

Р.В. АРУТЮНЯН

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ РАДИАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА ПРИ СБОРКЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Քննարկվում է էլեկտրամեքենաշինական արտադրության կարևորագույն խնդիրներից մեկի ասինխրոն էլեկտրաշարժիչների ոտտորի և ստատորի անցքի կենտրոնավորման և օդային բացակի հավասարաչափ բաշխման ապահովումը: Տրված է մաթեմատիկական արտահայտություն ոտտորի և ստատորի անցքի կամայական դասավորության դեպքում օդային բացակը որոշելու համար: Պիտարկվում են կենտրոնավորումը և օդային բացակի հավասարաչափ բաշխումը ապահովող ավտոմատ համասարքի կառուցվածքային և սկզբունքային սխեմաները և այդ համասարքի աշխատանքի սկզբունքը:

Обсуждается одна из основных задач электромашиностроительного производства - облегчение центровки ротора и отверстия статора асинхронных электродвигателей и равномерного распределения их воздушного зазора. Представлено математическое выражение для определения величины воздушного зазора при произвольном расположении ротора и отверстия статора. Рассматриваются конструктивная и принципиальная схемы автоматического устройства для обеспечения равномерного распределения воздушного зазора. Предлагается принцип работы устройства.

Ил. 5. Библиогр.: 6 назв.

One of the basic tasks of electrical machine building production is to provide the centralization of rotor and asynchronous electric motor stator hole and airy clearance random distribution in it is discussed. The mathematical expression determination the magnitude of airy clearance is established with random position of rotor and stator's hole. Constructive and schematic diagram of automated device to providing for random distribution airy clearance and device's action principle is established.

144. 5. Ref. 6.

Проблеме влияния неравномерного радиального воздушного зазора (РВЗ) на выходные электрические параметры асинхронных электродвигателей посвящены работы Ф.Я. Геллера, Н.А. Ииклевича, А.П. Воскресенского, А.А. Бергера, Чо Хон Еля и др. В них разработаны различные аспекты влияния неравномерного РВЗ на электрические параметры и в отдельных случаях определены технологические погрешности деталей электродвигателей и их результирующие влияния на погрешность РВЗ. По результатам этих исследований выработаны требования на точность получения комплектующих деталей асинхронных электродвигателей в условиях массового производства с использованием высокоточного оборудования типа автоматических линий и агрегатных станков, создающих базис основных фондов предприятий, выпускающих асинхронные электродвигатели, зачастую, одного типоразмера с многочисленными исполнениями. До недавнего времени предприятия бывшего ПО "Армэлектродвигатель" обеспечивали наиболее массовое количество асинхронных электродвигателей общепромышленного применения серии АИР с высотой осей вращения 56, 63 и 80 мм, а ежегодный

выпуск валовой продукции превышал 700 тыс. В этих условиях улучшение любого показателя выпускаемой продукции даже на 0,5 % давало значительный экономический эффект и входило в ранг важнейших хозяйственных показателей отрасли. Сегодня электротехническая промышленность Республики Армения стоит перед альтернативой замены профиля. В условиях рыночных отношений, подорожания сырья и энергоносителей возможно наладить выпуск крупносерийной промышленной продукции, лишь в корне пересмотрев инженерно-технологические подходы производственного процесса. В этом аспекте, наряду с другими технологическими мероприятиями, представляет определенный научно-технический интерес новый подход в деле обеспечения РВЗ, позволяющий значительно удешевить весь технологический процесс сборки электродвигателей серийного выпуска.

В общем случае отверстие пакета статора и наружная поверхность пакета ротора в условиях производства получают не цилиндрические, а овальные (эллиптические).

