

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
по ПМ 01 «Организация и проведение монтажа и ремонта  
промышленного оборудования»  
МДК 01.03 «Организация монтажных работ промышленного оборудова-  
ния и контроль за ними»  
Раздел 3. Организация монтажа технологического оборудования  
для специальности  
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация  
промышленного оборудования (по отраслям)  
(базовая подготовка)**

Челябинск, 2019

Методические рекомендации составлены в соответствии с программой профессионального модуля ПМ 01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования»

ОДОБРЕНО  
Предметной (цикловой)  
комиссией  
протокол №  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2019 г.  
Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_/Н.В. Озорнина/

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по НМР  
\_\_\_\_Т.Ю. Крашакова  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2019г.

**Автор:** Озорнина Н.В., преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ 01 «Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования» (МДК 01.01 «Организация монтажных работ промышленного оборудования и контроль за ними», раздел 3 Организация монтажа технологического оборудования) предназначены для обучающихся по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) базовой подготовки.

Практические занятия являются важным элементом МДК 01.01 «Организация монтажных работ промышленного оборудования и контроль за ними». В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по МДК 01.01 «Организация монтажных работ промышленного оборудования и контроль за ними» (раздел 3).

Программой ПМ 01, разделом 3, МДК 01.01 предусмотрено выполнение 13 практических работ, рассчитанные на 30 аудиторных часов и направленные **на формирование элементов следующих компетенций:**

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных 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 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования

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

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, 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.

**умений:**

- выбирать технологическое оборудование;
- составлять схемы монтажных работ;
- организовывать пусконаладочные работы промышленного оборудования;
- пользоваться грузоподъемными механизмами;
- пользоваться условной сигнализацией при выполнении грузоподъемных работ;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;
- определять виды и способы получения заготовок;
- выбирать технологическую оснастку;

- пользоваться измерительным инструментом;
- пользоваться компьютерной техникой и прикладными компьютерными программами;

- пользоваться нормативной и справочной литературой;

**обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний:**

- условные обозначения в кинематических схемах и чертежах;
- классификацию технологического оборудования;
- устройство и назначение технологического оборудования;
- виды монтажа промышленного оборудования и порядок его проведения;
- допуски и посадки сопрягаемых поверхностей деталей машин;
- классификацию грузоподъемных и грузозахватных механизмов;
- основные параметры грузоподъемных машин;
- правила эксплуатации грузоподъемных устройств;
- прикладные компьютерные программы;
- виды архитектуры и комплектации компьютерной техники;
- правила техники безопасности при выполнении монтажных и ремонтных работ;
- средства коллективной и индивидуальной защиты.

Описание каждого практического занятия содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения задания знания, умения, теоретическое изложение необходимого материала, варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением Д.

## II. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Вид, название и краткое содержание задания, тема занятий	Количество часов
Тема 3.1 Организация и подготовка к монтажным работам		
1.	Анализ содержания и состава ППР	2
2.	Выполнение чертежа монтажной площадки	4
Тема 3.2 Установка оборудования в проектное положение		
3.	Определение способа установки оборудования	2
4.	Выверка оборудования	2
Тема 3.3 Сборка типовых узлов оборудования		
5.	Сборка разъемных соединений	2
6.	Сборка неразъемных соединений	2
7.	Проверка бокового зазора зубчатых передач	2
8.	Проверка параметров зубчатого зацепления	2
9.	Проверка соосности валов	2
10.	Разработка схемы измерений	2
Тема 3.5 Монтаж оборудования предприятий отрасли		
11.	Разработка технологии монтажа компрессора	2
12.	Составление исполнительной документации	2
Тема 3.6 Монтаж транспортирующего и подъемного оборудования		
13.	Разработка технологии монтажа мостового крана	4
<b>Итого:</b>		<b>30</b>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Название работы:** Анализ содержания и состава ППР

**Цель:** формирование умений выполнять анализ содержания и состава ППР

**умения:**

- анализировать содержание и состав ППР
- пользоваться нормативной и справочной литературой;

**знания (актуализация):**

- содержание и состав ППР;

### Задание

Выполнить анализ структуры и содержания проекта производства работ (ППР)

### Ход работы

1. Определить, согласно варианту, наименование ППР для анализа его структуры и содержания

Таблица 1 - Наименование ППР по вариантам

№ варианта	Наименование ППР
1	Монтаж мостового крана г/п 12,5 т
2	Монтаж дымососа и газоходов
3	Монтаж кран-балки г.п.5 тонн
4	Монтаж оборудования Е8 и Е Ю в здании
5	Монтаж бака $V=80 \text{ м}^3$
6	Монтаж окрасочного корпуса
7	Монтаж установки уплотнения микрокремнезера
8	Монтаж молниеотвода
9	Монтаж известковой печи
10	Монтаж м/к и оборудования -грохотов

2. Внимательно изучить содержание ППР
3. Проанализировать состав работ в ППР, сделав краткие записи о:
  - а) подготовительных мероприятиях,
  - б) электробезопасности,
  - в) пожаробезопасности,
  - г) ТБ при выполнении работ,
  - д) работах на высоте,
  - е) работах по наряд-допуску,
  - ж) технологии монтажа.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение ППР.
2. Какие чертежи должны быть представлены в ППР?
3. Кто утверждает ППР?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

**Название работы:** Выполнение чертежа монтажной площадки

**Цель:** формирование умений выполнять чертеж монтажной площадки  
**умения:**

- выполнять чертеж монтажной площадки;
- пользоваться чертежными принадлежностями и инструментами;
- пользоваться нормативно - справочной документацией;

**знания (актуализация):**

- назначение и устройство монтажной площадки;
- основные параметры грузоподъемных машин;
- условные обозначения на чертежах;
- технологию выполнения монтажных работ.

### **Задание**



Выполнить чертеж монтажной площадки (согласно ППР выполненной Вами практической работы №1)

### Ход работы

1. Расположить лист формата А3 (297\*420 мм) по ширине.
2. Сделать разметку на листе для размещения рамки, штампа, таблицы с условными обозначениями (Приложение А) и чертежа монтажной площадки.
3. Выполнить чертеж монтажной площадки с необходимыми условными обозначениями, указаниями позиций.

*Следует учесть, что для проектирования (выполнения чертежа) монтажных работ в цехе применяется сетка координационных осей. Координационные оси наносятся штрихпунктирными тонкими линиями и обозначаются, как правило, по левой и нижней сторонам плана, маркируются, начиная с левого нижнего угла арабскими цифрами (слева направо) и прописными буквами русского алфавита (снизу вверх) в кружках диаметром 8 мм (рисунок 1).*

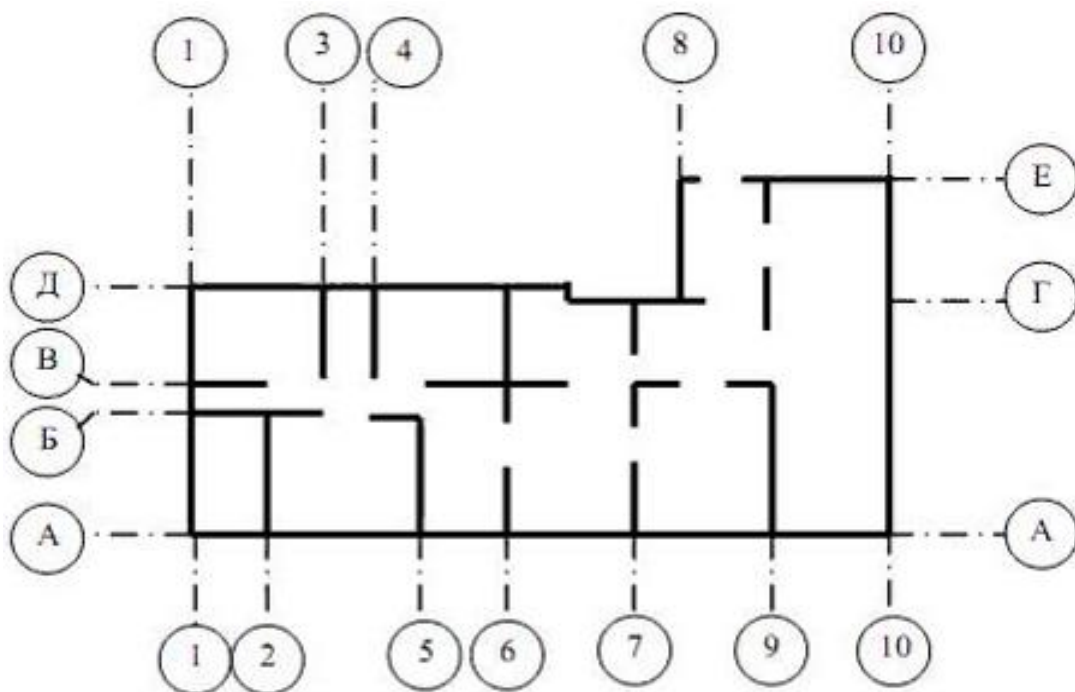


Рисунок 1 - Пример маркировки координационных осей

5. Обвести оборудование основными линиями, убрав вспомогательные, выставить размеры монтируемого оборудования.
6. Заполнить штамп ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ, указав выбранный масштаб

чертежа.

### **Контрольные вопросы**

1. Что обозначает масштаб 1:20?
2. Что должен включать чертеж монтажной площадки?
3. Что изображают на чертеже монтажной площадке штрихпунктирными тонкими линиями?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

**Название работы:** Определение способа установки оборудования

**Цель:** формирование умений определять способ установки оборудования

**умения:**

- определять способ установки оборудования;
- выполнять схемы;

**знания (актуализация):**

- способы установки оборудования.

### **Задание**

Определить способ установки оборудования

### **Ход работы**

1. Определить и внимательно изучить схему установки оборудования для дальнейшей практической работы, согласно варианту

Таблица 2 – Варианты схем установки оборудования

Вариант	Схема установки
нечётный 1,3,5,...	
чётный 2,4,6,...	

