

Методические указания



Форма
Ф СО ПГУ 7.18.2/05

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Кафедра металлургии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для лабораторных работ

по дисциплине «Монтаж и эксплуатация технологических машин»

для студентов специальности 050724 «Технологические машины и оборудование»

Павлодар

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФММиТ
Токтаганов Т.Т.

«___» _____ 200__ г.

Составитель: ст. преподаватель Богомолов А.В.

Кафедра металлургии

Утверждено на заседании кафедры «___» _____ 200__ г. протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ Суюндиков М.М.

Одобрено учебно-методическим советом факультета металлургии,
машиностроения и транспорта «___» _____ 200__ г. протокол № ___

Председатель УМС _____ Ахметов Ж.Е.

СОГЛАСОВАНО:

Нормоконтролер

кафедры: _____ Кенбеилова С.Ж. «___» _____ 200__ г.

ВВЕДЕНИЕ

В учебном плане специальности 1403 (Машины и оборудование металлургического производства) курс «Монтаж и ремонт металлургического оборудования» занимает довольно значительный объем в связи с тем, что является специализирующим. Содержание курса определяет практическую деятельность инженера-механика на предприятиях цветной металлургии. Овладев современными знаниями по сборке и монтажу, ремонту и восстановлению, эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования и получив определенные навыки, молодой специалист может быстро включиться в производственную деятельность, и руководить производством.

В результате выполнения лабораторных работ должны усвоить правила техники противопожарной безопасности, организацию рабочих мест; дефекацию и сортировку деталей, комплектование и восстановление деталей; сборку и испытание агрегатов после ремонта.

В лабораторном практикуме приведены методика проведения работ, расчетные формулы, таблицы. Структура лабораторных работ – едина. Описание лабораторных работ содержит сведения о наличии оснастки и приборов, применяемых в данной работе, цель и назначение, порядок выполнения. Лабораторная работа завершается составлением отчета по указанной форме. Наряду с выполнением лабораторных работ студент должен быть готов к ответу на контрольные вопросы, приводимые в конце работы. Этим достигается активизация работы студентов в процессе обучения.

Предлагаемый лабораторный практикум состоит из трех глав, охватывающих все разделы теоретического курса, и разбит на две части.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1 Общие указания по проведению лабораторных работ

Количество лабораторных работ определяется учебным планом специальности, где указывается объем лекционного курса, лабораторных и практических занятий. По усмотрению ведущего преподавателя могут быть внесены коррективы, определяющие количество и перечень лабораторных работ. При этом желательно, чтобы каждой лабораторной работе предшествовал соответствующий лекционный материал.

Традиционно каждая академическая группа разбивается на две подгруппы, которые в свою очередь делится на звенья по три-четыре студента. В зависимости от оснащения лаборатории оборудованием звенья могут выполнять однотипные или совершенно разные работы. Независимо от характера и объема лабораторной работы необходимо соблюдать следующие требования:

- ознакомление с инструкцией по технике безопасности при проведении лабораторных работ;
- подготовка рабочего места;
- получение описания лабораторной работы и необходимых принадлежностей.

Выполненные лабораторные работы проверяются и контролируются преподавателем с целью оценки качества полученных результатов и заключений, сделанных студентами.

1.2 Порядок выполнения лабораторных работ и составления отчета

Ознакомившись с теоретическими выкладками определения исследуемого параметра, с приборами и инструментами, после предварительной беседы с преподавателем студенты приступают к работе. По мере возникновения неясностей, неисправностей лабораторного оборудования студенты должны обратиться к преподавателю или учебному мастеру.

По мере выполнения каждой лабораторной работы студенты обязаны составить отчет, проиллюстрированный эскизами, таблицами и графиками. Отчет составляется индивидуально на белых листах формата А4 (можно использовать ученическую тетрадь). Образец титульного листа см. в приложении №1.

Содержание отчета:

- 1.Наименование и цель работы.
- 2.Краткие сведения по изучаемому курсу или разделу.
- 3.Краткое описание проведенной работы (исследования)
- 4.Результаты исследований, опытные зависимости, сравнения экспериментальных и расчетных данных.
- 5.Выводы.

После составления такого отчета студент защищает его и получает допуск к выполнению следующей лабораторной работы.

При выполнении лабораторных работ студенты обязаны номограммами, таблицами, вычислительной техникой и другими средствами, интенсифицирующими ход вычислительных работ.

Учет выполнения лабораторных работ ведется в учебном журнале преподавателя. Зачет по лабораторным работам выставляется после сдачи и защиты всех лабораторных работ.

1.3 Лабораторные установки

Размеры машин и аппаратов металлургического производства и их деталей очень велики, и поэтому не всегда имеются необходимые лабораторные установки. С целью устранения этого недостатка допускается замена этих установок другими применительно к лабораторным условиям. При этом предполагается, что характер разрушения однотипных деталей, методика, дефектации и восстановления считаются идентичными. С другой стороны, очевидно, что в лабораторных условиях нет необходимости представлять весь спектр применяемого оборудования, главное заключается в получении навыков при проведении той или иной работы и закреплении приобретенных знаний. Поэтому некоторые работы выполняются на одной и той же установке, но с разными целями. Прежде всего, ставится задача ознакомить студентов с основными приемами и методами монтажных и ремонтных

работ. Попутно студенты должны повторить конструктивный расчет машин и агрегатов основного металлургического производства, тем самым, закрепляя ранее полученные знания.

Наличие разнообразных контрольно-измерительных приборов и лабораторных работ позволит не только освоить материал, но и заставит студентов анализировать процесс монтажа, восстановления, эксплуатации и технического обслуживания с разных позиций .

2 МОНТАЖ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Сборка машин (лабораторная работа №1)

Цель работы: освоение теоретических и практических основ процесса сборки (получение навыков в составлении технологических карт и схем сборки)

Продолжительность работы – 2 часа.

Необходимое оборудование (инструменты, материалы):

- штихмас (микрометрический нутромер);
- индикатор часового типа ИЧ-1;
- комплект свинцовых проволочек;
- редуктор

2.1.1 Теоретические основы сборки

Процесс сборки - это соединение отдельных деталей в узел (ли узлов в машину) таким образом, чтобы основные поверхностей деталей занимали заданное взаимное расположение.

При сборке размеры деталей образуют сборочную размерную цепь .Для соблюдения технических условий, предъявляемых к узлу, необходимо назначить точность взаимного расположения основных поверхностей отдельных деталей. Номинальные значения размеров, отклонения и допуски составляющих размеров, и замыкающего звена связаны между собой зависимостями

$$N = \sum_{i=1}^m A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n A_i^{yM}$$

$$BON = \sum_{i=1}^m BO A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n HO A_i^{yM}$$

$$HON = \sum_{i=1}^m HO A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n BO A_i^{yM}$$

$$\delta N = \sum \delta A_i$$

где N-номинальное значение замыкающего звена;

A_i^{yB} , A_i^{yM} - соответственно увеличивающие и уменьшающие звенья;

δA_i , δN – допуски составляющих и замыкающих размеров,

BON, HON- верхнее и нижнее отклонение замыкающего звена.

Данные зависимости подробно рассматриваются в курсе «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения».

При использовании для сборки деталей компенсаторов необходимая точность замыкающего звена достигается либо за счет изменения размера одного из звеньев цепи, либо за счет регулировочного перемещения одной из деталей. При этом величина компенсации:

$$\delta_k = \sum \delta A_i - \delta N,$$

$$A_k = \sum_{i=1}^m A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n A_i^{yM} \pm N,$$

$$BOK = \sum_{i=1}^m BO A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n HO A_i^{yM} \pm BON,$$

$$HOK = \sum_{i=1}^m HO A_i^{yB} - \sum_{i=1}^n BO A_i^{yM} \pm HON.$$

Здесь знак (-) перед последним членом ставится в том случае, если компенсатор и замыкающее звено находятся в одной ветви размерной цепи, а (+)- если разных ветвях. сборку машин нужно осуществлять в определенной последовательности, которая определяется прежде всего конструкцией собираемого изделия, а также степенью требуемого разделения сборочных работ.

При составлении технологической схемы сборки изделия разделяют так, чтобы сборочная единица могла собираться самостоятельно.

2.1.2 Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с чертежами и техническими условиями на собираемое изделие.
2. Определить звенья сборочных размерных цепей и для одной из них рассчитать размеры неподвижных компенсаторов. При расчете полагать, что увеличивающие размеры выполнены по H12, уменьшающие - по h12. Номинальные размеры определить с помощью линейки и штангенциркуля. По результатам расчета подобрать необходимые компенсаторы.
3. Составить технологическую схему сборки. Эту схему следует строить так, чтобы соответствующие узлы (группы), подгруппы и детали были представлены в порядке их введения в процесс сборки. Схема должна начинаться с условного изображения базовой детали. Детали, группы и подгруппы изображают на схеме в виде небольших прямоугольников, в которые вписывают индекс, номера и количество соответствующих частей (рисунок 1).
4. Подготовить детали для сборки. Произвести, если необходимо, пригоночные работы, очистить от грязи, ржавчины, промыть в керосине.

5. Собрать редуктор в соответствии с технологической схемой (кроме крышки редуктора).
6. Измерить действительное межцентровое расстояние с помощью штихмаса и сравнить с расчетным значением. Определить параллельность валов.
7. Измерить с помощью индикатора величину осевого перемещения валов, радиальное и торцевое биение зубчатых колес.
8. Определить с помощью свинцовых проволочек величину радиального и бокового зазоров в зацеплении.
9. Нанести на поверхность зубьев колеса тонкий слой краски (ультрамарин), повернуть передачу вручную, определить площадь пятна контакта и сравнить с допустимыми нормами.
10. При выполнении всех требований произвести окончательную сборку редуктора.
11. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Перечень необходимого оборудования, инструментов, материалов.
3. Эскиз собираемого редуктора.
4. Схема размерной цепи с указанием номинальных размеров и отклонений, составляющих, замыкающих размеров, деталей компенсатора.
5. Технологическая схема комплектования изделий при сборке.
6. Методы и результаты измерений межцентрового расстояния, величины радиальных и боковых зазоров, пятна контакта и другие параметры.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое сборка?
2. Способы достижения необходимой точности замыкающего звена при сборке.
3. Как определяются номинальные размеры и предельные отклонения деталей компенсаторов.
4. Каков порядок составления технологической схемы комплектования изделий?

5. Какие вы знаете способы определения радиальных и боковых зазоров в зубчатом зацеплении?

