазора. Для передач средней точности общего назначения боковой зазор можно определить из выражения

$$C = (0,04 \dots 0,06)/m$$

где m — модуль зуба.

Площадь контакта между зубьями проверяют нанесением тонкого слоя краски на зубья эталонной шестерни и измерением отпечатков на зубьях проверяемой шестерни (рис. 47, а). Контакт характеризуют относительными размерами пятен:

по длине зуба

$$a/B * 100\%$$

по высоте зуба

$$h/H * 100\%;$$

где a — средняя толщина пятен; B — ширина зуба; h — средняя высота пятен; H — высота зуба.

Зацепление считается нормальным, если по длине зуба пятно контакта составляет 25—95% (в зависимости от степени точности зубчатой передачи), а по высоте 20—60% (рис. 47, а, ряд I). Смещение пятен к головке зуба (рис. 47, а, ряд II) свидетельствует об уменьшенном диаметре начального цилиндра, смещение к ножке (ряд III) — об увеличенном диаметре. Сосредоточение пятен у кромок (ряд IV) указывает на клиновидность или перекос зубьев.

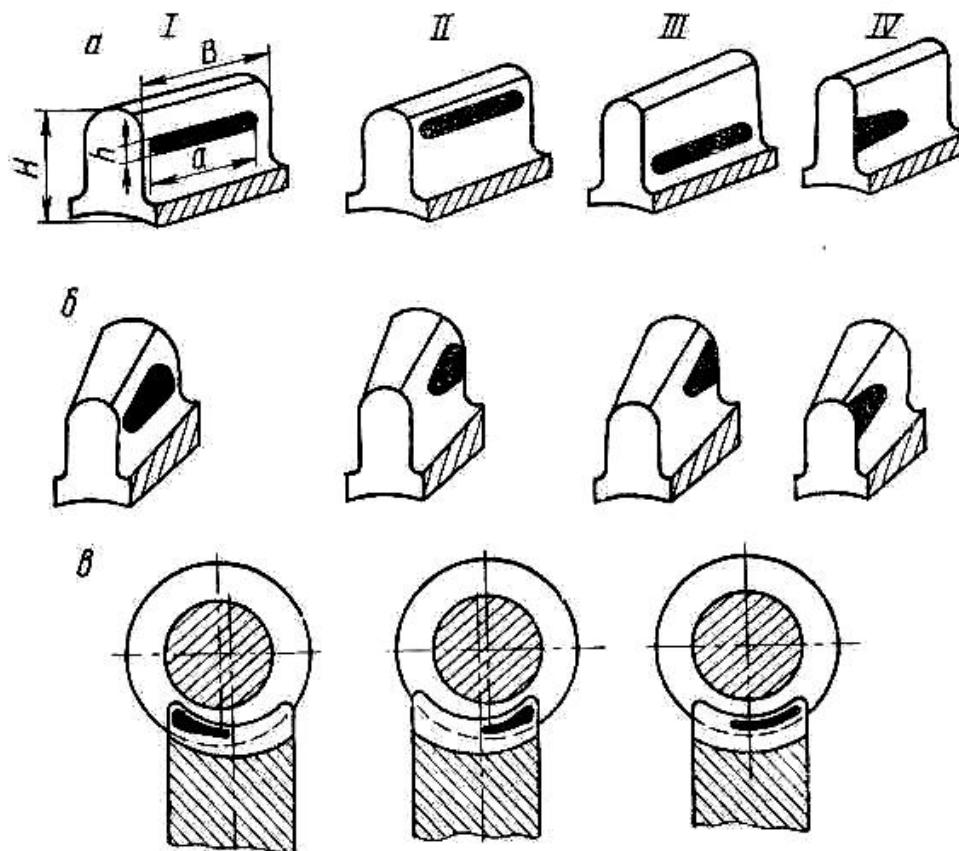


Рис. 47. Схемы расположения пятен контакта зубьев: а — цилиндрической передачи; б — конической передачи; в — червячной передачи

Сборка зубчатых конических передач. Эти передачи изготавливают с прямыми, косыми и прямолинейными зубьями. Ряд норм точности этого вида передач совпадает с нормами точности цилиндрических передач для одинаковых степеней точности. При сборке конических передач необходимо соблюдать следующие требования: оси отверстий в корпусе должны лежать в одной плоскости, пересекаться в определенной точке, под требуемым углом.

Выполняют эти передачи регулируемыми и нерегулируемыми. Существует два способа регулировки осевого положения шестерен. При первом способе изменяют положение шестерни на валу. Вал, зафиксированный упорными поверхностями, остается на месте. Однако этот способ применяется в том случае, если шестерня насадная. Вместе с валом шестерня перемещается при втором способе регулировки. Этот способ применим в том случае, когда изменение осевого положения вала в пределах диапазона регулирования, равного 0,5—1 мм, не оказывает влияния на работу деталей, сопряженных с валом. Осевое положение шестерни на валу регулируют при помощи набора сменных калиброванных шайб, подкладываемых между подшипником и шестерней. Для облегчения процесса регулирования осевого положения шестерни, связанного с разборкой соединения, калиброванные шайбы изготавливают в виде полуколец, что исключает демонтаж шестерни.

Положение шестерни вместе с валом регулируют несколькими способами: перемещением корпусов подшипников, что достигается сменными калиброванными шайбами; при помощи шимов — набора прокладок из металлической фольги, подкладываемых под фланец корпуса; посредством нажимных винтов (обычно таких винтов три), которые упираются в корпус станины через обойму. При вращении винтов обойма изменяет свое положение вместе со смонтированными в ней подшипниками и валом с шестерней.

Для нерегулируемых конических передач контролируют пятно контакта, смещение делительного конуса и непересечение осей колес. Для регулируемых передач контролируют пятно контакта и непересечение осей. После сборки проверяют качество полученного зацепления по

пятну контакта и боковому зазору. Боковой зазор в зацеплении конических колес проверяют способом, аналогичным способу проверки бокового зазора цилиндрических передач.

Причинами неправильного зацепления конических колес могут быть недостаточный боковой зазор или неправильный межосевой угол, вследствие чего контакт зубьев происходит по площадям у краев зубьев (рис. 47, б, ряды III и IV). Сосредоточение пятен у краев зубьев недопустимо из-за быстрого износа контактируемых поверхностей, что приводит к люфтам, сопровождаемым повышенным шумом при работе зацепления, и к вибрациям. Зацепление считается удовлетворительным, если пятна контакта на всех зубьях имеют длину 0,6—0,8 длины зуба и расположены посередине высоты зуба или ближе к его утолщенному концу (рис. 47, б, ряды I и II),

Боковой зазор С в зацеплении конических шестерен определяют из выражения

$$C = (0,06 \dots 0,1) m,$$

где m — модуль зуба,

и проверяют щупом, вводимым в промежутки между зубьями с торца большего диаметра шестерни.

Сборка зубчатых червячных передач. Эти передачи в деревообрабатывающем станкостроении изготавливают преимущественно 5, 6 и 7-й степеней точности. В зависимости от степеней точности, а также от межосевого расстояния для червячных передач установлен наименьший гарантированный боковой зазор. Так, например, при осевом расстоянии между червяком и червячным колесом 40—80 мм предельное смещение средней плоскости колеса для 5-й степени точности передачи составляет $\pm 0,013$ мм, для 6-й — $\pm 0,021$ мм, для 7-й — $\pm 0,034$ мм. При увеличении межосевого расстояния предельное смещение возрастает. При сборке червячных передач важно обеспечить совпадение средней плоскости колеса с осью червяка. Положение оси червяка относительно средней рабочей плоскости колеса проверяют на краску. Для этого на винтовую поверхность червяка наносят тонкий слой краски, вводят червяк в зацепление с колесом и проворачивают его несколько раз до получения отпечатков на зубьях колеса. Относительные размеры пятен контакта определяют по их длине и высоте. Если зацепление правильное, пятно занимает 35—75% поверхности зуба по длине и 30—60% по высоте, в зависимости от степени точности передачи. На рис. 47, в изображены возможные случаи взаимного расположения червяка и червячного колеса, полученные при сборке. В / ряду колесо смещено вправо, при этом пятно контакта смещено влево; во // ряду колесо смещено влево, пятно контакта смещено вправо. В /// ряду изображено правильное зацепление. Положение червячного колеса относительно червяка регулируют перемещением колеса вдоль своей оси до получения пятна контакта, нормально расположенного на зубьях колеса.

Величину бокового зазора червячной передачи определяют по углу поворота червяка при неподвижном колесе и фиксируют с помощью индикаторов. Окончательно собранную червячную пару проверяют на легкость проворачивания. При любом положении червячного колеса крутящий момент, необходимый для вращения червяка, должен быть одинаков.

Сборка ременных передач. По форме поперечного сечения приводных ремней различают плоско-, клино- и круглоременные передачи. Наиболее распространены плоско- и клиноременные передачи. Плоскоременные передачи применяют при сравнительно больших межосевых расстояниях и высоких скоростях ремня (до 100 м/с). Клиноременные передачи в отличие от плоскоременных обладают большей тяговой способностью и применяются при малых межосевых расстояниях, при больших передаточных числах и при передаче вращения от одного ведущего шкива к нескольким ведомым шкивам. По конструктивному исполнению эти передачи встречаются нескольких видов: открытые, перекрестные и угловые. Клиноременные передачи применяют одно- и многоременные. Количество ремней изменяют нагружочную способность передачи.

В зависимости от материала изготовления приводных ремней плоские ремни подразделяют на прорезиненные тканевые, кожаные, хлопчатобумажные цельнотканые и шерстяные. Все приводные ремни в процессе работы вытягиваются, особенно подвержены этому новые ремни. Во время эксплуатации оборудования вытягивание приводит к значительным потерям рабочего времени из-за частых переналадок ременных передач. Для предупреждения этого все ремни перед установкой искусственно вытягивают, нагружая их определенной силой и выдерживая в таком

состоянии в течение некоторого времени. Величину силы, необходимой для нагружения ремня, определяют по формуле

$$Q = F\sigma,$$

где F – площадь поперечного ремня, m^2 :

σ — напряжение при вытяжке; для плоских ремней $\sigma \sim (30 \dots 36) \cdot 10^5$ Па и для клиновых $\sigma = (20 \dots 30) \cdot 10^5$ Па.

Ремни в нагруженном состоянии выдерживают 60—70 ч.

При сборке плоскоременных передач необходимо соблюдать требования по подготовке ремней, балансировке шкивов и параллельности осей шкивов. Подготовка плоских ремней заключается в правильном соединении концов ремней. В отличие от клиновых ремней, выпускаемых в виде бесконечной ленты, плоские ремни поступают на предприятия в виде ленты конечной длины. Концы ремней склеивают или сшивают металлическими скобами. Наиболее распространено склеивание концов. Перед склеиванием концы ремней обрабатывают, придавая им вид ступенек, причем при соединении первая ступенька одного из концов входит в последнюю ступеньку другого, вторая — в предпоследнюю и т. п. Образовавшийся после соединения стык выглядит как ступеньки под углом 26° к плоскости ремня. Количество ступенек зависит от числа прокладок ремня, а длина уступа — от ширины ремня. Подготовленные поверхности уступов намазывают kleem, соединяют и выдерживают под давлением, до полного высыхания kleя.

Шкивы, поступающие на сборку, должны быть тщательно отбалансированы статически и динамически. Допускаемый остаточный дисбаланс, в зависимости от технических условий, составляет 6—10 г·см. Несоблюдение этого требования приводит к повышенным вибрациям, шумам, преждевременному выходу из строя передачи.

