

ВИБРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Абелашвили Н.Н.
Грузинский Технический Университет

Резюме

На этапе эксплуатации жизненного цикла продукции определение параметров качества и тем более диагностирование дефектов является важнейшей задачей контроля качества продукции. Предложена конструкция виброизмерительного устройства с пьезоакселерометрическим преобразователем, выходной сигнал которого содержит немаловажную информацию о техническом состоянии объекта. Обработка результатов экспериментальных исследований методом однофакторного дисперсионного анализа доказала эффективность влияния воздействующего фактора в выходном сигнале.

Ключевые слова: Вибродиагностика. Виброконтроль. Качество. Равночастотность. Фактор влияния. Вибрация.

1. Введение

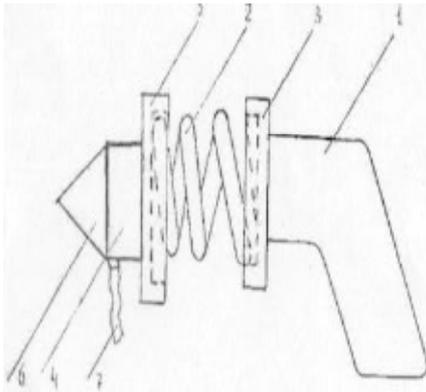
Высокие требования, предъявляемые к вибрационным характеристикам вращающихся или перемещающихся с большой скоростью и в различных направлениях узлов и механизмов машин и агрегатов разного рода электрических машин, реактивных, бензиновых и дизельных двигателей и т.п. ставят задачу тщательного контроля вибрационных параметров как самого двигателя и его отдельных узлов, а также всей системы частью которой является двигатель.

Ключевые слова: Вибродиагностика, виброконтроль, качество, равночастотность, фактор влияния, вибрация.

В процессе изготовления и сборки виброактивных объектов, контроль вибрационных параметров является составной частью технологического процесса, который проводится на стационарных виброизмерительных установках особенно при Государственных, типовых и заводских испытаниях. Эксплуатационные особенности виброактивных объектов ставят задачи, где кроме точности измерения и контроля надо учесть особенности эксплуатационных условий, особенно если требуется проведение контроля и диагностики параметров качества на месте эксплуатации. Часто немаловажную роль играет также время, отведенное для процесса контроля и диагностики. С целью удовлетворения требований обусловленных эксплуатационными особенностями виброактивного объекта, в частности электрических двигателей малой мощности, было разработано устройство для измерения вибраций [1], обеспечивающее быстрое и надежное присоединение пьезоакселерометрического преобразователя к контрольным и диагностическим точкам исследуемого электрического двигателя без его снятия со штатного рабочего места.

2. Основная часть

Предложенная конструкция (рис.1) состоит из рукоятки 1, на которой с помощью платформы 3, закреплен упругий элемент в виде цилиндрической пружины с переменным шагом



навивки 2. На упругом конце упругого элемента закреплена специальная платформа 5 для пьезоакселерометрического преобразователя 4, на другом конце которого закреплен остроконечный конус 6, для обеспечения надежной механической связи с корпусом электродвигателя 4. Выходной кабель 7 от пьезоакселерометрического преобразователя подсоединяется ко входу измерительного средства.

Упругий элемент 2 представляет равночастотную цилиндрическую пружину с переменным шагом намотки, жесткость которого рассчитана таким образом, чтобы ее частота была только раз ниже частоты возмущающей силы виброактивного объекта (электрического двигателя) для поддержания надежной виброизоляции между электродвигателем и рукой оператора. Сила поджатия преобразователя может меняться в довольно широком диапазоне не опасаясь изменения собственной частоты упругого элемента так, как жесткость витков пружины меняется с изменением шага навивки. Соответственно при изменении нагрузки устанавливается динамическое равновесие между жесткостью пружины и нагружающей силой, что обеспечивает постоянство собственной частоты и его независимость от силы поджатия рукой оператора.

С помощью описанного устройства были проведены эксплуатационные исследования вибрационного параметра виброскорости (Дб) электрических двигателей малой мощности серии 4ААМ63 серийного исполнения, находящейся в эксплуатации более 15 лет в качестве привода настольных деревообрабатывающих станков и привода управления дверями пассажирских лифтов, в количестве 5 штук. Исследования проводились на месте эксплуатации, в трех режимах работы двигателей при номинальном, уменьшенном и увеличенном на 25% (от номинального) напряжении питания (фактор А). В качестве нормативного документа, определяющий допустимый уровень вибраций и место определения точки крепления вибропреобразователя был выбран ГОСТ 12379-75 действующий в момент изготовления исследуемых электродвигателей.

