DOI: 10.17117/na.2016.08.01.176

<http://ucom.ru/doc/na.2016.08.01.176.pdf>

Поступила (Received): 01.08.2016

Бысов С.А., Малышев Е.Н., Сидоров В.Б.
Штамповка валов роторов шаговых
электродвигателей с предварительной отбраковкой

Bysov S.A., Malyshev E.N., Sidorov V.B.
Stamping rotor shafts of the stepper motors
with the preliminary rejection

В статье приведены результаты изучения наследования радиального биения шеек ротора до и после штамповки. Установлено, что введение операции предварительной отбраковки перед операцией штамповки является нецелесообразным вследствие равновероятного уменьшения или увеличения на операции штамповки имевшегося радиального биения

Ключевые слова: шаговые электродвигатели, радиальное биение, предварительная отбраковка

Бысов Сергей Александрович

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Малышев Евгений Николаевич

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Сидоров Владимир Борисович

Старший преподаватель
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
г. Калуга, ул. Баженова, 2

In the article the results of studying the inheritance of radial runout of the journals of the rotor before and after stamping. It is established that the introduction of the operation of preliminary rejection before the operation of stamping is impractical due to the uniform decrease or increase in surgery forming available radial runout

Key words: stepper motors, radial runout, pre-rejection

Bysov Sergei Aleksandrovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

Malyshev Evgeny Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of Department
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

Sidorov Vladimir Borisovich

Senior lecturer
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Kaluga, Bazhenova st., 2

В виду того, что основным требованием к шаговым двигателям является точность отработки сигналов и высокая частота импульсов, предпочтительны такие его конструкции, которые обеспечивают высокие требования к эксплуатационным характеристикам. В последние годы неуклонно растет количество работ посвященных повышению эксплуатационных характеристик деталей

машин [1–4]. Для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик любого электродвигателя, необходимо обеспечить минимальное радиальное биение поверхности ротора относительно его оси вращения [5, 6]. В шаговом электродвигателе (ШД) ротор состоит из двух основных частей: вал ротора и полюс ротора. Полюс ротора напрессовывается на вал по четырем выступам -базам В (рис. 1), образованным на поверхности вала на операции штамповки [7]. Вал устанавливается в корпус электродвигателя по базовым поверхностям А (рис. 1). Очевидно, что радиальное биение поверхности ротора прямо зависит от радиального биения поверхности выступов на поверхности вала, на которые устанавливаются полюса. Если ограничить биение поверхности ротора каким-либо значением, а все детали, биение которых превышает это значение, считать негодными, то процент выхода годных роторов после сборочных операций можно повысить введением операции предварительной отбраковки.

Рис. 1. Ротор шагового двигателя

Отбраковка может проводиться на следующих этапах: отбраковка валов и (или) отбраковка полюсов ротора. Валы, в свою очередь, могут отбраковываться после механической обработки до штамповки и (или) после штамповки.

Задачей исследования являлось изучение наследования радиального биения шеек ротора до (поверхность Б на рис.1) и после (поверхность В на рис. 1) штамповки относительно шеек А. Для решения этой задачи был проведен следующий эксперимент. Была взята случайным образом выборка 80 валов. Произведена маркировка валов. Было измерено радиальное биение поверхности Б относительно А в микрометрах. Затем штамповкой нанесены выдавки, и измерено радиальное биение поверхности В относительно А. Гистограммы распределения биений представлены на рис. 2.

При анализе результатов измерений выяснилось следующее. После нанесения выдавок произошло смещение значения X с $X_B=28$ мкм до $X_B=36$ мкм. Одновременно значительно увеличился размах получаемых значений – $R_B=42$ мкм и $R_B=77$ мкм.

Данные, полученные в результате измерения, были подвергнуты обработке при помощи закона распределения Джонсона.

