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

Том 224 1976

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СНИЖЕНИЯ МАГНИТНЫХ ВИБРАЦИЙ И ШУМА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Ю. В. ГОРСТ, П. Т. МАЛЬЦЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

Уравновешивание якорей некоторых электрических машин в производственных условиях на типовом балансировочном оборудовании с точностью до 2-3 *микрон* не позволяло снизить до допустимых пределов уровень вибраций на частоте, соответствующей числу оборотов якоря. Уравновешивающие грузы при этом устанавливались в двух поперечных плоскостях вблизи опор якоря. Спектральные составляющие вибрации машин на частоте вращения, собранных с такими якорями, достигали 70—80 *дб*. Расчеты по описанной в литературе методике [1] показали, что такой уровень вибрации на частоте вращения может быть обусловлен смещением центра тяжести якоря с оси вращения на 40—45 *микрон*. В спектрах вибрации и шума составляющие магнитного происхождения имели также весьма высокие уровни.

В связи с повышенными требованиями к виброакустическим характеристикам некоторых электрических машин перед заводом-изготовителем встала задача по снижению уровней их вибрации и шума.

Исследованию были подвергнуты два типа ЭМУ ($n = 5400$ *об/мин* и $n = 6000$ *об/мин*) однокорпусного исполнения. Устанавливая разбалансирующие грузы в поперечной плоскости якоря, хорошо уравновешенного при рабочей скорости вращения, наблюдали уровень вибрации, который при жестких роторах может быть вызван неуравновешенностью в два раза большей фактически создаваемой установленным грузом. Эти опыты привели к предположению, что при рабочей скорости вращения якоря исследуемых машин имеют упругий прогиб, вызываемый неуравновешенностью.

Аналитически и экспериментально были определены частоты собственных изгибных колебаний якорей исследуемых машин. Расчет частот собственных изгибных колебаний производился по методу Ритца и по методу Донкерли [2]. Экспериментальное определение частот собственных колебаний якорей производилось методом резонанса. В результате было установлено, что рабочая скорость вращения якорей исследуемых машин составляет 0,6-0,7 от первой критической скорости.

Таким образом, при скоростях вращения, составляющих 0,6-0,7 от первой критической, под действием распределенной по длине неуравновешенности якорь получает упругий прогиб. В прогибе преобладает составляющая по полуволне синусоиды [3]. Такой прогиб якоря создает вращающийся неравномерный воздушный зазор, который по дли-

