

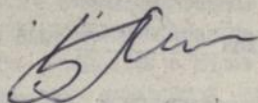
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи
УДК 659.62.011; 621.313

ПЕРЕПАДА ВОРИС АНТОНОВИЧ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ МАГНИТОПРОВОДОВ ПРЕЦИЗИОННЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИКРОМАШИН С ТРЕБУЕМЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Специальность 05.13.07 - Автоматизация
технологических процессов и производств
(электромашиностроение)



А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Севастополь
1995



00778113 (R)

Дисертація являється р
 Работа выполнена в
 техническом университете.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
 Копп Вадим Яковлевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
 Божонский Александр Иванович
 кандидат технических наук,
 Плюснин Валерий Алексеевич

Ведущее предприятие: завод "Сигмент". г.Симферополь

Защита диссертации состоится 15 июня 1995 года в 14 час
 на заседании специализированного Совета Д 011.03.01 при Севас-
 топольском государственном техническом университете по адресу
 335063, Севастополь, Стрелецкая бухта, студгородок.

Автореферат разослан 12 мая 1995 года

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Севастополь-
 ского государственного технического университета.

Ученый секретарь
 специализированного совета
 кандидат технических наук

А. Н. Шерешевский

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Автоматизация сборочных работ является одной из актуальных проблем современного производства.

Решение задач автоматизации сборочных процессов в приборостроении дает особую эффективность и при надлежащих условиях обеспечивает повышение труда в 10-15 раз. Особенно большие резервы повышения качества и производительности имеются в производстве прецизионных изделий, при сборке которых производится не только механическое соединение деталей, но и формирование выходных параметров. Именно такие задачи стоят при изготовлении прецизионных электрических микромашин и, в частности, сборки их магнитопроводов.

Существующие технологические процессы сборки магнитопроводов, основанные на предельных возможностях технологий изготовления деталей и элементов, не обеспечивают высокие требования точности прецизионных электрических микромашин. Поэтому поиск новых путей повышения точности сборки и ее автоматизация являются актуальной задачей в области автоматизации производственных процессов в электромашиностроении.

Целью работы является обеспечение требуемой точности сборки магнитопроводов прецизионных электрических микромашин за счет магнитного симметрирования, осуществляемого в процессе автоматической взаимной пространственной ориентации комплектующих пластин при укладке их в пакет.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие основные задачи:

- созданы теоретические предпосылки автоматизации процесса сборки магнитопроводов с активным формированием заданной точности;
- предложен и научно обоснован метод обеспечения точности сборки магнитопроводов, основанный на взаимной компенсации погрешности функциональных параметров комплектующих пластин;
- теоретически и экспериментально обоснован выбор показателя оценки качества сборки магнитопровода;
- определены доминирующие факторы точности сборки магнитопроводов;
- разработана математическая модель направленной сборки;
- доказана целесообразность применения управляющего конт-

роля как инструмента достижения требуемого значения показателя качества;

- определен управляемый параметр, с помощью которого в процессе сборки наиболее эффективно осуществляется магнитное симметрирование;

- построена экспериментальная модель сборки, позволяющая упростить ранее принятую аналитическую модель;

- разработан способ магнитного симметрирования, заключающийся в автоматической взаимной пространственной ориентации пластин при укладке их в пакет;

- разработаны аппаратные и программные технические средства автоматического симметрирования.

Методы исследований. Основные результаты работы получены с использованием методов теоретической электротехники, теории электрических микромашин, технологии электромашиностроения, матричной алгебры, гармонического анализа, статистической обработки, планирования эксперимента, практической метрологии, основ автоматизации технологических процессов.

Экспериментальные исследования проводились на специально разработанном комплексе контрольно-измерительной аппаратуры.

Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на ЦЭЕМ с помощью стандартных ("Статистика", "MEZOSAVR"), а также специально разработанных программ.