С учетом перечисленных факторов для произвольного расположения ротора в отверстии статора (рис. 1) [1] уравнение зазора будет иметь вид

$$S = \rho_{c \max} \left[1 - \frac{\rho_{c \max}^2 - \rho_{c \min}^2}{2\rho_{c \min}^2} \sin^2 \theta_c \right] - e_1 \cos(\theta_c - \alpha) - e_2 \cos(\varphi + \beta - \theta_c) - \rho_{p \max} \left[1 - \frac{\rho_{p \max}^2 - \rho_{p \min}^2}{2\rho_{p \min}^2} \sin^2(\theta_c + \chi - \beta - \varphi) \right]. \quad (1)$$

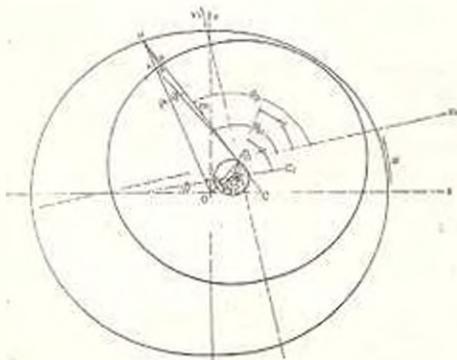


Рис. 1

При $\varphi = \text{const.}$ варьируя значениями θ_c в пределах $0 \leq \theta_c \leq 2\pi$, согласно (1) можно определить значение зазоров при разных точках контура статора, т.е. получить закон распределения зазоров по контуру в данном положении ротора. Размах колебаний зазора S при точке M в течение одного полного оборота будет:

$$\Delta S = S_{\max} - S_{\min} = \sqrt{2} e_2 \cos(\chi - 45^\circ) + \rho_{p \max} (\rho_{p \max}^2 - \rho_{p \min}^2) / 2\rho_{p \min}^2.$$

Автором введено понятие подвижной и неподвижной групп отклонений в плоскостях вращения подшипников e_1 и e_2 по приведенным на рис. 2 размерным цепям.

Суммарные погрешности в опорных сечениях неподвижной и подвижной групп определяются следующим образом:

$$e_{1\text{оп}} = \frac{1}{K_{11}} \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (A_{B_i} K_{B_i} \delta_{B_i})^2}, \quad e_{2\text{оп}} = \frac{1}{K_{22}} \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (A_{P_i} K_{P_i} \delta_{P_i})^2}.$$

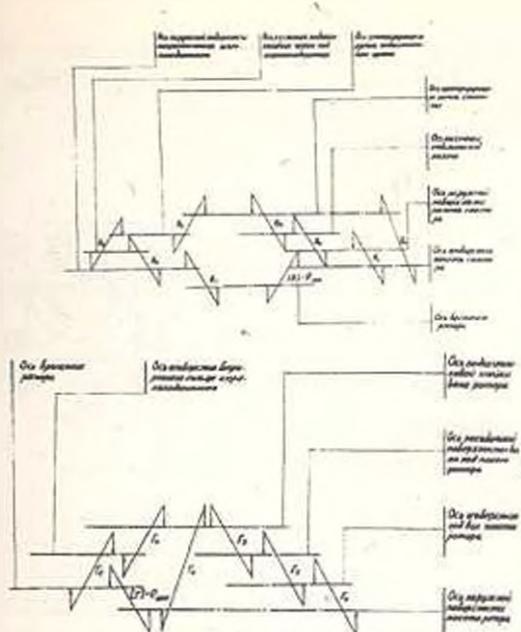


Рис. 2

Для определения погрешностей в произвольном сечении, расположенном на расстоянии x от одной из опор, можно воспользоваться расчетной схемой, приведенной на рис. 3.