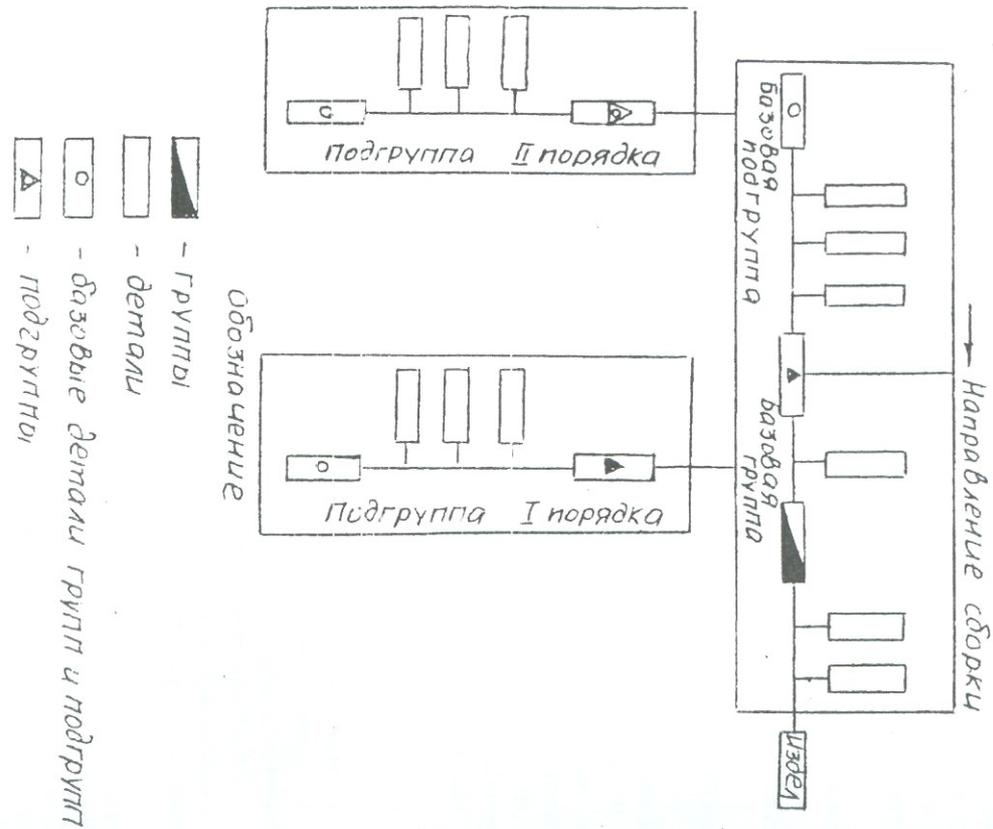


Рисунок 1 – Общая схема комплектования изделий при сборке

2.2 Контроль качества сборки зубчатых передач (Лабораторная работа №2)

Цель работы: приобретения практических навыков контроля качества сборки зубчатых передач, закрепления сообщаемых в лекционном курсе сведений об определении вида погрешности зацепления, практическое применение методов контроля правильности относительного расположения валов.

Продолжительность работы – 2 часа.

Необходимое оборудования (инструменты, материалы):

1. Редуктор типа Ц2-350 (РМ – 350)
2. Штихмас
3. Мерные скалки
4. Индикатор часового типа со штативом (ГОСТ 577-68), цена деления 0,01 мм-

4шт.

5. поводок

6. Щупы (ГОСТ 882-75) L=100мм, набор №2- 3шт,

7. Свинцовая проволока $d=1...3$ мм
8. Микрометр (ГОСТ 6507-78)
9. Краска (ультрамарин) (ГОСТ 6-10-404-77)
10. Растворитель (ГОСТ 7931-76 Олива натуральная)
11. Ветошь
12. Зубомер (ГОСТ 4446-811)
13. Профиломер (ГОСТ 19300-73)

2.2.1 Теоретические основы сборки зубчатых передач

К монтажу цилиндрических зубчатых передач предъявляются следующие требования /1/:

- а) обеспечения заданного межосевого расстояния, параллельности осей вала и перекоса
- б) обеспечения радиального биения зубчатых венцов в установленных пределах;
- в) обеспечения допустимых зазоров в зацеплениях – радиального и бокового в соответствии с принятой плотностью зацепления;
- г) обеспечения ненадлежащего контактного.

При отклонении межосевых расстояний от расчетных зацепление будет неправильным: глубоким – в случае уменьшения этих расстояний и мелким – в случае их увеличения.

Глубокое зацепление приводит к недопустимому уменьшению радиальных зазоров, выжиманию смазки, увеличению трения в зацеплении, прогибу валов и тугому ходу передачи. При мелком зацеплении увеличиваются радиальные зазоры, возникают удары и быстро изнашиваются вершины (головки) зубьев. Межосевые расстояния и параллельность осей валов проверяют штихмасами или мерными скалками. При сборке передач предельное отклонение межосевого расстояния должно укладываться в пределы, установленные ГОСТ – 1643-81 (таблица П.2)

Радиальные биения происходят вследствие искривления валов или в результате неправильной расточки посадочного отверстия по отношению к окружности выступов.

При слишком радиальных зазорах появляются усилия, раздвигающие шестерни, что может привести к быстрому износу зубьев или изгибу валов. Внешним признаком малого радиального зазора являются гудение и скрип при работе зубчатой передачи.

Замер радиального биения производят индикатором, установленным на какой – либо опоре. Нормы на радиальные биения зубчатого винта F_r приведены в таблице П.3.

Зазоры между зубьями колес необходимы во избежание заклинивания зубьев, при компенсации неточности межосевых расстояний и размеров зубьев, для компенсации тепловых деформаций, а также для сохранения в зубчатом зацеплении слоя смазки.

Расстояние между окружностью выступов одного колеса и окружностью впадин другого называют радиальным зазором J_r . Он зависит от межосевого расстояния передачи.

Наименьшее расстояние по нормам между соседним нерабочими

поверхностями зубьев называют боковым зазором J_n (рисунок 2). Он зависит от толщины зубьев.

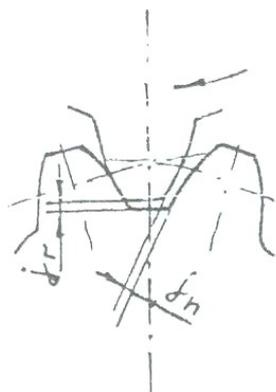


Рисунок 2 – Схема образования радиального и бокового зазора в зубчатом зацеплении

В соответствии с исходным контуром зубчатой рейки боковой зазор между зубьями колес теоретически равен нулю. Практически при изготовлении зубчатых колес предусматривается определенный минимальный размер бокового зазора, который оказывает большое влияние на плавность работы зубчатой передачи и на силу ударов.

Радиальный и боковой зазоры проверяют щупом, а более точно индикатором (рисунок 3) или свинцовой проволокой, прокатываемой между зубьями парных колес.

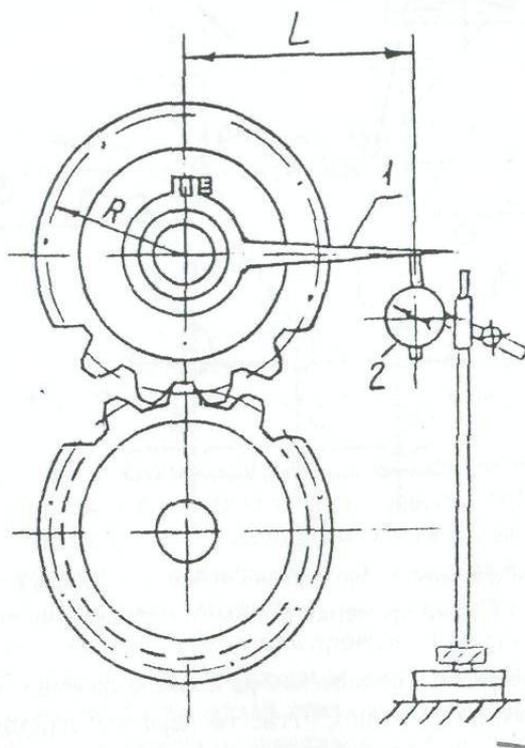


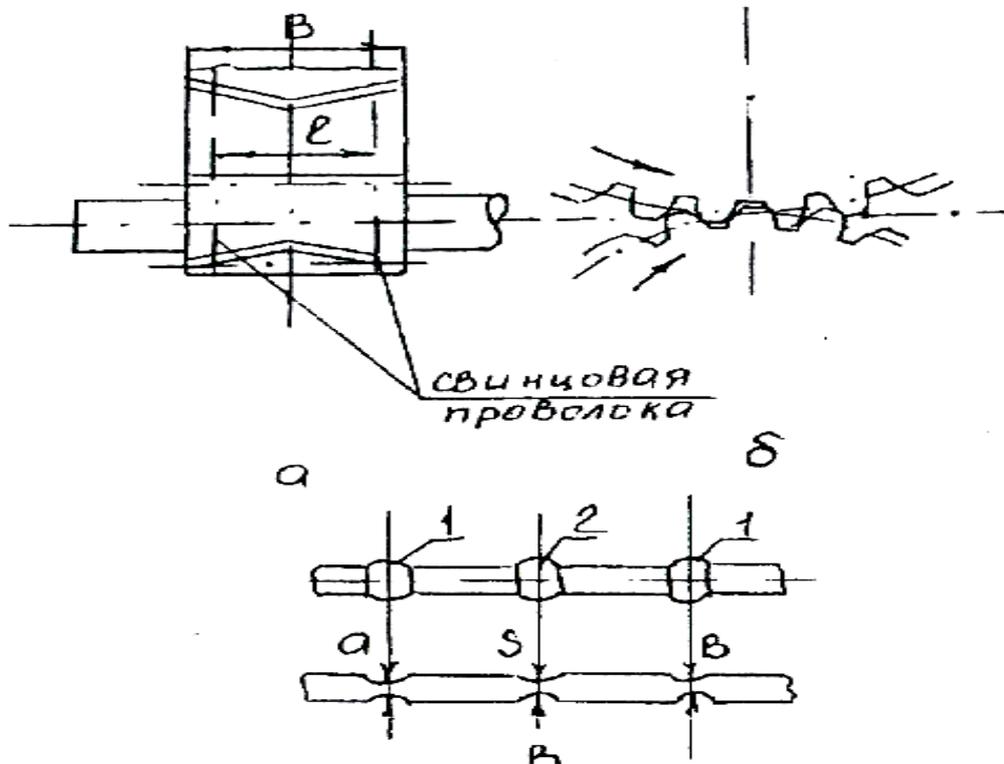
Рисунок 3 – Схема измерения бокового зазора с помощью индикатора

Для измерения бокового зазора свинцовой проволокой на зубья шестерни накладывают два равных по длине отрезка проволоки диаметром 1-3 мм и измеряют расстояние l между проволоками, как показано на рисунке 4. Затем, поворачивая от руки колесо, пропускают проволоку через зацепление, при этом проволока сплющивается. Полученные оттиски бокового 1 и радиального 2 зазоров будут

представлять полоски с переменной толщиной. Меньшая толщина а соответствуют зазору с рабочей стороны зуба, а большая B – с нерабочей.

Сумма толщин обоих оттисков равна боковому зазору зацепления J_n :

$$J_n = a + B$$



а, б – схема наложения проволоки на зубья; в – форма оттисков
Рисунок 4 – Схема проверки бокового и радиального зазоров

Норма гарантированного бокового зазора приведены в табл. П.2.

