

# **РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Поворотных столов серии 7400

Москва, 2012г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общая часть .....	2
2. Обнаружение типовых неисправностей .....	4
3. Методы обнаружения к.з витков в катушках датчиков .....	5
4. Установка и регулировка индуктивных датчиков .....	9
<i>Приложение 1</i> .....	Намотка катушек датчиков
<i>Приложение 2</i> .....	Схема простого стола
<i>Приложение 3</i> .....	Схема глобусного стола 7400-0263
<i>Приложение 4</i> .....	Схема глобусного стола 7400-0265
<i>Приложение 5</i> .....	Схема обмоток датчика планшайбы
<i>Приложение 6</i> .....	Схема определения к. з. витков

## 1. Общая часть

При ремонте поворотных столов серии 7400- 223, 263, 265 необходимо предварительно изучить заводское руководство по эксплуатации столов соответствующего типоразмера:  
7400-223 – плоский поворотный стол с датчиком поворота планшайбы Дпш=250мм  
7400-224 – плоский поворотный стол с датчиком поворота планшайбы Дпш=320мм  
7400-263 – глобусный поворотный стол с датчиком поворота планшайбы Дпш=250мм  
7400-265 - глобусный поворотный стол с датчиком поворота планшайбы Дпш=400мм

Якорь вращается относительно неподвижных катушек датчика (поворота планшайбы). Для точной установки угла поворота катушки получают угловые смещения от жестко связанного с ними сектора, на который передается смещение, задаваемое минутным и секундным лимбами.

В заводском руководстве на столы серии 7400 не разъясняется принцип измерения угла и физика работы индуктивного датчика, указывается лишь, что «точное положение датчика (индуктивного) фиксируется микроамперметром» и что «индуктивные датчики совместно с обмотками питающего трансформатора образуют мост, в диагональ которого включен нуль-индикатор  $\mu\text{A}$ ». На самом деле схема измерения угла работает следующим образом:

Для измерения целых градусов используется просто отсчет по лимбам, для измерения минут и секунд – механические лимбы и показание 0-индикатора (микроамперметра) внутри одного градуса: якорь датчика имеет 360 зубцов, как и каждая из 2-х катушек индуктивного датчика.

Взаимное положение зубцов якоря (см. рис ) и каждой из 2-х катушек индуктивного датчика см. рис 1. И 2 таково, что за один геометрический период зубцов происходит полное изменение взаимной индуктивности каждой катушки и якоря, причем за счет сдвига зубцов на  $180^\circ$  одной катушки относительно другой катушки датчика в отдельности и соответствующие им индуктивности L1 - L2 (поворот планшайбы) и L3 -L4 (наклон ) меняются за один пространственный период от одного максимума условно положительного к другому – условно отрицательному.

Чему соответствует максимальный размах колебаний 0-индикатора в обе стороны шкалы прибора.

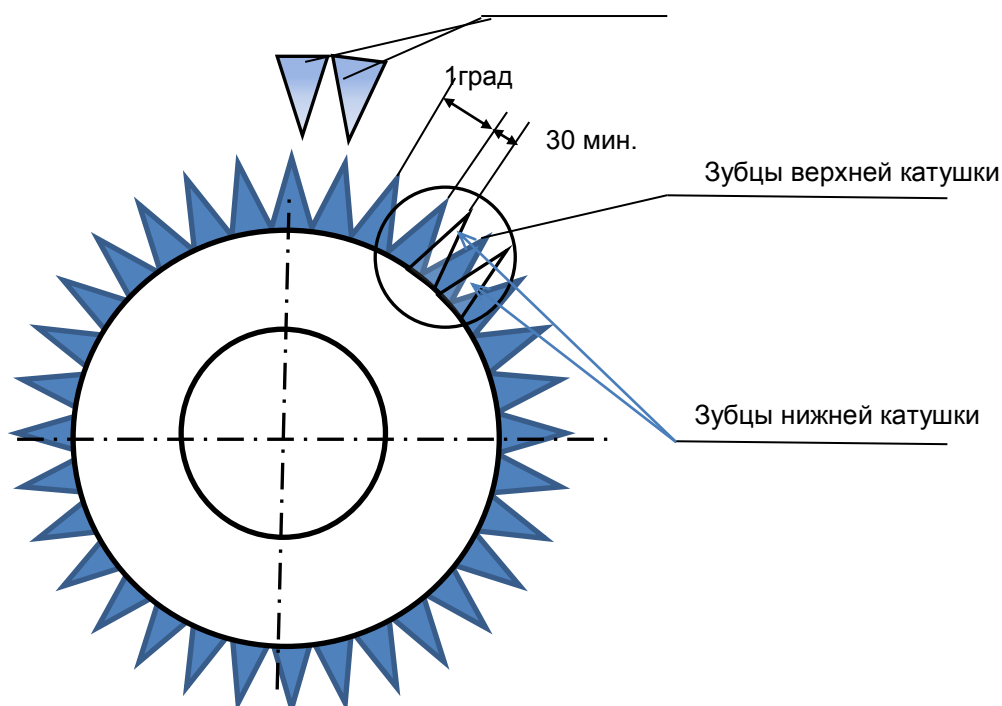
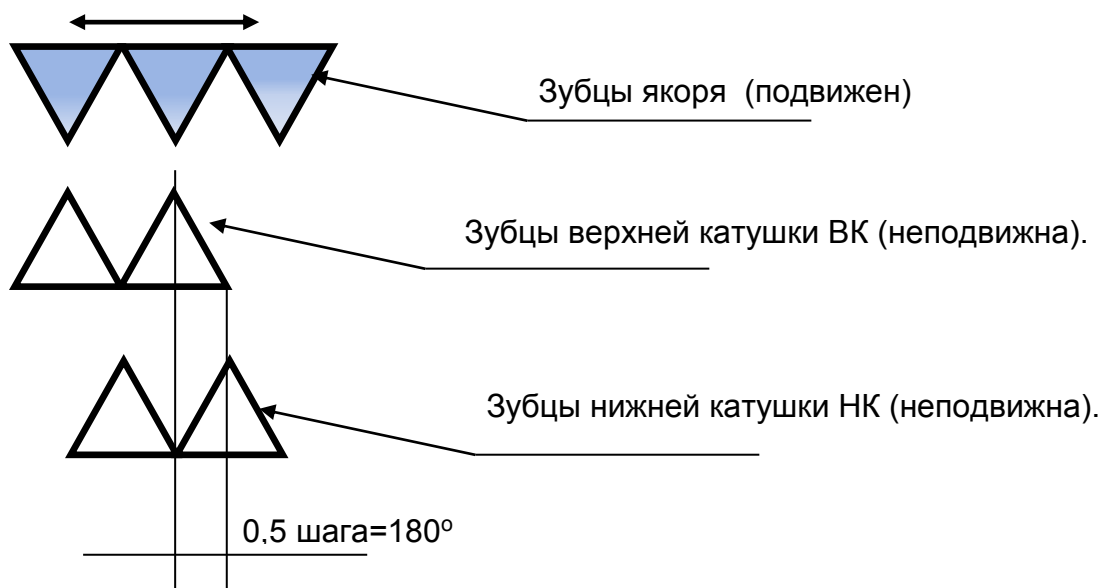