Радиальное и осевое биение шкивов не должно превышать 0,2—0,25 мм. Шкивы на биение проверяют индикатором. При большой величине биений следует выявить их причины и устраниить, проверив при этом все элементы на геометрическую точность. Причинами биений могут быть: недостаточная точность подшипников, недостаточная точность изготовления посадочных мест под шкивы, недостаточная точность изготовления шкивов и др. Если выявленные погрешности элементов передачи нельзя устраниить слесарно-пригоночными работами, их заменяют новыми.

При сборке плоскоременных передач параллельность осей шкивов является основным требованием, предопределяющим качество сборки. Это обстоятельство чрезвычайно важно при сборке быстроходных передач. Отклонения осей шкивов от параллельности вызывает перекос ремня и сбег его со шкивов во время работы. Шкивы устанавливают так, чтобы натянутый на них ремень был посередине шкивов как в статическом положении, так и во время работы.

При сборке клиноременных передач основные требования сводятся к подбору ремней и к точности установки шкивов. После предварительной вытяжки клиновые ремни поступают на испытательный стенд, где ремни одного типа подбирают по длине. Стенд представляет собой два шкива, на которые поочередно надеваются испытуемые ремни. Один из шкивов неподвижен, другой нагружен постоянной силой и имеет возможность перемещаться, изменяя тем самым межосевое расстояние между шкивами. Перемещение подвижного шкива фиксируется индикатором. Показания индикатора будут идентичными, если длины контролируемых ремней совпадают. Подбрав один комплект по длине, подбирают другой и т. д., причем длины ремней разных комплектов одной и той же передачи могут быть различными, поскольку в клиноременных передачах, как правило, предусмотрены механизмы, обеспечивающие поднастройку передачи в зависимости от длины ремней.

Точность установки шкивов клиноременной передачи сводится к параллельности установки их осей. Допускаемый перекос осей шкивов не должен превышать 1° . При несоблюдении этого требования происходит усиленный односторонний износ ремней, а также канавок шкивов.

Во время работы ременных передач сила натяжения ремней должна быть стабилизирована. Чрезмерное ослабление натяжения приводит к потерям передаваемой мощности из-за проскальзывания ремней на шкивах, свободным колебаниям ветвей в пространстве, сопровождаемым трением их друг о друга. Это также приводит к быстрому износу ремней. В свою очередь чрезмерное натяжение ремней увеличивает нагрузки на опоры качения,

ускоряя их износ, и приводит к растяжению ремней. Стабилизация силы натяжения ремней достигается несколькими способами: перемещением одного из шкивов в процессе эксплуатации; расположением одного из шкивов в свободных подпружиненных опорах; при помощи натяжного ролика (рис. 48, а) и от собственной массы элементов передачи (рис. 48, б).

Механизм с применением натяжного ролика, создающий постоянную силу натяжения приводных ремней, состоит из натяжного ролика 3, рычага 2 и противовеса 1. Противовес, воздействуя через рычаг, колеблющийся на оси, на натяжной ролик, заставляет его перемещаться вверх, натягивая ремень 4. Система находится в равновесии, если суммарная сила натяжения рем-

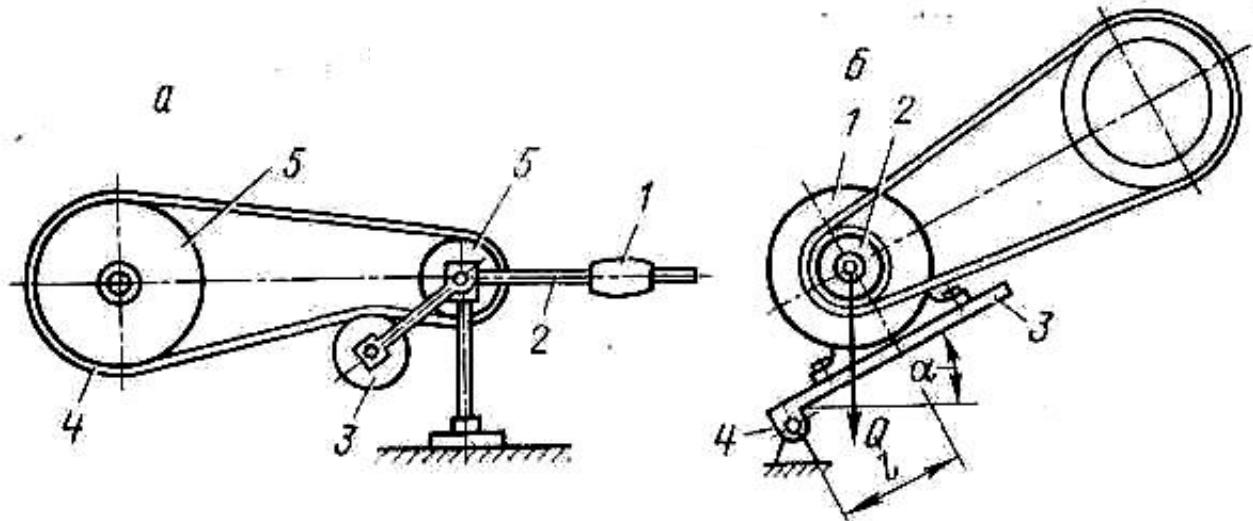


Рис. 48. Схемы натяжения ременной передачи:
а — с помощью натяжного ролика; б — от собственной массы элементов привода

ней привода равна действию противовеса. Силу натяжения изменяют перемещением противовеса по рычагу 2.

Натяжные ролики применяют преимущественно в плоскоременных передачах. Применение натяжного ролика обладает и рядом других преимуществ: при одних и тех же габаритах передачи имеется возможность передачи большей мощности вследствие увеличения угла обхвата; уменьшаются силы давления на валы; облегчается смена ремней. Однако из-за дополнительной деформации ремня в противоположную, чем на рабочих шкивах 5, сторону уменьшается долговечность ремней.

Натяжение ременной передачи, осуществляемое от собственной массы элементов передачи (рис. 48, б), происходит под действием массы электродвигателя 1, на валу которого закреплен ведущий шкив 2, и подмоторной плиты 3. Подмоторная плита может перемещаться вокруг неподвижной оси 4. Подбирая массу подмоторной плиты, плечо l и угол наклона плиты, изменяют силу натяжения ремней.

Сборка цепных передач. Цепные передачи позволяют передавать большие мощности при скоростях движения цепи до 30—35 м/с и применяются при больших межосевых расстояниях. При работе цепных передач происходит удлинение цепи вследствие износа шарниров и растяжения пластин. Этот недостаток цепных передач приводит к необходимости регулировки длины цепей при эксплуатации.

Последовательность сборки цепных передач заключается в установке и закреплении звездочек на валах, надевании цепи на звездочки, регулировке передачи и контроле ее качества. После установки звездочек на валах проверяют их радиальное и торцевое биение. Допустимые величины биения зависят от передаваемых мощностей и скоростей движения цепи. Для точных передач радиальное биение должно находиться в пределах 0,05—0,06 мм на 100 мм диаметра звездочки.

Оси звездочек проверяют на параллельность поверочной линейкой и набором щупов. При сборке проверяют также относительное смещение звездочек в плоскости их осей. При межосевом расстоянии до 500 мм смещение не должно превышать 1 мм; от 500 до 1000 мм — 1,5 мм и при

межосевом расстоянии свыше 1000 мм смещение осей допускается на величину не более 2 мм.

Для горизонтальных цепных передач установленная на звездочки цепь должна иметь некоторое провисание.

Величину минимального провисания определяют из выражения

$$f_{\min} = 11,4 \sqrt{A^3},$$

где A — межцентровое расстояние, мм.

Максимальное провисание цепи не должно превышать трехкратной величины минимального провисания. Для передач с углом наклона более 20° рекомендуется принимать $f_{\max} = (0,014-0,015)A$. В вертикальных передачах слабина ветвей цепи не допускается. С учетом этих требований определяют длину цепи. Необходимое число звеньев цепи определяют из выражения

$$n = \frac{2A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{\frac{(z_2 - z_1)^2}{2\pi}}{\frac{A}{t}},$$

где z_1 и z_2 — число зубьев соответственно малой и большой звездочек; t — шаг цепи, мм.

Концы цепей соединяют посредством соединительных или переходных звеньев. При установке цепей на звездочки для их стягивания применяют специальные стяжки. Стяжки представляют собой винтовую пару с захватными крючьями. При вворачивании винта во втулку крючья сближаются, стягивая два звена цепи, предварительно надетые на крючья.

В вертикальных передачах для устранения слабины в ветвях цепи иногда применяют натяжные ролики. Размер роликов по ширине должен превышать ширину цепи на 4—5 мм.

Сборка подшипников скольжения. Этот вид соединений применяют в качестве опор для коренных и шатунных шеек многоколонных валов, а также в случаях, когда применение неразъемных подшипников качения невозможно. При правильном выборе конструкции и смазки подшипника, а также при качественной сборке этот вид соединения способен нести большие нагрузки при высокой частоте вращения. Коэффициент трения в подшипниках возможно довести до 0,001—0,005.

При сборке соединения валы устанавливают по ходовой, легкоходовой или широкоходовой посадкам. Оптимальный зазор, тип и класс посадки определяют расчетом.

Важное условие надежной работы соединения — уменьшение критической величины промежутка между валом и подшипником, при котором происходит соприкосновение микронеровностей вала и подшипника. Это достигается высокой точностью обработки вала и подшипника, соблюдением цилиндричности сопрягаемых поверхностей, исключением перекосов и деформаций системы при сборке и тщательной очисткой масла. Чистота поверхности и правильная геометрическая форма не должны нарушаться при длительной эксплуатации соединения. Поэтому вал и подшипники должны быть максимально износостойкими.

Для качественной сборки соединения немаловажное значение имеет выбор диаметра и длины подшипника. Известно, что несущая способность подшипника пропорциональна диаметру в кубе. Следовательно, увеличение диаметра представляет собой очень эффективное средство повышения несущей способности подшипника. Отношение длины подшипника l к его диаметру d также является критерием оценки соединения. Несущая способность подшипника с малым l/d понижена из-за утечки смазки с торцов подшипника. Однако подшипники с малым l/d менее чувствительны к перекосам, неизбежно возникающим при сборке соединения. Подшипники с большим l/d в свою очередь чувствительны к перекосам. Учитывая положительное и отрицательное влияние l/d на несущую способность, практически придерживаются $l/d = 0,8-1,2$.

При сборке подшипников скольжения необходимо обращать внимание на систему смазки. Масло вводят в соединение через отверстия в корпусе, вале, через сплошные кольцевые канавки в корпусе подшипника или с его торца. Масло следует вводить в ненагруженную область подшипника.

Подшипники скольжения при эксплуатации изнашиваются. Это приводит к увеличению зазора между подшипником и валом, снижает точность центровки вала, ухудшает смазку подшипника. В связи с этим в соединениях предусматривают регулировку зазора. Один из

способов — регулировка шимами — набором прокладок из листовой латуни толщиной 0,05 мм. При сборе подшипников на стыке устанавливают пакет с шимами толщиной 0,4—0,5 мм, после чего отверстия и наружную поверхность вкладышей в сборе обрабатывают на цилиндр. По мере увеличения зазора подшипники периодически подтягивают. Для этого снимают крышки, удаляют один или несколько шимов и вновь затягивают крышки. Однако при этом способе регулировки зазора нарушается цилиндрическая форма отверстия подшипника.

