Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕЛЬСИННОЙ СИСТЕМЫ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы по курсу
«Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной формы обучения направления 220700.62
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Курган 2015

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»
Дисциплина: «Технические измерения и приборы»
(направление 220700.62).

Составил: канд. техн. наук, доцент В.П. Кузнецов.

Утверждено на заседании кафедры 26 июня 2014 г.
Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья» 20 декабря 2013 г.

Содержание

Введение ……...……..... 4
1. Конструкция и принцип действия сельсинов ……..... 4
2. Индикаторная схема включения сельсина ……..…… 9
3. Трансформаторная схема включения ……..……...…... 13
4. Фазовращательная схема включения …… 15
5. Блок индикации ф5095 и его использование для построения ИИС на базе бесконтактных сельсинов БС-155А…….. 17
6. Исследование и коррекция точностных показателей измерительно-информационной системы на базе блока Ф5095…… 23
7. Порядок проведения исследования и определения точностных показателей 25
8. Контрольные вопросы ……...…… 27

Введение

Цель работы: изучить конструкции, принципы действия и схемы включения (режимы работы) сельсинов и блока индикации Ф5095, служащего для построения измерительно-информационных сельсинных систем станков; провести исследования и коррекцию точностных показателей измерительно-информационной сельсинной системы на базе блока Ф5095.

В системах электроавтоматики, в системах управления металлорежущих станков с ЧПУ и с цифровой индикацией, промышленных роботов применяют измерительные устройства на сельсинах.

Сельсинные ИИС применяются для различных целей:

1. Передача измерительной информации и команд на расстояние.

2. Синхронизации перемещения информации и команд на расстояние.

3. Измерения и визуального представления в цифровой форме линейных и угловых перемещений подвижных узлов станков и роботов.

4. Полуавтоматического управления исполнительными устройствами.

5. в качестве следящих систем.

Любая сельсинная ИИС состоит из трех основных частей:

- датчика, играющего роль измерительного преобразователя или задающего (ведущего, воспринимающего) устройства;

- линий связи, по которым передается сигнал;

- приемника, играющего роль приемного, воспроизводящего или ведомого устройства.

Роль датчиков и приемников могут выполнять сельсины.

1. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСИНОВ

Сельсины представляют собой индукционные электрические машины переменного тока. Статор и ротор сельсина выполняются в виде магнитопроводов специальной конструкции. Для уменьшения потерь они

набираются из тонкой электротехнической стали. В пазах статора и ротора укладывается обмотка возбуждения (первичная обмотка) и обмотка синхронизации (вторичная обмотка).

В зависимости от питания сельсины делятся на две группы: трехфазные и однофазные. Трехфазный сельсин имеет трехфазную обмотку возбуждения и трехфазную обмотку синхронизации. Такие сельсины по конструкции не отличаются от обычных асинхронных двигателей и применяются в основном при больших мощностях в так называемых системах «Электрического вала». У однофазных сельсинов одна обмотка является однофазной, а вторая – трехфазной. Однофазные сельсины по конструкции и принципу действия напоминают малогабаритный синхронный электрический генератор. Такие сельсины применяются, в основном, в системах дистанционной передачи угла.

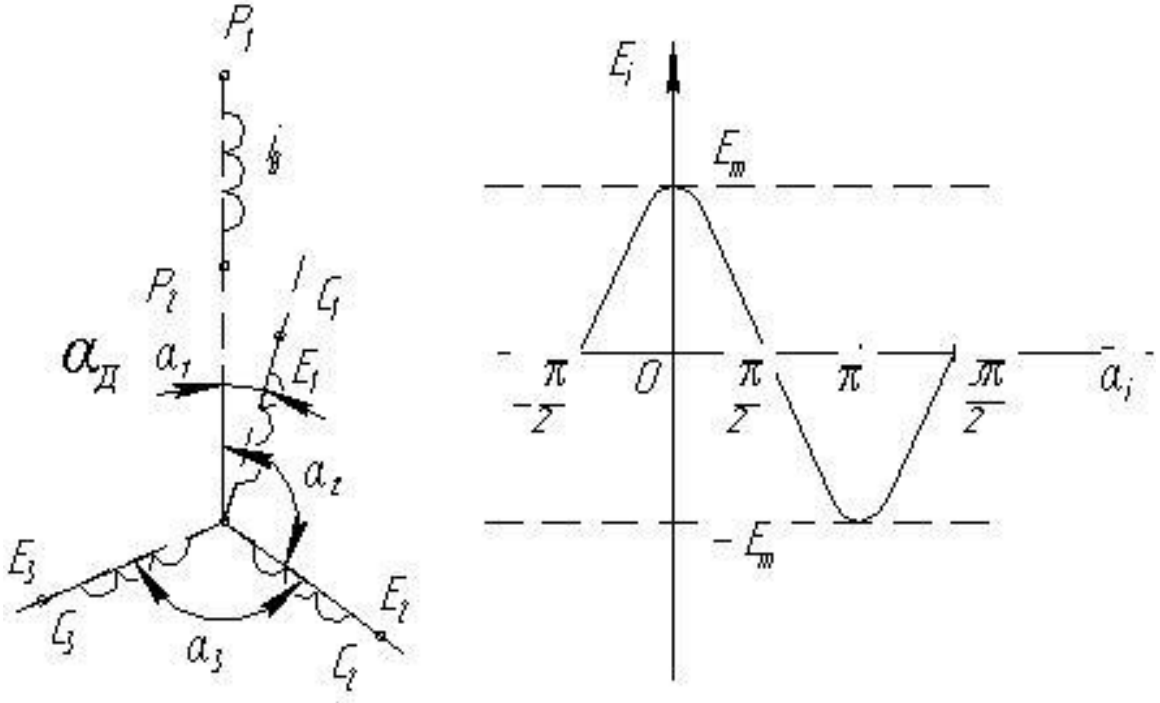
Схема однофазного сельсина приведена на рисунке 1, а. При подключении однофазной обмотки возбуждения к сети переменного тока в обмотке возникает ток $I_в$, который создает в сельсине пульсирующий магнитный поток $Ф_в$ (поток возбуждения. Этот поток индуктируется в лучах (фазах) трехфазной обмотки фазные ЭДС, амплитудные значения которых E_i определяются выражением

$$E_i = -k\frac{d\Phi_i}{dt} = E_{mi} \cdot \cos\alpha_i \qquad (1)$$

где k – коэффициент, зависящий от числа витков в лучах трехфазной обмотки и других конструктивных параметров сельсина; $\frac{d\Phi_i}{dt}$ - производная во времени магнитного потока; α_i - угол отклонения луча трехфазной обмотки относительно магнитной оси обмотки возбуждения; E_{mi} – максимальное амплитудное значение фазной ЭДС; i = 1, 2, 3.

Из (1) следует, что величина фазных ЭДС конкретного сельсина при постоянной амплитуде и частоте питающего напряжения зависит лишь от взаимного углового расположения обмоток сельсина, т.е. от угла поворота ротора (рисунок 1, б).

Если к источнику переменного тока подключить трехфазную обмотку, то в однофазной обмотке будет наводиться трансформаторная ЭДС. Амплитуда и фаза трансформаторной ЭДС зависит от значений тока, протекающих по лучам трехфазной обмотки, и угла поворота ротора сельсина.



а *б*

Рисунок 1 - Схема однофазного сельсина (а) и зависимость ЭДС от угла поворота ротора (б)

По конструкции однофазные сельсины делятся на контактные и бесконтактные. В контактных сельсинах одна из обмоток (возбуждения или синхронизации) располагается на вращающемся роторе. Электрическая связь с этой обмоткой осуществляется с помощью скользящих контактов – колец и щеток. Контактные сельсины могут быть как явнополюсными, так и неявнополюсными. В явнополюсных сельсинах однофазная обмотка возбуждения сосредоточена из явно выраженных полюсах статора (или ротора); в неявнополюсных сельсинах однофазная обмотка возбуждения является распределенной. Трехфазная обмотка синхронизации всегда выполняется распределенной и располагается в пазах ротора (или статора). Фазы обмотки синхронизации смещены в пространстве на угол 120º и соединяются в звезду.