Научная новизна состоит в том, что впервые решена задача активного формирования при сборке требуемых электромагнитных характеристик магнитопроводов прецизионных электрических микромашин, построена математическая модель сборки, основанная на анализе физических процессов их работы, и реализован предложенный метод сборки на программно управляемом оборудовании.

В качестве инструмента повышения точности сборки прецизионных изделий при их автоматизированной сборке применен управляющий контроль выходного параметра оценки качества.

На защиту выносятся:

- метод достижения требуемой точности сборки магнитопроводов прецизионных электрических микромашин, основанный на взаимной компенсации технологических погрешностей функциональных параметров комплектующих деталей и элементов, осуществляемый с помощью управляющего контроля параметра оценки точности непосредственно в процессе автоматизированной сборки;

- математические модели процесса направленной сборки магнитопроводов;

- регрессионная модель сборки;

- способ магнитного симметрирования и технические средства его реализации (аппаратные и программные), основанный на взаимной пространственной ориентации пластины при укладке их в пакет;

Практическая ценность работы состоит в следующем:

- разработан метод сборки магнитопроводов, позволяющий существенно увеличить выпуск электрических машин требуемого класса точности;

- предложенный метод достижения точности сборки позволяет использовать детали с расширенными допусками геометрических и магнитных параметров по сравнению с традиционными методами сборки;

- направленная сборка практически исключает изготовление магнитопроводов с браком по магнитной асимметрии;

- разработана микропроцессорная измерительная аппаратура управляющего контроля, предназначенная для работы в сборочном процессе;

- разработаны структура и конструкции сборочных автоматизированных устройств и роботизированных модулей;

- составлены программы для реализации направленной сборки на программно-управляемом оборудовании;

Реализация результатов работы. Основные научные и практические результаты диссертационной работы внедрены на Симферопольском заводе "Фиолент". Соответствующие акты имеются в приложении к диссертации.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались в 1975-1992 годах на ежегодных всесоюзных конференциях "Автоматизация обеспечения качества продукции в машиностроении и приборостроении" и "Автоматизация контроля качества в гибком производстве"; на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Севастопольского приборостроительного института, технических советах симферопольского завода "Фиолент". Диссертация обсуждалась на совместных заседаниях департаментов "Автоматизация технологических процессов и производств" и "Приборостроения".

Публикации. Результаты диссертационной работы отражены в

тринадцати опубликованных работах.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация общим объемом 159 страниц состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 125 страницах машинописного текста. Работа содержит 34 страницы с рисунками и таблицами и включает 106 наименований литературы.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, подчеркнута новизна и практическая ценность работы. Сформулированы цель и задачи исследований. Дано краткое ее содержание.

В первой главе приведен обзор и анализ литературных источников по теоретическим основам автоматизации сборочных процессов и обеспечения их точности. Особое внимание уделено вопросам технологии сборки прецизионных изделий.

Детальный анализ существующих технологических процессов сборки магнитопроводов показал, что ни один из рассмотренных способов повышения точности не может обеспечить возрастающие требования качества изготовления магнитопроводов прецизионных электрических микромашин.

В настоящей работе предложен и научно обоснован метод достижения высокой точности сборки магнитопроводов, основанный на высокой технологической и максимальной взаимной компенсации погрешностей функциональных параметров комплектующих пластин при укладке их в пакет. В его основу положен управляющий контроль параметра точности сборки, осуществляемый непосредственно в процессе сборки пакета магнитопровода. Результатом контроля являются команды управления на автоматическое изменение функциональных параметров собираемых деталей так, чтобы их суммарное негативное воздействие на параметр точности было минимальным.