Рис. 1 угловое положение зубцов катушек и якоря

**ВК** – верхняя катушка – ближайшая со стороны планшайбы.

**НК** – нижняя катушка – дальняя со стороны планшайбы

Сдвиг зубцов ВК и НК должен составлять  $180^\circ$ , для это надо повернуть ВК относительно НК как показано на . рис 2 на валу и зафиксировать положение катушек латунными винтами



**Рис. 2 Зубцы (условно) развернуты в линию**

Схема питания стола – имеет на выходе трансформатор, питаемый от стабилизатора напряжения, с 2-мя выходными обмотками, каждая из которых выдает стабилизированное напряжение 24В – см. приложения 2 и 3. Прибор микроамперметр – 0-индикатор включен в диагональ выпрямительных мостов V1..V4 и V5..V8, и через него протекают встречно направленные токи - см. приложения 2 и 3.

При таком (см. выше) угловом сдвиге катушек их индуктивности относительно вращения якоря меняются в противофазе, обеспечивая максимальную чувствительность индуктивного датчика. Индикатор (микроамперметр Р) показывает 0 в том и только в том случае, если зубцы якоря равно удалены (по угловому положению) от зубцов обеих катушек, и индуктивности катушек поэтому равны.

При повороте планшайбы в любом направлении на угол  $1^\circ$  происходит полное колебание стрелки микроамперметра от  $+50\mu\text{а}$  через 0 до  $-50\mu\text{а}$ . Таким образом, при повороте планшайбы (грубой установке) на угол в несколько единиц, десятков, сотен угловых градусов Происходит непрерывное колебание стрелки прибора.

## 2. Обнаружение типовых неисправностей

Наиболее часто встречающаяся неисправность в ЭО поворотного стола – это обрывы проводов, особенно мест пайки выводов катушек. Реже – неисправность диодов, V1,,,V8 и короткие замыкания проводов, в т. ч. на корпус, выход из строя измерительного прибора. Для обнаружения этих неисправностей достаточно обычного тестера.

Наиболее трудно обнаруживаемая неисправность – витковое замыкание катушки (катушек) индуктивных датчиков. Способы обнаружения витковых замыканий рассмотрены в параграфе 3.

Взамен микроамперметра М261М можно установить микроамперметр М42306 – размер 60х60 шкала 50-0-50  $\mu$ А класс точности 2,5.

Взамен диодов V1-V8 импульсные диоды типа...КД522.

Подключение проводов для подключения к выводам катушек датчика планшайбы можно выполнить через планку с лепестками для подпайки.., что повысит удобство ремонта и эксплуатации

Подключение катушек датчиков к схеме измерения (элементам, установленным в нижней нише стола) лучше выполнять не проводами, а сетевым кабелем типа LYCY или FTP с многожильными проводами

Для ремонта большинства индуктивных датчиков столов серии 7400 необходим обмоточный провод типа ПЭВ-2 диаметром 0,12мм. Так как этот провод давно не выпускается, то взамен можно использовать провод типа ПЭТВ-2 с диаметром 0,125мм. или ПЭВТЛ-2 (лучше паяется).

### 3. Методы обнаружения к.з витков в катушках датчиков

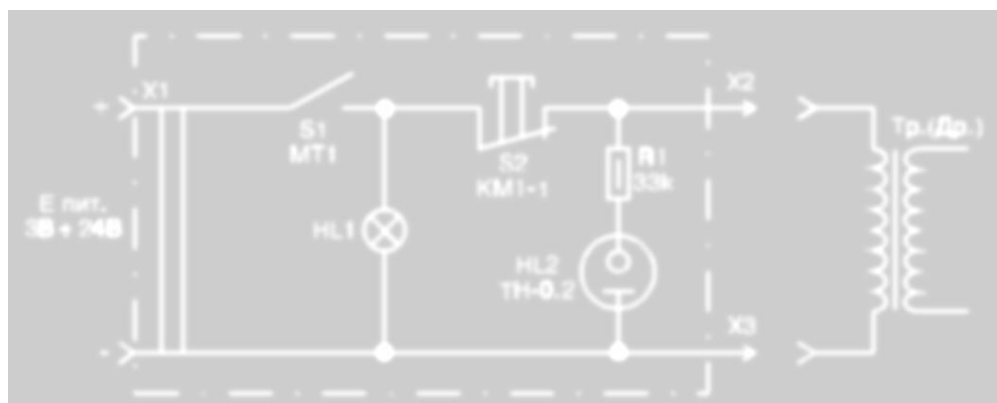
Самая сложная проверка на межвитковые замыкания. Известно несколько способов проверки трансформаторов.