Существенным недостатком контактных сельсинов является наличие надежного щеточно-контактного узла. Слабое нажатие щетки на кольцо может нарушить контакт между ними, а сильное – увеличить момент трения на валу ротора и снизить точность дистанционной передачи угла. Искрение скользящих контактов не позволяет использовать контактные сельсины в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Эти недостатки устранены в бесконтактных сельсинах, принципиальная схема которых приведена на рисунке 2, а устройство поясняет рисунок 3.

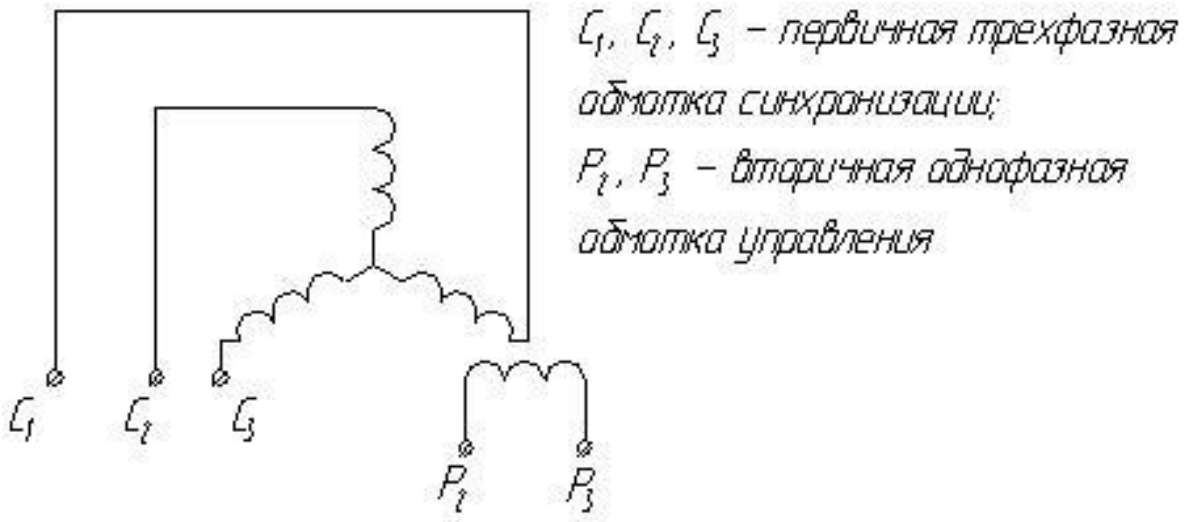


Рисунок 2 - Схема принципиальная электрическая сельсина

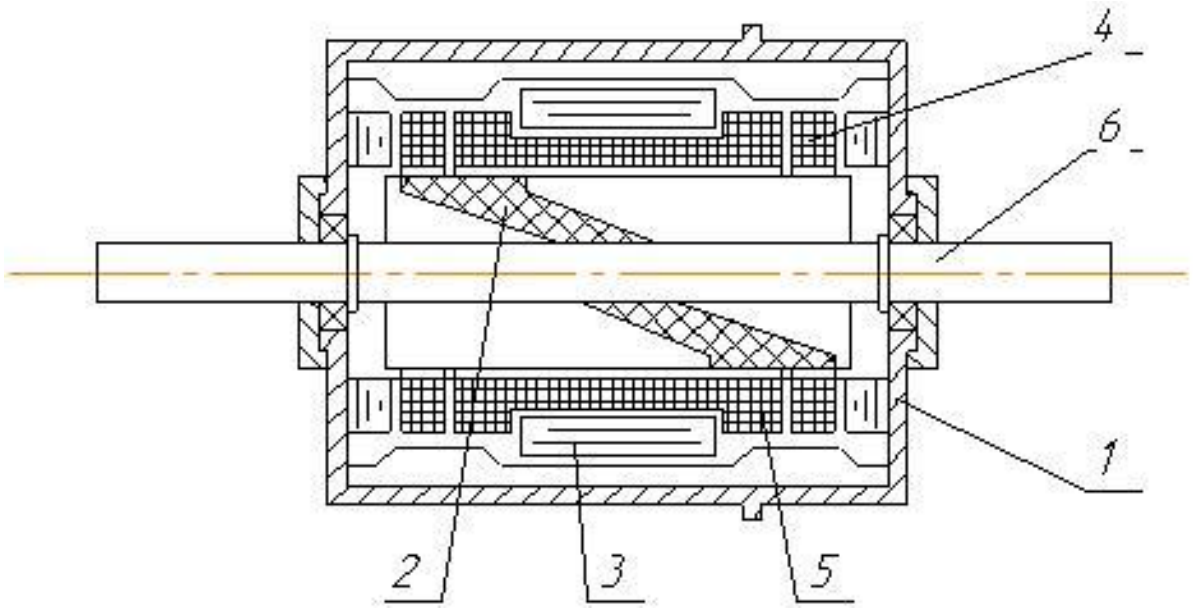


Рисунок 3 - Устройство бесконтактного сельсина: 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – статор; 4 – обмотки возбуждения; 5 – фазовые обмотки; 6 – вал

В бесконтактных сельсинах обмотка возбуждения и синхронизации уложены на статоре и неподвижны. Электромагнитные процессы в бесконтактных и контактных сельсинах аналогичны. Это достигается специальной конструкцией магнитопровода сельсина (ротор имеет две магнитопроводящие части с продольной шихтовкой роторных пакетов, а также есть специальный внешний магнитопровод).

В бесконтактных сельсинах поток возбуждения $Ф_в$ ослаблен по сравнению с контактными, так как проходит четыре воздушных зазора вместо двух (рисунок 4). Поэтому обмотки возбуждения бесконтактных сельсинов питаются большим током.

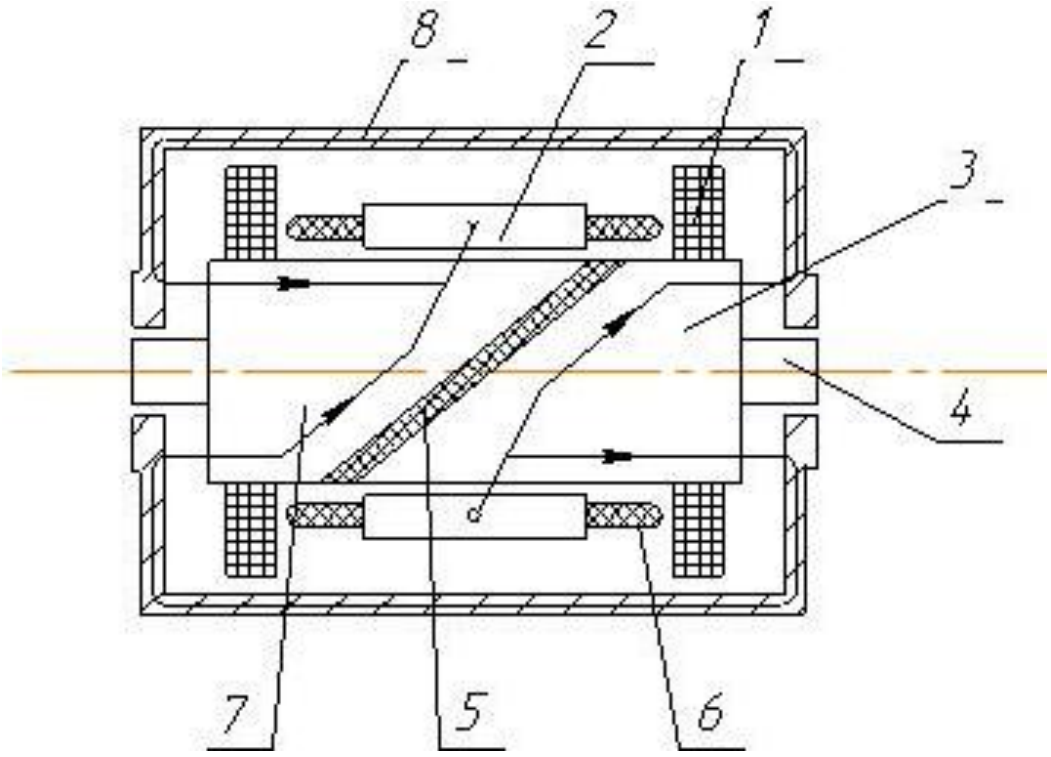


Рисунок 4 - Схема магнитных потоков в обмотках сельсина: 1 – обмотка возбуждения корпус; 2 – статор ротор; 3 – правая магнитопроводящая часть ротора; 4 – ось; 5 – прокладки;6 – фазовые обмотки; 7 – левая магнитопроводящая часть ротора; 8 – корпус

Отечественная промышленность выпускает широкий ассортимент контактных и бесконтактных сельсинов. Принцип действия сельсинов независимо от особенностей их конструкции одинаков.