Для регулировки соосности в опорах, расположенных в разных корпусах, когда при сборке трудно обеспечить точную соосность подшипников, а также при недостаточно жестких валах и корпусах применяют самоустанавливающиеся подшипники со втулками, наружная поверхность которых выполнена в виде сферы. Под действием сил от имеющих место перекосов происходит самопроизвольный разворот подшипников на требуемый угол. Опорные сферические поверхности подшипника и втулки изготавливают из материалов, образующих антифрикционную пару.

Монтаж подшипников качения. Посадка подшипников качения при сборке осуществляется по двум поверхностям: наружной поверхности наружного кольца подшипника и внутренней поверхности внутреннего кольца. Посадка наружного кольца производится по системе вала, внутренней поверхности — по системе отверстия. Величины и поля допусков стандартизированы. При выборе посадок руководствуются техническими характеристиками изделия: угловой скоростью вращения, нагрузками, характером распределения нагрузок, требуемой точностью изготовления соединения и т. д.

При установке наружного кольца подшипника в неподвижный корпус по системе вала применяют следующие посадки: при наличии легких нагрузок и высоких угловых скоростях вращения — посадки движения и скольжения; при средних знакопеременных нагрузках и средних угловых скоростях вращения — посадки плотные и напряженные; при средних и высоких знакопеременных нагрузках, средних и низких угловых скоростях вращения — посадки тугие и глухие.

При установке внутреннего кольца подшипника во вращающийся вал по системе отверстий применяют посадки аналогичные посадкам по системе вала, используемым для установки наружного кольца (при том же характере нагрузок и угловых скоростей вращения).

Типовая схема монтажа подшипников состоит из следующих операций: а) расконсервации; б) контроля; в) монтажа; г) контроля и испытания собранной сборочной единицы.

Расконсервация производится в нагретом до 90°С минеральном масле с последующей промывкой в бензине.

Контроль подшипников осуществляется для определения их действительных размеров и отклонений с целью выбора оптимальных сочетаний и наивыгоднейшего направления имеющихся отклонений. При этом контролируют внутренние и наружные кольца подшипников, тела качения, подшипники в сборе, дуплексацию подшипников. При контроле внутренних колец проверяют максимальный, минимальный и средний диаметры отверстия, конусность и овальность отверстия, непараллельность торцов, торцевое биение. При контроле наружных колец проверяют максимальный, минимальный и средний диаметры наружной поверхности, конусность и овальность наружной поверхности, параллельность торцов. При контроле тел качения проверяют средний диаметр, для роликов — овальность и конусность. При контроле подшипников в сборе проверяют радиальное и торцевое биение внутренних и наружных колец, радиальный зазор. При дуплексации подбирают пару подшипников и дорабатывают их посадочные отверстия. Дуплексированные подшипники устанавливают на валы и в корпуса станков с жесткими допусками. Как правило, допуски на посадку значительно превышают стандартизованные допуски на посадочные диаметры подшипников. Дуплексацию осуществляют тремя путями: индивидуальным подбором подшипников, шлифованием промежуточных колец и шлифованием торцов подшипников. Контролируемые параметры подшипников измеряют универсальными измерительными приборами общепринятыми методами.

Монтаж подшипников качения производят механизированным способом или вручную. Перед установкой подшипники нагревают в масляной или воздушной среде с обязательным контролем температуры. Ориентировочная температура нагрева устанавливается в пределах 60—100° С. Более точно температуру нагрева подсчитывают по формуле

$$t = \delta / (\alpha k d)$$

где ak — коэффициент линейного расширения; для стали $ak = 11(10^{-6} \text{ К}^{-1})$; δ — натяг посадки, мм; d — внутренний диаметр подшипника, мм.

Требуемое усилие P для установки или демонтажа подшипников определяют по формуле

$$P = \frac{\delta \mu_c E \pi B}{2N},$$

где δ — натяг, м;

μ_c — коэффициент трения; при сборке $\mu_c = 0,1 - 0,15$; при разборке $\mu_c = 0,15 - 0,25$;

E — модуль упругости, для стали $E = 2,12 \cdot 10^{11}$ Па;

B — ширина подшипника, м;

N — коэффициент, учитывающий габарит подшипника,

$$N = 1 / \left(1 - \frac{d}{d_0}\right)^2; d_0 \approx d + \frac{D-d}{4};$$

D — наружный диаметр подшипника, м.

Механизированным способом подшипники напрессовывают при помощи прессов или специальных пневматических и гидравлических приспособлений. При напрессовке подшипника посадочные места обильно смазывают жидкой смазкой. При наличии слоя смазки между сопрягаемыми поверхностями осевые усилия, требуемые для установки подшипников, уменьшаются в десятки раз.

Ручной монтаж подшипников применяется при наличии переходных посадок в соединении и осуществляется легкими ударами молотка по оправке. Оправку торцевой поверхностью устанавливают на торец соответствующего кольца подшипника. Размеры торцевой поверхности оправки должны быть такими, чтобы усилие передавалось непосредственно на кольцо.

При монтаже подшипников на вращающиеся детали требуется соблюдение следующих правил монтажа: 1) внутренние кольца подшипников устанавливают так, чтобы радиальное биение внутреннего кольца было направлено в сторону противоположную направлению радиального биения посадочной шейки вала; 2) максимальное торцевое биение внутреннего кольца подшипника должно быть направлено в сторону противоположную максимальному торцевому биению упорного буртика вала; 3) наружные кольца подшипников монтируют таким образом, чтобы радиальные биения были направлены в одну сторону.

При монтаже подшипников по переходным посадкам возникает необходимость в их фиксации во избежание смещения с посадочного места под действием осевых нагрузок. Различают несколько способов крепления подшипников качения на валах, в корпусах и посредством переходных гильз.

Крепят подшипники на валах (рис. 49, а), затягивая внутреннее кольцо подшипника внешней (ряд /) и внутренней (ряд //) гайками, между дистанционными втулками (ряд ///), в кольцевых стопорах (ряд IV) и другими способами. Первый и второй способы крепления обеспечивают точную осевую фиксацию подшипника, исключают проворот внутреннего кольца по посадочной поверхности. Второй и третий способы возможны лишь для малонагруженных подшипников. Для беззазорной установки в кольцевых стопорах необходимо строго выдерживать расстояние между канавками стопоров.

Устанавливают подшипники в корпусах (рис. 49, б) следующими способами: 1) затягивая наружную гайку подшипника с упором на буртик (ряд /); 2) при помощи крышек (ряд //); 3) шайб (ряд ///); 4) в кольцевые канавки (ряд IV). По первому способу устанавливают тяжело нагруженные подшипники. При этом обеспечивается высокая прочность крепления подшипника. Вторым способом фиксируют подшипники в концевых установках. При этом можно устанавливать подшипники с осевым зазором или натягом, для чего между крышкой и наружным кольцом подшипника помещают калиброванные прокладки. При монтаже подшипников в перегородках, внутренних стенках их фиксируют по третьему способу с помощью шайб.

Если шайбы притянуты к торцевым поверхностям вплотную, т. е. с зазором по отношению к подшипнику, опасность перекоса шайб и подшипников отсутствует, несмотря на затяжку в нескольких точках. По четвертому способу монтируют подшипники в разъемных корпусах.

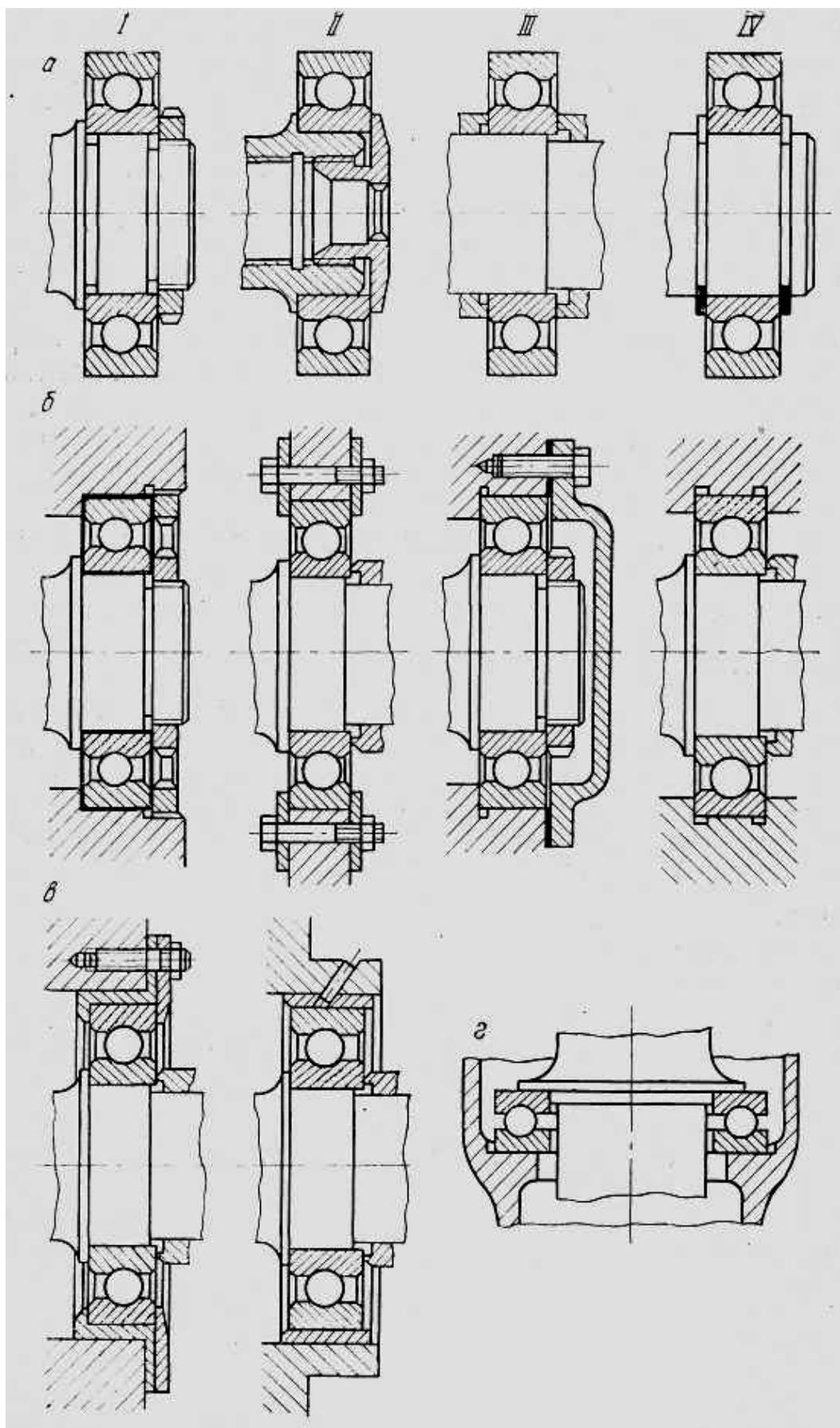


Рис. 49. Схемы крепления подшипников при сборке: *a* — радиальных на валах; *b* — радиальных в корпусах; *c* — радиальных на переходных гильзах; *d* — упорных в корпусах

Подшипники устанавливают на переходных гильзах в корпусе, выполненном из легких сплавов или с нежесткой конструкцией для предупреждения сминания и разбивания опорных поверхностей, а также увеличения жесткости соединения. Наружная и внутренняя поверхности переходной гильзы должны быть соосны. При установке гильзы по прессовой посадке обязательна чистовая расточка гильз после запрессовки. Гильзы фиксируют в осевом направлении и от проворачивания болтами (рис. 49, в, ряд /) или штифтами (рис. 49, в, ряд //).

