

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.01 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ МОНТАЖА И РЕМОНТА  
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**МДК.01.02 Организация ремонтных работ промышленного  
оборудования и контроль за ними  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО**

**15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2017

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

## **Разработчики**

С.Ю. Гондаренко,

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова» МпК

Е.С. Савинов,

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова » МпК

Н.В. Смирнова,

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова » МпК

И.Н. Трубина,

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова » МпК

Методические указания разработаны на основе рабочей программы  
ПМ.01 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного  
оборудования.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	6
Практическое занятие № 1 .....	6
Практическое занятие № 2 .....	6
Практическое занятие № 3 .....	7
Практическое занятие № 4 .....	8
Практическое занятие № 5 .....	8
Практическое занятие №6 .....	11
Практическое занятие № 7 .....	14
Практическое занятие № 8 .....	19
Практическое занятие № 9 .....	22

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют лабораторные работы.

Состав и содержание лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технологическое оборудование» предусмотрено проведение лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выполнять эскизы деталей при ремонте промышленного оборудования;
- составлять схемы монтажных работ;
- организовывать работы по испытанию промышленного оборудования после ремонта и монтажа;
- организовывать пусконаладочные работы промышленного оборудования.

Содержание лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению профессионального модуля основной профессиональной образовательной программы по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъёмных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.4. Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их изготовления.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

А также формированию общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эф-

фективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение студентами практических работ по Теме 01.02.02 «Ремонт оборудования отрасли» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Практическое занятие № 1

#### Составление ведомости дефектов по заданным условиям

**Цель работы:** Закрепление теоретического материала по теме: «Ремонтная документация»

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять методы восстановления детали;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

Усвоить назначение структуру и принципы составления ремонтной документации. Составить ведомость дефектов по заданным условиям.

**Порядок выполнения работы:**

Используя пример составления дефектации и наименования узла, предлагаемого для дефектации, составить ведомость дефектов на заданный узел и составить таблицу. При заполнении таблицы привести перечень изнашиваемых деталей, входящих в состав узла.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

### Практическое занятие № 2

#### Составление годового графика ремонтов

**Цель работы:** Закрепление теоретического материала по теме: «Ремонтная документация»

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять методы восстановления детали;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Усвоить назначение, структуру и принципы составления ремонтной документации.
2. Составить годовой график ремонта по заданным условиям.

### Порядок выполнения работы:

Используя периодичность и продолжительность ремонтов Т1, Т2, К, рассчитать количество текущих ремонтов за год, межремонтный период, простой в часах и построить годовой график ремонтов

### Ход работы:

Таблица 1 Периодичность и продолжительность ремонтов

Наименование оборудования	Тип, краткая характеристика	Текущий ремонт		Капитальный ремонт К
		T1	T2	
		Периодичность (числитель), сутки; продолжительность (знаменатель), час		Периодичность (числитель), годы; продолжительность (знаменатель), часы
1	2	3	4	5
Машина		30/8	90/16	2/120

### Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

## Практическое занятие № 3 Составление наряда-допуска

### Формируемые компетенции:

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

**Цель работы:** Закрепление теоретического материала по теме: «Ремонтная документация»

### Выполнив работу, Вы будете:

*уметь:*

- определять методы восстановления детали;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

### Материальное обеспечение:

Учебник, раздаточный материал

### Задание:

1. Усвоить назначение, структуру и принципы составления ремонтной документации.

2. Составить наряд-допуск по заданным условиям.

**Порядок выполнения работы:**

Наряд-допуск выдается на ремонтные, монтажные работы, выполняемые в условиях повышенной опасности. Допускающий несет ответственность за правильность подготовки объекта к ремонтным работам.

Заполнить пункты наряда-допуска по условиям работы.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

### Практическое занятие № 4

#### Составление линейного графика капитального ремонта

**Цель работы:** Закрепление теоретического материала по теме: «Ремонтная документация»

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять методы восстановления детали;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Усвоить назначение, структуру и принципы составления ремонтной документации.

2. Составить линейный график капитального ремонта по заданным условиям.

**Порядок выполнения работы:**

Линейный график составляется с целью рациональной организации выполнения ремонта. При составлении устанавливается: последовательность выполнения ремонтов, ремонтные работы и операции, продолжительность каждой работы, необходимое число рабочих

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе.

### Практическое занятие № 5

#### Выбор смазочного материала. Составление схемы и карты смазки по заданным условиям

**Цель работы:** Определить нормативы качества масел, периодичность отбора проб и объем анализов масел.

**Выполнив работу, Вы будете:***уметь:*

- определять методы восстановления детали;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Выбрать смазочный материал для смазки заданного оборудования согласно индивидуального задания.

2. Заполнить карту смазки с указанием признаков, причин и способов устранения неисправностей.

3. Рассчитать необходимое количество масла, выбрать способ смазки механизмов согласно задания. Составить схему и карту смазки согласно задания.

**Порядок выполнения работы:**

Смазочные материалы разделяют на жидкие и минеральные, густые и твердые. Рассмотреть характеристику наиболее употребляемых смазочных материалов в зависимости от узла трения, температуры вспышки и застывания и выбрать смазочный материал по индивидуальному заданию.

**Краткие теоретические сведения:**

Смазка механизмов и устройств производится различными способами: смазка редукторов- картерная, узлов подшипников качения- централизованная, шарниры, цепные передачи, муфты и канаты смазываются вручную; Смазка тормозов должна производиться не реже одного раза в месяц, при этом необходимо следить, чтобы смазка не попадала на поверхность шкива и обкладок. Смазка, попавшая на эти поверхности, должна быть тщательно удалена.

Рекомендуемые сорта смазки: для масленок - смазка ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73; Для централизованной смазки- ЦИАТИМ- 203 ГОСТ 8773-73; Для муфт зубчатых- смазка П-28 ГОСТ 6480-63.

Для открытых передач, шарниров - смазка ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73 – смазка П-28 ГОСТ 6480-63; для смазки канатов: летом- канатная смазка ГОСТ 5570-69, зимой- масло осевое ГОСТ 610-72;

Для подшипников качения - смазка ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-63.

