

В.С. Ванин
В.А. Данилов

**ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ,
МОНТАЖ, СЕРВИСНОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В.С. Ванин, В.А. Данилов

**ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ, МОНТАЖ,
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ОБОРУДОВАНИЯ**

Рекомендовано редакционно-издательским советом ОрелГТУ
в качестве учебного пособия для вузов

Орел 2010

УДК 66.02/08.002.72
ББК Л81-5-05я73-5
В17

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Машины и аппараты пищевых производств»
Орловского государственного технического университета
Л.М. Камозин,

доктор технических наук, профессор, зам. директора по науке
ВНИИ социального развития села
Орловского государственного аграрного университета
И.В. Гальянов

Ванин, В.С.

В17 Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание
оборудования: учебное пособие для вузов / В.С. Ванин,
В.А. Данилов. – Орел: ОрелГТУ, 2010. – 135 с.

Учебное пособие содержит рекомендации по организации ремонта и
техническому обслуживанию оборудования; методам и способам
восстановления деталей при ремонте; последовательности сборки
оборудования; выбору смазочных материалов и их свойствам; способам
производства монтажных работ.

Предназначено студентам, обучающимся по специальности
260601 – Машины и аппараты пищевых производств, изучающим
дисциплину «Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание
оборудования».

УДК 66.02/08.002.72
ББК Л81-5-05я73-5

© ОрелГТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 6 |
| 1. Теоретические основы ремонта. Система технического обслуживания и ремонта отраслевого оборудования | 7 |
| 1.1. Система планово-предупредительного ремонта | 7 |
| 1.2. Межремонтное профилактическое обслуживание | 8 |
| 1.3. Виды ремонта. Теоретические основы ремонта | 9 |
| 2. Организация ремонта и технического обслуживания оборудования | 12 |
| 2.1. Планирование ремонта..... | 12 |
| 2.2. Методы ремонта оборудования | 15 |
| 2.3. Прогрессивные способы организации ремонта | 16 |
| 2.4. Ремонтно-техническая документация | 17 |
| 3. Изнашивание элементов аппаратов и деталей оборудования..... | 19 |
| 3.1. Виды износа: нормальный, аварийный | 19 |
| 3.2. Причины, влияющие на износ деталей оборудования | 21 |
| 4. Подготовительные операции ремонта оборудования | 26 |
| 4.1. Подготовка машин к ремонту | 26 |
| 4.2. Разборка оборудования и его деталей | 27 |
| 4.3. Дефектация деталей..... | 31 |
| 5. Методы и способы восстановления и ремонта деталей и оборудования | 33 |
| 5.1. Методы восстановления деталей при ремонте..... | 33 |
| 5.2. Способы восстановления размеров | 34 |
| 6. Ремонт деталей | 44 |
| 6.1. Ремонт деталей резьбовых соединений | 44 |
| 6.2. Ремонт валов | 45 |
| 6.3. Ремонт шпоночных, шлицевых соединений | 47 |
| 6.4. Ремонт шестеренных цепных передач | 48 |
| 6.5. Ремонт деталей кривошипно-шатунного механизма холодильных машин..... | 52 |
| 6.6. Ремонт соединительных муфт..... | 54 |
| 7. Материалы, инструмент и приспособления, используемые при ремонте..... | 58 |
| 7.1. Материалы, применяемые при ремонте оборудования..... | 58 |
| 7.2. Инструменты для измерения и контроля линейных размеров | 62 |

| | |
|---|-----|
| 7.3. Инструменты для проверки плоскости и прямолинейности..... | 66 |
| 7.4. Инструменты для измерения резьбы..... | 67 |
| 8. Материально-техническая база для выполнения ремонтных и монтажных работ | 70 |
| 8.1. Ремонтные мастерские | 70 |
| 8.2. Монтажные мастерские | 72 |
| 8.3. Основные положения техники безопасности при работе в ремонтных и монтажных мастерских..... | 73 |
| 9. Сборка, контроль и приемка оборудования после ремонта | 75 |
| 9.1. Сборка резьбовых соединений..... | 75 |
| 9.2. Сборка шпоночных, шлицевых и заклепочных соединений | 76 |
| 9.3. Сборка валов и подшипников | 78 |
| 9.4. Сборка зубчатых, ременных и цепных передач | 80 |
| 9.5. Сборка муфт | 83 |
| 9.6. Контроль и приемка оборудования после ремонта | 84 |
| 10. Свойства и выбор смазочных материалов..... | 85 |
| 10.1. Виды смазочных материалов | 85 |
| 10.2. Выбор смазочных материалов..... | 87 |
| 10.3. Способы смазки машин | 88 |
| 11. Организация проведения строительно-монтажных и пусконаладочных работ..... | 91 |
| 11.1. Общие принципы организации монтажных работ | 91 |
| 11.2. Способы производства монтажных работ | 92 |
| 11.3. Подготовка к монтажу | 92 |
| 11.4. Приемка и хранение оборудования | 94 |
| 11.5. Скоростной монтаж..... | 95 |
| 12. Особенности монтажа отраслевого оборудования..... | 96 |
| 12.1. Монтаж транспортного оборудования | 96 |
| 12.2. Монтаж отдельных видов оборудования | 97 |
| 12.3. Основные положения техники безопасности при выполнении монтажных работ | 103 |
| 13. Основные монтажные операции. Материально-технические средства монтажных работ | 107 |
| 13.1. Такелажные работы | 107 |
| 13.2. Разметочные работы..... | 108 |
| 13.3. Устройство фундаментов под оборудование | 109 |

| | |
|---|-----|
| 13.4. Установка и крепление оборудования на фундаменте..... | 112 |
| 13.5. Монтаж технологических металлоконструкций | 114 |
| 14. Диагностические признаки состояния оборудования..... | 118 |
| 14.1. Виды и способы диагностического контроля..... | 118 |
| 14.2. Виброакустический способ диагностики оборудования..... | 119 |
| 15. Уравновешивание колеблющихся масс | 124 |
| 15.1. Причины неуравновешенности | 124 |
| 15.2. Виды балансировки | 124 |
| 16. Эксплуатационно-техническая оценка надежности оборудования | 128 |
| 16.1. Основы теории надежности..... | 128 |
| 16.2. Показатели надежности | 129 |
| Литература | 133 |

ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением технического прогресса в пищевой промышленности является создание прогрессивной технологии, автоматизированных поточных линий и высокопроизводительных видов оборудования. Их внедрение позволит улучшить качество продукции, повысить производительность труда, а также общую культуру производства на пищевых предприятиях.

Простои оборудования из-за неисправности и внепланового ремонта, нарушая производственный процесс, резко ухудшают экономические показатели предприятия, снижают точность в работе отдельных объектов оборудования, что отрицательно сказывается на качестве выпускаемой продукции.

Задача обеспечения надлежащего технического состояния оборудования при минимальных потерях производства решается проведением качественного монтажа оборудования и рациональной организацией его технического обслуживания и ремонта.

Программой предмета «Диагностика, ремонт, монтаж и сервисное обслуживание оборудования» предусмотрено изучение студентами основ техники и организации ремонта оборудования, монтажа нового и демонтажа старого, износившегося оборудования предприятий пищевой промышленности.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕМОНТА. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОТРАСЛЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1. Система планово-предупредительного ремонта

Производственное оборудование является важной частью основных фондов пищевой промышленности. В процессе эксплуатации машин и аппаратов происходит потеря их работоспособности главным образом из-за износа и разрушения отдельных деталей. Поэтому необходимо выполнять ряд мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности оборудования, периодичность которых определяется конструктивными особенностями и условиями эксплуатации.

Такой порядок эксплуатации оборудования рекомендуется системой планово-предупредительного ремонта (СППР), которая и принята в пищевой промышленности.

Система планово-предупредительного ремонта технологического оборудования представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий по надзору, уходу и всем видам ремонта проводимого по заранее разработанному плану с целью обеспечения безотказной работы оборудования.

Система планово-предупредительного ремонта является основным руководящим и нормативным материалом для работников ремонтных и эксплуатационных служб, осуществляющих планирование подготовку и проведение планово-предупредительного ремонта оборудования.

Система ППР включает в себя осуществление следующих основных мероприятий:

– межремонтное профилактическое обслуживание технологического оборудования и его ремонт;

– применение при ремонте современной передовой технологии, обеспечивающей высокое качество и долговечность восстанавливаемых деталей и узлов и эстетику внешнего вида оборудования;

– проведение при ремонте оборудования модернизации отдельных узлов и механизмов, направленной на повышение

производительности, улучшение качества продукции, условий труда и безопасности обслуживания;

- организация снабжения предприятия запасными частями, деталями, узлами и техническими материалами, их хранения и учета;

- организация контроля качества ремонта оборудования и порядка обслуживания его в процессе эксплуатации.

В систему ППР технологического оборудования входят следующие виды работ и ремонта: межремонтное профилактическое обслуживание (технический уход за оборудованием), текущий ремонт, средний ремонт (в некоторых отраслях), капитальный ремонт.

1.2. Межремонтное профилактическое обслуживание

Межремонтное профилактическое обслуживание технологического оборудования представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования при использовании его по назначению, а также при хранении и транспортировании в межремонтный период. Оно осуществляется силами эксплуатационного персонала (дежурные слесари, электрики, теплотехники, работники КИП), в точном соответствии с имеющимися для каждого рабочего места должностными инструкциями, правилами технической эксплуатации оборудования, правилами и нормами по охране труда и технике безопасности. Профилактический надзор за оборудованием ведут повседневно в течение всего времени работы оборудования. Межремонтное обслуживание выполняют, как правило, без остановки оборудования.

В перечень работ по межремонтному обслуживанию оборудования входят:

- обтирка, промывка, чистка оборудования и содержание в чистоте рабочего места;

- смазка оборудования, периодическая проверка смазочных устройств;

- наблюдение за состоянием подшипников, работой КИП и автоблокировки;

- контроль за натяжением и состоянием приводных ремней, тросов, цепей, особенно в местах их соединения и крепления;
- проверка состояния болтовых, шпоночных и клиновых соединений, наличия и исправности защитных устройств;
- контроль стыковых и сальниковых уплотнений, действия тормозов и приспособлений для аварийной остановки машин;
- наблюдение за работой оборудования и устранение мелких дефектов, выявленных в процессе работы смены.

1.3. Виды ремонта. Теоретические основы ремонта

Ремонт называют замену неисправных элементов, устранение изъянов, починку и т.п. Ремонт технических устройств осуществляется с целью восстановления их исправности или работоспособности. В зависимости от конструктивных особенностей, характера повреждений и степени износа отдельных составных частей устройств, а также по трудоёмкости восстановительных работ различают текущий (малый), средний и капитальный ремонт.

Текущий ремонт – ремонт, выполняемый для обеспечения и восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей и их регулировке.

Текущий ремонт оборудования проводится по графику, составленному заранее для каждой машины. Выявленные при текущем ремонте машины дефекты учитывают при подготовке ее к среднему или капитальному ремонту.

Основные работы по текущему ремонту:

- устранение мелких дефектов оборудования;
- замена быстроизнашивающихся деталей;
- зачистка поверхностей трущихся деталей с целью устранения забоин и задиров;
- подтяжка крепежных деталей и пружин, регулирование зазоров, проверка и чистка подшипников, чистка смазочных устройств;
- контроль и исправление предохранительных и блокирующих устройств контрольно-измерительных приборов;
- проверка и замена изношенных фрикционных тормозных лент, тросов, цепей, ремней;

–замена набивок сальников и прокладок в трубопроводах, промывка редукторов.

Текущий ремонт осуществляют на месте установки оборудования силами ремонтного и дежурного персонала цеха. Механик цеха руководит ремонтом и отвечает за его качество и своевременность.

Цель *среднего ремонта* – восстановление в соответствии с ГОСтами или ТУ основных параметров оборудования (точность, мощность, производительность) на период до очередного вида ремонта. Его осуществляют обычно на месте установки оборудования силами ремонтного и дежурного персонала цеха. Оборудование частично или полностью разбирается. Некоторые узлы могут быть заменены новыми. Ремонт производится в срок, предусмотренный графиком, а его объем устанавливается дефектной ведомостью.

Проводить средний ремонт можно только при наличии всех сменных деталей и после подготовки необходимых материалов.

Капитальный ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близко к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая и базовые.

Капитальный ремонт оборудования проводится в ремонтно-механических мастерских заводов или непосредственно в цехе в сроки, предусмотренные графиком.

При капитальном ремонте заменяют все изношенные узлы и детали, реставрируют базовые детали, восстанавливают первоначальные параметры. Он выполняется силами ремонтно-механических мастерских и ремонтным персоналом производственных цехов.

Основные работы при капитальном ремонте:

- полная разборка всех узлов и механизмов;
- тщательная проверка узлов и деталей – дефектация, составление дефектной ведомости и сметы;
- замена износившихся узлов и деталей или их реставрация; тщательная выверка, центрование, балансировка узлов и машины; выверка станины (рамы) машины;
- отладка и регулирование всех приборов автоматики и управления; ремонт привода и окраска оборудования;
- испытание, приемка по техническим условиям и оформление документации.

Во время капитального ремонта может быть проведена модернизация оборудования.

Капитальный ремонт производится по окончании срока межремонтного периода, устанавливаемого для каждого вида оборудования. Выводу оборудования в капитальный ремонт предшествует тщательная подготовка: составляются ведомости намеченных работ и графики их выполнения; проводятся предварительные осмотры и испытания, измерения и проверки; подготавливается необходимая ремонтная документация; заготавливаются запасные части, инструменты, подъемно-транспортные средства; выполняются противопожарные мероприятия и мероприятия по требованиям безопасности.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

2.1. Планирование ремонта

Планирование ремонтных работ должно быть подчинено наиболее эффективному использованию основных фондов.

Ремонт оборудования производится в соответствии с планом ремонта, который составляется отделом главного механика на каждый планируемый год. При планировании ремонтных работ определяют: сроки ремонта каждой единицы оборудования; затраты труда на выполнение ремонтных работ в человеко- и машино-часах и потребность в материалах.

Для определения срока ремонта необходимо знать ремонтный цикл и ремонтные периоды для каждого вида оборудования.

По ГОСТ 18322–78 под ремонтным циклом понимается наименьший повторяющийся период эксплуатации изделия, в течение которого осуществляются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания и ремонта, предусмотренные нормативной документацией.

Межремонтным периодом называют промежуток времени между двумя очередными плановыми ремонтами. Продолжительность межремонтного цикла может быть выражена в годах, месяцах или часах работы оборудования.

Межремонтные циклы и периоды по каждой группе оборудования устанавливаются в соответствии с инструктивными указаниями (нормативами) вышестоящих организаций. В соответствии с этими данными проводят планирование ремонтных работ по каждой группе оборудования составляется план ремонтов на целый год, который сводят в единый график.

Суммарное количество труда в человеко-часах, затраченное на выполнение данного вида ремонта машины или аппарата, включая время на изготовление и восстановление деталей и сборочных единиц в период ремонта, называется трудоемкостью ремонтных работ.

Для удобства планирования ремонтных работ сложность ремонта отдельных машин и аппаратов оценивается категориями сложности ремонта, которые выражаются в условных единицах. За эту единицу принимается объем работ по капитальному ремонту с установленным нормативом трудозатрат. В пищевой промышленности принято, что одна единица сложности ремонта механической части оборудования соответствует 35 чел.-ч для капитального ремонта.

Одна единица сложности ремонта электротехнической части оборудования соответствует 15 чел.-ч для капитального ремонта. Категория сложности определяется путем деления трудоемкости ремонта механической части оборудования на 35 чел.-ч, а электрической части – на 15 чел.ч. Нормы трудозатрат по операциям на техническое обслуживание и все виды ремонтных работ технологического оборудования на одну единицу сложности ремонта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормы трудовых затрат (в чел.-ч)

| Вид ремонта | Операции | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|--------|-------|
| | Слесарные | Станочные | Прочие | Всего |
| Техническое обслуживание | 0,7 | – | 0,3 | 1,0 |
| Текущий | 4,9 | 1,4 | 0,7 | 7,0 |
| Средний | 14,7 | 4,2 | 2,1 | 21,0 |
| Капитальный | 24,5 | 7,0 | 3,5 | 35,0 |

Продолжительность ремонта оборудования зависит от вида ремонта, категории сложности, состава и квалификации ремонтной бригады и организационно-технических условий, при которых производится ремонт.

Продолжительность P_p (в сут.) ремонта оборудования можно определить по формуле:

$$P_p = P \cdot H_{np},$$

где P – категория сложности ремонта,

H_{np} – норма продолжительности ремонта на единицу сложности ремонта, сут. (табл. 2).

Расчет необходимого количества рабочих K_p для выполнения плановых ремонтов производится на основании годового плана-графика ремонта оборудования по формуле:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i \cdot P_i)}{\Phi},$$

где T_i – трудоемкость i -го вида ремонта одной единицы сложности ремонта, чел.-ч;

P_i – суммарное число единиц сложности ремонта ежегодно ремонтируемого оборудования при i -том виде ремонта;

Φ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч.;

n – количество видов ремонта.

Таблица 2

Норма продолжительности ремонта (в сут.)

| Ремонт | Для оборудования в неавтоматизированном производстве | | Для оборудования в автоматизированном производстве | |
|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | При работе ремонтной бригады | | | |
| | в одну смену | в две смены | в одну смену | в две смены |
| Текущий | 0,25 | 0,14 | 0,15 | 0,08 |
| Средний | 0,60 | 0,33 | 0,45 | 0,20 |
| Капитальный | 1,00 | 0,54 | 0,85 | 0,40 |

В номенклатуру запасных деталей входят:

– все детали, срок службы которых не превышает продолжительность межремонтного периода;

– детали, требующие длительного изготовления, заказываемые на стороне и лимитирующие эксплуатацию данного оборудования;

– детали особо ответственного и импортного оборудования;

– готовые покупные детали, крепежные детали.

Номенклатура и количество рабочих материалов находятся в прямой зависимости от количества единиц ремонтируемого оборудования и определяются на основании плана ремонта и утвержденных норм расхода материалов.

После определения количества недостающих запасных частей, ремонтных материалов и инструментов составляют заявку на получение их в порядке централизованного снабжения.

Количество запасных частей одного наименования, подлежащих хранению на складе предприятия, подсчитывается по формуле:

$$Z = \frac{B \cdot O \cdot I}{C_3} \cdot K,$$

где B – количество единиц одинаковых запасных частей в оборудовании;

O – число единиц одинакового оборудования;

I – периодичность поступления запасных частей от изготовителя (обычно от 3 до 6 мес.);

C_3 – срок службы запасной части, мес.;

K – коэффициент, учитывающий однотипность запасных частей в группе оборудования (в зависимости от числа однотипных деталей K может изменяться в диапазоне 0,5 – 1,2).

Для определения экономичности ремонта оборудования применяется его оценка по коэффициенту экономичности, который представляет собой отношение затрат на ремонты в пределах одного ремонтного цикла к первоначальной балансовой стоимости данной единицы оборудования:

$$K_{э.р} = \frac{N_m Z_m + N_c Z_c + N_k Z_k}{C},$$

где N_m, N_c, N_k – количество текущих, средних и капитальных ремонтов в пределах ремонтного цикла;

Z_m, Z_c, Z_k – затраты на текущий, средний и капитальный ремонты с расчетом на одну ремонтную единицу, руб.;

C – первоначальная балансовая стоимость одной ремонтной единицы данного оборудования, руб.

Если $K_{э.р} > 1$, то данный ремонт экономически нецелесообразен.

Первый капитальный ремонт обычно экономически оправдан. Затраты на проведение последующих капитальных ремонтов возрастают, т.к. все большее количество деталей и узлов оборудования требует замены или восстановления.

2.2. Методы ремонта оборудования

В зависимости от размеров предприятия и его ремонтной базы ремонт основного и вспомогательного оборудования может быть организован централизованным, децентрализованным и смешанным методами.

Централизованный метод ремонта оборудования включает выполнение всех работ по ремонту и технологическому обслуживанию оборудования силами и средствами отдела главного механика.

Централизованный метод ремонта предусматривает возможность концентрации ремонта машин отдельных групп (насосов,

электродвигателей, трубопроводной арматуры и др.), а также изготовление запасных частей (шестерен, звездочек и т. п.) на специализированных предприятиях или выполнение ремонта спецоборудования силами специализированных ремонтных бригад.

При децентрализованном методе все работы ППР выполняются силами и средствами ремонтной службы производственных цехов предприятия. Этот метод не нашел распространения на предприятиях пищевой промышленности.

По смешанному методу ремонтные работы и техническое обслуживание осуществляются силами и средствами, подчиненными главному механику и производственным цехам предприятия. Этот метод ремонта оборудования имеет наибольшее распространение на предприятиях пищевой промышленности. Смешанный метод ремонта предусматривает централизацию ремонта отдельных видов оборудования или изготовление запасных деталей на центральных базах (мастерских).

2.3. Прогрессивные способы организации ремонта

Смешанный метод позволяет внедрить прогрессивные способы организации ремонта: агрегатно-узловой, скоростной и серийный ремонт (бригадный поточно-ускоренный).

При агрегатном способе ремонта ремонтно-механическая мастерская предприятия (комбината, объединения) производит ремонт узлов и агрегатов обменного фонда.

В ремонтной практике под ремонтным узлом понимают сборочные единицы, состоящие из деталей, связанных с корпусной деталью (коробка скоростей, редуктор и т. п.).

Скоростной ремонт – ремонт, при организации которого, прежде всего, преследуется сокращение его продолжительности, и реализуются все возможности уменьшения простоя оборудования.

Сокращение простоя оборудования в ремонте достигается за счет следующих мероприятий:

1) технической и материальной подготовки ремонтных работ, исключая перерывы в их выполнении из-за отсутствия деталей, покупных изделий, приспособлений, инструмента;

2) применения при ремонте наиболее производительных методов и приемов выполнения слесарных работ и необходимой для этого оснастки;

3) правильной организации слесарных работ, исключающей перерывы в работе, вызванные выходными днями и нерабочими сменами;

4) применения при ремонте заранее изготовленных или отремонтированных сборных единиц;

5) привлечения к ремонту рабочих, хорошо знающих подлежащее ремонту оборудование, имеющих практический опыт в его ремонте и необходимую квалификацию;

6) создания материальной и моральной заинтересованности исполнителей в завершении ремонтных работ в возможно короткие сроки и выполнении их в наиболее выгодное для производства время.

Серийный способ ремонта – ремонт, производимый специализированными бригадами ремонтных предприятий, где имеется большая программа ремонта однотипных машин, узлов и деталей. В таких бригадах широко применяются специальные приспособления, инструменты и имеется возможность закрепить выполнение отдельных операций за определенными рабочими. Поэтому такая бригада способна достичь значительно более высокой производительности труда, провести ремонт быстрее, качественнее и дешевле.

2.4. Ремонтно-техническая документация

В состав ремонтно-технической документации, которую ведут на предприятии, входят личная карточка машины, сменный цеховой журнал приема – сдачи оборудования цеха, ведомость дефектов оборудования, альбомы чертежей быстроизнашивающихся деталей.

Личная карточка машины (дело агрегата). Она является дополнением к паспорту и инструкции по эксплуатации оборудования, поставляемого заводом-изготовителем. Ее составляет главный механик завода после приемки вновь смонтированного оборудования в эксплуатацию. В карточке записывают все основные параметры машины, основные технические данные об электродвигателях, цепях, ремнях, системах смазки, подшипниках; делают отметки о перемещении агрегата по цехам или участкам, а

также о проведенных ремонтах. Оформляют карточку в виде папки, в которой содержат: паспорт и инструкцию по монтажу и эксплуатации машины завода-изготовителя; акт о приемке агрегата из монтажа в эксплуатацию; карты быстроизнашивающихся деталей; акты о проведенных ремонтах; акты об аварии и прочие документы.

Сменный цеховой журнал приема – сдачи оборудования. В нем записываются замеченные неисправности и дефекты в работе машины за каждую смену, а также приводят рекомендации по их устранению при очередном плановом ТО или ремонте. Данные журнала можно использовать для составления ведомости дефектов, определения наилучшего режима эксплуатации, при техническом обслуживании и ремонте машины, а также при разработке рекомендаций по улучшению эксплуатации, ремонта и ТО.

Ведомость дефектов. Эту ведомость составляют перед началом среднего и капитального ремонтов. Она необходима для определения объема ремонтных работ, загрузки рабочих-станочников, а также для того, чтобы спланировать и заранее восстановить или изготовить новые детали, подобрать соответствующие материалы и пр. Кроме того, ведомость дефектов позволяет изучить степень износа отдельных деталей, уточнить срок их службы и ресурс, принять меры к повышению износостойкости отдельных деталей и сборочных единиц. В нее предварительно заносят все дефекты, обнаруженные в процессе эксплуатации и остановки машины, которые отмечены в журнале приема – сдачи оборудования. Дефекты уточняют в процессе разборки оборудования, дефектации и сортировки деталей. В ведомости указывают характер дефекта или износа, его величину, а также перечисляют отсутствующие детали.

Альбомы чертежей быстроизнашивающихся деталей. Эти альбомы выпускают предприятия-изготовители оборудования. Они содержат чертежи общих видов сборочных единиц и деталей, рабочие ремонтные чертежи, таблицы гостированных деталей, спецификацию быстроизнашивающихся деталей, в том числе покупных. На чертежах запасных деталей указывают вид обработки каждой поверхности, а также допуски и посадки сопряженных деталей.

3. ИЗНАШИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТОВ И ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Виды износа: нормальный, аварийный

Под *износом* понимают постепенное поверхностное разрушение материала с изменением геометрических форм и свойств поверхностных слоев деталей.

Износ может быть нормальным и аварийным. В зависимости от вызывающих причин износ деталей подразделяется на химический и физический и износ схватыванием металла (тепловой износ).

Нормальным износом называют изменения размеров и свойств материалов деталей, происшедшие в условиях правильной эксплуатации оборудования. Интенсивность нормального изнашивания определяется, главным образом, особенностями конструкции узлов, износостойкостью использованных материалов, а также правильностью эксплуатации и ремонта оборудования.

Нормальный износ неизбежен, однако на интенсивность его протекания может оказывать влияние качество монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования. При отдельных неблагоприятных условиях нормальный износ переходит в аварийный.

Аварийным износом называют изменения размеров и свойств материалов деталей, происшедшие в относительно короткий срок из-за неправильного монтажа, эксплуатации, неудовлетворительного технического обслуживания или некачественного ремонта оборудования. К аварийному износу следует отнести схватывание или задирание, абразивный износ и усталостное (или осповидное) разрушение.

Химический износ поверхности трения заключается главным образом в образовании на них и последующем отслоении тончайших пленок оксидов. Пленки оксидов образуются в результате химического поглощения (хемосорбции) поверхностными слоями металла кислорода, поступающего из воздуха или образующегося в результате распада компонентов смазок.

Происходящее в результате химического износа разрушение сопровождается появлением осповидных язвин, разъеданием металла или появлением ржавчины.

В результате *физического износа*, причиной которого могут быть знакопеременные нагрузки, поверхностное трение, абразивное и механическое воздействие, на деталях появляются микротрещины, трещины, поверхность деталей становится шероховатой. Основными видами физического износа являются: усталостный, осповидный, абразивный и эрозия.

Усталостный износ наблюдается у деталей, подверженных многократному действию знакопеременных или меняющихся по величине однозначных нагрузок, в результате которых образуются микротрещины, а затем происходит полное разрушение (поломка) детали.

Осповидный износ (рис. 1) возникает при сухом и особенно жидкостном трении качения и характеризуется образованием на периодически нагружаемых поверхностях трещин с последующим отслаиванием пленок от 0,005 до 0,2 мм. Осповидному износу подвержены детали подшипников качения, рабочие поверхности зубьев шестерен.



Рис. 1. Схема осповидного износа:

- а* – схема касательных напряжений, возникающих при вдавливании цилиндра или шара в плоскую поверхность;
- б* – схема образования раскола

Абразивный износ – это разрушение поверхности деталей мельчайшими частицами более твердых материалов. В машинах абразивами могут являться частицы металлов, продукты окисления смазки, минеральные частицы (песок, стружка и др.), попадающие извне. Абразивному износу подвержены поверхности всех узлов трения.

Эрозия – механическое разрушение (размывание, разъедание) поверхностных слоев материалов деталей, перемещающихся с большой скоростью, частицами газообразной, жидкой или твердой среды. Протекает совместно с интенсивными окислительными процессами.

Износ схватыванием металла характеризуется возникновением и последующим разрушением молекулярных связей на поверхности трения (изменение структуры зерен, понижение твердости, оплавление, отпуск и т. п.). Условия для возникновения связей вызываются как относительно низкими, так и высокими температурами контактируемых участков. Этот вид износа наблюдается у различных деталей паровых котлов, двигателей, компрессоров и холодильных машин.

3.2. Причины, влияющие на износ деталей оборудования

На характер и величину износа оказывают влияние многие факторы конструктивного, производственного и эксплуатационного порядка.

Качество материала деталей

Качество материала деталей и его термическая обработка оказывают большое влияние на их прочность и износоустойчивость. Как правило, для большинства материалов износоустойчивость тем больше, чем тверже их рабочая поверхность. Но нельзя считать, что степень твердости материала всегда прямо пропорциональна износоустойчивости.

Материалы, обладающие только большой твердостью, имеют высокую износоустойчивость, однако при этом увеличивается возможность появления рисков, отрыва частиц материала от поверхности. Поэтому эти материалы должны обладать большой вязкостью, которая препятствует отрыву частиц.

Если детали из однородных материалов испытывают взаимное трение, то вследствие большого коэффициента трения они быстро и интенсивно изнашиваются. Следовательно, более дорогие и труднозаменяемые детали нужно изготавливать из более твердого, качественного и износоустойчивого материала, а более простые и дешевые, работающие в паре со сложными деталями, лучше изготавливать из сравнительно мягкого материала с малым коэффициентом трения.

Правильный выбор материала для деталей имеет большое значение как с точки зрения экономии материалов, так и для предотвращения аварий и несчастных случаев при эксплуатации.

На предприятиях пищевой промышленности наиболее распространены при ремонте оборудования черные (сталь, чугун) и цветные металлы, их сплавы и пластмассы.

Качество обработки поверхностей детали

На износ и долговечность работы трущихся поверхностей оказывает большое влияние качество поверхности после механической обработки – чистота поверхности.

Установлено три периода износа (рис. 2).

