

# КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАСТРОВЫХ ДАТЧИКОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

В.А. Зеленский<sup>1</sup>, А.А. Трофимов<sup>2</sup>, С.В. Шатерников<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

<sup>2</sup>Пензенский государственный университет, г. Пенза

<sup>3</sup>Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва

При создании сложных комплексов ракетно-космической техники (КТ) в настоящее время широко используются электромагнитные датчики перемещений (ЭМДП). От качества решения ими своих функциональных задач существенно зависят технические показатели систем управления, в которые они поставляют информацию, в частности их точность и быстродействие. Практика использования ЭМДП выдвигает перед разработчиками целый ряд различных, зачастую противоречивых, требований, которым должны удовлетворять датчики. Это, в первую очередь, точность, надежность, помехозащищенность, быстродействие, малые габаритные размеры, технологичность изготовления и пр.

Наиболее жесткие требования к ЭМДП обусловлены необходимостью повышения их точности и одновременного уменьшения габаритных размеров, что связано в первую очередь с широким использованием датчиков на подвижных объектах, где уменьшение габаритов и массы оборудования позволяет увеличить общий КПД объекта и объем формируемой информации. Это особенно важно при работе датчика в ограниченных пространствах: во внутренних полостях агрегатов, двигателей, цилиндров, под обшивками летательных аппаратов, в переносных устройствах и т.п., где ограничения в габаритных размерах носят решающую роль при выборе датчика. Кроме того, снижение габаритных размеров ведет, как правило, к уменьшению энергопотребления и материалоёмкости. В то же время, уменьшение габаритно-весовых показателей не должно ухудшать технологические характеристики датчиков.

В последнее время большое развитие получают растровые электроиндуктивные датчики перемещений, не имеющие указанных недостатков [1,2]. Достоинством этих датчиков является высокая точность измерения в широком диапазоне воздействующих температур, обусловленная тем, что для обработки выходного сигнала с датчика применяется амплитудно-логический метод. Среди конструктивных параметров, изменяя которые можно изменять технические характеристики регистрируемого датчика, следует отметить: шаг раstra, скважность раstra, шаг намотки, ширина секций, число витков секций, угол наклона растров, угол между растрами, схема соединений секций обмоток, форма обмоток и размещение на комбинационном поле.

Примером растрового датчика угловых перемещений может служить датчик ПУИ 065 [2]. Его конструктивная схема изображена на рис. 1, характер выходных сигналов в идеальном и реальном виде представлен рис. 2.

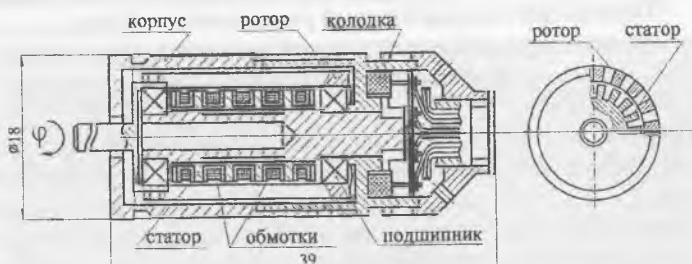


Рис. 1. Конструктивная схема растрового взаимноиндуктивного датчика угловых перемещений ПУИ 065

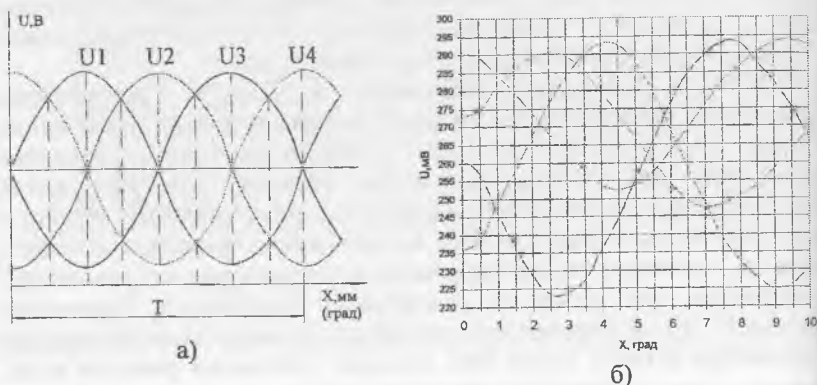


Рис. 2. Общий вид выходных сигналов с растрового взаимноиндуктивного датчика угловых перемещений: а) идеальные выходные сигналы с растрового датчика; б) реальные выходные сигналы датчика ПУИ 065

