ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

АТЛАС КОНСТРУКЦИЙ

«Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов высших технических учебных заведений»



Москва
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1975

УДК 629.7.054(075.8)

Авторы: Г. А. Сломянский, А. В. Агапов, Е. М. Родионов, С. И. Румянцев, А. Д. Тимофеева.

Рецензенты: Кафедра МВТУ им. Баумана и инж. *Ю. А. Затейкин*

Детали и узлы гироскопических приборов. Атлас конструкций. М., «Машиностроение», 1975, 364 с.

В атласе описаны типовые конструкции узлов и деталей гироскопических приборов, применяемых на летательных аппаратах (корпусов и рам гиромоторов и гироузлов, датчиков угла и момента, балансировочных, токоподводящих, арретирующих, отсчетных, тормозных, амортизационных, герметизирующих, обогревательных и демпфирующих устройств), даны их рабочие чертежи. Приведены данные о нормализованных и специальных подшипниках качения и скольжения, справочные таблицы и методика выбора подшипников на основании расчета. Рассмотрены примеры конструктивного оформления опор с подшипниками качения и скольжения, аэродинамических опор и торсионных подвесов.

Весь иллюстративный материал выполнен в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Атлас предназначен для студентов авиационных вузов и студентов соответствующих специальностей машиностроительных вузов. Атлас может быть полезен специалистам конструкторских бюро и проектных организаций, занимающихся проектированием гироскопических приборов.

Табл. 47, ил. 281, список лит. 12 назв.

Д $\frac{31305\text{-}412}{038(01)\text{-}75}$ Б3-29-44а-75

© Издательство «Машиностроение», 1975 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Гироскопические приборы — один из важнейших компонентов навигационно-пилотажных комплексов летательных аппаратов (ЛА). При помощи их решают основные задачи по управлению, ориентации, автономной навигации и стабилизации ЛА.

Быстрое развитие авиационной техники предъявляет к гироскопическим приборам непрерывно возрастающие требования.

Точность, надежность, долговечность, ограниченные габариты и масса приборов определяют эффективность работы ЛА. Кроме того (учитывая специфические условия эксплуатации), они должны обладать виброустойчивостью и вибропрочностью, устойчивостью к ударам, линейным и угловым ускорениям, влажности, воздействию значительных перепадов температур и давлений, пылебрызгонепроницаемостью и т. д.

Точность и надежность гироскопических приборов зависит от правильно выбранной конструктивной схемы и параметров ее элементов и деталей, выбора материалов, компоновки узлов, а также от специальных технологических приемов сборки и регулировки.

На основании глубоких исследований в области создания оборудования летательных аппаратов, отвечающего этим требованиям, разработаны прецизионные приборы с применением трехколечных встречновращающихся реверсивных подшипников с гидравлическим (поплавковым) подвесом, а также разрабатываются гидродинамические, электростатические, вибророторные, лазерные и другие виды приборов.

В последние годы в нашей стране и за рубежом издан ряд книг, излагающих теорию, принципы построения и методы расчета гироскопических приборов и их элементов. Однако книг по конструированию деталей и узлов гироскопических приборов недостаточно.

Коллективом авторов по инициативе и под руководством доктора технических наук, профессора Г. А. Сломянского впервые сделана попытка систематизировать конструктивные решения узлов и деталей гироскопических приборов и представить их в виде атласа конструкций.

Авторы приносят благодарность засл. деят. науки и техники РСФСР д-ру техн. наук, проф. Б. А. Рябову, д-ру техн. наук, проф. А. Д. Александрову, д-ру техн. наук, проф. Д. А. Браславскому за ценные советы при подготовке рукописи.

Авторы благодарят руководителей организаций, представивших необходимые материалы, и коллектив кафедры МВТУ им. Баумана во главе с д-ром техн. наук, проф. Д. С. Пельпором и инж. Ю. А. Затейкина за замечания и указания, сделанные ими при рецензировании рукописи.

Авторы признательны инж. И. Л. Милейковскому, И. П. Климковой и Т. С. Мазаевой за помощь, оказанную ими по оформлению рукописи и подготовке ее к печати.