1) начальный период приработки (участок кривой 1–2) характеризуется быстрым увеличением зазора в подвижных соединениях;

2) период установившегося износа (участок 2–3) после приработки рабочих поверхностей; в этот период, являющийся основным, наблюдается постепенное и медленное изнашивание;

3) период быстрого нарастания износа, вызываемый значительным изменением зазоров между трущимися поверхностями и изменением геометрической формы деталей; с этого момента начинается усиленный и катастрофически нарастающий износ, который может привести к аварии.

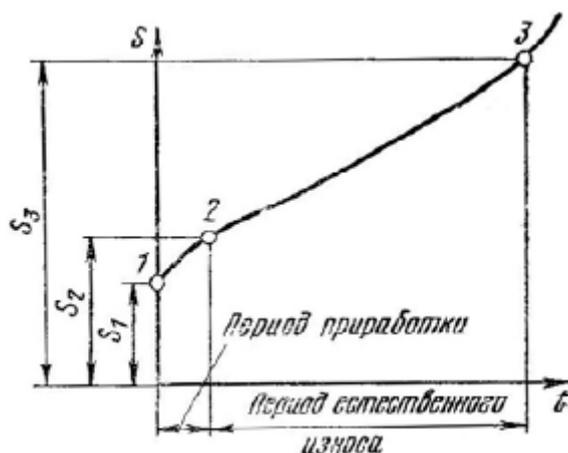


Рис. 2. Схема кривой износа детали

Для увеличения срока службы деталей оборудования следует сократить до возможно меньших сроков период приработки, резко увеличить период установившегося износа и предотвратить период нарастающего износа. Сокращение периода приработки достигается путем точной и чистой обработки поверхностей трущихся деталей.

Состояние чистоты поверхности измеряется специальными приборами – профилометрами и профилографами (рис. 3).



Рис. 3. Профилометр–анализатор

Смазка

Слой смазки, вводимый между трущимися поверхностями, повышает износостойкость соприкасающихся деталей. Смазочное вещество, попадая между двумя трущимися поверхностями, движущимися одна по другой, заполняет их неровности и исключает непосредственное соприкосновение их, уменьшает трение, износ, опасность заедания, нагрев и коррозию.

Различают следующие виды трения скольжения:

- сухое трение, возникающее при отсутствии смазки на трущихся поверхностях;

- полужидкостное и полусухое, наблюдающееся тогда, когда масляная пленка частично разрывается или когда слой смазки настолько тонок, что неровности трущихся поверхностей частично соприкасаются. Полужидкостное и полусухое трение появляется у недостаточно или неправильно смазанных поверхностей; когда применяемый смазочный материал не соответствует условиям работы;

- жидкостное трение, возникающее в тех случаях, когда движущиеся поверхности полностью разделены слоем смазочного материала.

Процесс создания напряженного масляного слоя при работе пары вал – подшипник происходит следующим образом. Между валом и подшипником имеется зазор, начинающийся от точки соприкосновения вала во вкладыше и расходящийся в обе стороны в виде клиновидной щели. Вал при этом расположен эксцентрично по отношению к подшипнику (рис. 4).

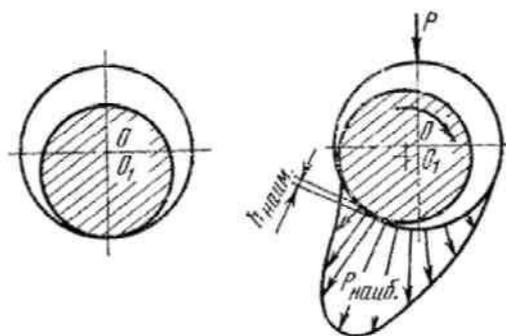


Рис. 4. Схема распределения давления в масляном слое:
 O – ось подшипника; O_1 – ось вала

При вращении вал увлекает за собой слой смазки в клиновидный зазор. По мере уменьшения этого зазора сопротивление протекающей смазки все более возрастает, достигая наибольшего значения в самой узкой части клиновидной щели. Благодаря этому вращающийся вал приподнимается, подшипник и вал полностью разделяются слоем (пленкой) смазки, толщина которой будет наименьшей. Износ сопряженных поверхностей при этом наименьший.

Для обеспечения длительной работы деталей необходимы правильный выбор смазки и надежный подвод ее к трущимся поверхностям, а также правильный режим смазки работающих поверхностей. При неправильной смазке детали чрезмерно нагреваются происходят заедание и расплавление трущихся поверхностей, что приводит к выходу из строя оборудования.

Выбор сорта смазки зависит от условий, в которых работают трущиеся поверхности деталей (давление, температура и др.). При эксплуатации машин рекомендуется применять только те смазочные материалы, которые указаны в инструкции. Например, для оборудования хлебопекарных предприятий рекомендуется применять следующие смазочные масла (табл. 3).

Таблица 3

Виды смазочных масел хлебопекарных предприятий

| Смазочное масло | Назначение |
|------------------------|---|
| Индустриальное 20 | Механизмы технологического оборудования |
| Индустриальное 30 | Механизмы технологического оборудования, редукторов |
| Индустриальное 45 | Механизмы технологического оборудования, редукторов |
| Масло для хлебных форм | Смазка форм и листов в хлебопекарной |

| | промышленности |
|--|--|
| Универсальная низкоплавкая смазка УН (технический вазелин) | Механизмы, работающие при температуре не выше 45° С. В этом случае масло выполняет также защитную функцию против коррозии. |
| Универсальная среднеплавкая смазка марок УС-2 и УС-3 | Различные механизмы, работающие при температуре не выше 60° С. |
| Синтетический солидол (пресс-солидол С) | Подшипники и другие узлы трения |
| Универсальная тугоплавкая водостойкая смазка (УТВ) | Механизмы, работающие в условиях повышенной влажности |
| Универсальная тугоплавкая смазка УТ-1 | Механизмы работающие при температуре не выше 115° С |
| Универсальная тугоплавкая смазка УТ-2 | Механизмы, работающие при температуре не выше 135° С |

Скорость движения деталей и удельное давление

Любое оборудование, находящееся в работе, характеризуется работоспособностью (производительностью, скоростью движущихся частей, коэффициентом полезного действия и т. д.) и долговечностью – длительностью работы оборудования, в течение которой его работоспособность остается в допустимых пределах.

На основании опытных данных установлено, что при нормальных удельных нагрузках и скоростях движения от 0,05 до 0,1 м/с разрыва масляного слоя не происходит и смазка становится полной. Износ деталей увеличивается при увеличении скорости относительного перемещения трущихся деталей, так как повышается температура соприкасающихся поверхностей, что может привести к смятию и выплавлению. Например, для подшипников с баббитовой заливкой температура не должна превышать 60 % от предельной.

Износ деталей увеличивается также, если повышать удельное давление на трущиеся детали.

Нарушение жесткости в неподвижных соединениях

В этом случае нарушается герметичность в сопряжениях (течи), возникают динамические нагрузки в соединениях, резко повышается напряжение в связях. Для предотвращения нарушения жесткости соединений необходимо систематически проверять жесткость крепления деталей и восстанавливать ее путем подтяжки, не допуская работы с ослаблением.

Нарушение посадок

Эта группа неисправностей характеризуется увеличением зазора в подвижных соединениях и уменьшением натяжения у неподвижных соединений. Для предотвращения этого нужно правильно регулировать зазоры и использовать специальные покрытия поверхностей подвижных соединений.

Нарушение взаимоположения деталей в сопряжениях

Нередко наблюдается нарушение узлов и деталей в кинематической цепи, что приводит к отклонению соосности, изменению расстояния между деталями, к нарушению перпендикулярности осей узлов и деталей. Чтобы избежать этого вида нарушений, следует систематически проверять взаимоположение деталей и узлов, регулировать их положение, а при необходимости восстанавливать правильность их местоположения.

4. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

4.1. Подготовка машин к ремонту

До остановки машины на ремонт необходимо внимательно осмотреть ее и определить все дефекты. Они выявляются проверкой машины, анализом записей в журнале механика и ремонтных слесарей. До начала ремонта необходимо заготовить сменные детали, инструменты, приспособления.

Перед разборкой машина отключается от сети коммуникации, с нее снимаются ремни, разъединяется полумуфта вала двигателя, из резервуаров сливается масло. На месте ремонта вывешивается табличка «Не включать – ремонт».

Перед началом ремонта оборудование тщательно моют и очищают от остатков продукта, смазки и прочих загрязнений. Поверхности, соприкасающиеся с продуктами, чистят щетками и ершами, моют горячими растворами кальцинированной соды или каустической соды, горячей водой и обрабатывают паром.

Для чистки картеров оборудования их промывают горячим маслом, печным топочным газом, керосином и горячей водой. Применение керосина и печного топлива, имеющих сильный запах, в производственных цехах не допускается во избежание брака продукции, вырабатываемого на машинах и аппаратах, близко расположенных от ремонтируемого оборудования.

Перед разборкой оборудования необходимо изучить особенности конструкции машины и наметить порядок ее разборки. При этом следует установить назначение и взаимодействие отдельных узлов и деталей. В первую очередь снимают те детали и сборочные единицы, которые препятствуют дальнейшей разборке. Сложное по конструкции оборудование разбирают в следующем порядке: сначала на группы сборочных единиц, группы – на отдельные сборочные единицы, сборочные единицы – на детали. Детали необходимо укладывать в той последовательности, в которой их снимают с машины.

Очистку деталей от загрязнений и ржавчины после разборки машины производят с помощью деревянных лопаток, стержней и скребков. Кроме того, детали отмачивают в керосине, для чего используют две емкости: первую – для предварительного

отмачивания, вторую – для окончательной промывки. Продолжительность отмачивания предварительно очищенных деталей 1 – 8 ч, после чего их вытирают насухо ветошью. Детали обезжиривают в горячем растворе каустической соды, затем промывают в горячей воде и просушивают.

Смазочные канавки и отверстия в деталях продувают сжатым воздухом.

4.2. Разборка оборудования и его деталей

Разборка ведется по узлам, которые снимают с машины нерасчлененными. Затем каждый узел разбирают на детали.

Основные правила разборки оборудования:

–разбираться должен только тот узел машины или тот механизм, который подлежит ремонту (полная разборка производится при капитальном ремонте);

–перед разборкой машины следует ознакомиться с техническим паспортом, кинематической схемой, чертежами основных частей и наметить план разборки;

–в процессе разборки проводится дефектация деталей и составляется дефектная ведомость на ремонт;

–начинать разборку следует со снятия кожухов, крышек, предохранительных щитков, чтобы открыть доступ к разбираемым узлам;

–«помечать» и складывать детали в отдельные ящики (когда важно выдержать взаимное расположение деталей, метки должны ставиться так, чтобы зафиксировать нужное положение; в гидравлических и пневматических механизмах должны помечаться все трубопроводы и места их подсоединения);

–при снятии тяжелых деталей необходимо применять грузоподъемные приспособления.

Метить детали при разборке можно способами, указанными в табл. 4.

Рассмотрим способы разборки основных видов соединений и узлов, встречаемых в различных частях и механизмах оборудования.

При разборке винтовых соединений удаляют сломанные шпильки, болты и винты одним из следующих способов:

1) гайкой или контргайкой – на выступающую часть наворачивают гайку и контргайку и вращают гайку. Применяется, когда нарезанная часть шпильки выступает над поверхностью детали.

2) стержнем или гайкой, привариваемыми к сломанному концу детали; к застрявшему концу резьбовой детали приваривают либо гайку меньшего диаметра через нарезанное отверстие, либо стержень и с их помощью вывертывают сломанную часть.

3) прорезанием шлица под отвертку – прорезают ножовкой или вырубают шлиц в стержне и отверткой выворачивают сломанную часть. Применяется, когда стержень выступает на небольшую длину.

Таблица 4

Способы меток деталей

| № | Способ метки | Характеристика и назначение |
|---|---------------|--|
| 1 | Клеймами | На нерабочей поверхности наносятся буквы или цифры. Применяется для клеймения незакаленных деталей |
| 2 | Краской | Краска может наноситься на любые поверхности. Перед сборкой она смывается растворителями (бензин, ацетон) |
| 3 | Кислотой | Резиновый штамп смачивается водным раствором 40%-ной азотной и 20%-ной уксусной кислоты (для незакаленных деталей) и им ставится клеймо. После выдержки в течение 2 мин кислота удаляется фильтровальной бумагой, поверхность детали нейтрализуется протиранием 10%-ным раствором кальцинированной соды. Для закаленных сталей берется раствор составом: 10 % азотной, 30 % уксусной кислоты, 5 % спирта и 55 % воды |
| 4 | Электрографом | Метятся остальные детали. Электрограф состоит из понижающего трансформатора и заостренного стержня из красной меди диаметром 3 – 3,5 мм. К стержню подводится ток. При касании им детали, установленной на латунной подкладке, развивается высокая температура, металл оплавляется, образуя знак глубиной 0,25 мм |
| 5 | Бирками | К деталям проволокой привязываются бирки с указанием узла и другими данными |

4) с помощью бора или экстрактора; бор – закаленный конический стержень с зубьями. У экстрактора вместо зубьев – левая спираль. На конце они имеют квадрат для ключа. Инструмент загоняется в просверленное в шпильке отверстие; вращая его ключом, вывертывают сломанную часть.

5) высверливанием – сломанную часть высверливают сверлами меньшего диаметра, чтобы не повредить резьбу. Закаленные

резьбовые детали для этого отжигаются пламенем горелки или паяльной лампы.

б) электроискровым способом; применяется для закаленных деталей, в качестве электрода – медная трубка, диаметром на 1–2 мм меньше диаметра резьбы.

При разборке штифтовых и шплинтовых соединений конические штифты выколачивают в сторону большего диаметра, нанося на бородку резкие и сильные удары молотком. Если одна из соединяемых деталей сдвинута с места и штифт прогнулся, то его выколачивают после того, как деталь будет установлена на место. Шплинты выдергиваются при помощи шплинтодеров (рис. 5).



Рис. 5. Общий вид шплинтодера ШПГ-10

Разбирая узел, клиновые шпонки выбивают выколотком (рис. 6). Если шпонку этим способом удалить не удастся, то ступицы шкивов, зубчатых колес и других деталей нагревают до 80 – 120° С паяльной лампой или газовой горелкой. После такого прогрева, деталь легко снимается со шпонки.



Рис. 6. Набор выколоток

Детали, посаженные на призматические шпонки или шлицы, снимают с вала вручную, ударами двух молотков по диаметрально противоположным местам на ступице или при помощи съемников.

Для разъединения (соединения) деталей, имеющих прессовые посадки, используют винтовые и гидравлические съемники и различные прессы.

Чтобы предохранить детали от повреждения, вставляют подкладки, оправки и выколотки из мягких металлов (латуни, меди, алюминия). Молотки используют также с наконечниками из мягких материалов.

Способы съема подшипников качения показаны на рис. 7.

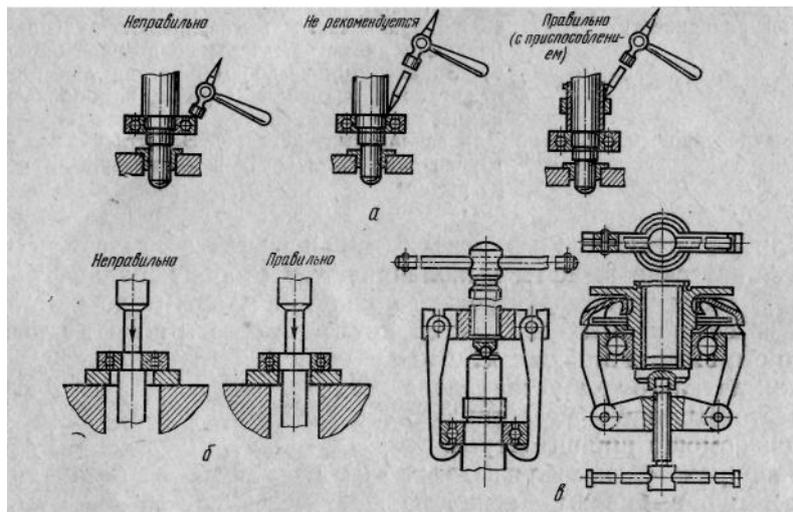


Рис.7. Съем подшипников качения:
а – при помощи молотка;
б – прессом;
в – съемником.

В отдельных случаях при снятии туго насаженных деталей прибегают к нагреванию охватывающих деталей и охлаждению охватываемых, что позволяет изменить сопрягаемые размеры деталей и значительно облегчить процесс разборки (сборки) узлов (рис. 8).

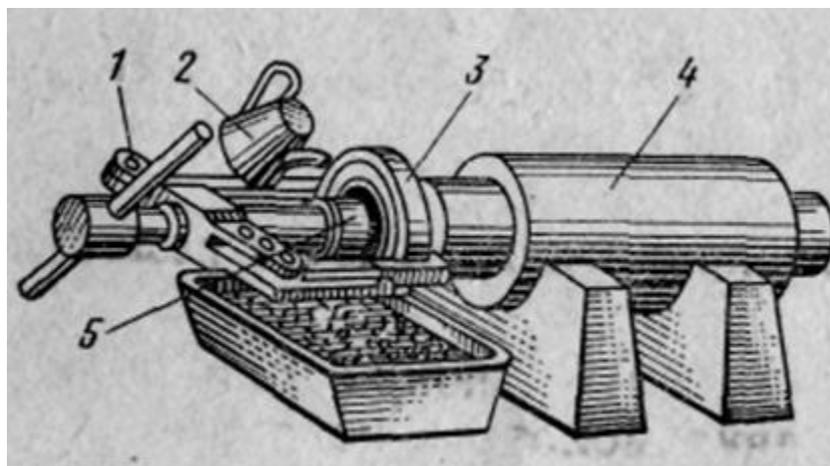


Рис. 8. Снятие подшипников съемником с подогревом:

1 – съемник; 2 – лейка; 3 – подшипник; 4 – вал; 5 – слой асбеста или картона

Нагрев обычно осуществляют в машинном масле (до 150–200° С), а также в печи. Для охлаждения деталей применяют преимущественно сухой лед и жидкий азот.

При разборке заклепочных соединений срубают головки или высверливают в головке глухое отверстие диаметром, немного меньшим диаметра заклепки. После этого заклепку выбивают бородком.

4.3. Дефектация деталей

Дефектация – проверка и отбраковка деталей, узлов и агрегатов во время ремонта техники, которая проводится во время разборки изделия. *Цель дефектации* – выявить дефекты и установить возможность ремонта детали или необходимость ее замены. Детали рассортировываются на три группы:

- 1) годные (износ в пределах допуска);
- 2) требующие ремонта;
- 3) негодные (подлежат замене).

Рекомендуется годные детали помечать белой краской, требующие ремонта – зеленой или желтой, негодные – красной.

Существуют следующие способы дефектации деталей:

1. Наружный осмотр – применяется для определения поверхностных дефектов: трещин, забоин, раковин, изгиба, значительных износов.

2. Остукивание – деталь остукивается мягким молотком, рукояткой молотка, что позволяет обнаружить внутренние трещины, о чем свидетельствует дребезжащий звук.

3. Гидравлическое испытание – в корпусе заглушаются отверстия, кроме одного, и в него нагнетается жидкость давлением 0,2 – 0,3 МПа (2 – 3 кгс/см²). При наличии трещины будет течь или запотеют стенки. Можно также корпус погружать в воду и в него нагнетать воздух, наличие пузырьков укажет на имеющуюся неплотность. Проводят для обнаружения трещин, раковин в корпусных деталях.

4. Измерение – выполняется измерительными инструментами. Позволяет определить величину износа, отклонения от правильной геометрической формы и расположения поверхностей.

5. Проверка твердости – позволяет обнаружить изменения, происходящие в материале детали в процессе эксплуатации.

6. Проверка сопряжения деталей – определяются наличие и величина зазоров деталей, плотность неподвижных соединений.

7. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия – действие магнитного дефектоскопа основано на различной магнитной проницаемости сплошного металла и мест с трещинами, раковинами. При ультразвуковой дефектоскопии пороки выявляются при помощи ультразвуковых колебаний. Применяется для обнаружения скрытых дефектов в стальных и чугунных деталях.

8. Керосиновая проба – деталь погружают на 15 – 20 мин в керосин, затем тщательно протирают и покрывают мелом. Выступающий из трещины керосин увлажнит мел, что позволит выявить трещины.

Во время дефектации деталей составляется дефектная ведомость. *Дефектная ведомость* – основной документ, определяющий объем ремонтных работ. В состав этой ведомости включается перечень ремонтных и монтажных работ, составленный бригадиром специализированной ремонтной бригады (мастером совместно со слесарем).

Детали в ведомость дефектов заносят в порядке разборки машины, механизма или сборочной единицы.

Правильность составления дефектной ведомости контролируется механиком цеха. Анализ этих ведомостей дает возможность определять срок службы деталей, что важно при планировании обеспечения запасными деталями и ремонтными материалами, а также позволяет уточнить объем работ, стоимость ремонта и взаиморасчеты с заказчиком.

5. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Методы восстановления деталей при ремонте

Износ деталей связан с изменением их геометрической формы и номинальных размеров, что вызывает изменение первоначальной посадки сопряжения. Работоспособность таких деталей в большинстве случаев может быть восстановлена.

Детали можно восстанавливать без изменения размеров и посредством установки или удаления прокладок и подтягивания резьбовых соединений; с изменением начальных размеров, применяя дополнительные втулки, кольца, накладки или детали ремонтных размеров для восстановления начальной формы и качества поверхности, а также для соответствующего посадке зазора или натяжения в сопряжении; с изменениями размеров их путем наращивания изношенных поверхностей для получения ремонтных заготовок и их слесарно-механической обработки или пластичность деформирования в холодном (горячем) виде (раздача, осадка, вдавливание, накатка, правка и др.).

Восстановление осуществляют тремя методами: методом индивидуальной подгонки, методом стандартных ремонтных размеров и методом восстановления первоначальных размеров.

Метод индивидуальной подгонки (нестандартных ремонтных размеров) состоит в том, что одна деталь узла, обычно дорогостоящая (металлоемкая, трудоемкая), подвергается механической обработке в целях исправления дефектов, возникающих на ее поверхностях, – неправильности формы, задиров; материал детали при этом снимается в пределах, необходимых для устранения дефектов, плюс припуск на обработку. Другая деталь (сопрягаемая) узла заменяется новой или на ее изношенную поверхность наращивают слой металла, который затем обрабатывается с учетом нового размера первой детали. Этот метод требует значительного увеличения трудовых затрат (нарушается взаимозаменяемость) и используется для ремонта единичных или имеющих распространение узлов и деталей.

Метод стандартных ремонтных размеров предусматривает механическую обработку наиболее дорогой детали изношенного узла под определенный, заранее установленный размер; при этом более дешевая сопрягаемая деталь изготавливается заново под этот же размер

и используется без подгонки или с незначительной сборочной пригонкой.

Для каждого ремонтируемого узла устанавливается несколько ремонтных размеров; при этом конечный размер обрабатываемой детали определяется путем расчета ее прочности.

Любой очередной размер ремонтируемой детали типа вал при сохранении ее первоначального центра рассчитывают по формуле:

$$d_{p.n} = d_n - 2n(\delta' + \delta'')$$

где $d_{p.n}$ – очередной ремонтный размер, мм;

d_n – номинальный диаметр вала, мм;

n – порядковый номер ремонтного размера;

δ' – величина наибольшего износа (с любой стороны), мм;

δ'' – припуск при обработке на сторону, мм.

Любой очередной ремонтный размер отверстия $D_{p.n}$ при сохранении первоначального центра составит:

$$D_{p.n} = D_n + 2n(\delta' + \delta'')$$

где D_n – номинальный диаметр отверстия, мм.

Основной недостаток этого метода заключается в том, что номенклатура ремонтных деталей для каждого узла возрастает пропорционально количеству установленных ремонтных размеров.

Метод восстановления первоначальных размеров в отличие от вышеизложенных методов предусматривает применение таких способов ремонта, которые позволяют восстановить первоначальные размеры изношенных деталей. Это необходимо в тех случаях, когда износ влияет на механическую прочность деталей или когда изношенные поверхности сопрягаются со стандартными ремонтными деталями (подшипники качения, рабочие органы).

5.2. Способы восстановления размеров

При деформировании, частичном разрушении или повреждении детали восстанавливают правкой, сваркой, пайкой и склеиванием. После этого заготовку со строгой координацией взаиморасположения рабочих поверхностей подвергают слесарно-механической обработке для получения детали заданной точности.

Для восстановления деталей применяют следующие способы: сварка электродуговая, газовая, под слоем флюса, в среде защитных газов; пайка мягкими и твердыми припоями; механическая и слесарная обработка для постановки дополнительных элементов; клеевая заделка; слесарно-механическая обработка под ремонтный размер; наплавка износостойких сплавов (вибродуговая, электроимпульсная, под слоем флюса, в среде защитных газов); электроискровое наращивание или разрушение (эрозия); металлизация (электродуговая, высокочастотная); нанесение на изношенные места полимерных материалов в виде отвердевающих композиций.

Ремонт с установкой добавочных деталей и компенсаторов. Деталь с дефектом поверхности (нарушен присоединительный размер или ее чистота) обрабатывают на станке или с помощью ручного приспособления до таких размеров, чтобы можно было на обработанную поверхность установить дополнительную (ремонтную) деталь. Рабочая поверхность отремонтированной детали должна соответствовать по размерам и чистоте техническим требованиям, предъявляемым к новой детали. Этот способ применяют при ремонте корпусных деталей машин, центровых отверстий шкивов, муфт сцепления и зубчатых колес.

Размеры изношенных внутренних цилиндрических поверхностей обычно восстанавливают за счет размещения ремонтной втулки (рис. 9).

Размеры изношенных валов восстанавливают напрессовкой наружных втулок (рис. 10).

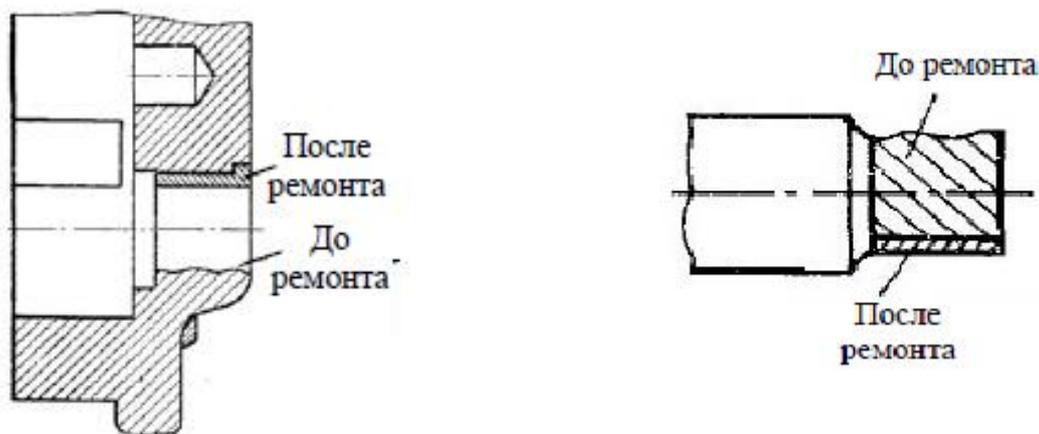


Рис. 9. Схема установки втулки подшипника в изношенном корпусе

Рис. 10. Схема напрессовки наружной втулки на вал

Обломанные выкрошившиеся или треснувшие приливы или бобышки скрепляют бандажами (рис. 11).

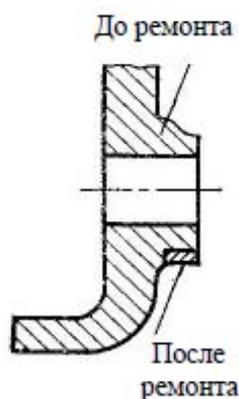


Рис. 11. Схема установки бандажей для восстановления обломанной бобышки корпусной детали

Ремонт деталей сваркой, наплавкой и пайкой. Для качественного ремонта оборудования сваркой механические свойства металла шва, околошовной зоны и сварного соединения в целом должны быть не ниже свойств основного материала. Это достигается правильным выбором присадочного материала, покрытий электродов и соблюдением оптимальных режимов сварки. Подготовка к сварке ремонтируемых деталей не отличается от подготовки новых. Зону швов тщательно зачищают от коррозии и других загрязнений (очистка должна по ширине на каждую сторону на 10 мм превышать ширину шва). На кромках снимают фаски под намеченный вид шва.

Низкоуглеродистые стали можно сваривать как газовой, так и электродуговой сваркой. Среднеуглеродистые стали лучше сваривать электродуговой сваркой. Для сварки деталей, подверженных значительным динамическим нагрузкам, используют присадочные материалы, содержащие никель.

Марганцовистые и низколегированные стали разрешается сваривать как газовой, так и электродуговой сваркой.

Высокопрочные низколегированные коррозионностойкие и различные специальные стали сваривают по особой технологии с применением специальных материалов и электродных покрытий.

Упрощенный подход к сварке специальных сталей может привести к отрицательным результатам.

Сварку чугуна выполняют с предварительным общим или местным подогревом деталей (горячая сварка) или без него (холодная сварка).

Выбор способа сварки определяется требованиями к прочности, плотности и обрабатываемости шва, а также зависит от размеров детали. Горячая сварка используется для устранения дефектов на ответственных сильно нагруженных деталях.

Подготовка чугунной детали к сварке производится вырубкой, фрезерованием, сверлением до чистого металла. Использование сварочной дуги и сварочных горелок недопустимо.

Существуют различные способы разделок кромок под сварку (рис. 12).

Горячую сварку чугуна выполняют при нагреве до 70°C , превышать указанную температуру не следует, так как это может вызвать рост зерна металла, потерю механической прочности и снизить дальнейшую работоспособность изделия.