2. Определить способ установки оборудования.

3. Выполнить схему и описание способа установки, с расшифровкой цифровых обозначений.

4. Описать достоинства и недостатки описанного способа установки, указать область применения.

### Контрольные вопросы

1. Какие способы установки оборудования вы знаете?
2. Какие упругие опорные элементы используют для выверки оборудования?
3. Через какое время удаляют опалубку и производят окончательную затяжку болтов?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

**Название работы:** Выверка оборудования

**Цель:** формирование умений выверять оборудование

**умения:**

- выверять оборудование;
- выполнять схемы;

**знания (актуализация):**

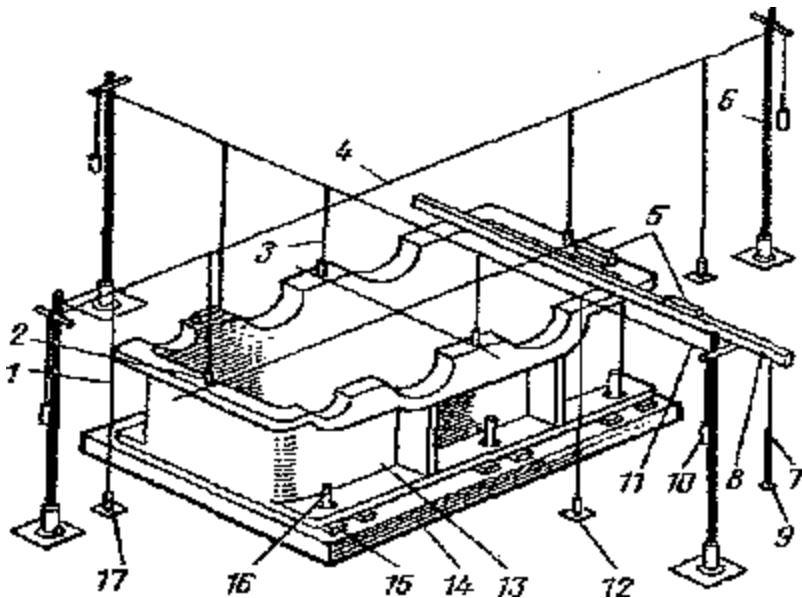
- контрольно-измерительные инструменты и оптико-геодезические приборы для выверки оборудования;
- этапы выверки оборудования.

### Задание

Описать технологию выверки оборудования при его монтаже с использованием различных видов крепежных соединений.

### Ход работы

1. Внимательно изучить схему установки машины (оборудования) в проектное положение (рисунок 2)



1, 3 — нити отвесов, 2, 17 — отвесы, 4, 11 — струны, 5 — уровень, 6 — стойки оседержателя, 7 — штихмасс, 3 — контрольная линейка, 9 — репер, 10 — груз, 12 — плашки, 13 — станина машины, 14 — фундамент, 15 — подкладки, 16 — фундаментные болты

Рисунок 2 - Схема установки машины (оборудования) в проектное положение

2. Выполнить описание этапов выверки оборудования по высоте.
3. Выполнить описание этапов выверки оборудования в плане по горизонтали, указав этапы предварительной и окончательной выверок
4. Определить площадь опирания  $S$  временных (выверочных) опорных элементов на фундамент.

*Примечание: Для выполнения расчета использовать следующие данные:*

- масса оборудования  $7\text{ т}$
- используются фундаментные болты:

*А) М16;*

*Б) М24.*

*Следует учесть, что площадь опирания  $S$  временных (выверочных) опорных элементов на фундамент определяется по формуле*

$$S = 6 n F + 0,015 G, \quad (1)$$

*где  $n$  — число фундаментных болтов, затягиваемых при выверке оборудования (см рисунок 2) ;*

*$F$  — расчетная площадь поперечного сечения фундаментных болтов,  $\text{см}^2$  определяется по таблице 3;*

*$G$  — масса выверяемого оборудования, кг.*

Таблица 3 – Расчетная площадь поперечного сечения болтов

Диаметр резьбы болтов $d$	Расчетная площадь поперечного сечения болтов по резьбе $F$ , $\text{см}^2$	Диаметр резьбы болтов $d$	Расчетная площадь поперечного сечения болтов по резьбе $F$ , $\text{см}^2$
М 10	0,571	М 56	20,29
М 12	0,842	М 64	26,75
М 16	1,57	М 72х6	34,58
М 20	2,45	М 80х6	43,44
М 24	3,52	М 90х6	55,91
М 30	5,60	М 100х6	69,95
М 36	8,26	М 110х6	85,56
М 42	11,2	М 125х6	111,91
М 48	19,72	М 140х6	141,81

5. Сделать вывод о влиянии диаметров болтов как временных опорных элементов, используемых разными бригадами на эффективность выверки оборудования.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какая существует зависимость между диаметром болтов и расчетной площадью поперечного сечения болтов?
2. Кто производит выверку оборудования?
3. Какие документы необходимы для выверки оборудования?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Название работы:** Сборка разъемных соединений

**Цель:** формирование умений выполнять описание технологической последовательности сборки разъемных соединений

**умения:**

- выполнять описание сборки разъемных соединений;

- ВЫПОЛНЯТЬ СХЕМЫ;

**знания (актуализация):**

- разъемных соединений;
- назначение разъемных соединений и область применения.

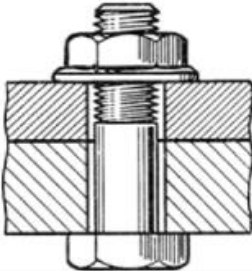
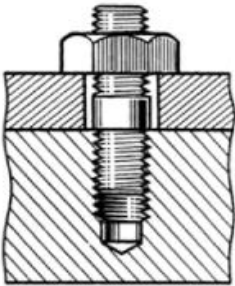
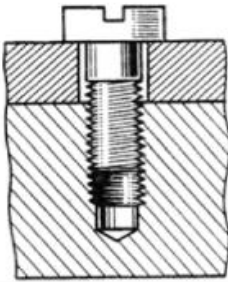






### Задание

Описать технологическую последовательность сборки разъемных соединений крепежными резьбовыми изделиями

### Ход работы

1. Выполнить описание 3-х видов сборки резьбового соединения ручным и механизированным (автоматизированным) способом, представленных в таблице 4

Таблица 4 – Виды соединений крепежными резьбовыми изделиями

Болтовое	Шпильчное	Винтовое
		
Детали соединений		
Болт	Шпилька	Винт
		
Гайки, шайба		
		

3. Выполнить схему сборки резьбового соединения.

4. Указать последовательность закручивания большого числа гаек.

5. Указать инструмент, используемый для сборки резьбовых соединений.

### **Контрольные вопросы:**

1. Как предохранить резьбовое соединение от самоотвинчивания? Привести примеры.
2. Какие применяют ключи для обеспечения требуемой затяжки резьбового соединения?
3. Что могло послужить перекосом, короблением детали после сборки?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

**Название работы:** Сборка неразъемных соединений

**Цель:** формирование умений выполнять описание технологической последовательности сборки неразъемных соединений

**умения:**

- выполнять описание сборки неразъемных соединений;
- выполнять схему;

**знания (актуализация):**

- неразъемные соединения;
- назначение неразъемных соединений и область применения.

### **Задание**

Выполнить описание технологической последовательности сборки неразъемных соединений

### **Ход работы**

1. Выбрать данные, согласно варианту

Таблица 5 - Данные по вариантам

Вариант	Способ неразъемного соединения
1, 6, 11, 16, 21	клепка
2, 7, 12, 17, 22	пайка
3, 8, 13, 18, 23	склеивание



4, 9, 14, 19, 24	сварка
5, 10, 15, 20, 25	пластическое деформирование

2. Выполнить описание способа сборки неразъемного соединения.
3. Выполнить схему сборки неразъемного соединения.
4. Описать возможные дефекты при неправильной сборке неразъемного соединения.
5. Указать достоинства и недостатки неразъемного соединения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие способы неразъемных соединений вы знаете?
2. Какие мероприятия по технике безопасности необходимо соблюдать при соединении деталей описанным в практической работе способом сборки?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

**Название работы:** Проверка бокового зазора зубчатых передач

**Цель:** формирование умений выполнять проверку бокового зазора зубчатого зацепления

**умения:**

- выполнять проверку бокового зазора зубчатого зацепления;
- определять технические характеристики зубчатых передач;

**знания (актуализация):**

- способы измерения боковых зазоров зубчатого зацепления;
- виды сопряжений

**Задание 1.** На основе замера межцентрового расстояния зубчатых колес, определить вид сопряжения

### **Ход работы**

1. Перерисовать схему бокового зазора зубчатой передачи (масштаб 1:1) с числовым указанием межцентрового расстояния  $A$

