

В.А. Сидоров /к.т.н./, А.Л. Сотников

Донецкий национальный технический университет (Донецк, Украина)

С.А. Цыба

ЗАО "Донецксталь" – металлургический завод" (Донецк, Украина)

БАЛАНСИРОВКА РОТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО БАЛАНСИРОВКЕ

Наиболее сложным в практике уравнивания является переход от уравнивания в одной плоскости к уравниванию в двух плоскостях методом амплитуд и фаз, рассмотренным ранее. Современные приборы для балансировки осуществляют процесс уравнивания ротора в диалоговом режиме. Поэтому для пользователя последовательность вычислений остается неизвестной. Наиболее часто используется метод расположения пробных грузов последовательно в плоскостях коррекции. Целью данного урока является изучение последовательности решения задачи уравнивания ротора в двух плоскостях используя забытый метод уравнивания в составляющих и уравнивания в двух плоскостях при последовательном расположении пробных грузов в плоскостях коррекции. Примеры уравнивания взяты из работ по уравниванию турбоагрегатов на электростанциях и наладке вентиляторов главного проветривания угольных шахт [1, 2].

Пример 1. Необходимо уравновесить симметричный ротор в двух плоскостях. Уравнивание провести в составляющих динамического дисбаланса. Начальные векторы вибраций [1]:

$$|\bar{A}_0| = 107 \text{ мкм, фазовый угол } 191,0^\circ;$$

$$|\bar{B}_0| = 56 \text{ мкм, фазовый угол } 234,5^\circ.$$

Соотношения фазовых углов показывают преобладание симметричной составляющей неуравновешенности ротора. Исходя из имеющейся чувствительности опор однотипных машин $k_c = 25$ мкм/кг определяем дисбаланс ротора:

$$Q_n = \frac{1000}{k_c} \cdot \frac{A_0 + B_0}{2} = \frac{1000}{25} \cdot \frac{107 + 56}{2} = 3260 \text{ г.}$$

Пробный груз принимается равным около половины предполагаемого дисбаланса, два груза весом по $P = 1450$ г устанавливаем в виде симметричной пары в торцевые плоскости ротора.

Плоскость установки грузов определяем по точкам максимального отклонения концов ротора при проходе последним первой критической скорости, при этом угол сдвига фазы дисбаланса будет близок к $90,0^\circ$. Угол установки пробных грузов $101,0^\circ$ (градусная шкала на балансировочной окружности).

Измерение вибраций при пуске с парой симметричных грузов дало следующие результаты:

$$|\bar{A}_{01}| = 62 \text{ мкм, фазовый угол } 187,0^\circ;$$

$$|\bar{B}_{01}| = 28 \text{ мкм, фазовый угол } 292,0^\circ.$$

На полярной диаграмме (рисунок 1), в выбранном масштабе наносим все экспериментальные векторы амплитуд вибраций (\bar{A}_0 , \bar{B}_0 , \bar{A}_{01} , \bar{B}_{01}), а затем их суммы $\bar{A}_0 + \bar{B}_0$ и $\bar{A}_{01} + \bar{B}_{01}$. Замыкающий вектор, составленный из суммарных векторов, является искомым вектором суммы $\bar{A}_1 + \bar{B}_1$, соответствующий суммарному влиянию симметричных грузов:

$$|\bar{A}_0 + \bar{B}_0| = 150 \text{ мкм, фазовый угол } 205,0^\circ;$$

$$|\bar{A}_1 + \bar{B}_1| = 91 \text{ мкм, фазовый угол } 19,0^\circ.$$

Получим значения векторов симметричных уравнивающих грузов:

$$Q_1^c = Q_2^c = -P \frac{A_0 + B_0}{A_1 + B_1} = 1450 \cdot \frac{150}{91} = 2400 \text{ г;}$$

$$(101,0^\circ + 205,0^\circ - 19,0^\circ - 180,0^\circ) = 105,0^\circ.$$

Пуск с определённой парой уравнивающих грузов, установленных в прежнем месте ($101,0^\circ$), дал следующие вибрации опор: $|\bar{A}_{02}| = 30$ мкм; фазовый угол $165,0^\circ$; $|\bar{B}_{02}| = 34$ мкм; фазовый угол $11,0^\circ$.

Из анализа полученных векторов можно заключить о практически полной ликвидации симметричных дисбалансов, поскольку угол между векторами вибраций стал близок к $180,0^\circ$.

Предварительную оценку динамического дисбаланса проведём по описанному способу,

Для получения доступа к полному тексту данной публикации необходимо обратиться к авторам по эл. почте: **m-lab@ukr.net**

или воспользоваться Интернет-сервисом **elibrary.ru**

$$\bar{H}_1 = \bar{A}_0 - \bar{\alpha} \cdot \bar{N} = 710, \text{ фазовый угол } 215,0^\circ,$$

затем вычисляют величину:

$$\beta \cdot H_1 = 0,5 \cdot 710 = 355; (15,0^\circ + 215,0^\circ) = 230,0^\circ,$$

и величину \bar{N}_1 первого приближения:

$$\bar{N}_1 = \bar{B}_0 - \bar{\beta} \cdot \bar{H}_1 = 273, \text{ фазовый угол } 75,0^\circ.$$

Вычисления ведут до тех пор, пока результаты последнего и предпоследнего приближений не станут одинаковыми. Полученные величины \bar{N}_n и \bar{H}_n являются искомыми.