1. Измерение омического сопротивления обмотки и сравнение результатов с паспортными данными. (Способ простой, но не точный, особенно при малой величине омического сопротивления обмоток и малом числе короткозамкнутых витков.)
  2. Проверка катушки с помощью специального прибора — анализатора короткозамкнутых витков.
  3. Проверка коэффициентов трансформации на холостом ходу. Коэффициент трансформации определяется как отношение напряжений, показываемых двумя вольтметрами. При наличии межвитковых замыканий коэффициент трансформации будет меньше нормы.
  4. Измерение индуктивности обмотки.
  5. Измерение потребляемой мощности на холостом ходу. У силовых трансформаторов одним из признаков короткозамкнутых витков является чрезмерный нагрев обмотки
- Что касается приборов, то по ссылкам: и <http://www.masterkit.ru/main/set.php?num=474> приведена схема и описание прибора для определения короткозамкнутых витков в строчных и импульсных трансформаторах.

Если есть две одинаковые катушки, то наличие КЗ часто можно обнаружить по их сопротивлению постоянному току. Если оно очень различается, то почти наверняка в более низкоомной катушке есть КЗ.

#### Простой прибор для обнаружения коротко замкнутых витков в катушках ИНДУКТИВНОСТИ

Вероятно, многие замечали, проверяя целостность обмоток электродвигателей, трансформаторов, дросселей с помощью тестера, что если разорвать цепь катушка индуктивности-тестер, а затем тут же случайно коснуться выводов катушки, то можно почувствовать слабый электроудар.



Оказалось, что можно, т.к. ЭДС самоиндукции катушки индуктивности представляет собой вполне конкретный бросок напряжения, амплитуда которого зависит от напряжения питания разрываемой цепи, от индуктивности катушки и от ее добротности. При экспериментальной проверке выяснилось, что если параллельно проверяемой катушке подключить неоновую лампочку типа ТН-0,2, ТН-0,3 и т.п., то при разрыве цепи источник питания-катушка ЭДС самоиндукции катушки вызывает вспышки неоновой лампочки, которые тем ярче, чем выше напряжение питания проверяемой цепи, индуктивность катушки и ее добротность.

Именно этому условию отвечают сетевые обмотки силовых трансформаторов, просто высоковольтные обмотки трансформаторов, обмотки дросселей со значительной индуктивностью, обмотки электродвигателей, т.е. именно те узлы электрооборудования, которые наиболее подвержены выходу из строя из-за электрических перегрузок, приводящих к перегреву обмоток, нарушению изоляции между витками обмотки и появлению короткозамкнутых витков. К.з. витки могут появиться и из-за механических повреждений обмоток. Но в любом случае при их появлении катушка индуктивности (обмотка) резко снижает свою добротность, уменьшается ее сопротивление токам промышленной частоты и она будет нагреваться выше допустимого значения, т.е. станет непригодной к дальнейшему использованию.

Оказалось, что если собрать испытательную схему, приведенную на рисунке, то исправные катушки индуктивности при разрыве цепи питания (нажатии на кнопку) дают яркие вспышки неоновой лампочки. А если в катушке индуктивности имеются короткозамкнутые витки, то вспышек или нет вовсе, или они очень слабые. Именно этот эффект является полезным, ибо он позволяет выявлять негодные, подлежащие выбраковке или ремонту электроизделия.

Очевидно, что обмотки, намотанные толстым проводом и имеющие малое количество витков, т.е. малую индуктивность, проверить этим способом не удастся - даже исправные катушки не будут давать вспышек неоновой лампочки. Это нужно учитывать, чтобы не сделать ошибочных выводов. Но для катушек индуктивности, имеющих омическое сопротивление постоянному току порядка десятков-сотен Ом и более, данная схема выявления короткозамкнутых витков очень удобна. Разъем X1 может быть любого типа и предназначен для подключения источника постоянного напряжения. Величина напряжения питания не критична и может находиться в пределах 3 - 24 В, т.е. можно использовать любые имеющиеся под рукой батарейки или аккумуляторы. Тумблер S1 служит для отключения прибора при длительных перерывах в работе. Лампа HL1 может быть любого типа на напряжение не ниже чем Епит. Она нужна для контроля подачи напряжения питания на схему (для предупреждения ошибочных выводов о непригодности испытываемой катушки). Полезно рядом с проверяемыми катушками иметь заведомо исправную катушку того же типа для сравнительного контроля. Кнопка S2 может быть любого типа и служит для разрыва цепи питания при проверке катушки. Резистор R1 Тр.(Др.) служит для ограничения тока, протекающего через неоновую лампочку HL2. X2, X3 -штыри типа LU4 с надетыми на них зажимами типа <крокодил>, которые с припаянными к ним гибкими проводниками подключаются непосредственно к выводам проверяемой катушки индуктивности.

Собранный без ошибок прибор в настройке не нуждается. Его можно разместить в любом малогабаритном корпусе. Хочу обратить внимание начинающих радиолюбителей, что данный способ проверки катушек индуктивности на отсутствие или наличие короткозамкнутых витков ни в коем случае нельзя использовать для проверки радиочастотных катушек, ибо могут размагнититься подстроечные сердечники

. В принципе ее можно использовать и для вашей задачи, но понизив рабочую частоту генератора до единиц килогерц.

Но это имеет смысл если такие измерения делаются регулярно, для разового измерения проще воспользоваться звуковым генератором и вольтметром. Порядок следующий:

1. Подключите звуковой генератор с малым выходным сопротивлением к катушке через последовательно соединенный пленочный конденсатор с известной емкостью С в диапазоне 0,1...0,22 мкФ
2. Подключите высокоомный вольтметр параллельно катушке.
3. Изменяя частоту генератора найти максимум напряжения Фрез.
4. Изменяя частоту генератора вверх и вниз определить частоты, на которых напряжение упадет

до уровня 0,707 от максимального -  $F_{min}$ ,  $F_{max}$ .