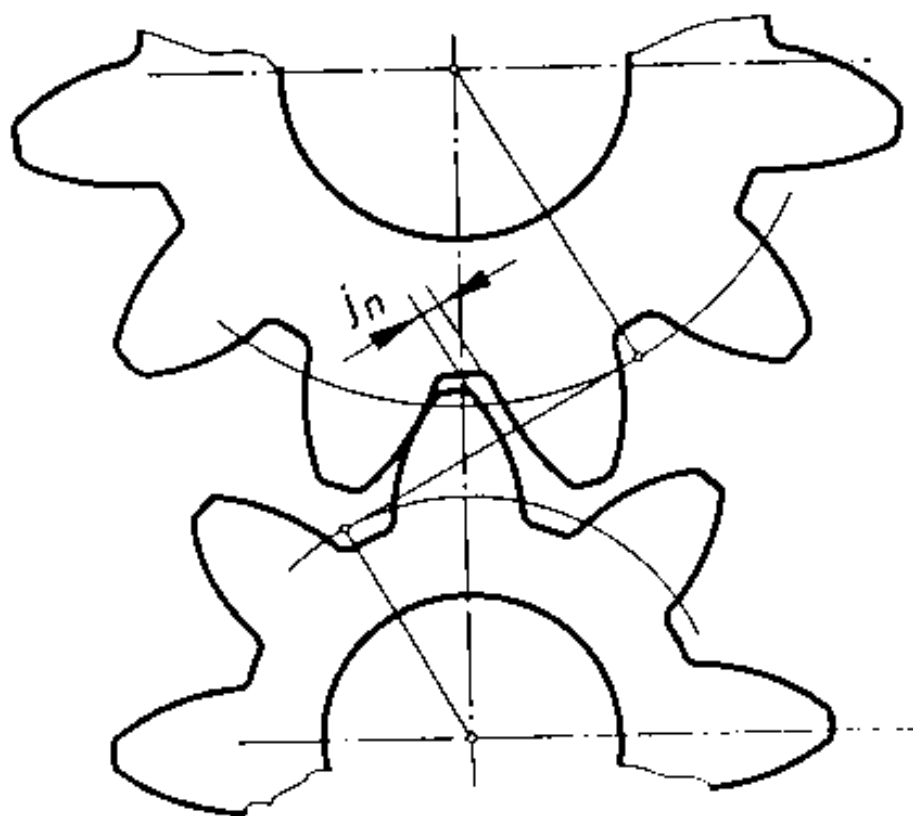


Рисунок 3 - Боковой зазор зубчатой передачи

2. Соотнести данные, проставленные на схеме с данными величин зазоров сопряжений, представленных в таблице 6 и определить вид сопряжения (С, Д, Х, Ш)

Таблица 6 - Величины зазоров сопряжений, мкм

Вид сопряжения ( $j_n$ )	Межцентровое расстояние, мм								
	50	80	120	200	320	500	800	1250	2000
С	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Д	42	52	65	85	105	130	170	210	260
Х	85	105	130	170	210	260	340	420	530
Ш	170	210	260	340	420	530	670	850	1060

*Нормы предусматривают четыре вида сопряжения: с нулевым (С), уменьшенным (Д), нормальным (Х) и увеличенным (Ш) гарантированными боковыми зазорами.*

## Задание 2. Выполнить расчет и определить соосность валов

### Ход работы

1. Описать два способа измерения боковых зазоров между рабочими и нерабочими поверхностями  $c_p$  и  $c_n$  щупом и микрометром тонких свинцовых пластин (рисунок 4)



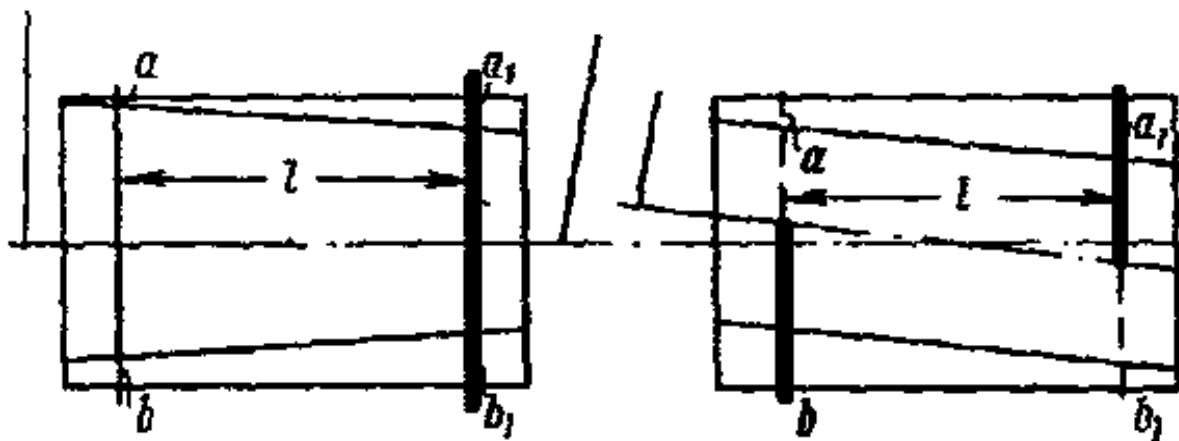
Рисунок 4 – Измерение бокового зазора между рабочими и нерабочими поверхностями

2. Сделать замеры толщин  $a$ ,  $a_1$ ,  $b$ ,  $b_1$  на рисунках 5 и 6 и записать их значение.
3. Сделать выводы о расположении осей, учитывая, что

при  $a < a_1$  и  $b < b_1$ ,  $a + b < a_1 + b_1$ , оси шестерен непараллельны

при  $a < a_1$  и  $b > b_1$ ;  $a + b = a_1 + b_1$ , оси валов пересекаются

Ось шестерни



$a$ - ось колеса

Рисунок 5- Отпечатки замеров №1

Рисунок 6-Отпечатки замеров №2

4. Рассчитать величину непараллельности осей зубчатых колес  $c$  по формуле

$$c = (a_1 + b_1) - (a + b) \quad (2)$$

5. Написать условие соосности осей шестерни и зубчатого колеса.
6. Сделать вывод о дальнейшей работе зубчатого зацепления рисунок 3.

**Задание 3.** Выполнить расчет пятна касания на зубчатом зацеплении

### Ход работы

1. Внимательно рассмотреть рисунок 7 (характер пятен касания на зубьях после обкатки)

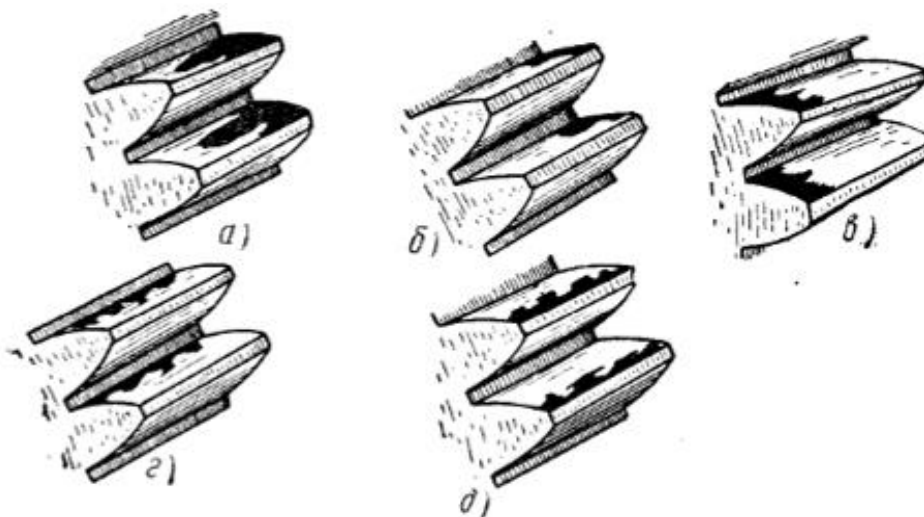


Рисунок 7 – Характер пятен касания на зубьях после обкатки

2. Выполнить схемы пятен касания на зубьях после обкатки, описав каждую, указывая характер зубчатого зацепления
3. Определить размер пятен касания по рисунку 8

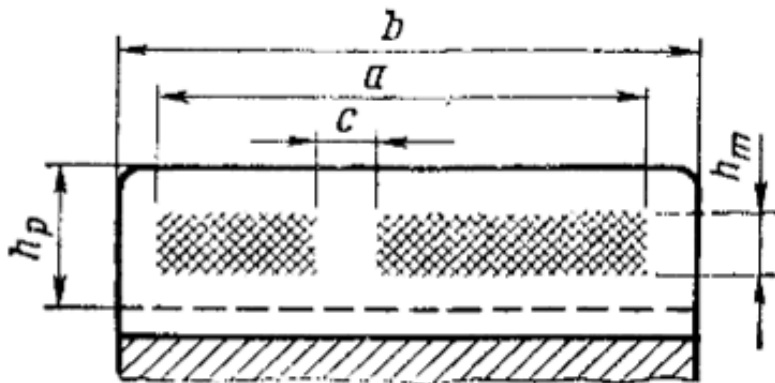


Рисунок 8- Определение пятна контакта

Размер пятна контакта  $s$  определяют по формулам:

по длине зуба 
$$s = \frac{a - c}{b} 100; \quad (3)$$

по высоте зуба 
$$S = \frac{h_t}{h_p} 100 \quad (4)$$

где  $a$  — расстояние между крайними точками следов контакта, мм;  $c$  — расстояние разрывов следов контакта, превосходящих величину модуля, мм;  $b$  — длина зуба, мм;  $h_t$  — средняя (по всей длине зуба) высота следов контакта, мм;  $h_p$  — высота активной боковой поверхности зуба, мм.

Допустимые нормы контакта зубьев приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Нормы контакта зубьев

Относительные размеры суммарного пятна контакта, %	Степень точности								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
По высоте зубьев не менее	65	60	55	50	45	40	30	25	20
По длине зубьев не менее	95	90	80	70	60	50	40	30	25

### Контрольные вопросы:

1. Какое сопряжение является нормальным? Привести пример (таблица 6)
2. По какому параметру выполняют проверку бокового зазора зубчатого зацепления?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

**Название работы:** Проверка параметров зубчатого зацепления

**Цель:** формирование умений проверять параметры зубчатого зацепления  
**умения:**

- выполнять проверку параметров зубчатого зацепления;
- определять параметры зубчатого зацепления;
- выполнять расчеты;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения зубчатых зацеплений;
- параметры зубчатого зацепления.

