

УДК 621.313.322-81

ЦЕНТРОВКА ВАЛОПРОВОДА ТУРБОАГРЕГАТА ПО ПОЛУМУФТАМ ALIGNMENT OF THE TURBINE UNIT SHAFT LINE BY HALF COUPLINGS

А-й П. Имбро, А-р П. Имбро

Научный руководитель – Н.В. Пантелей, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

nvpanteley@tut.by

A. Imbro, A. Imbro

Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в статье рассматривается центровка валопровода турбоагрегата по полумуфтам, совокупность действий по обеспечению правильного взаимного расположения всех роторов.

Annotation: the article discusses the alignment of the turbine unit shaft line by half couplings, a set of actions to ensure the correct mutual arrangement of all rotors.

Ключевые слова: валопровод, турбоагрегат, центровка роторов, зазоры, подшипники.

Key words: shaft line, turbine unit, rotor alignment, clearances, bearings.

Введение

Одним из основных условий надежной работы турбоагрегатов является обеспечение правильного взаимного расположения всех роторов, входящих в состав валопровода, представляющего собой совокупность соединенных роторов. Неправильная центровка может вызвать снижение надежности работы агрегата.

Основная часть

Центровка роторов представляет собой обеспечение, расположение валов при работе агрегата, при этом ось одного ротора и ось другого являются единой линией.

Проверка центровки роторов это обязательная операция при ремонте, ввиду того, что при эксплуатации возможны разные факторы, приводящие расцентровке(износ подшипников, смещение цилиндров, остатков фундамента и др.).

Замер центровок производится по окружности полумуфт и торцевым поверхностям. Замеры по окружности полумуфт называют радиальными, а замеры параллельности торцевых поверхностей полумуфт (излом осей) – торцевыми (рисунок 1) [2].

Для проведения замеров необходимо одновременное проворачивание обоих роторов в направлении рабочего вращения на каждые 90° в положениях, когда скоба находится сверху (начальное положение, 0°), скоба – справа (90°), скоба – снизу (180°), скоба – слева (270°), скоба сверху (контрольный замер по радиусу, 360°). Используя щуп замеряется:

- радиальный зазор в месте установки скобы (R) (кроме положения «скоба снизу»);
 - три аксиальных зазора между торцами полумуфт ($A_{лев}$, $A_{верх}$, $A_{прав}$).
- Контрольный зазор проводится при повороте на 360° и должен совпадать с первоначальным (при нулевом положении роторов).

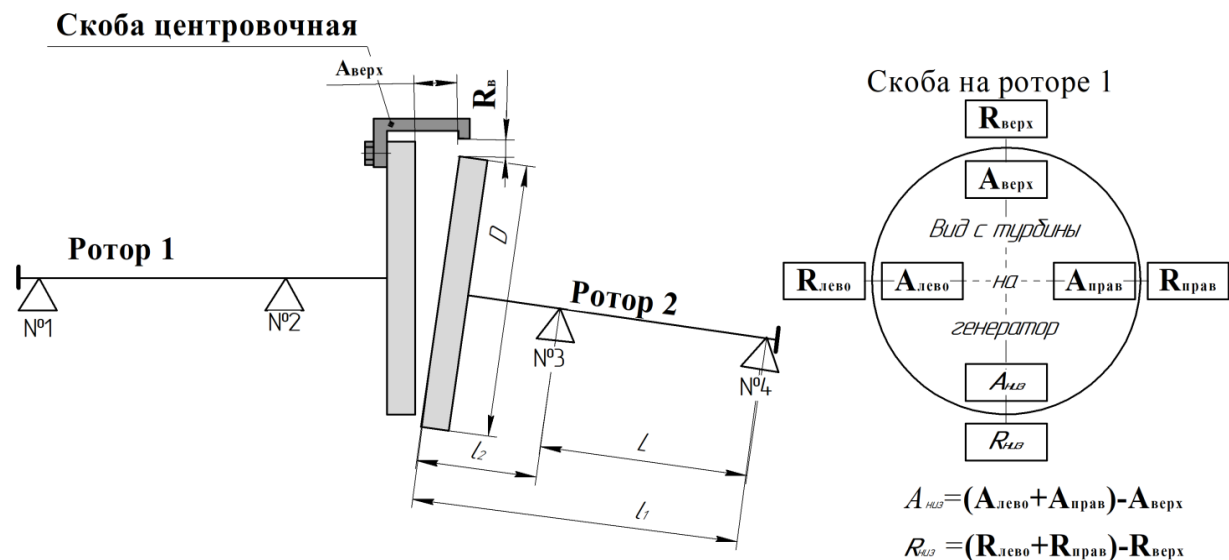


Рисунок 1 – Схема центровки роторов 1, 2 по полумуфтам [1]