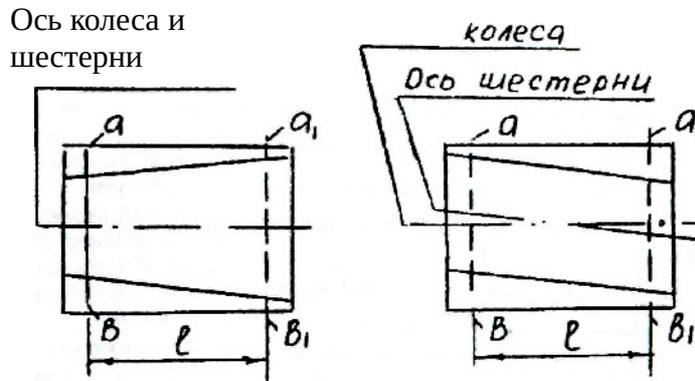
Если толщины соответствующих оттисков неравны, например $a > a_1$, $B > B_1$, как представлено на рисунке 5, то оси валов непараллельные на величину ΔX , равную

$$\Delta X = \frac{((a + B) - (a_1 + B_1))}{2 \sin \alpha}$$

где α - угол зацепления (обычно 20°)

Относительную величину отклонения от параллельности определяют делением ΔX на l

При $a > a_1$, $B > B_1$ оси валов скрещиваются. Тогда $a + B = a_1 + B_1$.
 Относительную величину скрещивания определяют делением разности $a - a_1$ или $B - B_1$ на l



a – непараллельные; b – пересекаются
 Рисунок 5 – Схема соотношения боковых зазоров

Средний оттиск S на свинцовой проволоке дает полную величину радиального зазора. Если размер радиального зазора равен $j_n - 0,2m$, то его колебание должно соответствовать нормам отклонения межосевого расстояния.

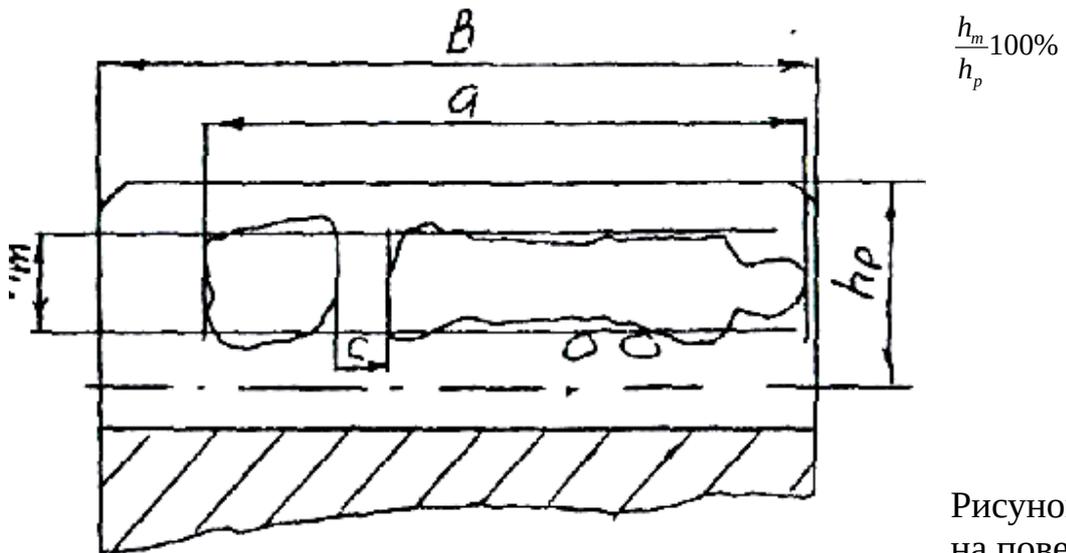
Допуски на параллельность и перекос осей колес приведены в таблице П.4. Перечисленные операции называют центровкой зубчатых колес.

После центровки контакт зацепления проверяют на краску; для этого зубья ведущего колеса покрывают тонким слоем краски /ультрамарин/ и проворачивают передачу от руки, чтобы зубьях появились следы от краски. Площадь контакта должна быть расположена в середине рабочей поверхности зуба, как представлена на рисунке 6.

Определяются относительные размеры пятна контакта в процентах: по длине зуба – отношения расстояния a между крайними точками следов прилегания за вычетом разрывов C , превосходящих величину модуля m в мм, к длине зуба B :

$$\frac{a - c}{B} 100\%$$

По высоте зуба – отношение средней (по высоте зуба) высоты следов прилегания h_m к высоте зуба, соответствующей активной боковой поверхности –



контакта
зуба

Рисунок 6 – Пятно
на поверхности

Нормы пятна контакта зубьев в передаче приведены в таблице П.5. Степень точности передачи определяется при сопоставлении результатов замеров основных параметров зубчатого зацепления с требованиями ГОСТ 1643-81 и завершается условным ее обозначением (таблица П.2).

2.2.2 Порядок выполнения работы

1. Определение основных параметров зубчатого зацепления путем обмера зубчатых колес и расчета по формуле в таблице П.6. Данные занести в таблицу 1,2
2. Проверка межосевого расстояния.
3. Проверка параллельности осей валов.
4. Определение радиального биения зубчатых венцов и шестерни колеса.
5. Определение радиального j_r и бокового j_n зазоров.
6. Проверка зацепления по пятну контакта. Расчетные величины определяются по формулам, приведенным в таблице П.6.
7. Анализ результатов и выводы по работе.

Таблица 1

Расчетные и измеряемые величины, мм

№	Определяются	Обозначение	Величина
1.	Модуль		
2.	Шаг зубьев		
3.	Число зубьев		
4.	Полная высота зуба		
5.	Высота головки зуба		
6.	Высота ножки зуба		
7.	Диаметр начальной окружности		

8.	Толщина зуба по начальной окружности		
9.	Ширина впадины по начальной окружности		
10.	Диаметр наружный		
11.	Расстояние между осями колес		
12.	Длина зуба		
13.	Относительные по длине зуба размеры пятна По высоте зуба контакта		

Таблица 2

Данные замеров, необходимые для определения степени точности передачи

№	Определяется	Величина			Какой степени точности соответствует
		А	Б	В	
1	2	3	4	5	6
1.	Межосевое расстояние				
2.	Непараллельность				
3.	Перекося				
4.	Радиальное биение зубчатого венца -шестерни -колеса				
5.	Радиальный зазор				
6.	Боковой зазор				
7.	Относительные размеры пятна контакта по длине и высоте зуба				

8.	Условное обозначение степени точности передач				
----	---	--	--	--	--

Примечание. А, Б, В – различные способы замеров.
Анализ результатов по работе.

2.3 Методы контроля качества сборки червячных передач (Лабораторная работа №3)

Целью работы является приобретение практических навыков контроля качества сборки червячных передач, закрепление сообщаемых в лекционном курсе сведений об определении вида погрешности зацепления, практическое применение методов контроля правильности относительного расположения валов.

Продолжительность работы – 2 часа

Необходимое оборудование (инструменты, материалы):

1. Редуктор типа Р4-80
2. Микрометрический нутромер (штихмас) – 1 шт.
3. Индикатор часового типа со штативом (ГОСТ 577-68), цена деления 0,01 мм – 2 шт.
4. Рычаг (поводок) – 2 шт.
5. Специальные оправки – 2 шт.
6. Краска (ультрамарин) (ГОСТ 6-10-404-77)
7. Растворитель (ГОСТ 7931-76. Олифа натуральная).
8. Ветошь.
9. Свинцовая проволока $d=1..3$ мм.
10. Микрометр (ГОСТ 6507-78).
11. Щупы (ГОСТ 882-75) $L=100$ мм, набор №2 – 1шт.

2.3.1 Теоретические основы сборки червячных передач

Червячная передача состоит из винта, называемым червяком, и червячного колеса, представляющего из себя разновидность цилиндрического косозубого колеса. По сравнению с цилиндрическими передачами с винтовым зубом, которые также обеспечивают передачу вращательного движения между валами с пересекающимися осями, червячные передачи имеют ряд преимуществ:

- начальный контакт зубьев происходит не по точке, а по линии;

- угол пересечения осей может быть каким угодно, но в большинстве случаев он составляет 90° ;

- обод червячного колеса в отличие от обода обычного косозубого колеса имеет вогнутую форму, что способствует увеличению длины, линии контакта зубьев;

- Червячные передачи работают плавно и бесшумно.

Существенным недостатком червячных передач является низкий к.п.д..

Резьба червяка может быть одно- или многозаходной, правой или левой.

Угол подъема винтовой линии червяка соответствует углу подъема зубьев колеса. В большинстве случаев применяют передачи, имеющие правое направление подъема винтовой линии и число заходов от одного до четырех. Червяк для червячных передач изготавливают из углеродистых или легированных сталей с последующей термической обработкой до HRC 58...63. Наиболее распространены червяки, изготовленные из легированных сталей 15X, 20X, 12ХН2, 12ХГТ, 20ХФ и углеродистых сталей марок 40 и 45, которые закалывают до твердости HRC 45...55. В большинстве случаев червяк выполняют заодно целое с валом.

Выбор материала для изготовления червячного колеса зависит от скорости скольжения зубьев червяка. Так как условия смазывания червячной передачи весьма неблагоприятны, и она имеет склонность к заеданию, венец червячного колеса изготавливают из бронзы, а в некоторых случаях (но значительно реже) – из антифрикционного чугуна или пластических масс: в связи с высокой стоимостью бронзы центральную часть колеса обычно выполняют чугунной либо стальной. Для изготовления зубчатого венца применяют бронзы, обладающие высокими антифрикционными свойствами.

При серийном изготовлении зубчатые колеса делают биметаллическими, т.е. зубчатый венец отливают методом центробежного литья в специальных формах, внутрь которого помещают чугунную ступицу.

При небольших диаметрах червячных колес зубчатые венцы крепят к ступице винтами. Если для изготовления обода колеса используют пластические массы, его соединяют со ступицей болтами, располагая венец между металлическими дисками .