Таблица 2 Карта смазывания механизма передвижения коксовыталькивателя

	<i>Наименование узла</i>	<i>Кол-во смазываемых точек</i>	<i>Способ смазки</i>	<i>Тип смазочного материала</i>	<i>Периодичность</i>	<i>Кол-во, кг</i>

	<i>Наименование узла</i>	<i>Кол-во смазываемых точек</i>	<i>Способ смазки</i>	<i>Тип смазочного материала</i>	<i>Периодичность</i>	<i>Кол-во, кг</i>
1	Мотор-редуктор	1	Закладная	СМ-1	При ревизии и ремонте	4
2	штанга	2	Закладная	Литол-24	Постоянный 1 раз в 2 смены	0.5
3	Подшипники ходовых колес тележки	4	Закладная	СМ-1	Постоянный 1 раз в 2 смены	0.25
4	Подшипники ведомой звездочки	2	Закладная	СМ-1	Постоянный 1 раз в 2 смены	0.25

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

## Практическое занятие №6

### Изучение процессов износа деталей

**Цель работы:** Изучить возможные виды износа деталей..

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять скорость изнашивания;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться с основными понятиями.
2. Ознакомиться с факторами влияющими на износ

**Порядок выполнения работы:**

Износ деталей приводит к полному разрушению машины, что в свою очередь может привести к аварийной ситуации. Необходимо правильно и своевременно определить величину износа.

**Краткие теоретические сведения:**

К основным понятиям триботехники относятся следующие термины и определения.

Трение - сопротивление относительно перемещению контактирующих тел, возникающее в зонах соприкосновения поверхностей.

Поверхность трения - поверхность тела, участвующая в трении.

Сила трения - сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под действием внешней силы. Она направлена по касательной к поверхности трения в сторону противоположную перемещению.

Скорость трения - разность скоростей тел в точках касания при скольжении.

Изнашивание - процесс разрушения поверхности твердого тела.

Износ - результат изнашивания. Он может происходить как в результате отделения частиц твердого тела, что сопровождается изменением его массы или объема, так и в результате изменения конфигурации тела вследствие деформации при сохранении массы. В первом случае величину износа ( $\Delta m$ ;  $\Delta V$ ) принято определять в единицах массы или объема, а во втором случае величина износа ( $\Delta \ell$ ) определяется в единицах длины.

Предельный износ – износ, при котором дальнейшая эксплуатация детали или узла становится невозможной вследствие невыполнения деталью заданных функций, недопустимого снижения экономичности или надежности механизма.

Скорость изнашивания ( $J_m$ ,  $J_V$  или  $J^\ell$ ) - является отношением величины износа ко времени изнашивания. Выражается такими зависимостями, как  $J_m = \Delta m/t$ ;  $J_V = \Delta V/t$ ;  $J^\ell = \Delta \ell / t$  и, соответственно, имеет единицы измерения: кг/ч; м<sup>3</sup>/ч; м/ч.

Интенсивность изнашивания ( $J_L$ ) - является отношением величины износа к пути трения или объему выполненной работы. Выражается зависимостями  $J_L = \Delta m/L$ ;  $J_L = \Delta V/L$ ;  $J_L = \Delta \ell / L$ . При определении интенсивности изнашивания машин, имеющих значительное количество узлов трения, часто бывает целесообразно относить износ к показателю общему для всех узлов. Например, для подвижного состава этим показателем может быть пробег в км.

Износостойкость - свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в конкретных условиях трения. Количественно она может оцениваться величинами обратной скорости или интенсивности изнашивания

К основным факторам, влияющим на процесс трения и изнашивания, относятся: внешние механические воздействия, температура трения, физико-механические свойства сопряженных деталей, макро- и микрогеометрия поверхности трения, вид трения, продолжительность трения и его путь, наличие или отсутствие смазочного материала и т.д.

К внешним механическим воздействиям в первую очередь относят скорость относительного перемещения трущихся деталей и нагрузку. При анализе процессов изнашивания чаще учитывают не саму абсолютную величину прикладываемой нагрузки, а возникающее давление (удельную нагрузку на единицу площади).

Как скорость, так и нагрузка определяют энергетический баланс в узле трения и оказывают огромное влияние на формирование других факторов. Увеличение скорости и нагрузки обычно приводит к возрастанию температуры поверхности трения. Упругие и пластические деформации, во многом зависящие от величины давления, изменяют физико-механические свойства деталей, их микрогеометрию, в результате чего может меняться и вид трения.

При определении температуры трения следует различать такие понятия, как температура на контакте, объемная температура и температурный градиент. Под последним понимается распределение температур в приповерхностном слое по нормали к поверхности трения. Трение и износ в большинстве случаев функционально связаны с температурой и температурным градиентом. Они зависят от геометрической формы теплоотдающих поверхностей, соотношения их площадей, коэффициента перекрытия (соотношения площади контактирования трущихся поверхностей деталей к общей поверхности трения), тепловыделения при тре-

нии, теплопроводности и теплоемкости материалов, режима трения и других факторов.

К физико-механическим свойствам сопряженных пар относятся: модуль упругости материала, макро- и микротвердость, предел текучести, характеристики растяжения, смятия, среза и т.п.

Макро- и микрогеометрия поверхности трения определяется характером и формой контактной площади сопрягаемых тел.

Не следует забывать, что влиянием перечисленных факторов не исчерпывается воздействие на трибосистему. Значение этих факторов, их воздействие на процессы трения и изнашивания могут быть различными в зависимости от конкретных условий.

### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

## **Практическое занятие № 7**

### **Изучение смазочных устройств**

**Цель работы:** Изучить различные классификации смазочных устройств.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- определять различные виды смазочных устройств;
- определять необходимые масляные фильтры;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

#### **Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

#### **Задание:**

1. Ознакомиться с классификациями смазочных устройств.
2. Ознакомиться с различными видами фильтров

#### **Порядок выполнения работы:**

Системы смазывания предназначены для подведения смазочного материала в зону трения.

Независимо от вида трения в элементарной трибологической системе, которая состоит, по крайней мере, из двух твёрдотельных элементов и разделяющего их смазочного материала должна существовать система подачи смазочного материала.