Как видно из рис. 2, для взаимозаменяемости датчиков исключения индивидуальной подстройки необходимо выравнивание сигналов с каждого канала по амплитуде. Для этого наиболее эффективно применение конструктивных методов совершенствования растровых датчиков перемещений, таких как:

1. Введение неравномерного зазора для полюсов датчика.

На рис. 3 показаны сечения сопряжения статор-ротор растрового датчика при проточках на средних секциях статора 1 (рис. 3,а) или ротора

рис. 3,б). Это приводит к уравниванию постоянных составляющих сигнала на средних и крайних полюсах. Однако следует ожидать уменьшения модуляции на средних полюсах.

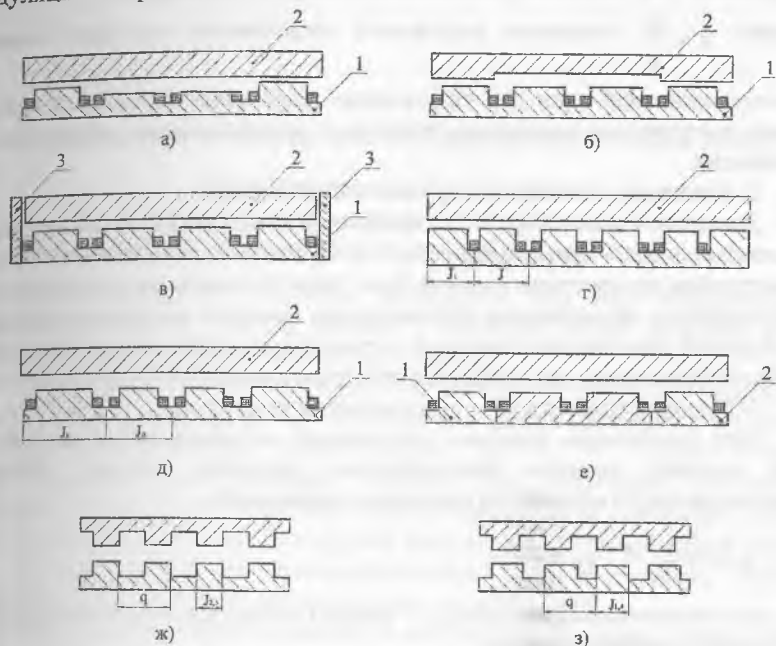


Рис. 3. Варианты конструктивного исполнения элементов сопряжения

## 2. Введение уравнивательных колец.

Уравнивательные ферромагнитные кольца 3 (рис. 3,в) могут быть установлены как на роторе, так и на статоре. В этом случае не сказывается модуляция магнитного сопротивления на торцах ротора и статора. Реализация этого предложения приведет к увеличению постоянной составляющей сигналов крайних обмоток, что уменьшит погрешности дискретизации в позиционном канале статор-ротор растровых датчиков перемещений.

## 3. Введение дополнительных участков модуляции потока.

На рис. 3,г показано, что при этом возрастает длина ротора и статора. Ширину этих участков  $j_1$  следует определить экспериментально

$$= \frac{j_1}{j}.$$

## 4. Изменение ширины полюсов.

Смещение оси полюса относительно комбинационной полосы приводит к смещению пространственной фазы выходного сигнала, конструктивно это решается уменьшением ширины полюс (рис 3,д). Это изменение  $v = \frac{j_0}{j_1}$  возможно определить теоретически на базе схемы

замещения магнитной цепи [3]. Результатом такой меры является фазовое смещение экстремумов выходных сигналов и уравнивание их постоянных составляющих.