При установке радиальных подшипников предъявляются жесткие требования к точности установки обоих колец подшипника, при монтаже однорядных упорных подшипников на вертикальных валах следует центрировать одно из колец на валу (рис. 49, г) или в корпусе, а другому дают свободу поперечного перемещения. Под действием вертикальной нагрузки свободное кольцо самоцентрируется относительно шариков. При несоблюдении этого условия, т. е. при центрировании обоих колец, шарики могут сместиться с оси симметрии беговых дорожек и правильная работа подшипника нарушится.

Установка радиально-упорных подшипников во многом аналогична установке радиальных подшипников. Их монтируют почти всегда в парной зеркальной установке с обязательной осевой затяжкой. При этом соблюдают, требования: 1) подшипники следует устанавливать дуплексированными; 2) для повышения жесткости подшипников и сборочной единицы в целом затягивать радиально-упорные подшипники следует по внутренней обойме (перекрестное расположение осей качения шариков).

§ 4. Сборка гидравлических и пневматических систем

При сборке гидравлических и пневматических систем необходимо соблюдать общие требования:

1. все отремонтированное гидро- и пневмооборудование (трубопроводы, исполнительные механизмы, регулирующая аппаратура и т. д.), предназначенное к сборке, должно соответствовать техническим условиям (ТУ) на ремонтируемые изделия, а в случае отсутствия их — ТУ на новые изделия;
2. при сборке исполнительных механизмов (гидро- и пневмонасосов, рабочих цилиндров), изготовленных с литыми корпусами, в них не допускаются пористость и раковины, необработанные поверхности должны быть окрашены стойкой краской;
3. рабочие поверхности штоков, плунжеров, золотников, цилиндров и т. д. не должны иметь повреждений, могущих вызывать утечки и износ уплотнений;
4. все уплотнения в гидро- и пневмосистемах должны быть правильно выполнены; не допускается утечка рабочей среды через уплотнения;
5. магистральные трубопроводы пневмосистем выкладывают с уклоном в направлении подачи воздуха для удаления конденсата;
6. аппаратура по подготовке рабочих сред в системах должна обеспечивать очистку в соответствии с требованиями к состоянию рабочих сред;
7. перемещение всех рабочих органов станка, приводимых в движение от гидро- или пневмопривода, должно происходить при всех рабочих скоростях движения без вибраций, резких толчков и остановов; реверсирование движения должно происходить без ударов; точность реверсирования и величина перебегов рабочих органов должны соответствовать ТУ;
8. в баках для масла в гидросистемах должны быть предусмотрены защитные устройства от попадания внешних загрязнений: приемный фильтр для заливаемого масла, воздушный фильтр (сапун), отсек для отстоя и устройство для слива масла.

Сборка гидро- и пневмосистем состоит из этапов: 1) подготовки деталей к сборке; 2) сборки трубопроводов; 3) сборки рабочих цилиндров, насосов и т. п.; 4) сборки контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры; 5) монтажа уплотнений.

Подготовка деталей к сборке. При подготовке деталей к сборке широко используются слесарно-пригоночные работы: по подготовке трубопроводов путем резки, гибки и развальцовки; по доведению до требуемого класса чистоты рабочих поверхностей штоков, цилиндров и т. п. путем шабрения, притирки; а также выбор и подготовка уплотнений.

Подготовка трубопроводов заключается в нарезании их по длине и гнутье. Трубы гнут в

холодном и горячем состоянии, с наполнителем и без него. Трубы диаметрами свыше 12—15 мм гнут обычно в горячем состоянии. Наполнитель используют при гнутье тонкостенных труб всех диаметров и гнутье труб нормальной толщины диаметром свыше 10 мм. При гнутье труб нормальной толщины диаметром до 22 мм в специальных роликовых приспособлениях наполнитель не применяют.

Расплавленный воск, канифоль, олово, свинец, сухой мелкий песок, используемые в качестве наполнителя при гнутье, предупреждают образование складок на месте изгиба трубы.

В местах соединения труб нарезают резьбы или развалицовывают концы. Не допускаются к сборке трубы, имеющие заусенцы, задиры и прочие дефекты обработки. Места присоединения труб следует маркировать.

Сборка трубопроводов. Сборка трубопроводов после ремонта во многом аналогична сборке новых трубопроводов. Однако следует иметь в виду, что при ремонте трубопроводов часто заменяют отдельные звенья трубами, не прошедшими испытаний, поэтому при сборке следует обращать особое внимание на качество таких труб. Кроме визуального контроля трубопроводы после сборки проходят испытания.

При сборке трубопроводов особое внимание уделяют качеству соединений, выполняемых с помощью штуцеров, муфт, угольников. Уплотняют соединения развалицовкой или проложенной в резьбе паклей, предварительно пропитанной суриком. При сборке трубопроводов необходимо предотвращать попадание механических частиц внутрь системы,

Сборка рабочих цилиндров, насосов и т. п. Перед сборкой этих элементов гидро- и пневмосистем следует проверить комплектность деталей, отсутствие на них механических повреждений, их геометрическую точность, плотность прилегания сопрягаемых деталей. При

необходимости сопрягаемые поверхности притирают. Все детали, предназначенные для сборки, промывают в бензине или уайт-спирите и насухо протирают салфеткой. Сборку цилиндра (рис. 50) начинают с соединения штока 5 с поршнем 7 по резьбе или по цилиндрической поверхности с натягом с проверкой сопряжения на краску. На рис. 50 изображено резьбовое соединение штока с поршнем при помощи гайки 10. При установке поршня в сборе в цилиндр пользуются специальным хомутом, стягивающим резиновую манжету 8.

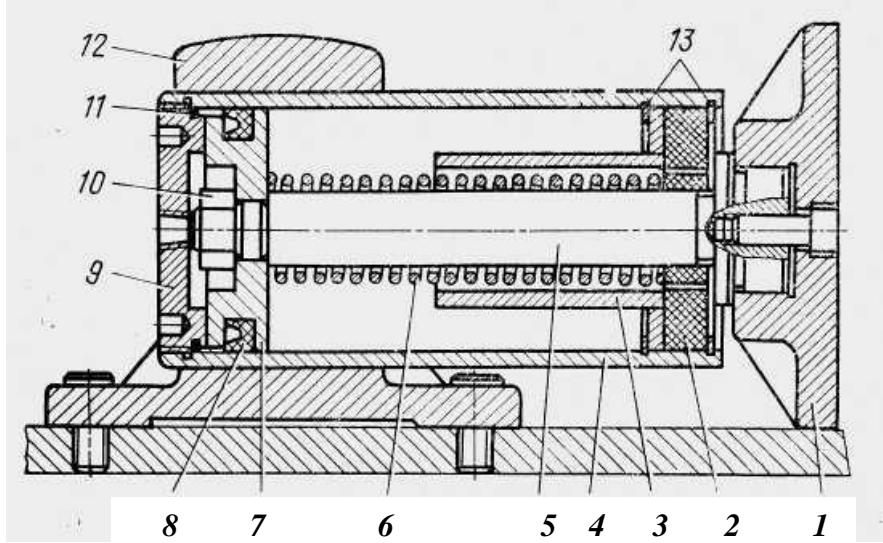


Рис. 50. Поршневой пневматический механизм зажима заготовок

Для сборки цилиндра 4 с поршнем его устанавливают в приспособление, на цилиндр надевают пружину возврата 6 и ограничительную втулку 3. Затем монтируют переднюю крышки 2, закрепляемую в полукольцах 13. К штоку крепят технологический фланец 1. Заднюю крышку 9 устанавливают в цилиндр по резьбе; для облегчения монтажа в крышке предусмотрены монтажные отверстия. Для герметичностистыка между задней крышкой и цилиндром устанавливают уплотнение 11. Цилиндр крепят за наружную поверхность гильзы в корпусе 12.

Перед установкой задней крышки вручную взаимно притирают шток, поршень, цилиндр и крышку до легкого и плавного перемещения поршня и штока.

При сборке гидро- и пневмоаппаратов типа цилиндров, насосов и т. п. необходимо тщательно следить за чистотой деталей; после всех слесарно-пригоночных работ тщательно промывать, протирать детали и смазывать их тонким слоем масла.

Сборка контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры. При сборке этой аппаратуры необходимо соблюдать общие требования сборки. Кроме того, эти аппараты требуют тщательной регулировки рабочих элементов. При установке их в гидро- и пневмосистемы следят

за тем, чтобы направление движения рабочей среды совпадало с указателями на корпусе.

Монтаж уплотнений. При выборе типа уплотнений следует руководствоваться: характером рабочей среды; давлением в системе; технологическими требованиями к герметичности соединений; скоростью перемещения объектов через уплотнения. В качестве уплотнений используют войлок, фетр, кожу, пластмассы, резину и другие материалы. Войлочные, фетровые и кожаные уплотнения предварительно пропитывают в минеральных маслах или других смесях.

§ 5. Сборка шпиндельных сборочных единиц

Ответственные детали, предназначенные для сборки шпиндельных сборочных единиц, должны поступать на сборку с паспортом, подтверждающим соответствие детали ТУ и показателям точности. Паспортизуются следующие детали: корпус шпинделя, гильзы, подшипники, шпиндель, шкив. Детали поступают на сборку тщательно промытыми и защищенными от коррозии. Шлифованные детали промывают от абразива в чистом бензине и ультразвуковой ванне в течение 10—12 мин.

Сборка производится в такой последовательности: а) сборка комплектов и соединений, не влияющих непосредственно на конечную точность сборочной единицы; сверление отверстий и нарезание резьб; пригонка шпоночных соединений; б) предварительное шабрение ответственных деталей, каркасная сборка со сверлением, развертыванием отверстий под штифты и пригонка деталей по контурам; в) сборка комплектов и элементов, влияющих на конечную точность сборочной единицы; г) окончательное шабрение ответственных деталей; д) испытание, разборка и сборка комплектов, влияющих на конечную точность сборочной единицы; е) общая сборка; ж) контроль и испытание.

На рис. 51 изображен суппорт четырехстороннего продольно-фрезерного станка С25-01. Шпиндель 6 установлен в радиально-упорных подшипниках 9 в верхней опоре и радиальном однорядном подшипнике 5 в нижней опоре. Конструкция шпиндельной сборочной единицы

типовична для деревообрабатывающих станков продольно-фрезерной группы.