Во второй главе решены следующие основные задачи диссертационной работы:

- найдены аналитические зависимости выходных характеристик электрических микромашин от основных технологических погрешностей сборки магнитопроводов;
- определены технологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на точность выходных характеристик;

- определен обобщенный параметр показателя точности, который наиболее точно отображает точность сборки магнитопроводов и в тоже время однозначно связан с выходными характеристиками микромашины;

- разработана математическая модель, с помощью которой доказана возможность автоматического управления параметром точности непосредственно в процессе сборки магнитопроводов;

- аналитически определены первичные параметры магнитопроводов, активным воздействием на которые возможно осуществлять наиболее эффективное управление точностным параметром.

Аналитические зависимости между погрешностями первичных параметров сборки магнитопроводов и выходными характеристиками прецизионных электрических микромашин определялись методом двух реакций. Для этого в исходную идеализированную физическую модель были введены необходимые ограничения и уточнения, определяющие технологический характер исследований.

В реальной электрической микромашине из-за различных технологических факторов возникает непостоянство параметров воздушного зазора и магнитных свойств материала магнитопровода по расточке, т.е. появляется асимметрия магнитной проводимости.

Из уравнения электрической микромашины с асимметричным магнитопроводом:

$$U = (Z_0 + \Delta Z) \cdot I,$$

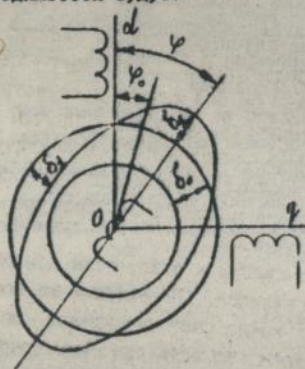
$$\text{где } I = \begin{bmatrix} I_D \\ I_Q \\ I_d \\ I_q \end{bmatrix}; \quad U = \begin{bmatrix} U_D \\ U_Q \\ U_d \\ U_q \end{bmatrix} \quad \text{— векторы тока и приложенного напряжения,}$$

$$Z_0 = jX_m \begin{bmatrix} D & Q & d & q \\ D & 1+jD & 0 & 0 \\ Q & 0 & 1+jQ & 0 \\ d & 0 & 0 & 1+jd \\ q & 0 & 0 & 0 & 1+ja \end{bmatrix} \quad \text{— матрица сопротивлений идеализированной машины,}$$

$$\Delta Z = \begin{bmatrix} \Delta\lambda_{11} & \Delta\lambda_{12} & \Delta\lambda_{13} & \Delta\lambda_{14} \\ \Delta\lambda_{12} & \Delta\lambda_{22} & \Delta\lambda_{23} & \Delta\lambda_{24} \\ \Delta\lambda_{13} & \Delta\lambda_{23} & \Delta\lambda_{33} & \Delta\lambda_{34} \\ \Delta\lambda_{14} & \Delta\lambda_{24} & \Delta\lambda_{34} & \Delta\lambda_{44} \end{bmatrix} \quad \text{— добавочная матрица сопротивлений, появившаяся вследствие магнитной асимметрии,}$$

по найденным значениям относительных изменений магнитных проводимостей $\Delta\lambda_d$, $\Delta\lambda_q$ и $\Delta\lambda_{dq}$ можно определить паразитные токи и напряжения в асимметричной микромашине, что позволяет оценить технологические погрешности сборки магнитопровода.

В случае небольшой асимметрии магнитные проводимости являются вещественными числами и были определены по закону Ома для магнитной цепи. Так, для наиболее встречающейся технологической погрешности сборки магнитопровода эллиптичности рачточки статора (рис.1), изменения относительных магнитных проводимостей будут:



$$\delta = \delta_0 [1 + \epsilon_1 \cos 2(\psi - \psi_0)]$$

где ϵ_1 — наибольшее относительное изменение воздушного зазора

$$\Delta\lambda_d = \frac{\epsilon_1 2\pi}{\pi} \int_0^{\pi} \cos 2(\psi - \psi_0) \sin^2 \psi \, d\psi$$

$$\Delta\lambda_q = \frac{\epsilon_1 2\pi}{\pi} \int_0^{\pi} \cos 2(\psi - \psi_0) \cos^2 \psi \, d\psi$$

$$\Delta\lambda_{dq} = \frac{\epsilon_1 2\pi}{\pi} \int_0^{\pi} \cos 2(\psi - \psi_0) \sin \psi \cos \psi \, d\psi$$