Результаты экспериментальных исследований, данные в таблице №1, обрабатывались методом однофакторного дисперсионного анализа для параллельных наблюдений. [2]

Таб.1

№ опыта	Напряжение питания в % от номинального		
	A ₁ =75%	A ₂ =100%	A ₃ =125%
1	72	77	78
2	69	79	86
3	72	80	81
4	73	75	80
5	71	78	85

Согласно алгоритму метода обработки данных вычисляется сумма результатов наблюдений по уровню фактора А, т.е.

$$X_1 = X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} = 357, \quad (\text{Для уровня } A_1)$$

$$X_2 = X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} = 389, \quad (\text{Для уровня } A_2)$$

$$X_3 = X_{31} + X_{32} + \dots + X_{3n} = 410, \quad (\text{Для уровня } A_3)$$

где n- число указывающее на количество параллельных наблюдений (n=5)

Вычисляется сумма квадратов всех наблюдений:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 = 89344,$$

где k– количество уровней воздействующего фактора.

Вспомогательная величина Q₂ вычисляется по уровням фактора, А как сумма квадратов сумм, деленное на количество параллельных наблюдений:

$$Q_2 = 1/n \sum_{i=1}^k X_i^2 = 89374.$$

Вычисляем квадрат сумм всех наблюдений разделив его на число наблюдений:

$$Q_3 = 1/kn \left(\sum_{i=1}^k X_i \right)^2 = 89089.$$

Дисперсия ошибки эксперимента:

$$S_0^2 = Q_1 - Q_2 / k(n-1) = 2,5.$$

Дисперсия связанная с исследуемым фактором А :

$$S_A^2 = Q_2 - Q_3 / k-1 = 142,5.$$

Определим расчетное значение критерия Фишера:

$$F_p = |S_A^2 / S_0^2| = 57.$$

Табличное значение которого для нашего случая F_T = 3,89. Т.к. F_p = 57 > F_T = 3,89 можно заключить, что влияние фактора А на процесс существенно и эффект этого воздействия вычисляется согласно:

$$R_A^2 = S_A^2 - S_0^2 / n = 29,$$

которое показывает, что увеличение воздействующего фактора на одну единицу, почти тридцатикратно увеличивает эффект воздействия.

3. Заключение

Полученные результаты обработки экспериментальных данных подтверждает предположение о том, что в стадии эксплуатации электрических двигателей при проведении активного контроля и диагностики технического состояния, в роли параметра качества целесообразно выбрать вибрационные параметры, т.к. в них содержится достаточно полная информация о механическом, электрическом и аэродинамическом состоянии объекта. В дальнейшем исследования будут продолжены в этом направлении.

Литература

1. Абелашвили Н.Н., Бжалава М.А. Устройство для измерения вибрации. Патент GE U2007/1381Y. G01 M 7/00.
2. Зедгинидзе И.Г. Организация и планирование инженерного эксперимента. Технический университет. Тбилиси. 2000.

ხარისხის პარამეტრების ვიბრაციული დიაგნოსტიკა ელექტროძრავების მსკლუატაციის მთავრე

ნოდარ აბელაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

პროდუქციის, საციცოცხლო ციკლის ექსპლოატაციის ეტაპზე, მისი ხარისხის პარამეტრების განსაზღვრა და მითუმეტეს დეფექტების დიაგნოსტიკა ხარისხის კონტროლის მნიშვნელოვანი ამოცანაა. შემოთავაზებულია ვიბროგამზომი მოწყობილობის კონსტრუქცია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ვიბროაქტიური ობიექტების ხარისხის პარამეტრების შესახებ მსჯელობა ვიბრაციული სიგნალის მეშვეობით. ექსპერიმენტალური კვლევის მონაცემების ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის მეთოდით დამუშავების შედეგად დასაბუთებულია ზემოქმედების ფაქტორის გავლენის ეფექტურობა გამოსასვლელ სიგნალში.

VIBRATING DIAGNOSTICS OF PARAMETERS OF QUALITY AT THE OPERATION PHASE OF ELECTRIC MOTORS

Abelashvili Nodar
Georgian Technical University

Summary

At an operation phase, a cycle of production life, definition of parameters of quality and the more so diagnostic of defect is the major problem of quality assurance of production. The design of vibro-measurement device with accelerometer converter signal which contains the important information on a technical condition of object is offered. Processing of the results of experimental research by a method one-factorial disperse analysis has proved to have effective influence on factor in a target signal.