#### **Краткие теоретические сведения:**

Система смазывания может состоять из следующих основных элементов: емкости для смазочного материала; устройства транспортировки смазочного материала; системы охлаждения; системы очистки смазочного материала; устройства, выравнивающие давление; органов управления и контрольно-измерительных приборов. В зависимости от технических требований, предъявляемых к системе, некоторые элементы могут отсутствовать или иметь упрощенную конструкцию. Конструкция и структура смазочной системы во многом определяется областью применения смазочных систем.

Для нагнетания смазочной жидкости чаще других применяются шестерёнчатые, плунжерные и роторные насосы.

Фильтрация смазочного материала существенно зависит от его дисперсионных свойств, дисперсных фаз.

Зависимость между количеством фильтрата, получаемого за малый промежуток времени с единицы поверхности фильтра, объём которого прямо пропорционален разности давления и обратно пропорционален вязкости фильтрата, и суммарным сопротивлением осадка и фильтрующей

щей перегородки, устанавливается уравнением фильтрации для несжимаемых жидкостей [3]:

$$\frac{dV}{S_p d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu (R_0 + R_p)},$$

где  $V$  – объём фильтрата;

$S_p$  – площадь поверхности фильтрации;

$\tau$  – время фильтрации;

$\Delta p$  – разность давлений до и после фильтрации;

$\mu$  – вязкость жидкой фазы;

$R_0$  – сопротивление слоя осадка;

$R_p$  – сопротивление фильтрующей перегородки.

Способы очистки смазочных жидкостей можно разделить на две основные группы:

перегородчатые – способы очистки, в основу которых положен процесс отделения твёрдых частиц путём пропускания жидкости через пористую перегородку;

силовые – способы очистки, в основу которых положено действие различных силовых полей.

По способу включения в систему смазки фильтры делятся на последовательные и параллельные, по дисперсности отсеиваемого фильтра – на фильтры предварительной грубой и тонкой очистки.

Подробная классификация масляных фильтров приведена на рисунке 1.

В зависимости от количества обслуживаемых устройств, системы смазывания подразделяются на индивидуальную и центральную.

Индивидуальная система смазывания предназначена для подвода смазочного материала к одному устройству. Если система смазывания обслуживает несколько устройств, то она называется центральной.

По периодичности подачи смазочного материала принято различать системы непрерывного и периодического смазывания. Реже в практике встречаются системы разового смазывания (система смазывания бытовых холодильников и стиральных машин).

Подробная классификация систем индивидуальной и центральной смазки [4] приведена на рисунках 2 и 3.