Основными схемами (режимами работы) сельсинных ИИС являются: индикаторная, трансформаторная и фазовращательная.

2. ИНДИКАТОРНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ СЕЛЬСИНА

Индикаторная схема применяется для синхронной дистанционной передачи угла поворота и различных величин, предварительно преобразованных в угловое перемещение, когда на выходе нет значительного крутящего момента. Простейшая схема индикаторной передачи угла на однофазных сельсинах показана на рисунке 5.

При работе сельсинов в индикаторном режиме однофазные обмотки возбуждения обоих сельсинов подключаются к общей сети переменного тока. Фазы обмоток синхронизации сельсина-приемника соединяются с фазами сельсина-датчика. Оба сельсина находятся в одинаковых условиях. При этом величина фазных ЭДС датчика и приемника определяются системами уравнений:

$$\begin{cases} E_{Д1} = E_{Дm} \cdot \cos \alpha_{Д} \\ E_{Д2} = E_{Дm} \cdot \cos\left(\alpha_{Д} - 120^{\circ}\right) \\ E_{Д3} = E_{Дm} \cdot \cos\left(\alpha_{Д} - 240^{\circ}\right) \end{cases} \qquad (2)$$

$$\begin{cases} E_{П1} = E_{Пm} \cdot \cos \alpha_{П} \\ E_{П2} = E_{Пm} \cdot \cos\left(\alpha_{П} - 120^{\circ}\right) \\ E_{П3} = E_{Пm} \cdot \cos\left(\alpha_{П} - 240^{\circ}\right) \end{cases} \qquad (3)$$

где условные обозначения соответствуют принятым в уравнении (1).

Для индикаторного режима работы сельсина всегда $E_{Дm} = E_{Пm}$ поэтому, если роторы сельсина-датчика и сельсина-приемника согласованы, т.е. расположены одинаково относительно обмоток $\left(\alpha_{Д} = \alpha_{П}\right)$, как следует из системы уравнений (2) и (3), при встречном включении фаз сельсинов все результирующие фазные ЭДС равны нулю: $\Delta E_i = E_{Дi} - E_{Пi} = 0$. При этом токи в обмотках синхронизации и линии связи отсутствуют.

Если ротор сельсина-датчика вывести из согласованного положения и зафиксировать (затормозить), то угол рассогласования $\Theta = \alpha_Д - \alpha_П$ будет отличным от нуля. В этом случае в обмотках синхронизации и линий связи потекут уравнительные токи I_i, так как $\Delta E_i \neq 0$. При взаимодействии магнитных потоков, создаваемых уравнительными токами, с потоком возбуждения $Ф_{ВД}$ и $Ф_{ВП}$ на валах роторов сельсина-датчика и сельсина-приемника возникают синхронизирующие моменты, которые стремятся повернуть роторы в согласованное положение. Так как ротор сельсин-приемник не заторможен, то под действием вращающего момента он придет в согласование (синфазное) положение с ротором сельсина-датчика, т.е. положение, когда $\Theta = \alpha_Д - \alpha_П = 0$.

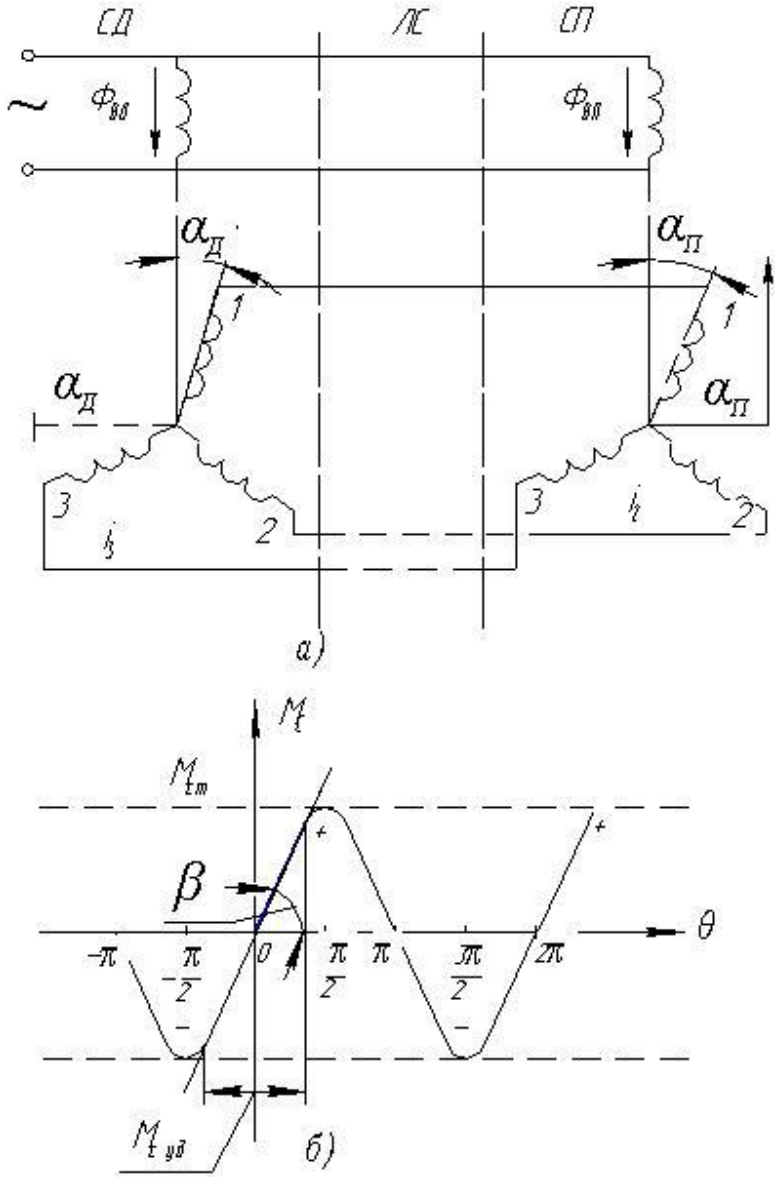


Рисунок 5 - Схема индикаторной передачи (а) и статическая характеристика (б)

В пределах одного оборота ротора сельсина-датчика любому $\alpha_Д$ соответствует лишь единственное значение $\alpha_П$, при котором отсутствуют уравнительные токи и синхронизирующие моменты. Это явление называется самосинхронизацией (отсюда и название сельсин, от слова *selfsin – самосинхронизирующийся).* Кроме синхронизации, положительным свойством индикаторной системы является то, что величина синхронизирующего момента зависит от начального положения роторов сельсинов. Как следует из систем (2) и (3), синхронизирующий момент зависит только от угла рассогласования и определяется выражением

$$M_C = f(\Theta) = M_{Cm} \sin\Theta \qquad (4)$$

где M_{Cm} - максимальный синхронизирующий (опрокидывающий) момент при $\Theta = 90^\circ$.

Уравнение (4) представляет собой статическую характеристику индикаторной передачи (рис.5, б). И статистической характеристики можно определить максимальный синхронизирующий момент M_{Cm} и удельный синхронизирующий момент $M_{C\,уд}$, т.е. крутизну статической характеристики в начальной части

$$M_{Cуд} = \left(\frac{dM_C}{d\Theta} \right)_{\Theta=0} = tg\beta \qquad (5)$$

При $\Theta = 0^o$ момент $M_C=0$, а сельсин имеет устойчивый нуль, т.к. при небольших рассогласованиях $(\Theta<180^o)$ синхронизирующий момент стремится вернуть сельсин в первоначальное устойчивое положение. Хотя и при $\Theta = 180^o$ момент $M_C=0$, но сельсин в этом случае имеет неустойчивый нуль, при дальнейшем увеличении Θ знак синхронизирующего момента изменяется и ротор сельсина будет стремиться к «ложному» нулю, сдвинутому на 360º относительно истинного нуля. Точно рассогласовать сельсины на угол 180º практически невозможно, поэтому в пределах одного оборота ротор сельсина-приемника будет иметь лишь одно устойчивое положение, соответствующее $\Theta=0^o$.