К червячным передачам предъявляют следующие технические требования:

- необходимо, чтобы профиль или шаг зубьев червячного колеса и червяка совпали;
- длина контакта зуба червяка и червячного колеса должна составлять не менее $2/3$ длины зуба колеса;
- радиальное и торцевое биение червячного колеса должны соответствовать расчетным величинам и невыходить за пределы допусков, установленных для передачи данной точности;
- межцентровые расстояния должны соответствовать расчетным величинам и невыходить за пределы допусков, установленных для передачи данной точности;
- оси валов должны совпадать с осями отверстий в корпусе и располагаться по отношению друг к другу под углом 90° ;
- мертвый ход червяка , т.е. укол поворота последнего при неподвижном червячном колесе, должен соответствовать точности передачи;
- при проверке передача должна работать плавно и бесшумно;

- во время испытания передачи под нагрузкой температура нагрева подшипников не должна превышать 50... 60° С

Сборка червячных передач в большинстве случаев начинается с установки (запрессовки) зубчатого венца на ступицу в холодном или горячем состоянии. Затем сверлят отверстия и нарезают в них резьбу под болты или стопоры, которые после навинчивания в отверстия раскернивают с целью предотвращения их самоотвинчивания. Крепление зубчатых венцов на ступицу с помощью болтов осуществляют так же, как и крепления болтами зубчатых венцов цилиндрических зубчатых колес. После установки стопоров червячное колесо проверяют на радиальное биение. Установка червячного колеса на вал и его проверка производятся так же, и как при монтаже на вал цилиндрических зубчатых колес.

После сборки червячной передачи особенно важно обеспечить правильное зацепление червяка и червячного колеса. Для этого необходимо, чтобы угол скрещивания их осей и межцентровое расстояние соответствовали требованиям чертежа. Средняя плоскость червячного колеса должна совпадать с осью червяка, а боковой зазор в зацеплении – соответствовать техническим требованиям. Поэтому, прежде чем приступить к установке червяка и червячного колеса в корпус, необходимо проверить межосевое расстояние отверстий под их установку и взаимное расположение осей этих отверстий.

Межосевое расстояние проверяют с помощью специальных, устанавливаемых в корпус оправок 1 и 2 (рисунок 7). Микрометрическим нутромером 3 измеряют расстояние между оправками $A = A(D+d)/2$.

Проверку угла скрещивания осей осуществляют следующим образом (рисунок 7). Вместо вала червячного колеса и червяка в корпус устанавливают оправки 1 и 2, на одну из которых надевают рычаг 4 с индикатором 5. Рычаг устанавливают так, чтобы ножка индикатора могла касаться точек m и n на поверхности оправки 1, выступающей из корпуса с противоположных сторон. Если показания индикатора в этих точках одинаковы, это свидетельствует о том, что валы скрещиваются под углом 90°

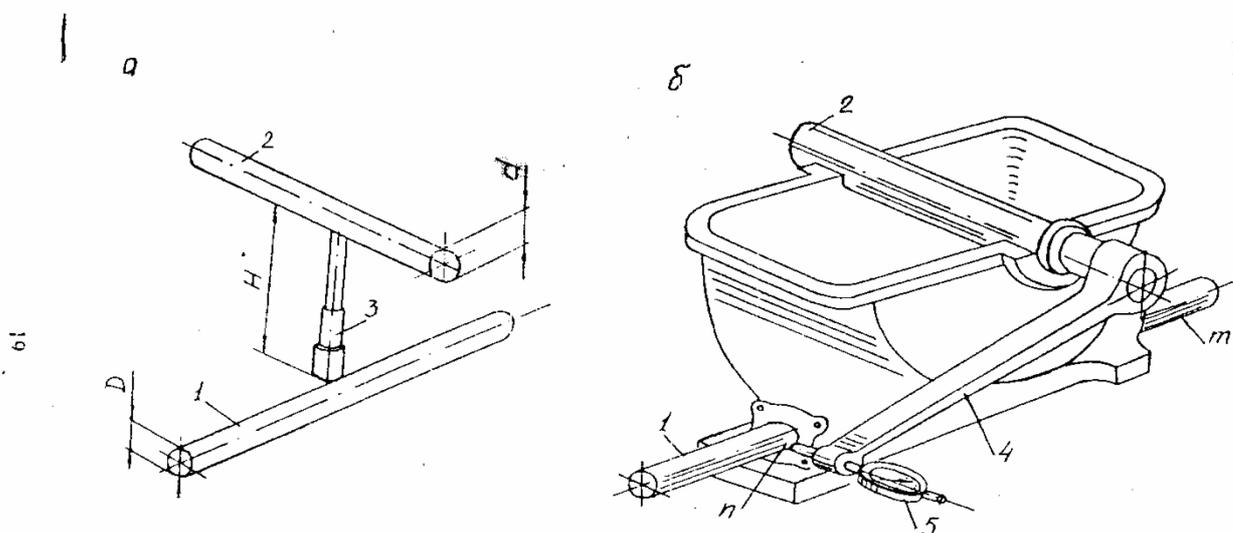
При установке червячного колеса на вал призматической шпонке, ступицу колеса зажимают распорными втулками или крепят с обеих сторон гайками. В первом случае регулирование осевого положения осуществляют с помощью компенсаторных колец различной толщины, а во втором – смещением гаек в осевом направлении.

Для того чтобы собранную передачу проверить на совмещении средней плоскости червячного колеса с осью червяка, наносят краску и после его поворота по отпечаткам на зубьях червячного колеса судят о взаимном расположении червяка и колеса. При правильной собранной передаче краска должна покрыть не менее 50... 60% поверхности каждого зуба (рисунок 8.а.). Если средняя плоскость колеса смещена относительно оси червяка, пятно контакта расположится так, как показано на рисунке 8.б.

Боковой зазор в зацеплении червяка и червячного колеса (рисунок 9.б) определяют, поворачивая червяк при неподвижном колесе (рисунок 9.б). На выступающих концах вала червяка и червячного колеса крепят рычаги 1 и 2, которые касаются индикаторов 3 и 4. Отмечая положения стрелки индикатора 4, поворачивают вал червяка до тех пор, пока не начнет вращаться вал колеса; начало его вращения

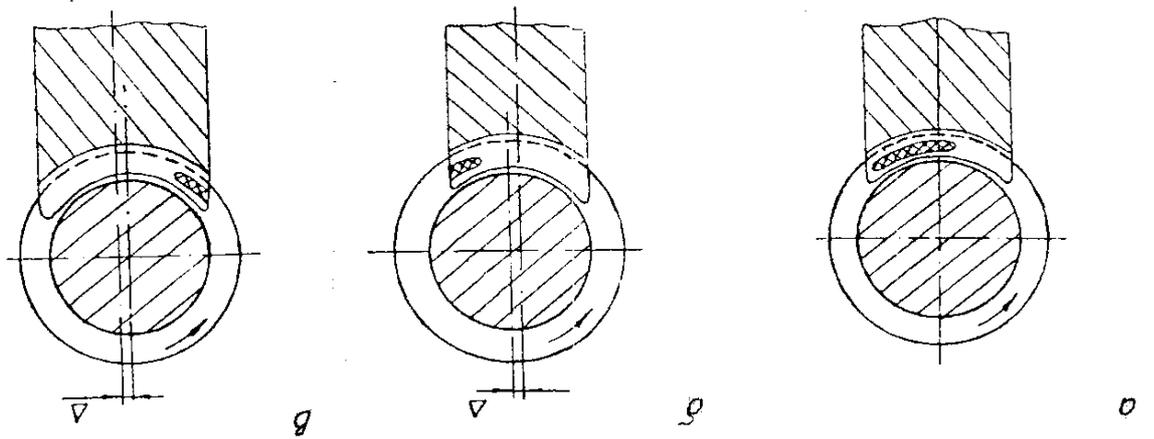
устанавливают по отклонению стрелки индикатора 3. По показаниям индикатора 4 (угловых секундах) определяют угол поворота червяка.

Боковой зазор вычисляют по формуле $C_n = \varphi \frac{L}{3600}$, где φ - значение угла поворота червяка по показанию индикатора L - расстояние от оси червяка до ножки индикатора.



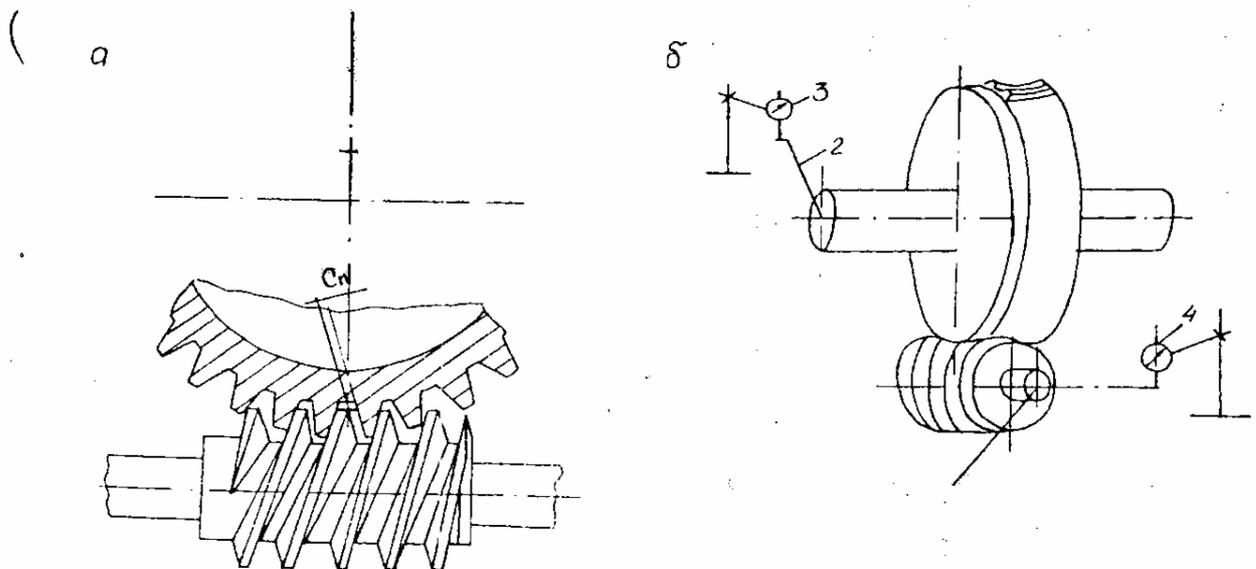
а – межосевое расстояние, б – угол скрещивания осей, 1,2 – специальные оправки; 3 – микрометрический нутромер, 4 – рычаг, 5 – индикатор

Рисунок 7 – Контроль расположения осей отверстий в корпусе червячного редуктора выполнений на проверок



а – при правильном зацеплении; б – при совмещении оси передачи вправо; в – при совмещении оси передачи влево

Рисунок 8 – Расположение пятен контакта при контроле на краску червячной передачи



1,2 – рычаги; 3,4 - индикаторы

Рисунок 9 – Боковой зазор червячной передаче (а) и схема его контроля (б)

2.3.2 Последовательность проведения лабораторной работы

Определение основных параметров элементов червячной пары (червяка, червячного колеса) путем обмера.

1. Проверка межосевого расстояния.
2. Проверка длины контакта зуба червяка и червячного колеса.

3. Проверка совпадения осей валов и отверстий в корпусе.
 4. Проверка перпендикулярности осей червяка и червячного колеса.
 5. Проверка радиального и торцевого биения червячного колеса.
 6. Определения мертвого хода червяка.
 7. Проверка зацепления по пятну контакта
- Расчетные величины определяются по формулам, приведенным в таблице.
8. Анализ результатов и выводы по работе.