рис. 1

Полученные выражения позволяют приближенно определять погрешности выходных параметров только в частных случаях технологических погрешностей. Увеличение количества и уточнение характера технологических погрешностей сборки приводит к большому сложностям определения относительных проводимостей. Однако, следующие из этой модели выводы о физической однородности погрешностей геометрических и магнитных параметров подтвердили гипотезу о возможности порчнения качества сборки за счет их взаимной компенсации.

С помощью гармонического анализа были получены уточненные аналитические выражения, связывающие погрешности геометрических и магнитных параметров магнитопроводов с выходными характеристиками микромашины, с учетом их раздельного влияния.

Так э.д.с. кв. обмотки:

$$E_k = \frac{E_1}{2} \left[1 - \frac{1}{6} \frac{k_w z}{k_{w1}} (\gamma_1 \sin^2 \gamma_1 + \gamma_2 \sin^2 \gamma_2) \right]$$

где $\gamma_1 = \frac{\delta_0}{\delta_1}$; $\gamma_2 = \frac{\delta_0}{\delta_2}$; E_1 - э.д.с. обмотки возбуждения;

δ_0 - среднее значение зазора;

δ_1, δ_2 - максимальное отклонение ротора и статора;

γ_1, γ_2 - углы между осями обмоток возбуждения и направлениями наименьшей магнитной проводимости пакетов ротора и статора.

Так как э.д.с. кв. обмотки является обобщенным электромагнитным параметром, который наиболее полно отображает качество изготовления магнитопровода, он был выбран в качестве параметра оценки точности сборки (мерой асимметрии). Причем в электрической микромашине с идеально симметричным магнитопроводом он практически равен нулю. Достижение нулевого значения этого параметра в большинстве случаев является основной целью направленной сборки, критерием управления.

Постоянную составляющую можно свести к нулю, если оси обмоток ротора расположить по осям эллипса. Переменная же составляющая может быть уменьшена только за счет уменьшения магнитной асимметрии магнитовода статора, то есть его симметрирования. Для этого должны быть минимизированы составляющие от погрешностей геометрических параметров - γ , и магнитных параметров - μ , или же установлены их оптимальные соотношения, при которых они взаимно компенсируют друг друга.

Поскольку полученное выражение наиболее точно описывает процесс формирования точностной характеристики, оно было принято за основу математической модели направленной сборки магнитопровода.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований, проводимых с целью упрощения математической модели и определения способа магнитного симметрирования магнитопроводов.

Для получения достоверных результатов экспериментальных исследований, проводимых с прецизионными деталями и элементами

магнитопроводов электрических микромашин, особое внимание было уделено метрологическому обеспечению проводимых экспериментов. Для этого была разработана специальная экспериментальная установка, на которой проводился комплекс высокоточных измерений геометрических, магнитных и электрических параметров, а также имитация сборки магнитопроводов с различными технологическими погрешностями.

На рис. 2 приведены результаты экспериментального моделирования сборки магнитопроводов ротора верным способом а) и методом направленной сборки б) из одних и тех же пластин. На круглограммах записаны погрешности формы расточек в трех сечениях и магнитная асимметрия. У первого магнитопровода при незначительной погрешности формы расточки магнитная асимметрия превышает допустимые нормы. У второго магнитопровода минимальная магнитная асимметрия получена за счет направленного изменения магнитного параметра, которым скомпенсирована значительная геометрическая погрешность формы расточки.