При работе индикаторной передачи возникают погрешности из-за нагрузки на валу сельсина-приемника. Нагрузка создается силой трения в подшипниках, механической неуравновешенностью нагрузки на валу сельсина-приемника и другими факторами. В результате сельсин-приемник следует за сельсином-датчиком с некоторым углом рассогласования. Влияние нагрузки на валу сельсина-приемника учитывается моментом трения $M_{TP.}$

Кроме эксплуатационных погрешностей, обусловленных моментом трения, существует технологические погрешности самих сельсинов. Эти погрешности являются следствием неточности, допущенной при изготовлении сельсина (неуравновешенность ротора, неодинаковое число витков в фазах обмотки и т.п.). Магнитная и электрическая асимметрия сельсинов учитываются реактивным моментом M_P.

Суммарный тормозной момент M_T равен сумме момента трения и реактивного момента:

$$M_T=M_{TP}+M_P \qquad (6)$$

При постоянном тормозном моменте на валу сельсина-приемника статистическая ошибка Θ_{CT} индикаторной передачи обратно пропорциональна удельному синхронизирующему моменту:

$$\Theta=\frac{M_T}{M_{уд}} \qquad (7)$$

Величина A, обратная статистической погрешности называется добротностью сельсинной системы:

$$A=\frac{M_{уд}}{M_T}=\frac{1}{\Theta_{Ст}} \qquad (8)$$

При расположении сельсина-датчика на значительном расстоянии от сельсина-приемника увеличение сопротивления линии связи приводит к снижению синхронизирующего момента и, следовательно, к возрастанию погрешности. Наличие неодинаковых сопротивлений приводов линии связи также обуславливает снижение синхронизирующего момента. Для уменьшения погрешности стремятся, чтобы разница в значении сопротивлений приводов

линии связи не превышала 5%, а также несколько повышают напряжение в обмотках возбуждения (до нагрева обмоток).

В зависимости от максимальной угловой погрешности все сельсины-датчики делятся на три класса точности (таблица 1).

Таблица 1 - Классы точности сельсинов

Сельсин	Максимальная погрешность в градусах для классов точности		
	1	2	3
СД	до ± 0,25	±0,25 + ±0,5	±0,5 + ±1,0
СП	до ± 0,75	±0,75 + ±1,5	±1,5 + ±2,5

В индикаторной передаче наиболее часто применяются сельсины с явно выраженными полюсами.

3. ТРАНСФОРМАТОРНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ

Трансформаторная схема синхронной передачи угла применяется тогда, когда на ведомой оси имеется значительный момент сопротивления. Простейшая схема трансформаторной передачи с однофазными сельсинами приведена на рисунке 6,а.

В отличии от индикаторной передачи в трансформаторной схеме сельсин-приемник (сельсин-трансформатор) обрабатывает задаваемый сельсином-датчиком угол не самостоятельно, а с помощью исполнительного двигателя Д, который механически связан с сельсином-приемником. Работой исполнительного двигателя управляет напряжение $U_{ВЫХ}$ (сигнал рассогласования), снимаемое с однофазной обмотки сельсина-приемника. Это напряжение предварительно усиливается усилителем У. По существу, трансформаторная передача является системой с астатическим уравновешиванием.

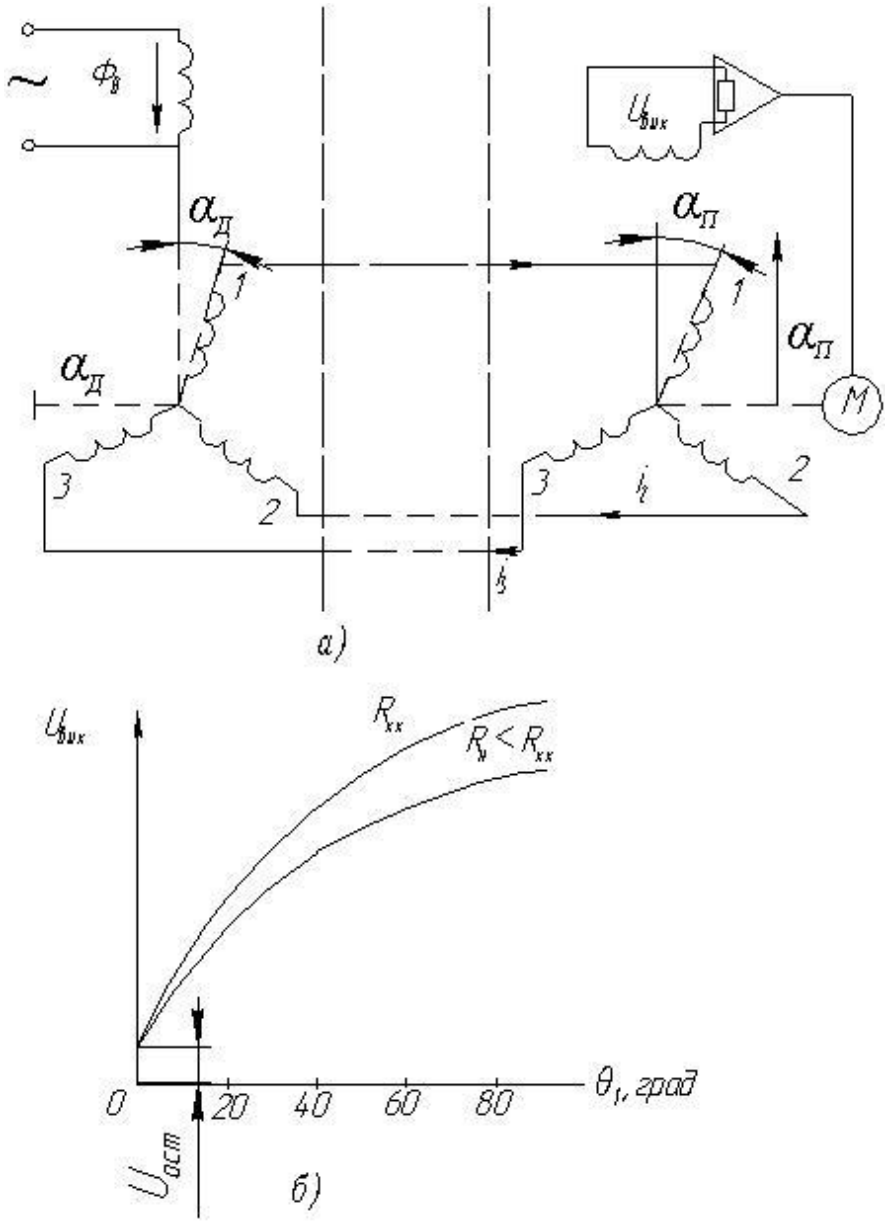


Рисунок 6 - Схема трансформаторного режима работы сельсинов (а) и зависимость выходного напряжения от угла рассогласования (б)

Физические процессы, происходящие в трансформаторной передаче, имеют свои особенности. При подключении однофазной обмотки сельсина-датчика к сети в его трехфазной обмотке индуктируются пульсирующие фазные ЭДС, определяемые системой уравнений (2). Поскольку однофазная обмотка сельсина-приемника не подключена к сети, а обмотки синхронизации сельсинов соединены линией связи, то в трехфазной обмотке сельсина-приемника при любом положении его ротора будут протекать уравнительные токи I_i. Эти токи создают пульсирующий магнитный поток, который наводит

ЭДС в однофазной (трансформаторной) обмотке сельсина-приемника. Величина ЭДС зависит от угла рассогласования Θ. При изменении знака рассогласования фаза трансформаторной ЭДС изменяется на 180º. Для того, чтобы при $\Theta=0$ выходное напряжение было равно нулю, роторы сельсинов предварительно необходимо рассогласовать на угол 90º. Это положение принимается за «нулевое», от него ведется отсчет углов рассогласования.

