ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С. М. КИРОВА

Том 108 *ИССЛЕДОВАНИЕ БУРИЛЬНЫХ МАШИН* *1959*

НАСТРОЙКА И КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ МАШИН

В. Т. Тихонов

Вопросы уравновешивания быстро вращающихся частей горных машин, например рабочих колес и ротора вентилятора «Проходка-500», СВМ-5, роторов и вентиляторов электроприводов, в связи с увеличением скоростей вращения отдельных деталей горного оборудования приобретают исключительно важное значение в процессе изготовления машин.

В настоящее время на заводах горного электромашиностроения широкое распространение получили отечественные балансировочные машины типа ДБ-4 и ДБ-3, а также балансировочные машины, изготовляемые мастерскими кафедры прикладной механики Московского института инженеров железнодорожного транспорта. Ни в инструкциях к машинам, ни в современной технической литературе, вопрос количественной оценки работы балансировочных машин детально не рассмотрен. Настройка и проверка оценки работы балансировочных машин требует наличия эталонов уравновешиваемых тел. Эталоном уравновешиваемого тела может служить контрольный ротор, который по своему весу, размерам и форме должен соответствовать роторам балансируемых машин. Проверка сбалансированности контрольного ротора в условиях производства затруднительна в силу изменения масштаба работы балансировочной машины. Для настройки и контроля работы балансировочной машины считаем возможным применить общеизвестный метод динамической балансировки без балансировочной машины с помощью кругового обхода балансируемого тела взвешенным грузом в двух плоскостях уравновешивания. Указанный метод дает возможность произвести количественную оценку работы балансировочной машины и определить:

1) величину неуравновешенности в отбалансированном теле в делениях шкалы;

2) величину неуравновешенности в делениях шкалы указателя дисбаланса, вызванную контрольным грузом;

3) цену деления шкалы указателя дисбаланса балансировочной машины, *гсм*;

4) остаточную неуравновешенность в отбалансированном теле, *гсм*;

5) количество делений шкалы указателя дисбаланса на балансировочной машине, соответствующее 1 *гсм*.

Для проведения контроля и настройки балансировочных машин по методу кругового обхода изготовляются контрольные балансируемые тела, имеющие форму и одинаковый вес с балансируемыми деталями. Цапфы контрольных балансируемых тел снабжены подшипниками. В плоскостях уравновешивания контрольных тел симметрично относительно оси вращения сверлят отверстия под контрольные грузы. Число отверстий принимается в зависимости от размеров балансируемого тела; для тел средних размеров удобно принять восемь отверстий, равнорасположенных по окружности и имеющих резьбу под контрольные грузы, минимальное число отверстий — 4. Размеры отверстий и вес грузов приняты из условия создания контрольным грузом дисбаланса в один, два и более грамм-сантиметров. Торцы, наружная цилиндрическая поверхность и цапфы контрольного тела отшлифованы так, что биение на этих поверхностях отсутствует. Контрольные тела подвергаются тщательной динамической балансировке.

Проверка работы балансировочной машины производится дополнительным контрольным дисбалансом, создаваемым контрольным грузом путем ввинчивания последнего в резьбовое отверстие на торце балансируемого тела. Контрольный груз представляет собой винт, взвешенный на аналитических весах. Подгонка веса производится за счет изменения длины винта. Круговой обход контрольным грузом производят по ходу стрелки часов, для чего контрольный груз ввинчивают в плоскости левого, а затем правого торца последовательно по отверстиям. Так как отверстия равно удалены от оси вращения, то они создают одинаковые контрольные дисбалансы дополнительно к неуравновешенности ротора.

Определив по шкале балансировочной машины в каждом из положений контрольного груза величину дисбаланса, можно вычислить величину и место расположения остаточной неуравновешенности. Показания стрелок указателя дисбаланса на балансировочной машине будут различны в противоположных точках балансируемого тела. В одной точке остаточная неуравновешенность будет увеличивать отклонение стрелки прибора, а в противоположной точке — уменьшать за счет «тяжелого» места на диаметрально расположенной точке.

Выбрав точки с максимальным и минимальным показаниями дисбаланса (рис. 1), можно утверждать, что «тяжелое» место находится близко к осевой плоскости, проходящей через эти точки. Создаваемые контрольным грузом P во всех обозначенных точ-

ках ротора контрольные дисбалансы $м=Pr$ вызывают каждый раз (в пределах линейности показаний прибора) одинаковые отклонения стрелки прибора на равное число делений R, а остаточная неуравновешенность ротора вызывает отклонение на δ делений шкалы прибора.