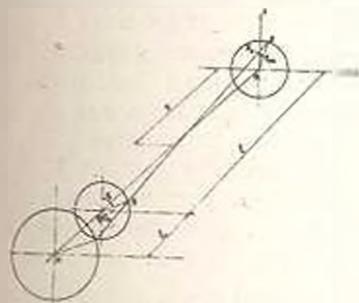


Рис. 3

Проведенный анализ погрешностей, а также обработка статистических данных позволили выработать ряд мероприятий для обеспечения выходных точностных параметров, соответствующих ГОСТу, в условиях массового производства асинхронных электродвигателей [2, 3]. Разработанная научно-техническая концепция позволяет решать вопросы обеспечения равномерности РВЗ при любых точностях и качествах комплектующих деталей [4, 5]. На основании идеи индивидуальной компенсации неравномерности РВЗ создано приспособление с компьютерным управлением и окончательной клеевой фиксацией подшипниковых щитов со статорами (рис. 4) [5, 6].

На рабочем столе 1 (рис. 4а) смонтирована плита 2 с направляющими 3, которые обеспечивают движение статорной платформы 4 со статором 5 в направлении ОУ. На направляющих 3 установлена плита 6 с направляющими 7, обеспечивающими статорной платформе 4 движение по оси ОХ. На плите 6 имеются концевые выключатели 8 и 9. На общей плите 2 установлена рама 10 с плитой 11 и направляющими 12, которые обеспечивают движение роторной стойки 13 вместе с ротором 14 в центрах 15 и 16 по оси ОУ. Роторную стойку 13 по оси ОУ перемещает привод 17, смонтированный на плите 11. На направляющих 12 установлена плита 18 с направляющими 19, обеспечивающими роторной стойке 13 движение по оси ОХ. Привод 20 (шаговый двигатель с ходовым винтом) установлен на плите 18. Команды на



перемещение устройство получает от управляющего устройства 21 с пультом управления 22. Остановка по оси ОХ осуществляется стопором 23, установленным на плите 6. Перемещение статора 5 в вертикальной плоскости осуществляется винтом 24.

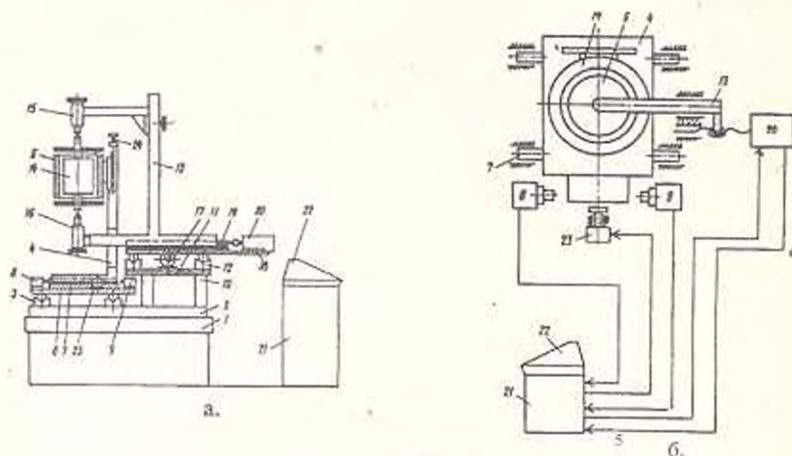


Рис. 4

а — устройство для центровки ротора относительно статора;
б — принципиальная схема устройства.

