

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Институт промышленных технологий и инжиниринга

Кафедра «Переработка нефти и газа»

Контрольная работа  
по предмету: Техническое обслуживание и ремонт оборудования

Выполнил: студент  
группы ХТБз 18-1  
Петров Е.В

Проверил:  
Мозырев А.Г.

Тюмень  
ТИУ  
2021

## 1 Теоретическая часть

### 1.2 Балансировка вращающихся деталей

К современным быстроходным агрегатам – насосам, паровым и газовым турбинам, компрессорам и другим машинам, - предъявляют высокие требования в отношении их работы без вибраций. Последние нарушают точность работы машины, создают дополнительные нагрузки на подшипники, расшатывают опоры и соединения деталей и узлов друг с другом. В тщательно выверенном агрегате вибрации появляются вследствие неуравновешенности (дисбаланса) вращающихся деталей.

Неуравновешенность вращающихся деталей может возникнуть как результат неточности формы изделия (овальности, эксцентricности, биения), деформации деталей при изготовлении (прогиб вала) и во время работы агрегата, а также неравномерности распределения материала в теле детали (разностенности, наличия раковин и неметаллических включений).

### 1.3 Центровка агрегатов

При монтаже крупных поршневых и центробежных агрегатов – насосов, компрессоров и др. – поставляемых в виде отдельных узлов, наиболее ответственная операция – центровка вращающихся деталей. Центровка вращающихся деталей сводится к достижению плавности и непрерывности осей валов, соединяемых посредством муфты. Плавность и непрерывность осей должны сохраняться при вращении валов вокруг своей оси. При этом нагрузка подшипников не будет периодически меняться и, следовательно, не возникнет вибрация агрегатов.

При смещении валов их оси параллельны (рисунок 1) и выполняются

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб		Петров Е.В.			Контрольная работа	Литера	Лист	Листов
Пров		Мозырев А.Г.				у	1	
Н. Контр.					ТИУ, ИПТИ ХТБз 18-1			
Утв								

следующие неравенства:

$$a_1 + r_1 + e = a_2 + r_2,$$

или

$$e = a_2 - a_1 + (r_2 - r_1).$$

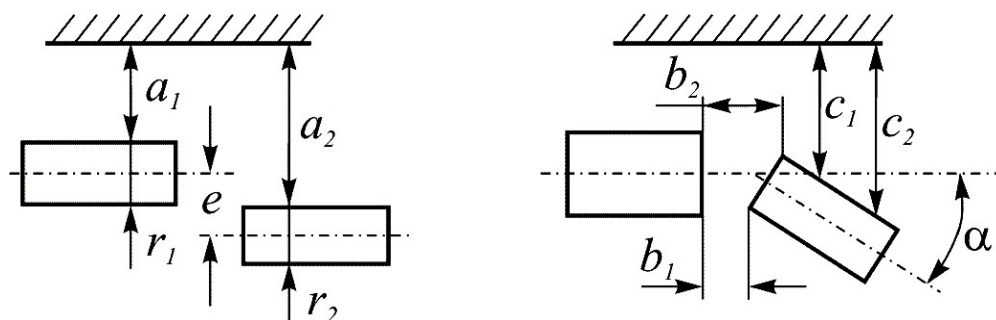


Рисунок 1.1 - Виды расцентровки валов: смещение и перекос осей:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – смещение осей;  $r$  – радиус вала;  $e$  – эксцентриситет осей валов

При перекосе валов их оси скрещиваются между собой под углом  $\alpha$ , в результате чего радиальные или осевые зазоры оказываются разными.

При центровке валов необходимо устранить как перекос валов, так и их смещение, т.е. получить  $\alpha = 0$  и  $e = 0$ .

Применяют следующие основные способы центровки: по полумуфтам при помощи линейки, по двухрадиальным стрелкам и по индикаторам, позволяющим замерять разности  $(a_2 - a_1)$  и угол перекоса  $\alpha$ .