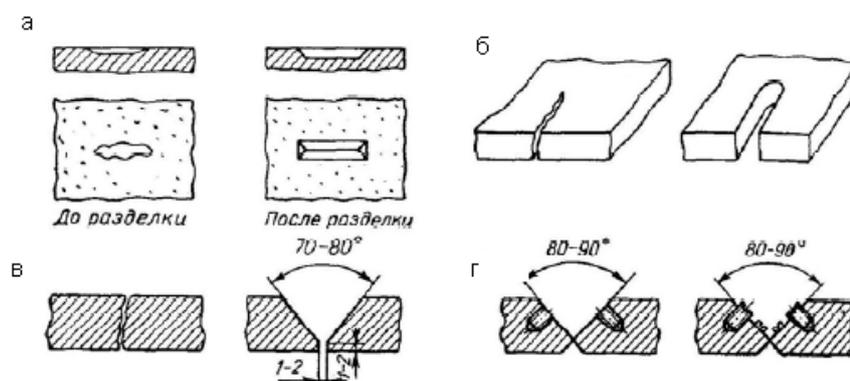


Рис. 12. Схема подготовки дефекта к сварке:
а – трещина в середине детали; *б* – трещина на краю детали;
в – разделка кромок для сварки; *г* – установка ввертышей.

Трещины заваривают, накладывая шов поочередно короткими валиками с обоих концов, начиная от высверленных отверстий.

Наплавка – наиболее доступный и распространенный способ восстановления. Существует два способа наплавки: твердым сплавом и металлизацией.

При наплавке твердым сплавом изношенные места деталей наплавляются твердым сплавом в количестве, обеспечивающем прежние размеры детали с учетом ее обработки. Твердыми сплавами

можно наплавлять рабочие поверхности (для укрепления) как изношенных, так и новых деталей оборудования (рис. 13).

При ремонте оборудования пищевых производств для наплавки деталей можно применять сталинит, сормант и электроды с износостойчивыми обмазками. С помощью наплавки твердых сплавов можно восстанавливать зубчатые колеса и сектора, шлицевые валы, зубья блоков конвейеров, кулачки и т.д.

Механическую обработку деталей, наплавленных твердым сплавом, производят резцами с пластинками из твердых металлокерамических сплавов и шлифовальными кругами. Твердые сплавы можно наплавлять на стальные и чугунные детали (с предварительным подогревом).

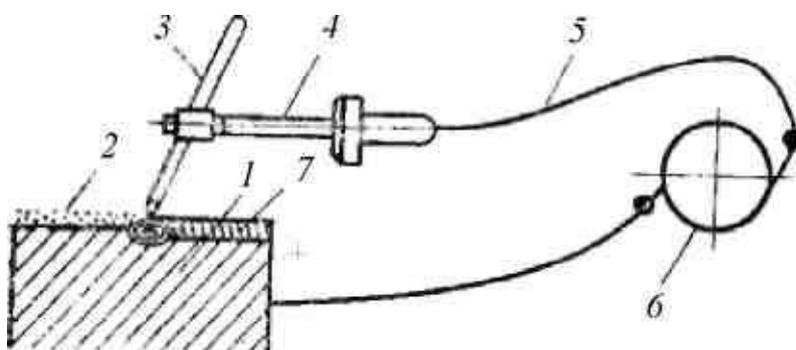


Рис. 13. Схема наплавки твердым сплавом

1 – деталь; 2 – слой сталинита; 3 – электрод; 4 – электрод;
5 – гибкий провод; 6 – сварочный аппарат; 7 – слой наплавленного металла

Пайку используют при ремонте машин, аппаратов, трубопроводов и приборов автоматики для соединения и закрепления тонкостенных деталей и деталей из разнородных металлов, уплотнения резьбовых соединений, устранения пористости сварных швов, пористости чугунных и бронзовых отливок, заделки, сборки схем электрического управления.

Технология процесса пайки состоит из следующих операций:

- механической очистки поверхностей;
- нагрева места пайки до температуры плавления припоя;
- удаления окислов с поверхностей и предохранения их от окисления при пайке;
- введения припоя в место пайки;
- обработки шва.

В зависимости от технических требований и паяльных соединений применяют пайку легкоплавкими (температура

плавления

до 500° С) или тугоплавкими припоями (свыше 500° С).

Механическая очистка поверхностей при пайке деталей из стали и чугуна производится напильником, шабером или наждачной бумагой. Для удаления с поверхностей соединяемых деталей пленки окислов и других примесей, препятствующих пайке, используют флюсы в виде порошков или паст, которые насыпают или намазывают в необходимом месте. В качестве флюсов применяют буру, соляную кислоту, канифоль, нашатырь, хлорид цинка и фторид натрия. Бура рекомендуется при пайке твердыми припоями, а остальные флюсы – при пайке мягкими припоями. При этом одним из лучших флюсов является канифоль.

Температура пайки должна быть на 45 – 50° С выше температуры расплавления припоя. При пайке мягкими припоями после очистки места спая покрывают флюсом и детали накрепко соединяют одну с другой при помощи паяльников.

Для припаивания к меди, стали и их сплавам алюминий предварительно лудят чистым цинком, после чего пайку выполняют обычным способом. По окончании пайки остатки флюса (во избежание разъединения) должны удаляться из швов щетками. Затем швы следует промыть сначала горячей, а затем холодной водой.

Ремонт деталей электродуговым способом (металлизация). Технологический процесс состоит из операций подготовки поверхности, нанесения покрытия и, в случае необходимости его последующей обработки.

Подготовка поверхности имеет цель удалить с нее всякого рода загрязнения и окисную пленку, а также придать ей возможно большую шероховатость. Последнее требование является особо важным, так как с гладкой поверхностью распыляемый металл сцепляться не сможет. Обычным средством подготовки поверхности изделий со сложной конфигурацией (не тел вращения) является обдувка песком с помощью пескоструйных аппаратов.

Пескоструйная подготовка поверхности производится при давлении сжатого воздуха 0,4 – 0,6 МПа. Подготовленную поверхность следует металлизировать сразу после подготовки. Длительные перерывы (более 1 – 2 часов), а также загрязнения от прикосновения рук, пыли и т.п. вызывают окисление поверхности и ухудшение сцепляемости покрытия с основой.

Изделия с плоской поверхностью или сложной конфигурации могут металлизироваться в кабине или с помощью переносного поста по месту нахождения объекта работ.

Металлизация тел вращения, как правило, производится на токарных станках. В зависимости от размеров вала аппарат закрепляется на суппорте и перемещается самоходом, или работа производится вручную.

Режим работы аппарата может колебаться в значительных пределах в зависимости от рода применяемого металла, давления сжатого воздуха, диаметра проволоки и т.п. Поэтому сообразно с характером производимых работ и индивидуальным состоянием наладки пистолета оптимальные режимы устанавливаются оператором в процессе пуска аппарата.

В зависимости от требования к чистоте поверхности металлизационные покрытия подвергаются обработке: обточке, шлифовке, полировке, сообразно, с чем предусматривается соответственный припуск на обработку.

Обточка и шлифовка должны производиться с охлаждением эмульсией. Начальная стадия токарной обточки производится при малых глубинах резания. Последующая обработка позволяет применение нормальных для обычных металлов режимов резания.

Границы применения металлизации и практические возможности ее использования в различных целях всецело зависят от строения и свойств покрытий. Современное представление о природе металлизационного покрытия указывает на то, что частицы расплавленного металла, вследствие большой скорости полета в потоке сжатого воздуха, достигают поверхности в пластическом состоянии. При ударе частицы деформируются и принимают форму чешуек, которые, нагромождаясь друг на друга, образуют покрытие слоистого строения.

Сцепление частиц с основным металлом происходит за счет шероховатости поверхности и основано на действии сил избыточной энергии поверхностного слоя. Механическая прочность распыленного металла сама по себе незначительна (за исключением сопротивления сжатию, равного для стали $8 - 100 \text{ кгс/мм}^2$). Распыленный металл отличается почти полным отсутствием пластичности, повышенной твердостью и хрупкостью, что не позволяет подвергать его динамическим и ударным воздействиям.

При совместной работе с деталью в условиях статических нагрузок отслаивание или разрушение покрытий происходит лишь в случаях, когда усилия растяжения, изгиба, кручения и др. вызывают деформацию, выходящую за предел упругости основания.

Металлизационные покрытия при работе на трение в условиях смазки отличаются высокой износоустойчивостью, как правило, превышающей износоустойчивость того же металла до распыления.

Ремонт деталей с применением давления (способ пластической деформации). Способ основан на восстановлении размеров сопрягаемых поверхностей путем перераспределения металла в объеме детали. Направленное перемещение металла достигается с помощью специальных приспособлений: матриц, пуансонов, оправок; при этом прикладываются усилия, превышающие предел текучести материала. Ремонт способом пластической деформации применим только для деталей, изготовленных из пластических материалов (сталь, медь, алюминий, латунь).

Рассмотрим способы восстановления деталей давлением.

Осадку применяют для увеличения наружного диаметра или уменьшения внутреннего диаметра за счет уменьшения высоты детали.

Раздачей восстанавливают полые цилиндрические детали, у которых износ наружной поверхности компенсируется за счет уменьшения толщины стенок.

Обжим применяют для уменьшения размера внутренней поверхности за счет уменьшения размера наружной поверхности детали. Наружный диаметр обжатой втулки восстанавливают электролитическим путем, а внутренний диаметр развертывают до требуемого размера.

Правкой восстанавливают валы, оси, тяги, штанги, рычаги, балки и другие детали. Процесс осуществляют на прессах, плитах с помощью специальных приспособлений. Детали выправляют в холодном состоянии или после нагрева (при наличии в них больших деформаций).

Накаткой увеличивают размеры термически не обработанных поверхностей, на которых устанавливают детали с неподвижной посадкой (шейки валов и осей и др.).

Цилиндрические поверхности накатывают рифленным роликом на токарном станке. Аналогичный результат получают при частой керновке поверхностей. Накатанную или накерненную деталь шлифуют под размер, обеспечивающий необходимую посадку.

Чеканка заключается в устранении дефектов (непроваров, раковин, мелких трещин) за счет пластической деформации поверхностных слоев металла с помощью специальных инструментов – чеканок. Этот способ ремонта применяется преимущественно для устранения небольших течей в сварных и клепаных швах теплообменных аппаратов.

Рассмотренные способы ремонта экономически целесообразно применять только при исправлении больших партий одинаковых деталей.

Ремонт деталей путем электролитического наращивания металла. При электролитическом наращивании слой металла наносится на деталь при помощи электрического тока, проходящего через раствор солей металла. В ремонтном деле применяются следующие способы электролитического наращивания металлов: хромирование, меднение, никелирование, осталивание. Эти способы рекомендуются для наращивания деталей при небольшом износе и для повышения их износостойчивости.

Наносимые этими способами покрытия одновременно могут выполнять защитную (против коррозии) и декоративную роль.

Поверхности, покрытые хромом, обладают высоким сопротивлением механическому износу (НВ 700 – 800) и большой химической стойкостью (не ржавеют и нечувствительны к нагреву до 400° С).

Технологическая схема процесса хромирования состоит из подготовки детали (шлифование, полирование, обезжиривание), нанесения хрома и обработки хромированных деталей (термическая и механическая). Собственно хромирование осуществляют в специальных ваннах с рубашкой для подогрева заливаемого электролита до 70° С. Продолжительность процесса зависит главным образом от задаваемой толщины слоя покрытия и плотности тока. Толщина слоя осадки хрома при восстановлении размеров деталей должна быть не выше 0,25 – 0,3 мм, так как в противном случае покрытие получается не прочным. В зависимости от профиля детали припуск на шлифование составляет 0,08 – 0,12 мм.

В последнее время получило широкое распространение при ремонте деталей пористое хромирование для улучшения условий смазки, так как пористые поверхности обладают большой маслостойкостью и хорошей прирабатываемостью. От обычного

хромирования оно отличается тем, что в покрытии анодной обработкой (анодным травлением) искусственно создаются поры глубиной до 0,06 мм. Для этого в конце процесса хромирования меняют направление тока, в результате чего деталь становится анодом. Износостойкость деталей покрытых пористым хромом, возрастает в 3 – 5 раз, а срок службы сопряженных деталей увеличивается примерно в 2 раза.

В некоторых случаях при ремонте деталей их поверхности покрывают слоем меди, никеля, цинка, стали. Для этого ремонтируемые детали подвергают соответственно меднению, никелированию, цинкованию и осталиванию. Эти процессы проводятся аналогично хромированию.

Железнение (осталивание) применяют в тех случаях, когда износ превышает 0,5 мм на сторону. Твердость покрытия может достигать НВ 300, а после цементации с последующей закалкой НВ 500 – 600. При восстановлении деталей с относительно большим износом можно применять железнение с последующим хромированием; твердость покрытия в этом случае повышается до НВ 700 – 800. Скорость отложения электролитического железа в 10 – 20 раз выше скорости отложения хрома, при этом толщина слоя может достигать до 3 – 5 мм.

Выбор того или иного метода восстановления детали обуславливается его экономичностью и сроками восстановления. Выгодным является тот метод, который полностью восстанавливает эксплуатационно-технические характеристики детали, при этом стоимость ее восстановления ниже стоимости изготовления новой детали, а сроки восстановления – короче сроков изготовления новой.

6. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ

6.1. Ремонт деталей резьбовых соединений

Для обеспечения нормальной эксплуатации машин детали резьбовых соединений (болтов, шпилек и гаек) должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь резьбу с полным и неискаженным профилем, без сорванных витков, забоин, вмятин у всех резьбовых деталей;
- иметь на концах фаски;
- стержни болтов, винтов, шпилек должны быть прямолинейными;
- грани гаек, головок болтов, винтов, шлицы, отверстия для ключей и отверток не должны быть смятыми;
- шайбы, шплинты, болты и гайки не должны иметь трещин;
- после наворачивания гайки резьбовой конец болта или шпильки должен выступать не более чем на 2-3 витка;
- при креплении деталей несколькими болтами, гайками, винтами с одним размером резьбы они должны иметь одинаковую высоту и размеры головок.

При несоответствии этим требованиям резьбовые детали подлежат ремонту. Ремонт деталей резьбовых соединений можно осуществлять следующими способами (табл. 5)

Таблица 5

Виды ремонта деталей резьбовых соединений

| № | Дефект детали | Способ ремонта |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Износ, срыв, смятие резьбы на болтах; резьба имеет неполные витки | 1. Протачивание резьбы на конце вала под меньший стандартный диаметр резьбы и нарезание резьбы меньшего размера, при замене гайки. 2. Если размер резьбы нельзя уменьшить, восстановление резьбы до первоначальных размеров наплавкой, металлизацией. |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 2 | Износ, срыв, смятие резьбы в корпусах | 1. Расточка, рассверливание отверстия и нарезание резьбы следующего стандартного размера. Замена болта, шпильки либо изготовление ступенчатой шпильки. 2. Постановка пробок. Нарезанное отверстие растачивается или рассверливается на размер, больший наружного диаметра резьбы на 5 – 6 мм, в нем нарезается резьба, куда заворачивается и стопорится винтом пробка. В пробке сверлят отверстие и нарезают резьбу нужного размера. |
| 3 | Изгиб стержня болта | Правка винтовым прессом или в тисках. Во избежание повреждения резьбы болт зажимают между мягкими прокладками |
| 4 | Забоины, вмятины на резьбе | «Прогон» резьбы метчиками, плашками или сопряженной резьбовой деталью |
| 5 | Смятие граней, шлицев и других элементов | Запиливание или наплавка с последующей обработкой |
| 6 | Заедание гаек | Замена болта или ремонт одним из указанных выше способов |
| 7 | Несовпадение отверстий под шплинт в стержне болта и гайке | Следствие растяжения болта. Сверление отверстия в новом месте |

Ремонту подвергаются резьбы, нарезанные в корпусах, на валах, а также резьбовые детали больших размеров. Крепежные детали небольших размеров обычно заменяют.

6.2. Ремонт валов

В ремонтной практике встречаются различные типоразмеры и конструкции валов. Основными материалами для изготовления валов являются углеродистые и легированные стали. Для валов, не подвергающихся термообработке, применяют сталь марки Ст5, для нагруженных валов – конструкционные стали марок 40, 45. Для валов, работающих с частотой вращения свыше 1000 об/мин, применяют легированные стали, например сталь марки Ст40Х.

Основные виды разрушения валов и способы их устранения приведены в табл. 6.

Таблица 6

Основные виды разрушения валов и способы их устранения

| Виды разрушения | Причина возникновения | Способ устранения |
|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Увеличение шероховатости сопрягаемых поверхностей | Действие агрессивных сред | Шлифование или полирование |
| Коррозионные повреждения поверхностей | Действие агрессивных сред | Механическая обработка с последующим нанесением противокоррозионных покрытий |
| Повреждение центровых отверстий | Нарушение технологии ремонта | Механическая обработка, шабрение, сверление или растачивание |
| Износ шеек под уплотнениями, манжетами, сальниками | Износ или некачественная сальниковая набивка при интенсивном износе | Наплавка и механическая обработка |
| Возникновение рисок, задиров, царапин | Попадание инородных частиц | Механическая обработка: точение, шлифование и полирование |
| Появление бочковидности, овальности, конусности | Износ | Шабрение, шлифовка |
| Ослабление мест посадки подшипников качения | Износ | Электрохимическое наращивание слоя металла, металлизация и шлифовка |
| Износ шеек вала, сопрягаемых с подшипниками скольжения | Абразивный износ | Наращивание слоя электрохимическими способами; металлизация или установка защитных втулок. При значительном износе – протачивание вала и увеличение толщины вкладыша подшипника скольжения |
| Износ шеек под ступицами зубчатых колес шкивов, муфт, а также износ до нижнего предельного размера | Пластическая деформация металла на контактных поверхностях при высокой шероховатости сопрягаемых поверхностей | Наращивание слоя металла, шлифовка, изменение посадки |

| | | |
|--|---|--|
| ближайшей предпочтительной посадки в том же качестве | или неправильности их формы. Проскальзывание поверхностей | |
| <i>Окончание табл. 6</i> | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Износ (разработка) шпоночных и шлицевых пазов | Неправильная посадка или дефекты шпонки | См. ремонт шпоночных и шлицевых соединений |
| Повреждение резьбы | Аварии, несоблюдение технологии ремонта | Проточка и нарезка резьбы меньшего диаметра или наращивание слоя металла с последующей нарезкой новой резьбы прежнего диаметра |
| Трещины вала, | Перегрузка | Сварка, проточка |
| Изломы вала | Действие циклических нагрузок | Для ненагруженных валов применяется заварка и проточка вала |
| Прогиб вала | Действие остаточных температурных напряжений | Правка вала механическим или термическим способом |
| Срез вала | Перегрузка | Сварка, проточка |
| Скручивание вала | Перегрузка | В большинстве случаев ремонту не подлежат |

6.3. Ремонт шпоночных, шлицевых соединений

Износ шпоночных соединений происходит вследствие перегрузок оборудования или несоблюдения полей допусков размеров сопрягаемых деталей. Рабочие поверхности шпонок подвергаются пластической деформации сдвига. Шпоночные пазы стальных деталей (валов и охватывающих деталей) сминаются, а охватывающих деталей, изготовленных из чугуна, выкрашиваются.

Деформированные шпонки при ремонте не восстанавливают, а заменяют новыми. Изношенные шпоночные пазы ремонтируют следующими способами: заваркой изношенного паза с последующей механической обработкой; наплавкой кромок; увеличением ширины паза на 16 % по сравнению с номинальным его размером (при этом изготавливается новая шпонка); изготовлением нового паза, расположенного по окружности вала под углом 90° или 180° относительно прежнего (этим методом пользуются в случае нецелесообразности восстановления изношенного паза).

Изготовление шпоночного паза на новом месте вала допускается в тех случаях, когда шпоночный паз трудно или невозможно восстановить и по условиям прочности допускается ослабление поперечного сечения вала (или ступицы).

Шлицевые соединения имеют то же назначение, что и шпоночные, но применяются при передаче больших крутящих моментов и более высоких требованиях к соосности соединяемых деталей.

В шлицевых соединениях при эксплуатации возникают следующие виды износа: износ рабочих поверхностей шлицев от перемещения ступицы по валу при скользящих шлицевых соединениях; смятие рабочих поверхностей шлицев под действием сверхдопустимых крутящих моментов; выкрашивание рабочих поверхностей шлицев под действием случайно возникающих динамических нагрузок.

Ремонт шлицев проводят: наплавкой изношенных поверхностей с последующей механической обработкой на металлорежущих станках, а также пластической деформацией. При больших износах шлицы заваривают сплошь, а затем протачивают, фрезеруют, закаливают и шлифуют. Шлицы в отверстиях восстанавливают при помощи строгания, долбления или протяжкой.

6.4. Ремонт шестеренных цепных передач

В процессе эксплуатации встречаются следующие дефекты зубчатых колес: износ рабочего профиля зубьев; износ и смятие торцов зубьев; шелушение поверхности зубьев; задиры на рабочем профиле зуба; поломка зубьев; износ посадочного отверстия, шпоночных канавок или шлицев; трещина в спицах, ободах и ступицах.

Причинами возникновения этих дефектов являются: отсутствие смазки, недостаточность чистоты зубьев, попадание посторонних тел и заеданий, перегрузки.

При ремонте шестерен, червяков и червячных колес определяют пригодность их к дальнейшей эксплуатации.

Для определения величины износа зубчатую передачу разбирают. Снимать зубчатые колеса с валов не обязательно. Величину износа зубьев определяют в результате наружного осмотра и замеряют штангензубомером или штангенциркулем. Степень износа и качество

ремонта оценивают путем сопоставления размеров геометрических и других параметров передач и их элементов с требованиями стандартов и технических условий.

Допустимый износ зубьев по толщине, считая по начальной окружности, составляет:

- для редукторных и других передач II и III классов точности при скорости более 3 м/с – 20 %, или 0,3;
- для открытых передач IV класса точности при скорости до 3 м/с – 30 %.

При износе зубьев менее допустимого размера, ремонт сводится к следующему:

- когда зуб работает одной стороной, колеса поворачивают (при несимметричной ступице колеса ее подрезают с одной стороны, а с другой прикрепляют или приваривают кольцо) (рис. 14);

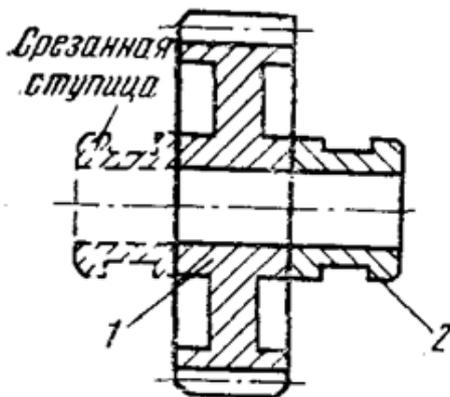


Рис. 14. Схема ремонта колеса переворачиванием:
1 – ступица; 2 – кольцо

- для крупных колес при необходимости производят наплавку зубьев по медным шаблонам с планками (после наплавки зубья обрабатывают и закаливают; при наличии мелких зубьев иногда делают сплошную наварку и последующую нарезку нового венца (рис. 15);

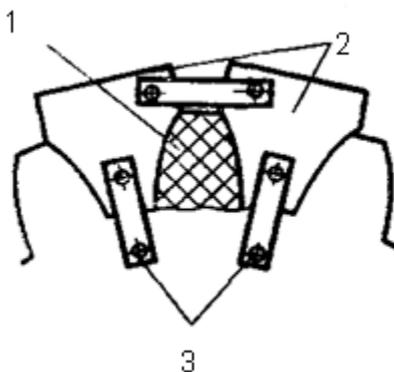


Рис. 15. Схема ремонта колеса наплавкой зуба:

1 – наплавленный зуб; 2 – шаблон; 3 – планка

– если венец непригоден, его срезают, изготавливают новый (новый венец напрессовывают и стопорят, обтягивают и нарезают зубья);

– при износе посадочного отверстия, отверстие растачивают, в него запрессовывают ремонтную втулку и стопорят винтом, затем отверстие во втулке развертывают или шлифуют;

– при трещинах на ступице ее протягивают на небольшую величину и напрессовывают бандаж – кольцо, которое стягивает трещину (рис. 16).

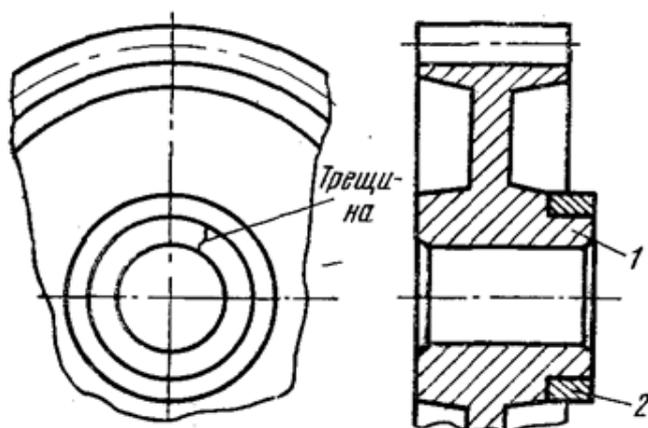


Рис. 16. Зубчатое колесо с бандажным кольцом:

1 – ступица; 2 – кольцо

Шестерни с цементированными зубьями заменяют, если износ цементационного слоя составляет 80 %, а также при его растрескивании. Предельный износ зацепления червяка и червячного колеса не должен превышать 30 %.

Стальные шестерни с изношенными зубьями среднескоростных ($3 \leq v \leq 15$ м/с) и тихоходных ($0,5 \leq v \leq 3$ м/с) открытых передач при модуле более 8 целесообразно восстанавливать, наваривая рабочую поверхность зубьев электродами. Толщину восстанавливаемых зубьев контролируют шаблоном, охватывающим 3 – 5 зубьев. При наварке принимают небольшой припуск на последующую зачистку, опиловку или строжку наваренного профиля зубьев. В некоторых случаях после наварки можно не прибегать к опиловке или строжке восстановленного профиля; достаточно лишь повернуть шестерню при установке на машину на 180° .

Трещины на ободке, ступице и спицах зубчатых шестерен ремонтируют заваркой или установкой накладки на болтах.

Трещины, сколы зубьев, раковины, выкрашивание рабочих поверхностей зубьев, люфт зубчатого колеса на валу не допускается.

Правильность зацепления зубьев колес определяют по пятну касания. Пятно касания получают при взаимном вращении зубчатых колес, при этом зубья одного из них покрывают тонким слоем краски, которая дает отпечатки (пятна) на зубьях второго колеса.

Нормальное зацепление характеризуется тем, что пятно касания располагается на середине зуба и занимает по высоте 50 – 60%, а по ширине – 55 – 75 % площади боковой поверхности зуба. Помимо определения правильности зацепления зубьев измеряют боковой зазор между зубьями: щупом, прокатыванием между зубьями шестерни свинцовой пластинки или алюминиевой фольги.

Основными причинами износа цепей и звездочек в цепных передачах являются нарушение параллельности осей звездочек, их осевое смещение на валах, ослабление или чрезмерное натяжение цепи, высокая температура, при которой работает передача, отсутствие или низкое качество смазки.

Износ цепей характеризуется увеличением их шага вследствие вытягивания и выражается в процентах от первоначальной величины шага цепи. Изменение шага цепи измеряют на отрезке цепи длиной t , равной 50 звеньям.

Среднее относительное увеличение шага цепи Δt определяют по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_1 - t}{t} \cdot 100\%,$$

где t_1 и t – первоначальная (до износа) и фактическая длина отрезка цепи, равная 50 звеньям, мм.

При ремонте цепной передачи изношенные звездочки и цепи, как правило, заменяют новыми.

Демонтаж звездочек с валов производится с помощью съемников или прессы. При их отсутствии звездочку демонтируют легкими равномерными ударами молотка по точкам ступицы, расположенным диаметрально противоположно (крест-накрест) через медную или деревянную прокладку или в колодку. Звездочку необходимо снимать

равномерно без перекоса. Для облегчения демонтажа звездочки с вала звездочку поливают горячим минеральным маслом.

Для проверки гибкости цепи каждое шарнирное соединение звеньев перегибают вручную.

Правильность сборки контролируется по величине провисания цепи. Величину провисания цепи определяют линейкой, накладываемой на ведомую ветвь цепи, которая должна провисать на величину, равную 0,02 (%) межосевого расстояния.

6.5. Ремонт деталей кривошипно-шатунного механизма холодильных машин

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала, и наоборот.

Детали КШМ делят на две группы, это подвижные и неподвижные детали. К числу подвижных деталей относят: поршень с кольцами, поршневой палец, шатун, коленвал, маховик; к числу неподвижных – блок цилиндров, головка блока, прокладка, поддон (картер).

Серьезной неполадкой работы холодильной установки является влажный ход компрессора, создающий угрозу гидравлических ударов и снижения холодопроизводительности компрессора.

Цилиндр компрессора изнашивается от истирающего действия поршневых колец, которое усиливается по мере возрастания давления сжатия в цилиндре. Во время работы компрессора поршень оказывает неравномерное давление на стенки цилиндра в различных плоскостях. Наибольшее давление создается в плоскости движения кривошипного механизма. Неравномерность давления на стенки цилиндра вызывает и неравномерный их износ, в результате которого сечение цилиндра постепенно становится овальным с расположением большой оси овала в плоскости движения кривошипного механизма. Перекосы шатуна или поршня, вызванные неправильной сборкой после ремонта, также приводят к овальному износу цилиндра.

В результате изнашивания цилиндр в местах движения поршневых колец приобретает по высоте форму неправильного конуса, а в поперечном сечении – форму овала. Измерять выработку цилиндра компрессора следует только после того, как цилиндр примет температуру воздуха машинного отделения.

Увеличение диаметра цилиндра по сравнению с номинальным (первоначальным) значением допускается в пределах 0,3 – 0,5 мм на 100 мм диаметра. Максимальное искажение формы цилиндра (овальность и конусность) не должно превышать первоначальную величину более чем в 3,5 раза.

Цилиндры и гильзы, износ которых по внутреннему диаметру больше допустимого, могут быть расточены и отшлифованы под следующий ремонтный размер.

Задиры, риски, выбоины образуются на зеркале цилиндра при попадании в него поломанных деталей, твердых загрязнений и при заклинивании поршня. При заклинивании возможно наволакивание металла поршня или колец на стенки цилиндра. Эти участки зачищают острым шабером. Риски и выбоины глубиной свыше 1,0 мм и шириной 3 – 5 мм заправляют оловом или баббитом. Перед напайкой риски обрабатывают соляной кислотой. После напайки наплывы подшабривают.

О пригодности поршня к работе судят по зазорам между поршнями и цилиндром и по предельным износам сопрягаемых поверхностей. Изношенные по наружной поверхности поршни бракуются или обрабатываются под следующий меньший ремонтный размер.

При увеличении размера отверстия под поршневой палец или искажении его формы свыше допустимого производят развертку отверстия под палец большего размера. Развертку проводят для двух отверстий одновременно.