При холостом ходе ($R_H=\infty$) теоретическое значение выходного напряжения определяется выражением:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВЫХ m}} \sin\Theta \qquad (9)$$

где $U_{вых\ m}$ – максимальная ЭДС, наводимая при $\Theta = 90^{\circ}$ и зависящая от максимальной фазной ЭДС датчика и электрических параметров датчика и приемника.

При включении однофазной обмотки сельсина-приемника на нагрузку управляющее напряжение $U_{вых}$ будет меньше, чем при холостом ходе (рисунок 6, б). Это уменьшение зависит от величины взаимодействия магнитных потоков однофазной и трехфазной обмоток сельсина-приемника при протекании тока нагрузки по однофазной обмотке, соотношения сопротивлений обмотки и цепи нагрузки и других факторов. Максимальная и электрическая асимметрия сельсинов и другие технические погрешности их изготовления нарушают теоретическую зависимость (9). В частности, даже при согласованном положении сельсинов имеется определенное остаточное выходное напряжение.

Для трансформаторной передачи наиболее оптимальным является применение сельсинов с распределенными однофазными и трехфазными обмотками. Такие сельсины обладают малой электромагнитной асимметрией и, следовательно, малой погрешностью.

4. ФАЗОВРАЩАТЕЛЬНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ

В сельсинной ИИС по данной схеме в качестве датчиков и приемников могут использоваться два сельсина или один сельсин и специальный блок

опорного сигнала (рисунок 7). Такой блок может быть выполнен как отдельное устройство или входить в состав устройства программного управления. Фазовращательный режим позволяет строить следящие системы и системы ЧПУ.

В фазовращательной ИИС с двумя сельсинами обмотки последних получают питание от общего источника трехфазного напряжения. Благодаря этому в сельсине-датчике и сельсине-приемнике создаются синхронно и синфазно вращающиеся магнитные поля, наводящие ЭДС в трехфазных обмотках датчика и приемника. Величина этих ЭДС всегда остается неизменной, а их фаза зависит от положения ротора:

$$E_{Д} = E_{Дm}\, sin\left[\omega \cdot t + \varphi_{Д}\left(\alpha_{Д}\right)\right] \qquad (10)$$

$$E_{П} = E_{Пm}\, sin\left[\omega \cdot t + \varphi_{П}\left(\alpha_{П}\right)\right]$$

где $E_{Д}, E_{П}$ - ЭДС, вводимые в однофазных обмотках датчика и приемника; $E_{Дm}$, $E_{Пm}$ – амплитудные значения ЭДС датчика и приемника; $\omega = 2\pi \cdot F$ - круговая частота (F – частота в Гц); t – время; $\varphi_{Д}\ (\alpha_{Д})$; $\varphi_{П}\ (\alpha_{П})$ - фазы ЭДС датчика и приемника.

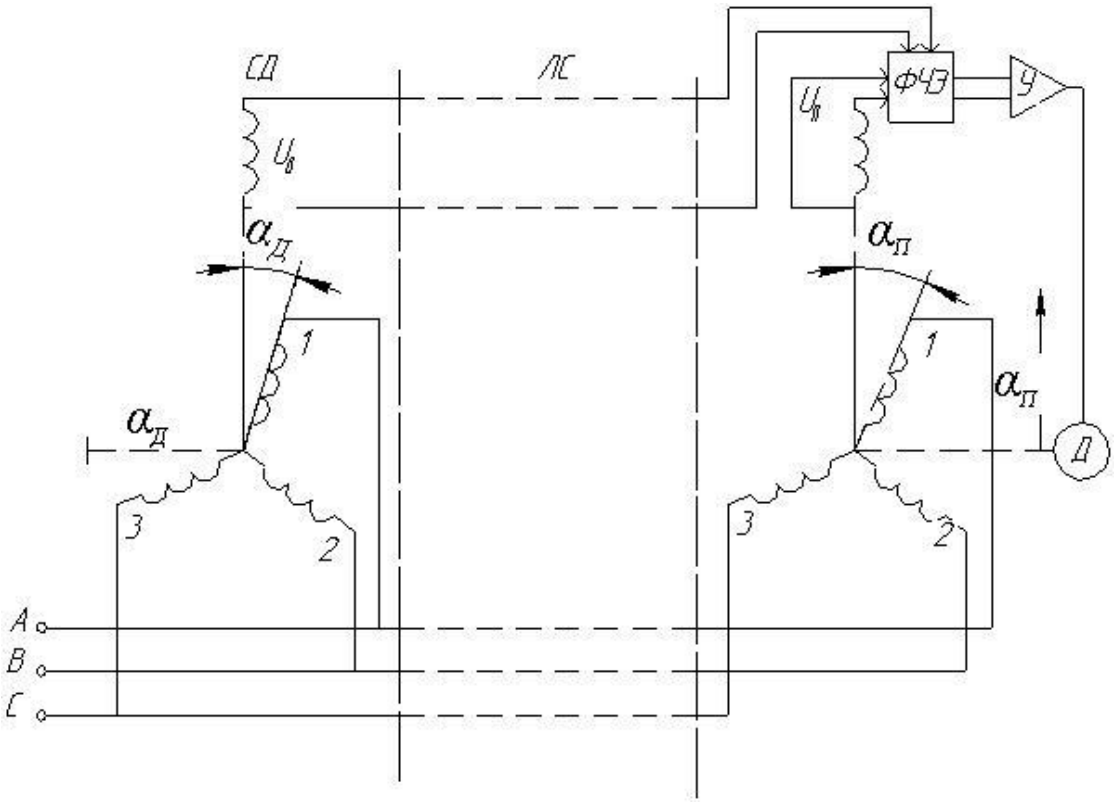


Рисунок 7 - Схема фазовращательного режима работы сельсинов

При этом фазовый сдвиг напряжений однофазных обмоток сельсинов определяется углом рассогласования. Фазовый сдвиг $\Delta\varphi_{Д}$.., пропорциональный углу рассогласования, выявляется фазочувствительным элементом ФЧЭ. Выходное напряжение $U_{вых}$ фазочувствительного элемента, пропорциональное углу рассогласования, усиливается по мощности и управляет роботом исполнительного двигателя Д. Двигатель поворачивает ротор сельсина-приемника до ликвидации рассогласования. Таким образом, при работе сельсинов в фазовращательном режиме, в отличии от трансформаторного, напряжение питания модулируется не по амплитуде, а по фазе. Фазовая модуляция менее чувствительна к помехам, однако для выполнения рассогласования требуется применение дополнительного фазочувствительного элемента, а для питания сельсинов – применение источника трехфазного напряжения.

При построении фазовращательной ИИС, включающей специальный блок, последний является источником трехфазного напряжения питания сельсина-датчика и вырабатывает опорный сигнал:

$$U_{\text{оп}} = U_o \sin(\omega \cdot t + \varphi_{\text{оп}}). \qquad (11)$$

Согласно (10) $U_o = E_{\Pi\text{m}}$, а фаза опорного сигнала $\varphi_{оп}$ и её знак задаются программно на блоке. Фазовый сдвиг:

$$\Delta\varphi_{\text{ДБ}} = \varphi_{Д}(\alpha) - \varphi_{оп} \qquad (12)$$

выявляется фазочувствительным элементом (фазометром) и далее преобразуется для визуального представления и управления приводом аналогично выше описанному варианту.

5. БЛОК ИНДИКАЦИИ Ф5095 И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИИС НА БАЗЕ БЕСКОНТАКТНЫХ СЕЛЬСИНОВ БС-155А

Блок индикации Ф5095 совместно с сельсином БС-155А предназначен для измерения и визуального отсчета в цифровой форме линейных и угловых

перемещений подвижных узлов металлорежущих станков класса точности «Н», для преднабора заданных перемещений и полуавтоматического управления станком в режиме позиционирования. Схема монтажа сельсина на станках с ЧПУ или с цифровой индикацией, на роботах и манипуляторах приведена на рисунке 8.