5. Рассчитать добротность катушки по формуле:  $Q=(F_{max}-F_{min})/F_{рез}$

**Добротность исправной катушки обычно не менее 2-3.**

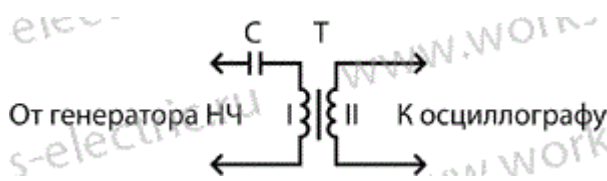
Если дополнительно требуется определить индуктивность катушки, то в описанном мною методе добавляется еще один пункт:

6. Рассчитать индуктивность катушки по формуле:  $L=1/(4*\pi^2*F_{рез}^2*C)=1/(39,47*F_{рез}^2*C)$

-----

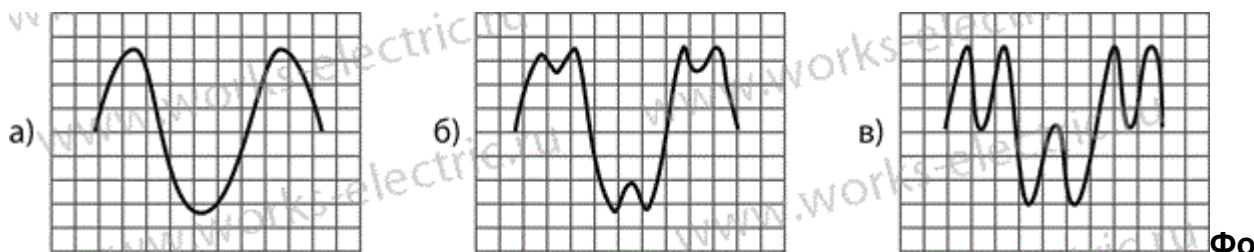
проверяю так: подаю импульс длительностью 1мс 12 вольт на первичную обмотку, и смотрю осциллографом величину импульса обратного хода (эдс самоиндукции), на пробитой катушке он будет значительно меньше по амплитуде.

. Проверка трансформатора по форме выходной синусоиды, так называемая «частотная прогонка». Так проверяются трансформаторы питания НЧ (40-60 Гц), трансформаторы питания импульсных блоков питания (8-40 кГц), разделительные трансформаторы типа ТДКС (13-17 кГц), разделительные трансформаторы мониторов (CGA 13-17 кГц, EGA 13-25 кГц, VGA 25-50 кГц).



**От генератора НЧ** **К осциллографу** **Схема проверки трансформатора по форме выходной синусоиды.**

Для этого, например, разделительный трансформатор строчной развертки необходимо подключить согласно рисунку выше и подать на обмотку I синусоидальное напряжение 5-10 В частотой 10-100 кГц через конденсатор С емкостью 0,1-1,0 мкФ. На обмотке II, используя осциллограф, можно наблюдать форму выходного напряжения. «Прогнав» на частотах от 10 до 100 кГц генератор НЧ, нужно, чтобы на каком-то участке получилась чистая синусоида (рисунок ниже - а) без выбросов и «горбов» (б). Наличие эпюр во всем диапазоне (в) говорит о межвитковых замыканиях в обмотках. Данная методика с определенной степенью вероятности позволяет отбраковывать трансформаторы питания, различные разделительные трансформаторы, частично строчные трансформаторы. Важно лишь подобрать частотный диапазон.