Из числа всех деталей поршневой группы компрессора наибольшему износу подвержены поршневые кольца. Для замены изношенных колец лучше использовать кольца, изготовленные специализированными организациями, но можно изготовить их и в условиях мастерских пищевых производств. Материалом для изготовления колец служит высококачественный перлитный чугун, обладающий высокими механическими и антифрикционными свойствами. Для уменьшения абразивного износа поршневые кольца размагничивают, чтобы они не собирали на себя металлические загрязнения.

При капитальном ремонте проводят ремонт коленчатого вала. Наиболее современным способом обнаружения трещин в коленчатом вале является магнитная дефектоскопия. Обнаруженные

механические повреждения поверхности шеек вала (риски, задиры, выбоины) устраняют шлифованием шеек на станке. Шлифование шеек совмещают с выведением овальности.

При большом износе шейки вала его восстанавливают наплавкой металла электросваркой, установкой втулок или металлизацией. После наплавки шейки протачивают и шлифуют. При восстановлении по второму способу на шейки, подлежащие ремонту, устанавливают целые или разъемные втулки, предварительно проточив и прошлифовав изношенную шейку вала.

При восстановлении металлизацией вал протягивают резцом из твердого сплава и шлифуют. Тонкостенные вкладыши подшипников заменяют, если зазор в сопряжении превышает допустимое значение.

При сборке компрессора проверяют соосность механизма движения и регулируют зазоры в сопряженных деталях. После окончания сборки регулируют линейное мертвое пространство и предохранительный клапан.

6.6. Ремонт соединительных муфт

Муфты предназначены для соединения участков валов (соединительные муфты), для включения и выключения деталей или отдельных механизмов без выключения всей машины (сцепные или управляемые муфты).

В технологическом оборудовании предприятий пищевой промышленности применяются следующие типы муфт: жесткие, пальцевые и сцепные.

Во всех типах соединительных муфт (пальцевых, упругих, втулочно-пальцевых и др.) изнашиваются пальцы, резиновые кольца, резиновый диск и шпоночные соединения полумуфт на валах. Изношенные пальцы, резиновые кольца и диски заменяют.

Ускоренному износу указанных деталей и сборочных единиц способствуют нарушения центровки осей валов, установка машины не по уровню, а также перегрузка электродвигателя в случае заклинивания рабочих органов машины (вал мешалки, рабочее колесо насоса и др.)

Для нормальной работы муфтового соединения обеспечивают соосность валов электродвигателя (редуктора) и рабочей машины.

После закладки шпонки и надевания полумуфты измеряют щупом зазор между валом и полумуфтой, который не должен превышать 0,05 мм. При монтаже пальцевых полумуфт пальцы устанавливают последовательно, проверяя щупом прилегание пальцев к поверхности отверстия в полумуфте. Этот зазор не должен превышать 0,4÷0,6мм.

Центровку полумуфт выполняют с помощью угольников, линейки или поворотных приспособлений. Зазоры проверяют в каждом из четырех положений вала поворачиваемого от начального положения на 90, 180 и 270° по направлению вращения вала машины (рис. 17). В каждом положении проводят по одному измерению радиального зазора (по окружности полумуфт) и четыре измерения осевого зазора (между торцевыми осями полумуфт) в диаметрально противоположных точках.

Суммы величин зазоров на каждом диаметрально противоположном направлении должны быть равны:

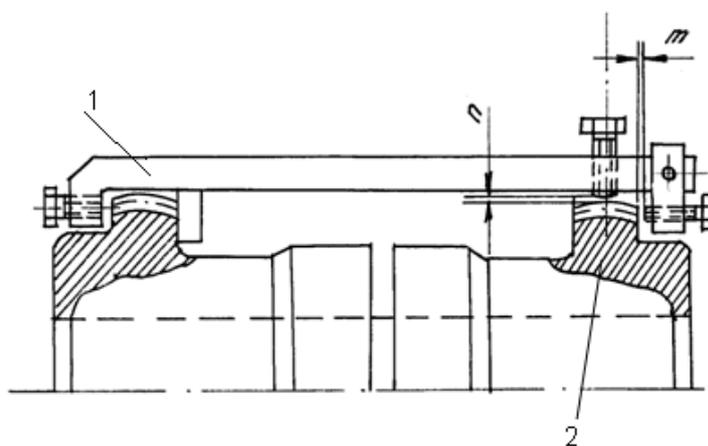
$$n_1 + n_2 = n_3 + n_4$$

$$m_1 + m_2 = m_3 + m_4$$

где $n_1...n_4$ – радиальные зазоры, мм;

$m_1...m_4$ – осевые зазоры, мм.

В центробежных фрикционных муфтах (применяются в сепараторах) в первую очередь изнашиваются накладки 5 (рис. 18) на колодках 2. Накладки изготовлены из ферродо или другого фрикционного материала. Об износе накладок судят по длительному разгону барабана (более 8 мин), при этом частота его вращения меньше требуемой.



a)

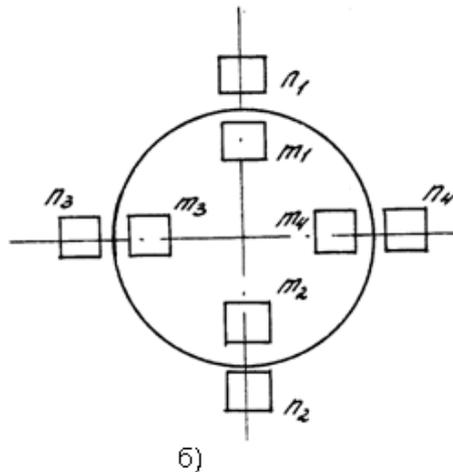


Рис. 17. Приспособление для центровки валов по полумуфтам:
a – центровочная скоба (1 – полумуфта; 2 – центровочная скоба);
б – схема замеров

При ремонте центробежной фрикционной муфты ее разбирают, для чего у большинства сепараторов снимают электродвигатель со станины. На валу двигателя остается диск 7 с колодками. Колодки 2 и соответствующие оси маркируют, например, кернением. Это необходимо для того, чтобы после ремонта колодки были установлены на свои оси во избежание нарушения балансировки муфты. В некоторых моделях сепараторов последних лет выпуска колодки и оси маркируют на заводе-изготовителе.

Для снятия колодок 2 с осей 1 удаляют шплинты 4, снимают с осей шайбы 8 и колодки 2 с накладками 5. Замасленные накладки промывают бензином, зачищают наждачной бумагой и ставят колодки на место. Изношенными считаются накладки, если их толщина уменьшилась на 50 %, например, для накладки, изображенной на рис. 2, – до 4 мм.

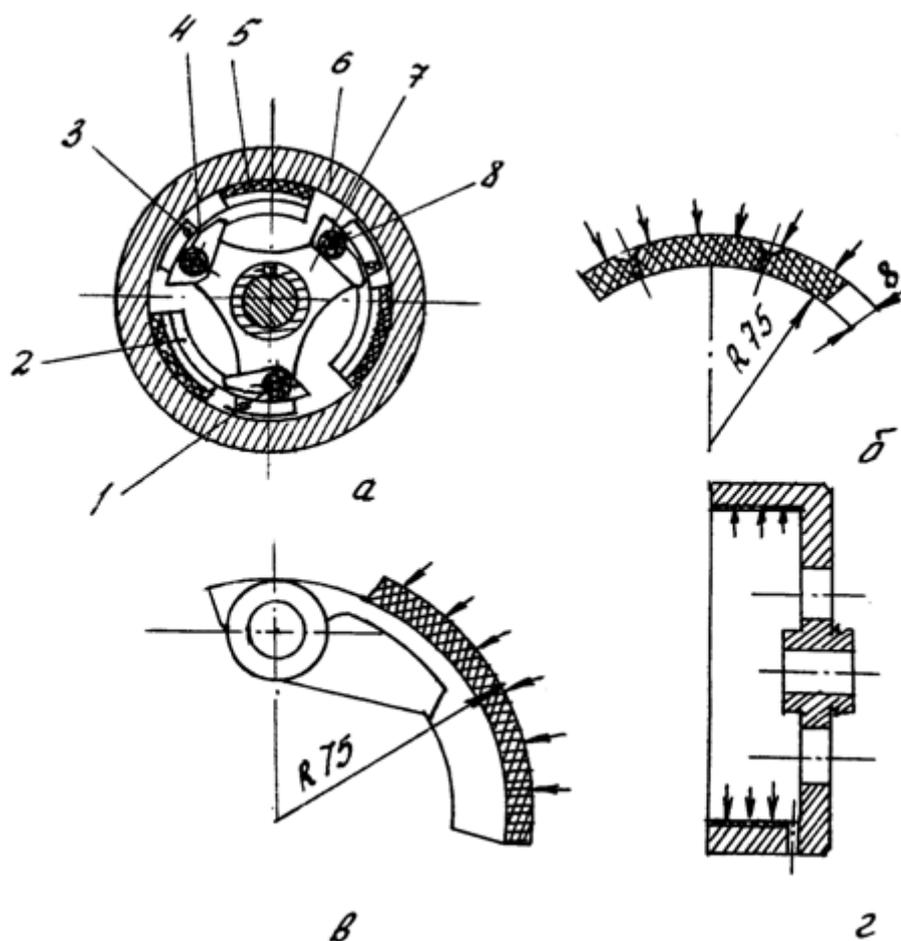


Рис. 18. Центробежная фрикционная муфта сепаратора и быстроизнашиваемые детали:

a – муфта в сборе: 1 – ось колодки; 2 – колодка; 3 – штифт; 4 – шплинт; 5 – накладка; б – бандаж; 7 – диск; 8 – шайба; б – накладка; в – колодка; г – бандаж (стрелками показаны поверхности износа)

Изношенные накладки удаляют с колодок, срезая накладку или выбивая заклепки. Затем размечают, вырезают новую накладку, просверливают в ней отверстия под заклепки. Заклепки делают из алюминия или из меди, чтобы при износе накладок заклепки не изнашивали внутреннюю поверхность бандажа. Таким образом, заменяют накладки на всех колодках. После этого проверяют состояние внутренней поверхности бандажа и при необходимости зачищают ее. Если изнашивались сами колодки, их можно изготовить на месте по чертежу, приведенном в заводской инструкции.

Перед установкой колодки с накладками взвешивают, расхождение в их массе не должно быть более ± 3 г. Колодки ставят на оси, надевают на них шайбы и вставляют шплинты. Затем колодки сводят вместе, обвязывают ниткой и устанавливают электродвигатель на станину сепаратора. Диск с колодками заводят в бандаж, закрепленный на горизонтальном валу сепаратора, и крепят двигатель

к станине сепаратора. При пуске сепаратора может появиться дым, что допустимо, так как накладки еще не приработались к бандажу.

7. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ

7.1. Материалы, применяемые при ремонте оборудования

Особо важное значение для обеспечения надежности и долговечности работы технологического оборудования имеет правильный научно обоснованный выбор и рациональное применение различных материалов и покрытий.

При выборе материала и защитных покрытий необходимо учитывать следующие факторы: условия эксплуатации; степень агрессивного воздействия рабочих сред; природу металла; возможность осуществления рекомендуемого метода подготовки поверхности; свойства и качества наносимого и защищаемого материала; технологию нанесения защитного материала на поверхность.

Технологическое оборудование предприятий пищевой промышленности подвергается воздействию химически агрессивных средств. При этом в большинстве случаев металлы и покрытия интенсивно корродируют. На скорость коррозии влияют также конструктивные особенности элементов машин, аппаратов и сооружений. При обработке емкостного оборудования и, особенно, оборудования и различных металлоконструкций, работающих в атмосферных условиях, следует избегать скопления влаги на поверхностях, щелях и зазорах. Это требование необходимо учитывать при конструировании, ремонте и монтаже цистерн, емкостей и танков для хранения пищевых продуктов и полупродуктов.

При ремонте оборудования на пищевых и ремонтных заводах используются конструкционные металлические и неметаллические материалы, а также порошковые, композиционные, наплавочные и пропиточные материалы.

Конструкционные металлические материалы

Для ремонта оборудования применяют следующие конструкционные стали: углеродистые обыкновенного качества, качественные углеродистые, специальные и легированные.

Углеродистая качественная сталь подразделяется: по способу получения – на мартеновскую и электросталь; по химическому

составу – на стали с нормальным и повышенным содержанием марганца; по способу раскисления – на спокойную и кипящую; по содержанию углерода – на низкоуглеродистую (до 0,3 % С), среднеуглеродистую (0,3 – 0,5 % С) и с повышенным содержанием углерода (свыше 0,5 % С).

Для изготовления емкостного оборудования, работающего под давлением, широко используют стали специального назначения – низкоуглеродистые стали марок 15К, 20К, 22К, и 22КГ. Они поставляются в виде листов толщиной от 4 до 16 мм.

Хромистые стали. Минимальное содержание хрома в малоуглеродистых хромистых сталях, обладающих коррозионной стойкостью в агрессивных средах, должно быть не менее 13 – 15 %. Коррозионная стойкость хромистых сталей зависит от содержания в них углерода. Чем больше содержание углерода в сплаве, тем больше хрома расходуется на образование карбидов и тем больше обедняется хромом твердый раствор. Сталь 08Х13 при прочих равных условиях имеет более высокую коррозионную стойкость, чем сталь 20Х13, а последняя обладает повышенной коррозионной стойкостью по сравнению со сталью 30Х13. Эти стали применяются при ремонте свеклорезок.

Хромистые стали 08Х13 и 12Х13 относятся к группе нержавеющей сталей мартеновского класса. Обычно применяются для изготовления оборудования, подвергающегося воздействию слабоагрессивных сред – атмосферных осадков, водных растворов солей органических кислот, а также для изготовления деталей аппаратуры, работающей при температурах до 823 К.

Нержавеющие хромоникелевые стали (типа 18–10) аустенитного класса обладают сравнительно хорошей коррозионной стойкостью в серной кипящей, фосфорной, муравьиной, уксусной, лимонной и молочной кислотах и рекомендуются для изготовления коррозионностойкой аппаратуры, работающей в агрессивных средах. Коррозионная стойкость этих сталей зависит от содержания в них хрома: чем больше хрома в стали, тем она более стойкая в различных коррозионных средах даже при высоких температурах.

Марганцовистая сталь 65Г в ряде случаев используется в качестве конструкционного материала взамен стали Ст3. Преимуществом этой стали является высокое значение НВ при

удовлетворительной пластичности. Она имеет меньшую склонность к старению.

Алюминий широко применяется в пищевой промышленности, так как обладает высокой коррозионной стойкостью в органических пищевых кислотах. Сплавы алюминия с медью, цинком, марганцем и кремнием обладают хорошими технологическими свойствами и более высокой прочностью, чем чистый алюминий. В коррозионном отношении все алюминиевые сплавы значительно уступают стойкости чистого алюминия.

Конструкционные полимерные материалы

По своему назначению неметаллические материалы, применяемые в ремонтной практике, подразделяют на две группы: конструкционные, из которых изготавливают отдельные элементы и узлы несущих и передающих устройств машин и приборов (эта группа объединяет материалы, находящиеся в твердоагрегатном состоянии – пластические массы, резиновые, стекольные, керамические и композиционные материалы и т. д.), и специальные, имеющие прикладное значение относительно конструкционных (клеи, герметики, мастики, компаунды, лаки, эмали, краски и т. д.).

Использование полимеров позволяет не только снизить массу деталей и узлов механизмов, повысить их надежность и долговечность, но и снизить трудоемкость и себестоимость ремонта, обеспечить значительную экономию черных, цветных металлов и других ма-териалов.

Широко применяются *термопласты*, обладающие высокими эксплуатационными свойствами, и возможностью переработки их в изделия высокопроизводительными методами. Применение термопластов составляет около 60 % объема всех вырабатываемых пластмасс.

Реактопласты или *терморреактивные пластмассы* – обобщенное наименование обширной группы разнообразных по свойствам и назначению полимерных материалов. Детали (изделия) из терморреактивных пластмасс изготавливают из так называемых технологических полуфабрикатов, представляющих собой более или менее однородные смеси исходных компонентов, в состав которых входят не готовый полимер, а его полупродукты (мономер, олигомер и т. д.), превращающиеся в процессе переработки в высокомолекулярное соединение с пространственной структурой макромолекул. Образовавшийся таким образом готовый полимер

(реактопласт) не плавится и не растворяется. Поэтому он не может (подобно термопласту) подвергаться повторной переработке.

В состав большинства пластических масс, кроме полимерного связующего, могут входить отвердители, пластификаторы, наполнители, стабилизаторы, катализаторы, ускорители, красители, порообразователи, смазывающие вещества и другие добавки, которые влияют на физико-механические и другие свойства.

Материалы и изделия, получаемые методом порошковой металлургии

Методами порошковой металлургии получают фрикционные, антифрикционные, конструкционные, износостойкие, высокопористые фильтровые, уплотнительные, противокоррозионные, огнеупорные и другие материалы, которые используются для изготовления деталей машин и агрегатов.

Фрикционные материалы получают на основе железа (типа МФ, ФМКИ, МКВ50А), алюминиевой (типа ФАБ-1, ФАБ-Д) и оловянной (типа МК5, М-88Б, М-110, М-140 и др.) бронзы. Из них изготавливают тормозные накладки, колодки, диски и сегменты муфт сцепления, электромагнитных муфт. Эти изделия представляют собой конструкцию, состоящую из стального несущего каркаса, облицованного с одной либо с двух сторон слоем металлокерамического фрикционного материала.

Антифрикционные материалы предназначены для изготовления подшипников скольжения, втулок, вкладышей, уплотнений, подпятников, и других деталей наряду с литыми сплавами типа бронз, баббитов и чугунов. Подшипники, изготовленные из антифрикционных пористых материалов, обладают более высокой (в 1,5 – 3 раза) износостойкостью по сравнению с бронзами, баббитами, латунями и работают при более высоких давлениях и скоростях скольжения в условиях ограниченной смазки.

Ненагруженные и малонагруженные конструкционные детали изготавливают из железного порошка, железного графита и смесей железного и чугуна порошков однократным прессованием и спеканием. Пористость деталей выбирается в зависимости от величины нагрузки.

Средненагруженные и тяжелонагруженные детали изготавливают из тех же материалов двукратным прессованием и спеканием. Давление первого прессования составляет 0,5 – 0,6 ГПа, второго – 0,8 – 0,9 ГПа. Первое спекание проводится при 953 – 973 К в

защитной среде, осушенной до точки росы 303 К в течение 1–2 ч. Второе спекание – при 1473 К с выдержкой 3 ч. Микроструктура представляет собой феррито-перлит с отношением 40/60. Их пористость не должна пре-вышать 12 %.

Металлополимерные композиционные материалы на основе полимеров и их сочетание с неметаллическими и металлическими порошками рекомендуются для использования при трении без смазки на воздухе, в жидких и газовых инертных и активных средах, а также в вакууме. Особенно эффективно применение указанных материалов в узлах трения машин и аппаратов пищевой, текстильной, приборостроительной и химической промышленности, где использование жидких минеральных смазок приводит к загрязнению вырабатываемого продукта и нарушению его стерильности и кондиционности.

Металлофторопластовые материалы, армированные стальной подложкой, сочетают в себе высокую прочность армирующей подложки с хорошими антифрикционными свойствами наполненного фторопласта, прочно удерживаемого на рабочей поверхности слоем пористой бронзы. Последний не только играет роль механизма для удержания слоя фторопласта, но и придает материалу определенные антифрикционные свойства. Во время работы слой фторопласта с наполнителем частично срабатывается, в результате чего оголяется некоторое количество частиц бронзы, что придает материалу высокую износостойкость при трении без смазки.

7.2. Инструменты для измерения и контроля линейных размеров

Контрольно-измерительные инструменты, используемые при ремонте и монтаже на пищевых предприятиях, по выполняемым функциям можно разделить на следующие типы: для непосредственного измерения линейных размеров, для снятия и переноса размеров с изделия на масштабную линейку, для контроля и измерения линейных и диаметральных размеров, для проверки плоскости и прямолинейности и для измерения углов.

Для измерения линейных размеров применяют металлические измерительные линейки (ГОСТ 427–75). Их изготавливают с одной или двумя шкалами с верхними пределами измерений 150, 300, 500

и 1000 мм (рис. 19). Шкала линейек имеет цену делений 1 мм, реже 0,5 мм. Началом шкалы металлических линейек служит торцовая грань, перпендикулярная продольному ребру линейки, концом – противоположная ее торцовая грань или штрих, за которым находится свободное поле. У линейек со свободным полем за концом шкалы нанесено пять добавочных миллиметровых делений. Конец таких линейек закруглен и имеет отверстие для подвешивания. Штрихи делений линейек расположены строго перпендикулярно продольному ребру линейки. Каждый сантиметровый штрих шкалы линейки имеет числовое обозначение, указывающее расстояние в сантиметрах от этого штриха до начала шкалы. При двух шкалах на линейке сантиметровые деления обеих шкал обозначают одним рядом цифр.

Штангенинструмент предназначен для быстрого определения линейных и диаметральных размеров. Многообразие типоразмеров и исполнений этого инструмента позволяет в очень большом диапазоне оперативно и точно (0,01 мм с электронным дисплеем) определять и контролировать размеры при дефектовке, изготовлении и восстановлении деталей.

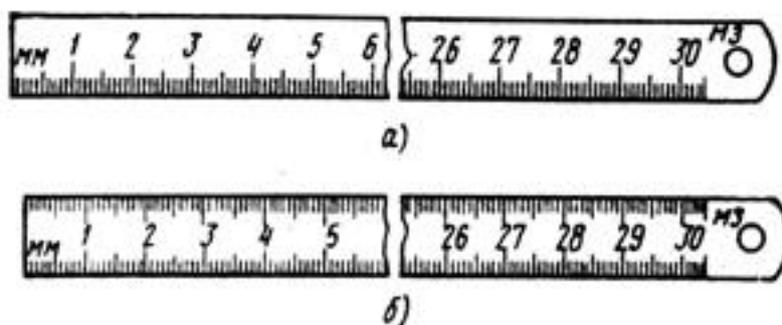


Рис. 19. Металлические измерительные линейки:

а – с одной шкалой;

б – с двумя шкалами

Основной вид штангенинструмента – штангенциркули (ГОСТ 166–80). Штангенциркуль представляет собой штангу, на которую нанесена шкала с ценой деления 1 мм (рис. 20).



Рис. 20. Штангенцикуль

С одной стороны штанга заканчивается неподвижной измерительной губкой. Вторая подвижная измерительная губка находится на рамке, скользящей по штанге. Рамка может быть закреплена в любом положении винтом. На рамке расположена шкала, называемая нониус. Штангенциркули могут быть снабжены глубиномером. Нониус штангенциркуля – равномерная шкала с пределом измерения, равным цене деления основной шкалы, т. е. 1 мм.

Нутромеры предназначены для измерения диаметров отверстий, расстояний между поверхностями. На практике нашли широкое применение двухточечные и трехточечные нутромеры, которые в зависимости от класса точности могут иметь погрешность измерения от 0,002 до 0,02 мм.

При ремонте двигателей обычно используются нутромеры: НИ-10; НИ-18; НИ-50; НИ-100М; НИ-160 (рис. 21), которые могут измерять диаметры отверстий в диапазоне от 6 до 200 мм.



Рис. 21. Нутромер

Например, при контроле диаметра цилиндра во время и после хонингования, обычно пользуются двухточечным нутромером с измерительной головкой (с ценой деления 1 – 5 мкм). Им можно также отчасти проконтролировать правильность формы цилиндрической поверхности. Однако более корректные результаты по измерению диаметра цилиндра будут получены при использовании трехточечных нутромеров, которые настраиваются и контролируются с помощью специальных калибров.

Глубиномеры предназначены для измерения расстояния между параллельными поверхностями. При ремонте двигателя часто используется глубиномер модели ГМ-100 (рис. 22), с помощью которого можно оперативно определить с точностью $\pm 0,005$ мм, например, глубину утопания клапанов относительно плоскости (для головок блока дизелей); высоту опорного бурта под гильзу и др.



Рис. 22. Глубиномер ГМ-100

Измерительные головки необходимы для контроля линейных размеров детали, а также при настройке технологического оборудования и оснастки. При механической обработке деталей современных двигателей используются измерительные головки, изготовленные по первому классу точности, следующих типоразмеров: ИЧ 02БУ; ИЧ 02СУ; ИЧ 10; ИЧ 25; ИЧ 50СУ. В зависимости от требуемой точности измерения используются индикаторные головки с точностью $\pm 0,001$ мм или $\pm 0,01$ мм (рис. 23).



Рис. 23. Индикаторная головка

7.3. Инструменты для проверки плоскости и прямолинейности

Для проверки плоскостности и прямолинейности применяют поверочные линейки, поверочные и разметочные плиты и уровни.

Различают поверочные линейки лекальные, с широкой рабочей поверхностью и угловые.

Лекальные линейки обладают наиболее высокой точностью и имеют различное поперечное сечение с числом рабочих граней от 1 до 4 и длиной от 25 до 500 мм. Линейки с одной гранью служат для определения отклонений от прямолинейности на просвет. Отсутствие световой щели между деталью и линейкой показывает прямолинейность образующей, а наличие световой щели указывает на отклонение от прямолинейности (при известном навыке можно оценить на глаз отклонения от прямолинейности в 1-2 мкм).

Для выявления неплоскостности могут применяться лекальные линейки как с одной рабочей гранью, так и с тремя или четырьмя гранями. Линейка с одной гранью прикладывается к проверяемой плоскости в разных местах и в разных направлениях. Результат оценивается по величине световой щели.

С помощью трехгранных и четырехгранных линейек плоскость проверяют на краску. Для этой цели рабочие грани линейек покрывают тонким слоем специальной краски (синьки), затем линейкой водят по проверяемой плоскости, в результате чего краска с линейки переходит на проверяемую плоскость. Из-за отдельных неровностей плоскость покрывается краской не сплошь, а пятнами различной плотности.

Выступающие части плоскости покрываются краской, а во впадины краска попадает частично. Последующим шабрением выступов или шлифованием добиваются равномерного распределения пятен по всей плоскости.

Линейки с широкой рабочей поверхностью применяют для проверки больших плоскостей или плоскостей с большими промежутками или выемками. Эти линейки могут достигать длины 6 м.

Для сохранения прямолинейности линейки должны быть достаточно жесткими, поэтому и приходится придавать им форму жесткости балок и даже рам.

Угловые линейки применяются для проверки плоскостей, расположенных относительно друг друга под некоторым углом. Длина таких линейек с трехгранным или трапецеидальным сечением от 250 до 1000 мм. Для удобства пользования линейки имеют на торце рукоятки.

Поверочные плиты предназначены для проверки плоскостности поверхностей, а также используются в качестве базовых поверхностей для установки на них миниметров, оптиметров, синусных линеек, центровых бабок, призм и других измерительных приспособлений.

Поверочные плиты по точности рабочей поверхности подразделяются на четыре класса. Плиты 0, 1 и 2-го класса являются поверочными, а 3-го класса – разметочными.

Рабочая поверхность плит, предназначенных для проверки на краску, должна быть пришабрена, а для более точных проверок притерта; разметочные плиты могут быть со строганой поверхностью.

Уровни представляют собой измерительные устройства, позволяющие определять положение той или иной плоскости относительно горизонта, а также небольшие уклоны и углы.

Уровень имеет запаянную стеклянную трубку-ампулу со шкалой, внутренняя поверхность которой имеет выпуклость с определенным радиусом кривизны. Трубка заполняется эфиром так, что только небольшой объем паров эфира занимает наивысшую зону в виде пузырька.

Слесарный уровень имеет корпус с плоским нижним основанием, в котором помещена ампула.

Для проверки положения вертикальных поверхностей применяют рамный уровень, у которого боковая грань перпендикулярна основанию с вмонтированной в него ампулой. Правильность положения основания уровня в поперечном направлении контролируется второй ампулой меньшей точности.

При небольшом повороте ампулы, а вместе с ней и всего уровня, вокруг центра кривизны трубки пузырек внутри уровня занимает наивысшую точку, а шкала смещается относительно пузырька.

Обычно интервал деления шкалы в уровнях равен 2 мм, тогда угол наклона уровня (цена деления) равен 2", т. е. при этом угле наклона уровня перемещение пузырька будет составлять одно деление шкалы или 2 мм.

7.4. Инструменты для измерения резьбы

Основными элементами резьбы являются шаг, средний диаметр и угол профиля.

Простейшими измерительными инструментами для измерения шага служат линейка и резьбомер. Измерительной линейкой

определяют длину отсчитанного числа шагов и, разделив полученную величину на число шагов, находят размер одного шага. Резьбомер представляет собой набор тонких стальных пластинок толщиной 1 мм с нанесенными на них точными профилями стандартных резьб. При проверке резьбы выбирают требующуюся пластинку, накладывают ее на проверяемую резьбу болта или гайки и на просвет устанавливают отклонения в шаге. Для определения резьбы изделия приходится поочередно прикладывать к ней несколько пластинок до тех пор, пока резьба пластинки точно (без просвета) не совпадет с резьбой изделия. На каждой пластинке резьбомера имеется надпись, указывающая размер шага или число ниток на один дюйм (для дюймовых и трубных резьб). Средний диаметр резьбы измеряют с помощью специального кронциркуля, снабженного шариковыми наконечниками.

Измерение профиля резьбы в деталях с относительно крупным шагом (ходовые винты, червяки) производят приборами, измерительный узел которых разворачивается на угол профиля резьбы, и наконечник перемещается вдоль её боковой поверхности. Иногда для этой цели пользуются угломерами специальной конструкции. Шаг резьбы обычно определяют в осевом сечении на инструментальных и универсальных микроскопах и проекторах. Для контроля точных резьбовых деталей (например, ходовых винтов) служат приборы, обеспечивающие непрерывное измерение шага винтовой линии при вращении детали. Измерение осуществляют методом сравнения реальной винтовой линии с теоретической винтовой линией, воспроизводимой на приборе с помощью образцового винта (рис. 24), или импульсных линейных и угловых датчиков, выдающих импульсы с частотой, пропорциональной линейным перемещениям винтовой поверхности за определённый угол поворота. При использовании импульсных датчиков обработку данных производят на ЭВМ, являющихся частью прибора.

Измерительные инструменты и приборы необходимо содержать и хранить в инструментальных кладовых и на рабочих местах так, чтобы они не покрывались грязью, пылью и не подвергались коррозии.