Таблица 3

Расчетные и измеряемые величины

№№	Параметр	Обозначение	Величина
1.	Модуль	M	
2.	Число заходов червяка и червячного колеса	z_1 z_2	
3.	Коэффициент диаметра червяка		
4.	Высота зуба	h	
	Высота ножки	h_{a1}	
	Высота головки	h_{f1}	
5.	Шаг	p	
6.	Делительный диаметр - червяка - червячного колеса	d_1 d_2	
7.	Диаметр впадины - червяка - червячного колеса	d_{f1} d_{f2}	
8.	Диаметр вершин зубьев - червяка - червячного колеса	d_{a1} d_{a2}	
9.	Межосевое расстояние	a	
10.	Длина контакта зуба колеса		
11.	Передаточное число передачи	u	

Таблица 4

Данные замеров, необходимые для определения степени точности передачи

№№	Параметр	Величина			Какой степени точности соответствует
		1	2	3	
1	2	3	4	5	6
1.	Межосевое расстояние				
2.	Неперпендикулярность				
3.	Непараллельность				
4.	Радиальное биение червячного колеса				
5.	Торцевое биение червячного колеса				
6.	Мертвый ход червяка				
7.	Боковой зазор Площадь пятна контакта				
8.	Условные обозначения степени точности в соответствии с ГОСТ 3675-81				

Примечание: 1,2,3 – различные способы замеров
Анализ результатов и выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какой порядок сборки червячных передач?
2. Чему равен угол подъема винтовой линии червяка?
3. Из каких материалов изготавливается червяк?
4. В чем заключаются особенности конструкции червячного колеса?
5. Основные требования, предъявляемые к червячным передачам?
6. Методика проверки основных параметров червячных передач.

2.4 Регулировка подшипниковых узлов и сборка редуктора (Лабораторная работа №4)

Цель работы: Освоение методики регулировки подшипниковых узлов и сборка редуктора.

Продолжительность работы – 2 часа.

Необходимое оборудование (инструменты, материалы):

1. Щуп №3
2. Индикатор с ценой деления 0,01 мм;
3. Ключи гаечные рожковые;
4. Набор металлических прокладок от 0,05 до 0,5 мм;
5. Осветительный керосин (5л);

6. Салфетки обтирочные (10 шт.).

2.4.1 Порядок выполнения работы

1. Установить торцевые крышки подшипников валов №1 и №2 без прокладок. Затянуть болты торцевых крышек до отсутствия игры валов в подшипниках. Замерить щупом зазор между торцевой крышкой и торцевой плоскостью корпуса для каждого подшипника (рисунок 10). Данные занести в таблицу 5.

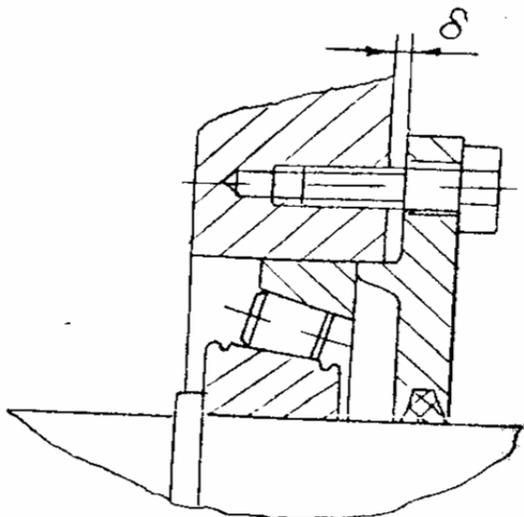


Рисунок 10 – Определения толщины пакета прокладок для регулировки осевой игры подшипника

2. Определить осевую игру каждого подшипника. Подобрать набор прокладок, равный сумме осевой игры и замеренного зазора.
3. Установить набор прокладок и затянуть болты торцевых крышек. Проверить осевую игру с помощью индикатора.
4. Проверить возможность осевого перемещения плавающего подшипника в пределах игры зафиксированного подшипника.
5. Проверить прилегания зубьев по краске.
6. Снять торцевые крышки, валы с подшипниками, промыть и протереть насухо внутреннюю поверхность корпуса и крышки.
7. Собрать редуктор, проверить на легкость вращения.

Таблица 5

Регулировка осевой игры подшипников вала №1 и №2.

Параметр	Ед. изм.	Вал №1		Вал №2	
		Левый	Правый	Левый	Правый
1	2	3	4	5	6
Тип подшипника					
Проектная осевая игра	мм				

Фактический зазор между торцевой крышкой и корпусом при затянутых подшипниках	мм				
Необходимая толщина пакетов прокладок	мм				
Фактическая осевая игра вала по индикатору	мм				

8. Составить отчет о выполненной работе. Отчет должен содержать заключение о состоянии подшипников по внешнему осмотру, описание метода регулировки подшипников и результаты регулировки (фактическая осевая игра каждого вала) /2/

Контрольные вопросы

1. Методика замера осевой игры.
2. Пятно касания: номинальные размеры, зависимость от других параметров редуктора.
3. Методика регулирования подшипниковых узлов.
4. Последовательность сборки редуктора.

2.5 МОНТАЖ РЕДУКТОРА (Лабораторная работа №5)

Цель работы: Ознакомление с основными операциями монтажа: установкой, выверкой и креплением базовой детали-корпуса на фундамент, монтажом и центровкой зубчатых передач, окончательной сборкой редуктора.

Продолжительность работы – 4 часа.

Необходимое оборудование (инструменты, материалы):

1. Двухступенчатый цилиндрический, коническо-цилиндрический или червячный редуктор.
2. Схема монтажа корпуса редуктора на фундамент (раму привода) с указанием основных рабочих осей и основного высотного репера.
3. Отвесы – 8шт.
4. Струны.
5. Кронштейны – 2шт.
6. Поверочная линейка.
7. Рейсмус.
8. Щупы – 1..5 мм.
9. Уровень рамный.
10. Набор регулировочных прокладок толщиной от 0,5 до 5 мм.
11. Жесткий штатив (кронштейн).
12. Рычажный индикатор часового типа.
13. Свинцовая проволока.
14. Микрометр.

15. Штихмас.
16. Мерные скалки.
17. Краска ультрамарин.
18. Набор гаечных ключей.

2.5.1 Теоретические основы монтажа редуктора

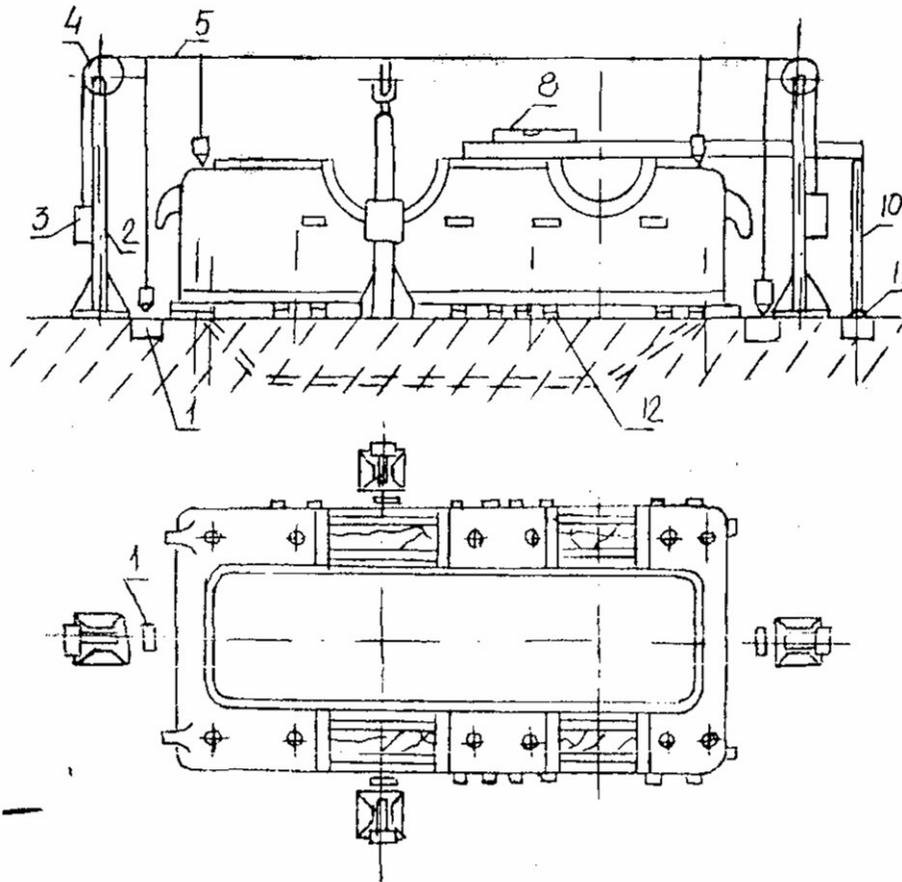
Зубчатые передачи в металлургическом оборудовании представлены в виде редукторов и шестеренных клетей. Всякая передача зацепления, заключенная в корпусе, предназначенная для передачи от одного вала на другой крутящего момента, меняющегося по величине и направлению, носит название редуктора. Шестеренная клеть – разновидность редуктора. В большинстве случаев редуктора и шестеренные клетки являются промежуточными звеньями между приводным двигателем и рабочим механизмом машин.

По сравнению с открытыми зубчатыми передачами редукторы обладают рядом преимуществ: более благоприятными условиями работы, изоляцией от внешней среды, повышенным классом точности зацепления, высоким к.п.д., бесшумностью в работе, автоматической смазкой элементов зацепления, возможностью унификации и изготовления на машиностроительных заводах, удобством в процессе эксплуатации с точки зрения безопасности и взаимозаменяемости узлов. Перечисленные преимущества обусловили широкое применение редукторов и шестеренных клетей в металлургическом машиностроении.

Монтаж редукторов (особенно большой мощностью), поступающих, как правило, с завода изготовителя в разобранном на узлы виде, сложен и трудоемок и включает в себя ряд операций, проводимых в определенной последовательности.

Монтаж редуктора и шестеренных клетей большой мощности начинают с установки базовой детали – корпуса редуктора. Корпус редуктора устанавливают в проектное положение, выверяя по трем координатам: двум взаимно перпендикулярным осям в плане и по высоте. Причем фиксируют две основные оси, продольную ось всего редуктора и поперечную ось ведущей машины.

базовой
 планам
 виде
 вдоль
 (рисунок
 базовой
 высоте
 реперам
 линейки,



Положение
 детали в плане
 проверяют по
 и осям
 ориентирам в
 струн,
 натянутых
 рабочих осей
 фундамента
 11) Выверка
 детали по
 ведется по
 и контрольной
 с уровнем с
 помощью
 штихмасов.