Перед сборкой индивидуально подбирают пару радиально-упорных подшипников верхней опоры и проверяют на краску поверхность контакта гильзы 7 с корпусом 8. Натяг в подвижном соединении верхней опоры создают при затяжке винтов 13. Усилие передается через вкладыши лабиринтного уплотнения 11 внутреннему кольцу верхнего подшипника. Наружные кольца подшипников соединены друг с другом втулкой 10. Прокладка 12 ограничивает усилие затяжки винтов. Толщина прокладки подбирается таким образом, чтобы при затяжке винтов 13 натяг в соединении составил 500 Н. После предварительной сборки величину натяга контролируют. В случае несоблюдения требования на

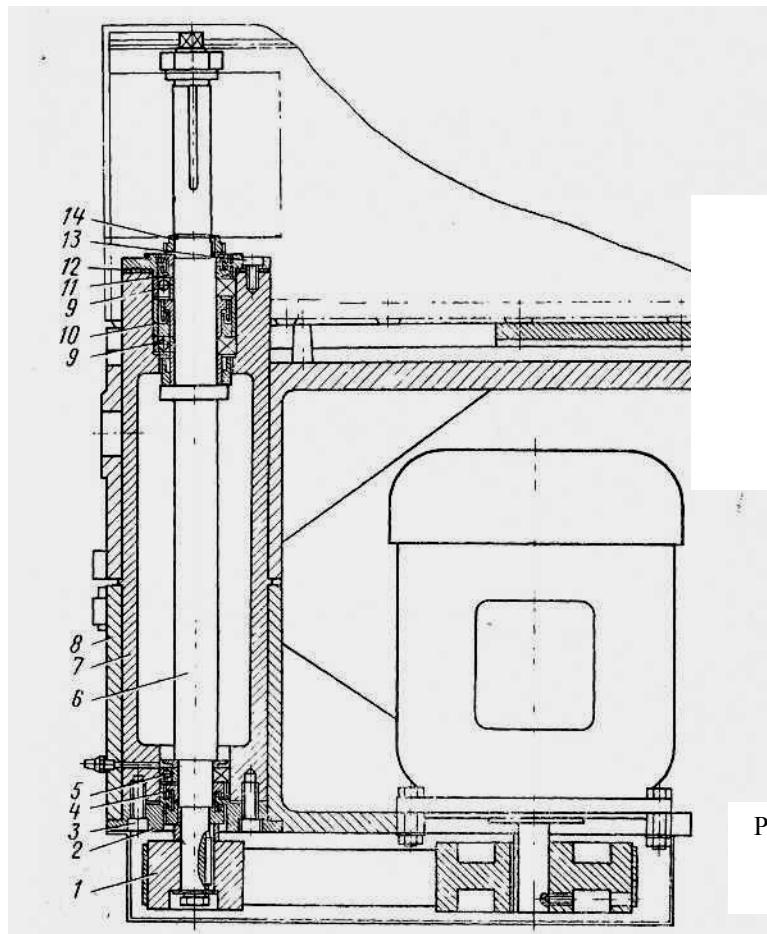


Рис. 51. Вертикальный суппорт четырехстороннего продольно-фрезерного станка С25-01

величину натяга, лабиринтное уплотнение снимают и прокладку 12 перешлифовывают на требуемую толщину или заменяют новой. При необходимости шабрят сопрягаемые поверхности гильзы и лабиринтного уплотнения. После доводки и контроля детали тщательно промывают и клеймят номером комплекта. Далее сборка выполняется в такой последовательности: а) сборка шпинделя с опорными кольцами уплотнений; б) установка шпинделя в гильзу; в) монтаж верхней опоры с втулкой 10; г) установка лабиринтного уплотнения, затяжка винтов 13 и накидной гайки 14; д) монтаж нижней опоры; е) установка втулок 4 и вкладыша 2 лабиринтного уплотнения с затяжкой винтами 3; ж) монтаж шкива 1; з) установка гильзы 7 в корпус 8.

§ 6. Сборка корпусных деталей и станин

Корпусные детали и станины изготавливают литыми из чугуна или сварными из листовой стали. Литые станины выполняют цельными и сборными. Корпусные детали сборных станин поступают на сборку в обработанном виде. В процессе сборки контролируют размеры и форму деталей по трем координатам, подготавливают рабочие поверхности. С помощью приспособлений выверяют составные детали по требуемому расположению и штифтуют их. Штифтовка предназначается для фиксации деталей относительно друг друга и исключает погрешности при сборке. Крепят составные части сборных станин с помощью резьбовых соединений. После сборки базовые поверхности обрабатывают на фрезерных или строгальных станках и шлифуют.

Станины должны быть подготовлены к общей сборке станка. В подготовку входят операции по установке, проверке размеров и геометрической формы, разметке, сверлении отверстий и отделке.

Установка станины. Для выполнения сборочных операций станину устанавливают на специальном стенде, на башмаки или на клинья, а также на поддоны, которые в дальнейшем служат для транспортировки готового изделия. Устанавливают станины по уровню.

Проверка размеров и геометрической формы. Проверку выполняют для доведения базовых поверхностей до требуемого состояния. Операции производят вручную или с помощью электрифицированного инструмента. При этом шабрят базовые поверхности до требуемой плоскости, прямолинейности, взаимной перпендикулярности; шлифуют отверстия и выполняют другие операции.

Разметка. Она применяется для выполнения операций, которые не могут быть выполнены в механических цехах, например сверление отверстий и др. Размечают детали по шаблонам.

Сверление отверстий. Сверление производится с помощью кондукторов. Как правило, на сборке сверлят неответственные отверстия небольшого диаметра. Применяемый инструмент – электрические дрели. При необходимости обрабатывают торцы у отверстий зенкерами, резцами для обработки торцов.

Отделка. Существует несколько способов отделки: декоративное шабрение, полирование, гидрополирование и окраска. Первыми тремя способами отделяют металлические поверхности, не подлежащие окраске. Окраске подвергаются все необработанные поверхности. При окраске поверхность выравнивают, очищают от окалины и коррозии, обезжиривают. Затем грунтуют, шпатлюют и красят.

§ 7. Сборка механизмов подач и органов управления

Механизмы подач должны осуществлять перемещение заготовок по строго заданным координатам с установленной скоростью подачи. При сборке этих механизмов следует выполнять требования точности размеров и формы как самих механизмов, так и установочных поверхностей, по которым они перемещаются. На установочные (базовые) поверхности стандартом определены предельно допустимые отклонения размеров. В процессе сборки механизмов подач величины несовпадения сопрягаемых контуров корпусных деталей, платиков, фланцев, кронштейнов, кожухов, крышек и др. должны быть указаны в технической документации.

При сборке и регулировке органов управления следует руководствоваться следующими требованиями:

- а) предельная величина биения маховиков, штурвалов, лимбов и других, даже

неответственных, деталей должна указываться в конструкторской документации;

б) должна обеспечиваться жесткость и безотказность действий, надежная фиксация рукояток управления в каждом положении;

в) указатели на лимбах, рукоятках, кнопках и других органах управления должны соответствовать табличным показателям;

г) усилие на рукоятках и маховиках при постоянном ручном управлении не должно превышать 40 Н, на редко используемых, включаемых не более 5 раз в смену — 160 Н, включаемых не более 25 раз — 80 Н;

д) органы управления не должны иметь самопроизвольных перемещений, при необходимости их снабжают блокировками, исключающими возможность несовместительных движений сборочных единиц.

§ 8. Общая сборка станков

Технологический процесс сборки и ее последовательность во многом зависят от структуры изделия, его назначения, компоновки, размеров и массы сборочных единиц, деталей и механизмов, класса точности, готовности к сборке деталей после механической обработки и серийности выпуска изделия. Эти факторы определяют требования к методам и организации сборки,

Технологическая схема сборки, ее экономичность во многом определяются размерными цепями и наиболее эффективными методами их решения. Решения размерных цепей ставят задачи о вводе в конструкцию дорогостоящих компенсаторов или позволяют обойтись без них. Наряду с этим учитываются конкретные конструктивные решения, удобство сборки, возможности механизации сборочных работ.

При установлении последовательности сборки рекомендуется руководствоваться следующими положениями:

а) сборку следует начинать с установки и выверки основных исходных баз в трех плоскостях; обычно этими базами являются установочные поверхности станин, отверстия под шпинделем и т. д.;

б) последующую сборку необходимо проверить решением размерных цепей; при этом построение размерных цепей ведут от выбранной базовой поверхности с учетом удобства сборки.

Установленный порядок в каждом конкретном случае выбора технологического процесса сборки требует уточнения для получения наиболее экономичного и удобного выполнения основных операций и обеспечения точности и надежности выполнения сборочных работ. В частности, следует максимально сократить объем слесарно-пригоночных работ и дополнительную разборку конструкций. Для изделий, имеющих несколько установочных поверхностей, в целях сокращения времени на сборку рекомендуется организовывать параллельную сборку.

Общий порядок сборки станков может быть принят следующий:

А. Установка сборочных единиц типа колонн и других корпусных деталей на станину. Их крепят к станине болтами с помощью динамометрических ключей. Установку контролируют: плотность прилегания проверяют щупами, а положение — на параллельность и перпендикулярность. Схема проверки перпендикулярности изображена на рис. 52, а, параллельности — на рис. 52, б; на этих рисунках 1 — контрольное приспособление; 2 — индикатор; 3 — металлический угольник; 4 — уровень.

Б. Установка сборочных единиц типа столов, салазок, суппортов, механизмов подач. Как правило, эти сборочные единицы устанавливают на станину в предварительно собранном виде. Перед сборкой их монтируют на стенде, где выполняют пригонку установочных поверхностей и другие операции с помощью приспособлений или механизированного инструмента. При производстве слесарно-пригоночных работ по установке собранных механизмов непосредственно на станине применение инструмента и приспособлений ограничено недостаточной специализацией рабочего места.

Столы устанавливают непосредственно на станину и контролируют их плоскостность. При необходимости опорные поверхности станин шабрят, добиваясь требуемой плоскости столов.