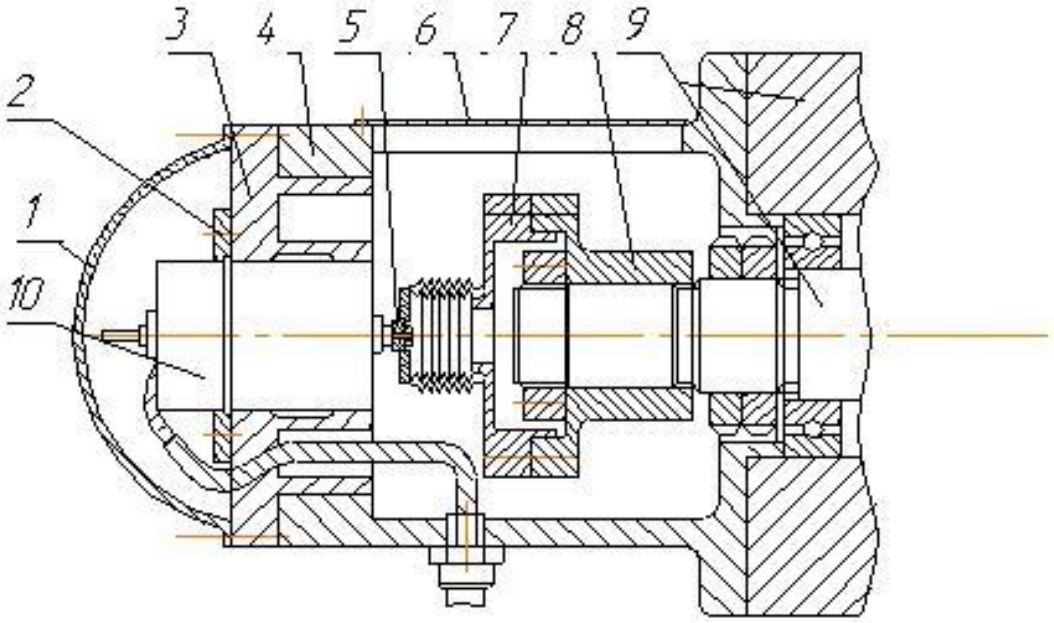


Рисунок 8 - Схема монтажа сельсина на станке: 1 – крышка; 2 – фланец; 3 – стакан; 4 – корпус; 5 – гайка; 6 – крышка; 7 – муфта с сильфоном; 8 – фланец; 9 – ходовой винт 10-БС-155А

Схема подключения блока Ф5095 к сельсину и внешним устройствам цифровой индикации станка показана на рисунке 9.

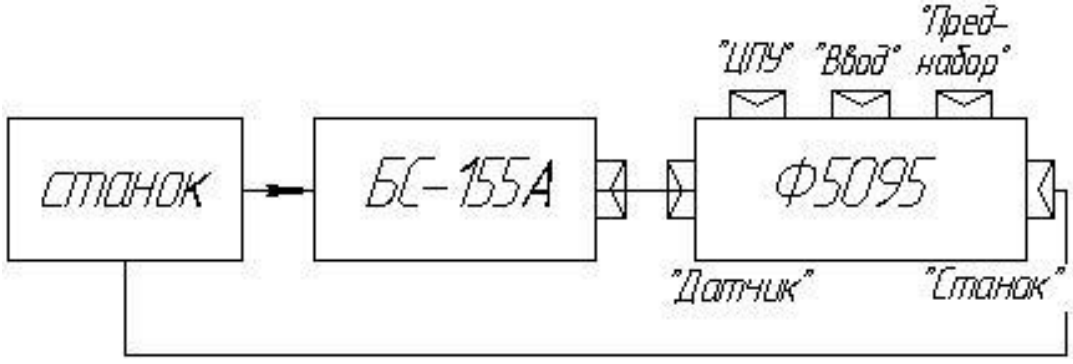


Рисунок 9 - Схема подключения блока индикации Ф5095 к сельсину и внешним устройствам

К Ф5095 могут подключаться через разъем Ш4 аналогичный блок индикации для получения суммарного значения двух перемещений и через разъем Ш2 – могут подключаться через разъем Ш4 аналогичный индикации для получения суммарного значения двух перемещений и через разъем Ш2 – преобразователь цифрового кода – транскриптор Ф5033К для регистрации результатов измерения с помощью цифропечатающего устройства или перфоратора.

Питание обмоток сельсина осуществляется трехфазным напряжением, вырабатываемым в блоке. Информационным признаком контролируемого перемещения является разность фаз измерительного сигнала, поступающего с выходной обмотки сельсина БС-155А (Р2, Р3), и опорного сигнала с той же частотой следования, формируемого в блоке индикации.

На рисунке 10 представлена структурная схема блока Ф5095, состоящего из:

1. БСХ – блока синхронизации;
2. БПД – блока питания датчика;
3. Ф – фазометра;
4. СР – счетчика реверсивного;
5. С – сумматора;
6. БВФ – блока высоковольтных формирователей;
7. БВ – блока вывода;
8. РИ – резистора индикации;
9. РО – резистора начального состояния;
10. РП - резисторов памяти;
11. УУ – устройства управления работой блока;
12. БВЦ – блока введения поправки;
13. БК – блока коммутации;
14. ББВ – блока ввода информации;
15. БПР – блока преднабора;
16. БП – блока питания;
17. БР – блока реле;

В БСХ вырабатывается ряд последовательных импульсов, которые используются в качестве опорных в работе всех узлов блока Ф5095. БСХ электрически связан со всеми функциональными узлами (рисунок 10).

В БПД вырабатывается трехфазное напряжение, близкое по форме по форме к синусоидальному, со сдвигом фаз 120º и частотой 417 Гц (сигналы C_1, C_2, C_3).

В Ф производится измерение разности фаз опорного и измерительного сигнала в интервале от 0 - 360º.

В СР производится подсчет количества полных циклов изменения фазы измерительного сигнала по отношению к опорному, а также анализ знака координаты контролируемого перемещения.

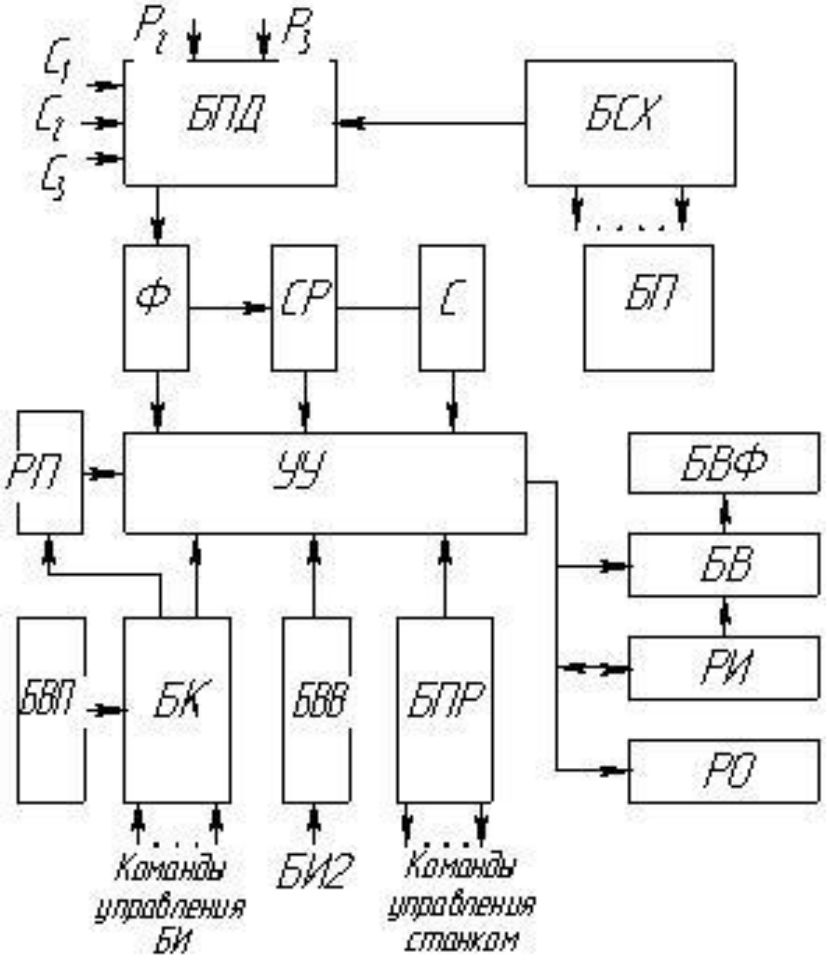


Рисунок.10 - Структурная схема блока цифровой индикации Ф5095

В С производится суммирование нескольких измеренных значений перемещения для получения усредненного значения, удвоение результатов

измерений при работе блока в режиме «Диаметр», введение поправки в значение текущей координаты, суммирование значений 2-х перемещений, а также вычисление расстояния до заданной координаты в режиме позиционирования рабочего органа станка.