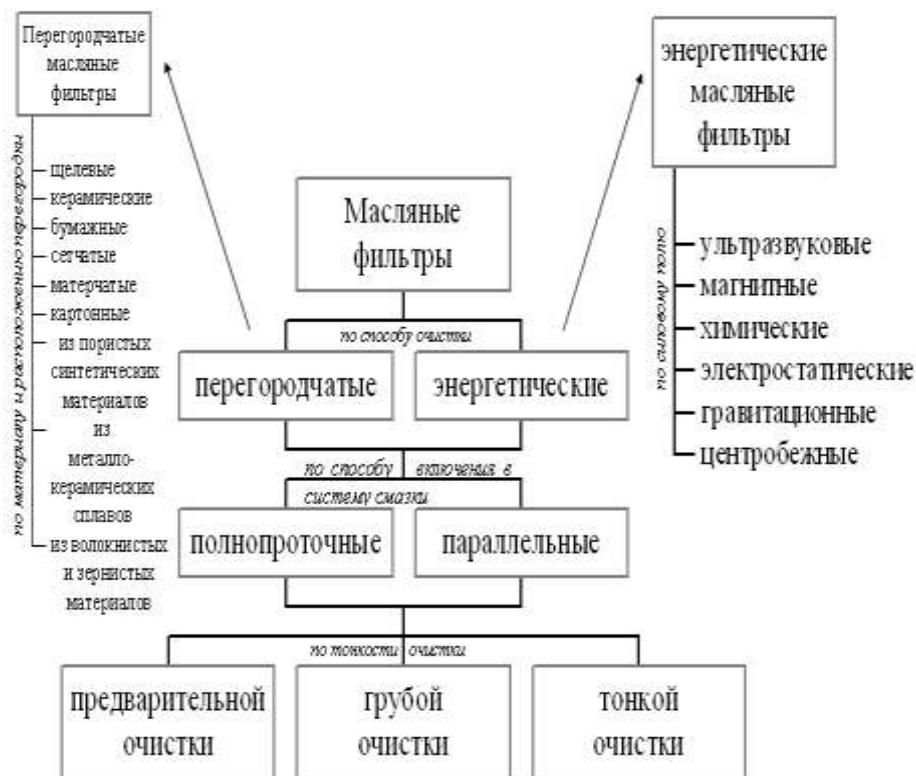


Рисунок 1 – Классификация масляных фильтров

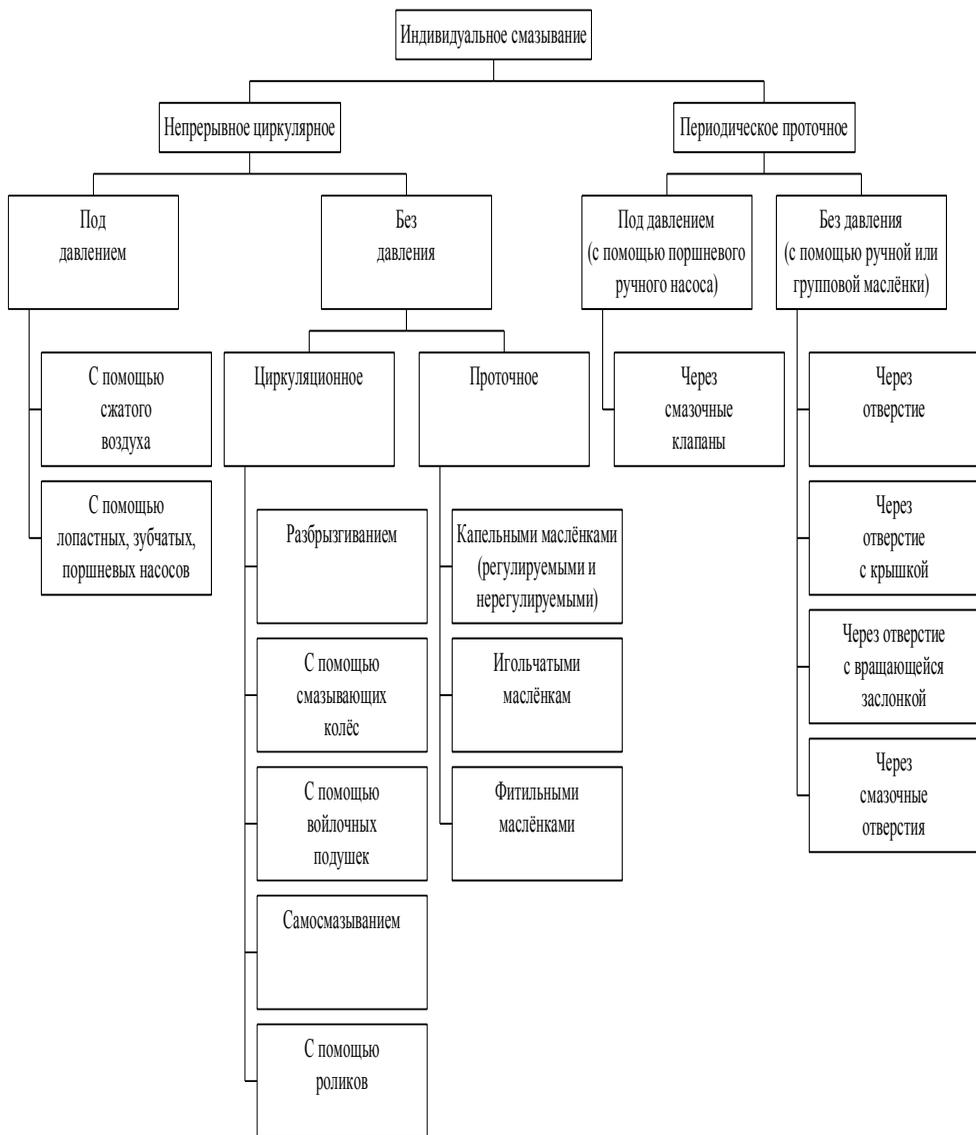


Рисунок 2 – Классификация систем индивидуального смазывания

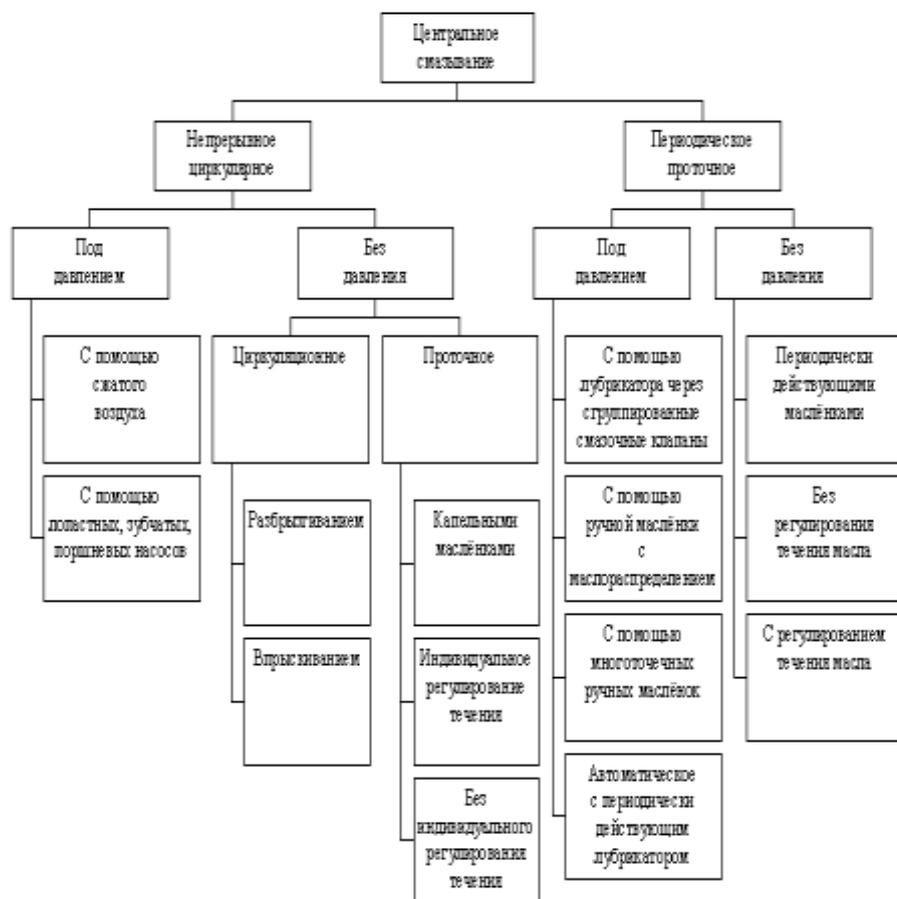


Рисунок 3 – Классификация систем центрального смазывания

## Практическое занятие № 8

### Изучение конструкции ультразвукового дефектоскопа

**Цель работы:** Ознакомление с методом ультразвукового контроля механических дефектов не допустимой величины и химических отклонений от заданной нормы. .

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- различие методов ультразвукового контроля;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться с методами неразрушающего контроля.
2. Ознакомиться с дефектоскопом для ультразвукового контроля рельсов

**Порядок выполнения работы:**

Ультразвуковая технология испытания основана на способности высокочастотных колебаний (около 20 000 Гц) проникать в металл и отражаться от поверхности царапин, пустот и других неровностей. Искусственно созданная, направленная диагностическая волна проникает в проверяемое соединение и в случае обнаружения дефекта отклоняется от своего нормального распространения.