### Задание

Выполнить проверку параметров зубчатого зацепления

### Ход работы

1. По представленным схемам колеса и шестерни на рисунке 9 выполнить замеры и подсчитать :

$d_a$  – диаметр выступов, мм;

$b$  – ширину зубчатого венца, мм;

$Z$ - число зубьев зубчатого колеса

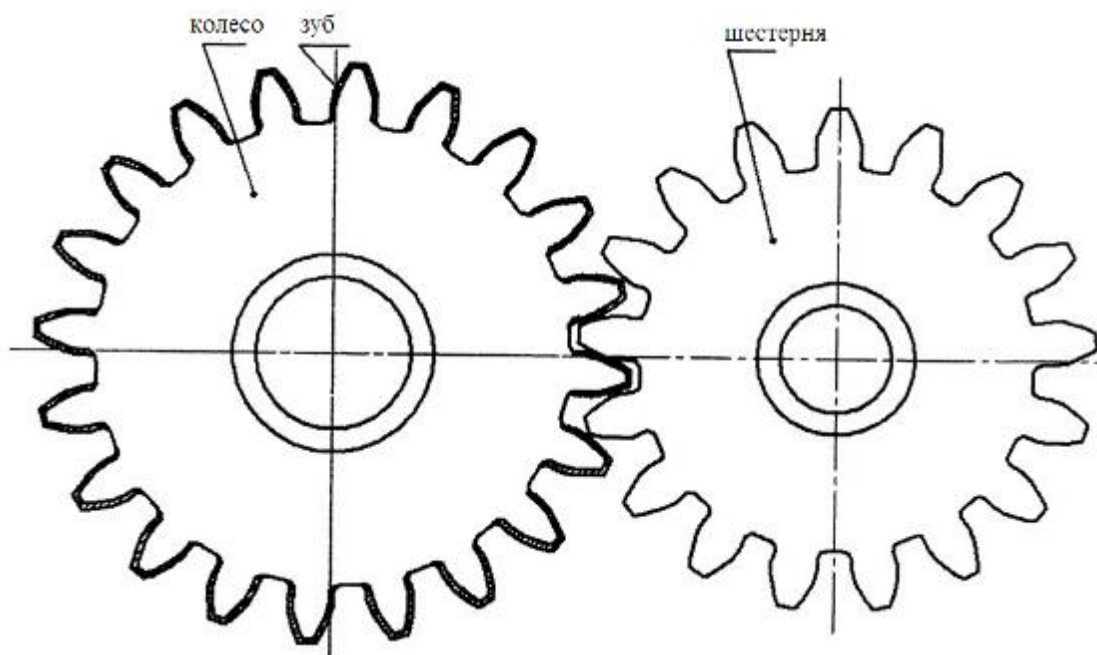


Рисунок 9- Схема зубчатого зацепления

2. Определить модуль колеса  $m$  по формуле:

$$m = d / Z = p / \pi \quad (5)$$

где  $d$  - диаметр делительной окружности, мм (см рисунок 8);

$Z$  - число зубьев колеса;

$p$  – шаг зубьев.

Величина модуль колеса  $m$  согласуется со стандартом (ГОСТ 9563-60 Колеса зубчатые. Модули) и приняты значения:

**0,5; 0,7; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5** и так далее до **50**.

Зубчатые колеса, находящиеся в зацеплении, имеют одинаковый модуль.

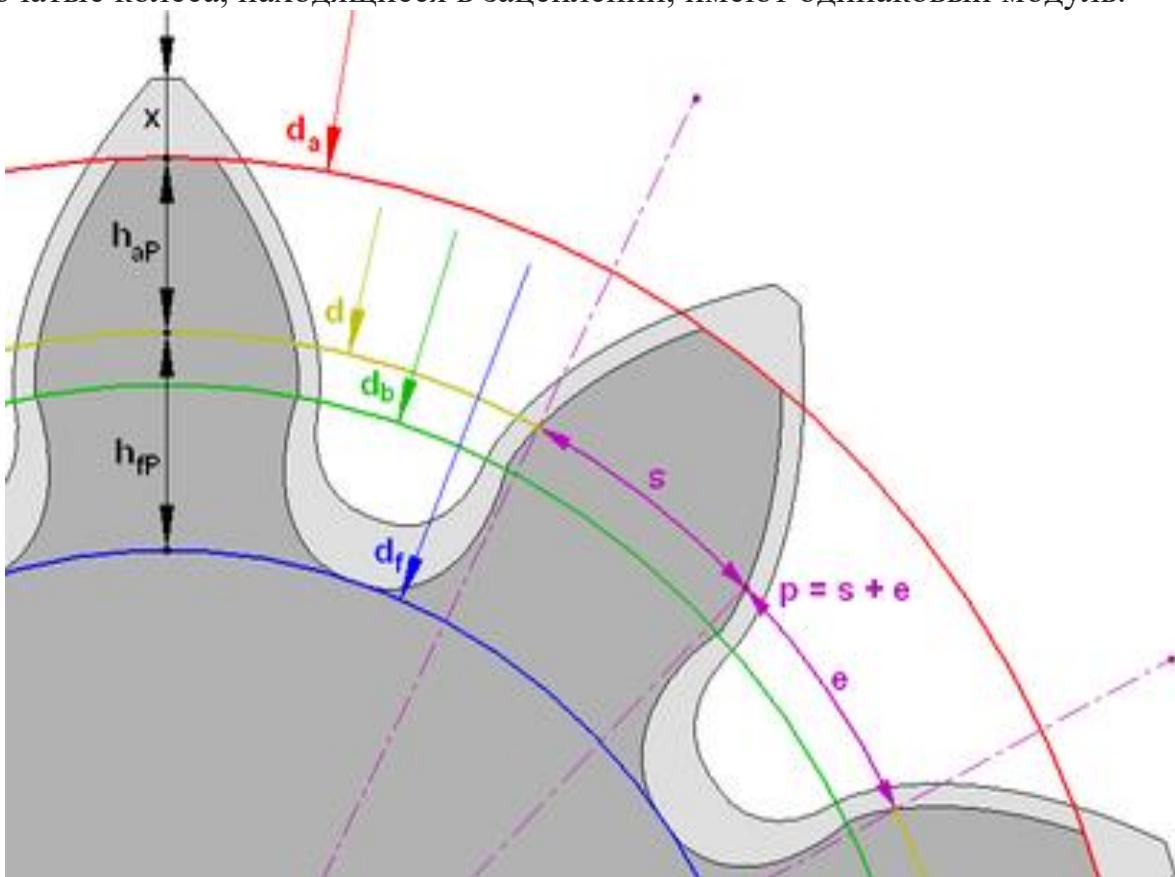


Рисунок 10- Параметры зубчатого колеса

4. Определить геометрические и конструктивные параметры зубчатого колеса и шестерни и свести в таблицу 8.

Таблица 8- Геометрические и конструктивные параметры цилиндрической передачи, мм

ПАРАМЕТРЫ	Шестерня	Колесо
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ		
Делительный диаметр	$d_1 = m z_1$	$d_2 = m z_2$
Высота головки зуба	$h_a = m$	
Высота ножки	$h_f = 1,25m$	
Высота зуба	$h = 2,25m$	
Диаметр вершин зубьев	$d_{a1} = m (z_1 + 2)$	$d_{a2} = m (z_2 + 2)$
Диаметр впадин зубьев	$d_{f1} = m (z_1 - 2,5)$	$d_{f2} = m (z_2 - 2,5)$
Межосевое расстояние	$A = (d_1 + d_2) / 2$	
КОНСТРУКТИВНЫЕ		
Ширина зубчатого венца	$b_1 = b_2 + 5 \text{ мм}$	$b_2 = (6 \dots 8)m$
Внутренний диаметр обода	$D_{01} = d_{a1} - 8,5m$	$D_{02} = d_{a2} - 8,5m$
Толщина диска	—	$K_2 = (0,3 \dots 0,5) b_2$
Длина ступицы	$L_{c1} = (1,0 \dots 1,5) D_{B1}$	$L_{c2} = (1,0 \dots 1,5) D_{B2}$
Диаметр ступицы	$D_{c1} = 1,5 D_{B1} + 10$	$D_{c2} = 1,5 D_{B2} + 10$
Размер фасок зубьев	$a = 0,5 m \times 45^\circ$	

#### Контрольные вопросы:

1. Какие геометрические параметры цилиндрического зубчатого колеса вы знаете?
2. Какой параметр определяет величину всех геометрических размеров зубчатого колеса?
3. При каком основном условии два зубчатых колеса могут быть введены в зацепление?



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

**Название практического занятия:** Проверка соосности валов

**Цель:** формирование умений выполнять проверку соосности валов

**умения:**

- выполнять проверку соосности валов;
- выполнять схемы;

**знания (актуализация):**

- расположение валов;
- порядок определения проверки соосности валов.