Помещение инструментальной кладовой должно соответствовать расчетной площади, быть сухим, чистым, теплым и оборудовано специальными шкафами и стеллажами для хранения инструментов.

Точные инструменты и приборы (микрометры, штангенциркули, индикаторы, угломеры и др.) следует после работы обязательно протирать тряпкой, смоченной бензином, а затем смазывать техническим вазелином и хранить в плотно закрывающихся футлярах.

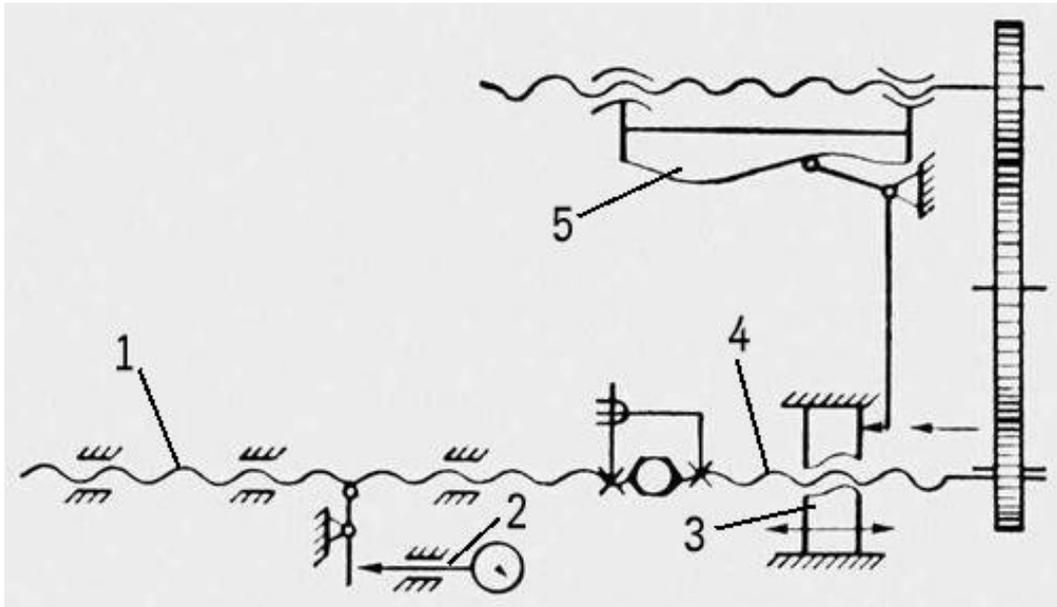


Рис. 24. Прибор для измерения резьбы ходовых винтов методом сравнения с образцовым винтом:

- 1 – измеряемый винт; 2 – регистрирующее устройство;
- 3 – коррекционная линейка образцового винта;
- 4 – образцовый винт; 5 – гайка образцового винта

Измерительные инструменты и приборы нужно периодически выверять для определения точности их показаний и регулировки.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ

8.1. Ремонтные мастерские

Базой для осуществления ремонта оборудования пищевых предприятий являются:

– центральные ремонтные мастерские, имеющиеся на предприятиях большой мощности (сахарные и консервные заводы, кондитерские фабрики, жиркомбинаты), в которых сосредоточиваются все цехи и отделения; мастерские располагаются в отдельных зданиях;

– ремонтные мастерские отдельных пищевых предприятий малой и средней мощности (хлебозаводы, отдельные цехи-производства) – эти мастерские встраиваются в производственные здания.

К задачам ремонтных мастерских пищевых предприятий относятся: проведение ремонта оборудования, его модернизация, монтаж, изготовление новых и восстановление изношенных и поломанных деталей, выполнение заказов службы эксплуатации по поддержанию оборудования в хорошем техническом состоянии.

В соответствии с номенклатурой работ, выполняемых ремонтными мастерскими, в их состав входят следующие отделения (цеха):

- 1) слесарно-механическое;
- 2) кузнечно-термическое;
- 3) инструментальное;
- 4) сварочное;
- 5) металлизационное и гальваническое;
- 6) мастерская пластмассового литья и пластмассовых покрытий;
- 7) электроремонтное;
- 8) столярное;
- 9) жестяницкое.

Слесарно-механическое отделение является наиболее крупным участком мастерских и предназначено для выполнения станочных и слесарных операций при изготовлении запасных частей и узлов к

основному и вспомогательному оборудованию предприятия. Отделение состоит из двух основных участков – механического и слесарного и ряда вспомогательных: заготовительного и заточного участков, инструментально-раздаточной кладовой, складов и кладовых для хранения материалов, заготовок и полуфабрикатов.

В отделении выделяется место для обкатки и испытания отремонтированного оборудования и предусматривается площадь для покраски оборудования.

Кузнечно-термическое отделение предназначено для изготовления поковок запасных частей, инструмента и приспособлений, а также для их термической обработки. Отделение имеет два участка: кузнечный и термический. При отделении должно быть организовано место для изготовления и ремонта элементов трубопроводов.

Инструментальное отделение относится к числу вспомогательных участков. В нем изготавливают, восстанавливают и ремонтируют специальный инструмент и приспособления, а также ремонтируют металлические модели, кокили, штампы и пресс-формы. При отделении имеется кладовая для хранения инструмента, оборудованная специальными стеллажами и шкафами.

В сварочном отделении восстанавливают изношенные и поломанные детали сваркой – одним из наиболее распространенных способов ремонта на пищевых предприятиях. Наиболее часто применяют электродугую и газовую сварку. В отделении изготавливают также новые детали и нестандартное оборудование, проводят сварочные работы по вентиляции, отоплению, канализации и др. Число сварочных единиц определяется на основе производственной программы.

Металлизационное и гальваническое отделение создают на крупных предприятиях для восстановления изношенных деталей оборудования и повышения их коррозионной стойкости, сопротивления износу и улучшения внешнего вида. Способом газовой и электродуговой металлизации заделывают раковины, трещины, повышают износостойкость и коррозионную стойкость деталей. В гальваническом участке ремонтируют изношенные детали гальваническим хромированием, обычным хромированием, цинкованием и реже – железнением.

Мастерскую пластмассового литья и пластмассовых покрытий организуют на крупных пищевых предприятиях для изготовления пластмассовых и восстановления изношенных металлических деталей путем нанесения слоя пластмассы. Мастерская состоит из участка пластмассового литья новых деталей и восстановления старых, участка по нанесению пластмасс на поверхности деталей напылением, участков подготовки металлических деталей, сырья, его сушки и нормализации пластмассовых деталей, кладовой для хранения материалов, деталей, пресс-форм и инструментов.

Электроремонтное отделение предназначено для обслуживания и ремонта внекорпусных и внутрикорпусных кабельных сетей, трансформаторных подстанций, электропроводки, силовой и осветительной аппаратуры и капитального ремонта электродвигателей. Электроремонтное отделение имеет следующее оборудование: распределительный щит, печь для сушки электродвигателей, испытательный стенд, станок для намотки, станок для балансировки, вулканизатор для ремонта кабелей, слесарный верстак с тисками, оплеточную машину, настольный сверлильный станок, ящик для пропитки изоляции лаком.

В столярном отделении выполняются плотниcko-столярные и модельные работы: ремонтируются двери, рамы, мебель, различный инвентарь, а также изготавливаются несложные модели деталей оборудования. При выполнении этих работ широко применяют электрифицированный столярный инструмент и специальные универсальные деревообрабатывающие станки. Не разрешается хранить в отделении запас лесоматериалов (больше дневного), поэтому должно быть предусмотрено специальное помещение для их хранения.

Жестяницкое отделение осуществляет капитальный ремонт вентиляционных и пневмотранспортных систем предприятия, бункерных устройств, ремонт кровли из листового железа, изготовление заготовок вентиляционных труб, инвентаря, а также производит медницкие и лудильные работы.

8.2. Монтажные мастерские

Для индустриализации монтажных работ создаются производственные базы, имеющие в составе мастерские по

изготовлению монтажных заготовок (ММЗ). Подобные промышленные базы построены и строятся в монтажных управлениях Минмонтажспецстроя, ведущих монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности. На них изготавливают металлоконструкции, нестандартизированное оборудование, узлы трубопроводов, монтажную оснастку и приспособления. При базах имеются собственные транспортные средства и механизмы.

Индустриальный способ производства монтажных работ заключается в применении рациональных методов монтажа оборудования и заранее подготовленных металлоконструкций и трубопроводов при подборе наиболее эффективных средств механизации монтажа оборудования, приспособлений и механизированного инструмента.

На отдельных объектах, как правило, мастерские не строятся, а заказчик предоставляет временные помещения под склады и небольшие мастерские для укрупненной сборки узлов и полученных монтажных заготовок и т. д.

Мастерские оборудованы электрогазосварочными агрегатами различного назначения, необходимым парком станков, приспособлениями для резки металла, труб, гнутья труб и выполнения других операций. На 1 кв. м производственной площади мастерских в год приходится изготовление 2 т металлоконструкций и около 1 т трубных узлов. Из этого соотношения исходят при определении размеров основного производственного корпуса и открытых площадок складирования металла и конструкций.

8.3. Основные положения техники безопасности при работе в ремонтных и монтажных мастерских

Верстаки для работы должны быть вполне устойчивы, надежно закреплены, и иметь габариты надлежащих размеров, в особенности высоту. В случае компоновки двух верстаков вплотную по длине следует устанавливать между ними металлическую сетку, обрамленную рамкой.

Тиски и зажимы должны надежно зажимать детали, подлежащие обработке.

Рукоятки ударных инструментов должны быть из прочной, выдержанной упругой древесины и основательно на них насажены.

Необходимо следить, чтобы бойковые поверхности инструментов имели слегка выпуклую поверхность без заусенцев.

Рукоятки у напильников и других инструментов должны быть точеными и прочно закрепленными.

Острия зубил необходимо затачивать под углом 75° . Режущая кромка зубила должна представлять прямую или слегка выпуклую линию, а задний конец зубила должен иметь правильную, несколько оттянутую на конус форму. Пользоваться зубилами с косыми и сбитыми затылками запрещается. При работе с ними во избежание попадания в глаза отлетающих осколков обслуживающий персонал обязан пользоваться предохранительными очками.

При сборке резьбовых соединений не разрешается пользоваться гаечными ключами с удлинителями и применять при работе ключи большего размера, чем гайки, вставляя в зев металлические и деревянные прокладки. Раздвижным ключом следует оперировать так, чтобы при накладывании на гайку передняя часть ключа была обращена в сторону движения гайки.

Работа с электроинструментами без заземления их корпусов специальным проводом запрещается. Работать с электроинструментом необходимо в резиновых перчатках и галошах, либо на резиновом коврикe или сухом деревянном настиле.

Временное освещение переносными лампами внутри металлических бункеров, сосудов и в печах должно выполняться только низковольтными лампами – до 12 В.

Следует тщательно контролировать исправность блокировки вращающихся и движущихся частей станочного парка, защищенных сплошными или сетчатыми ограждениями.

9. СБОРКА, КОНТРОЛЬ И ПРИЕМКА ОБОРУДОВАНИЯ ПОСЛЕ РЕМОНТА

9.1. Сборка резьбовых соединений

Качество сборки резьбовых соединений определяется правильностью затяжки болтов и гаек, достижением необходимых посадок, отсутствием перекосов в соединениях и искривлений болтов и шпилек, надежностью стопорных устройств.

Гайки следует затягивать постепенно, сначала на половину затяжки, а затем окончательно. При групповом креплении необходимо соблюдать определенную последовательность их затягивания. При сборке удлиненных деталей, например крышек больших редукторов или блоков двигателей, сначала затягивают среднюю пару гаек, за ней пару соседних справа, потом пару соседних слева и т. д., постепенно приближаясь к концам (рис. 25).

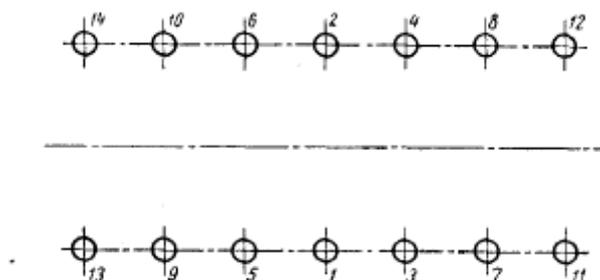


Рис. 25. Последовательность затяжки гаек при монтаже удлиненных деталей

При расположении гаек по окружности, например на фланцах или крышках цилиндров, их затягивают крест-накрест (рис. 26). Чтобы равномерно и правильно затянуть гайки, пользуются ключами с одинаковой длиной рукоятки или с регулируемым крутящим моментом – так называемыми предельными ключами (в ответственных соединениях).

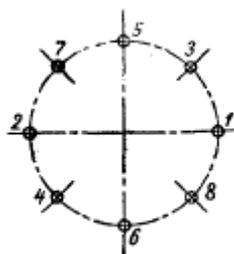


Рис. 26. Последовательность затяжки гаек на круглых фланцах

Шпильки необходимо ставить в тело детали с плотной посадкой и строго перпендикулярно той поверхности, в которую они ввертываются.

При установке шпилек применяют несколько способов ввертывания:

- 1) при помощи двух гаек;
- 2) глухой гайкой с воротком;
- 3) приспособлением, так называемым «солдатиком»;
- 4) ключами с ведущими роликами или с резьбовой втулкой.

При ввертывании шпилек с применением «солдатика» (рис. 27) на конец шпильки наворачивают высокую шестигранную гайку, стопорят винтом и, вращая гайку ключом, ввертывают шпильку.

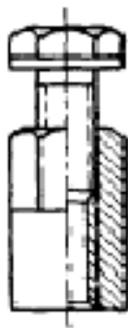


Рис. 27. Приспособление для ввертывания шпилек

9.2. Сборка шпоночных, шлицевых и заклепочных соединений

В соединениях с клиновой шпонкой необходимо следить за тем, чтобы шпонка плотно прилегала ко дну паза вала и ко дну паза в отверстии ступицы, а по боковым стенкам имела зазоры. Уклоны на рабочих поверхностях шпонки и паза в отверстии ступицы должны совпадать, иначе деталь будет установлена на вал с перекосом.

Точность посадки шпонки контролируют щупом с обеих сторон ступицы, при этом проверяют, нет ли зазора между дном паза отверстия ступицы и рабочей гранью шпонки. Наличие зазора с одной стороны указывает на несовпадение уклона шпонки с уклоном шпоночного паза в ступице. Совпадение уклонов не всегда обеспечивается механической обработкой паза ступицы на станке;

поэтому при сборке приходится прибегать к ручной припиловке или пришабровке паза.

При установке призматических шпонок необходимо обеспечить плотную посадку шпонки по боковым граням и зазор между гранью шпонки и дном паза ступицы сопрягаемой детали.

Шпонку устанавливают в паз вала лёгкими ударами медного молотка, под прессом или с помощью струбцин. Щупом контролируют отсутствие бокового зазора между шпонкой и пазом; затем насаживают охватывающую деталь (шестерню, шкив, ролик) и проверяют наличие зазора между гранью шпонки и дном паза ступицы сопрягаемой детали.

Шпоночные канавки валов, разбитые в результате неплотной подгонки, исправляют напильником и шабером, контролируя штангенциркулем ширину и глубину канавки. При большом износе боковые поверхности канавок обрабатывают на фрезерных или строгальных станках. Соответственно новому размеру шпоночной канавки вала подгоняют шпоночную канавку сопрягаемой детали (шестерни, шкива, полумуфты).

Шпоночную канавку в сопрягаемой детали под призматическую врезную шпонку выполняют параллельно оси отверстия ступицы, а под клиновую шпонку – с уклоном 1:100.

Шлицевые соединения бывают подвижными, когда охватывающие детали могут перемещаться вдоль вала, и неподвижными (жесткими), когда охватывающие детали плотно закреплены на валу.

Подвижные шлицевые соединения обычно имеют скользящую, ходовую или легкоходовую посадки и собираются от руки. Жесткие соединения имеют глухую, тугую и плотную посадки и собираются напрессовыванием охватывающей детали на вал.

Жесткие шлицевые соединения после сборки проверяют на биение, а подвижные – на качку. При сборке ответственных шлицевых соединений дополнительно проверяют прилегание их сопрягаемых поверхностей по краске.

Перед сборкой шлицевых соединений необходимо тщательно осмотреть собираемые детали, удалить с поверхности шлицев забоины, заусенцы, зашлифовать острые края и снять фаски на торцах вала и втулки; сопрягаемые поверхности смазать.

Если сборочная единица (узел соединения) в процессе эксплуатации будет подвергаться большим динамическим нагрузкам и способ соединения пайкой не применим вследствие того, что

детали изготовлены из металлов, обладающих плохой свариваемостью, то в этих случаях применяют заклепочные соединения. Заклепка представляет собой металлический стержень круглого сечения, с головкой на конце, которая называется закладной и по форме бывает полукруглой, потайной и полупотайной (рис. 28).

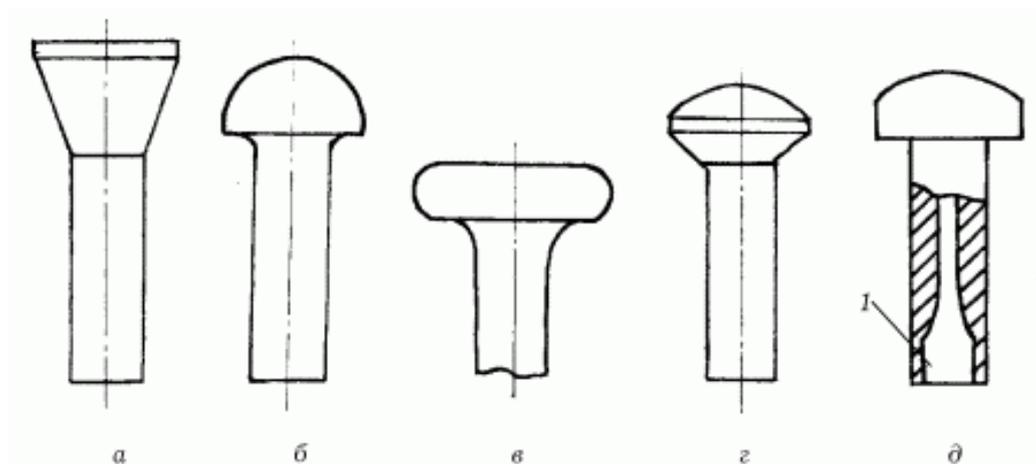


Рис. 28. Виды заклепок:

а – с потайной головкой; *б* – с полукруглой головкой;
в – с плоской головкой; *г* – с полупотайной головкой;
д – взрывная заклепка

Все заклепки должны быть плотно посажены и не дрожать при остукивании молотком. Головки заклепок как закладные, так и замыкающие должны быть полномерными, без зарубок и вмятин. Качество клепки проверяют наружным осмотром, остукиванием молотком. Для проверки плотности сопряжения деталей в сборочном стыке пользуются щупом толщиной 0,03 мм; допустимая глубина прохождения щупа между соприкасающимися поверхностями не более

5 – 10 мм. Плотное прилегание деталей в сборочном стыке достигается стягиванием их болтами. Диаметр болтов должен быть на 2 – 4 мм меньше диаметра отверстий в зависимости от толщины собираемого стыка и степени точности обработки отверстия.

При сборке стыков запрещается разбивать заклепочные отверстия оправками, а также насильственно пригонять детали стыка, чтобы не вызывать добавочных напряжений.

В собранных для рассверливания или прочистки отверстий сборочных стыках щуп толщиной 0,3 мм не должен проходить между соприкасающимися поверхностями на глубину более 20 мм.

9.3. Сборка валов и подшипников

Все подшипники скольжения, встречающиеся в машинах, можно разделить на две группы: неразъемные – в виде цельных втулок или в виде отверстий (в корпусах, станинах или основаниях), залитых антифрикционными сплавами, и разъемные – с вкладышами и без вкладышей, корпуса которых заливают антифрикционным сплавом.

Сборка неразъемных подшипников. Операции по сборке неразъемного подшипника состоят из запрессовки втулки в корпус, стопорения ее от проворачивания и пригонки отверстия по валу. Для направления и центрирования втулки относительно отверстия применяют специальное приспособление (рис. 29).

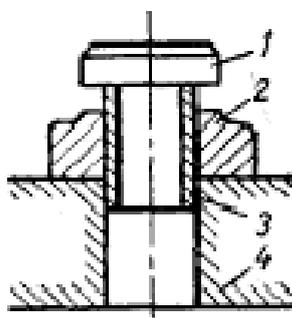


Рис. 29. Запрессовка втулки в корпус:

1 – накладка; 2 – направляющее кольцо;
3 – втулка; 4 – корпус

Подшипник напрессовывают на вал в холодном или горячем состоянии. Перед установкой новый подшипник промывают бензином с добавлением 6–8% минерального масла, вручную проверяют легкость его вращения, укладывают на бумагу и сушат. При монтаже подшипника следят, чтобы торцы колец с клейменем были обращены наружу, так как уточнение номера может потребоваться при замене подшипника.

После запрессовки внутренний диаметр втулки может уменьшиться; поэтому его необходимо проверить по валу или калибром. Если зазоры, предусмотренные чертежом, не выдержаны, втулку необходимо расшабрить или пройти разверткой. Для достижения полной соосности подшипников многоопорных валов следует применять совместное развертывание втулок.

Сборка разъемных подшипников. Правильная обработка и сборка вкладышей должна обеспечить создание масляной пленки между трущимися поверхностями и непрерывный отвод тепла маслом.

Внутренний диаметр вкладыша должен быть больше диаметра шейки вала на величину масляного зазора, который определяется диаметром шейки вала, его весом и числом оборотов. Обычно масляный зазор равен 0,0018 – 0,0025 диаметра шейки вала.

Сборку разъемных подшипников, как правило, начинают с пригонки их по шейкам вала. Предварительно пригоняют вкладыши к корпусу подшипника по краске и щупу (щуп 0,05 мм не должен проходить в месте соприкосновения вкладыша с подшипником); затем на шейке вала, покрытой тонким слоем краски, устанавливают подшипник и равномерно затягивают болты.

Для получения отпечатков краски на поверхности подшипника вал проворачивают, затем подшипник разбирают и приступают к шабрению. Пригонку вкладышей производят до тех пор, пока равномерно распределенные отпечатки краски не будут занимать 70 – 80 % общей поверхности подшипника. Радиальный зазор между шейкой и верхним вкладышем проверяют щупом. По окончании пригонки внутренняя рабочая поверхность вкладыша не должна иметь царапин, трещин или отслаивания антифрикционного слоя; смазочные канавки должны плавно выходить на внутреннюю поверхность вкладыша. Они не должны иметь острых кромок, так как последние соскабливают смазку с поверхности вала и этим ухудшают условия работы подшипника.

Посадку подшипников на вал производят по системе отверстия, а в корпус – по системе вала. Посадочные места вала и корпуса, а также сопряженные с подшипником детали перед монтажом необходимо покрыть легким слоем смазки и предохранить от засорения.

9.4. Сборка зубчатых, ременных и цепных передач

При сборке зубчатых передач проверяют: а) радиальное и торцовое биение зубчатых колес; б) расстояние между центрами; в) величину бокового зазора; г) контакт рабочих поверхностей зубьев.

Радиальное и торцовое биение проверяют на специальной оправке перед установкой зубчатых колес или после посадки их на вал. Зубчатые колеса большого размера устанавливают на центрирующую поверхность вала с небольшим зазором или натягом (в зависимости

от посадки, указанной на чертеже). Контроль зубчатого колеса, смонтированного на валу, на радиальное и торцовое биение в зависимости от требуемой точности сборки проводят рейсмусом непосредственно на месте в подшипниках.

Сборку зубчатой передачи начинают с установки корпусов подшипников или нижней половины редуктора на фундамент; затем проверяют прилегание вкладышей (при подшипниках скольжения), а после установки зубчатых колес – прилегание шеек валов во вкладышах пробой на краску.

Правильное зацепление зубьев происходит при параллельности осей колес, отсутствии их скрещивания и сохранения расстояния между осями валов равным расчетной величине.

При сборке конических зубчатых передач проверяют биение конуса выступов, наименьший боковой зазор и прилегание рабочих поверхностей зубьев, а также пересечение осей, отклонение межосевого угла и смещение вершины делительного конуса. Правильность пересечения осей проверяют с помощью калиброванных скалок, имеющих срезанные вдоль оси концы. Скалки вставляют в отверстия корпуса и специальным калибром или щупом измеряют расстояние между плоскостями срезанных концов скалок.

Ременные передачи независимо от вида должны обеспечивать передачу требуемой мощности и вращения с заданным отношением угловых скоростей, а также работать надежно, без толчков. Выполнение этих требований зависит от качества сборки, установки и выверки шкивов, качества ремня и способа соединения его концов.

При сборке шкивов добиваются центрального положения их на валках без торцевого биения.

Сборка ременных передач (ременных или цепных) сводится к установке и проверке с исправлением взаимного положения осей передачи, установке элементов передачи в заданном положении навешиванию гибких органов передачи (ремней или цепей).

Сборка простого одноступенчатого ременного привода, состоящего из двух шкивов, производится в следующей последовательности. Сначала устанавливают в проектном положении рабочую машину, а затем, приложив линейку или струну к торцам шкивов, выверяют положение двигателя и надевают ремни. В передачах с плоским ремнем шкивы выверяют до надевания ремней,

в клиноременных передачах один из шкивов (обычно меньший, сидящий на валу двигателя) окончательно выверяют только после того, как ремни уже надеты на шкивы. Если хотя бы один из шкивов клиноременной передачи располагается между двумя подшипниками, то комплект клиновых ремней следует завести на вал до укладки его в подшипники, иначе ролики надеть не удастся.

Технологический процесс сборки ременной передачи состоит из следующих этапов:

1) балансировка шкивов, то есть устранение их неуравновешенности.

Она достигается либо путем высверливания части металла из шкива, либо путем нагружения его специальными грузиками;

установка шкивов на валы. Их напрессовывают и закрепляют шпонкой или шлицем (следует учесть, что для напрессовки шкива на вал нельзя пользоваться ударными инструментами, поэтому ее осуществляют с помощью специальных приспособлений).

2) регулирование передачи заключается в создании определенного усилия натяжения ремня.

О цепных передачах разговор особый, ибо и сами они не совсем обычны: с одной стороны, цепная передача относится к разряду гибких, где цепь представляет собой своеобразный ремень, но, с другой стороны, передача вращающего момента осуществляется не за счет силы трения, а за счет зацепления звеньев цепи за зубья зубчатых колес (звездочек), следовательно, цепная передача является одновременно зубчатой.

Сборка узла цепной передачи состоит из следующих операций:

1) звездочки устанавливаются на взаимодействующие валы методом напрессовки прессами или винтовыми приспособлениями и фиксируются во избежание осевого смещения;

2) производится проверка их расположения (они должны находиться в одной плоскости) и радиального и торцевого биения (с помощью индикатора);

3) подбирается отрезок цепи необходимой длины (при ремонте – по старой цепи, при первичной сборке – согласно техническим условиям на конкретный механизм), надевается на звездочки и натягивается специальным приспособлением;

4) замыкается цепь в кольцо. Если цепь состоит из четного количества звеньев, то ее концы соединяются обычным звеном, если число звеньев нечетное, то переходным звеном.

Технологический процесс сборки цепной передачи идентичен процессу сборки ременной передачи.

Для нормальной и долговечной работы цепной передачи необходимы два условия. Во-первых, соблюдение натяжения цепи. Поскольку при работе механизма цепь испытывает постоянные нагрузки на вытягивание, то провисание цепи может увеличиться, цепь начнет болтаться, износ элементов передачи будет ощутимее. Поэтому при вытягивании цепи ее подтягивают либо натяжной звездочкой, если она предусмотрена конструкцией механизма, либо путем удаления звеньев, если это допустимо по техническим условиям, если натяжение откорректировать этими способами нельзя, то устанавливается новая цепь. Во-вторых, постоянное присутствие смазочного материала. Если для смазывания сопрягаемых элементов передачи используется пластичный смазочный материал, то цепь перед очередной процедурой смазки промывают в керосине, просушивают, а смазывают ее путем погружения в расплавленную смазку. Если используется жидкая смазка, то необходимо своевременно пополнять масляные ванны.

9.5. Сборка муфт

Конструкция муфт весьма разнообразна. Тип муфты выбирают в зависимости от тех требований, которые предъявляют к ней в данном приводе.

При необходимости компенсации отклонения валов от сносности применяют подвижные муфты, к которым относятся жесткие компенсирующие, упругие и самоустанавливающиеся угловые (шарнирные).

Последовательность сборки этих муфт следующая:

– проверить соответствие отклонений в расположении осей соединяемых валов требованиям технических условий;

– установить полумуфты на соединяемые валы и стянуть их предварительно двумя болтами;

- проверить плотность прилегания полумуфт к посадочным поверхностям валов;
- установить в пазах вала шпонки и пружинные кольца;
- установить полумуфты на валах, затянув их предварительно двумя крайними болтами;
- проверить провисание полумуфт;
- при наличии провисания повторить пригонку посадочных мест по шпонкам и пружинным кольцам;
- установить муфту на вал и затянуть окончательно;
- зашплинтовать гайки болтового соединения; проверить собранный узел на радиальное биение.

9.6. Контроль и приемка оборудования после ремонта

Приемка из ремонта отдельных узлов оборудования начинается до окончания всего комплекса ремонтных работ, т. е. в процессе их выполнения. Такой вид приемки из ремонта называется поузловым. На поузловую приемку составляется акт и подписываются протоколы контрольных измерений, относящихся к принимаемому узлу. После окончания всех запланированных работ производится предварительная приемка оборудования. При этом проверяется общее состояние отремонтированного оборудования, техническая документация по ремонту: ведомости объема работ, технологические графики, акты поузловых приемок, а также составляется протокол произведенных измерений. В заключение комиссия заполняет приемосдаточный акт и дает разрешение на опробование оборудования в течение 24 ч. Если за это время не будет обнаружено никаких дефектов, оборудование принимают в эксплуатацию и дают предварительную оценку качеству ремонта. Окончательная оценка дается после 30 дней работы оборудования под нагрузкой, в течение которых должны быть проведены эксплуатационные испытания и измерения, если в этом есть необходимость. Моментом окончания ремонта считается момент включения электрооборудования в сеть.

Комиссию по приемке из капитального ремонта основного оборудования обычно возглавляет главный инженер, а из текущего ремонта – начальник соответствующего цеха. Если ремонт производит специализированная ремонтная организация, то ее представитель принимает участие в работе комиссии.