В рассматриваемом примере совпали результаты пятого и шестого приближений: $\bar{H}_5 = 163$, фазовый угол $208,0^\circ$ и $\bar{N}_6 = 113$, фазовый угол $151,5^\circ$.

Тогда неуравновешенность первой плоскости приведения:

$$m_1 = \frac{H_5}{Z_{11}} = \frac{163}{300} = 0,543 \text{ кг}; (208,0^\circ - 30,0^\circ) = 178,0^\circ,$$

неуравновешенность во второй плоскости приведения:

$$m_2 = \frac{N_6}{Z_{11}} = \frac{113}{400} = 0,283 \text{ кг}; (151,5^\circ - 60,0^\circ) = 91,5^\circ.$$

Для того, чтобы уравновесить рабочее колесо вентилятора, необходимо закрепить, грузы имеющие массу 0,543 кг и 0,283 кг в местах диаметрально противоположных вычисленным фазам, а именно на углах:

$$178,0^\circ + 180,0^\circ = 358,0^\circ \text{ и } 91,5^\circ + 180,0^\circ = 271,5^\circ.$$

Как видно из таблицы 1, после установки грузов близких по значению найденному дисбалансу 0,553 кг и 0,288 кг, вибрация на опоре А снизилась до 10 мкм, а на опоре В до 8 мкм.

1. Рунов Б.Т. Уравновешивание турбоагрегатов на электростанциях. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 224 с.
2. Руководство по ревизии и наладке главных вентиляторных установок шахт. / А.С. Гофман и др. – М.: Недра, 1981. – 336 с.



ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время мы проводим обучение и передаем методические материалы по следующим направлениям:

- средства измерения и анализа параметров вибрации и шума;
- виброметрия и спектральный анализ;
- анализ временных реализаций вибрации;
- виброконтроль и мониторинг;
- оценка и прогнозирование технического состояния;
- определение причин неисправностей;
- монтаж, центровка и балансировка;
- визуальный осмотр.

Подготовка включает теоретические и практические занятия



Ассоциация механиков "АссоМ"[™]

Телефон: +38 (062) 348-50-56

E-mail: as@mech.dgtu.donetsk.ua

ПОДПИСКА

НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЖУРНАЛЫ

«Металлургические процессы и оборудование»

(издается с марта 2005 г., 4 номера в год, объем 60-80 стр.)

Проектирование и производство современного высокопроизводительного и безопасного оборудования для горно-металлургического комплекса, организация производства и управление фондами, реконструкция и модернизация действующего оборудования, энергосбережение и утилизация отходов; повышение производительности и качества продукции, организация и проведение работ по обслуживанию, диагностированию, ремонту и восстановлению промышленного оборудования с применением современных технологий и материалов.

«Вибрация машин: измерение, снижение, защита»

(издается с мая 2005 г., 4 номера в год, объем 60-80 стр.)

Борьба с вибрацией машин и металлоконструкций; оценка технического состояния оборудования по виброакустическим параметрам; разработка методов диагностирования, снижения вибрации и балансировки; защита оборудования и обслуживающего персонала от вибраций; разработка и сертификация современных средств измерения и анализа параметров вибрации; проектирование нового вибрационного оборудования.

Подписные индексы журналов в каталогах

Журнал	Каталог		
	"Пресса Украины"	"Газеты. Журналы" (Агентство ОАО "Роспечать")	ООО "НПП "Идея"
Металлургические процессы и оборудование	98832	21897	16170
Вибрация машин: измерение, снижение, защита	98831	21896	16171

Предприятия и организации Украины и России могут оформить подписку в любом почтовом отделении, в подписных агентствах, в редакции журналов и в ее представительствах.

Предприятия и организации др. стран СНГ могут оформить подписку только в редакции журналов и в ее представительствах.

По другим вопросам подписки, публикации статей и размещения рекламы обращаться в редакцию журналов.

Редакция журналов

Адрес: 83001, Украина, Донецк, ул. Артема, 58

Телефон: +380 (62) 348-50-56, (066) 029-44-30

Эл. почта: m-lab@ukr.net

Интернет: metal.donntu.edu.ua, vibro.donntu.edu.ua

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО РЕДАКЦИИ

ООО "ТОИР Консалт" (Россия)

Телефон/факс: +7 (495) 775-85-02

Эл. почта: info@toir-consult.ru

Интернет: www.toir-consult.ru

ПОДПИСНЫЕ АГЕНТСТВА

ООО "НПП "Идея" (Украина)

Телефоны: +380 (62) 381-09-32;

+380 (44) 417-86-67, 204-36-44

Эл. почта: info@idea.donetsk.ua

Интернет: www.idea.com.ua

ООО Фирма "Меркурий" (Украина)

Телефоны: +380 (56) 374-90-30, 374-90-31;

(44) 248-88-08, 249-98-88, 242-97-51;

(536) 700-384, 2-45-48; (232) 6-00-93, 6-45-26

(62) 348-11-14, 345-15-92; (56) 374-90-32;

(542) 25-12-49, 25-12-55