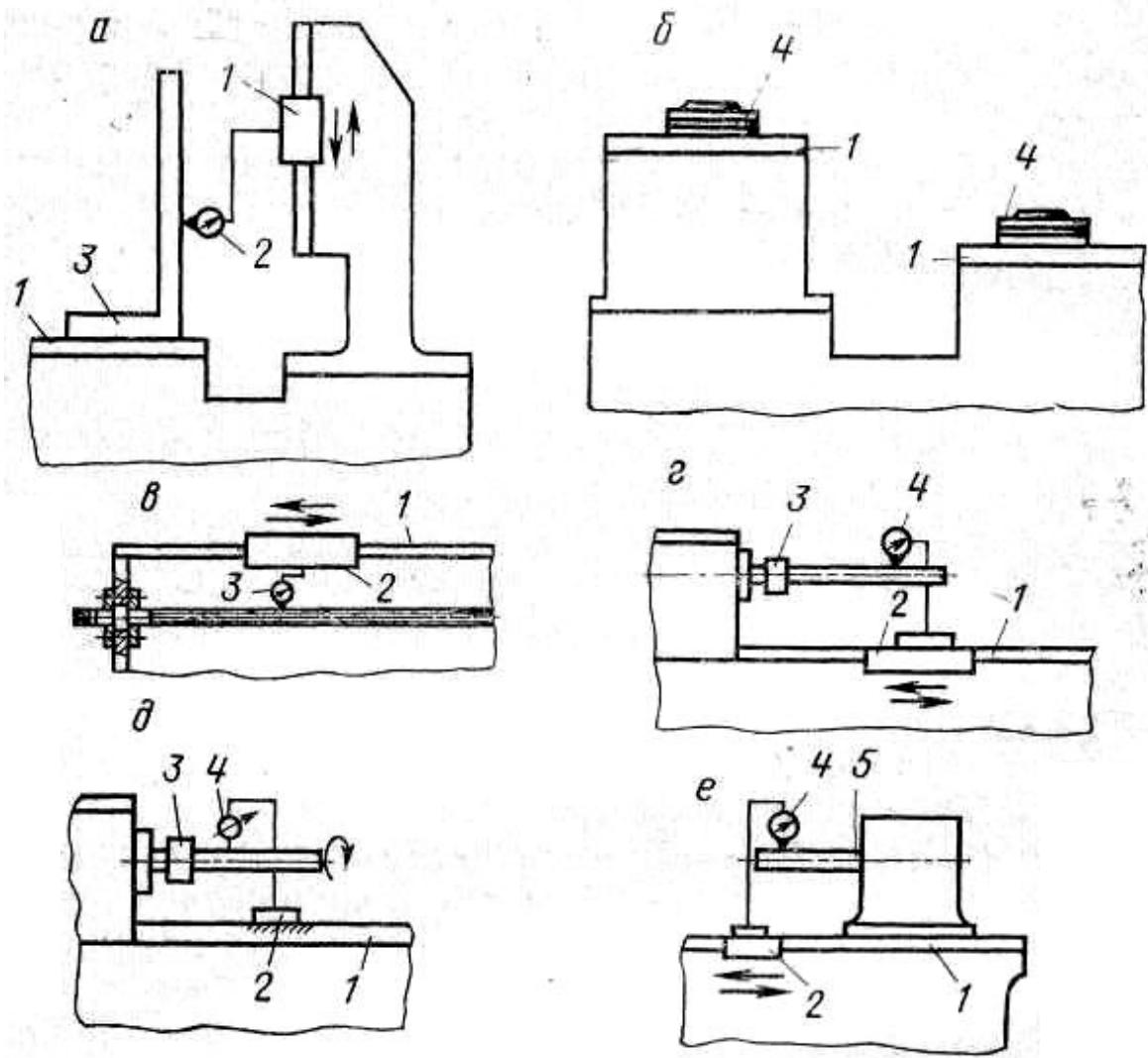


Рис. 52. Схемы проверок при общей сборке станка

При установке суппортов, механизмов подач и т. д. необходимо проверить: сопряжение установочных поверхностей на краску или щупом; параллельность направляющих поверхностей монтируемых сборочных единиц главным осям станины в продольном и поперечном направлениях; прямолинейность направления перемещения сборочных единиц в вертикальной и горизонтальной плоскостях; перпендикулярность взаимного расположения; плавность перемещения их по станине. Проверки выполняют с помощью приспособлений и универсальных измерительных средств.

В. Установка сборочных единиц типа вариаторов, коробок скоростей и подач. При их установке требуется хорошее прилегание опорных поверхностей к установочным поверхностям станины, а также правильное расположение на ней. Это достигается шлифовкой опорных поверхностей или шабрением. Взаимное сопряжение проверяется щупом. Для отдельных сборочных единиц, воспринимающих большие нагрузки, проверяется после установки и жесткость системы. Проверка заключается в определении фактического отклонения испытуемого механизма от первоначального положения при приложении к нему определенной нагрузки и сравнении этой величины с допустимой. Нагружение производится динамометром, а регистрация отклонений — индикатором.

Г. Установка винтов. Винты устанавливаются внутрь станин или корпусных деталей для перемещения суппортов при настройке в вертикальных или горизонтальных плоскостях, а также

для перемещения подающих, прижимных и других механизмов.

Винты монтируют в подшипниках скольжения и контролируют расположение их осей относительно направляющих, по которым перемещается сопрягаемый с винтом механизм. Кроме того, ось гайки винта должна совпадать с осью винта и с осями подшипников скольжения. Контроль производится по схеме, изображенной на рис. 52, в, где 1 — установочная поверхность станины; 2 — контрольное приспособление; 3 — индикатор. Можно также контролировать субъективно: вращением рукоятки винта перемещать объект на предельный настроечный размер и замерить усилие на рукоятке динамометром. После установки и крепления винта проверяют и регулируют его осевое биение, отсутствие заеданий в подшипниках.

Д. Установка сборочных единиц типа передней и задней бабок (для токарных станков). В процессе установки передней и задней бабок добиваются плотного прилегания опорных поверхностей к установочной поверхности станины и направляющим. Плотность прилегания контролируют на краску или щупом. При необходимости поверхности шабрят. При установке важно добиться совпадения осей вращения передней и задней бабок. Совпадения осей добиваются выставкой задней бабки.

В процессе установки контролируют параллельность оси вращения шпинделя направляющим станины (рис. 52, г), радиальное биение оси вращения шпинделя (рис. 52, д), параллельность оси вращения пиноли задней бабки направляющим станины (рис. 52, е); на рис. 52, г, д, е, 1 — направляющие станины; 2 — контрольное приспособление; 3 — шпиндель; 4 — индикатор; 5 — пиноль.

Е. Подготовка станка к испытанию. В подготовку станка к испытанию входят: заливка масла в коробку скоростей, коробку подач, бак гидросистемы до уровня маслоуказателя; протирка и смазка маслом направляющих поверхностей; проверка гидро- и пневмосистем, электроуправления, силовых электрических цепей, наличия заземления и др., т. е. весь комплекс работ по материальному обеспечению пуска, регулирования, опробования и обкатки оборудования.

§ 9. Система контроля качества

Системой контроля качества технического обслуживания и ремонта называют комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на повышение уровня технического обслуживания и ремонта с целью обеспечения наивысшей эффективности эксплуатируемого оборудования. Для повышения эффективности системы контроля необходимо контролировать не только результат труда ремонтных рабочих, но и организовывать управляющее воздействие на процесс ремонта. Это позволяет переводить систему контроля на более высокий уровень управления качеством — систему управления качеством ремонта.

Основная задача системы — контроль качества: 1) технического обслуживания машин; 2) подготовки данных и технической ремонтной документации; 3) разработки технологического процесса ремонта; 4) изготовления деталей для ремонта; 5) восстановления деталей; 6) производства разборки и сборки машины; 7) проведения приемочных испытаний; 8) метрологического обеспечения технического обслуживания и ремонта.

Контроль качества технического обслуживания машин. Контроль качества технического обслуживания машин касается всех видов обслуживания: эксплуатационного, регламентированного и дежурного.

Контроль качества должен быть направлен на выполнение в полной мере и в соответствии с техническими требованиями задач, стоящих перед техническим обслуживанием. В каждом случае действия ремонтных рабочих должны быть регламентированы как по содержанию и характеру выполненных работ, так и по времени их выполнения. Регламентация должна быть проведена в виде стандарта предприятия на техническое обслуживание оборудования. В стандарте предусматривается контроль и отчетность за мероприятия по техническому обслуживанию и увязанные с ними меры экономического стимулирования.

Контроль качества подготовки технической ремонтной документации. Основной документ, определяющий объем и характер ремонта, а, следовательно, и степень соответствия отремонтированной машины техническим условиям на новую, — дефектная ведомость. При составлении

дефектной ведомости необходимо предусмотреть необходимый комплекс работ, включающий ремонт части деталей, восстановление которых технически возможно и экономически целесообразно, и замену других деталей, восстановление которых либо невозможно, либо экономически нецелесообразно. Часть деталей может быть оставлена без ремонта, несмотря на то, что они также находились в эксплуатируемой машине и претерпели определенный износ. Чем большее число деталей оставлено без ремонта и замены, тем меньше стоимость ремонта.

Однако отремонтированная машина должна соответствовать в возможно большей степени техническим условиям на новую. Эта задача осложняется тем, что изготовленные в условиях ремонтного цеха новые детали могут не в полной мере соответствовать качеству деталей, изготовленных на машиностроительном заводе при выпуске новой машины. Составителю дефектной ведомости необходимо разбраковать все детали на три указанные группы с учетом допустимого уровня износа отдельных сопрягаемых поверхностей детали. Допустимым считается износ, если деталь, установленная в сопряжение с другой деталью, обеспечит работоспособность механизма в пределах, заданных ТУ, определенное время, например до следующего ремонта.

Существующие нормы предельных износов деталей имеют общий характер. В условиях каждой машины предельные износы деталей зависят от назначения как самой машины, так и функций каждого механизма, от конструктивных решений, предусматривающих различного рода регулировки и компенсаторы износов, от качества материала и качества поверхностей и т. п. Поэтому задача выделения деталей, пригодных для дальнейшего использования, чрезвычайно трудная. Станкозаводы частично облегчают ее, помещая в инструкции по эксплуатации чертежи быстроизнашивающихся деталей. В этом случае пригодность детали определяется контролем ее наиболее важных размеров и сравнением их с допустимым значением, проставленным на чертеже. Обычно в ремонтной документации число чертежей на детали ограничено. Поэтому о пригодности части деталей к дальнейшему использованию приходится принимать решение на основании опыта.

С этой точки зрения контроль дефектной ведомости имеет очень большое значение для повышения качества ремонта. Особенно контроль эффективен, когда дефектную ведомость составляет специалист, не обладающий необходимым опытом. Контроль в этом случае должен производить опытный контрольный мастер. Необходимо добиваться, чтобы дефектная ведомость была составлена достаточно подробно, чтобы в ней максимально широко и наиболее точно отражался будущий ремонт машины.

Контроль качества ремонтных чертежей должен соответствовать требованиям ЕСКД.

Контроль качества изготовления деталей для ремонта. Новые детали для ремонтируемой машины обычно изготавливают в РМЦ. Здесь должен быть наложен пооперационный контроль. Каждую операцию должен принимать работник ВТК ОГМ по чертежу детали с отметкой в наряде и маршрутно-сопроводительной карте. На детали после контроля операции необходимо наносить клеймо годности. Окончательно изготовленная деталь проходит финишный контроль, где устанавливают соответствие ее чертежу и техническим условиям. Обязательно устанавливают соответствие чертежу металла, из которого деталь изготовлена. Замена материала детали может быть произведена лишь с разрешения ОГМ, зафиксированного подписью лица, давшего разрешение в штампе изменений на чертеже детали. Принятую деталь клеймят клеймом финиш-контроля. На забракованную деталь наносят клеймо с надписью «Брак».

Контроль качества восстановления деталей. Базовые и корпусные детали, изготовление которых в условиях деревообрабатывающего предприятия — весьма трудное, дорогое, а иногда и невозможное мероприятие, обычно во время капитального ремонта восстанавливают. При этом применяют заварку, наплавку, постановку пробок и накладок и т. п. При восстановительном ремонте необходимо обеспечить качество детали в пределах требований на новую. Это очень сложно. При ремонте базовых деталей необходима наиболее высокая квалификация как рабочих, так и контрольных мастеров. Ремонт, особенно восстановление, изношенных направляющих — наиболее сложная задача. Направляющие ремонтируют строганием и шлифованием с использованием специальных приспособлений. Для проверки прямолинейности, параллельности и спиральной извернутости направляющих станин, например прирезных станков, применяют универсальное приспособление (рис. 53). Приспособление имеет Т-образный в плане мостик с

шарнирными опорами 1 и 3. Четыре опоры 1 мостика размещают на левой направляющей, а одну опору 3 — на правой. Перемещая приспособление вдоль направляющих по показаниям индикаторов 4, 5 и уровня 2, определяют погрешности направляющих как во время ремонта, так и при приемке выполненной работы.

Восстанавливают обычно и такие трудоемкие в изготовлении детали, как шпинделы. Контроль качества ремонта шпинделя производят пооперационно, применяя специальные контрольные приспособления. Например, при проверке конического отверстия на биение используют индикатор и коническую оправку, вставленную в отверстие.

При ремонте машины большой объем имеют пригоночные работы. От качества пригоночных работ зависит жесткость стыков и всей технологической системы, а, следовательно, и технологическая точность машины. Пригоночные работы выполняют слесари, а контроль либо мастер, либо механик цеха. Принимают слесарные работы поэтапно, по мере их выполнения. Дефектная ведомость и технология ремонта должны предопределять поэтапную приемку.