**Задание.** Выполнить расчет соосности валов.

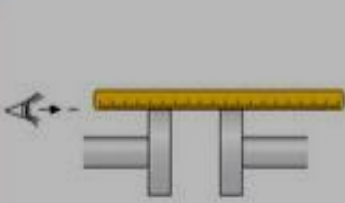
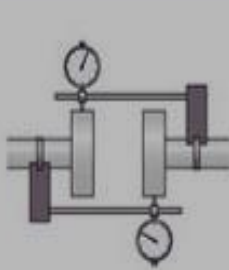
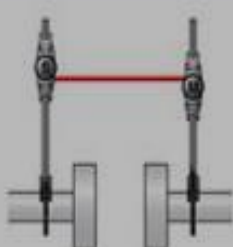
Данные для расчета:

- диаметр центрируемых полумуфт  $D = 300$  мм;
- расстояние от полумуфты прицентрировываемой машины до первого подшипника  $l_1 = 1400$  мм, до второго  $l_2 = 3600$  мм (рис. 11, б).
- длина окружности в вертикальной плоскости  $S_4 = 0,02$ ,  $S_3 = 0,03$ ;
- длина окружности в горизонтальной плоскости  $S_1 = 0,04$ ,  $S_2 = 0,02$ ;
- отклонения по торцу в вертикальной плоскости  $a_4 = 0,03$ ,  $a_3 = 0,02$ ;
- отклонения по торцу в горизонтальной плоскости  $a_1 = 0,05$ ,  $a_2 = 0,03$

### Ход работы:

1. Изучить способы измерений соосности валов (таблица 8)

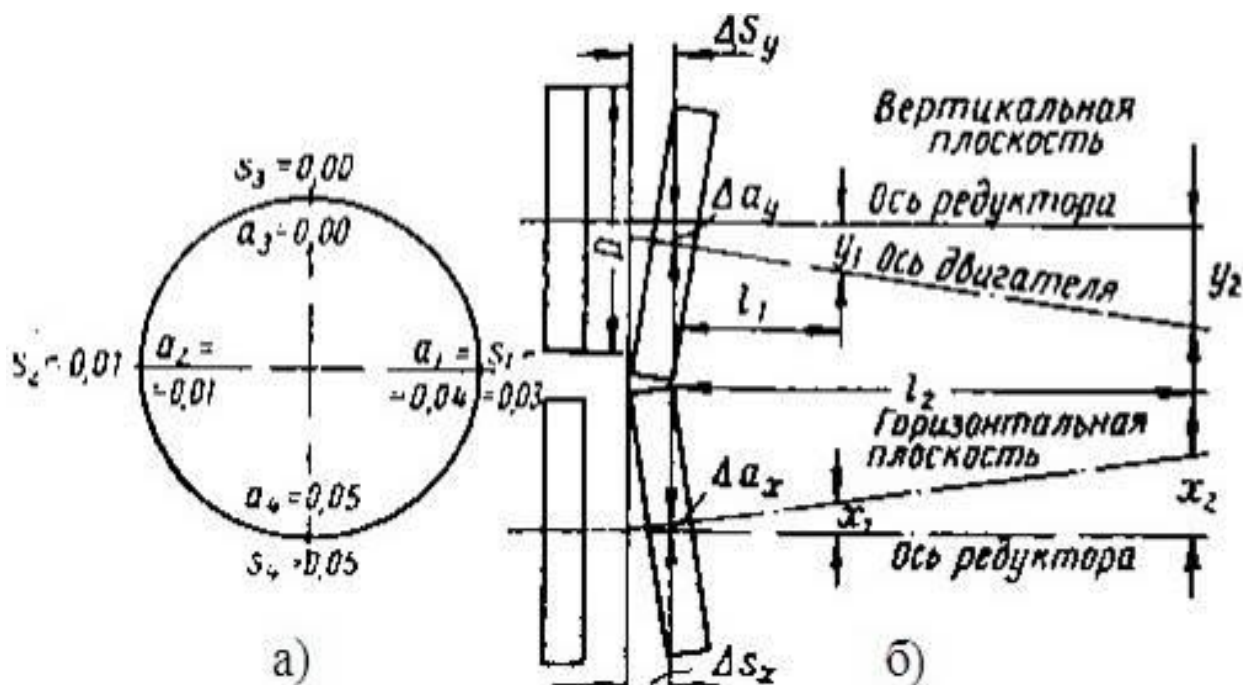
Таблица 8 – Способы измерений соосности валов

Поверочная линейка	Цифровые индикаторы	Лазерное оборудование
		
Точность --	Точность ++	Точность ++
Скорость ++	Скорость --	Скорость +
Простота в эксплуатации ++	Простота в эксплуатации --	Простота в эксплуатации +

2. Определить:

- а) наиболее точный способ измерения;
- б) наиболее простой в эксплуатации способ;
- в) менее затратный по времени способ.

3. Изучить данные измерений по полумуфтам, представленные на рисунке 11.



а) отклонения по торцу в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

б) расстояние от полумуфты прицентрировываемой машины до первого и второго подшипников

Рисунок 11 –Данные измерений по полумуфтам

4. Выполнить расчеты:

- отклонения окружности в вертикальной плоскости  $\Delta S_y$ , мм по формуле 6 (и сделать вывод об отклонении полумуфты по вертикали).

- отклонения окружности в горизонтальной плоскости  $\Delta S_x$ , мм по формуле 7 (и сделать вывод об отклонении полумуфты по горизонтали).

- отклонения в вертикальной плоскости по торцу  $\Delta a_y$ , мм по формуле 8.

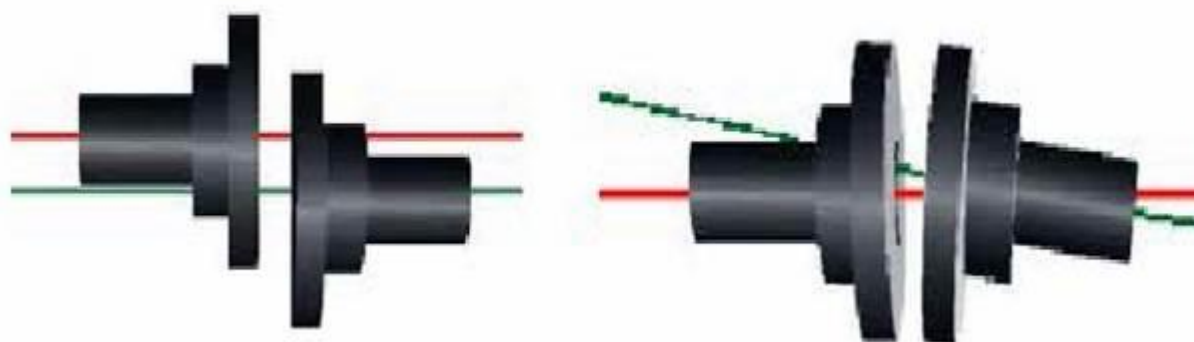
- отклонения в горизонтальной плоскости по торцу  $\Delta a_x$ , мм по формуле 9.

- отклонения первого подшипника в вертикальной плоскости  $y_1$ , мм по формуле 10.

- отклонения первого подшипника в горизонтальной плоскости  $x_1$ , мм по формуле 11.

5. Сделать вывод о перемещении прицентрируемого агрегата по высоте (определить есть ли перекося)

6. Выполнить рисунок вала с учетом выявленного перекося (рисунок 12 б) или его отсутствия (рисунок 12 а)



а) параллельная несоосность;

б) угловая несоосность (перекося)

Рисунок 12 - Виды отклонений валов от соосности

7. Сравнить расчетные данные (отклонения, полученные в процессе практической работы) с допускаемыми отклонениями валов по таблице 9.

Таблица 9 – Допуски на отклонения валов от соосности

Скорость вращения, об/мин	Конструкция муфты					
	жесткая		упругая-пальцевая		зубчатая № 1—5	
	перекося а, мм/м	параллельное смещение S, мм	перекося а, мм/м	параллельное смещение S, мм	перекося а, мм/м	параллельное смещение S, мм
До 750	0,00015D	0,08	0.0002D	0,1	0,0003 D	0,15
» 1500	0.00012D	0,06	0.00015D	0,08	0.00024D	0,12
» 3000	0.00008D	0,04	0.00012D	0,06	0.0002D	0,10
Свыше 3000	0.00004D	0,02	0.00008D	0,04	0,00015D	0,08

*Примечание: Конструкция муфты выбирается по желанию.*

### Пример расчета

Данные для расчета:

диаметр центрируемых полумуфт  $D = 200$  мм;

расстояние от полумуфты прицентрировываемой машины до первого подшипника  $l_1 = 1200$  мм, до второго  $l_2 = 3400$  мм (рис. 11, б).

длина окружности в вертикальной плоскости  $S_4 = 0,05$ ,  $S_3 = 0,00$

длина окружности в горизонтальной плоскости  $S_1 = 0,03$ ,  $S_2 = 0,01$ ;

отклонения по торцу в вертикальной плоскости  $a_4 = 0,05$ ,  $a_3 = 0,00$ ;

отклонения по торцу в горизонтальной плоскости  $a_1 = 0,04$ ,  $a_2 = 0,01$  (рис. 11, а).

Отклонение окружности определяется как полуразность измерений. В вертикальной плоскости оно составит величину  $\Delta S_y$  и определяется по формуле:

$$\Delta S_y = (S_4 - S_3) / 2 \quad (6)$$

$$\Delta S_y = (0,05 - 0,00) / 2 = 0,025 \text{ мм}$$

Положительное значение показывает, что полумуфта находится выше, чем это нужно.

Отклонение в горизонтальной плоскости  $\Delta S_x$  найдем аналогичным образом по формуле:

$$\Delta S_x = (S_1 - S_2) / 2 \quad (7)$$

$$\Delta S_x = (0,03 - 0,01) / 2 = 0,01 \text{ мм}$$

Следовательно, муфта отклонена вправо.

Отклонение в вертикальной плоскости по торцу  $\Delta a_y$  определяется по формуле:

$$\Delta a_y = a_4 - a_3 \quad (8)$$

$$\Delta a_y = 0,05 - 0,00 = 0,05 \text{ мм.}$$

В горизонтальной плоскости разность измерений  $\Delta a_x$  составит:

$$\Delta a_x = a_1 - a_2 \quad (9)$$

$$\Delta a_x = 0,04 - 0,01 = 0,03 \text{ мм.}$$

Чтобы определить, как надо переместить прицентровываемую машину, определим величину отклонения подшипников.