10. СВОЙСТВА И ВЫБОР СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

10.1. Виды смазочных материалов

Смазку трущихся поверхностей оборудования применяют для защиты их от коррозии, снижения интенсивности и скорости износа, отвода тепла, демпфирования динамических нагрузок. Применяемые смазочные материалы по физическому состоянию подразделяют на жидкие (нефтяные и синтетические) смазочные масла, пластичные (консистентные) и твердые смазки.

Основными характеристиками жидких минеральных и синтетических масел являются:

– способность образовывать на поверхностях трения устойчивые, прочно пристающие и невысыхающие пленки; вязкость, характеризующая внутреннее трение, или сопротивляемость относительному сдвигу слоев вещества;

– температура вспышки в открытом тигле – температура, при которой образуется смесь паров масла с воздухом, могущая воспламениться от открытого пламени и гореть не менее 5 с;

– температура застывания – температура, при которой утрачивается подвижность масла, при этом мениск масла в наклоненной на 45° пробирке в течение 1 мин не изменяет своей формы;

– стабильность – способность сохранять определенные свойства при эксплуатации и длительном хранении; содержание вредных веществ (воды, серы, водорастворимых щелочей и кислот) и механических примесей.

Наиболее важным показателем вязкости масла является кинематический коэффициент его вязкости \mathcal{Q}_t ($\text{м}^2/\text{с}$), равный по величине отношению динамического коэффициента вязкости μ ($\text{Па}\cdot\text{с}$) к его плотности ρ ($\text{кг}/\text{м}^3$) при температуре t ($^\circ\text{C}$). Значение \mathcal{Q}_t в сантистоксах входит в показатель марки масла. С повышением температуры масла кинематический коэффициент вязкости его снижается.

С ростом вязкости масла снижается его подвижность, а, следовательно, способность попадания в малые зазоры между

трущимися поверхностями; это затрудняет условия пуска непрогретого оборудования, эксплуатируемого при низкой температуре окружающей среды.

Номенклатура и основные физические свойства масел, применяемых для технологического оборудования пищевых предприятий, регламентированы ГОСТ 20779–81 (индустриальное), ГОСТ 1861–73* (компрессорное), ГОСТ 6411–76* (цилиндровое).

Для улучшения эксплуатационных свойств минеральных масел применяют одно- и многофункциональные присадки, которые повышают вязкость и улучшают вязкостно-температурные свойства; уменьшают (численно) температуру застывания; повышают липкость; предотвращают задиры при трении поверхностей; снижают пенообразование; предотвращают коррозию металлов. Противоизносные свойства смазочных масел улучшает присадка ЭФО (ГОСТ 14625–78*).

В зависимости от назначения пластичные смазки подразделяют на антифрикционные и защитные или консервационные (для предохранения металлических поверхностей от коррозии).

Антифрикционные пластичные смазки в виде влагостойких солидолов и влагочувствительных консталинов представляют собой нефтяные масла (индустриальные 20 – 45), загущенные кальциевыми или натриевыми мылами жирных кислот. Солидолы применяют в условиях, когда температура подшипников не выше 80° С; при плавлении они разделяются на масло и мыло и после охлаждения мазеподобная структура их не восстанавливается. Расплавленные консталины, применяемые при температуре до 150° С, после охлаждения восстанавливают свои физико-химические свойства.

К техническим характеристикам пластичных смазок относят проникаемость, температуру каплепадения (температуру падения первой капли при нагревании смазки), характеризующую тепло- и влагостойкость; корродирующее действие (по изменению массы металлического образца, который находится в испытываемой смазке определенное время при заданной температуре); стабильность; прилипаемость к поверхности трения.

Пластичные смазки делят на универсальные и специальные. Универсальные смазки бывают низкоплавкими Н с температурой каплепадения $t_e \leq 65^\circ \text{Ñ}$; среднеплавкими С ($t_e \leq 100^\circ \text{Ñ}$); тугоплавкими

T ($t_{\dot{\epsilon}} > 100 \dot{N}$); водостойкими В; морозостойкими (сохраняющими работоспособность при температуре ниже -30°C); активированными (для особо высоких нагрузок); защитными от коррозии З; не растворяющими резину НР. Номенклатура и основные физические свойства консистентных смазок регламентированы ГОСТ 1033–79* (жировой солидол), ГОСТ 4366–76* (синтетический солидол), ГОСТ 1957–73* (консталин).

10.2. Выбор смазочных материалов

Виды и марки смазочных материалов для оборудования, поступающего на стройки и предприятия, указывают в технической документации завода-изготовителя. Необходимость самостоятельного выбора смазочных материалов возникает в случаях, когда машина (агрегат) сконструирована и изготовлена на данном предприятии, прибыла на объект без документации на смазку, модернизирована, в результате чего значительно изменились параметры работы узлов трения; режим работы машины отличается от режима, предусмотренного заводом-изготовителем.

При жидкостном трении между взаимодействующими деталями образуется слой жидкости (масла), или так называемый масляный клин. Минимальная толщина масляного клина (в мм), при которой происходит полное разделение смазкой трущихся поверхностей вала и подшипника скольжения определяется по формуле:

$$h_{\text{мин}} = \frac{d^2 n \eta t}{183600 p S (l + d)} > h_{\text{кр}},$$

где d – диаметр цапфы, мм;

n – частота вращения вала, мин^{-1} ;

η – ударная вязкость масла, Дж/м^2 ;

t – температура масла, $^{\circ}\text{C}$;

p – удельное давление вала на подшипник, Па;

S – зазор между цапфой и подшипником, мм;

l – длина цапфы вала, мм;

$h_{\text{кр}}$ – критическая толщина масляного клина, при уменьшении которой жидкостное трение переходит в полужидкостное, мм.

Основной характеристикой для выбора жидкой смазки является вязкость масла. Из приведенной выше формулы следует, что масло необходимо выбирать по значению вязкости в зависимости от

параметров работы узла (частоты вращения и температуры) для создания жидкостного трения между движущимися деталями.

Чем выше скорость взаимного перемещения деталей, тем больше величина $h_{\text{н}}^{\text{н}}$ и тем меньшей вязкости смазку можно применять. Чем больше удельное давление между деталями и величина зазора в паре вал – подшипник, тем более вязкое масло нужно применять. Чем выше температура узла, тем больше должна быть начальная вязкость масла; при повышении температуры узла вязкость масла уменьшается.

При периодической ручной смазке применяют масло большей вязкости, так как оно медленнее выдавливается из узла и лучше сохраняет свойства смазки.

Для циркуляционных систем используют масло меньшей вязкости. Оно лучше проходит по маслопроводам и через фильтры. В то же время обильная непрерывная подача смазки обеспечивает образование масляного клина при меньшей вязкости.

10.3. Способы смазки машин

В процессе работы между движущимися деталями машин возникает трение, приводящее к износу оборудования. Ухудшаются условия работы механизмов цементного производства в результате попадания в них пыли, увеличивающей трение и истирающей детали; отрицательно сказывается на работе и высокая температура, имеющая место при ряде технологических операций (сушке, обжиге, помоле). Смазка уменьшает трение и при соответствующем способе ее выполнения очищает механизм от попавшей в него пыли и охлаждает трущиеся части.

Смазку всех машин проводят в соответствии с картами смазки. Карты смазки представляют собой таблицы, в которых указываются места смазки, их количество, периодичность и способы смазки. Карты иллюстрируются схемой машины с указанием точек смазки и их номеров. Карты со схемами приводятся в инструкции по эксплуатации машин.

При эксплуатации оборудования применяют следующие системы смазки:

1) ручная система смазки в зависимости от характера работы узла механизма выполняется при помощи различных приспособлений.

Шприц или ниппель применяют для смазки подшипников осей и роликов транспортеров; колпачковые масленки — для смазки тяжело

нагружаемых валов привода, имеющих небольшую скорость вращения; намазку и набивку мазью используют для смазки открытых шестерен и зубчатых колес приводных механизмов, стальных канатов и подшипников качения электродвигателей;

2) капельную систему применяют для смазки маслом тяжело нагруженных подшипников болтушек, мешалок;

3) погружение в ванну, наполненную смазочным жидким маслом, применяется для венцовых зубчатых колес, сушильных барабанов и мельниц;

4) кольцевая система с использованием смазочных колец, подающих масло из картера подшипников на шейки вала, применяется обычно на всех подшипниках приводных механизмов оборудования;

5) ковшовая система, или черпаковая, осуществляется при помощи специальных ковшей, черпающих масло из картера подшипника и подающих его на вал;

б) картерная система осуществляется с использованием масляных насосов.

Рекомендуется она для смазки трех- и двухступенчатых мощных редукторов привода. Для всех остальных редукторов, приводов и коробок червячных передач применяется картерная система смазки с разбрызгиванием масла;

7) циркуляционная система смазки с использованием масляных насосов применяется для смазки цапфовых подшипников.

Циркуляционная система включает в себя маслопроводы, сливной и нагнетательный отстойник, холодильник, электрическую печь для подогрева масла, масляные насосы, из которых один рабочий, второй резервный, контрольно-измерительные приборы.

Узлы трения машин смазывают следующими способами: индивидуальным, централизованным, когда узлы машин или агрегата смазываются от одной или нескольких маслосистем, обслуживающих группу узлов, и смешанным, когда одни узлы машины или агрегата смазываются от маслосистем, а другие – индивидуально.

Централизованная смазка под давлением находит все большее применение вследствие высокого качества, эксплуатационной надежности и небольших затрат труда по обслуживанию смазочных систем. Для централизованной смазки используют шестеренные, многоплунжерные и ротационно-поршневые маслонасосы. Фильтры маслосистем бывают тонкой и грубой очистки. Фильтры тонкой

очистки применяют в маслосистемах, обслуживающих узлы с высокой рабочей температурой, при которой в масле быстро образуются продукты окисления. Фильтры необходимо периодически очищать, признаком загрязнения их является увеличение перепада давления масла до фильтра и после него.

В процессе работы оборудования первоначальные физико-химические свойства жидких смазочных масел ухудшаются (снижаются вязкость масла, маслянистость его, увеличивается количество примесей). Такие масла можно регенерировать, т. е. восстановить. Для этого в условиях предприятий их отстаивают, фильтруют и сепарируют.

Для регенерации отработанные масла собирают, сортируют по маркам и степени загрязненности и отстаивают при температуре 18 – 20 °С в течение 1–3 сут или при температуре 70 – 90° С – от 2 до 8 ч. После отстаивания собранные для регенерации масла фильтруют через сетку или фильтрующие материалы (фильтровальную бумагу, картон, сукно, фетр и др.) и сепарируют для удаления механических примесей и воды. В больших количествах смазочные масла регенерируют на специализированных предприятиях.

11. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

11.1. Общие принципы организации монтажных работ

Под монтажом следует понимать всю совокупность операций, как подготовительных, так и исполнительных, включающих расконсервацию оборудования, ревизию, агрегатную сборку, установку на фундаменты, выверку, подключение к коммуникациям и индивидуальные испытания.

Монтажные работы могут производиться как на вновь строящемся, так и на действующем предприятии при оснащении его дополнительным оборудованием или реконструкции отдельных цехов.

Монтажные работы проводятся по специально разработанному проекту организации монтажа, в котором отражены следующие основные вопросы и технические решения:

- 1) календарные планы работ по монтажу в целом, а также по монтажу отдельных объектов и виду оборудования;
- 2) план площадки для монтажных работ;
- 3) методы работ и их механизация, мероприятия по безопасному ведению работ;
- 4) технологические схемы процессов монтажа отдельных объектов оборудования в планах и разрезах;
- 5) потребность в подъемно-транспортном оборудовании, приспособлениях, опорных устройствах и инструменте для механизации монтажных работ;
- 6) потребность в рабочей силе, расстановка специализированных и монтажных бригад;
- 7) схема совмещения монтажных работ со строительными и специально монтажными;
- 8) сметы на производство монтажных работ.

Полный комплект технической документации включает следующие документы: рабочие чертежи, сметы, детализированные чертежи на трубопроводы и на металлоконструкции индивидуального заказа, паспорта на монтируемое оборудование и сосуды с

комплектовочными ведомостями, инструкции заводов-изготовителей по монтажу и наладке оборудования.

Рабочие чертежи на монтаж металлоконструкций должны включать: монтажные схемы, планы и разрезы, планы фундаментных (анкерных) болтов, узлы крепления конструкций, сечения, расчетные усилия в конструкциях и узлах.

Сметная документация содержит: сметы по рабочим чертежам объекта на монтаж оборудования, металлоконструкций, технологических трубопроводов, водопровода, канализации, вентиляции и отопления, силового электроснабжения, строительной части объекта; сводную смету по строящемуся предприятию и сметно-финансовый расчет.

На основе проектно-сметной документации, полученной от заказчика, монтажная организация, которая будет проводить монтаж, разрабатывает, согласовывает и утверждает проект производства монтажных работ.

11.2. Способы производства монтажных работ

Производство монтажных работ может быть осуществлено следующими способами: хозяйственным, подрядным и субподрядным.

При хозяйственном способе монтажные работы выполняются непосредственно предприятием, на котором монтируется оборудование. Предприятие обеспечивает проведение всех монтажных работ рабочей силой и всеми потребными материалами. При хозяйственном способе стоимость монтажных работ, как правило, повышается и срок их удлиняется, поэтому этот способ проектируется при небольших объемах монтажных работ (обычно на действующем предприятии).

При подрядном способе монтажные работы ведет специальная монтажная организация, называемая подрядчиком (генподрядчиком). Этот способ является основным и обеспечивает выполнение всех работ высококвалифицированными специалистами с использованием необходимых механизмов и специализированного транспорта.

При субподрядном способе генподрядчик часть монтажных работ передает другой специализированной монтажной организации. Организация, ведущая эту часть работ, называется субподрядчиком.

11.3. Подготовка к монтажу

Своевременная подготовка монтажных работ и правильная организация их производства обеспечивают максимальную производительность труда, сокращение сроков продолжительности монтажа оборудования и высокое качество монтажных работ.

При большом объеме монтажных работ специализированная проектная организация разрабатывает проект организации монтажа. Поэтому, прежде чем приступить к монтажу, необходимо детально ознакомиться с проектом и, в первую очередь, с проектными материалами: монтажным проектом, проектом организации монтажных работ, сметной документацией, технической документацией на оборудование, рабочими и установочными чертежами, спецификациями. Эти материалы необходимо проверить с целью выявления их полноты и достаточности для производства монтажных работ.

К началу производства монтажных работ необходимо осуществить организационно-техническую подготовку, включающую:

- организацию складов, открытых площадок для хранения и укрупнительной сборки технологического оборудования, узлов трубопроводов и металлоконструкций; сооружение постоянных или временных подъездных путей, обеспечивающих нормальную подачу оборудования, конструкций и материалов в монтажную зону;

- прокладку внешних сетей для подвода к строящемуся объекту электроэнергии, воды, пара, сжатого воздуха, необходимых для производства монтажных работ;

- разработку графиков производства монтажных работ и передачи в монтаж оборудования;

- возведение необходимых для монтажных работ временных сооружений, производственных и бытовых помещений.

Временные мастерские для изготовления непоставляемого оборудования (каркасы, трубопроводы и др.) и обеспечения ремонта оборудования, монтажных приспособлений и инструментов создаются в соответствии с указаниями проекта производства монтажных работ.

По окончании устройства складов, навесов, площадок, временных мастерских и организации монтажной площадки выполняют следующие работы:

- приемку оборудования и организацию его хранения;

- приемку строительных работ объекта для производства монтажных работ;
- проведение разметочных работ;
- распаковку оборудования, общий просмотр его и проверку комплектности;
- ревизию оборудования (разборка и сборка оборудования с промывкой и прочисткой деталей) – ее проводят в том случае, если обнаружены дефекты заводского изготовления и сборки, если оборудование было ранее демонтировано или если оборудование пролежало на складе более года;
- частичное оснащение оборудования – комплектовка его изделиями и их пригонку (патрубки, коробки, ограждения и др.);
- сборку отдельных узлов оборудования (например, секций станины, норийных труб, вентиляционных трубопроводов);
- выборочную проверку оборудования на холостом ходу от временных электродвигателей;
- изготовление приспособлений и оснастки, предусмотренных проектом производства монтажных работ.

11.4. Приемка и хранение оборудования

Приемка оборудования, поступающего на монтаж, производится комиссией заказчика с привлечением подрядчика. При этом проверяются: соответствие оборудования по проекту, а по заводской документации – выполнение заводом-изготовителем контрольной сборки, обкатки и других испытаний в соответствии со стандартами и техническими условиями на оборудование; комплектность оборудования по заводским спецификациям, отправочным и упаковочным ведомостям, в том числе наличие специального инструмента и приспособлений, поставляемых заводом-изготовителем; отсутствие повреждений и дефектов оборудования, сохранность окраски, консервирующих и специальных покрытий, сохранность пломб; наличие и полнота технической документации завода-изготовителя, необходимой для производства монтажных работ.

В случае установления комиссией некомплектности оборудования или дефектов составляется акт. Составление актов и предъявление рекламаций и претензий заводу-изготовителю или поставщику оборудования являются обязанностью заказчика.

Оборудование, предназначенное для монтажа, должно храниться на специальном складе, отвечающем требованиям пожарной безопасности. Оно должно быть установлено на деревянные подкладки или уложено на стеллажи.

Размещение оборудования в складе должно проводиться в соответствии с очередностью его подачи на монтаж. К каждой машине или ящику прикрепляется бирка с указанием наименования и краткой характеристикой оборудования.

Хранимое на складе оборудование должно быть очищено от грязи и периодически протираться с одновременной проверкой состояния смазки на обработанных поверхностях.

Для предохранения металлических частей оборудования от коррозии их покрывают антикоррозионной смазкой. Передача оборудования со склада в монтаж оформляется актом.

11.5. Скоростной монтаж

Для проведения монтажа скоростными методами, прежде всего, необходимы своевременная подготовка монтажных работ и правильная организация их производства.

Скоростной монтаж способствует повышению производительности труда, сокращению сроков изготовления на основе эффективного использования более совершенного оборудования и специальных технологических приспособлений (кондукторов, копиров, кантователей и т.п.). Типизация, унификация и стандартизация создают благоприятные условия для разработки и внедрения особенно эффективного поточного метода изготовления и монтажа металлических конструкций.

Типовые проекты обеспечивают экономию металла, упорядочивают проектирование, повышают его качество и сокращают сроки строительства.

Ведущим принципом скоростного монтажа является сборка конструкций в крупные блоки на земле с последующим подъемом их в проектное положение с минимальным количеством монтажных работ наверху. Типизация создает предпосылки для сокращения сроков монтажа, снижения его трудоемкости, так как повторяющиеся

виды конструкций и их сопряжений позволяют лучше использовать монтажное оборудование и совершенствовать процесс монтажа.

12. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ОТРАСЛЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

12.1. Монтаж транспортного оборудования

Расположение и расстановка оборудования на производственных территориях осуществляются в соответствии с отраслевыми нормами технологического проектирования, при этом обязательно предусматривается соблюдение следующих условий: последовательность расстановки оборудования по технологической схеме, обеспечение удобства и безопасности обслуживания и ремонта, максимального естественного освещения и поступления свежего воздуха.

При размещении технологического оборудования необходимо соблюдать следующие нормы ширины проходов: для магистральных – не менее 1,5 м, между оборудованием – не менее 1,2 м, между стенами производственных зданий и оборудованием – не менее 1 м, предназначенных для обслуживания и ремонта оборудования – не менее 0,7 м.

Ширина проходов у рабочих мест должна быть увеличена не менее чем на 0,75 м при одностороннем расположении работающих от проходов и проездов и не менее чем на 1,5 м при расположении рабочих мест по обе стороны проходов и проездов. Ширина проездов устанавливается в зависимости от вида применяемого транспорта с учетом радиуса его поворота.

Для обеспечения монтажа и демонтажа оборудования в междуэтажных перекрытиях предусматриваются проемы с размерами, превышающими соответствующие габариты монтируемого оборудования на 1 м. Открытые монтажные проемы в перекрытиях ограждаются перилами высотой не менее 1 м и сплошной обшивкой по периметру проема внизу на высоту не менее 0,15 м.

Крупногабаритное оборудование для удобства и безопасности обслуживания на высоте более 1,5 м оборудуются стационарными площадками и лестницами.

Площадки должны иметь ширину не менее 0,7 м, перила высотой 1 м и вертикальные стойки с шагом не более 1,2 м. Площадки и мостики оборудуют сплошной бортовой обшивкой высотой не менее 0,15 м. Между обшивкой и перилами на высоте 0,5 м от настила

площадки (мостика) должно быть предусмотрено дополнительное продольное ограждение.

В труднодоступных местах работы по монтажу оборудования и трубопроводов необходимо вести с лесов, подмостей и стремянок с соблюдением всех мер предосторожности. Опорные конструкции могут отклоняться от проектного положения в плане и по высоте на 10 мм, по уклонам +0,001. При прокладке низкотемпературных трубопроводов необходимо обращать внимание на наличие изоляционных прокладок в опорах и местах прохода через строительные конструкции во избежание льдообразования и примерзания опор в процессе эксплуатации.

При прокладке трубопровода через строительную конструкцию необходимо в нее закладывать гильзу (отрезок трубы). Минимальная разность между наружным диаметром трубы и внутренним диаметром гильзы равна 30 – 50 мм.

12.2. Монтаж отдельных видов оборудования

Монтаж центробежных насосов и вентиляторов

Центробежный насос в зависимости от условий монтажа и эксплуатации может быть повернут на 90; 180 и 270°. Монтаж заключается в установке насоса на фундамент и выверке горизонтальности положения с точностью до 0,1 мм на 1 м длины, причем отклонения от проектной высотной отметки не должны превышать ± 10 мм. Насосы устанавливают на достаточно жестком основании с тем, чтобы при работе не было вибрации. Положение насоса выверяют уровнем, укладываемым на обработанную поверхность фланца нагнетательного патрубка (блок цилиндров) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Горизонтальность установки насосов регулируют с помощью плоских металлических подкладок или установочных винтов, размещаемых вблизи от анкерных болтов. Подливку плиты насоса бетонной смесью производят после выверки, одновременно заполняя анкерные колодцы.

Монтаж центробежных вентиляторов заключается в их установке на фундамент или виброизолирующие опоры с выверкой горизонтальности вала и крепления. Допускаемое отклонение от

горизонтальности по оси вала составляет 0,1 мм на 1 м длины вала. Перед пуском вентилятора рабочее колесо проворачивают вручную, проверяют биение колеса и положение вала в отверстии для него в кожухе.

Монтаж компрессоров

Компрессор устанавливают на фундамент в собранном виде. Характер и объём монтажных работ зависит от назначения и конструкции компрессора и компрессорной установки.

Для большинства компрессорных установок основные принципы монтажных работ одинаковые.

После расконсервации компрессор без промежуточного холодильника и электродвигателя устанавливают на стальные подкладки, которые располагают на фундаменте под регулировочными болтами. При этом цилиндры компрессора и направляющие крейцкопфа должны находиться в свободном состоянии, т.е. не должны опираться ни на какие временные опоры. В горизонтальной плоскости компрессор выставляют с помощью регулировочных болтов и проверяют уровнем. Уровень устанавливают на контрольную линейку, уложенную на обратную поверхность в средней части рамы, затем на свободном конце коленчатого вала. С помощью регулировочных болтов компрессор устанавливают так, чтобы негоризонтальность компрессора, определяемая по уровням, не превышала 0,1 мм на 1000 мм.

После тщательной проверки правильности выставки компрессора производят предварительную затяжку фундаментных болтов. Затяжка должна производиться усилиями одного человека ключом с удлинителем не более 0,5 м. При затяжке тщательно следят за уровнями. Их показания должны изменяться не более чем на 0,5 деления от первоначальных. Если изменения показаний уровней более значительны, проверяют прилегание подкладок к фундаменту и регулируют с помощью болтов установку компрессора таким образом, чтобы вес его распределился на все болты примерно одинаково, затем аккуратно обтягивают фундаментные болты. Чтобы убедиться в правильности выставки компрессора на фундаменте, фундаментные болты отпускают в порядке, обратном затяжке, и снова затягивают тем же усилием, что и в первый раз и в том же порядке. Показания уровней не должны меняться более чем на 0,5 деления.

После выставки и закрепления рамы компрессора подводят опоры под направляющие и регулируют высоту опоры. При выставке опор необходимо контролировать плотность прилегания опорных плит к направляющим и нажимных фланцев к сферическим кольцам щупом; щуп 0,03 мм не должен проходить между ними. Опоры поджимают к направляющим крейцкопфа регулировочными болтами.

После выставки рамы компрессора и опор под направляющие производят подливку фундамента, после затвердевания подливки регулировочные болты ослабляют и окончательно затягивают фундаментные болты с моментом 2500 кгс.см, следя за показаниями уровней.

Монтаж печей и сушилок

К монтажу печи рекомендуется приступать только после окончания основных строительно-монтажных работ на заводе. Перед монтажом печи необходимо выбрать площадку для расконсервации деталей печи и подготовки монтажного оборудования.

До начала монтажа печи от строительной организации принимается фундамент под печь. При приемке необходимо тщательно проверить соответствие фундамента заводскому чертежу и требованиям, которые указаны в чертежах на фундамент.

Печь поступает в ящичной упаковке (9 мест). При поступлении ящиков необходимо проверить их сохранность и количество мест в соответствии с сопроводительными документами. Все операции по погрузке, перемещению и строповки ящиков необходимо производить осторожно, без ударов и толчков, так, чтобы не повредить детали печи и ящиков.

Детали и узлы печи перед монтажом необходимо подвергнуть техническому осмотру и расконсервировать. При наличии серьезных дефектов необходимо составлять соответствующие акты.

До монтажа печи необходимо заготовить следующие материалы, которые не поставляются заводом изготовителем: минеральную вату 12 т; асбестовый картон толщиной: 1,5 мм – 10 кг; 2 мм – 50 кг; 4 мм – 10 кг; асбестовый шнур – 19 кг; а также сухую асбестовую набивку, сурик, солидол, пеньку, керосин.

Монтаж печи производят с помощью автокрана (на первом этаже) грузоподъемностью 3,2 – 6,3 т или козлового крана грузоподъемностью – 2 т или с помощью башенного крана через строительные проемы.

Сборку деталей выполняют по маркировке, соответствующей сборочным чертежам завода-изготовителя в следующей последовательности.

На фундамент устанавливают переднюю стенку каркаса, две поперечные рамы и заднюю стенку, которые скрепляют между собой верхними и нижними уголками. Установку рам и стенок, а также всех деталей печи производят по струне и отвесу, затем монтируют верхние корпуса печи (секции) в строгой последовательности, начиная с первой позиции (по маркировке). Сборка внутренних корпусов – наиболее ответственная часть монтажа печи, так как даже незначительные неплотности в каждом соединении не допустимы.

Перед соединением корпусов тщательно проверяют отклонения размеров непараллельности и кривизны элементов стыковых соединений с помощью шаблона. Допускаемые отклонения по ширине корпуса не более ± 1 мм. Кроме того, проверяют, чтобы входящие элементы уплотнений выступали из корпуса на 15 мм (размер от рамки) с допускаемым отклонением $\pm 1,5$ мм.

Уголки «ловушек» проконопачивают мокрым асбестовым шнуром 0 3 мм по всей ширине корпуса и вкладывают асбестовую набивку 0 10 мм во все «ловушки».

К раме корпуса прикрепляют прокладку из асбестового картона толщиной 2 мм так, чтобы на вертикальных сторонах рамки прокладки выступали внутрь корпуса на 1–2 мм.

Болты, соединяющие корпуса, затягивают равномерно; под каждый установленный и соединенный корпус укладывают нижние листы. Листы варят электродами. Все стыковые соединения внутренних корпусов осматривают с помощью переносной лампы с тем, чтобы убедиться в отсутствии зазоров между рамками и перекосов в уплотнениях.

После установки внутренних корпусов, монтируют каркас топки и муфели (без горелок).

Перед установкой деталей, имеющих заслонки, убеждаются в том, что они открываются и закрываются без заеданий.

После сборки переходных патрубков, труб, кожухов на асбестовых прокладках надежно затягивают болтовые соединения. При монтаже рециркуляционных вентиляторов проверяют соосность валов по полумуфтам, а затем приступают к установке зонтов, труб, колен и т.п. на асбестовых прокладках. Перед заполнением полостей

корпусов и постановкой листов обшивки собирают и регулируют все механизмы управления заслонками и зональными клапанами, а также устанавливают смотровые окна.

При заполнении минеральной ватой марки «100» ее тщательно уплотняют, затем монтируют задний каркас. Одновременно устанавливают листы обшивки. Закладки, скрепляющие листы обшивки, аккуратно подгоняют по месту и крепят винтами по металлу.

Приводную и натяжную станции устанавливают на фундаменты с креплением к ним фундаментными болтами. После тщательной выверки положения станции (барабаны должны быть строго горизонтальны, лежать в одной плоскости без перекосов), болты подливают цементным раствором. Одновременно монтируют выносной под, а также пароувлажнительное устройство и топочный фронт (горелки и коммуникации). Затем к печи подсоединяют газовые, паровые и водяные трубопроводы, а также отводящие газопроводы (дымовые трубы).

Сборку сетчатой ленты и соединение ее концов осуществляют посредством соединительных стержней, входящих в комплект поставки и с помощью специального приспособления (рис. 30).

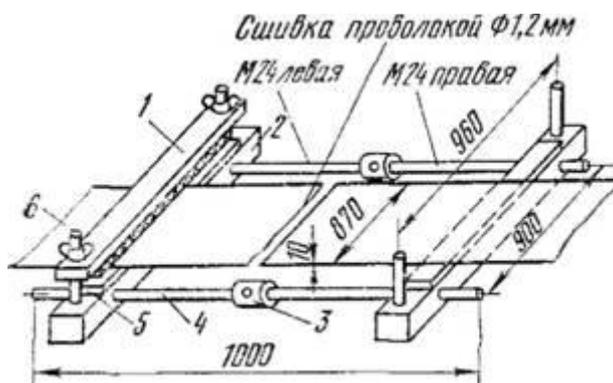


Рис. 30. Схема соединений сеточных лент хлебопекарных и кондитерских печей:
1 – прижим; 2 – квадрат; 3 – талреп; 4 – винт;
5 – прокладка; 6 – болт

Лента должна находиться на направляющих пода и барабанах так, чтобы отогнутые концы соединительных стержней сетки располагались сверху и были направлены в сторону, противоположную движению ленты (рис. 31). В холодном состоянии

ленту натягивают так, чтобы натяжные грузы находились в верхнем положении.