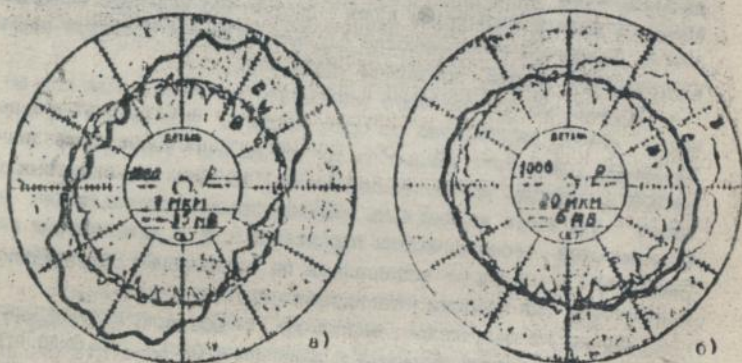


рис. 2

Полученная в результате теоретических изысканий математическая модель достаточно точно описывает процесс формирования точностных характеристик сборки магнитопроводов посредством оптимизации их функциональных параметров. Однако, аналитически определить способ ее реализации не удалось. Для этого была построена регрессионная модель сборки, в которой учитывались все основные технологические факторы сборки.

Исследования проводились методом планирования двухуровневого многофакторного экстремального эксперимента. В качестве параметра оптимизации был принят параметр оценки точности сборки - э.д.с. кв. обмотки. А факторами регрессионной модели являлись погрешности геометрических и магнитных параметров отдельных пластин и магнитопровода в сборе.

Особую сложность при исследовании прецизионных изделий представлял выбор областей определения факторов и уровней их варьирования. Для этого проводились предварительные эксперименты с отдельными факторами. Особо важными являются результаты исследований влияния неоднородности материала магнитопровода на его магнитную симметрию. Получена эмпирическая зависимость э.д.с. кв. обмотки от изменения углового положения одной пластины в пакете магнитопровода:

$$\Delta e_k = \frac{U_f \sin 2\alpha k_a}{N}$$

где U_f - напряжение питания;

k_a - коэффициент собственной асимметрии пластины;

α - угол разворота пластины;

N - количество пластин в пакете.

Она очень близка к синусоидальной и имеет такую же периодичность как э.д.с. кв. обмотки магнитопроводов с различными технологическими погрешностями геометрических и магнитных параметров (рис.2).

Степень влияния отдельных технологических погрешностей на точность сборки оценивалась по значениям соответствующих коэффициентов регрессии. Магнитный фактор, в модели он интерпретирован угловым положением отдельной пластины, обладает самой большой чувствительностью. Это, а также простота его изменения, предопределила выбор его в качестве функционального управляемого параметра сборки магнитопроводов.

На основании этого был разработан способ реализации магнитного симметрирования, заключающийся в определении такого взаимного углового положения пластин в пакете, при котором происходит компенсация магнитной асимметрии, вызванной различными технологическими погрешностями.

На основе обобщения результатов экспериментальных исследований удалось значительно упростить математическую модель

направленной сборки.

Так как ее реализация возможна за счет подбора оптимальных угловых положений пластин, обладающих собственной асимметрией, при которых их суммарная асимметрия в пакете приближается к нулю, она может быть представлена в виде аддитивной функции:

$$E_k = \sum_{i=1}^n f(\theta, \varphi_{0i}) \approx 0$$

где $f = \theta \cdot \sin(2\alpha + \varphi_{0i})$, $\varphi_{0i} = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_n)$ ($V_i = 1..n$)

В четвертой главе представлены различные технические решения реализации автоматизированной сборки магнитопроводов с активным формированием электромагнитных характеристик.

Основная сложность автоматизации такого сборочного процесса заключается в автоматическом определении взаимной ориентации пластин согласно выбранному критерию сборки.