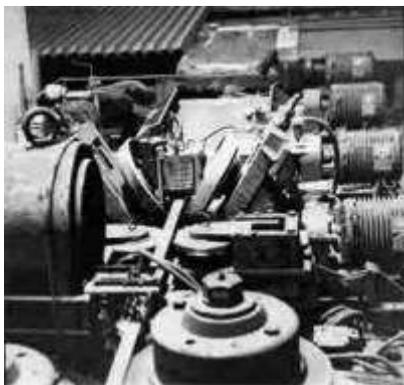
**Краткие теоретические сведения:**

Разновидности ультразвукового контроля:

- теневой метод. Заключается в контроле уменьшения амплитуды ультразвуковых колебаний прошедшего и отраженного импульсов.
- зеркально-теневой метод. Обнаруживает дефекты швов по коэффициенту затухания отраженного колебания.
- эхо-зеркальный метод или “Тандем”. Заключается в использовании двух аппаратов, которые переключаются в работе и с разных сторон подходят к дефекту.
- дельта-метод. Основывается на контроле ультразвуковой энергии, переизлученной от дефекта.
- эхо-метод. Основан на регистрации сигнала отраженного от дефекта.

Сканирование стыкового соединения газопровода проводят с двух сторон от шва с контролем прямым и однократно отраженными лучами, обеспечивающими контроль всего сечения сварного соединения.

**Дефектоскоп для ультразвукового контроля рельсов без применения контактной жидкости**



Механизированный бесконтактный дефектоскоп, основанный на электромагнитно – акустическом способе возбуждения и приема ультразвуковых импульсов. Кроме того, прибор снабжается двумя вихретоковыми каналами для обнаружения поверхностных дефектов на поверхности катания головки рельсов, а также применяется один канал с контактным возбуждением и приемом ультразвуковых импульсов для подтверждения отдельных сечений рельсов и сварных

стыков.

Дефектоскоп предназначен для обнаружения внутренних и поверхностных дефектов в обеих нитках ж.д. пути по всей длине и сечению рельсов, за исключением перьев подошвы. Он обеспечивает высокую достоверность контроля с возможностью документирования результатов, выполняет контроль с высокой степенью автоматизации и надежной настройке прибора, универсален при переходе на другие режимы и технологии контроля.

Главным достоинством нового дефектоскопа является выполнение контроля без применения контактной жидкости через воздушный зазор. За счет этого повышается достоверность контроля и существенно уменьшается масса механизированной тележки с ультразвуковым прибором. На порядок увеличивается долговечность ультразвуковых преобразователей за счет исключения их стирания о поверхность рельса. Увеличивается производительность контроля за счет увеличения скорости перемещения тележки.

Существенно, по сравнению с известными современными «мокрыми» аналогами», повышается достоверность контроля за счет применения суперсовременных методов обработки измеренной информации (корреляционный анализ, фазокодированные сигналы), полученной с помощью ЭМА преобразователей.

Контролю подлежат все типы железнодорожных рельсов. В отличие от современных «мокрых» дефектоскопов бесконтактный прибор позволяет обнаруживать все виды критических дефектов согласно классификатору ЦП 0061 - 2000 «Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень рейок». Реализованы эхо- и зеркально – теневой методы контроля.

Схемы прозвучивания реализуются с помощью 17 каналов, по 8 на каждой нити пути и 1 канал для выборочного контактного контроля.

***Дефектоскоп позволяет:***

- вести сплошной контроль рельсов ЭМА способом и выборочный - «мокрым» методом;
- реализовывать схемы контроля металла рельсов в соответствии с ГОСТ 18576-96;
- перестраивать режимы работы каналов по типовым и нетиповым настройкам;
- реализовывать дополнительные схемы контроля металла рельсов для обнаружения особо опасных контактно – усталостных трещин;
- реализовывать дополнительные схемы контроля металла рельсов для обнаружения продольных поверхностных трещин, расположенных в средней трети поверхности катания головки;
- запоминать результаты контроля по всем каналам независимо от желания оператора с возможностью передачи информации на внешнюю ЭВМ;
- идентифицировать местоположение дефектов в пути с помощью встроенного датчика пути, а также контролировать выполнение дефектоскопии плети по всей длине без пропусков при заданных настройках;
- представлять измерительную и вспомогательную информацию на экране дефектоскопа в удобной для оператора форме;
- сигнализировать об обнаружении дефектов в звуковом и световом диапазоне;
- контролировать работоспособность дефектоскопа и наиболее важных его узлов;
- повышать достоверность обнаружения наиболее опасных видов дефектов за счет одновременного использования нескольких схем ультразвукового контроля;
- повышать достоверность обнаружения поперечно – усталостных дефектов применением низкочастотных волн Релея;
- существенно улучшить условия труда операторов за счет исключения постоянного звучания звукового сигнализатора, обусловленного нарушением контакта при «мокрым» контроле, а также исключения вдыхания испарений от растворов контактной жидкости в зимнее время. Улучшаются условия труда за счет уменьшения веса тележки, особенно при ее съеме и установке на ж.д. путь.

Дефектоскоп имеет режимы работы «Калибровка», «Контроль», «Выбранный режим», «Отчет».

## Практическое занятие № 9

### Балансировка деталей после ремонта

**Цель работы:** Ознакомление с методами балансировки деталей после ремонта

**Выполнив работу, Вы будете:**

*уметь:*

- применять различные методы балансировки деталей и узлов;
- пользоваться нормативной и справочной литературой.

**Материальное обеспечение:**

Учебник, раздаточный материал

**Задание:**

1. Ознакомиться видами неуравновешенности.
2. Ознакомиться с статической балансировкой.
3. Ознакомиться с динамической балансировкой.

**Порядок выполнения работы:**

Цель балансировки состоит в устранении неуравновешенности детали сборочной единицы относительно оси ее вращения. Неуравновешенность вращающейся детали приводит к возникновению центробежных сил которые могут быть причиной вибрации узла и всей машины преждевременного выхода из строя подшипников и других деталей. Основными причинами неуравновешенности деталей и узлов могут быть: погрешность формы деталей например овальность.

**Краткие теоретические сведения:**

**Виды неуравновешенности**

Балансировка вращающихся частей машин — важный этап технологического процесса сборки машин и оборудования. Цель балансировки состоит в устранении неуравновешенности детали (сборочной единицы) относительно оси ее вращения. Неуравновешенность вращающейся детали приводит к возникновению центробежных сил, которые могут быть причиной вибрации узла и всей машины, преждевременного выхода из строя подшипников и других деталей. Основными причинами неуравновешенности деталей и узлов могут быть: погрешность формы деталей (например, овальность); неоднородность и неравномерность распределения материала детали относительно оси ее вращения, образованные при получении заготовки литьем, сваркой или наплавкой; неравномерное изнашивание и деформация детали в процессе эксплуатации; смещение детали относительно оси вращения из-за погрешности сборки и др.