Отклонение первого подшипника в вертикальной плоскости  $y_1$  с учетом отклонения по окружности найдем по формуле:

$$y_1 = l_1 / D * \Delta a_y + \Delta S_y \quad (10)$$

$$y_1 = 1200 / 200 * 0,05 + 0,025 = 0,325 \text{ мм}$$

Отклонение первого подшипника в горизонтальной плоскости  $x_1$  с учетом отклонения по окружности найдем по формуле:

$$x_1 = l_1 / D * \Delta a_x + \Delta S_x \quad (11)$$

$$x_1 = 1200 / 200 * 0,03 + 0,01 = 0,19 \text{ мм}$$

Отклонение второго подшипника в вертикальной плоскости найдем по формуле:

$$y_2 = l_2 / D * \Delta a_y + \Delta S_y \quad (12)$$

$$y_2 = 3400 / 200 * 0,05 + 0,025 = 0,875 \text{ мм}$$

Отклонение второго подшипника в горизонтальной плоскости найдем по формуле:

$$x_2 = l_2 / D * \Delta a_x + \Delta S_x \quad (13)$$

$$x_2 = 3400 / 200 * 0,03 + 0,01 = 0,52 \text{ мм}$$

**ВЫВОД:** Прицентрировываемые агрегаты перемещают по высоте и в плане на полученные величины. После перемещения снова выполняют измерения и так поступают до тех пор, пока отклонения будут в пределах допусков.

### Контрольные вопросы:

1. О чем свидетельствует отрицательное значение  $\Delta S_y$  ?
2. Каким инструментом измеряют зазоры между торцами полумуфт и по окружности ?
3. Что вызывает несовпадение осей вала и полумуфты ?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

**Название работы:** Разработка схемы измерений

**Цель:** формирование умений разрабатывать схемы измерений

**умения:**

- разрабатывать схемы измерений;
- выполнять вычисления по предложенным схемам;

**знания (актуализация):**

- схемы центровки машины по полумуфтам;
- методика измерений центровки машины по полумуфтам.

### Задание

Разработать схемы измерений центровки машины по полумуфтам.

### Ход работы

1. Изучить схему центровки машины по полумуфтам (рисунок 13).

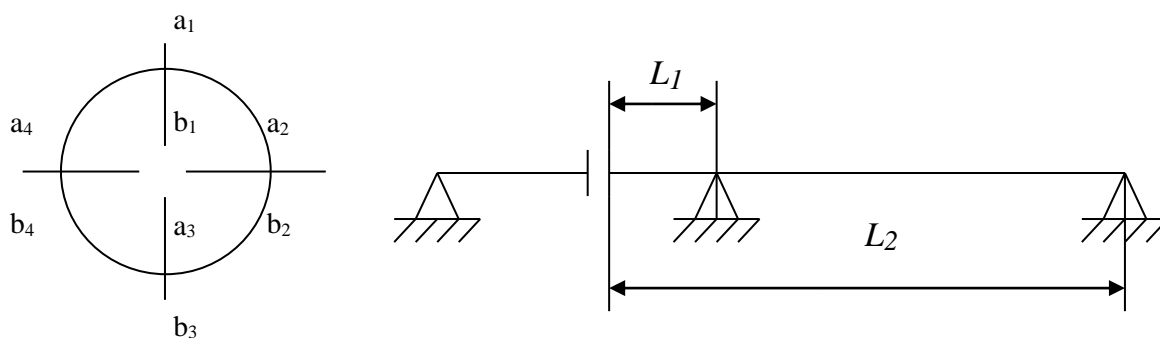


Рисунок 13 - Схема центровки машины по полумуфтам

2. Выбрать данные для расчета перемещений подшипников «А» и «В» при центровки валов, согласно варианту

Таблица 10 - Данные для расчета по вариантам

№ варианта	d	$L_1$	$L_2$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1	200	300	1400	0	0.02	0.2	0.18	0.28	0.08	0	0.2
2	250	300	1600	0.14	0	0.05	0.19	0.07	0	0.29	0.26
3	290	300	1800	0.17	0.07	0	0.1	0	0.11	0.30	0.19
4	320	350	2000	0.1	0.13	0.03	0	0.18	0	0.06	0.24
5	350	350	2000	0.18	0.06	0	0.12	0.22	0.17	0	0.05
6	380	350	2200	0.15	0	0.02	0.17	0.09	0.27	0.18	0
7	400	350	2400	0	0.06	0.16	0.1	0.25	0.11	0	0.14
8	430	380	2600	0.06	0	0.09	0.15	0.17	0	0.03	0.2
9	490	400	2800	0.14	0.08	0	0.06	0	0.04	0.18	0.14
10	540	400	3000	0.03	0.12	0.09	0	0.15	0	0.06	0.21

*Примечание:*

$d$  – диаметр центрируемых полумуфт, мм;

$L_1$  – расстояние от полумуфты, при центрируемой машине до первого подшипника, мм;

$L_2$  – то же до второго, мм;

$a_1$  и  $a_3$  – результаты измеренных зазоров по окружности в вертикальной плоскости;

$a_2$  и  $a_4$  – результаты измеренных зазоров по окружности в горизонтальной плоскости, мм;

$b_1$  и  $b_3$  – отклонение по торцу в вертикальной плоскости, мм;

$b_2$  и  $b_4$  – отклонение по торцу в горизонтальной плоскости, мм.

3. Описать методику измерений центровки машины по полумуфтам (рисунок 14).

4. Выполнить схему измерений (рисунок 14), проставив на ней необходимые для расчета параметры в соответствии с данными своего варианта
5. Рассчитать необходимое перемещение подшипников «А» и «В» для центровки валов.

### Пример:

Данные для расчета.

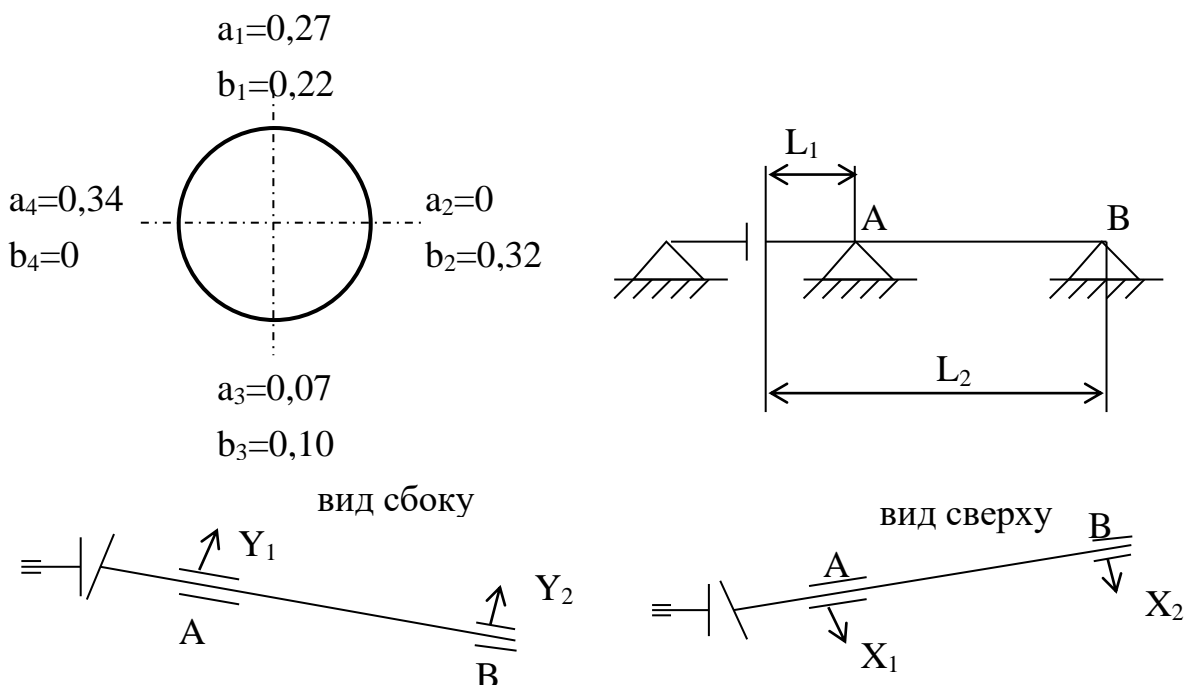
$d = 400\text{ мм}$ ;  $L_1 = 500\text{ мм}$ , до второго  $L_2 = 1800\text{ мм}$ ;  $a_1 = 0,27\text{ мм}$ ,  $a_3 = 0,07\text{ мм}$ ;  $a_2 = 0$ ;  $a_4 = 0,34$ ;  $b_1 = 0,22\text{ мм}$ ;  $b_3 = 0,10\text{ мм}$ ;  $b_2 = 0,32\text{ мм}$ ;  $b_4 = 0\text{ мм}$ .

Для обеспечения центровки валов необходимо сместить подшипники «А» и «В» присоединяемой машины, передвигая их по горизонтальности или перемещая в вертикальной плоскости по средством давления или убавления подкладок под стойками подшипников.

Введем следующие обозначения:

$X_1$  и  $X_2$  – горизонтальное перемещение подшипников «А» и «В» по плите вправо, если перед « $X_1$ » и « $X_2$ » стоит знак(+), и влево если стоит знак (-); смотреть надо на торец муфты (со стороны устанавливаемой машины).

$Y_1$  и  $Y_2$  – вертикальное перемещение подшипников «А» и «В» вверх, если перед « $Y_1$ » и « $Y_2$ » стоит знак(+), и вниз если стоит знак (-).





## Рисунок 14 - Схема измерений по полумуфтам

Необходимое перемещение рассчитывается по формуле:

$$Y_1 = \frac{a_1 - a_3}{2} + (b_1 - b_3) \cdot \frac{L_1}{d} \quad (14)$$

$$Y_1 = \frac{0,27 - 0,07}{2} + (0,22 - 0,10) \cdot \frac{500}{400} = 0,25 \text{ мм}$$

$$Y_2 = \frac{a_1 - a_3}{2} + (b_1 - b_3) \cdot \frac{L_2}{d} \quad (15)$$

$$Y_2 = \frac{0,27 - 0,07}{2} + (0,22 - 0,10) \cdot \frac{1800}{400} = 0,64 \text{ мм}$$

$$X_1 = \frac{a_2 - a_4}{2} + (b_2 - b_4) \cdot \frac{L_1}{d} \quad (16)$$

$$X_1 = \frac{0 - 0,34}{2} + (0,32 - 0) \cdot \frac{500}{400} = 0,23 \text{ мм}$$

$$X_2 = \frac{a_2 - a_4}{2} + (b_2 - b_4) \cdot \frac{L_1}{d} \quad (17)$$

$$X_2 = \frac{0 - 0,34}{2} + (0,32 - 0) \cdot \frac{1800}{400} = 1,27 \text{ мм}$$

Следовательно, подшипник «А» надо поднять вверх на 0,25 мм и передвинуть вправо (знак +) на 0,23 мм, а подшипник «В» следует поднять на 0,64 мм и передвинуть вправо (знак +) на 1,27 мм.