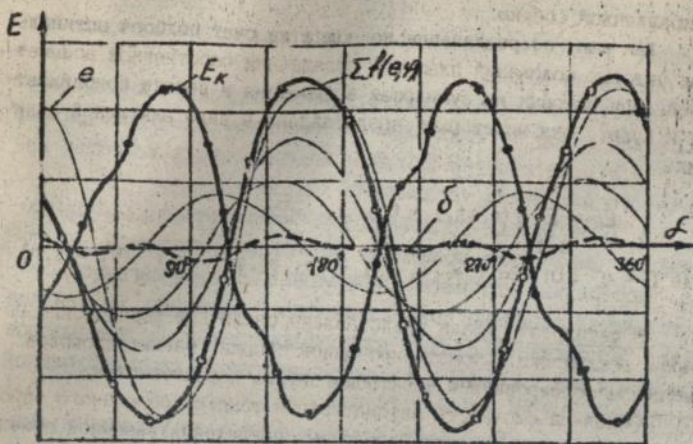
Эта задача решается с помощью управляющего контроля информативного параметра - э.д.с. кв. обмотки, осуществляемого специальными измерительными средствами, предназначенными для работы в сборочном процессе.

В работе представлены варианты технических решений измерительных средств, созданных на базе микропроцессорной техники, а также алгоритмы и управляющие программы, с помощью которых реализуется математическая модель управляемой сборки.

Практически операция магнитного симметрирования состоит из последовательности решения измерительных, вычислительных и управленческих задач.

Математически эта операция представляет собой нахождение целевой функции Z путем аппроксимации исходной периодической функции E_k , отображающей величину и форму магнитной асимметрии недособранной части магнитопровода, определенным количеством синусоидальных функций θ с одинаковыми амплитудами и периодами, равными исходной, и соответствующими асимметрии отдельных пластин, которыми дособируется магнитопровод (рис.3).

Достижимая точность магнитного центрирования зависит от значения и вида исходной функции, а также ограничений дискретной оптимизации.



$$E = Z \cdot \delta \quad Z = \sum_{i=1}^n f(e, \varphi_{0i})$$

рис. 3

В работе приведены конструкции и описания принципа работы сборочных устройств, внедренных в производство прецизионных микромаши на Симферопольском заводе "Эволюнт".

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Общим результатом работы является решение задачи повышения точности прецизионных электрических микромаши.
2. Повышение точности достигнуто не за счет улучшения и изменения конструктивных или технологических параметров комплектующих деталей и элементов, что требует больших материальных затрат, а за счет использования нераскрытых возможностей технологии сборки магнитопроводов.
3. Предложен новый метод сборки магнитопроводов с активным формированием требуемой точности, основанный на максимальной взаимной компенсации погрешности функциональных параметров комплектующих пластин в пакете, притом, в качестве инструмента

обеспечения точности сборки применен управляющий контроль параметра оценки качества.

4. Тесретически и в результате многочисленных экспериментов, обоснован выбор интегральным показателем электромагнитный параметр - э.д.с.кв.обмотки и использование его в качестве информационного параметра управляемой сборки.

5. На базе идеализированной физической модели, раскрывающей сущность физических процессов работы электрической микромашины, построена математическая модель сборки магнитопроводов, учитывающая основные технологические факторы. Ее анализ позволил установить связь точностных выходных параметров электрической микромашины с электромагнитной характеристикой магнитопровода.

6. Методы регрессионного анализа позволили упростить аналитическую модель и определить доминирующий фактор точности сборки - магнитный параметр, который был принят управляемым параметром направленной сборки.

7. Разработан способ магнитного симметрирования магнитопроводов, заключающийся в автоматической взаимной ориентации пластин при укладке их в пакет.

8. Для достижения требуемой точности предложенный метод сборки магнитопроводов позволяет использовать детали и элементы с расширенными на 15-25 % допусками геометрических и магнитных параметров, по сравнению с существующими методами сборки, причем без конструктивных изменений комплектующих пластин.

9. Разработанный метод обеспечения точности сборки может быть применим для всех типов и конструкций электрических машин, а также других электромагнитных устройств, требующих высокую точность сборки магнитопроводов.