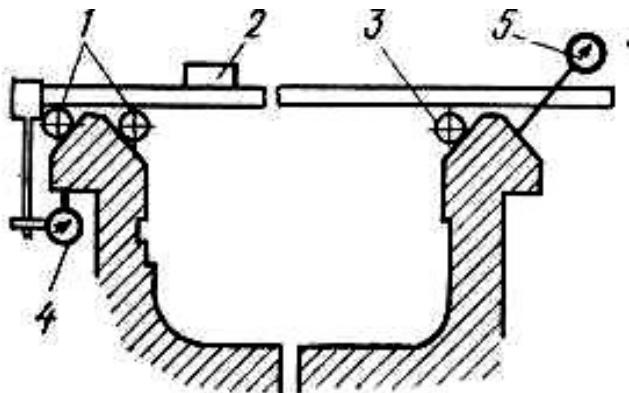


Рис. 53. Схема универсального приспособления для проверки точности направляющих

§ 10. Метрологическое обеспечение технического обслуживания и ремонта оборудования

Ремонтная служба предприятия может выполнять свои функции по обеспечению высокой работоспособности оборудования лишь при высоком уровне метрологического обеспечения.

При выполнении ремонтных работ и обслуживании оборудования делают следующие измерения: 1) точности линейных размеров; 2) точности формы поверхностей; 3) точности взаимного расположения поверхностей; 4) шероховатости поверхностей; 5) точности движения рабочих органов оборудования; 6) точности кинематических цепей; 7) статической жесткости оборудования; 8) динамической уравновешенности вращающихся деталей; 9) вибрации установочных поверхностей; 10) шума оборудования; 11) давления подающих органов машин; 12) давления жидкостей и воздуха; 13) твердости материалов; 14) специальные измерения.

Практически для всех перечисленных измерений наша промышленность выпускает большое количество измерительных средств различных диапазонов измерений и различных классов точности. Кроме серийно выпускаемых приборов при ремонте оборудования применяют большое количество специальных мерительных средств, изготавливаемых самими ремонтными службами. Это, например, приспособления для замера статической жесткости, универсальные мостики для проверки геометрической точности направляющих.

Для организации метрологического обеспечения ремонтных работ, проведения измерений и хранения средств измерений при РМЦ организуют контрольно-проверочный пункт (КПП), подчиненный главному механику предприятия административно и измерительной лаборатории предприятия — функционально (рис. 54).

§ 11. Экономическая эффективность капитального ремонта оборудования

Значение капитального ремонта в экономике отрасли. Амортизационные отчисления предприятия позволяют ежегодно восстанавливать изнашивающееся в процессе эксплуатации оборудование. При этом предприятие за счет образующихся средств может произвести либо полное восстановление оборудования, т. е. закупить взамен списанного новое, либо произвести частичное восстановление, т. е. произвести его капитальный ремонт. Предприятие в каждом конкретном случае должно решить, что для него целесообразно. При решении этого вопроса

выбор основывается прежде всего на экономической целесообразности. При этом сравнивать необходимо две конкретные машины, имеющие определенные стоимости и технико-экономические показатели. Для предприятия целесообразна та машина, которая обладает не только большей производительностью, но и меньшими затратами на единицу продукции.

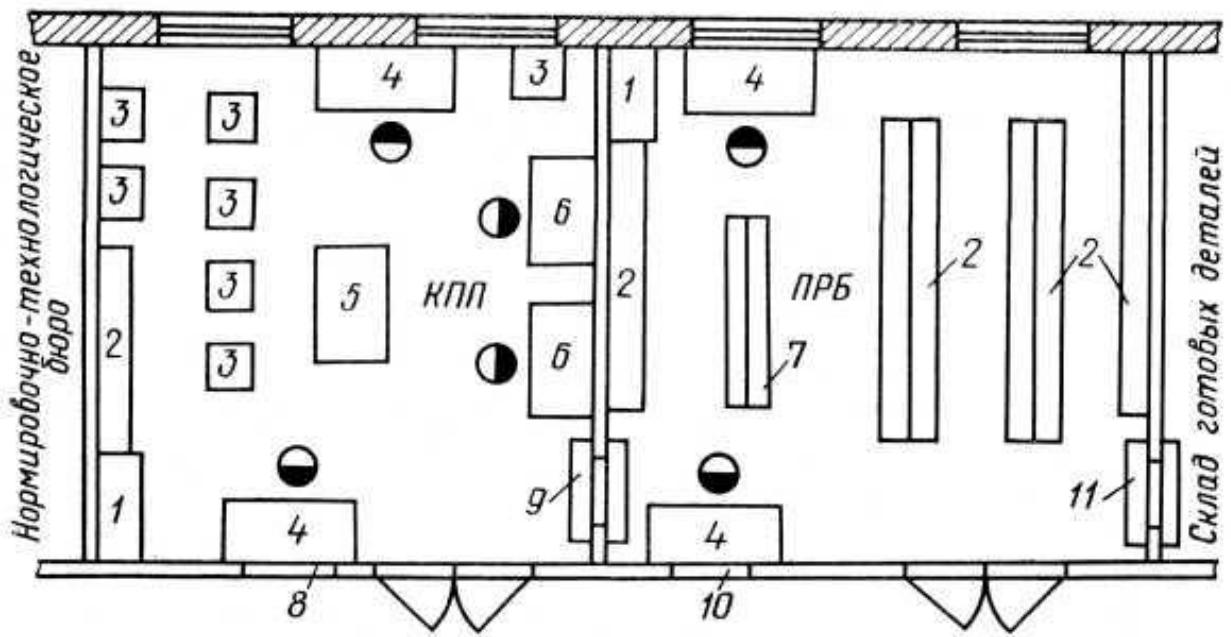


Рис. 54. Планировка контрольно-проверочного пункта:

1 — шкаф; 2 — стеллаж; 3 — контрольно-измерительные приборы; 4 — стол; 5 — контрольная плита; 6 — стол контролера; 7 — картотека заказов; 8 — окно приема деталей на контроль; 9 — окно передачи деталей, прошедших контроль в ПРБ; 10 — окно приема заказов; 11 — окно передачи готовых деталей на склад

При сравнении двух вариантов надо учитывать капитальные затраты не только на оборудование, но и на площадь цеха, затраты на демонтаж и монтаж. Затраты, связанные с приобретением нового оборудования, Kd эффективны в том случае, если время $t_{норм}$, в течение которого они окупаются уменьшением эксплуатационных расходов, приходящихся на единицу продукции $C_э$, меньше отраслевого нормативного срока окупаемости.

Однако при выборе варианта необходимо учитывать и ряд других факторов, например наличие фондов на новое оборудование, необходимость оборудования, дающего существенно лучшее качество продукции. Необходимость улучшения условий труда или техники безопасности может оказаться решающее влияние на выбор оптимального варианта.

§ 12. Техника безопасности при сборочных работах

При рубке, резке и опиловке металла, т. е. при производстве слесарно-пригоночных работ, особое внимание следует обращать на организацию рабочего места. Слесарные и сборочные верстаки рекомендуется обшивать оцинкованной сталью и правильно расставлять их в цехе. Они должны находиться в устойчивом положении, в достаточной степени освещаться и иметь надежно укрепленные тиски или приспособления.

При рубке металла на одного рабочего отводится 1,25 м вдоль верстака. Каждое рабочее место отделяется проволочной сеткой с размерами ячеек 4x4 мм. В сборочных цехах наряду со стационарными рекомендуется применять и передвижные верстаки, обеспечивающие безопасность работы, более качественную сборку и культурную организацию рабочего места.

Запрещается пользоваться неисправным слесарным инструментом, транспортными или подъемными механизмами с поврежденными крюками, канатами, цепями, блоками и т. д., а также не прошедшими технического освидетельствования.

Для промывки деталей следует использовать моечные машины; погружать детали в ванны в специальных решетках или сетчатых корзинах при помощи тельфера или ручной тали. После

окончания этого процесса все детали в обязательном порядке следует обмыть горячей водой для смычки остатков каустической соды и предупреждения ее вредного воздействия на руки рабочих. Для предотвращения попадания в помещение паров каустической соды, используемой для мытья деталей, моечные машины или выварочные ванны следует оборудовать вытяжной вентиляцией.

При сборке станков рабочие части режущих инструментов должны закрываться автоматически действующими ограждениями. На ограждения должны наноситься сигнальные цвета в соответствии с требованиями стандартов.

Крепление на станках патронов, планшайб, оправок и других съемных элементов должно быть надежным, исключающим самопроизвольное ослабление их в процессе работы. В местах, где возможно самоотвинчивание или самовыпадение гаек, винтов, штифтов и т. п., должны быть установлены предохранительные устройства, исключающие проявление какой-либо опасности.

Резьбы рабочих валов и шпинделей для крепежных гаек у всех станков должны иметь направление противоположное вращению режущих инструментов.

Тяжелые сборочные единицы станков массой более 12 кг должны иметь специальные устройства (отверстия, рым-болты) для безопасного их перемещения во время сборки. Эти устройства следует размещать с учетом, положения центра масс,

ГЛАВА 6. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ РЕМОНТА

§ 1. *Организация службы ремонта на предприятии и в цехе*

Ремонт оборудования на деревообрабатывающих предприятиях выполняют службы механика и энергетика. Эти службы на предприятии существуют как его структурные подразделения. Служба механика выполняет работы по техническому обслуживанию и ремонту механической части оборудования, служба энергетика — электротехнической части.

Организация службы ремонта механической части оборудования заключается в разделении труда между рабочими и техническим персоналом этой службы. В зависимости от организации ремонтного производства структура службы механика различна.

При централизованном способе выполнения ремонтных работ ремонт всего оборудования предприятия выполняет ремонтно-механический цех (РМЦ). РМЦ подчинен отделу главного механика (ОГМ), который планирует и выполняет все ремонты силами ремонтно-механического цеха или ремонтных бригад, имеющихся в производственных цехах предприятия и входящих в состав РМЦ. В этом случае главный механик предприятия несет полную ответственность за выполнение всех видов ремонта, а механики цехов подчинены начальнику ремонтно-механического цеха или непосредственно главному механику завода.

Децентрализованный способ выполнения ремонта предусматривает выполнение всех видов ремонта силами ремонтных бригад производственных цехов. Для этого в каждом цехе создают свою ремонтную службу. Цеховая ремонтная служба получает необходимый инженерно-технический состав, бригады слесарей и ремонтно-механическую мастерскую. Цеховая ремонтная служба находится в штатах цеха и подчинена начальнику цеха. Главный механик предприятия руководит этой службой функционально.

При смешанном способе выполнения ремонтных работ ремонт наиболее массового и сложного оборудования выполняет РМЦ, а остальные ремонтно-профилактические мероприятия осуществляют цеховые ремонтные службы.

Отдел главного механика представляет собой орган завоудупления, обеспечивающий постоянную работоспособность и хорошее техническое состояние оборудования предприятия и несущий за это ответственность. ОГМ имеет ряд структурных подразделений: конструкторское бюро, технологическое бюро, бюро планово-предупредительного ремонта, планово-производственное бюро и центральную кладовую ремонтной оснастки.

Конструкторское бюро ОГМ разрабатывает чертежи согласно дефектным ведомостям ремонтируемого оборудования; выполняет проекты по модернизации оборудования; разрабатывает конструкции приспособлений и оснастки для проведения ремонтных работ и т. д.