### Контрольные вопросы:

1. Как добиваются заданной точности центровки валов?
2. Какие мерительные инструменты используются для измерений расстояний от полумуфты, при центрируемой машине до подшипника?
3. Кто выполняет измерения центровки валов при монтажных работах?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11**

**Название работы:** Разработка технологии монтажа компрессора

**Цель:** формирование умений разрабатывать технологию монтажа компрессора  
**умения:**

- разрабатывать технологию монтажа компрессора;
- выполнять схемы монтажа компрессора;

**знания (актуализация):**

- устройство компрессора;
- алгоритм монтажных работ.

### **Задание**

Разработать технологию монтажа компрессора 2-ОК-1

### **Ход работы**

1. Внимательно изучить схему на рисунке 15 и описание к ней

Компрессор 2-ОК-1 служит для накачивания сжатого воздуха в пусковые резервуары двигателей внутреннего горения.

Компрессор 4 (фиг. 1) установлен на стальной сварной раме 5. Он имеет клиновидную ременную передачу 3 от электродвигателя 2, закрытую кожухом 1. Для натяжения ремней имеется винтовое приспособление 6. Рама 5 крепится к фундаменту болтами. Конструкция рамы позволяет устанавливать ее, если это необходимо, на амортизаторах.

Тип электродвигателя для привода компрессора зависит от типа установки.

В зависимости от применяемого электродвигателя изменяется диаметр шкива компрессора.

Компрессор вертикальный, двухцилиндровый, двухступенчатый.

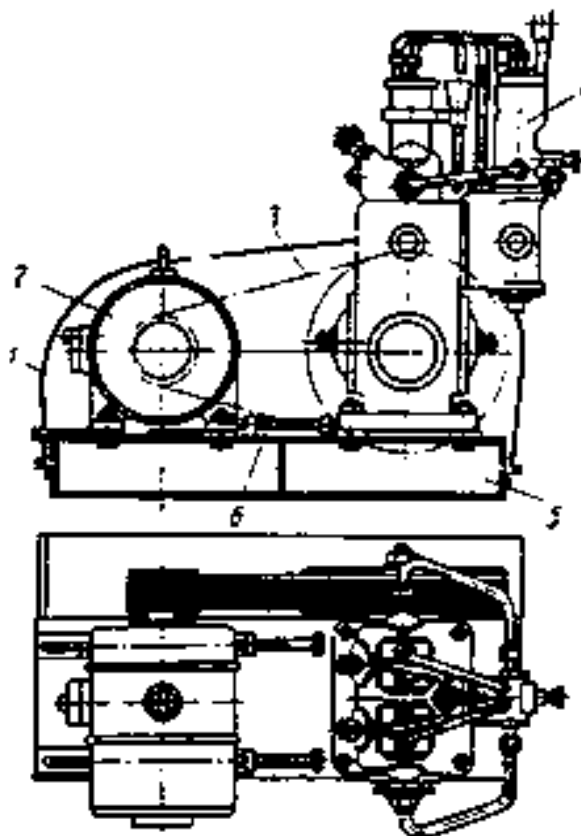


Рисунок 15. Компрессор 2-ОК-1:

1 — кожух; 2 — электродвигатель; 3 — ременная передача; 4 — компрессор; 5 — рама; 6 — винтовое приспособление.

2. Описать технологию монтажа компрессора, поступившего в собранном виде, включая операции:

- а) приемку фундаментов к месту установки;
- б) оснастку приспособлений и монтажного оборудования для подъема компрессора на фундамент;
- в) монтаж с проверкой уплотняющих устройств, подшипников, сборкой и регулировкой системы смазки и охлаждения;
- г) выверку и закрепление компрессора;
- д) центровку с двигателем;
- е) опробование, компрессора на холостом ходу и под нагрузкой с проведением наладки и устранения обнаруженных дефектов;
- ж) сдача компрессора в эксплуатацию.

### **Контрольные вопросы:**

1. Кто занимается разработкой монтажных схем?
2. Входят ли и испытания в монтажные работы?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12**

**Название работы:** Составление исполнительной документации

**Цель:** формирование умений составлять исполнительную схему

**умения:**

- составлять исполнительную схему;

**знания (актуализация):**

- технологии монтажных работ;
- алгоритм составления исполнительных схем.

### **Задание**

Составить документацию на приемку оборудования в монтаж и испони

### **Ход работы**

1. Составить акт на приемку компрессора 2-ОК-1 в монтаж.

Компрессор 2-ОК-1 доставлен на монтажную площадку в собранном виде (приложение Б).

2. Составить исполнительную геодезическую схему фундамента размером 3000\* 1500 под компрессорную установку с монтируемым компрессором 2-ОК-1 (Пример см. в приложении В)

### **Контрольные вопросы:**

1. Что понимают под исполнительной схемой?
2. Кто составляет схему на монтаж компрессора?
3. Является ли акт- приемки компрессора исполнительной схемой?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13**

**Название работы:** Разработка технологии монтажа мостового крана

**Цель:** формирование умений разрабатывать технологию монтажа мостового крана

**умения:**

- разрабатывать технологию монтажа мостового крана;
- выполнять схемы монтажа мостового крана;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения мостового крана;
- алгоритм монтажных работ.

### **Задание**

Разработать технологию монтажа мостового крана грузоподъемностью 50/10 т, пролетом 25 м, массой 50 т (масса приводной балки 24 т, неприводной балки - 21 т, грузовой тележки 4 т, кабины 1 т) при помощи стрелового самоходного крана КС- 55721 на высоту 7 м.

### **Ход работы**

1. Внимательно изучить общий вид мостового крана (Приложение Г).
2. Описать технологию монтажа мостового крана, поступившего на монтажную площадку, включая операции:
  - а) приемку подкрановых путей по акту -приемки;
  - б) оснастку приспособлений и монтажного оборудования для подъема элементов мостового крана на подкрановые пути;
  - в) монтаж элементов мостового крана, сборка;
  - г) выверку и закрепление мостового крана;
  - д) испытания мостового крана;
  - е) опробование на холостом ходу и под нагрузкой с проведением наладки и устранения обнаруженных дефектов;
  - ж) сдача мостового крана заказчику.

3. Выполнить схему монтажа мостового крана на формате А3 в двух проекциях в действующем цехе, указав последовательность монтажа (исходное, промежуточное и проектное положения), размещения грузоподъемных средств.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какая организация проводит испытания мостового крана?
2. Представители каких организаций должны присутствовать на приемке мостового крана?

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную самостоятельно безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами, исправленными самостоятельно по наводящим вопросам преподавателя.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную с недочетами, исправленными с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основные источники:**

1. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: в 2 ч.: учебник для студ. СПО/ А. Г . Схиртладзе и др. -2-е изд., стер.-М.: Академия, 2017.-256с.
2. Вереина, Л.И. Технологическое оборудование [текст]: учебник для среднего проф. образования /Л.И. Вереина. – М.: Академия, 2018. – 336с.
3. Моряков,О.С.Оборудование машиностроительного производства [Текст] : учеб. пособие для студ. Уч реждений сред. проф. образования / О.С. Моряков. - Москва : Издательский центр "Академия", 2014. - 256 с.
4. Сокова, С. Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ [Электронный ресурс] : учебник/ С. Д. Сокова. - М. : НИЦ ИНФА-М, 2014. - 208 с. - (Среднее профессиональное образование).

### **Дополнительные источники:**

5. Доценко А.И. Строительные машины [Электронный ресурс]: учебник / А.И. Доценко, В.Г. Дронов. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 533 с.
6. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка [текст]: учебник для среднего проф. образования /В.В. Ермолаев. – М.: Академия, 2018. – 272с.
7. Иванов В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2016. - 235 с.
8. Карпицкий В.Р. Общий курс слесарного дела [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Р. Карпицкий. — 2-е изд. — Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2017. — 400 с.