Если контрольный груз P ввернуть в «легкое» место на балансируемом теле, то за счет остаточной неуравновешенности отклонение стрелок указателя дисбаланса на балансировочной машине уменьшается, т. е. величина показания n в делениях шкалы равна

$$n = к - \delta. \tag{1}$$

При ввертывании контрольного груза P в «тяжелое» место, наборот, за счет остаточной неуравновешенности балансируемого

Рис. 1. Круговая диаграмма распределения неуравновешенности в контрольном теле при обходе взвешенным грузом.

тела отклонение стрелки указателя дисбаланса увеличивается, т. е. величина показания шкалы

$$m = к + \delta. \tag{2}$$

По данным кругового обхода и по величине контрольного дисбаланса определяем осевую плоскость, где расположена неуравновешенность и величину этой неуравновешенности δ. Решая уравнения (1) и (2) относительно δ, находим число делений шкалы указателя, характеризующее остаточный дисбаланс в плоскости уравновешивания,

$$\delta = \frac{m - n}{2}.$$

Решая уравнения (1) и (2) относительно $к$, находим отклонение стрелки указателя дисбаланса, вызванное контрольным дисбалансом,

$$k = \frac{m + n}{2}.$$

По величине контрольного дисбаланса $м = Pr$ узнаем цену деления шкалы указателя балансировочной машины (в *гсм*); 1 деление $= \frac{M}{k}$, откуда остаточная неуравновешенность Δ (в *гсм*) будет

$$\Delta = \frac{M\delta}{k}.$$

Для определения числа делений шкалы указателя балансировочной машины w, соответствующего 1 *гсм*, делим число делений шкалы указателя на величину контрольного дисбаланса $м$ в *гсм*,

$$w = \frac{k}{M}.$$

Совпадение показания величины остаточной неуравновешенности по шкале указателя дисбаланса в делениях шкалы с ее величиной, полученной по круговому обходу, свидетельствует о точности произведенных измерений, о правильной наладке и дает возможность сделать вывод о правильной работе балансировочной машины.

После того, как произведена проверка или настройка балансировочной машины необходимо снять график чувствительности. Для этого на тщательно отбалансированное контрольное тело раздельно в правой, а затем в левой плоскостях уравновешивания накладывают на одно и то же место взвешенные кусочки пластилина весом в несколько граммов. Затем вес кусочков увеличивают. В большинстве случаев график (рис. 2) имеет линейную зависимость. Сняв график чувствительности с правой и левой плоскостей уравновешивания, можно установить порог чувствительности балансировочной машины и установить деления шкалы указателя дисбаланса, обеспечивающие остаточную неуравновешенность в пределах допуска.

Настройка балансировочной машины должна быть зафиксирована в таблице настройки.

Таблица установки рукояток электроизмерительного пульта для уравновешивания якорей единой серии

Роторы электрических машин	Установка переключателей и лимбов													1 *гсм* соответствует делениям шкалы прибора машины	Диаметр сменного шкива
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		

Динамическое уравновешивание тел, работающих на шарикоподшипниках, рекомендуется производить на подшипниках, предназначенных для монтажа машин. В случае необходимости технологического демонтажа подшипников, нужно нанести риску на

внутреннюю обойму подшипника и вала, а при сборке обратить внимание на совмещение этих рисок. Все операции технологического процесса обработки: токарная обточка, фрезерование шпонок, шлифовка и даже покраска должны быть произведены до операции динамического уравновешивания.

Таблица настройки балансировочной машины и графики чувствительности для правой и левой сторон уравновешивания должны быть составлены для каждого типа балансируемых деталей продукции завода.

Рис. 2. График настройки балансировочной машины.

В балансировочных машинах ДБ-4 и ДБ-3 «тяжелое» место на контрольном теле, полученное методом кругового обхода, используется для настройки и контроля работы неоновой лампы. Повышение чувствительности балансировочных машин особенно при уравновешивании роторов весом до 3 *кг* может быть осуществлено путем применения облегченной конструкции вкладышей из легкого сплава или дерева (рис. 3).

Рис. 3. Облегченная опора к балансировочным машинам ДБ-3 и ДБ-4.

Динамическое уравновешивание деталей, состоящих из ротора и рабочих колес вентилятора типа «Проходка 500» и других, всегда нужно стремиться производить совместно — в собранном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Пилицин. Приспособление для динамической балансировки роторов. Машгиз, 1953.
2. А. А. Димерман. Балансировка роторов турбин. Машгиз, 1946.
3. Испытание балансировочных станков. Экспресс-информация, ГНТК СССР. Академия наук, Станкостроение, Выпуск 38, № 149—152, Октябрь, 1958.
4. Б. В. Шитиков. Динамическая балансировка роторов. Трансжелдориздат, 1951.

М-во высшего и среднего специального образования РСФСР
Томский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. С. М. Кирова