Распределение деталей по закону распределения Джонсона до штамповки (рис. 2):

$$f(x) = \frac{15,8}{x(44-x)} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(-0,42 + 0,9 \ln \left(\frac{x}{44-x} \right)^2 \right) \right).$$

Рис. 2. Распределение деталей до штамповки

Распределение деталей по закону распределения Джонсона до штамповки (рис. 3):

$$f(x) = \frac{1,12}{\sqrt{2\pi}} \frac{90}{x(90-x)} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(0,61 + 1,12 \ln\left(\frac{x}{90-x}\right)^2\right)\right).$$

Рис. 3. Распределение деталей после штамповки

Гипотеза о том, что полученные результаты подчиняются стандартному закону распределения Джонсона, проверена по критерию Пирсона:

$P_k(X^2) = 0,24 > 0,05$ (до обработки)

$P_k(X^2) = 0,19 > 0,05$ (после обработки)

Согласно критерию эта гипотеза принимается.

Далее вводили операцию предварительной отбраковки перед штамповкой, то есть с целью уменьшения наследственного накопления радиального биения шеек вала предварительно отбраковывали все валы, у которых радиаль-

ное биение шеек Б относительно А более 38 мкм. Согласно представленной гистограмме, отсев составил примерно 10,7% от общего числа валов. Столбец, состоящий из предварительно отбракованных валов, отмечен на гистограмме Б (рис. 4) серым цветом.

На гистограмме В отмечено серым цветом распределение валов, предварительно отбракованных. Как видно, радиальное биение поверхности В относительно А у этих валов находится в диапазоне от 26 до 81 мкм, в то время как до штамповки радиальное биение находилось в пределах от 38 до 44 мкм. То есть, на операции штамповки выдавки были выполнены таким образом, что произошло частичное уменьшение радиального биения. Очевидно, что это стало результатом двух факторов. Во-первых, из-за погрешности изготовления и износа оборудования на операции штамповки выдавки выполняются заведомо несимметрично относительно оси вала (рис.1).

Рис. 4. Распределение деталей при введении предварительной отбраковки

Во-вторых, валы устанавливаются в штамп без угловой ориентации, благодаря чему с равной вероятностью происходит как суммирование радиального биения шеек Б относительно А с несимметричностью нанесения выдавок, так и их взаимное перекрытие.

Таким образом, вследствие равновероятного уменьшения или увеличения на операции штамповки имевшегося радиального биения, введение операции предварительной отбраковки перед операцией штамповки является нецелесообразным.

Список используемых источников:

1. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Логутенкова Е.В. Краткий обзор от-делочных операций, применяемых для повышения эксплуатационных характеристик деталей машин // Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). С. 183-186.

2. Калмыков В.В., Космынина Е.В., Сорокин П.С. Выбор методов оценки точности технологических процессов // Инженерный вестник. 2012. № 8. С. 4.
3. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Авраменко М.Ю. Технологические предпосылки повышения эксплуатационных характеристик направляющих эле-ментов // Фундаментальные исследования. 2016. № 8-1. С. 55-58.
4. Калмыков В.В., Антонюк Ф.И., Зенкин Н.В., Малышев Е.Н. Организа-ция статистического приемочного контроля качества продукции по количествен-ному признаку // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 162.
5. Малышев Е.Н., Бысов С.А., Утёшев Г.В. Анализ конструкции шаговых электродвигателей как объектов гибкой автоматизации // Научный альманах. 2016. № 2-2(16). С. 375-378.
URL: <http://ucom.ru/doc/na.2016.02.02.pdf>
6. Малышев Е.Н., Бысов С.А. Определение эффективности автоматизиро-ванной системы сборки шаговых электродвигателей в серийном производстве // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2009. № 5. С. 14-18.
7. Малышев Е.Н., Бысов С.А. Формализация требований к геометрии де-талей, соединяемых вдоль оси симметрии // Южно-Сибирский научный вестник. 2015. № 4 (12). С. 18-22.

© 2016, Бысов С.А., Малышев Е.Н., Сидоров В.Б.
Штамповка валов роторов шаговых
электродвигателей с предварительной
отбраковкой

© 2016, Bysov S.A., Malyshev E.N., Sidorov V.B.
Stamping rotor shafts of the stepper motors with the
preliminary rejection