Неуравновешенность характеризуется дисбалансом — величиной, равной произведению неуравновешенной массы детали или сборочной единицы на расстояние центра масс до оси вращения, а также углом дисбаланса, определяющим угловое расположение центра масс. Различают

три вида неуравновешенности вращающихся деталей и узлов: статическую, динамическую и смешанную, как сочетание первых двух.

Статическая неуравновешенность имеет место, если массу тела можно рассматривать как приведенную к одной точке (центру масс), отстоящей на некотором расстоянии от оси вращения (рис. 1). Этот вид неуравновешенности характерен для деталей типа дисков, высота которых меньше диаметра (шкивы, зубчатые колеса, маховики, крыльчатки, рабочие колеса насосов и т.п.). Образующаяся при вращении такой детали центробежная сила  $Q$  (Н) определяется по формуле

$$Q = m\omega^2\rho,$$

где  $m$  — масса тела, кг;  $\omega$  — угловая скорость вращения тела, рад/с;  $\rho$  — расстояние от оси вращения до центра массы, м.

На практике обычно принимается, что указанная центробежная сила не должна превышать 4—5 % веса детали. Неуравновешенность рассматриваемого вида можно обнаружить, не приводя объект во вращение, поэтому она называется статической.

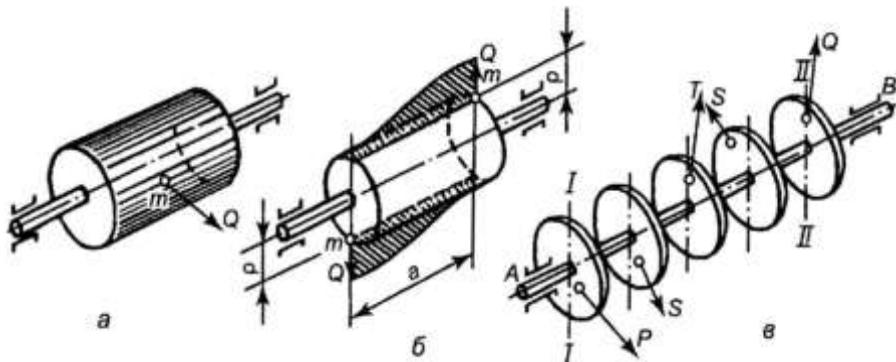


Рис. 1. Виды неуравновешенности вращающегося тела: а — статическая; б — динамическая; в — общий случай неуравновешенности. Динамическая неуравновешенность возникает, когда при вращении детали образуются две равные противоположно направленные центробежные силы  $Q$ , лежащие в плоскости, проходящей через ось вращения (рис. 1, б). Создаваемый ими момент пары сил  $M$  (Н) определяется уравнением

$$M = m\omega^2 a,$$

где  $a$  — расстояние между направлениями действия сил, м.

Динамическая неуравновешенность проявляется при вращении относительно длинных тел, например роторов электрических машин, валов с несколькими установленными зубчатыми колесами и т.п. Она может возникать даже при отсутствии статической неуравновешенности. Общий случай неуравновешенности, также присущий длинным объектам, характеризуется тем, что на вращающийся объект одновременно действуют

приведенная пара центробежных сил  $S—S$  (рис. 1, в) и приведенная центробежная сила  $T$ . Эти силы можно привести к двум действующим в различных плоскостях силам  $P$  и  $Q$ , расположенных, например, для удобства измерения в его опорах. Значения этих сил определяются по формулам:

$$P = m_1 \rho_1 \omega^2;$$

$$Q = m_2 \rho_2 \omega^2$$

При вращении детали, кроме реакций от действующих на нее внешних сил, возникают также реакции от неуравновешенных сил  $P$  и  $Q$ , что повышает нагрузку на подшипники и сокращает срок их службы. Для уменьшения неуравновешенности до допустимых значений применяют балансировку вращающихся деталей и узлов, которая включает определение величины и угла дисбаланса и корректировку массы балансируемого изделия путем ее уменьшения или прибавления в определенных местах. В зависимости от вида неуравновешенности различают статическую или динамическую балансировку.

### **Статическая балансировка**

Статической балансировкой достигается совмещение центра массы (центра тяжести объекта) с осью его вращения. Наличие неуравновешенности (дисбаланса) и место ее расположения определяют с помощью специальных устройств двух типов. На устройствах первого типа она определяется без сообщения вращения детали за счет уравновешивания ее дисбаланса, а на устройствах второго типа (балансировочных станках) — путем измерения центробежной силы, создаваемой неуравновешенной массой, поэтому вращение детали обязательно.

В машиностроении обычно применяются, как более простые, устройства первого типа: с двумя горизонтально установленными параллельными призмами (рис. 2, а) или двумя парами установленных на подшипниках качения дисков (рис. 2, б), а также балансировочные весы (рис. 5). В первых двух случаях (см. рис. 2) балансируемую деталь 1 плотно насаживают на оправку 2 или закрепляют концентрично с ней, обычно с помощью раздвижных конусов. Оправку устанавливают на расположенные горизонтально призмы 3 или диски 4.

Метод выявления неуравновешенности зависит от величины дисбаланса. Если крутящий момент, создаваемый неуравновешенной массой относительно оси оправки, превышает момент сопротивления сил трения качению оправки по призмам (случай с явно выраженной неуравновешенностью), то деталь вместе с оправкой будет перекатываться по призмам, пока центр тяжести детали не займет нижнее положение. Закрепив груз массой  $m$  на диаметрально противоположной стороне детали, можно ее уравновесить. Для этого также в детали сверлят отверстия, которые заполняют более плотным материалом, например, свинцом. Обычно же уравновешивание обеспечивается удалением части металла с утяжелен-

ной стороны детали (сверлением отверстий на определенную глубину, фрезерованием, спиливанием и т.п.).