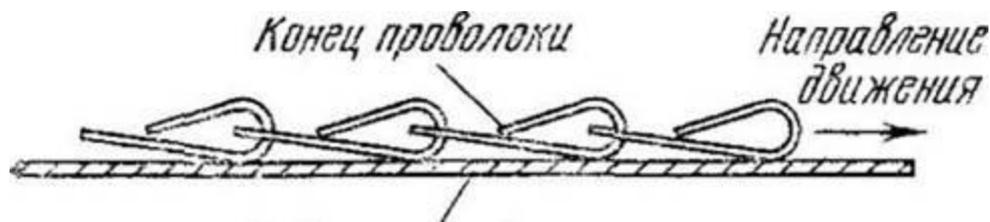


Рис. 31. Схема установки сетки на под пекарной камеры

Зазоры между краями сетки и боковыми стенками пекарной камеры должны быть порядка 50 мм.

Особенности монтажа сушилок рассмотрим на примере барабанной сушилки. Основными условиями нормальной работы смонтированной сушилки являются максимально точная установка и выверка опорных станций на фундаменте по заданному уклону и уровню. Сначала устанавливают опорную и упорно-опорную станции на фундамент так, чтобы поперечные и продольные риски на плитах совпали с осевыми рисками планок, заделанных в фундаменты. После установки упорно-опорных станций натягивают струну и проверяют правильность положения осей фундаментов опусканием отвесов, которые должны совпадать с рисками планок, заделанных в фундаменты. Опорные ролики располагают на одинаковом расстоянии от середины плит, приняв размер между ними согласно чертежу общего вида.

Торцевые поверхности двух опорных роликов (на каждой станции) должны находиться в одной плоскости (допускается боковое смещение торцевых сторон роликов до 5 мм, но с соблюдением параллельности). Расстояние между упорными роликами должно быть примерно на 20 мм больше ширины бандажа (по 10 мм с каждой стороны). После выверки установленных опорных станций до подливки бетоном фундаментных плит и оформления соответствующего акта производят окончательную заливку колодцев фундаментных болтов. Затем на опорные станции с помощью крана размещают собранный корпус барабана. Контакт поверхностей сопрягаемых бандажей и опорных роликов должен быть в средней части не менее $\frac{2}{3}$ длины образующих. Контакт проверяют путем смазки тонким слоем смываемой краски рабочих поверхностей опорных роликов.

Привод, сегрегированный на общей плите, устанавливают на фундамент так, чтобы поперечные и продольные риски на плите совпадали с осевыми рисками планок, заделанных в фундамент. При выверке привода совмещают середины зубчатого венца и подвенцовой шестерни и сохраняют зазор между вершиной и впадиной зуба величиной 0,25 модуля. Контакт поверхностей сопрягаемых зубчатого венца и подвенцовой шестерни должен быть в средней части не менее $2/3$ длины образуемых.

При монтаже загрузочной и разгрузочной головок обеспечивают параллельность и соосность с корпусом. До выполнения футеровочных работ сушилку обкатывают на холостом ходу в течение 4 ч, предварительно смазав все трущиеся детали в соответствии с картой смазки.

12.3. Основные положения техники безопасности при выполнении монтажных работ

На участок, где ведутся монтажные работы, не допускаются посторонние лица, не участвующие в монтаже. При монтаже конструкций зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной секции (захватке, участке) на этажах (ярусах), над которыми перемещаются, устанавливаются и временно крепятся монтируемые конструкции. В виде исключения, при возведении односекционных зданий или сооружений одновременное выполнение монтажных и других строительных работ на разных этажах (ярусах) допускается при наличии между ними надежных (обоснованных расчетом на действие ударных нагрузок) междуэтажных перекрытий по письменному распоряжению главного инженера стройки после проведения мероприятий, обеспечивающих безопасное производство работ, и при условии пребывания непосредственно на месте работ специально назначенных лиц, ответственных за безопасное производство монтажа и перемещение грузов кранами, а также за контроль выполнения крановщиком, стропальщиком и сигнальщиком инструкций по технике безопасности.

Запрещается подъем конструкций, не имеющих монтажных петель или меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж. Элементы монтируемых конструкций во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками. Не допускается пребывание людей на элементах конструкций во время их подъема или перемещения. При перерывах

в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций на весу. Расчалки для временного крепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надежным опорам и расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин. Расчалки не должны касаться острых углов других конструкций, а перегибание расчалок в местах соприкосновения с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием усилий от расчалок. Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять инвентарные лестницы, переходные мостики и трапы с ограждениями. Не допускается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и т. п.), на которых невозможно установить ограждение, без применения специальных предохранительных приспособлений (надежно натянутого вдоль фермы или ригеля каната для закрепления карабина предохранительного пояса и др.).

Элементы конструкций, установленных в проектное положение, следует расстроповывать после постоянного или временного надежного их закрепления. Перемещать установленные элементы конструкций после их расстроповки не допускается. Не допускается выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, гололедице и тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ. Работы по перемещению и установке конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с. Запрещается пребывание людей под монтируемыми элементами конструкций до установки их в проектное положение и надежного закрепления.

При производстве монтажных (демонтажных) работ в условиях реконструкции действующего предприятия, эксплуатируемые электросети и другие действующие инженерные системы в зоне работ должны быть отключены, а оборудование и трубопроводы в этой зоне освобождены от взрывоопасных, горючих и вредных веществ. Не допускается использовать для закрепления монтажной оснастки оборудование и трубопроводы, а также технологические и строительные конструкции без согласования с лицами, ответственными за правильную их эксплуатацию. До выполнения монтажных работ необходимо установить порядок обмена сигналами между лицом, руководящим монтажом, и машинистом (мотористом)

монтажного механизма. Все сигналы подаются только одним лицом (бригадиром монтажной бригады или по его поручению звеньевым, такелажником-стропальщиком), кроме сигнала «Стоп», который, как исключение, может быть подан любым работником, заметившим явную опасность. В особо ответственных случаях (при подъеме конструкций с применением сложного такелажа, методом поворота, при надвигке крупногабаритных и тяжелых конструкций, при подъеме их двумя или более механизмами и т. п.) сигналы должен подавать только бригадир монтажной бригады в присутствии инженерно-технических работников, ответственных за разработку и осуществление технических мероприятий по обеспечению требований безопасности. При надвигке (передвигке) конструкций лебедками грузоподъемность тормозных лебедок должна быть равна грузоподъемности тяговых, если иные требования не установлены проектом.

Конструкции каждого последующего яруса здания или сооружения монтируют после надежного закрепления всех элементов предыдущего яруса согласно проекту. При монтаже каркасных зданий устанавливать последующий ярус каркаса допускается только после установки ограждений на предыдущем ярусе. В процессе монтажа конструкций, зданий или сооружений монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или специальных средствах подмащивания. Лестничные марши, а также грузопассажирские строительные подъемники (лифты) должны монтироваться одновременно с монтажом конструкций здания. На смонтированных лестничных маршах следует сразу устанавливать ограждения. На захватке, в которой монтируют конструкции зданий, не допускается пользоваться грузопассажирским подъемником (лифтом) во время перемещения элементов конструкций.

При монтаже металлоконструкций резервуаров из рулонных заготовок необходимо принимать меры против самопроизвольного сворачивания рулона. При сборке горизонтальных цилиндрических емкостей, состоящих из отдельных царг, следует применять приспособления, исключающие возможность самопроизвольного скатывания царг. В процессе выполнения сборочных операций для совмещения отверстий и проверки их совпадения в монтируемых элементах следует использовать специальный инструмент (конусные оправки, сборочные пробки). При перемещении конструкций

расстояние между ними и выступающими частями смонтированных других конструкций или оборудования должно быть по горизонтали не менее 1 м, по вертикали – 0,5 м. Углы отклонения от вертикали грузовых канатов и полиспастов грузоподъемных средств в процессе монтажа не должны превышать указанные в паспорте, утвержденном проекте или технических условиях на это грузоподъемное средство. При демонтаже конструкций следует выполнять требования, предъявляемые к монтажным работам.

При монтаже оборудования с использованием домкратов следует принимать меры, исключающие возможность перекоса или опрокидывания домкратов.

При спуске конструкций или оборудования по наклонной плоскости следует применять тормозные средства, обеспечивающие регулирование скорости спуска.

Узлы оборудования и звеньев трубопроводов и воздухопроводов вблизи электрических проводов (в пределах расстояния, равного наибольшей длине монтируемого узла или звена) монтируют при снятом напряжении. При невозможности снятия напряжения работы производят по наряду-допуску, утвержденному в установленном порядке. Все работы по устранению конструктивных недостатков и ликвидации недоделок на смонтированном технологическом оборудовании, подвергнутом испытанию продуктом, следует проводить только после разработки мероприятий по безопасности работ и утверждения их заказчиком и генеральным подрядчиком совместно с соответствующими субподрядными организациями.

Установка и снятие перемычек (связей) между смонтированным и действующим оборудованием, а также подключение временных установок к действующим системам (электрическим, паровым, технологическим и т. д.) без письменного разрешения генерального подрядчика и заказчика не допускается.

При монтаже оборудования должна быть исключена возможность самопроизвольного или случайного его включения.

13. ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ ОПЕРАЦИИ. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

13.1. Такелажные работы

Такелажные работы – комплекс мер, направленных на поднятие разнообразных грузов с целью их погрузки или выгрузки. В отличие от обычных погрузочно-разгрузочных работ, такелажные услуги предполагают применение специальных приспособлений и механизмов. Традиционно такие работы применяются для погрузки или выгрузки крупногабаритных или тяжелых грузов, вес и конфигурация которых не дает возможности производить эти операции вручную;

Понятие «профессиональный такелаж» включает весь спектр погрузочно-разгрузочных работ, укладку и перевозку грузов средствами спецтехники, подъем на необходимую высоту и последующий монтаж оборудования.

К такелажным работам приходится прибегать в тех случаях, когда для перемещения груза необходимо применение специального оборудования и автотранспорта. При необходимости, проводится демонтаж с последующим монтажом оборудования, спуск с высоты и подъем при помощи такелажной техники, перемещение любого вида оборудования (торгового, складского, промышленного, офисного).

Такелажные работы имеют несколько категорий:

1. Простые такелажные работы – относятся к перевозке небольших грузов. Этот вид такелажных работ предполагает наличие персонала и самых простых такелажных приспособлений.

2. Такелажные работы среднего уровня сложности – перевозка груза, при котором вес одной единицы не должен превышать двадцати тонн. Здесь используется специальное такелажное оборудование, манипуляторы и погрузчики.

3. Сложные такелажные работы – перевозки единиц, весом более двадцати тонн. При этом используется сложная по своим техническим характеристикам техника, автокраны, специальные конструкции.

Такелажные работы могут быть выполнены в отношении груза, весом до 200 тонн.

Такелажные работы требуют подготовки не только техники и перевозимого груза, но и места погрузки-выгрузки, подъезда к данному месту. При этом необходимо освободить подъездные пути к месту погрузки, а также к месту выгрузки груза, должным образом подготовить проемы, при необходимости соорудить специальные приспособления, а также выполнить расчет несущих конструкций. Кроме того, в большинстве случаев требуется демонтаж оборудования, который также требует профессионального подхода.

Такелажные работы, выполняются в несколько этапов:

1) подготовительные работы – это подготовка места погрузки, подача оборудования, при необходимости демонтаж оборудования. При этом демонтаж оборудования выполняется с учетом индивидуальных особенностей, что гарантирует сохранность груза, подлежащего перевозке.

2) погрузка груза. Погрузочные работы выполняются по-разному при разной сложности такелажных работ. В одном случае это ремни и рабочая сила, в другом – манипулятор, а в третьем – тяжелая специализированная техника. При этом погрузка выполняется с учетом всех требований по безопасности и с максимальной осторожностью, чтобы не нанести ущерб перевозимому грузу.

3) перевозка. Перевозка выполняется специализированной техникой, предназначенной специально для негабаритных перевозок. При этом для каждого вида груза подбирается подходящий вид транспортировочной техники.

4) выгрузка оборудования. По прибытии на место назначения выполняется выгрузка оборудования, при которой также могут быть применены специализированные средства.

При выполнении такелажных работ организация по перевозке берет на себя ответственность за перевозимый груз. При заключении договора на выполнение такелажных работ, в нем отображаются пункты, согласно которым ответственность за соблюдение правил техники безопасности и пожаробезопасности при любых манипуляциях с грузом ложится на организацию, осуществляющую такелажные работы.

13.2. Разметочные работы

Прежде чем приступать к механическим работам производят разметочные работы в соответствии с проектной документацией. На всех поверхностях обозначаются места прокладки кабелей и

проводов, установки розеток, светильников и другого электроустановочного оборудования.

Разметочные работы выполняют при монтаже стационарных подъемно-транспортных машин, работающих в комплексе с другими машинами (конвейеры различных типов, элеваторы, эскалаторы и др.), а также при установке механизмов в порядке первичной сборки на месте монтажа. На этом этапе изучается прокладка других инженерных сетей (отопление, кондиционирование, пожарная сигнализация, охранная система, компьютерные сети, телевизионные сети, водопровод, канализация и другие). Также возможны изменения в проектной документации с обязательным занесением в проект, для дальнейшего использования.

При разметке учитывают удобство пользования и обслуживания оборудованием в эксплуатации, а также соблюдение правил электро- и пожарной безопасности.

Разбивка рабочих (вспомогательных) осей сводится к нахождению параллельных, перпендикулярных и угловых осей относительно главных монтажных осей, разбиваемых до сдачи строительной части под монтаж. Для этого используют геодезические методы и приборы: для выверки высотных отметок – нивелиры, а для измерения углов в вертикальной и горизонтальной плоскостях – теодолиты.

При разметке пользуются измерительными линейками, отвесами, складными метрами и рулетками, разметочным шестом, разметочными циркулями, уровнями и другими специальными инструментами и приспособлениями.

13.3. Устройство фундаментов под оборудование

Фундамент – монолитное сооружение под машиной или аппаратом, предназначенное для передачи грунту давления, производимого массой машины или аппарата и силами, возникающими при их работе. Фундамент жестко связан с установленным на нем оборудованием и придает дополнительную

жесткость и устойчивость. Фундамент состоит из двух частей: нижней – подушки и верхней – собственно фундамента.

В качестве материала для подушки фундамента применяют: бутовый камень, укладываемый на цементном растворе, состоящем из одной части цемента и двух частей песка (по объему); бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему). Материалом для фундамента служат нормально обожженный, не имеющий трещин и деформаций кирпич и бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему).

Фундаменты изготавливают на основании чертежей, которые разработаны заводом-изготовителем оборудования. Они состоят из планов и разрезов фундамента и содержат расчет его массы. В чертежах конкретизированы конструкции фундамента, расчеты его устойчивости, а также привязки к строительным конструкциям.

Подушка должна равномерно выступать во все стороны за границы основания фундамента.

Приготовленный бетон для фундамента укладывают слоями толщиной 8 – 10 см и тщательно утрамбовывают до появления воды на поверхности слоя. Сооружение фундамента должно вестись непрерывно. Если допущен перерыв, то в последний на глубину 25 – 30 см вставляют металлические стержни длиной 50 – 60 см на расстоянии 30 – 40 см один от другого, а поверхность ранее уложенного бетона насекают, тщательно очищают, промывают и покрывают слоем цементного раствора (одна часть цемента и две части песка) толщиной 20 мм.

Отметка верха фундамента должна находиться на 25 – 40 см ниже проектной отметки, чтобы между фундаментом и рамой машины можно было установить монтажные прокладки для выверки и произвести подливку цементным раствором.

Глубина заложения фундамента зависит от характера грунта, глубины его промерзания, от типа и размеров монтируемого оборудования. Обычно глубина заложения фундамента принимается не менее 0,7 глубины промерзания – для неотапливаемых помещений и 0,5 глубины промерзания – для отапливаемых помещений.

При устройстве бетонных и железобетонных фундаментов по окончании укладки подушки изготавливают опалубку из вертикальных дощатых щитов толщиной 22 – 25 мм. Щиты устанавливают вдоль наружных контурных линий фундамента и прочно соединяют между собой (рис. 32).

При наличии грунтовых вод, а также для защиты от воздействия агрессивных растворов (сверху и с боков), фундамент изолируют или пропитывают различными кислотостойкими материалами (битум, толь, рубероид или полиизобутилен).

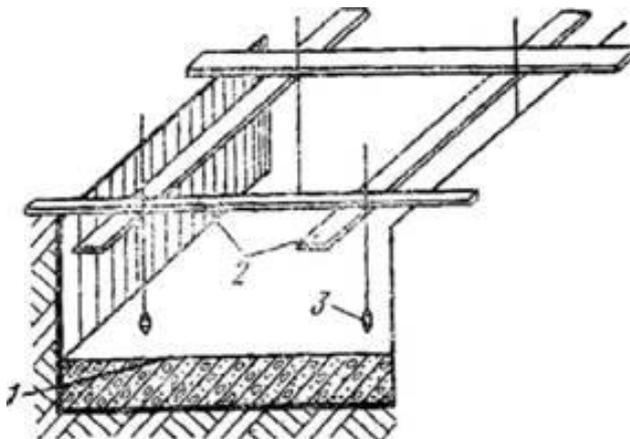


Рис. 32. Разметка шаблонов под анкерные болты:
1 – опалубка; 2 – шаблон; 3 – отвес

Разметку осей фундаментных болтов производят при помощи шаблона на опалубке фундамента, к нему прикрепляют фундаментные болты с анкерными щитами, шайбами и гайками.

Разметку колодцев для фундаментных болтов производят при помощи шнуров или специальных шаблонов.

Минимальный размер сечения колодца 100×100 мм. Глубина заложения фундаментных болтов должна быть на 100 – 300 мм меньше глубины заложения фундамента. Расположение колодцев для фундаментных болтов должно допускать возможность смещения фундаментной плиты машины на 10 – 20 мм в любую сторону. При отсутствии шаблона в местах, где должны быть колодцы для фундаментных болтов, устанавливают гладко оструганные деревянные пробки или суживающиеся к низу трубы из тонких досок или фанерные цилиндры. Деревянные пробки до полного схватывания фундамента рекомендуется слегка раскачать, что позволит их легко удалить.

Приготовленный к сдаче фундамент, должен отвечать следующим требованиям: на всех фундаментах, сдаваемых под монтаж, должны быть заделаны металлические планки с нанесенными на них осевыми и высотными отметками; они не должны иметь раковин, поверхностных трещин и других дефектов; положение опорной поверхности фундаментов как в горизонтальном, так в вертикальной плоскости должно быть правильным (рис. 33).

Приемку фундамента оформляют актом, который подписывается строительной и монтажной организацией и утверждается главными инженерами строительного и пищевого предприятия.

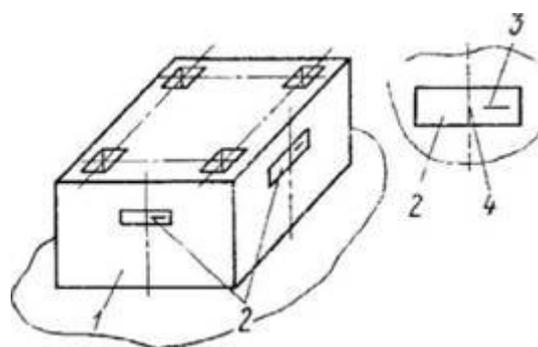


Рис. 33. Схема планки для нанесения на фундаментах осей и высотных отметок:

1 – фундамент; 2 – планка;
3 – высотная отметка; 4 – осевая отметка

При постройке фундамента рекомендуется не допускать превышение допустимого давления на грунт, так как это приводит к оседанию и деформации фундамента. Чтобы снизить нагрузки на грунт делают подушку, тем самым увеличивая площадь основания фундамента.

Если грунт выдерживает нагрузку, то работа по устройству подушки под фундамент сводится к ее планировке.

13.4. Установка и крепление оборудования на фундаменте

Установка оснований (фундаментных плит, рам, станин), выведенных ниже проектной отметки на фундамент производится на следующие элементы: наборные металлические прокладки, состоящие из двух или более частей, с помощью регулировочных клиньев (рис. 34).

Установка оборудования непосредственно на фундамент осуществляется с применением подкладок или шайб для выверки оборудования и последующей подливкой фундамента после затяжки фундаментных болтов.

Установка оборудования на фундамент с опиранием на бетонную подливку применяется при монтаже оборудования на фундамент с опиранием непосредственно на фундамент (рис. 35, 36, 37). В некоторых случаях для установки оборудования устраивают специальные площадки на перекрытиях.

Если площадка должна иметь жесткое крепление, перекрытия тщательно очищают, а для бетонных и кирпичных площадок делают на перекрытиях насечки и пропитывают их водой.

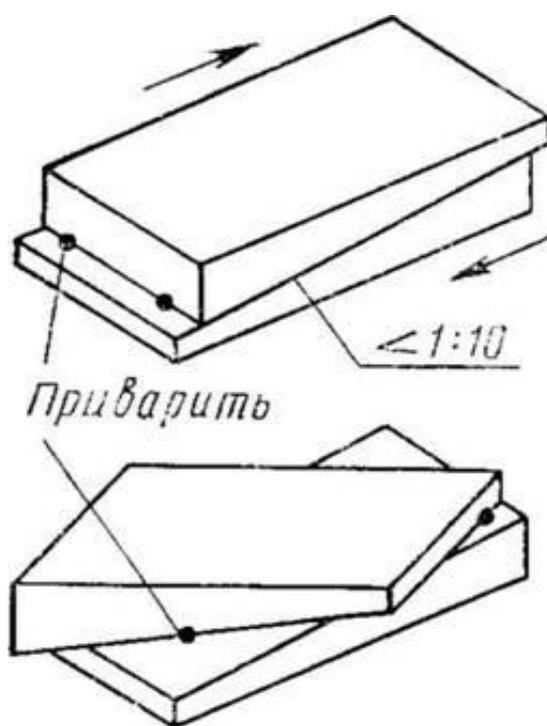


Рис. 34. Клиновые подкладки

При креплении машин или механизмов непосредственно снизу к перекрытиям или к стенкам опорные поверхности обязательно очищают и выравнивают, производят разметку, а затем прибивают отверстия для фундаментных болтов. На колоннах крепят машины или механизмы посредством хомутов. Во избежание их скольжения необходимо снять верхнюю корку бетона (до арматуры) в бетонной колонне, или сделать выемку (штраб) в кирпичной колонне.

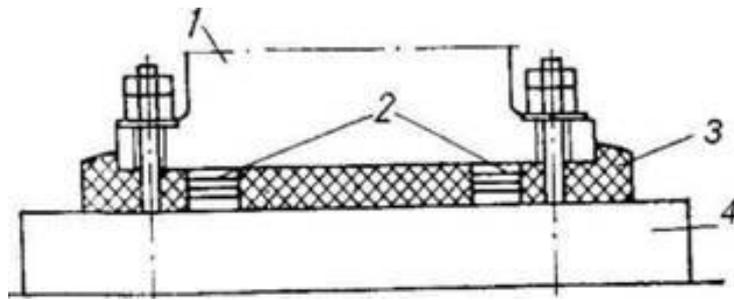


Рис. 35. Схема установки оборудования на фундамент с опиранием на пакеты подкладок:

1 – оборудование; 2 – пакет подкладок;
3 – бетонная подливка; 4 – фундамент

Подливку смонтированного и выверенного оборудования и затяжку фундаментных болтов осуществляют не ранее чем через 15 – 18 суток после окончания бетонных работ. Опробование оборудования допускается через 7 – 8 суток после подливки под фундаментные плиты, т.е. через 22 – 26 суток после бетонирования. Перед подливкой наносят насечки на бетон фундамента, и тщательно очищают колодцы анкерных болтов и промывают места подливки.

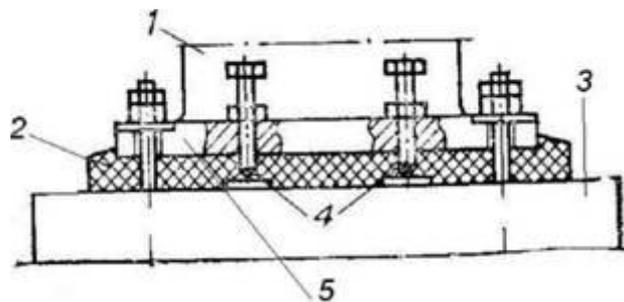


Рис. 36. Схема установки оборудования на фундамент с опиранием на бетонную подушку:

1 – оборудование; 2 – бетонная подливка; 3 – фундамент;
4 – установочный болт; 5 – металлическая пластина

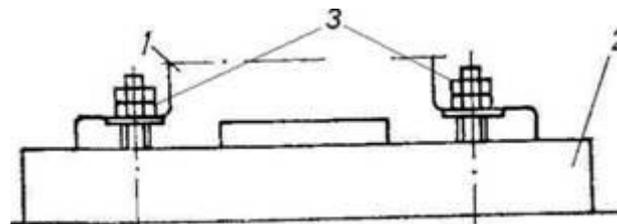


Рис. 37. Схема установки оборудования на фундамент с опиранием непосредственно на фундамент:

1 – оборудование; 2 – фундамент; 3 – анкерные болты

При затяжке гаек фундаментных болтов рекомендуется обеспечить равномерное натяжение всех болтов и плотное прилегание основания машины к фундаменту.

13.5. Монтаж технологических металлоконструкций

Металлоконструкции занимают одно из самых важных мест среди всех строительных конструкций. Из металлоизделий собирают несущие конструкции (балки, колонны, фермы), связующие конструкции (закладные детали, анкеры), они являются частью готовых и монолитных железобетонных изделий (арматурные каркасы, закладные детали), выполняют функции временных конструкций при монтаже других конструкций (всевозможные прихватки и т. п.), обрешетки и ограждения.

Монтаж технологических металлоконструкций является трудоёмким процессом в связи с тем, что технологические металлоконструкции обычно индивидуальные. Это обстоятельство обуславливает сложность типизации методов монтажа технологических металлоконструкций.

Организация работ по монтажу металлических конструкций разрабатывается в проекте организации строительства и в проекте производства работ. Проект организации строительства входит в виде раздела в состав проектного задания, а проект производства работ является рабочим проектом. Монтаж металлических конструкций должен производиться только по проекту производства работ или по технологическим запискам, которые составляются для монтажа отдельных мелких конструкций или оборудования.

Перед монтажом металлических конструкций необходимо закончить работы по возведению фундаментов, планировке площади, устройству постоянных и временных дорог.

Для производства монтажных работ к месту монтажа подводят электроснабжение для подключения сварочных аппаратов и монтажных кранов. Устраивают пути под краны. Вблизи монтажной площадки сооружают бытовые помещения, передвижные инструментальные склады и комнаты производителей работ. При необходимости около места монтажа устраивают площадку для складирования и укрупнительной сборки.

При монтаже технологических металлоконструкций рабочие-монтажники имеют дело со сложными тяжёлыми подъёмами, работают на большой высоте почти без ограждений, пользуются самыми различными видами монтажных приспособлений, производят работы по соединению монтажных узлов при помощи болтов или электросварки.

Для обеспечения безопасной работы на высоте устраивают подмости, временные площадки и люльки. Это особенно важно при монтаже металлических конструкций на большой высоте, где все соединения отдельных элементов, марок и узлов осуществляют на болтах или сваркой. Применение монтажных подмостей увеличивает стоимость монтажных работ, но зато создает безопасные условия труда монтажников.

Для производства монтажных работ применяются монтажные мачты, шевры, порталы, различные подъемники и грузоподъемные краны.

В большинстве случаев от правильного выбора монтажных механизмов зависит экономическая эффективность всего монтажа. При выборе механизмов для монтажа каких-либо отдельных конструкций цеха, сооружения, галерей, эстакад или резервуаров учитывают объем и вес монтируемых конструкций, наибольшую высоту подъема отдельных элементов и необходимый вылет стрелы монтажного механизма. Только при наличии всех необходимых данных производят выбор монтажного механизма с обязательным учетом местных условий на монтажной площадке.

Для подъема металлоконструкций и их установки в проектное положение производят закрепление поднимаемых элементов к крюку грузоподъемного крана – строповку (рис. 38).

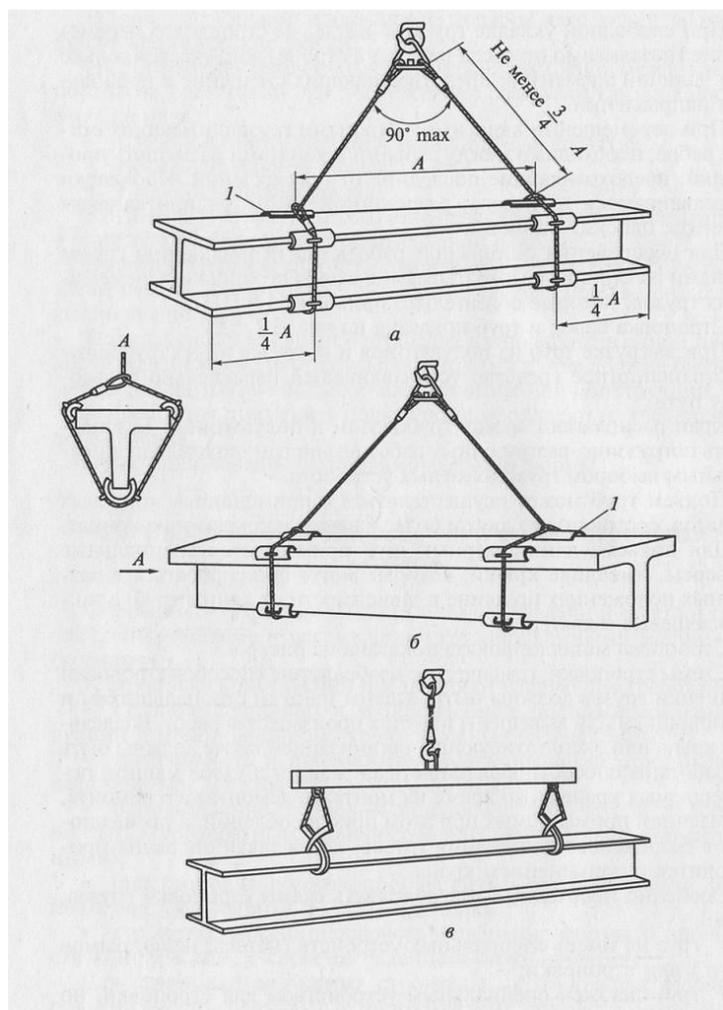


Рис. 38. Схемы строповки балок:

a – металлической (в обхват); *б* – железобетонной (в обхват);
в – металлической (траверсой с клещевыми захватами); *l* – проставка

Безопасность работ, возможность легкого оперирования с элементом при его подъеме и установке зависят от правильной строповки. Стropовку выполняют при помощи стального каната – стропа. Длина стропа зависит от геометрических размеров конструкций.