Все замечания по книге направлять по адресу: Москва, Б-78, 1-й Басманный пер. 3, изд-во «Машиностроение».

Пояснения к рисункам атласа

В каждой из 28 глав атласа приводится несколько примеров конструктивного оформления того или иного узла прибора с входящими в него деталями. Для взаимосвязи рассматриваемого узла с другими узлами и деталями прибора приводится компоновочный чертеж с позициями узлов и деталей, а затем чертежи этих узлов и деталей с необходимыми для изготовления и сборки размерами и примечаниями. Для каждой рассматриваемой темы на чертежах принята сквозная нумерация позиций.

Чертежи узлов и деталей выполнены без форматов в масштабе, удобном для чтения чертежа.

При изменении масштаба чертежа того или иного узла или детали по сравнению с узлом, в который входит данная позиция, под номером позиции дается указание «увеличено» или «уменьшено».

Для лучшего понимания взаимосвязи узлов и деталей приняты следующие условные обозначения:

размер, отмеченный звездочкой, справочный, в данной сборке не выполняется, а используется при измерениях или регулировках;

размер, отмеченный двумя звездочками, обеспечивается инструментом или технологически за счет изготовления детали с одного установа без изменения базы;

на некоторых листах в значительно увеличенном масштабе приводятся наиболее характерные для данного узла детали с указанием номера позиции;

чтобы показать сопряжения и посадки деталей в наиболее ответственных местах, обеспечивающие заданные соосности и биения, делаются выноски в большем масштабе с указанием «увеличено и раздвинуто».

Чертежи узлов и деталей выполнены в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Изображения — виды, разрезы, сечения в соответствии с ГОСТ 2305—68.

Нанесение размеров и предельных отклонений в соответствии с ГОСТ 2307—68.

Указания на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей в соответствии с ГОСТ 2308—68.

Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхностей в соответствии с ГОСТ 2309—68.

Изображение резьбы в соответствии с ГОСТ 2311—68

Изображение и обозначение швов сварных соединений в соответствии с ГОСТ 2312—72.

Изображение и обозначение швов неразъемных соединений, получаемых пайкой и склеиванием, в соответствии с ГОСТ 2313—68.

Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий в соответствии с ГОСТ 2314—68.

Изображение крепежных деталей в соответствии с ГОСТ 2315—68.

Изображение деталей пружин в соответствии с ГОСТ 2401—68.

Изображение зубчатых зацеплений в соответствии с ГОСТ 2402—68; 2405—68; 2406—68.

Чертежи литейных деталей, приведенные в атласе, выполнены:

литье под давлением из алюминиевых сплавов по ОСТ 1.80020—71;

литье в кокиль из алюминиевых сплавов по ОСТ 1.80028—71;

литье в землю из алюминиевых сплавов по ОСТ 1.80029—71.

Гальванические и лакокрасочные покрытия обозначены на чертежах в соответствии с ГОСТ 9894—61 и 9791—68.

В надписях под рисунками указаны размеры применяемых в узлах крепежных деталей (винтов, штифтов, гаек, шайб и т. д.).

При выборе материалов и покрытий крепежных деталей следует руководствоваться ГОСТ 17473—72; ГОСТ 17475—72; ГОСТ 1491—72; ГОСТ 5915—70; ГОСТ 5916—70; ГОСТ 2524—70; ГОСТ 2526—70; ГОСТ 5927—70; ГОСТ 10657—73; ГОСТ 6402—70; ГОСТ 10450—68; ГОСТ 3129—70; ГОСТ 3128—70, конструктивными соображениями, специфическими условиями работы того или иного узла в приборе, а также условиями внешней окружающей среды. Для покрытия крепежных деталей диаметром до 6 мм применяется кадмирование, цинкование, хромирование, никелирование, а также оксидирование и пассивирование. Кадмированные и цинкованные крепежные детали надежны для работы в условиях внешней среды с повышенной влажностью.