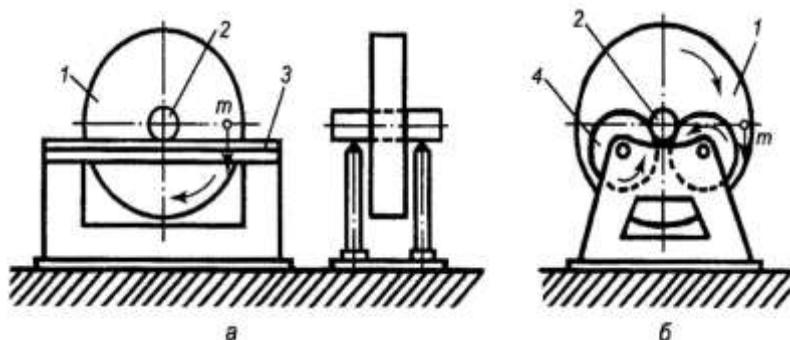


Рис. 2. Схемы устройств для статической балансировки с призмами (а) и дисками (б); 1 — балансируемый объект; 2 — оправка; 3 — призма; 4 — диск

В обоих случаях для выполнения балансировки детали требуется знать удаляемую или добавляемую к ней массу металла. Для этого деталь с оправкой устанавливают на призмах так, чтобы центр их тяжести располагался в плоскости, проходящей через ось оправки. В диаметрально противоположной точке детали прикрепляют такой груз  $Q$ , при котором неуравновешенная масса  $m$  может повернуть диск на небольшой (около  $10^\circ$ ) угол. Затем оправку с деталью поворачивают в том же направлении на  $180^\circ$  так, чтобы центры приложения груза  $Q$  и массы  $m$  находились снова в одной горизонтальной плоскости. Если отпустить диск в этом положении, то он повернется в обратном направлении на угол  $\alpha$ . Возле груза  $Q$  прикрепляют такой добавочный груз  $q$  (магнитный или липкий), который воспрепятствовал бы указанному повороту оправки 2 и мог обеспечить ее поворот на такой же малый угол в противоположном направлении.

Зная массы  $Q$  и  $q$ , определяют искомую массу уравновешивающего груза  $Q_0$ :

$$Q_0 = Q + q/2.$$

Для обеспечения балансировки такую массу металла следует добавить к детали в точке приложения груза  $Q$  или удалить с детали в диаметрально противоположной точке. Если требуется изменить расчетную массу уравновешивающего груза или точку ее приложения, то пользуются соотношением

$$Q_0 = Q_1 R,$$

где  $R$  — радиус положения расчетного уравновешивающего груза  $Q_0$ ;  $Q_1$  — масса постоянного уравновешивающего груза;  $R$  — расстояние от оси оправки до точки его приложения.

Возможен также случай скрытой статической неуравновешенности, когда момент, создаваемый неуравновешенной массой детали, недостаточен для преодоления момента трения качения между оправкой и призмами, и оправка с деталью при установке на призмы или диски остаются неподвижными.

В этом случае для определения неуравновешенности деталь размечают по окружности на 8—12 равных частей, которые отмечают соответствующими точками, как показано на рис. 3. При сложности или невозможности разметки балансируемой детали применяют специальный диск с делениями, который закрепляют неподвижно на конце оправки.

Затем перекатывают оправку с деталью по призмам в направлении, указанном стрелкой, и поочередно совмещают размеченные точки с горизонтальной плоскостью, проходящей через ось вращения оправки. Для каждого из этих положений детали подбирают груз  $q$ , который устанавливают на расстоянии  $r$  от оси оправки. Под действием этого груза оправка с деталью должна поворачиваться примерно на одинаковый угол (около  $10^\circ$ ) в направлении перекатывания по призмам. Положение, для которого величина этого груза минимальна, например 4, определяет плоскость расположения центра неуравновешенной массы  $G$ .

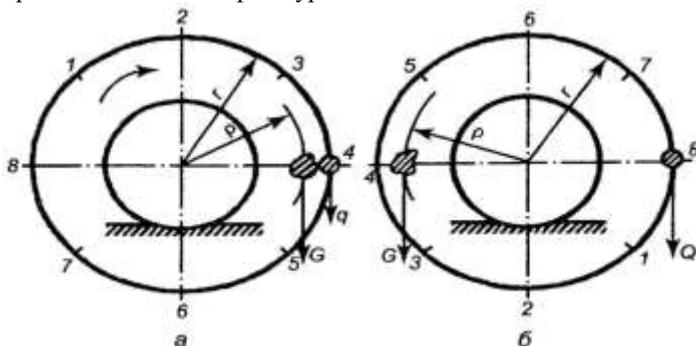


Рис. 3. Схема определения скрытой неуравновешенности на начальном (а) и завершающем (б) этапах

Затем груз  $q$  снимают, и оправку поворачивают на  $180^\circ$  в направлении, указанном на рис. 3 стрелкой. В точке 8 на том же расстоянии от оси вращения оправки закрепляют такой груз  $Q$  (рис. 3, б), который обеспечивает поворот в том же направлении и на такой же угол. Масса  $Q_0$  материала, удаляемого в точке 4 или добавляемого в точке 8 для балансировки детали, определяется из условия ее равновесия:

$$Q_0 = Gr/r = (Q - g)/2.$$

При выборе типа устройства следует учитывать, что его чувствительность тем выше, чем меньше сила трения между оправкой и опорами, поэтому более точными являются устройства с балансирующими дис-

ками (см. рис. 2, б). Преимуществом этих устройств являются также менее жесткие требования к точности их установки по сравнению с призмами и более удобные и безопасные условия труда, так как при расположении оправки между двумя парами дисков исключается возможность ее падения с балансируемой деталью.

Для уменьшения трения в опорах с дисками применяют наложение на них вибраций. Соприкасающиеся поверхности оправки и призм или дисков должны быть точно изготовлены и содержаться в идеальном состоянии. На них не допускаются забоины, следы коррозии и др. дефекты, снижающие чувствительность устройства. Для ее повышения применяют также балансировочные устройства с аэростатическими опорами (рис. 4). В этом случае оправка с изделием находятся во взвешенном состоянии за счет того, что в опору 1 по каналам 2 и 4 подается под определенным давлением сжатый воздух. Высокую производительность и точность определения неуравновешенности некоторых деталей обеспечивают балансировочные весы (рис. 5). Для ряда типов деталей они являются более эффективными по сравнению с призматическими и роликовыми устройствами, так как позволяют непосредственно определять неуравновешенную массу и место ее расположения в детали.