В большинстве случаев, по конструктивным особенностям, выполнить замеры торцевых и радиальных зазоров снизу не представляется возможным, поэтому эти значения получают расчетным путем [3]:

$$A_{низ} = (A_{прав} + A_{лев}) - A_{верх};$$

$$R_{низ} = (R_{прав} + R_{лев}) - R_{верх}.$$

Замеры торцевых зазоров записывают в таблицу (или формуляр). Также выполняют расчеты нижних зазоров, средних и приведенных зазоров (таблица 1)

Таблица 1 – Замеры торцевых зазоров с приведенными результатами [Источник: собственная разработка автора]

Положение скобы (град)	Замеры по торцам, мм			
	$A_{верх}$	$A_{прав}$	$A_{низ}$	$A_{лев}$
Верх (0°)	0,52	0,47	-	0,30
Право (90°)	0,50	0,48	-	0,32
Низ (180°)	0,48	0,47	-	0,30
Лево (270°)	0,46	0,50	-	0,28
Сумма	1,96	1,92	-	1,20
Среднее	0,49	0,48	0,29	0,30
Приведенное	0,20	0,19	0	0,01

Замеры и расчеты радиальных зазоров, а так же приведенные результаты всех замеров центровки нагляднее записывать на диаграммах (рисунки 2, 3).

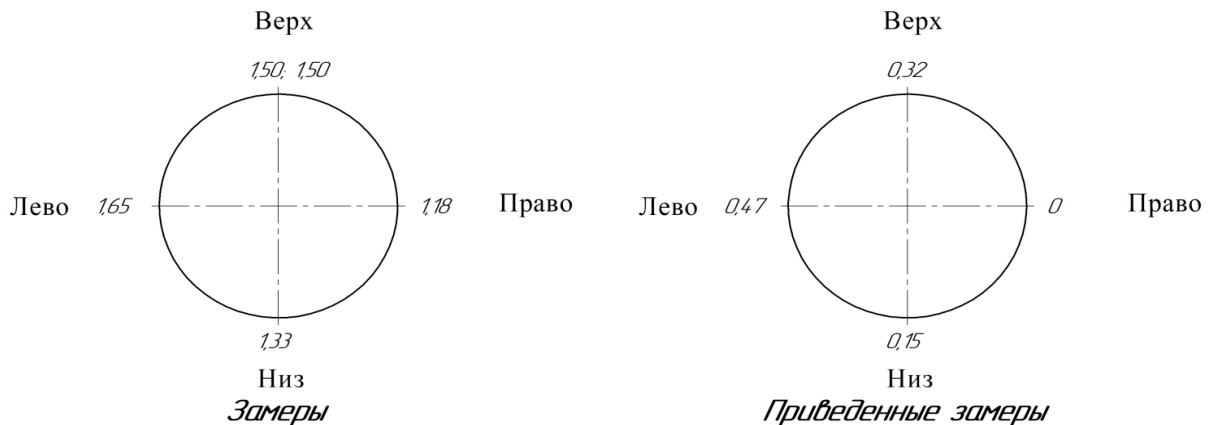


Рисунок 2 – Диаграмма радиальных зазоров [Источник: собственная разработка автора]

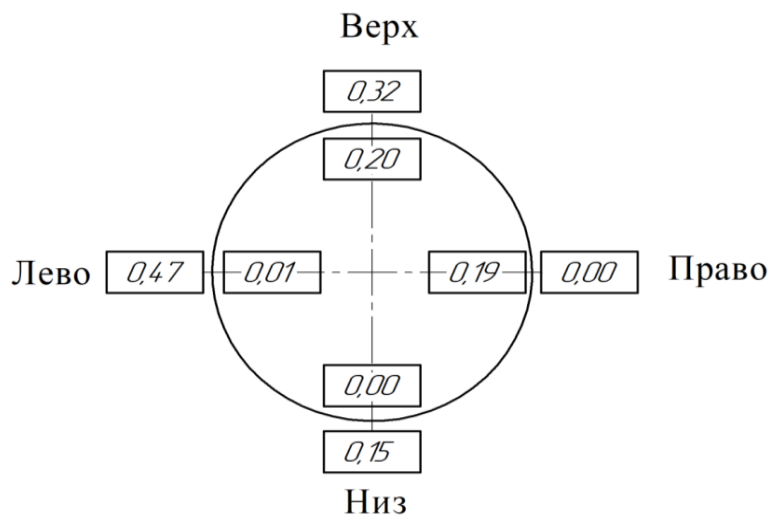


Рисунок 3 – Диаграмма приведенных замеров центровки «ротор 1 – ротор 2» [Источник: собственная разработка автора]

Далее, для подсчета среднеарифметических величин центровки по торцам применяется формула [3]:

$$A_{\text{ср.верх}} = (A_{1\text{верх}} + A_{2\text{верх}} + A_{3\text{верх}} + A_{4\text{верх}}) : 4.$$

Аналогично этому рассчитываются $A_{\text{ср. прав}}$, $A_{\text{ср. лев}}$.