В БВФ идет формирование сигналов, управляющих цифровыми газоразрядными лампами индикаторного табло.

В БВ происходит преобразование последовательного фазоимпульсного хода в двоичный и последовательного десятичного в двоично-десятичный код 8-4-2-1, а также сигналов, выдаваемых на внешние устройства.

В РИ производится запоминание результатов до следующего цикла измерений.

В РО запоминается начальное значение координаты.

В РЦ производится запоминание 5-ти значений координат, используемых для режима преднабора.

В УУ вырабатывается ряд сигналов, управляющих всей работой блока.

В БВП формируются сигналы, предназначенные для коррекции результатов измерений в пределах от -999,99 до 999,99 мм.

В БК производится формирование сигналов, поступающих коммутационных элементов.

В БВВ производится преобразование кодов и формирование сигналов для целей суммирования значений 2-х перемещений.

В БПР формируются команды управления приводом станка.

БП формирует постоянные напряжения 200В; 140В; ±6,3В; 5В.

На передней панели блока Ф5095 вынесены следующие органы управления и индикации (рис. 11):

- индикаторное табло, состоящее из обозначений координаты (одной знаковой и шести цифровых индикаторных ламп) – 9;

- газоразрядного индикаторного прибора с оцифровкой его шкалы от «0» до «9» - 10;

- переключателя набора вводимых чисел, состоящих из одной знаковой и шести цифровых секций – 11;

- переключателя ввода коррекции, состоящий из пяти цифровых секций – 12;

- кнопок «+» и «-» ввода числового значения коррекции с соответствующим знаком – 13;

- кнопка установки нулевого значения отсчета на индикаторном табло – 14;

- кнопки установки (записи) отличного от нуля значения контролируемой координаты – 15;

- лампочки индикации совпадения значений заданной и текущей координат – 16;

- кнопки выдачи команды на печать текущего значения координаты – 17;

- кнопок «1», «2», «3», «4», «5» обращаться к одному из пяти регистров памяти;

- лампочек «1» + «5» индикации обращения к соответствующему регистру;

- кнопки режима ввода информации с переключателя 11 в один из регистров памяти – 18;

- кнопки включения режима выдачи команд управления приводом станка – 19;

- кнопки включения режима работы без выдачи команд управления станком – 20;

- кнопки и лампочки включения и индикации режима грубого позиционирования с подходом к заданной точке со стороны движения – 21;

- кнопки и лампочки включения и индикации режима точного позиционирования с подходом к заданной точке со стороны движения – 22;

- кнопки и лампочки включения и индикации режима точного позиционирования с подходом к заданной точке только слева – 23;

- кнопки и лампочки включения и индикации режима точного позиционирования с подходом к заданной точке только справа – 24;

- тумблера «сеть» включения питания ~220В.

Дискретность цифрового отсчета блока составляет $10^{-2}/N$ оборота ротора сельсина, где N – коэффициент масштабного преобразования, численно равный значению шага используемой винтовой пары в мм.

6. ИССЛЕДОВАНИЕ И КОРРЕКЦИЯ ТОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ БЛОКА Ф5095

Для исследований точностных показателей ИИС создана специальная установка. Установка включает в себя измерительный преобразователь - бесконтактный сельсин БС-155А-1, блок индикации Ф5095-2, передачу винт-гайка (рисунок 11).

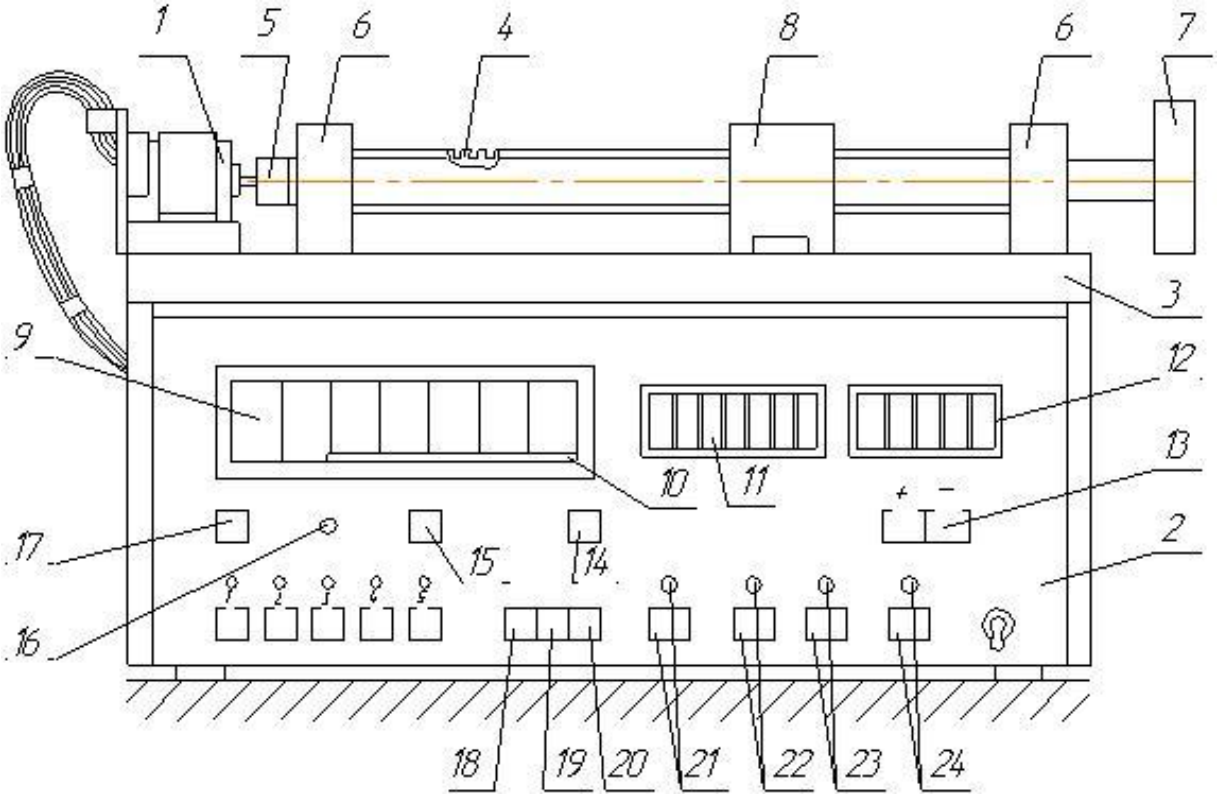


Рисунок 11 - Установка для исследования сельсинной измерительно-информационной системы на базе блока индикации Ф-5095

Преобразователь установлен на плите 3 соосно с винтом 4 передачи винт-гайка. Соединение преобразователя 1 с винтом осуществляется посредством муфты 5. Винт на плите закреплен на шарикоподшипниковых опорах 6 и приводится во вращение штурвалом 7. При вращении винта перемещается гайка 8.

Погрешность измерения хода 8 с помощью ИИС зависит от погрешностей измерительного преобразователя БС-155А, от дискретности цифрового отсчета и других погрешностей блока Ф5095, от погрешностей передачи винт-гайка.

Общая погрешность измерения включает 2 основные составляющие: погрешность на длине перемещения гайки, кратной целому числу оборотов ротора сельсина (накопленная погрешность) и погрешность при перемещении гайки в пределах одного оборота ротора (внутришаговая погрешность).

Накопленная погрешность, в основном, определяется погрешностями изготовления винта передачи винт-гайка. Внутришаговая погрешность включает погрешности сельсина и блока индикации.

На систематическую внутришаговую погрешность блока индикации совместно с сельсином БС-155А имеется допуск: она не должна превышать 0,001 оборота ротора сельсина.

Целью выполнения исследований в лабораторной работе является определение статистических характеристик внутришаговой погрешности и коррекция показаний блока Ф5095 на величину её систематической составляющей.