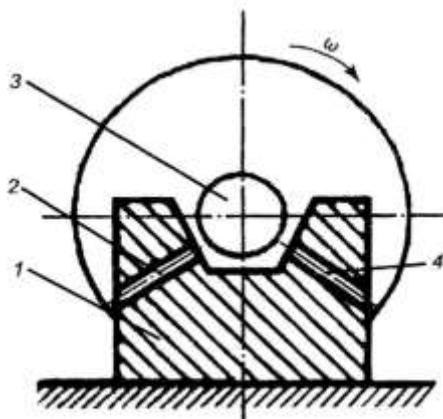


Рис. 4. Схема стенда для статической балансировки на воздушной подушке: 1 — опора стенда; 2, 4 — каналы для подвода сжатого воздуха; 3 — оправка

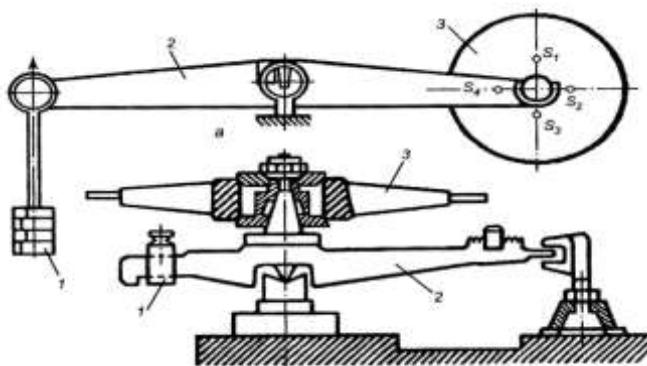


Рис. 5. Схема балансировочных весов для небольших (а) и крупногабаритных (б) деталей: 1 — уравнивающие грузы; 2 — коромысло; 3 — балансируемая деталь

Оправку с закрепленной на ней балансируемой деталью 3 (рис. 5, а) устанавливают на правом конце коромысла 2 весов.

На левом конце коромысла подвешивают уравнивающие грузы 1. Если центр тяжести проверяемой детали смещен относительно оси ее вращения, то при различных положениях детали показания весов будут неодинаковыми. Так, при положении центра тяжести детали в точках  $S_1$  или  $S_3$  (рис. 5, а) весы покажут фактическую массу проверяемой детали. При положении центра тяжести в точке  $S_2$  их показания максимальны, а при положении центра тяжести в точке  $S_4$  — минимальны. Для определения положения центра тяжести детали показания весов фиксируют, периодически поворачивая ее вокруг своей оси на определенный угол, например, равный  $30^\circ$ . Дисбаланс изделий типа дисков большого диаметра удобно определять на специальных весах (рис. 5, б). Они имеют две расположенные во взаимно перпендикулярных направлениях стрелки и приводятся в уравновешенное (горизонтальное) состояние с помощью грузов, расположенных диаметрально противоположно стрелкам.

#### **Динамическая балансировка**

Статическая балансировка недостаточна для устранения дисбаланса у длинных объектов, когда неуравновешенная масса распределена вдоль оси вращения и не может быть приведена к одному центру. Такие тела подвергаются динамической балансировке.

У динамически отбалансированной детали сумма моментов центробежных сил масс, вращающихся относительно оси детали, равна нулю. Поэтому динамической балансировкой достигают совпадения оси вращения детали с главной осью инерции данной системы.

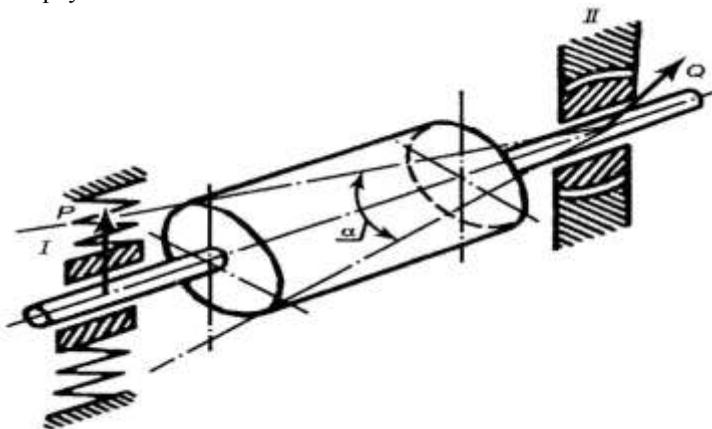
Если динамически неуравновешенное тело установить на податливые опоры, то при его вращении они совершают колебательные движе-

ния, амплитуда которых пропорциональна значению действующих на опоры неуравновешенных центробежных сил  $P$  и  $Q$  (рис. 6). Способы динамической балансировки основаны на измерении колебаний опор.

Динамическую балансировку каждого конца детали обычно выполняют отдельно. Сначала, например, опору I (см. рис. 6) оставляют подвижной, а противоположную опору II закрепляют. Поэтому вращающийся объект в этом случае совершает колебательные движения в пределах угла  $\alpha$  относительно опоры II только под действием силы  $P$ .

Для повышения точности определения дисбаланса детали амплитуду колебаний опор измеряют при частоте ее вращения, совпадающей с частотой собственных колебаний балансировочной системы, т.е. в условиях резонанса. При динамической балансировке определяют массу и положение грузов, которые следует добавить к детали или удалить с нее. С этой целью применяют специальные балансировочные станки различных моделей в зависимости от массы уравниваемых деталей. Балансировка свободного конца детали заключается в определении значения и направления силы  $P$  и устранения ее вредного влияния установкой в определенном месте уравнивающего груза или удалением определенного количества материала. Затем закрепляют опору I, а опору II освобождают и аналогично выполняют балансировку детали со второго конца.

Для упрощения конструкции станка подвижной делают обычно одну опору, а возможность балансировки детали с двух концов обеспечивается ее переустановкой на  $180^\circ$ . Рис.



6. Схема колебаний детали при динамической балансировке.