#### 5. Смещение полюсов по окружности сопряжения.

Для этого варианта (рис. 3,е) крайние полюса следует изготовить на подвижных кольцах – магнитопровода 1 и 2, которые поворачиваются на угол расстройки по пространственной фазе. Этот угол возможно рассчитать, однако первичные исследования целесообразно провести экспериментально. Данный способ не позволяет изменять постоянную составляющую сигналов, но наиболее эффективен для смещения пространственной фазы экстремумов.

#### 6. Использование растров с различной скважностью.

Для увеличения значения постоянной составляющей выходного сигнала крайних полюсов целесообразно увеличить ширину зубцов статорного растра, то есть ввести различную скважность

$$v_1 = \frac{j_{2,3}}{q} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{j_{1,4}}{q},$$

где  $q$  – шаг зубцового сопряжения;  $j_{2,3}$  – ширина зубцов средних полюсов,  $j_{1,4}$  – ширина зубцов крайних полюсов.

На рис. 3,ж показано соотношение размеров для средних полюсов на рис. 3,з – для крайних.

#### 7. Вариация числа витков.

Если ввести неоднородное число витков в полюсной секции при условии  $W_1 = W_4 > W_2 = W_3$ , то происходит выравнивание постоянных составляющих сигналов, что приводит к возможности устранения в схеме обработки выравнивающего устройства.

### Список использованных источников

1. Конюхов Н.Е., Медников Ф.М., Нечаевский М.Л. Электромагнитные датчики механических величин. - М.: Машиностроение, 1987. -255 с.
2. Трофимов А.Н., Блинов А.В., Трофимов А.А. Унифицированный растровых высокотемпературных растровых электромагнитных датчиков перемещений Датчики и системы, 2007, №7. -С. 24-29.

3. Ломтев Е.А., Трофимов А.А. Обобщённая схема замещения растровых датчиков угловых и линейных перемещений. // Информационно измерительная техника: Межвузовский сб. статей. - Пенза, 2004, №29. С. 19-25.

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ЭНДОСКОПИЧЕСКИЙ ЗОНД

Н.И. Лиманова, Н.Н. Поликашин

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти  
Самарский государственный медицинский университет, г. Самара

Используется в области медицины для внутрисполостного осмотра слизистой прямой кишки и введения через просвет трубы различных манипуляционных инструментов.

Устройство содержит полый тонкостенный тубус из кварцевого стекла, один из концов которого выполнен в виде удлиненного овала, с другого конца тубуса расположена ручка. В головку овала запрессован цилиндрический световод для освещения внутренней полости тубуса. Тубус вводится через сфинктер и анальный канал. После введения тубуса исследуют визуально стенки прямой кишки на предмет наличия геморроидальных новообразований, трещин, полипов, выпуклостей за счет воспаления простаты и др.

В результате диагностирования по обширному полю прямой кишки через ручку вводится волоконно-оптический световод, по которому подается лазерное излучение от полупроводникового аппарата «Кристаллы М». Длина волны составляет 600 нм, плотность энергии при облучении достигает  $200-300 \text{ Дж} / \text{см}^2$ , длительность лазерного воздействия составляет 5-10 минут.

Зонд выполняется в виде ряда модификаций, адаптированных к полезным точкам прямой кишки.

Фотодинамическая терапия, использующая метод прямой передачи и воздействия импульсным лазерным излучением, завоевывает все большее признание в колопроктологической практике наряду с хирургическими методами лечения, что ускоряет процесс выздоровления и подтверждает правильность диагностирования.

Лечебный эффект теплотерапии в проктологии хорошо известен в клиниках. Применение волоконно-оптического эндоскопического зонда не просто дополняет, но усиливает этот эффект, обеспечивая незамедлительное и устойчивое терапевтическое воздействие, избегая хирургическое вмешательство. Комфортную температуру подбирают по ощущениям, начиная с самой малой, но при