Перед подъемом конструкций проверяются:

- соответствие грузоподъемности стропа весу поднимаемого груза;
- правильность закрепления стропа;
- возможность свободного прохода груза около близкостоящих конструкций или оборудования;
- отсутствие людей возле поднимаемого груза.

В местах прикрепления стропа к верхнему поясу фермы, для предохранения повреждения уголков фермы и каната, под него подкладывают инвентарные подкладки.

Подъем технологических металлоконструкций осуществляют после приемки фундаментов. Конструкции подают к месту монтажа и укладывают с таким расчетом, чтобы грузоподъемный механизм (кран), монтирующий данные конструкции, мог поднимать элемент и устанавливать его в проектное положение.

При подъеме металлоконструкций должна быть хорошо налажена сигнализация. Все сигналы машинисту крана или мотористу лебедки должны подаваться только одним лицом.

Особую осторожность следует соблюдать при подъеме конструкций целиком или большими укрупненными блоками. Укрупненные части конструкций поднимают с помощью приспособлений, исключающих изменение геометрических размеров и формы поднимаемых элементов. Поднимаемые элементы удерживают от раскачивания оттяжками из пеньковых канатов.

Конструкции устанавливают в проектное положение на заранее подготовленное место. При монтаже колонн и стоек, которые опираются на фундаменты, последние должны быть выверены, очищены от посторонних предметов и грязи, а гайки и шайбы должны быть сняты с анкерных болтов.

14. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

14.1. Виды и способы диагностического контроля

Техническое диагностирование является процессом установления технического состояния агрегатов, узлов, систем оборудования с установленной точностью с помощью приборов и приспособлений без разборки объекта диагностирования. Диагностирование дает возможность выявить неисправности, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы. По назначению, объему работ, месту и времени проведения диагностирование подразделяют на непрерывное и периодическое.

Техническое диагностирование может быть объективным, осуществляемым посредством контрольно-измерительных средств и субъективным, проводимым при помощи органов чувств исполнителя по косвенным признакам или с использованием простейших технических средств, которые позволяют лишь качественно и ориентировочно оценить состояние оборудования, или на основе экспертных оценок.

Различают следующие виды диагностики:

- 1) функциональная – для оценки эксплуатационно-технического состояния оборудования по его эффективности;
- 2) структурная – для выявления неисправных элементов оборудования и установления характера или существа их дефектов;
- 3) причинная (генетическая) – в связи с возникшим отказом или обнаруженной неисправностью;
- 4) прогностическая – для предсказания возможного состояния оборудования к определенному периоду времени или приближенного установления ресурса безотказной работы;
- 5) методическая – для установления рациональных способов устранения неисправности элементов оборудования.

Определение действительного состояния объекта предусматривает наличие определенной совокупности последовательных операций диагностирования в виде обоснованной программы и алгоритма. При этом методическую достоверность результата диагностирования определяет полнота исходной информации о состоянии контролируемого объекта, выбор

показателей и порядок их объективной оценки при определении работоспособности или обнаружении неисправности.

Вероятность снижения работоспособности оборудования или его элементов в условиях эксплуатации можно определить, объективно оценивая линейные износы сопряжений и зазоры в сопряжениях, вибрации, спектральный состав и интегральный уровень шума.

В число способов диагностического контроля нормальности функционирования технологического оборудования входят:

- оценка эффективности работы по комплексу механико-технологических показателей;
- определение действительных затрат энергии при холостом или рабочем режимах и сопоставление их с номинальными;
- определение зазоров в подвижных соединениях (пара – вал и подшипник скольжения);
- определение температуры корпусов подшипников, степени нагревания масла в редукторах, в кожухах цепных и зубчатых передач;
- оценка вибрационного и акустического состояния работающего оборудования по амплитуде, скорости и ускорению вибрационных перемещений, характеру шума, его интегральному и спектральному составу.

Для термической индикации неисправностей используют термоиндикаторные краски, которые в зависимости от температуры поверхности, на которую они нанесены, изменяют свой свет.

14.2. Виброакустический способ диагностики оборудования

Контроль за состоянием технологического оборудования – одна из наиболее распространенных задач в промышленности.

Задача определения состояния агрегатов в процессе их штатной эксплуатации получает все большую актуальность. В настоящее время глобальной проблемой эксплуатации оборудования является поддержание его работоспособности экономическими оптимальными мерами. Ее решение важно как для эксплуатационного, так и для ремонтного персонала. Первые устанавливают режим работы агрегатов с учетом его состояния: выявляют износ оборудования при обследовании и контроле, определяют целесообразность его дальнейшей работы при существенном износе. Вторые участвуют в обслуживании оборудования с целью определения необходимого объема ремонта или реконструкции, разрабатывают оптимальные

мероприятия по продлению срока службы, включающие обновление и ремонт узлов, регламентируют наблюдения за оборудованием во время его дальнейшей эксплуатации.

Общей целью являются ответы на вопросы – можно ли оставить оборудование в работе, каков объем мероприятий по приведению его в работоспособное состояние, рационально ли вкладывать в это оборудование средства на ремонт.

Опыт специалистов в области диагностирования показал, что эффективным методом контроля состояния оборудования в условиях непрерывной эксплуатации является виброакустический метод. При этом анализ проводится по характерным особенностям сигналов, с использованием модального анализа спектров и спектров огибающих. Использование для диагностики этих методов позволяет определить основные механические дефекты оборудования:

- дисбаланс вращающихся масс, вызываемый некачественной обработкой подшипниковых шеек ротора, эксцентричной посадкой на роторе колес, изгибом ротора и другими дефектами, приводящими к смещению центра масс ротора;

- расцентровка или несоосность сочлененных валов привода-редуктора-насоса (и т.п.);

- дефекты подшипников скольжения: эллипсность цапф; масляная вибрация, вызываемая несоответствием динамических качеств ротора и смазывающих свойств в подшипниках; неправильная установка вкладышей; износ вкладышей в подшипниках скольжения;

- дефекты подшипников качения: износ внешней обоймы; дефект внешней обоймы (трещины, раковины); износ внутренней обоймы; дефект внутренней обоймы; износ сепаратора и т.д.;

- дефекты зацепления зубчатых и червячных передач: дефект зубьев на ведущем валу; дефект зубьев на ведомом валу;

- незакрепленность агрегатов на фундаментах;

- дефекты муфт;

- резонанс системы «ротор-опора».

Системы диагностирования выполняются в двух вариантах: переносном и стационарном. Принципиальной особенностью таких систем является определение состояния всех узлов агрегатов в комплексе, т.е. с учетом влияния их поведения друг на друга. Это позволяет не только определять имеющиеся неисправности и прогнозировать их развитие, но и, при дальнейшем анализе, выявлять

их первопричину. Кроме того, для диагностирования система не требует предварительного набора статистики. На основании технических характеристик строится математическая модель нормально работающего агрегата. Сравнение реального состояния с моделью дает информацию, которая позволяет правильно планировать и производить ремонт, устранять источник возникновения неисправностей вплоть до конструктивных дефектов.

Особо ответственные агрегаты оснащаются стационарными системами контроля и диагностики.

Блок-схема стационарной системы (рис. 39) устанавливается на расстоянии не более 500 м от объектов диагностирования и позволяет подключать до 64 точек измерения. При необходимости это количество может быть увеличено.

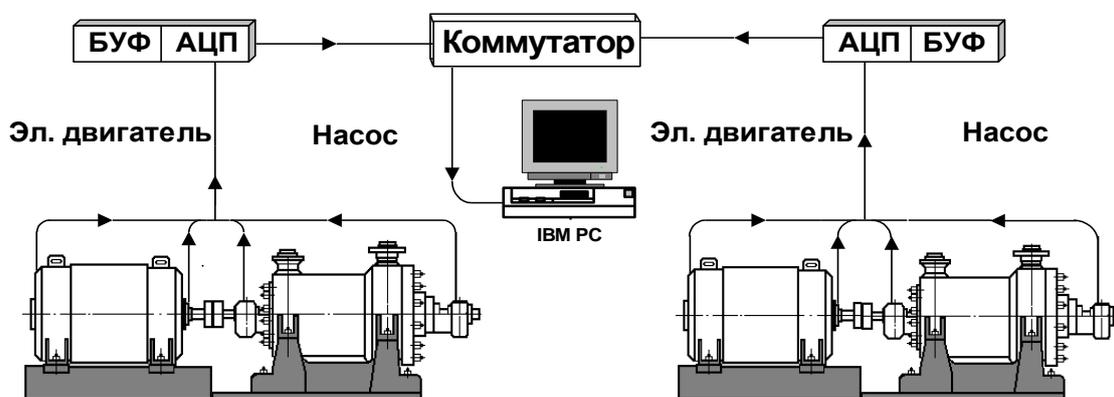


Рис. 39. Блок-схема стационарной системы, предназначенной для работы на значительном удалении от объекта диагностирования: БУФ АЦП – блок усиления, фильтрации и аналого-цифрового преобразования; Коммутатор – коммутатор для выбора объекта

В качестве диагностических система использует параметры, рассчитываемые из виброакустических сигналов. Пьезоакселерометры устанавливаются стационарно на опорах диагностируемых объектов в двух-трех направлениях. Сигналы с них по кабелям передаются в обслуживаемое помещение, где усиливаются, формируется необходимая для обработки полоса частот, и все сигналы оцифровываются. Затем они вводятся в ЭВМ, где производится расчет статистических характеристик, построение математических моделей и постановка диагноза.

Стационарная система позволяет производить диагностирование с использованием параметров технологического контроля. К ним

относятся: сила тока, флуктуации потребляемой мощности, значения температур в местах установки подшипников, давление и расход охлаждающей жидкости и в маслосистеме и т.п. Кроме того, неизменное положение датчиков позволяет подготовить маску (образ) нормального состояния, что способствует более раннему и надежному (с большей степенью вероятности) постановке диагноза. Однако из-за большого количества оборудования на предприятиях нет возможности оснастить все объекты стационарными системами диагностирования.

Переносная система диагностирования (рис. 40) состоит из ЭВМ, портативного спектроанализатора ПР-200А в комплекте с пьезоакселерометром. Диапазон измеряемых частот: 2 – 20000 Гц.

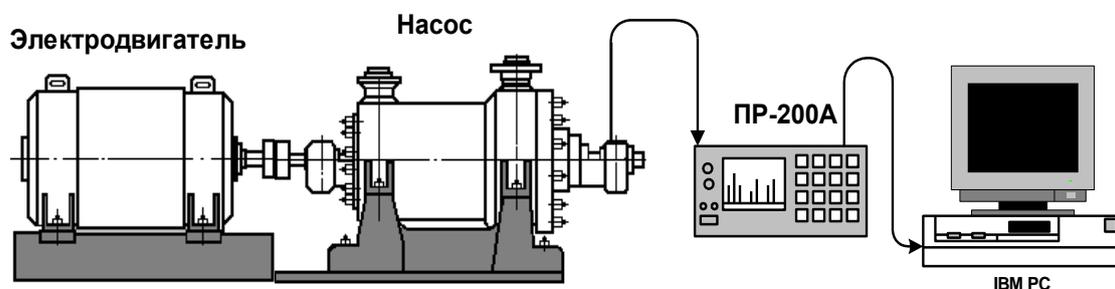


Рис. 40. Блок-схема переносной системы диагностирования вращающегося оборудования

С помощью приборов можно производить балансировку валов агрегатов в собственных опорах по месту их установки. Процесс диагностирования осуществляется следующим образом:

1) оператор в центре технической диагностики определяет перечень агрегатов, на которых будут производиться измерения. На компьютере в автоматическом режиме создается маршрут обхода с указанием всех точек измерения и необходимых характеристических функций, который затем выгружается в анализатор;

2) оператор производит обход объектов диагностирования в соответствии с графиком или по вызову. В выбранных точках замера (одно-три направления каждой опоре) производятся измерения и расчет спектров, которые записываются в оперативную память анализатора;

3) в центре обработки информации (лаборатории диагностики, центре технического надзора и т.п.) анализатор подключается к ЭВМ.

По программе диагностирования спектры, хранящиеся в ОЗУ анализатора, пересылаются в архив программы и сортируются по именам диагностируемых агрегатов.

4) по запуску программы диагностирования в автоматическом режиме производится расчет информативных частот, значений диагностических параметров, сравнение с уставками, построение диагностической модели и определение состояния всех узлов агрегата;

5) программа выбирает одно или несколько состояний из согласованного перечня и сообщает об этих состояниях оператору. При желании он может просмотреть всю измеренную информацию об объекте диагностирования и результаты обработки.

15. УРАВНОВЕШИВАНИЕ КОЛЕБЛЮЩИХСЯ МАСС

15.1. Причины неуравновешенности

В процессе эксплуатации машин вследствие изнашивания и деформирования деталей нарушается уравновешенность вращающихся сборочных единиц. Неуравновешенность – это состояние, характеризующее такое распределение масс, которое вызывает переменные нагрузки на опоры вращающихся деталей. К неуравновешенности приводят: неточность обработки деталей при их восстановлении из-за возможного смещения осей посадок, отступление от конструкторских баз, неравномерное распределение толщины наращенного слоя на поверхности изношенной детали, некачественная сборка, асимметрия, возникающая в работе в результате перемещения каких-либо частей и т. д.

Симметричная конструкция и правильная сборка может часто минимизировать проблемы, связанные с балансировкой. Большой дисбаланс требует значительной корректировки. Необходимость балансировки должна учитываться еще на этапе конструирования изделия.

Неуравновешенность деталей и узлов при вращении с большой скоростью вызывает появление в машине вибраций. Вибрации сокращают срок работы машины, разрушают подшипники, фундаменты машин. Неуравновешенность вращающихся масс может явиться причиной аварии машины. Уменьшение неуравновешенности до пределов, допустимых техническими условиями, предусматривается специальной операцией – балансировкой деталей перед сборкой их в машину.

К деталям, требующим балансировки, относят: коленчатые валы двигателей, роторы турбокомпрессоров, лопасти вентиляторов, маховики, колеса, барабаны центрифуг, карданные валы и т. д.

15.2. Виды балансировки

В ремонтно-обслуживающем производстве для устранения неуравновешенности деталей применяют два вида балансировки: статическую и динамическую.

Статическую балансировку применяют при параллельном смещении главной центральной оси инерции относительно оси вращения. Для изделия с неуравновешенной массой m и уравновешивающим грузом P (рис. 41) балансировка сводится к компенсации центробежной силы, вызываемой массой m при вращении, и осуществляется установкой груза P в одной плоскости исправления. Зависимость между уравновешивающим грузом P и смещением центра тяжести ε (смещение осей):

$$P = \varepsilon G / r,$$

где G – сила тяжести, r – радиус установки груза.

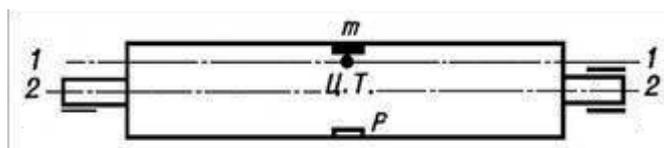


Рис. 41. Статический дисбаланс:

1 – главная центральная ось инерции; 2 – ось вращения

Балансируемую деталь (колесо центробежного насоса, шкив, шестерню, центробежную муфту сепаратора и др.) надевают на ее рабочий вал и устанавливают на балансировочное приспособление.

Для преодоления трения покоя детали сообщается импульс, вызывающий перекачивание ее на приспособлении. Неуравновешенная деталь останавливается в положении, когда ее наиболее тяжелая часть окажется внизу. Затем поступают одним из двух способов: с более тяжелой (нижней) стороны детали снимают часть металла путем стачивания или засверливания или добавляют металл наплавкой или установкой грузика на противоположной, более легкой стороне (верхней). Указанные операции проводят до тех пор, пока деталь не уравновесится. Отбалансированная деталь каждый раз будет останавливаться в новом положении, т.е. в положении безразличного равновесия.

Добившись безразличного положения ротора, определяют остаточный разбаланс вследствие наличия сил трения между валом ротора и опорами балансировочного приспособления.

В практике статическую балансировку производят на призмах, роликах или на вращающихся опорах. Призмы (рис. 42) изготавливают из закаленной стали не ниже марки Ст. 7 рабочие поверхности тщательно шлифуют. Длину призмы подбирают с таким расчетом, чтобы деталь могла сделать от 1,5 до 2 оборотов:

$$L = (1,5 - 2)\pi d,$$

где d – диаметр шейки вала, мм.

Призмы устанавливают по уровню. Допустимая не параллельность призм не более 1 мм на 1000 мм. Ось вала балансируемой детали или узла должна быть перпендикулярна призмам.

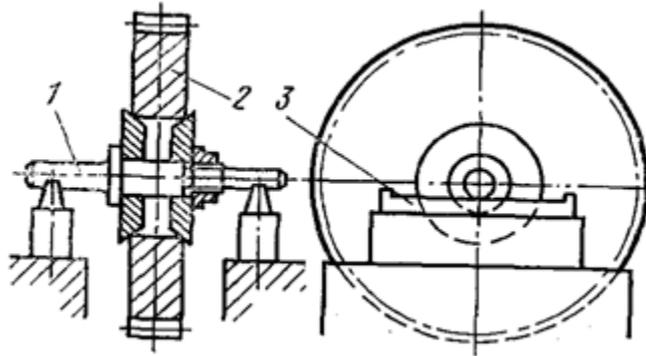


Рис. 42. Схема балансировки колес на призмах:
1 – вал; 2 – деталь; 3 – призма

Как известно, статической балансировке подвергают детали, у которых диаметр значительно превышает длину. Так, при отношении осевого размера колеса или расстояния между подшипниками ротора к диаметру рабочего колеса $R/D < 0,5$ осуществляют статическую балансировку ротора. При $R/D > 0,5$ необходима динамическая балансировка.

Динамическая неуравновешенность возникает в случае, если ось вращения детали (узла) не совпадает с главной осью инерции. При вращении вала (ротора) неуравновешенные массы (по длине) вызывают действие пары сил, которая стремится повернуть ось инерции относительно оси вращения на некоторый угол, т. е. смещает главную ось инерции относительно оси вращения (рис. 43). Уравновешивается момент этой пары другой парой сил, приложенных в той же плоскости.

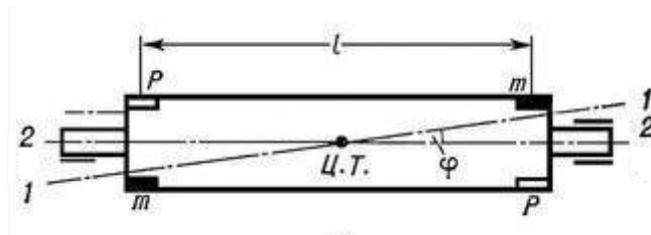


Рис. 43. Динамический дисбаланс

1 – главная центральная ось инерции; 2 – ось вращения

Динамическая балансировка роторов довольно сложна и выполняется рабочими, имеющими высокую квалификацию и большой опыт.

Динамическую неуравновешенность можно выявить только при вращении ротора, поскольку общий центр тяжести лежит на оси вращения, и лишь при вращении обе неуравновешенные массы дают пару возмущенных сил.

Динамическую балансировку проводят на специальных балансировочных станках.

Балансировочный станок позволяет измерять центробежные силы или моменты этих сил, действующих на вал балансируемой детали, приведенной во вращательное движение. О величинах указанных сил или моментов судят по вызываемым этими силами колебаниям оси балансируемой детали, установленной на балансировочном станке.

Полностью устранить дисбалансы при балансировке практически невозможно, поэтому в нормативной документации (в ГОСТах, технических условиях) указывают величину остаточного дисбаланса.

При балансировке сборочных единиц все резьбовые и шпоночные соединения стопорят, чтобы они не перемещались и не создавали дополнительную вибрацию. При выполнении балансировки следует иметь в виду, что не всегда имеет смысл стремиться к достижению максимально точной балансировки, т. к. она в процессе эксплуатации практически не может быть реализована. Это объясняется отсутствием необходимой прецизионной сборки оборудования при выполнении ремонтных работ, а также особенностями технологических процессов.

При статической балансировке достигают уравновешенности всех действующих на ротор сил, а динамическая балансировка приводит к уравновешиванию сил, моментов и к аэродинамической уравновешенности.

16. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

16.1. Основы теории надежности

Надежность является одним из основных свойств промышленной продукции. Сложность и интенсивность режимов работы различных изделий непрерывно возрастает, повышается ответственность выполняемых функций. Чем ответственнее функции, тем выше должны быть требования к надежности. Недостаточная надежность машин и устройств приводит к большим затратам на ремонт и поддержание их работоспособности в эксплуатации. Надежность изделий во многом зависит от условий эксплуатации: температуры, влажности, механических нагрузок, давления, радиации и др.

Термины и определения в области надежности относятся к техническим объектам, под которыми понимается предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, исследований и испытаний на надежность, обращения, эксплуатации. Объектами могут быть изделия, системы и их элементы, в частности, сооружения, установки, устройства, машины, аппаратура, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность объекта в зависимости от назначения и условий его применения включает безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Для конкретных объектов и условий их эксплуатации эти свойства имеют различную относительную значимость. Например, для некоторых неремонтируемых объектов основным свойством является безотказность, для ремонтируемых – ремонтпригодность. К параметрам, характеризующим способность выполнять требуемые функции, относят кинематические и динамические параметры, показатели точности функционирования, производительности, скорости и. т. п. Со временем значения этих параметров могут

изменяться. При изменениях, превышающих допустимые пределы, происходит переход объекта в неработоспособное состояние.

16.2. Показатели надежности

Количественно надежность объекта оценивают с помощью показателей, которые выбирают и определяют с учетом особенностей объекта, режимов и условий его эксплуатации и последствий отказов. Показатели надежности могут быть единичными и комплексными. Единичный показатель надежности характеризует одно из свойств, а комплексный – несколько свойств, составляющих надежность объекта.

Примеры единичных показателей надежности: наработка на отказ радиоприемника, характеризующая его безотказность; гамма-процентный ресурс автомобиля до капитального ремонта, характеризующий его долговечность; среднее время восстановления работоспособного состояния радиоприемника, характеризующее его ремонтпригодность; назначенный срок хранения аккумулятора, характеризующий его сохраняемость.

Комплексный показатель надежности количественно характеризует не менее двух основных составляющих, например, безотказность и ремонтпригодность. Примером комплексного показателя надежности является коэффициент готовности, значение которого в ряде случаев определяют по формуле:

$$K_g = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + t_g},$$

где t_{cp} – наработка изделия на отказ (показатель безотказности);

t_g – среднее время восстановления (показатель ремонтпригодности).

Из формулы видно, что коэффициент готовности характеризует одновременно два различных свойства объекта – безотказность и ремонтпригодность.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

К показателям безотказности относятся: вероятность безотказной работы; средняя наработка на отказ; интенсивность отказов; параметр потока отказов.

Вероятность безотказной работы – показатель надёжности, который оценивает возможность сохранения изделием работоспособности в определённом интервале времени или при выполнении заданного объёма работы.

Наработка на отказ – среднее значение наработки ремонтируемого изделия между отказами (нарушениями его работоспособности). Если наработка выражена в единицах времени, то под наработкой на отказ понимается среднее время безотказной работы. Средняя наработка на отказ объекта определяется как отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к числу отказов, происшедших за суммарную наработку.

$$\tilde{T} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n(t)},$$

где t_i – наработка между $i-1$ и i -м отказами;

$n(t)$ – суммарное число отказов за время t .

Интенсивность отказов – это условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не наступил.

Параметр потока отказов – показатель надёжности ремонтируемых технических устройств. Характеризует среднее количество отказов ремонтируемого устройства в единицу времени.

$$\tilde{\omega} = \frac{n(t_2) - n(t_1)}{t_2 - t_1},$$

где $n(t_1)$ и $n(t_2)$ – количество отказов объекта, зафиксированных соответственно, по истечении времени t_1 и t_2 .

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Объект может перейти в предельное состояние, оставаясь работоспособным, если, например, его применение станет недопустимым по требованиям безопасности, экономичности и безвредности. К показателям долговечности относятся: средний ресурс; ресурс между средними (капитальными) ремонтами; ресурс до списания, средний срок службы и др.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин

возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

На ремонтпригодность влияют конструктивные особенности машин, механизмов и узлов; доступ к контрольным узлам и местам регулировки; полнота сопроводительной документации. Ремонтпригодность тесно связана с конструктивностью и технологичностью.

К показателям ремонтпригодности относятся: вероятность восстановления работоспособного состояния; среднее время восстановления работоспособного состояния; интенсивность восстановления.

Вероятность восстановления – вероятность того, что время восстановления объекта не превысит заданное.

$$P(t_B) = \int_0^{t_B} f_B(t) dt,$$

где $f_B(t)$ – функция плотности вероятности (согласно закона распределения)

Среднее время восстановления – это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа.

$$T_B = \int_0^{\infty} t \cdot f_B(t) dt.$$

Статистически данный показатель определяется:

$$\tilde{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i$$

где n – число восстановлений, равное числу отказов;

τ_i – время, затраченное на восстановление (обнаружение, поиск причины и устранение отказа).

Интенсивность восстановления – это отношение условной плотности вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенной для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено, к продолжительности этого интервала.

$$\mu(t_B) = \frac{f_B(t_B)}{1 - P(t_B)}.$$

Статистическая оценка этого показателя находится как:

$$\bar{\mu}(t) = \frac{n_B(\Delta t)}{N_{н.ср} \cdot \Delta t},$$

где $n_B(\Delta t)$ – количество восстановлений однотипных объектов за интервал (Δt) ;

$N_{н.ср}$ – среднее количество объектов, находящихся в невосстановленном состоянии на интервале (Δt) .

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения или транспортирования. Основным показателем сохраняемости является средний срок сохраняемости.

Срок сохраняемости – это календарная продолжительность хранения или транспортирования объекта, в течение и после которой сохраняются значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в установленных пределах. К показателям сохраняемости технических объектов относится гамма-процентный срок сохраняемости, т. е. срок сохраняемости, достигаемый с заданной вероятностью гаммы, выраженной в процентах:

$$\int_{t_{сх}}^{\infty} f_{сх}(t) dt = \gamma,$$

где $f_{сх}(t)$ – функция плотности распределения случайной величины – срока сохраняемости объекта.

Сохраняемость материалов, продуктов и веществ, в основном, связана с изменением их физико-химических свойств. Сохраняемость объекта характеризуется его способностью противостоять отрицательному влиянию условий и продолжительности хранения и транспортирования на его безотказность, ремонтпригодность и долговечность. Сохраняемость представляют в виде двух составляющих, одна проявляется во время хранения, а другая – во время применения объекта после хранения или транспортирования. Очевидно, что продолжительное хранение и транспортирование в необходимых условиях для многих объектов может отрицательно влиять не только на их поведение во время хранения или транспортирования, но и при последующем применении объекта. Вторая составляющая сохраняемости имеет существенное значение.

Следует различать сохраняемость объекта до ввода в эксплуатацию и сохраняемость объекта в период эксплуатации при перерывах в работе. Во втором случае срок сохраняемости входит в срок службы.

В зависимости от особенностей и назначения объекта срок сохраняемости его до ввода в эксплуатацию может включать срок сохраняемости в упаковке или в законсервированном виде, срок монтажа и срок хранения на другом упакованном или законсервированном более сложном объекте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальперин, Д.М. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности: справочник / Д.М. Гальперин и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 320 с.
2. Гальперин, Д.М. Оборудование молочных предприятий: монтаж, наладка и ремонт: справочник / Д.М. Гальперин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
3. Гальперин, Д.М. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д.М. Гальперин, Г.В. Миловидов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.
4. Генкин, М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколов. – М.: Машиностроение, 1986. – 234 с.
5. Гуревич, М.Б. Экономика, организация и планирование монтажных работ / М.Б. Гуревич, В.М. Коганович, Б.М. Лютов. – М.: Стройиздат, 1974. – 366 с.
6. Иванов, К.А. Организация ремонта технологического оборудования мясокомбинатов / К.А. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 223 с.
7. Кичихин, Н.Н. Изготовление и монтаж технологических металлических конструкций / Н.Н. Кичихин. – М.: Стройиздат, 1967. – 223 с.
8. Кичихин, Н.Н. Такелажные работы в строительстве / Н.Н. Кичихин. – М.: Высшая школа, 1983. – 268 с.
9. Ключева, В.В. Технические средства диагностирования: справочник / В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 123 с.
10. Котляр, Л.И. Основы монтажа, эксплуатации и ремонта технологического оборудования / Л.И. Котляр. – М.: Колос, 1977. – 272 с.
11. Лазарев, И.А. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности / И.А. Лазарев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 224 с.
12. Маршев, В.З. Монтаж технологического оборудования / Под ред. В.З. Маршева. – М.: Стройиздат, 1983. – 584 с.
13. Никитин, Н.В. Краткий справочник монтажника и ремонтника / Н.В. Никитин, Ю.Ф. Гаршин, С.Х. Меллер. – М.: Энергоиздат, 1983. – 168 с.

14. Пархоменко, П.П. Основы технической диагностики / П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 187 с.
15. Справочник по ремонту оборудования пищевых производств / В.К. Супрунчук, Н.И. Житеник, В.А. Точковой и др. – К.: Техника, 1984. – 224 с.
16. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 120 с.

Учебное издание

Ванин Владимир Семенович
Данилов Виталий Александрович

**ДИАГНОСТИКА, РЕМОНТ, МОНТАЖ,
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

Редактор И.А. Хлюпина
Технический редактор Н.А. Соловьева

ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет»
Лицензия ИД № 00670 от 05.01.2000 г.

Подписано к печати 17.06.2010 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 8,4. Тираж 50 экз.
Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ОрелГТУ,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.