Статистические характеристики внутришаговой поверхности – математическое ожидание M_Δ (систематическая погрешность) и среднеквадратичное отклонение σ_Δ (случайная погрешность) представляются в виде графиков. По оси абцисс графиков откладывается величина перемещения гайки в пределах оборота ротора сельсина М, мм, а по оси ординат величины M_Δ , поле рассеяния $\pm 3\sigma_{\Delta i}$ относительно величины M_Δ.

7. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1. Подготовить блок индикации Ф5095 к работе:

а) вставить вилку шнура питания в розетку питающей сети «220В»;

б) включить тумблер «Сеть» 9.

2. Закрепить на металлической пластине плиты 3 установки (рисунок 11) магнитную стойку с индикатором.

3. Упереть измерительный наконечник индикатора в гайку 8.

4. Вращая штурвал 7, переместить гайку 8 навстречу наконечнику и создать натяг 0,5 мм по показаниям индикатора.

5. Установить показания индикатора на нулевую отметку.

6. Осуществить сброс на нуль показаний на индикаторном табло блока Ф5095, нажатием кнопки 14 (рисунок 11).

7. Вращением штурвала 7 перемещать гайку 8 навстречу наконечнику индикатора через 0,25 мм (по показаниям индикатора) в пределах 5 мм, записывая показания табло блока Ф5095 в таблицу 2.

Таблица 2 - Результаты исследований погрешности

Показания индикатора l_i, мм	0	0,25	0,50	0,75	…	…	…	5,0
Показания табло блока индикации L_{1i}, мм	0							
$\Delta_i = l_i - l_{1i}$, мм	0							

8. Данные исследования повторить еще 4 раза и соответственно заполнить 4 аналогичные таблицы. Для повторения исследований переместить гайку 8 в исходное (нулевое) положение. При этом должен быть выбран люфт в передаче винт-гайка.

9. Определить значения Δ для каждого l и занести в соответствующий столбец таблиц.

10. Принимая закон распределения Δ_i нормальным, определить $M_{\Delta i}$ и $\sigma_{\Delta i}$ по следующим формулам:

$$M_{\Delta i} = \frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5}\Delta_i ; \qquad \sigma_{\Delta i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{5}\left(\Delta_i - M_{\Delta i}\right)^2}{4}}$$

11. Построить графики $M_{\Delta i} = f(l_i)$ и предельной ошибки $\Delta_{ИИС} = M_{\Delta i} \pm 3\sigma_i(l_i)$ (рисунок 12). Сравнить значения $M_{\Delta i}$ с допуском.

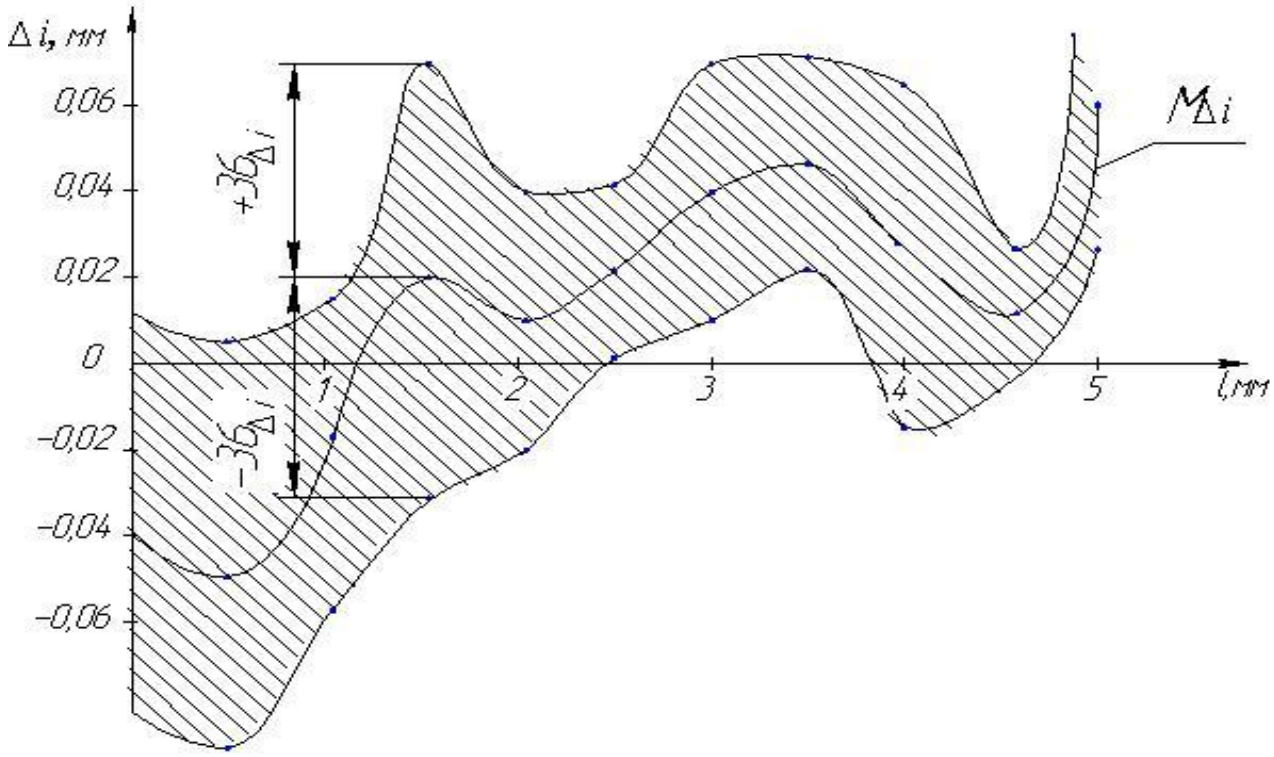


Рисунок 12 - Систематическая составляющая и поле рассеяния внутришаговой погрешности

12. Выполнить коррекцию систематической погрешности ИИС. На лицевой панели блока Ф5095 в правом верхнем углу имеется переключатель ввода коррекции 12 (рисунок 11), состоящей из пяти цифровых секций и кнопок 13 « + » и « - » для ввода соответствующего знака коррекции.

Нужное значение коррекции набирается на переключателях 12. Затем нажимается кнопка « + » или « - ». Предварительные показания индикаторного табло блока Ф5095 (до ввода коррекции) соответственно увеличивается или уменьшается на величину набранной коррекции.

Порядок проведения исследований ИИС с коррекцией систематической погрешности $M_{\Delta i}$:

- выполнить пп.1-6 проведения исследований по определению точности показателей ИИС.

- ввести коррекцию на величину систематической погрешности $M_{\Delta 1}$ с соответствующим знаком.

- вращением штурвала 7 переместить гайку 8 (рисунок 11) навстречу наконечнику индикатора на 0,250 мм (по показаниям индикатора).

- определить величину $\Delta_1 = l_1 - 0{,}250$ и, сравнив её с величиной $M_{\Delta 1}$, оценить результат ввода коррекции.

13. Оформить отчет по лабораторной работе. Целью оформления отчета является систематизация полученных при проведении лабораторной работы знаний и практических навыков. В отчете указывается цель лабораторной работы и приводятся следующие результаты её выполнения:

- структурная схема ИИС стенда.

- таблица с числовыми данными исследования точности ИИС.

- график статистических показателей внутришаговой погрешности ИИС.

- выводы по результатам исследования точности сельсинной ИИС и по результатам коррекции систематической составляющей внутришаговой погрешности ИИС.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличается бесконтактный сельсин от контактного?

2. Чем отличается индикаторный режим работы сельсина от трансформаторного?

3. Что изменится в режиме работы фазовращательной схемы включения сельсина, если изменить порядок фаз статорной обмотки одного из сельсинов?

4. В каком режиме работает сельсин на лабораторном стенде?

5. Какие составляющие входят в суммарную погрешность измерения перемещения ИИС и как из нее выделить погрешность сельсина?

Кузнецов Виктор Павлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕЛЬСИННОЙ СИСТЕМЫ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы по курсу
«Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной формы обучения направления 220700.62
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Авторская редакция

Подписано в печать 18.03.15	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м^2
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,75	Уч.-изд. л. 1,75
Заказ 62	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.