Рисунок 11

– Схема расположения струн-осей при выверки корпуса редуктора на фундаменте

Регулировка корпуса редуктора в вертикальной плоскости (горизонтальность) осуществляется с помощью металлических прокладок, расположенных между опорной плоскостью корпуса и поверхностью фундамента. Количество пакетов подкладок под корпус определяется по формуле

$$m = \frac{P + 0.75n\sigma d^2}{kFR} = \frac{P + (7.5...9)nd^2}{(0.5...1)F},$$

где P – вес редуктора кН; n – количество анкерных болтов;

σ – допускаемое напряжение от затяжки в теле болта (для болта из стали 3 $[\sigma] = 100...120$ МПа)

d – диаметр анкерного болта, см;

k – коэффициент, учитывающий неравномерность прилегания подкладок к фундаменту, $K=0,5$;

F – площадь одной стопы подкладок, $см^2$;

R –допускаемое удельное давление на бетон от подкладок, для бетона марки 200 – $R=2 \text{ кН/см}^2$.

После выверки координат в плане корпус редуктора выверяют по высоте штихмасом, составляя припуск 1-2 мм на усадку пакетов, затягивают болты. Качество затяжки определяют при помощи щупа толщиной 0,05 мм, который не должен проходить более 5 мм в стыке между гайкой , шайбой и базовой деталью. После выверки корпус предъявляют на подливку, затем устанавливают предварительно осмотренные валы, измеряют межцентровое расстояние, проверяют параллельность осей валов, определяют величины радиального биения и боковых зазоров, а также пятно контакта.

Межцентровое расстояние и параллельность валов проверяют с помощью штихмасом, двух рейсмусов и струны или мерными скалками в червячных редукторах. При отклонении межцентровых расстояний от расчетных зацепление будет неправильным: глубоким – в случае уменьшения этих расстояний и мелким – при увеличении. И глубокое и мелкое зацепление приводит к быстрому износу передачи. Допуски и межцентровое расстояние в зависимости от класса точности передачи принимают для червячных передач по ГОСТ3675-56. Допускаемые отклонения межцентрового расстояния для цилиндрических шестерен приведены в таблице 6.

Таблица 6

Межцентровое расстояние, мм	До 50	50-80	80-120	120-200	200-320	320-500	500-800	800-1250	1250-2000
Отклонения мм	+ - 60	+ - 80	+ - 90	+ - 105	+ - 120	+ - 160	+ - 180	+ - 200	+ - 250

Величину радиального биения определяют с помощью ролика, закладываемого между зубьями в двух или четырех положениях колеса. Причиной возникновения радиального биения являются искривления валов, овальность, а торцевые биения вызываются неправильной посадкой колес на валы редуктора ил перекосом валов. Отклонения измеряют Индикатором, установленным на кронштейне (опоре). Величину торцевого биения фиксируют индикатором.

Радиальный и боковой зазор проверяют щупом, а более точно – индикатором или свинцовой проволокой. Зазоры между зубьями колес необходимы во избежания заклинивания зубьев, для компенсации неточности межцентрового расстояния и размеров зубьев, и для компенсации термических деформаций. Суть проверки заключается в том, что отрезки свинцовой проволоки диаметром 1-3 мм вводят между зубьями. Проворачивая колесо рукой, сплющивают проволоку. Полученные оттиски бокового 1 и радиального 2 зазоров будут представлять собой полосы с переменной толщиной (рисунок 12)

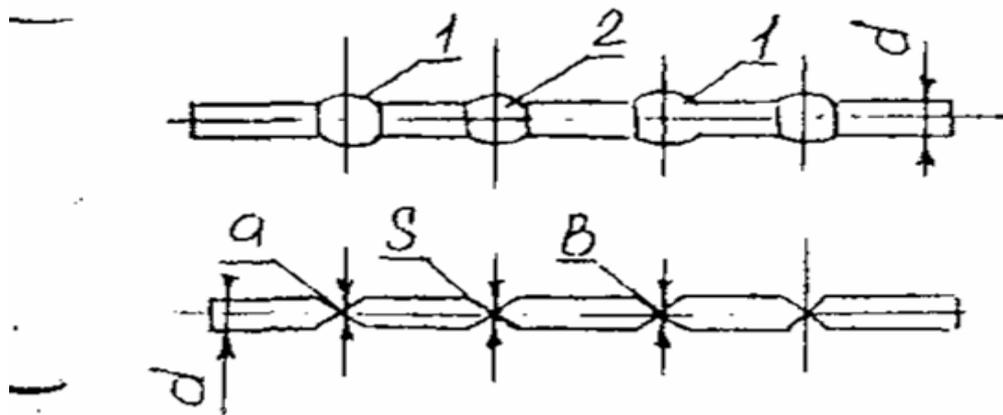


Рисунок 12 – Форма оттисков при проверке бокового и радиального зазоров

Сумма толщин является величиной бокового зазора, толщина среднего оттиска, находящегося между оттисками и величиной радиального зазора для цилиндрических передач (ГОСТ 16456), приведены в таблице 7. Допуски для боковых зазоров конических передач регламентируются ГОСТ 1758-75, червячных – ГОСТ 3675-56.

Таблица 7

Межцентровое расстояние, мм	ДО	50	80	120	200	320	500	800	1250	200	3150
	50	60	120	200	320	500	800	1250	2000	3150	5000

Контакт зацепления проверяют следующим образом. Зубья ведущего колеса покрывают тонким слоем ультрамарина и рукой проворачивают колесо до появления следов краски на зубьях ведомого колеса. Пятно контакта на поверхности зуба различных передач должно иметь соответствующую форму (рисунок 13) и не превышать допустимых норм (таблица 8).

Тип передачи	Нормы площади контакта зубьев (%) при степени точности								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Цилиндрическая	65x96	60x90	55x80	50x70	45x60	40x50	30x40	25x30	20x25
Коническая	-	-	75x75	70x70	60x60	50x50	40x40	30x30	30x30
Червячная	-	-	60x75	60x70	60x65	50x50	30x35	-	-

Примечание: Первые цифры – средняя высота пятна в процентах от высоты зуба.

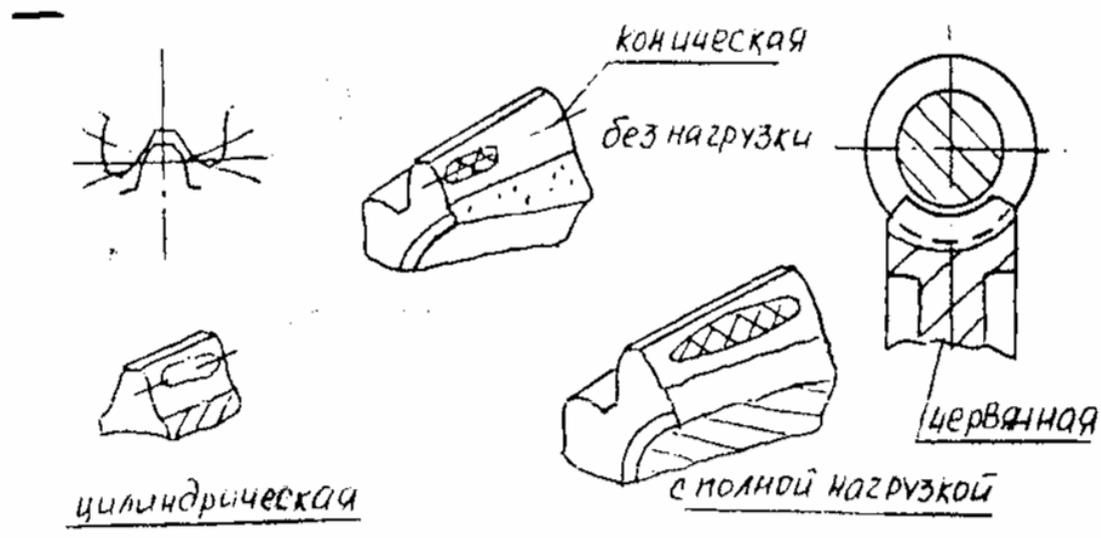


Рисунок 13 – Форма площади контакта в зацеплении зубчатых колес

Отклонения площади контакта по расположению от нормы указывают на перекосы, отклонения от нормальных межцентрового расстояния и межосевых углов в конических передачах и на смещения червяка относительно червячного колеса.

2.5.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить схему монтажа редуктора. Найти на фундаменте (раме) основные рабочие оси (продольную и поперечную и основной высотный репер).
2. Наметить на корпусе редуктора продольную и поперечную оси.
3. Установить корпус редуктора на фундамент, отметить с помощью струн и отвесов основные и вспомогательные оси-ориентиры, произвести регулировку положения корпуса редуктора в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
4. Закрепить редуктор на фундаменте (раме) в проектном положении и проверить фактические отклонения от заданных (допускаемых) размеров.
5. Установить валы редукторов в гнездах корпуса редуктора.
6. Замерить межцентровое расстояние, проверить параллельность осей валов и отсутствие перекоса.
7. Замерить радиальное и торцевое биение колес, радиальный и торцевой зазоры зацепления.
8. Произвести окончательную сборку редуктора.
9. Произвести проверку горизонтальности и вертикальности собранного редуктора.

Содержание отчета

1. Схема редуктора с технической характеристикой.
2. Таблица геометрических параметров элементов зубчатых передач редуктора.
3. Схема проверки радиального и бокового зазора.
4. Эскиз расположения и формы пятна контакта зубьев в зацеплении, площадь контакта в зависимости от типа передачи, %.
5. Схема замера радиального и торцевого биения колес.
6. Отклонения от горизонтальности установленного на фундамент редуктора.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение редуктора.
2. Область применения и назначения редуктора.
3. Какие преимущества имеет закрытая перед открытой?
4. На какие два вида делятся подкладки по назначению?
5. Для чего служат плашка и репер?
6. Какие детали называют базовыми?
7. Какие оси машины при монтаже называют основными вспомогательными?
8. По какой формуле рассчитывается количество пакетов подкладок под машину?
9. К чему приводят отклонения межцентрового расстояния от расчетного?
10. Что является причиной возникновения радиального биения?
11. Сформулируйте цель лабораторной работы.

12. Раскройте причины отклонения площади контакта по расположению по норме.
13. Какие параметры эвольвентной зубчатой передачи относятся к геометрическим?
14. Чем отличается монтаж редукторов малой и большой мощности?

2.6 Центровка валов (Лабораторная работа 6)

Цель работы: практическое ознакомление с порядком работы, инструментом и приспособлениями, используемыми для центровки валов, с нормами точности центровки в зависимости от типа применяемых соединительных муфт.

Продолжительность – 2 часа.