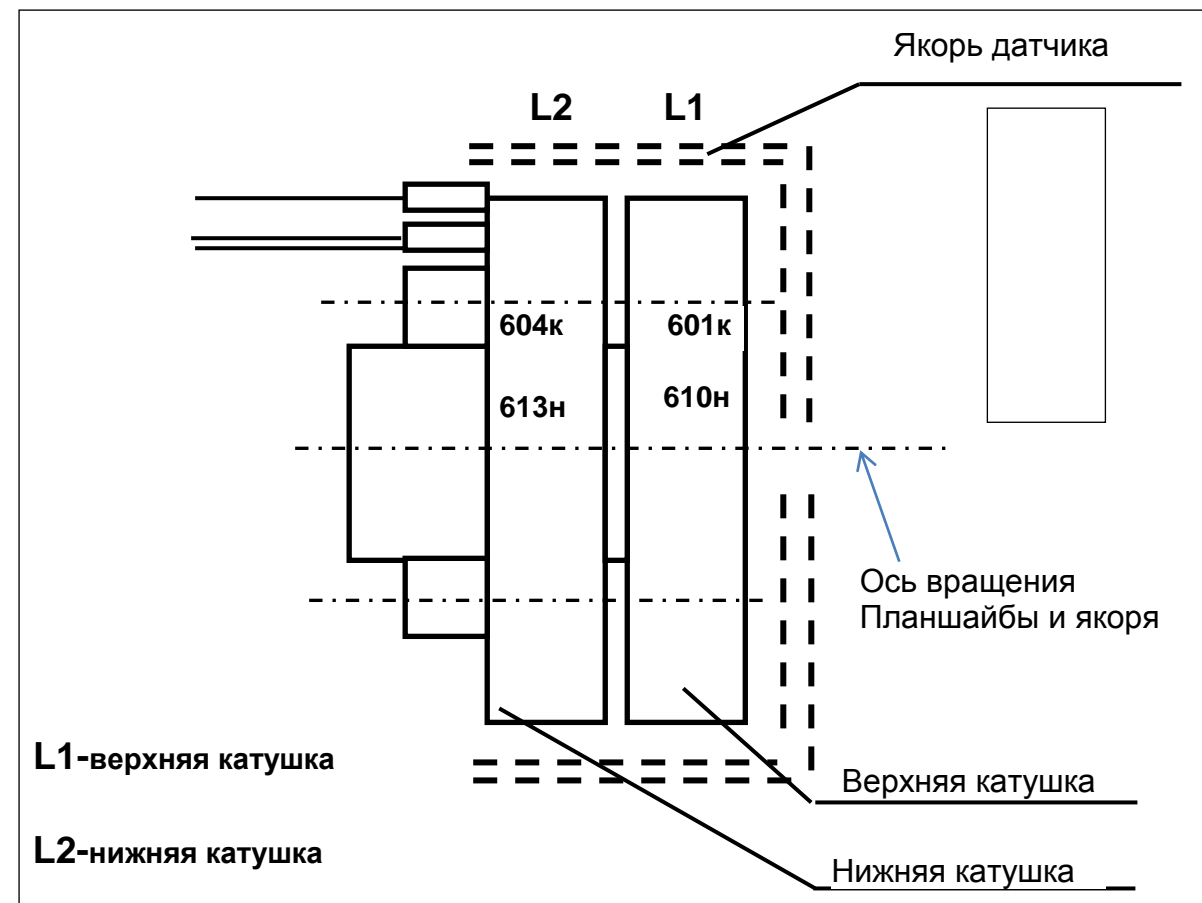
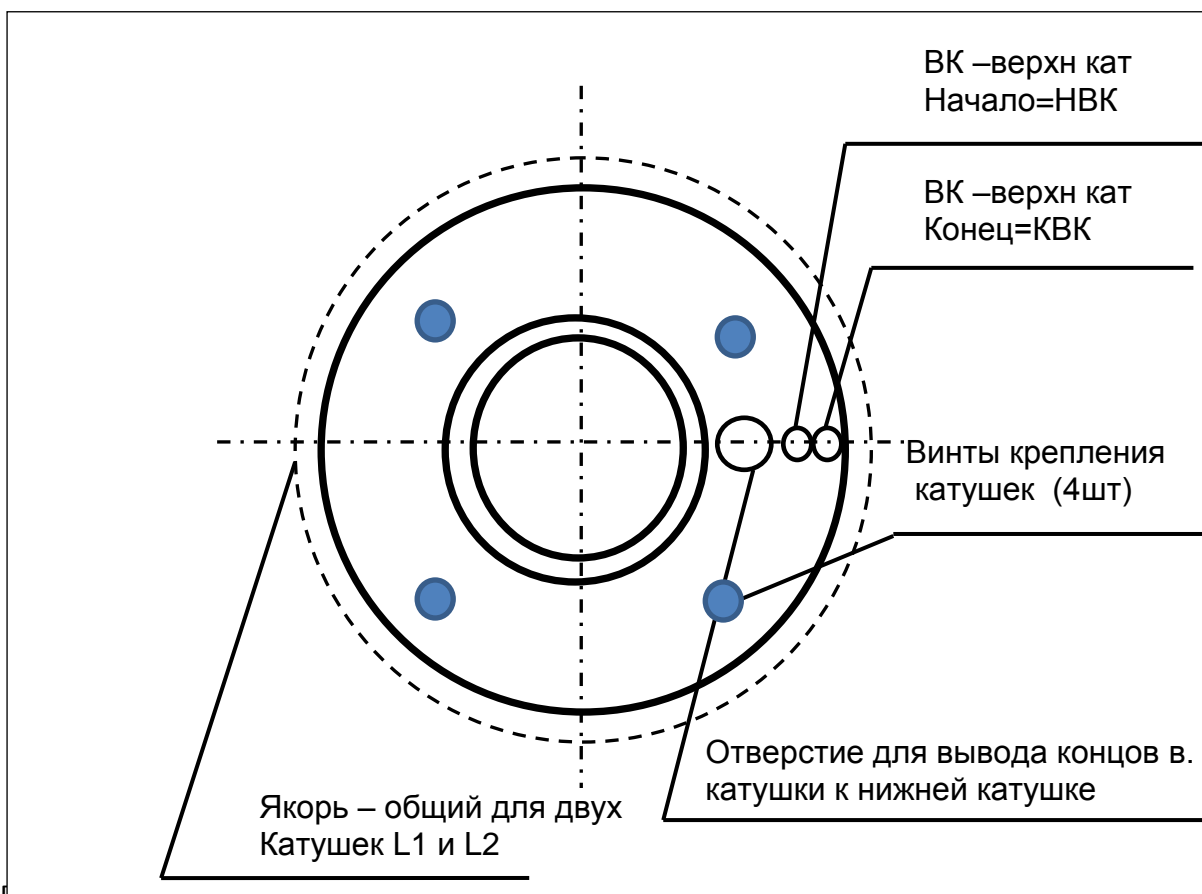


**Формы наблюдаемых сигналов.**

7. Проверка трансформатора, используя явление резонанса. Для проверки нужно собрать схему (рисунок ниже) для параллельного (а) или последовательного (б) резонанса. Изменяя частоту генератора, нужно добиться резкого увеличения (в 2 раза и выше) амплитуды колебаний на контрольном устройстве (экран осциллографа или шкала вольтметра переменного тока). Это указывает, что частота внешнего генератора соответствует частоте внутренних колебаний LC-контура. Отсутствие или срыв колебаний (достаточно резкий) при изменении частоты генератора НЧ указывает на резонанс. Для проверки закортите обмотку II трансформатора. Колебания в LC-контуре исчезнут. Из этого следует, что короткозамкнутые витки срывают резонансные явления, чего мы и добивались. Наличие короткозамкнутых витков в катушке также приведет к невозможности наблюдать резонансные явления в LC-контуре. Отметим, что для проверки импульсных трансформаторов блоков питания конденсатор С должен иметь емкость 0,01-1 мкФ. Частота генерации подбирается опытным путем.