Подсчет приведенных величин центровки проводится по формуле [3]:

$$A_{\text{верх}} = A_{\text{ср. верх}} - A_{\text{ср. мин.}}$$

Аналогично этому рассчитываются приведенные величины [3]:

$$A_{\text{прав}}, A_{\text{лев}}, A_{\text{низ}}, R_{\text{верх}}, R_{\text{прав}}, R_{\text{лев}}, R_{\text{низ}}.$$

Таким образом, это исходные данные для перемещения вкладышей подшипников в вертикальном и в горизонтальном положении.

По этим данным выполняют вертикальные и горизонтальные схемы положения роторов (рисунок 4).

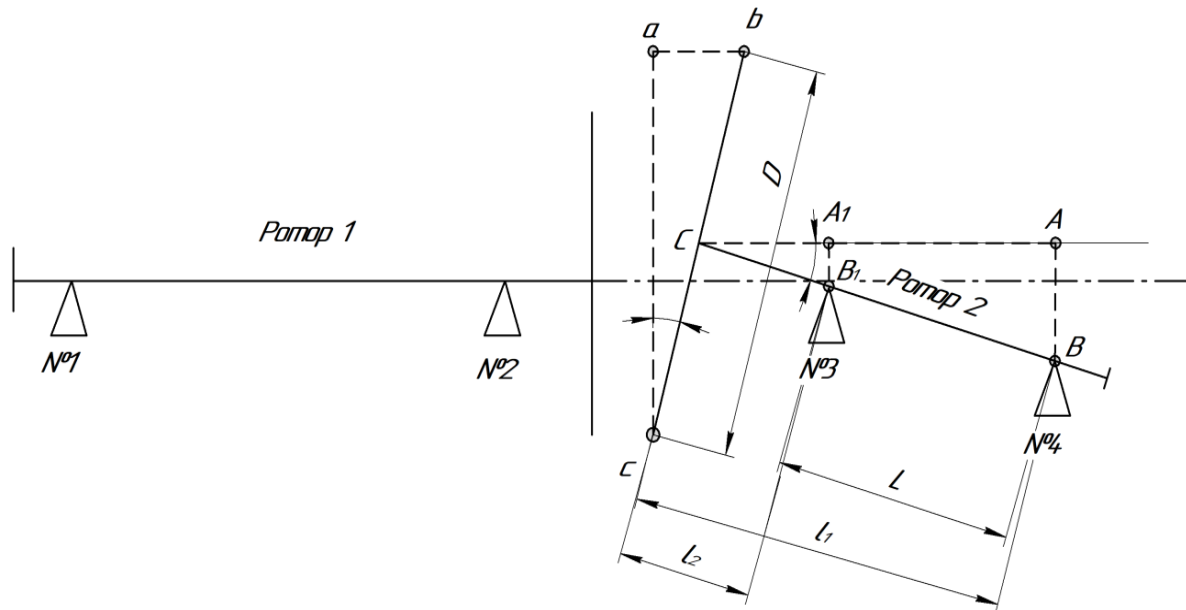


Рисунок 4 – Схема взаимного положения роторов 1, 2 по данным центровки по полумуфтам [1]

Для устранения непараллельности торцов необходимо повернуть вал ротора 2 вокруг точки С, чтобы линия ВС совпала с линией СА [1]. Для этого необходимо поднять подшипник №4 на величину АВ, а подшипник №3 на A_1B_1 .