Технологическое бюро ОГМ осуществляет техническое руководство ремонтом на предприятии: обеспечивает технологической документацией проведение слесарно-сборочных

работ; разрабатывает карты проверки оборудования; разрабатывает новые методы проведения ремонта; внедряет в ремонтное производство передовую технологию ремонта; наблюдает за технической вооруженностью ремонтных баз; проводит контроль за соблюдением технологической дисциплины в производственных цехах предприятия; оказывает техническую помощь при ремонте сложного оборудования; разрабатывает и обеспечивает выполнение плана организационно-технических мероприятий службой ремонта.

Бюро планово-предупредительного ремонта ОГМ составляет годовые графики ППР, в течение планируемого периода производит их корректировку в зависимости от изменений в составе оборудования; следит за осуществлением графиков ППР, а также контролирует техническое состояние оборудования и его эксплуатацию.

Планово-производственное бюро ОГМ планирует работу ремонтно-механических цехов и ремонтных бригад, подчиненных отделу главного механика; планирует выполнение капитальных ремонтов и модернизации оборудования, изготовление и накопление запасных частей.

Центральная кладовая ремонтной оснастки и приспособлений ОГМ хранит и выдает в кратковременное пользование инструмент и приспособления, необходимые при ремонте оборудования.

Ремонтно-механический цех — производственная база ОГМ. В зависимости от структуры и размера предприятия ремонтно-механических цехов может быть несколько. РМЦ, в свою очередь, в зависимости от организации ремонтного производства на предприятии имеет различные задачи и функции. При централизованном способе выполнения ремонтных работ РМЦ имеет в своем составе ремонтные бригады в производственных цехах. Силами РМЦ и ремонтных бригад выполняются все виды ремонта на предприятии. Кроме того, РМЦ производит модернизацию оборудования, изготавливает запасные части и сборочные единицы, приспособления для ремонта и т. д. При смешанном способе выполнения ремонтных работ РМЦ участвует совместно с цеховыми ремонтными службами в капитальном ремонте особо сложного оборудования; в РМЦ выполняется ремонт типового оборудования с организацией поточного метода ремонта с предварительной подготовкой сборочных единиц и деталей; РМЦ выделяет в помощь цеховым ремонтным службам специализированные бригады для ремонта сложного оборудования; РМЦ выполняет ремонт оборудования производственных участков, не входящих в состав производственных цехов и не имеющих собственных ремонтных служб, а также выполняет во всех цехах предприятия ремонтные операции, требующие специальных навыков и приспособлений (например, закаливание и шлифование станин и др.) и осуществляемые на месте ремонта; РМЦ производит комплексную типовую модернизацию оборудования по требованию производственных цехов и выполняет капитальный ремонт резервного оборудования производственных цехов, на который не рассчитана цеховая ремонтная служба. При децентрализованном способе выполнения ремонтных работ. РМЦ в составе предприятия отсутствует; все виды ремонта осуществляются цеховыми ремонтными службами.

Ремонтная служба цеха в общем случае состоит из механика, мастера, конструктора, бригады слесарей (ремонтных рабочих). Производственная база ремонтной службы — ремонтно-механическая мастерская. Ремонтная служба цеха при децентрализованном способе выполнения ремонтных работ выполняет всё виды ремонта всего оборудования цеха, в составе которого она находится; при смешанном способе выполнения ремонтных работ цеховая служба выполняет мелкий и, частично, средний ремонт своими силами, а капитальный ремонт и ремонт особо сложного оборудования — совместно с ремонтно-механическим цехом; при централизованном способе выполнения ремонтных работ надобность в цеховых ремонтных службах отпадает.

Бригады слесарей (ремонтных рабочих), как и в целом ремонтная служба цеха, в зависимости от производственной структуры, мощности и назначения цеха имеют разный профессиональный и количественный состав.

В обязанности дежурных слесарей-ремонтников восьмирамного лесопильного цеха входит выполнение регламентированных профилактических работ и устранение возникающих в ходе производства неисправностей оборудования. Текущие обязанности по дежурству слесарь-ремонтник выполняет по закрепленной за ним части оборудования. Оборудование распределяется между слесарями поровну. Такой принцип распределения обязанностей способствует взаимозаменяемости слесарей.

Помимо общих обязанностей по смене и связанной с этим коллективной заинтересованностью в поддержании оборудования в работоспособном состоянии каждый дежурный слесарь-ремонтник имеет несколько единиц оборудования, закрепленных за ним персонально. За состояние этого оборудования он несет персональную ответственность. По закрепленному оборудованию слесарь имеет запасные быстроизнашающиеся части и специальные ремонтные приспособления. В обычные дни недели дежурные слесари-ремонтники особенно внимательно изучают состояние закрепленного за ними оборудования и выявляют потребность в ремонтных рабочих, а в профилактические (ремонтные) дни каждый из них выполняет необходимый объем профилактических и ремонтных работ прежде всего по закрепленному за ним оборудованию.

Слесарь-ремонтник VI разряда считается старшим по смене. На него возлагается координация действий звена дежурных слесарей-ремонтников и руководство всеми ремонтными рабочими в случае аварийной ситуации.

Для выполнения ремонтных работ и цеховых технических мероприятий по повышению эффективности производства (модернизации оборудования, совершенствованию технологии) в штатном расписании предусмотрены слесари-ремонтники ремонтных бригад, слесари-электросварщики, токари. Возглавляет бригаду слесарь-ремонтник VI разряда. В обычные рабочие дни недели бригада разбивается на две группы, работающие попеременно в 1-ю и 2-ю смены. Бригадир постоянно работает в 1-ю смену. В эти дни бригада занята подготовкой сменных ремонтных комплектов деталей и сборочных единиц. При необходимости по инициативе старшего дежурного слесаря-ремонтника рабочие ремонтной бригады привлекаются для выполнения аварийных работ.

В ремонтный день недели группа слесарей во главе с бригадиром выполняет ремонты по графику ППР. Часть состава распределяется для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту по потребности.

В обязанности слесарей-смазчиков входит выполнение графика обслуживания смазочных устройств и гидробаков с периодичностью работ 1 раз в сутки и реже. Для этого они используют регламентированные перерывы и рабочие дни. Кроме того, в обязанности слесарей-смазчиков входит доставка и подготовка смазочных, промывочных и обтирочных материалов, содержание и ремонт смазочного инвентаря. Ответственность за ежесменную смазку возлагается на дежурного слесаря-ремонтника смены. Непосредственно ежесменную смазку выполняет слесарь-ремонтник II разряда, выделяемый во все три смены из состава ремонтной бригады. В свободное от смазки время слесарь-ремонтник II разряда занимается ремонтными работами. Слесари-смазчики работают попеременно в 1-ю и 2-ю смены. Слесарь-смазчик IV разряда является старшим.

В обязанности шорника входит склейка (вулканизация) плоских приводных ремней, а также ремонт истыковка транспортерных лент в регламентированные перерывы и ремонтные дни. Шорники работают в две смены.

В обязанности плотников-столяров входит выполнение текущих работ и выполнение отдельных поручений механика или начальника цеха.

Структурная схема ремонтной службы цеха представлена на рис. 55.

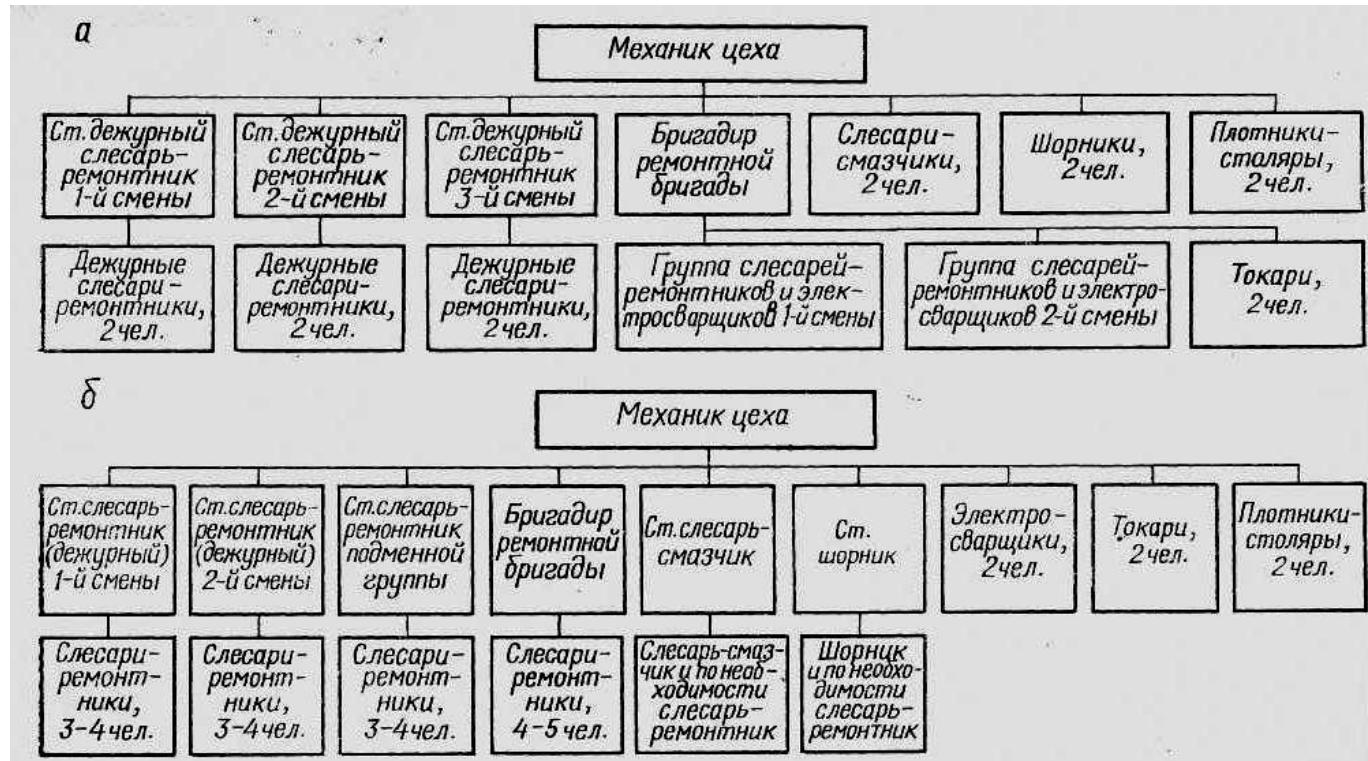


Рис. 55. Структурная схема службы механика восьмирамного лесопильного цеха: а- для обычных дней недели; б для профилактического (ремонтного) дня

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Комаров Г. А., Чуков Г. С. Монтаж и ремонт деревообрабатывающего оборудования
М., 1978. 264 с.

Амалицкий В. В., Комаров Г. А. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего
оборудования. М., 1982. 336 с.

Амалицкий В. В. Надежность деревообрабатывающего оборудования. М., 1974. 157 с.

Вызов В. И., Иванищев Ю. П. Надежность лесопильного оборудования. М., 1972. 125
с.

Бабушкин И. А., Серов А. В. Техническая эксплуатация
и ремонт оборудования лесопромышленных предприятий. М., 1971. 285 с.

Гузенков П. Г. Детали машин. М., 1975. 422 с.

Единая система планово-предупредительного ремонта технологического оборудования
лесопильных и деревообрабатывающих предприятий. Руководящие материалы. М.,
ВНИИДМАШ, 1974.