10. Внедрение направленной сборки магнитопроводов на Симферопольском заводе "Фисолент" позволило увеличить выпуск прецизионных вращающихся трансформаторов ВТ-5 класса А точности с 20% до 42% и класса В и С с 10% до 15%, при этом практически исключен брак по магнитной симметрии. Экономическая эффективность составила 34,2 тыс.руб. в ценах до 1991 года.

11. Результаты работы дают подход к проведению новых исследований в направлении повышения точности прецизионных изделий за счет активного формирования выходных точностных показателей в процессе их сборки.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНЫ
В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ

1. Перепада В.А. Повышение качества сборки магнитопроводов прецизионных электрических микромашин / Тез. докл. семина. "Автоматизация контроля качества в ГПС". - Севастополь: 1992.
2. Перепада В.А., Дюрев В.С., Колп В.Я. Параметрическая оптимизация сборки магнитопроводов прецизионных электрических микромашин / Материалы семинара "Автоматизация контроля качества в гибком производстве". - Севастополь: 1991.
3. Перепада В.А., Колп В.Я., Дюрев В.С. Управляющая система сбор. и вращающихся трансформаторов / Тезисы докладов семинара "Автоматизация контроля качества в ГПС". - М.: 1990.
4. Мураров А.П., Перепада В.А., Васильенко А.П. Повышение качества электрических микромаши за счет целенаправленного подбора элементов при сборке. - Автоматизация и механизация производства, 1980, № 11.
5. Пилунский Н.П., Епифанова Л.М., Перепада В.А., Могилки В.И. Формирование воздушного зазора с рациональными параметрами в прецизионных вращающихся трансформаторах / Материалы семинара "Автоматизация контроля качества в гибком производстве". - Севастополь, 1987.
6. Мураров А.П., Асюта ...А., Перепада В.А. Об исследовании влияния различных факторов на величину погрешности электрических микромаши. - Автоматизация и механизация производства, 1975, № 3.
7. Костоломов Э.Ф., Перепада В.А. Оптимизация процесса сборки прецизионных машин / Материалы семинара "Автоматизация контроля качества в ГПС". - Севастополь, 1986.
8. Перепада В.А. Управляемый технологический процесс сборки магнитопроводов прецизионных электрических микромаши / Севастоп. приборост. ин-т. - Севастополь, 1994. - 4 с. - Деп. в ГНТБ Украины № 701 Ук 94 от 18.04.94.
9. А.С. 800723. Способ измерения магнитного сопротивления ротора электрических микромаши / Асюта А.А., Волков С.П., Мураров А.П., Перепада В.А. Оубл. в Б.и. 1981 № 4.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Перелата В.А. Автоматизация складания магнитопроводів прецизійних електричних мікромашии в потрібних електромагнітних характеристиках.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.13.07 - автоматизація технологічних процесів та виробництва. Севастопольський державний технічний університет. Севастополь, 1995.

Захищено рукопис на базі 13 робіт, що містять результати досліджень поліпшення точності складання магнітопроводів прецизійних електричних мікромашии. Розроблені математична та експериментальна моделі складання магнітопроводів. Знайдено спосіб активного формування вихідних точностних характеристик електричних мікромашии в процесі автоматизованого складання їх магнітопроводів.

Perepata V.A. Automatisation of magnetocore ass.mblы of precision electric micromachines with demanded electromagnetic characters.

Candidat of technical sciences thesis, speciality 05.13.07 - automation of technology processes and productions. Sevastopol State Technical University, Sevastopol, 1995.

It is defended the manuscript based on the 13 articles containing the results of the investigations of rising of the exactness of magnetocore assembly of precision electric machines.

Worked out mathematic and experimental models of assembly. The method of active forming of precision characteristics of electric machines in the process of avtomatic assembly of their magnetocore.

Ключеві слова: точність складання, автоматизований технологічний процес, магнітна асиметрія, моделі складання.