Самый простой и наименее точный способ центровки – по полумуфтам при помощи линейки или скобы и щупа. Стальную линейку узкой гранью прикладывают к поверхности полумуфты базового вала в трех-четырех положениях по окружности и щупом замеряют зазоры между линейкой и полумуфтой центрируемого вала. Оба вала при этом остаются неподвижными. Перемещения центрируемого вала добиваются того, чтобы величины зазоров между линейкой и полумуфтой центрируемого вала при всех его положениях

были одинаковые.

Центрируемые валы устанавливают в «начальное положение», которое в дальнейшем принимается за нулевое. При этом ориентируются по меткам, нанесенным на полумуфтах.

Поворачивая одновременно оба вала от первоначального положения на  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$  в направлении рабочего вращения валов, замеряют зазоры  $a$  и  $b$ , причем в каждом положении снимают по одному радиальному замеру ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  и  $a_4$ ) по окружности. По торцам полумуфт производят в каждом положении четыре замера по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров ( $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  и  $b_4$ ). Это необходимо для того, чтобы в дальнейшем исключить влияние осевых смещений валов при их поворотах.

Результаты замеров записывают на круговой диаграмме (рисунок 2).

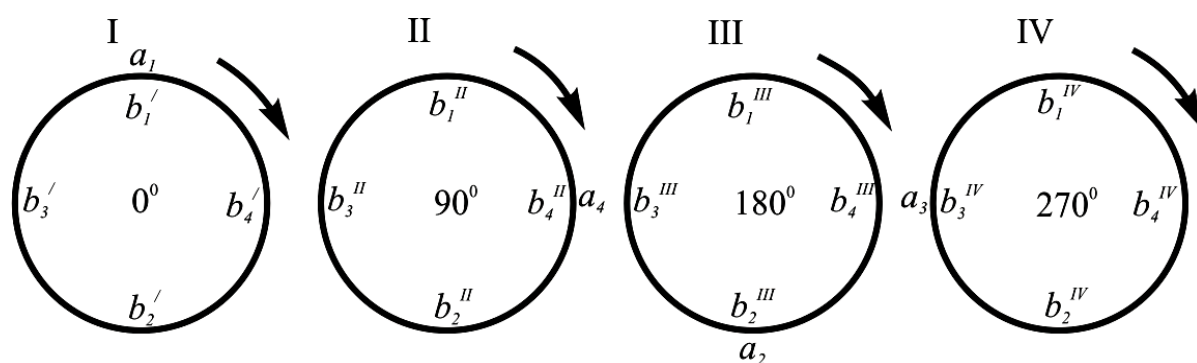


Рисунок 1.2 - Поэтапная запись проверки центровки по полумуфтам

Контрольный замер производят по окружности, повернув валы на  $360^\circ$ , т.е. установив их в первоначальное, нулевое положение. Результаты этого замера должны совпадать с первоначальными.

Анализ результатов центровки по полумуфтам проводят следующим образом.

Осевое смещение валов при совместном вращении на центровку влияния не оказывает и в расчетах не учитывается.

Подсчитывают средние арифметические значения замеров по торцам полумуфт:

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

$$\frac{b_1^I + b_1^{II} + b_1^{III} + b_1^{IV}}{4} = b_1,$$

$$\frac{b_2^I + b_2^{II} + b_2^{III} + b_2^{IV}}{4} = b_2.$$

Аналогично находят среднее арифметическое  $b_3$  и  $b_4$ .

Вычитая из всех размеров их минимальные значения (по радиусу по торцу), получаем приведенные значения.

При правильно произведенных замерах должны получиться следующие равенства (с допуском  $\pm 0,02$  мм):

$$a_1 + a_2 = a_3 + a_4,$$

$$b_1 + b_2 = b_3 + b_4.$$

Затем определяют положение роторов, а также необходимую величину и направление перемещения валов по вертикали и горизонтали, чтобы исправить центровку.