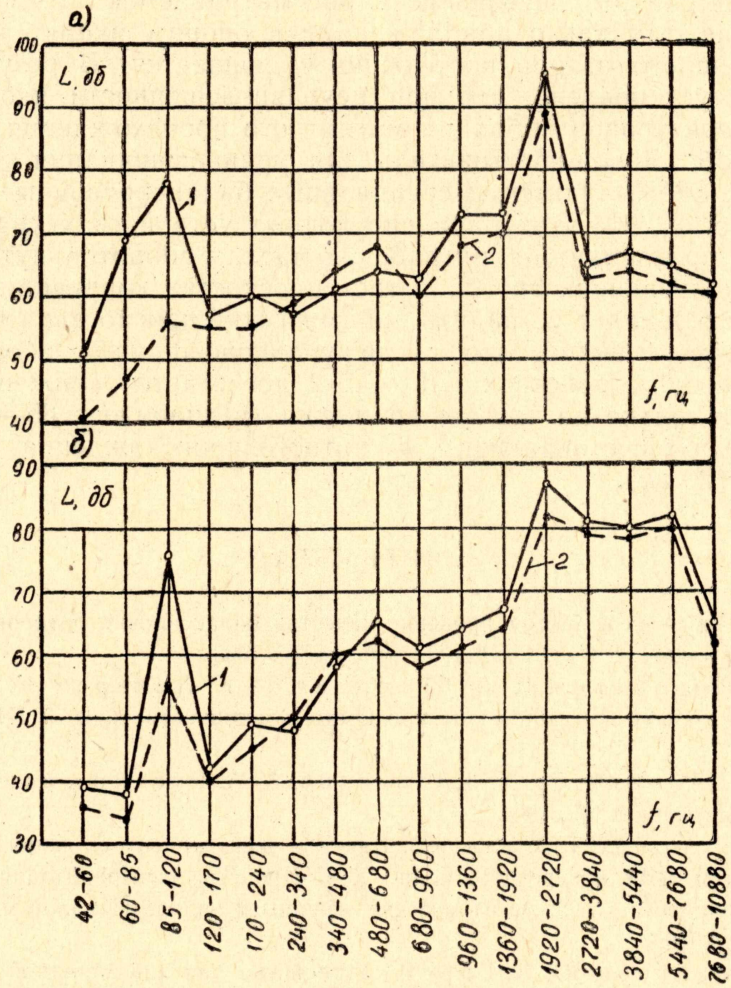

Рис. 1. Спектры вибраций: а) ЭМУ-12 (n=5400 об/мин), б) ЭМУ-5 (n=6000 об/мин).
1 — после уравновешивания на типовом балансировочном оборудовании;
2 — после уравновешивания на Б-1 и Б-2

не машины изменяется от максимума в средней поперечной плоскости до минимума в крайних плоскостях. Поэтому неравномерность воздушного зазора, возникающая от динамического прогиба якоря для ЭМУ однокорпусного исполнения, в первом приближении будет аналогична неравномерности, которая образуется при пересечении оси якоря с осью расточки статора.

Расчеты показали, что величина динамического прогиба якоря исследуемых ЭМУ при рабочей скорости вращения может превышать половину величины номинального зазора. Возникающая по этой причине неравномерность воздушного зазора может привести к повышению уровней вибрации и шума магнитного происхождения на 8—9 *дб.*, определяемому по формуле [4]

$$\Delta L_\varepsilon = 40\left(\lg\frac{1}{1-\frac{1}{2}\varepsilon^2}+\lg\frac{1}{1-\varepsilon^2}\right),$$

где ε — величина относительного экцентриситета.

Практически это повышение в рассматриваемом случае должно быть меньше, так как с приближением к опорам якоря неравномерность воздушного зазора постепенно уменьшается. В результате экспериментов установлено, что при неуравновешенности якоря порядка 40—45 *микрон* уровни вибрации магнитного происхождения повышаются на 5—6 об. Завод-изготовитель для уравновешивания якорей, рассмотренных ЭМУ, применил специальные балансировочные устройства Б-1 и Б-2 [5, 6]. На этих балансировочных устройствах уравновешивание якорей производится при рабочих числах оборотов путем установки уравновешивающих грузов в трех плоскостях коррекции. Такая балансировка позволяет устранить динамический прогиб вала якоря.

На графике видно, что после уравновешивания якорей на балансировочных устройствах Б-1 и Б-2 достигается снижение уровней вибрации не только на частоте вращения (в диапазоне 85—120 *гц*), но и спектральных составляющих магнитного происхождения (в диапазоне 1920 — 2720 *гц*).

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Т. Мальцев. Метод проверки качества балансировки роторов в собранных электрических машинах. Изв. ТПИ, т. 117, изд. ТГУ, 1963.

2. С. Д. Пономарев, В. Л. Бидерман, К. К. Лихарев, Н. Н. Макушкин, В. И. Феодосьев. Расчет на прочность в машиностроении. Т. III, Машгиз, М., 1959.

3. Ф. М. Диментберг, К. Т. Шаталов, А. А. Гусаров. Колебания машин. Изд. «Машиностроение», М., 1964.

4. Ю. В. Горст, П. Т. Мальцев. Влияние эксцентриситета якоря на магнитные вибрации и шум ЭМУ поперечного поля. Сб. «Устройства электропитания и электропривода малой мощности», т. 2. Электрические машины и аппараты малой мощности. Изд. «Энергия», М., 1969.

5. П. Т. Мальцев, Ю. В. Горст. Устройство для динамической балансировки роторов электрических машин. Передовой научно-технический опыт. ГОСИНТИ, М., 1964.

6 П. Т. Мальцев, Ю. В. Горст. Устройство для балансировки роторов электрических машин при рабочих числах оборотов. Тр. ВНИИЭМ, т. 19. Изд. «Энергия», 1965.