Необходимое оборудование (инструменты, материалы):

1. Редуктор небольших размеров, например, редуктор РМ – 160.
2. Двигатель переменного типа любого типа $N=1\dots 2$ кВт.
3. Муфты – различного типа (жесткие, зубчатые, кулачковые и др.), подходящие под диаметры вала двигателя и моторного вала редуктора.
4. Приспособление для запрессовки муфт на валы – 1 шт.
5. Съёмник для муфты – 1шт.
6. Индикаторы часового типа со штативом (ГОСТ 577-60), цена деления 0,01 – 4 шт.
7. Плоскопараллельные концевые меры. Набор №2 второго класса точности – 1 комплект.
8. Глубиномеры микрометрические (ГОСТ 7470-67), цена деления 0,01 мм., предел измерения 0...25мм., 1-2 шт.
9. Щупы (ГОСТ 882-64, $L=100$ мм. Набор №2, 3 шт.
10. Уровни слесарные (ГОСТ 9416-60), 2 группы, $L_{рабочая}=200$ мм, 2 шт.
11. Микрометры гладкие (ГОСТ 6507-60), цена деления 0,01 мм – шт.
12. Отвесы (ГОСТ 7948 - 63)- 2шт.
13. Щупы клиновые – 5шт.
14. Угольники 90° плоские (ГОСТ 3749 - 65), $A=250$ мм, $B=165$ мм, $h=5$ мм-2шт.
15. Скобы для центровки универсальные, допускающие применения регулировочных винтов, микрометрических штихмасом или индикаторов часового типа -2-3 шт.

2.6.1 Теоретические основы центровки валов

Для соединения валов применяются муфты различных конструкции; глухие, подвижные или компенсирующие, сцепные или специальные муфты. Наибольшее распространение в металлургическом машиностроении получили зубчатые муфты.

Центровка валов является одной из наиболее ответственных работ при монтаже и во многом определяет их надежность при эксплуатации.

Необходимая точность и центровка зависит от типа муфт, соединяющих валы. Отклонения валов от соосности не должны, не должны превышать указанных в таблице 8.

Таблица 8

Допуски на отклонения валов от соосности

Частота вращения об/мин	Конструкция муфты					
	Жесткая		Упруго-пальцевая		Зубчатая	
	Перекос а, мм/м	Параллельное смещение, мм	Перекос а, мм/м	Параллельное смещение, мм	Перекос а, мм/м	Параллельное смещение, мм
До 750	0,00015D	0.08	0.0002D	0.10	0.0003D	0.15
До 1500	0.00012D	0.06	0.00015D	0.08	0.00024D	0.12
До 3000	0.00008D	0.04	0.00012D	0.06	0.0002D	0.10
Свыше 300	0.00004D	0.02	0.00008D	0.04	0.00015D	0.08

Примечание: D- диаметр, на котором измеряют перекос.

2.6.2 Содержание работы

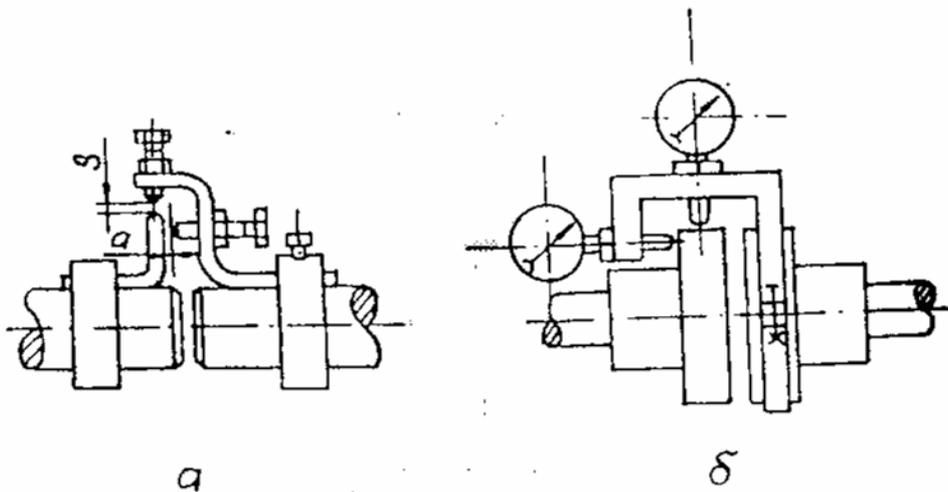
1. Посадка или проверка посадки на валы соединенных узлов и полумуфт. Определение по справочнику или руководству к данной работе требуемой точности центровки.
2. Установка двигателя на салазках или фундаментной плите и предварительная (грубая) центровка двигателя и редуктора.
3. Точная центровка двигателя и редуктора с использованием для центровки специальных скоб.
4. Составление по ходу работы схем центровки, расчет погрешностей установки и исправления положения узлов.
5. Соединение полумуфт.
6. Прокручивание системы вручную и на холостом ходу с помощью двигателя.
7. Заключение о результатах центровки.

2.6.3 Методика и порядок выполнения работы

1. Проверка правильности монтажа центрируемых валов в подшипниках. Проверить биение вала индикаторами с установкой вала в центре станка или на призмах.
2. Проверка соосности центрируемых валов. Проверить соосности валов центровочными регулируемыми скобами или скобой с индикаторами по полумуфтам (рисунок 14).
3. Проверка горизонтальности центрируемых валов.
4. Монтаж муфты на центрируемых валах.

Монтаж муфт складывается из следующих операции:

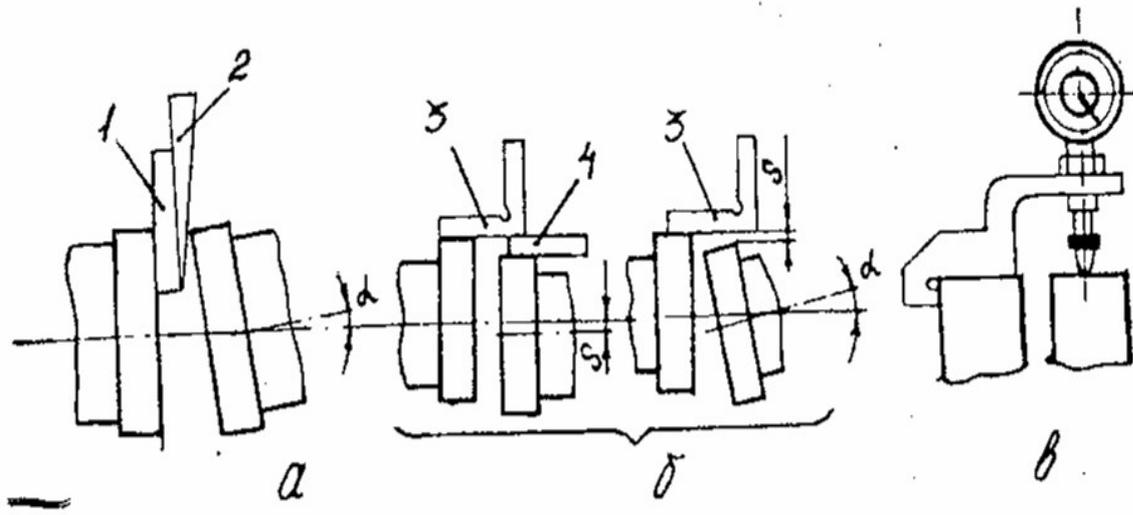
- а) надевание полумуфт на концы соединяемых валов с обеспечением задаваемого натяга;
- б) центровка валов полумуфт. Центровка валов по полумуфтам предусматривает концентрическую установку последних, а также параллельность их торцевых поверхностей.



Замеры по окружности выполняют угольником и щупом или лучше индикатором также в четырех положениях вала (рисунок 15,б,в). Разность замеров по окружности позволяет устанавливать величину параллельного смещения осей валов.

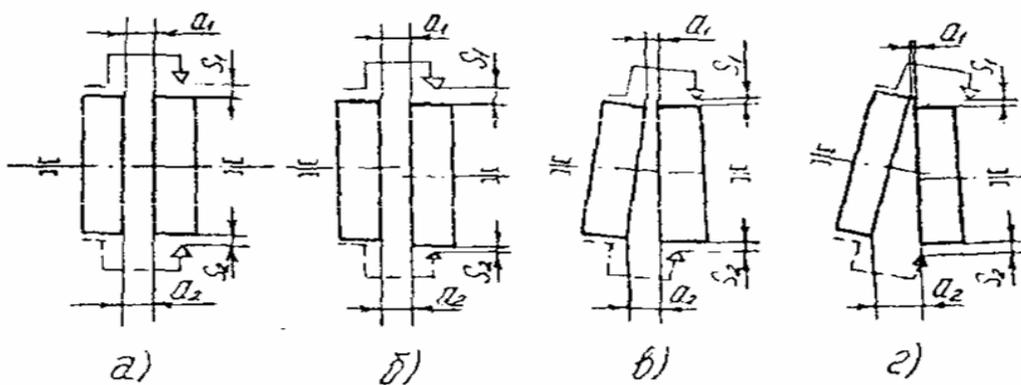
На рисунке 16 показаны различные случаи замеров.

При всех способах замера зазоров оба центрируемых вала должны быть установлены в нулевом положении согласно меткам 0-0 на полумуфтах (если таких меток нет, их следует нанести в процессе монтажа и в дальнейшем принимать за начальное положение).



а – по торцу клиновым щупом; б – по окружности при помощи угольника и плоского щупа; в – по окружности индикатором; 1 – плоскопараллельная плитка; 2 – клиновый щуп; 3 – угольник; 4 – щуп.

Рисунок 15 - Схемы контроля установки муфт

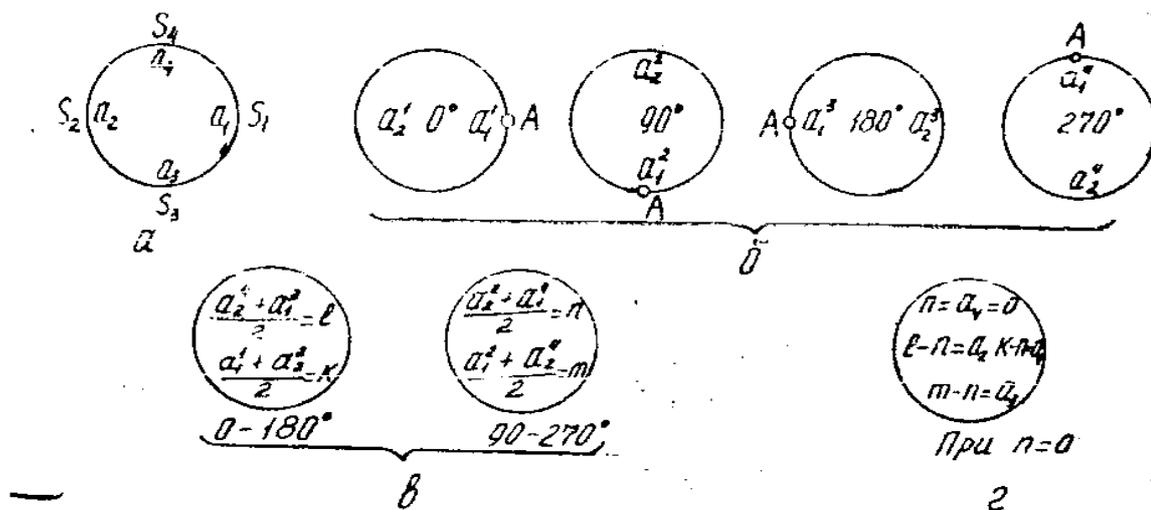


а –
валы

сосны, так как $S_1 = S_2$ и $a_1 = a_2$; б – валы смещены на величину $S_1 - S_2$; в – валы перекошены, так как $a_1 > a_2$

Рисунок 16 – Различные случаи замеров при центровке муфт

Для поведения центровки по торцу достаточно измерить зазоры между торцами полумуфт в двух диаметрально противоположных точках, расположенных в горизонтальной и вертикальной плоскостях при четырех положениях валов, начиная от точки А закрепления скоб (всего 8 точек), и занести результаты в схему (рисунок 17, а, б). Затем данные замеров противоположных точек для получения средних величин суммируют, делят пополам и заносят в результирующую схему (рисунок 17, в) для положениях 0-180° и 90-270°. Наконец абсолютное значение замеров переводят в относительные, принимая наименьшее среднее значение (например, n) за нуль и вычитывая соответствующую ему величину из средних значений остальных замеров (рисунок 17, г). Разность относительных отклонений по торцу полумуфт между точками, расположенными на вертикальном диаметре, определит угол между осями валов в горизонтальной плоскости. При необходимости контроля делают замеры зазоров по точкам $a_3 - a_4$, которые должны быть одинаковыми с предыдущими.