Сборка электродвигателя реализуется следующим образом. Из исходного положения (рис. 5а) по команде управляющего устройства 21 по оси ОХ начинает двигаться ротор 14. По мере этого он упирается (рис. 5б) и соприкасается с внутренней поверхностью расточки статора 5. Затем ротор 14 совместно со статором 5 перемещаются до концевого выключателя 8 или 9, дающего команду на остановку через управляющее устройство 21, на привод 20. Затем управляющее устройство 21 дает команду приводу 20 на перемещение ротора 14 в диаметрально противоположном направлении, а на управляющем устройстве 21 осуществляется отсчет пути, пройденного ротором (рис. 5г). Ротор 14, перемещаясь на расстояние, равное общему воздушному зазору Δx , соприкасается с противоположной внутренней поверхностью расточки статора 5, в это время от концевого выключателя 9 в управляющее устройство 21 поступает сигнал, который и фиксирует конец отсчета воздушного зазора, т.е. определяется величина воздушного зазора, после чего ротор и статор, как одна система, перемещаются до второго концевого выключателя 8 (рис. 5д), дают команду на остановку через управляющее устройство на привод, а также на стопорение платформы 4 со статором. Управляющее устройство 21 отсчитанный воздушный зазор Δx делит пополам и дает команду приводу 20 на перемещение в обратную сторону на величину $\Delta x / 2$. Перемещаясь на эту величину, роторная стойка с помощью команд управляющего устройства останавливается (рис. 5е). Далее устройство 21 подает команды на аналогичные движения другому приводу, обеспечивающему перемещения ротора и статора с соответствующей центровкой по оси ОУ. После центровки на торцовые поверхности статора и на подшипниковые шиты наносится клеевой состав, склеиваемые поверхности прижимаются и выдерживаются до полного отверждения клея.

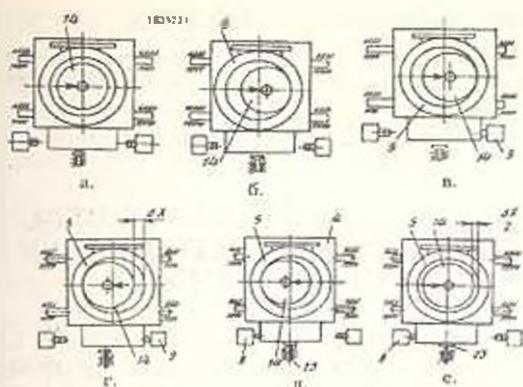


Рис. 5.

Предлагаемое техническое решение по сравнению с известным и ему подобными техническими решениями обеспечивает значительно более высокую точность центровки, расширяет технологические возможности, а в сочетании с последующим склеиванием ставит процесс сборки электродвигателей на поток, унифицирует операции завершающего процесса сборки, повышая в целом качество и производительность. При этом повышается культура производства и надежность сборки, поскольку сборка полностью автоматизирована, где исключение монотонного ручного или механизированного труда рабочего менее влияет на погрешности сборки и процессы сбоя в условиях массового потока сборки электродвигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян Р.В. Влияние технологических факторов на величину воздушного зазора и характеристики асинхронных электродвигателей // Электрические двигатели малой мощности: Тр. Всесоюз. науч.-техн. совещ. по электр. двиг. мал. мощи., Киев, 24-27 мая 1967 г. - Киев: Наукова думка, 1969.
2. Arutjunjan R.V. Meveni velikosti radialni vzduchove mezery malych asynchronnich elektromotora // Technika elektricijnych stroju: VUES Beno, VSSR. - 1974. - N 1.
3. Арутюнян Р.В. Измерение воздушного зазора в асинхронных электродвигателях малой мощности // Технология электротехнического производства. - М., 1973. - Вып. 5.
4. Арутюнян Р.В., Бзунни Г.Ц. Создание технологической системы с использованием клееного закрепления // Автоматизация проектирования и производства в электромашиностроении: Тез. докл. Всесоюз. науч.техн. совещ. НПО "Электромаш", ВНИПТИЭМ, г.г. Владимир, Суздаль, 9 - 13 октября 1989 г. - Владимир, 1989.
5. А с. 1831221 СССР. Устройство для сборки электродвигателя. / Р.В. Арутюнян и др. (СССР). - Заяв. 6.03.89; Опубл. 13.10.92.
6. № шрип N 160. Էլեկտրաշարժիչի հավաքման երանակ / Ռ.Վ. Վարդյուրյան (ՀՀ). - Նախը N 4268723; Նախընտրված 1, 12.05.87; Գրանց. ՀՀ պիեռ գրանցամատյանում՝ 26.09.95.

АрмНИИНТИ

19.03.1996