Условные графические изображения на чертежах

№	Наименование	Обозначение	№	Наименование	Обозначение	№	Наименование	Обозначение
1	Проектная установка		13	Мачта прищипная		26	Таль электрическая	
2	Граница площадки складирования		14	Кран автомобильный		27	Канат	
3	Ограждение опасной зоны		15	Кран гусеничный		28	Винтовые стяжки	
4	Монтажная площадка		16	Кран трубоукладчик		29	Защиты для кабелей	
5	Площадка складирования		17	Трактор		30	Якорь погружаемый	
6	Транзитное положение оборудования при монтаже		18	Автомобиль		31	Границы зоны обхода	
7	Б1 на фасаде		19	Автомобиль с трейлером		32	Пожарный щит	
	Направление А) подачи оборудования Б) монтажа		20	Блок пеллоидный		33	Точка электропитания	
8	Место стоянки крана		21	Блок грузовой		34	Монтажник	
9	Кран башенный		22	Полыпаст		35	Сигнальщик	
10	Кран крановый		23	Лебедка рычажная		36	Руководитель монтажа	
11	Кран настольный		24	Лебедка электрическая		37	Бытовое помещение	
12	Мачта режущая: А) вертикальная Б) наклонная		25	Домкрат		38	Грунт	
						39	Склад вспомогательных материалов	



**Приложение Б**

Типовая ведомственная приложение  
М-25, утверждена приказом ЦСУ N  
628 от 27.11.85

Заказчик \_\_\_\_\_

**АКТ №**

**приемки-передачи оборудования в  
монтаж**

Код по ОКУД

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Акт составлен

\_\_\_\_\_  
(место составления акта)

Код операции	Склад

Передано

\_\_\_\_\_  
(наименование организации)

перечисленное ниже оборудование и техническая документация к нему для  
монтажа в

\_\_\_\_\_  
(место монтажа)

\_\_\_\_\_  
(наименование здания, сооружения, цеха, электроустановки)

Наименование оборудования	Код (номенкла- турный номер)	Тип, марка	Заводской номер или маркировка	Завод- изготовитель	Номер позиции по технологиче- ской схеме	Поступления на склад за- казчика		Количество	Стоимость
						дата	номер акта приемки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Оборотная сторона формы М-25**

При приемке оборудования в монтаж установлено следующее:

1. Оборудование соответствует ~~несоответствует~~ проектной спецификации или чертежу (если не соответствует, указать в чем)

2. Оборудование передано комплектно ~~некомплектно~~ (указать состав комплекта и технической документации, по которой произведена приемка и какая комплектность)

3. Дефекты при наружном осмотре оборудования (если обнаружены, подробно их перечислить)

Примечание: дефекты, обнаруженные при ревизии, монтаже и испытании оборудования, подлежат активированию особо.

4. Заключение о пригодности к монтажу

Сдал представитель заказчика

(должность, фамилия, имя, отчество, подпись)

Принял представитель монтажной организации

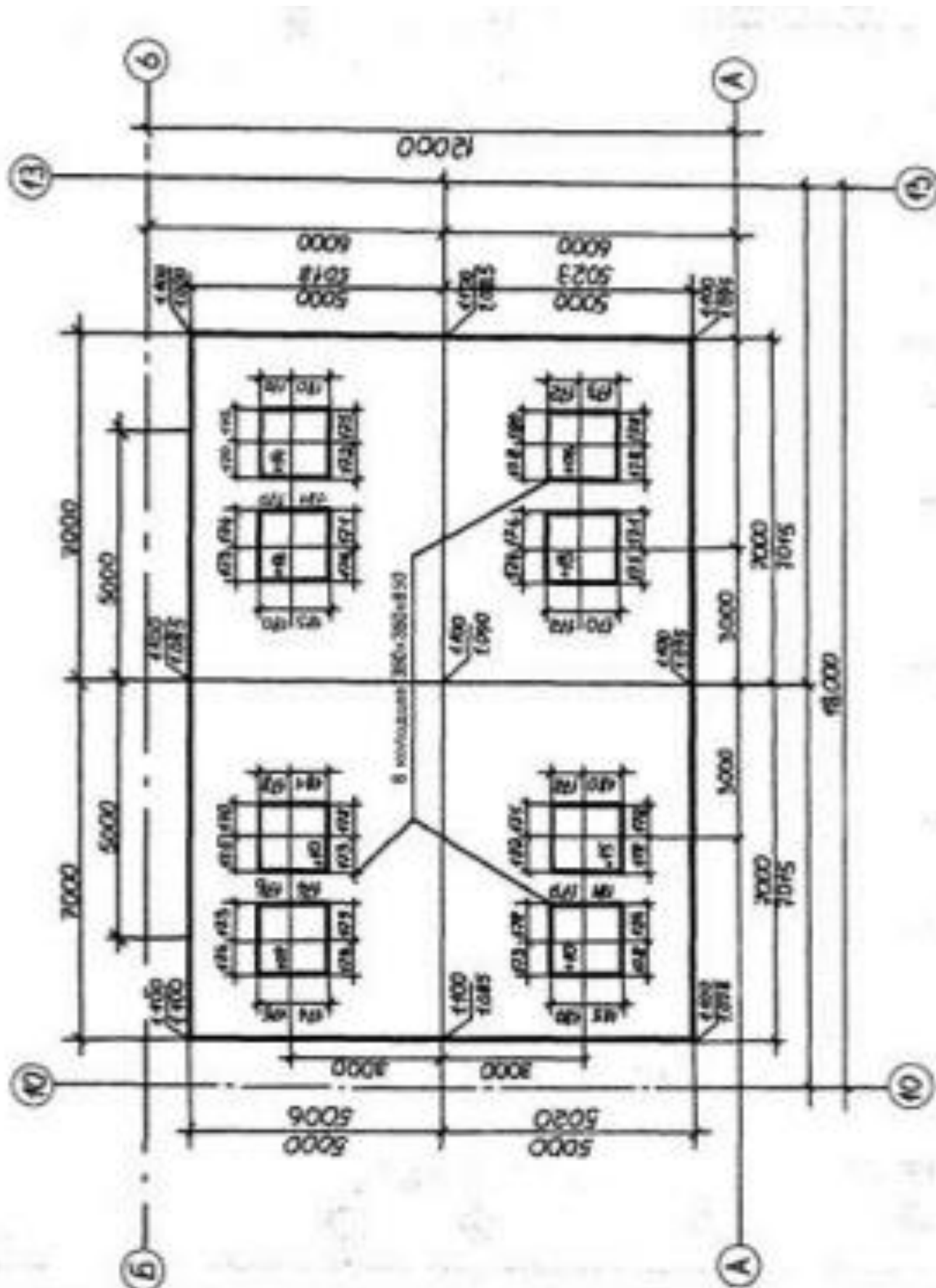
(должность, фамилия, имя, отчество, подпись)

*Указанное оборудование принято на хранение.*

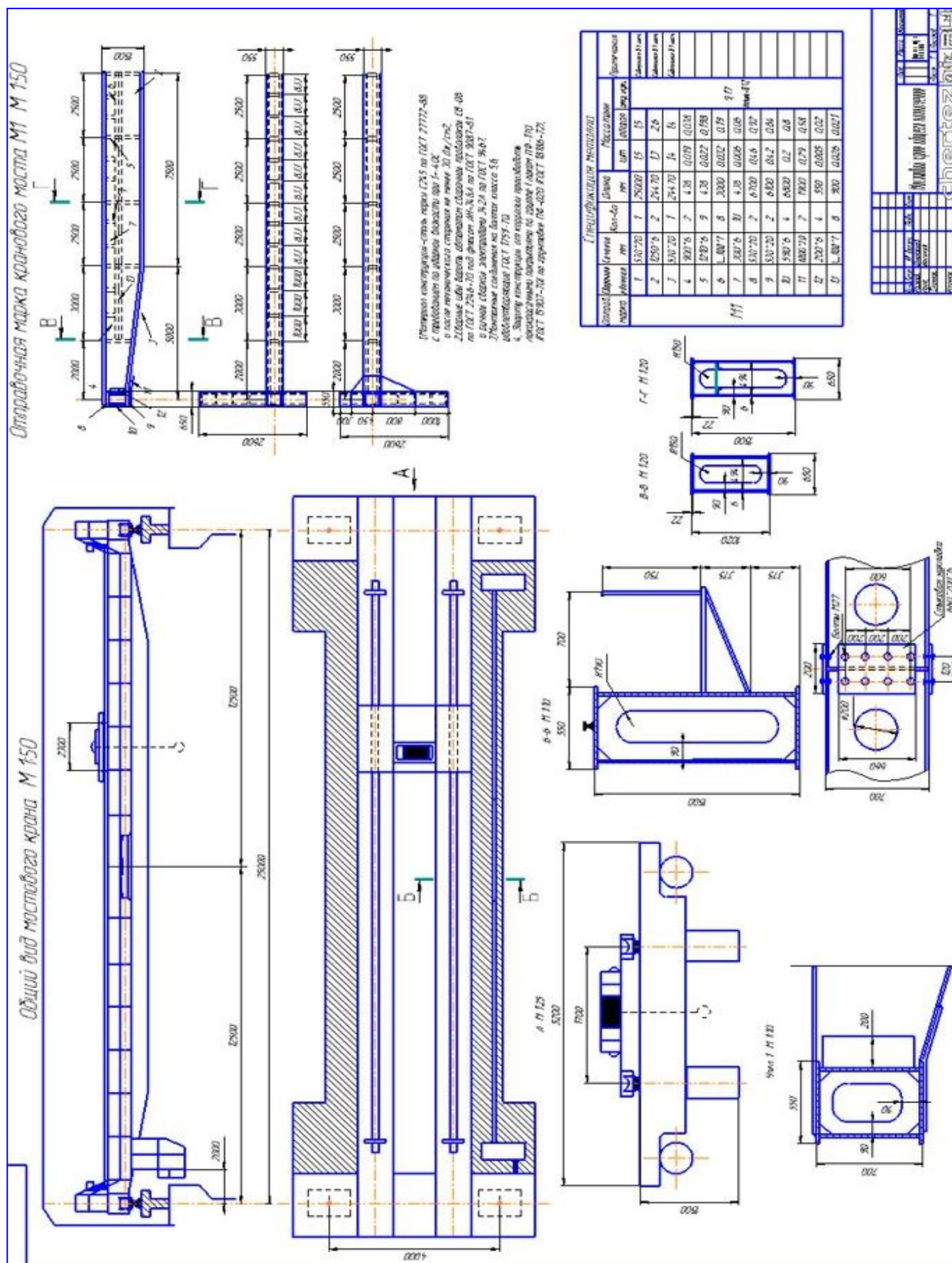
Материально-ответственное лицо

(должность, фамилия, имя, отчество, подпись)

Исполнительная геодезическая схема фундамента под оборудование



## Общий вид мостового крана



Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

## **ОТЧЕТ**

по выполнению практических работ

*по МДК 01.01 «Организация монтажных работ промышленного  
оборудования и контроль за ними»*

выполнил: **Ф.И.О.**

группа: **МО- ... / б**

проверил: **Ф.И.О.**

Челябинск, 20...