#### 4. Установка индуктивных датчиков

(на примере датчика планшайбы)



## Приложение 1: Намотка катушек индуктивных датчиков

Обмоточные данные катушек сведены в таблицу 1 (см.ниже)

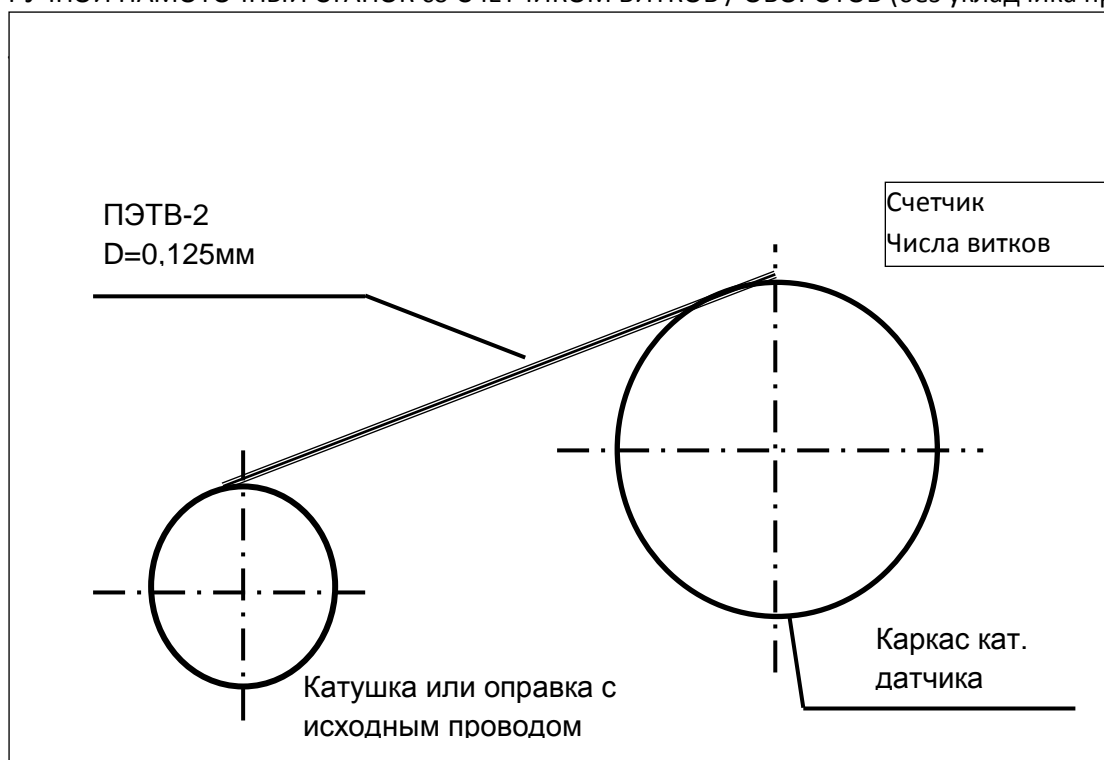
Таблица 1

№пп	Тип стола	Марка провода	Число витков L1-L2	Число витков L3-L4	
1	7400-0223	ПЭВ-2 D= 0,12мм ПЭТВ-2 D=0,125мм	1400 x 2	нет	
2	7400-0224		1000 x 2	нет	
3	7400-0263		1400 x 2	1400 x 2	R34=692ом
4	7400-0265		1100 x 2	1400 x 2	

L1-L2 – катушки датчика угла поворота планшайбы; L3-L4 – катушки датчика угла наклона планшайбы

Намотка катушек представляет более сложную задачу, чем намотка обычной катушки индуктивности – в виду малой длины зазора между щечками катушки и большим числом витков. Кроме того, цилиндрическая поверхность каркаса и плоскости щечек должны быть покрыты изоляционным материалом (лаком). Возможно применить намотку с вспомогательной оправки. Это позволит оптимизировать работу укладчика провода.

РУЧНОЙ НАМОТОЧНЫЙ СТАНОК со СЧЕТЧИКОМ ВИТКОВ / ОБОРОТОВ (без укладчика провода )



Здесь описана конструкция намоточного станка ([http://www.stalvit.ru/namot\\_stan](http://www.stalvit.ru/namot_stan)), но ввиду особенностей конструкции каркаса датчика она нуждается в изменениях.

## Последовательность намотки

Намотка – послойная виток к витку.

1. Обработать начало провода обмотки (ПЭТВ-2) :  
снять эмаль и облудить на длине 3-4мм.  
Если применить провод марки ПЭВТЛ-2, то с него эмаль сходит при пайке.  
Снять эмаль с ПЭТВ-2 можно:
  - 1.1 ацетоном и/или мелкой наждачной шкуркой.
  - 1.2 Подержать провод в пламени горящей спички, зачистив острым ножом или протерев провод ватой, смоченной в ацетоне.
  - 1.3 Аспирином залуживать предельно неприятно.. Рекомендую таблетку гидропирита - намного безопаснее и эффективнее. Так можно лудить самый тонкий провод.
  - 1.4 Методом погружения СРАЗУ в расплавленный припой, сверху которого плавал жироподобный флюс. Лак сгорал моментально, при вынимании из ванны провод был залуженным. Всё под вытяжкой.  
Что касается обретения хрупкости - да, такое возможно, но после нагрева до температуры, много большей, чем 300 градусов (по шкале Цельсия). Но, если охлаждать быстро, медь отпускается. То есть, если такое имеет место, поставьте рядом баночку с водичкой - и можете смело обжигать.
2. Припаять к началу обмотки провод МГТФ 0,14мм<sup>2</sup> или..аналогичный.  
Длина провода МГТФ для верхней кат.датчика планшайбы составит 60-70мм для нижней – 40-50мм.
3. На место пайки одеть кембрик (трубку) с Dпрохода=1мм
4. Протянуть провод начала через отверстие в каркасе датчика, соответствующее выводу Начала обмотки (см. рис в пар.3)
5. Закрепить провод обмотки на каркасе нитью или лакотканью
6. Установить счетчик на 0 и начать намотку, с небольшой скоростью не более 1 об/сек. Натяжение обеспечить, прижимая провод.
7. При намотке использовать перчатку, чтобы не касаться провода пальцами.