Из подобия треугольников abc , ABC , A_1B_1C и известных по данным центровки величин $A_{\text{вертик}}$ и $A_{\text{горизонт}}$, где $A_{\text{вертик}} = A_{\text{верх}} - A_{\text{низ}}$, $A_{\text{горизонт}} = A_{\text{прав}} - A_{\text{лев}}$, следует [3]:

$$AB = ab \times AC : ac = A_{\text{вертик}} \times l_1 : D;$$

$$A_1B_1 = ab \times A_1C : ac = A_{\text{горизонт}} \times l_2 : D.$$

Перемещение положения подшипников №3 и №4 обеспечит достижение параллельности торцов муфт, но не будет еще устранено несовпадение осей роторов в вертикальной плоскости. Величины перемещения оси ротора в вертикальной и горизонтальной плоскостях определяются по формулам [1]:

$$R_{\text{вертик}} = (R_{\text{верх}} - R_{\text{низ}}) : 2;$$

$$R_{\text{горизонт}} = (R_{\text{прав}} - R_{\text{лев}}) : 2.$$

При анализе результатов измерений центровки роторов по полумуфтам принимается во внимание замеры положения роторов по масляным и паровым расточкам, состояние узлов турбоагрегата, опыт предыдущих центровок (при его наличии), предложения завода-изготовителя, учитывающие коррективы в положении роторов, которые возникнут в процессе работы турбоагрегата по сравнению с холодным состоянием турбины.

Перед тем как переместить подшипники нужно произвести расчёты необходимых подкладок.

При установке прокладок следует учитывать угол расположения боковых колодок (подушек) относительно горизонтального разъема вкладыша (α). Чтобы поднять ротор на величину Y по высоте, необходимо под нижнюю колодку установить прокладку толщиной Y , а под боковые – подложить толщиной $Y \times \sin \alpha$ (рисунок 5) [1].

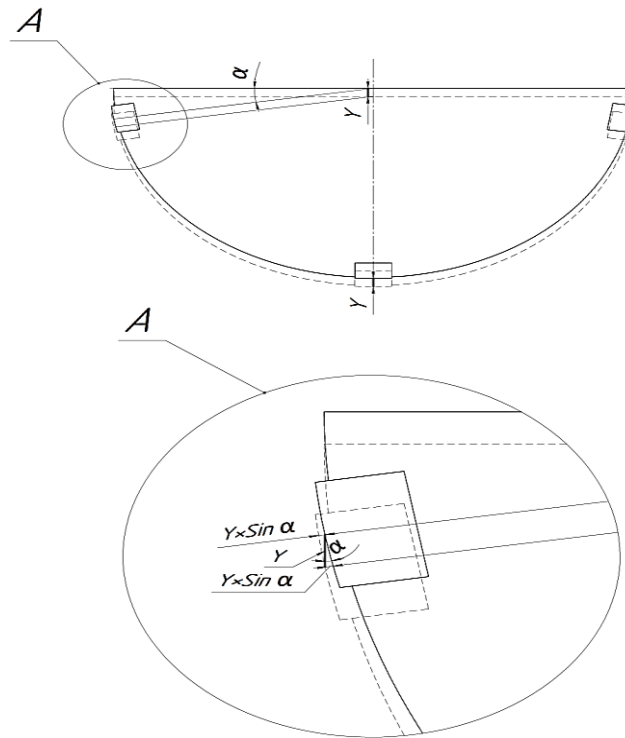


Рисунок 5 – Опорный подшипник турбины [1]

Заключение

Таким образом, гарантия правильного расположения роторов турбоагрегата дает возможность обеспечить нормативный уровень вибросостояния подшипниковых опор, виброскорость и виброперемещение роторов, а также добиться правильной работы агрегата в целом.

Процесс центровки валопроводов турбоагрегатов по полумуфтам на данный момент проводится специалистами вручную, при помощи построения графиков, схем, диаграмм. Данная работа требует больших временных затрат, четких замеров и расчетов. Для ускорения процесса и исключения ошибок необходимо написание компьютерной программы, которая позволит обеспечить снижение трудоемкости и повышения качества ремонтных работ, связанных с центровкой роторов при ремонтах турбоагрегатов.

Литература

1. Ремонт паровых турбин / В.А. Молочек. – М.: Энергия, 1968. – 376 с.
2. Ремонт паровых турбин: Учебное пособие для вузов / В.Н. Родин, А.Г. Шарапов, Б.Е. Мурманский, Ю.А. Сахнин, В.В. Лебедев, М.А. Кадников,

Л.А. Жученко; под общ. ред. Ю.М. Бродова и В.Н. Родина. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ – УПИ, 2002. – 296 с.

3. Технологический процесс капитального ремонта турбины К-300-240 ЛМЗ. Центровка роторов. Центральное конструкторское бюро по модернизации энергетического оборудования. ЦКБЭНЕРГО, Харьковский филиал, 1975. – 11 с.

4. Устройство и ремонт оборудования турбинных цехов тепловых электростанций: Учебник для подготовки рабочих на производстве / И.В. Энгель-Крон. – 4-е изд., перераб. доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 207 с.