Для повышения точности и ускорения центровки применяют радиально-осевые стрелки.

Радиально-осевые стрелки закрепляют на наружной поверхности полумуфт или на шейках валов. Каждая стрелка имеет два наконечника, что позволяет замерять осевые и радиальные зазоры между наконечниками стрелок центрируемых валов (рисунок 3).

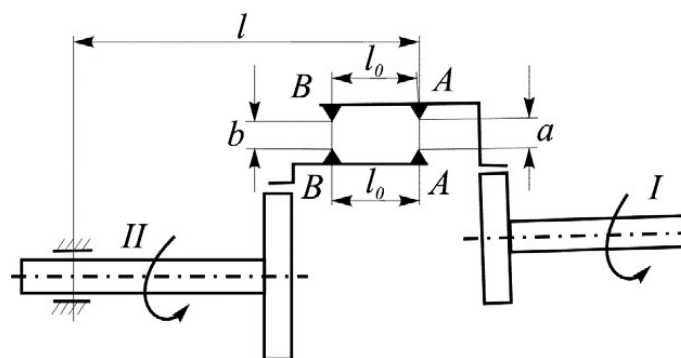


Рисунок 1.3 - Схема для центровки валов по радиально-осевым стрелкам: I – базовый вал; II – центрируемый вал

Для устранения смещения, а также излом осей валов, необходимо сместить подшипники центрируемого вала в вертикальной и горизонтальной плоскостях на определенное расстояние. Величину перемещения подшипника определяют по уравнениям:

$$x = \frac{b \times l_4}{D} \text{ и } y = \frac{x \times l_4}{l_3},$$

где  $b = b_1 - b_3$ ;  $l_3$  и  $l_4$  - длины ротора между подшипниками, м; D- диаметр полумуфты, м.

Допустимую расцентровку осей при проверке по полумуфтам определяют в соответствии с данными табл. 1.

Центровку считают удовлетворительной, если разность диаметрально противоположных замеров перекоса и параллельного смещения осей валов не превышает величин, указанных в таблица 1.

Таблица 1.1 - Допустимые величины перекоса и смещения полумуфт

Скорость вращения вала, об/мин	Допустимые величины перекоса и смещения полумуфт, мм		
	упругая	зубчатая	жесткая
до 500	0,15	0,2	0,1
750	0,10	0,15	0,08
1500	0,08	0,12	0,06
3000	0,06	0,1	0,04
свыше 3000	0,04	0,08	0,02

## 2 Расчетная часть

### 11 вариант

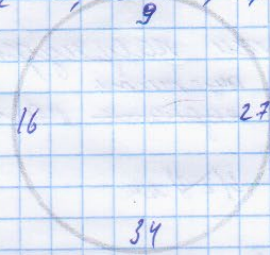
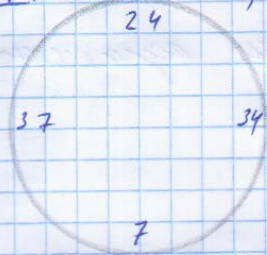
$$D = 275 \text{ мм}, L_3 = 350 \text{ мм}, L_4 = 900 \text{ мм}$$