## Порядок разборки стола для съема катушек –

( на примере датчика планшайбы)

1. Наклонить планшайбу вручную или от двигателя (модель 7400-265).
2. Отвернуть гайку крепления хвостовика вала планшайбы - см. рис. 4 руководства по эксплуатации стола 0265
3. Вынуть планшайбу
4. Отпаять выводы обеих обмоток катушек датчика, предварительно промаркировав их
5. Снять с полой неподвижной оси катушки датчика – сначала верхнюю, затем Нижнюю.

После этого можно смотать ненужный провод с катушки (катушек) подлежащих перемотке.

Приложение 2: Схема простого поворотного стола с индуктивным датчиком (7400-0223,0224)

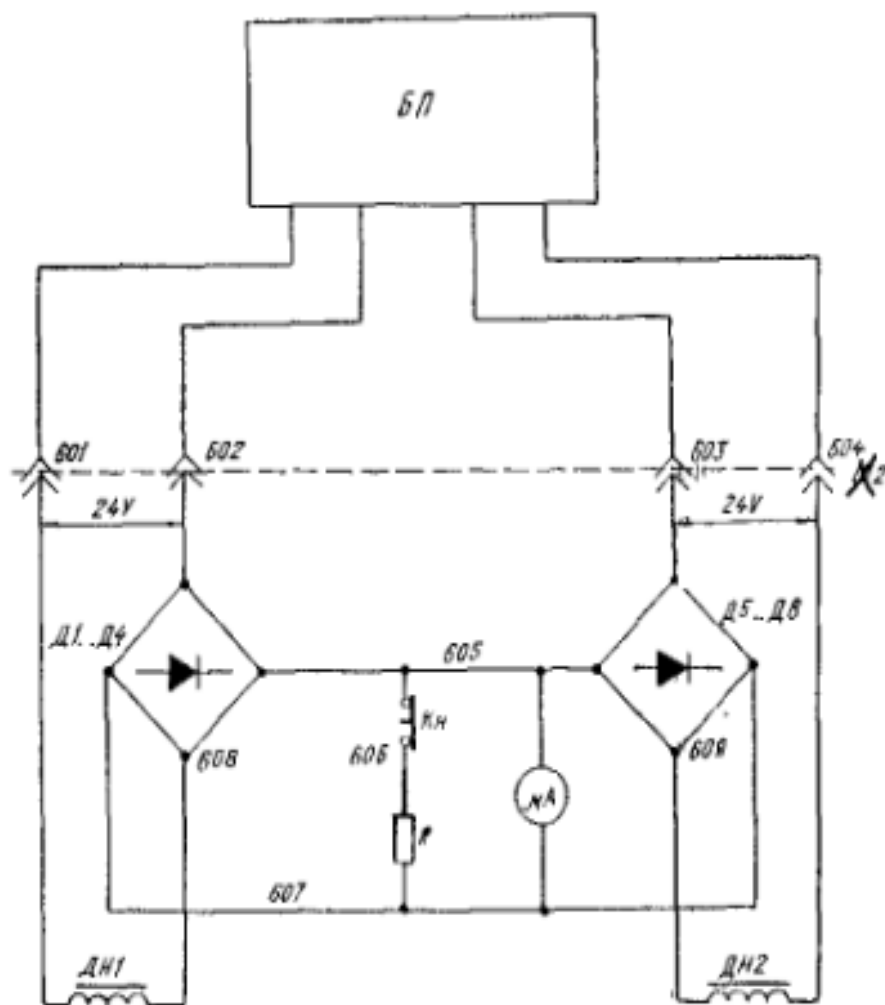


Рис. 7. Электрическая принципиальная схема стола  
БП — блок питания

Приложение 3: Схема глобусного стола с индуктивным датчиком (7400-0263)

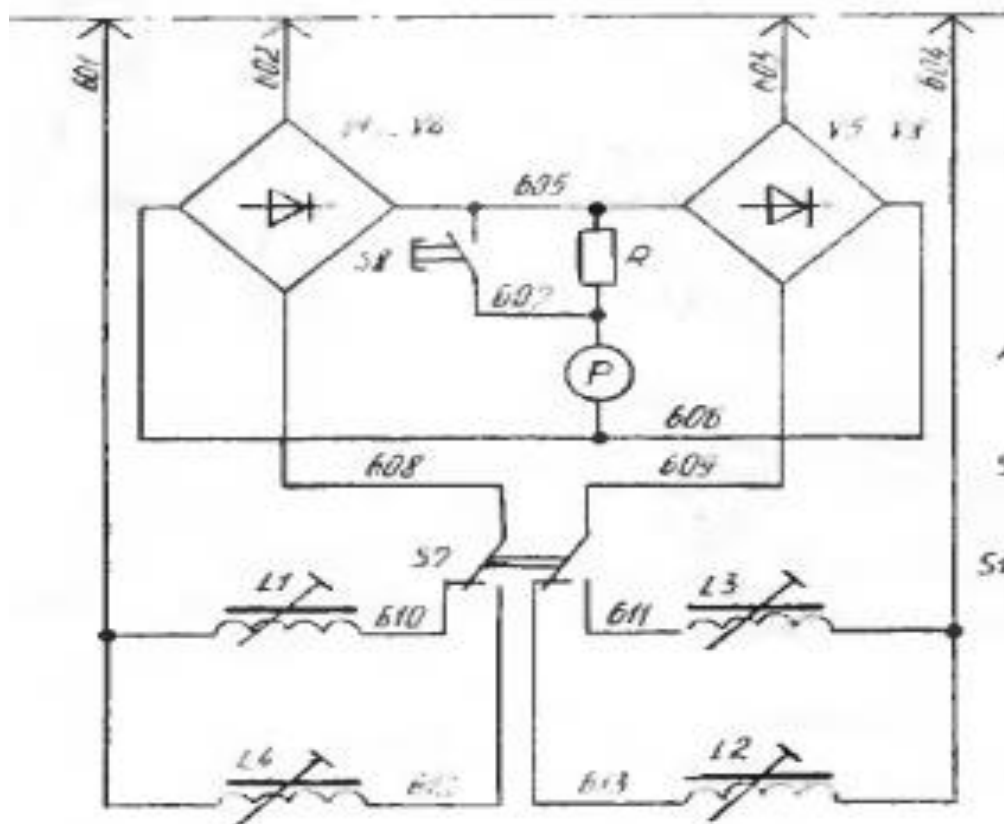


Рис. Схема эл. принципиальная глобусного поворотного стола -0263 – с ручным приводом