а – общей; б – торцевых зазоров; в – результирующей; г- приведенной, показывающей относительно величины зазоров, когда меньшее из четырех результирующих значений, например n, приравняется к нулю

Рисунок 17 – Формы условной записи размеров при центровке валов по полумуфтам

Запись размеров радиальных зазоров производят по аналогичным схемам. При проверке один из валов, обычно вал машины, принимают за базовый (вал 1, рисунок 18), а

второй – центрируют по первому. Центровку считают законченной, когда разность диаметрально противоположных величин $a_1 - a_2$, $a_3 - a_4$, $S_1 - S_2$ и $S_3 - S_4$ не будет превышать установленного допуска.

Суммы размеров на каждом взаимно перпендикулярном направлении в любом случае должны быть равны между собой.

Отклонение в указанных равенствах, превышающее 0,02 мм, может быть вызвано следующими причинами:

- ошибкой в подсчете толщины пластины щупа при каком-либо замере;
- неодинаковым усилием при заводке пластин щупа под скобы при замерах;
- неисправностью индикатора;
- деформацией центровочной скобы вследствие недостаточной ее жесткости;
- наличием неровностей или забоин на поверхности полумуфт в местах

замеров.

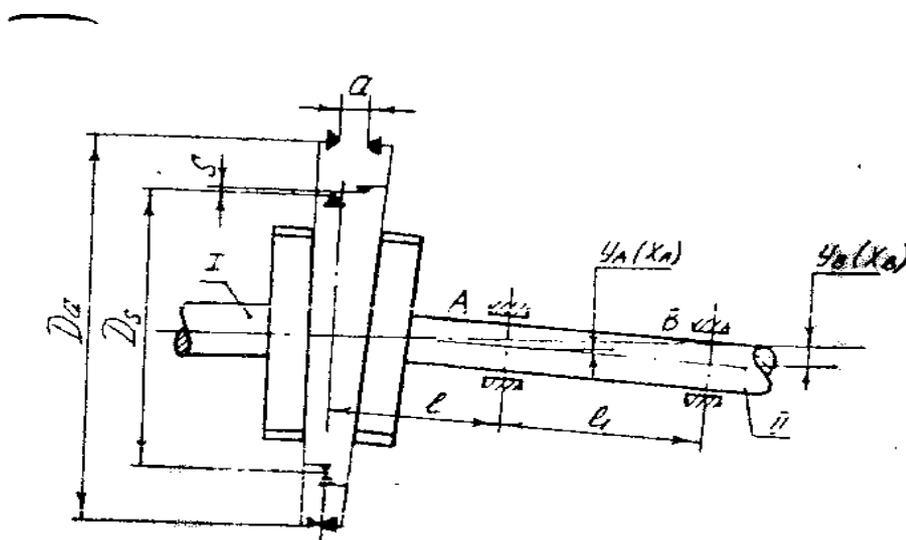


Рисунок 18 – схема смещения опор вала для обеспечения центровки муфт

Указанные причины необходимо своевременно определить, устранить и вновь произвести замеры. Контрольный замер выполняется после поворота валов на 360° , т.е. при установке их в начальное положение (нулевое). При этом результаты замеров должны совпадать с данными, полученными в начале центровки. Контрольный замер производят для того, чтобы убедиться в отсутствии смещения центровочной скобы или индикаторов при повороте валов.

Осевое смещение валов в подшипниках (в пределах галтели шеек) при их повороте и биение полумуфт в расчет не принимается, поскольку при указанном способе производства замеров они не влияют на результаты центровки. При повороте валов следует каждый раз устанавливать в одно и то же положение, ориентируясь по меткам, которые рекомендуется нанести мелом на полумуфты

В процессе центровки должны быть установлены:

- излом осей (Непараллельность торцевых поверхностей) при совпадении центров полумуфт

- несовпадение центров полумуфт при параллельности торцевых поверхностей;

- излом осей и несовпадение центров полумуфт

Перемещение опор центрируемого вала производят на основании данных, полученных на результирующих круговых диаграммах. Величину смещения опор рассчитывают по формулам

$$Y_a = \frac{I}{D}(a_3 - a_4) + \frac{S_3 - S_4}{2}; \quad Y_b = \frac{I + I_1}{I} Y_a;$$

$$X_a = \frac{I}{D}(a_1 - a_2) + \frac{S_1 - S_2}{2}; \quad X_b = \frac{I + I_1}{I} X_a;$$

где Y_a, Y_b - величина смещения опор А и В в вертикальной плоскости, мм (рисунок 18);

X_a, X_b - величина смещения опор в горизонтальной плоскости, мм

I – расстояния от оси измерения до оси подшипника А, мм

I_1 - расстояния между осями подшипников А и В, мм;

D – диаметр полумуфты, а точнее средний диаметр окружности, описываемый измерительными приспособлениями, мм;

$$D = \frac{D_a + D_s}{2},$$

Здесь D_a - диаметр окружности по торцевым зазорам;

D_s - тоже по радиальным зазорам.

После корректировки положения валов вновь производят замеры, записывая результаты в круговую диаграмму, и определяют отклонения при центровке валов от норм, приведенных в таблице 8. При проведении лабораторной работы необходимо исследовать два варианта определения радиального и торцевого зазоров;

а) клиновым щупом - в четырех диаметрально противоположных точках без поворота валов – приближенный метод;

б) с помощью скоб и индикаторов по схеме, представленной на рисунке 14, - точный метод.

После выполнения замеров сравнить результаты двух указанных вариантов и оценить их точность.

Возможно применение средств вычислительной техники при расчете радиального и торцевого зазоров и величины смещения опор валов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Содержания отчета

1. Наименование и цель работы
2. Перечень оборудования, приспособления, инструментов.
3. Краткое описание работы. Схемы проверки соосности валов.

4. Результирующие диаграммы с результатами замеров.
5. расчет величин перемещения опор А и Б. Фактическая схема размещения опор.
6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Способы проверки валов на параллельность и перпендикулярность.
2. Методика определения соосности валов.
3. Определение величины перемещения опор вала при центрировании в горизонтальной и вертикальной плоскостях.
4. Проверка валов на горизонтальность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин Н.Л. Ремонт и монтаж металлургического оборудования. М.: Металлургия, 1971.

2. Крылов В.А. Монтаж металлургического оборудования. М.: Металлургия, 1971.
3. Рудин С.Н. Справочник монтажника механического оборудования металлургических предприятий. М.: Металлургия, 1970.
4. Никифоров Ф.С. Монтаж и наладка механического оборудования прокатных станов. М.: Металлургия, 1975.
5. Хиникс Л.М., Нечай А.П. Единое руководство по эксплуатации, ревизии и сборке опор валков прокатных станов на подшипниках качения. М.: Металлургия, 1977.
6. Цеков В.И. Восстановление деталей металлургического оборудования. - М.: Металлургия, 1977.
7. Дроздов Н.В. Эксплуатация, ремонт и испытание оборудования предприятий строительных материалов изделий и конструкций. - М.: Высшая школа, 1979.
8. Шейнин А.М. и др. Эксплуатация дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1980.
9. Ермаков В.И., Шеин В.С. Ремонт и монтаж химического оборудования. – Л.: Химия, 1981
10. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин. – М.: Высшая школа, 1981.
11. Гребенник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования. – М.: Металлургия, 1980.
12. Федоров Б.Ф. и др. Сборка машин в тяжелом машиностроении. – М.: Машиностроение, 1975
13. Справочник монтажника. – М, - 1980.
14. Крагельский И.В. и др. Основы теории износа. – М.6 Машиностроение, 1976.
15. Быков В.И. и др. Эксплуатация и ремонт оборудования дробильных фабрик. –М, 1974.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1 Общие указания по проведению работ

1.2 Порядок выполнения работ и составление отчета

1.3 Лабораторные установки

2 МОНТАЖ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 СБОРКА МАШИН (Лабораторная работа №1)

2.1.1 Теоретические основы сборки

2.1.2 Порядок выполнения работы

2.2 **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ** (Лабораторная работа №2)

2.2.1 Теоретические основы сборки зубчатых передач

2.2.2 Порядок выполнения работы

2.3 **МЕТОБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ** (Лабораторная работа №3)

2.3.1 Теоретические основы сборки червячных передач

2.3.2 Порядок выполнения работы

2.4 **РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ И СБОРКА РЕДУКТОРА** (Лабораторная работа №4)

2.4.1 Порядок выполнения работы

2.5 **МОНТАЖ РЕДУКТОРА** (Лабораторная работа №5)

2.5.1 Теоретические основы монтажа

2.5.2 Порядок выполнения работы

2.6 **ЦЕНТРОВКА ВАЛОВ** (Лабораторная работа №6)

2.6.1 Теоретические основы центровки

2.6.2 Содержание работы

2.6.3 Методика и порядок выполнения

ЛИТЕРАТУРА

СЩДЕРЖАНИЕ

МОНТАЖ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Лабораторный практикум
(для студентов специальности 1403 – «Машины и оборудования
металлургического производства»)

Редактор С.Н. Яниева
Технический редактор С.П. Полтавец

УТВЕРЖДЕНЫ - Председателем научно- методического совета
«26» 02 2001 г.

СОГЛАСОВАНЫ – Руководителем группы стандартизации и метрологии
Г.А. Бейсебековой «6» октября 2000г.

Подписано в печать «26» 02 2001г.

Тираж 100 экз. Формат А4 Бумага типографическая №1. Объем 2,5 уч-изд. л
Заказ №49 Цена договорная

Издание Казахского национального технического университета
Печатно-множительный участок КазНТУ, Алматы, ул. Сатпаева 22