$$I (0^\circ): a = 30, b_1 = 24, b_2 = 34, b_3 = 7, b_4 = 37$$

$$II (90^\circ): a = 16, b_1 = 9, b_2 = 27, b_3 = 34, b_4 = 16$$

$$III (180^\circ): a = 49, b_1 = 19, b_2 = 36, b_3 = 14, b_4 = 17$$

$$IV (270^\circ): a = 21, b_1 = 4, b_2 = 19, b_3 = 5, b_4 = 26$$

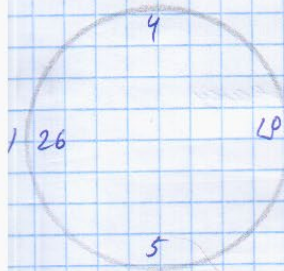


$$b_1 = \frac{24 + 9 + 19 + 4}{4} = \frac{56}{4} = 14$$

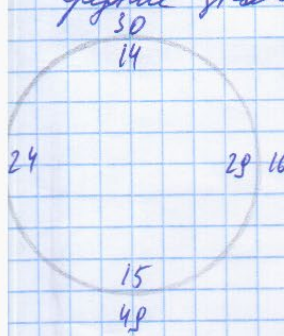
$$b_2 = \frac{34 + 27 + 36 + 19}{4} = \frac{116}{4} = 29$$

$$b_3 = \frac{7 + 34 + 14 + 5}{4} = \frac{60}{4} = 15$$

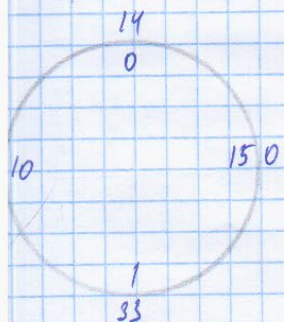
$$b_4 = \frac{37 + 16 + 17 + 26}{4} = \frac{96}{4} = 24$$



Средние значения диаметров:



Привариваем значения к конформности:



Определяем расщепление по осям:

Вертикальная ось:

$$b_0 = 1 - 0 = 1 \quad a_0 = 33 - 14 = 19$$

Горизонтальная ось:

$$b_2 = 15 - 10 = 5, \quad a_2 = 5 - 0 = 5$$

Чтобы точки окружности цилиндра были направлены, необходимо подшипник  $\approx 4$  <sup>сдвинуть</sup> ~~переместить~~ на величину:

$$x_0 = \frac{b_0 \cdot l_4}{D} = \frac{1 \cdot 900}{275} = 3,27 \text{ мм}$$

Крулик тоже подшипник  $\approx 4$  надо сдвинуть вправо на величину:

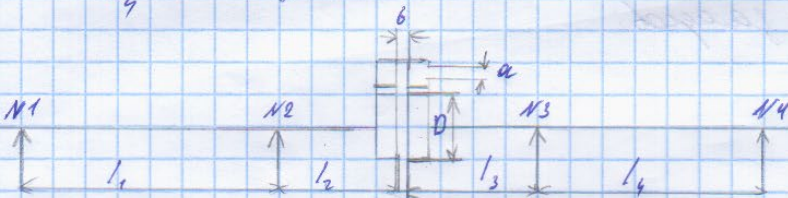
$$x_2 = \frac{b_2 \cdot l_4}{D} = \frac{5 \cdot 900}{275} = 16 \text{ мм}$$

Полцилиндра которая эл. рваная перемещается на величину:

$$y_0 = \frac{3 \cdot 350}{900} = 1,16 \text{ мм}$$

а также сдвинется на величину:

$$y_2 = \frac{16 \cdot l_3}{l_4} = \frac{16 \cdot 350}{900} = 6,22 \text{ мм}$$





**СПИСОК  
ИСТОЧНИКОВ**

**ИСПОЛЬЗОВАННЫХ**

**ЛИТЕРАТУРНЫХ**

1. Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Текст]: учебник для студентов вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 379 с.

2. Леонтьев, А. П. Ремонт и надежность оборудования предприятий нефтегазопереработки [Текст]: учебное пособие / А. П. Леонтьев, С. А. Леонтьев, А. Г. Мозырев; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. - 91 с.

3. Мозырев, А.Г. Неразрушающий контроль и диагностика химического оборудования [Текст]: учебное пособие. А.Г. Мозырев; ТюмГНГУ. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2011.

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		<i>Петров Е.В</i>			СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров</i>		<i>Мозырев А.Г.</i>					1	1
<i>Н. Контр.</i>						ТИУ, ИПТИ ХТБз 18-1		
<i>Утв</i>								