Схема стола 0265 отличается от 0263 наличием встроенного электродвигателя для грубого поворота планшайбы и наклона стола и , кнопок управления и конечных выключателей ограничения наклона. Все эти аппараты подключаются к внешней схеме управления.

**Приложение 4:** Схема глобусного стола с индуктивным датчиком (7400-0265) и механизированным поворотом и наклоном планшайбы

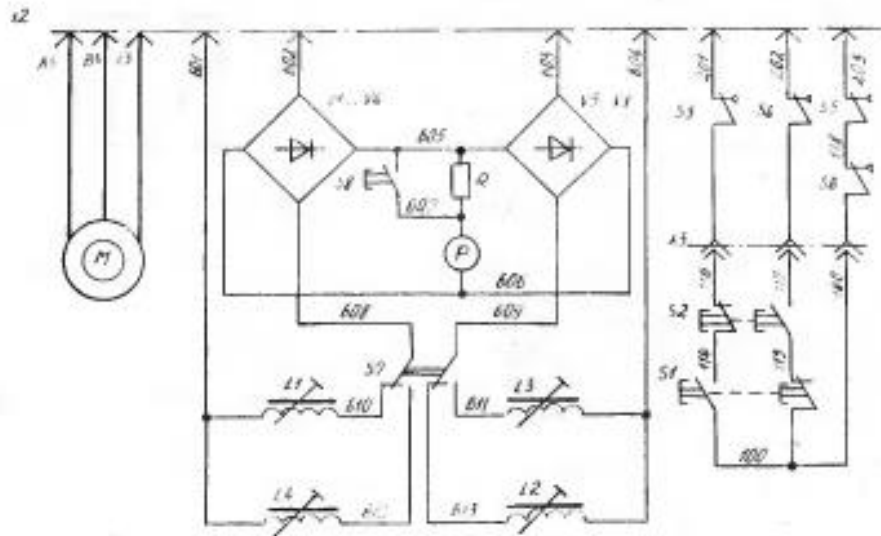


Рис. 8. Схема электрическая принципиальная стола

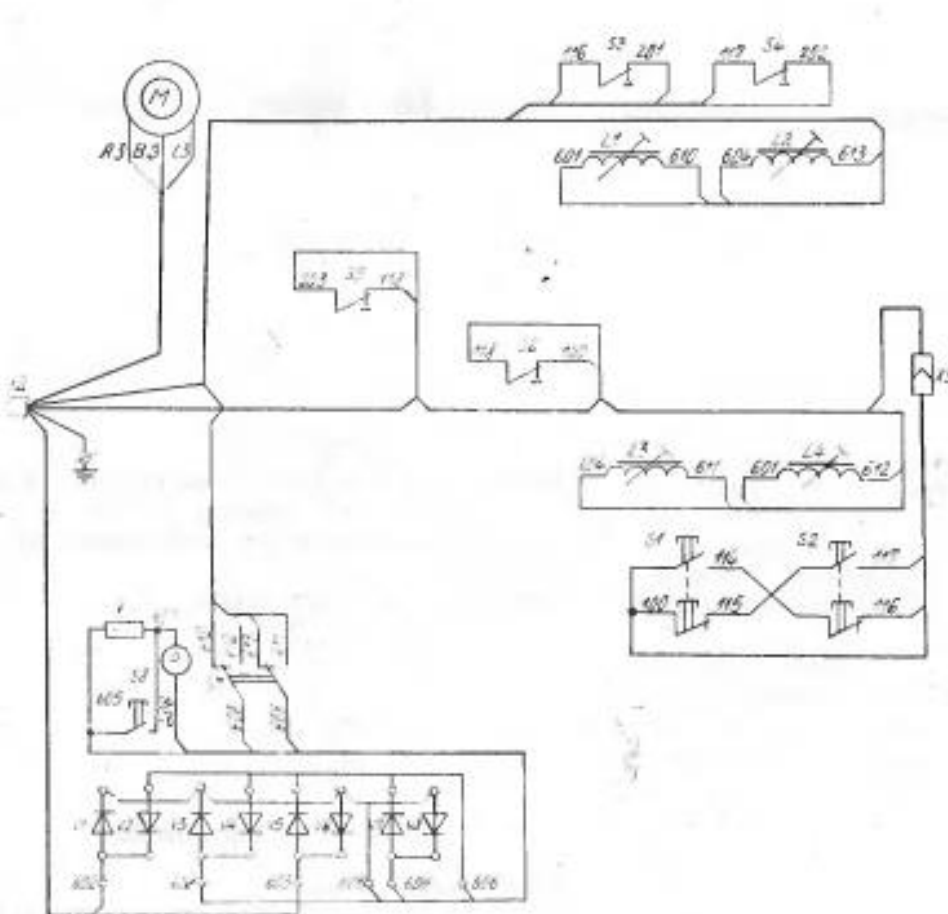


Рис. 9. Схема электрическая соединений стола

№ п/п	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали
1	A3	7	201	
2	B3	8	625	
3	60*	9	—	
4	C3	10	202	
5	203	11	100	
6	601	12	—	



Ручной намоточный станок УНРП-1