Для крепежных деталей, которым необходим хороший внешний вид, применяют хромирование или никелирование. Крепежные детали из латуни, находящиеся внутри герметичных приборов, могут быть пассивированными или оксидированными.

В последнее время в гироскопических приборах все большее применение находят крепежные детали из нержавеющих антимагнитных сталей без дополнительных покрытий, обеспечивающие необхо-

димую прочность и не выделяющие загрязнений при свинчивании.

При выполнении чертежей на сложные узлы и общие виды прецизионных гироскопических приборов обычно приводится значительное количество пояснений, касающихся условий сборки, требований к материалам и полуфабрикатам, специальных требований по монтажным зазорам, регулировкам, смазке трущихся поверхностей и т. д. Помещение на поле чертежа всех этих пояснений и требований сильно увеличивает трудоемкость исполнения чертежа, а также затрудняет внесение необходимых изменений. В последнее время принято выполнять это в виде отдельного документа, являющегося приложением к общему виду узла или прибора. Этот документ назван «Технические требования на сборку».

Технические требования на сборку содержат следующие подразделы:

I. Назначение — поясняющее, что данный документ содержит основные технические указания, которые должны выполняться в процессе сборки данного прибора или узла.

II. Общие технические требования к помещениям сборочных цехов и участков; к рабочему месту, инструменту и приспособлениям для сборки; к личной гигиене сборщика; к спецодежде и обуви сборщика; к вспомогательным материалам, к их загрязненности и пылеотделяемости; к жидкостям для промывки деталей и узлов и к жидкостям и смазкам, используемым при сборке прибора; к сопроводительной документации и материалам, на которых эта документация выполнена; к консервации и расконсервации, хранению и транспортировке узлов и деталей.

III. Специальные требования к сборке: к обезгаживанию деталей и узлов перед заполнением приборов рабочей жидкостью (для поплавковых гироприборов); к комплектации деталей и узлов при селективной сборке; к регулировкам электрических и механических параметров отдельных узлов и приборов в целом; к пломбировке, контровке, клеймению, простановке товарных знаков и т. д.; к термоциклированию и термостабилизации и технологической приработке.

Все вышеуказанные требования обычно регламентируются отраслевыми стандартами и специальными инструкциями.

Выходные параметры узла или прибора оговариваются в общих или специальных технических условиях (ТУ) на узел или изделие.

ГЛАВА 1

ОПОРЫ ГИРОПРИБОРОВ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

d — внутренний диаметр внутреннего кольца
d_0 — диаметр отверстий под крепежные детали
d_1 — диаметр по дну желоба цапфы (валика) в специальных трехколечных шарикоподшипниках и совмещенных сборках
d_2 — наибольший наружный диаметр внутреннего кольца (диаметр по бортикам)
D — наружный диаметр наружного кольца
D_0 — диаметр отверстий под крепежные детали
D_F — диаметр фланца (борта) на наружном кольце
D_F' — диаметр фланца на цапфе
B — ширина подшипника
B_1 — ширина по наружным кольцам в многоколечных подшипниках
B_2 — ширина промежуточного кольца
B_F — ширина фланца (борта)
b — ширина внутреннего кольца
b_1 — ширина наружного кольца
r — монтажная фаска
r_1 — монтажная фаска внутреннего кольца у подшипников с защитными шайбами, монтажная фаска на узком торце наружного кольца у радиально-упорных подшипников
z — количество шариков
n^* — количество отверстий под крепежные детали
β — угол контакта
h_1 — расстояние от торца подшипника до точки контакта шарика с цапфой
T — общая монтажная высота
F — размер по срезу в подшипниках со срезанным фланцем

В гироскопических приборах различают главные опоры ротора гироскопа (скоростные), работающие при частоте вращения обычно более 20 000 об/мин и опоры карданова подвеса (чувствительные), работающие при малых скоростях и углах поворота.

С помощью опор ротору гироскопа обеспечивается две или три степени свободы, и поэтому к опорам гироприборов предъявляются требования долговечности, минимальных моментов трения, минимальных биений, шумов и вибраций при малых или отсутствующих зазорах и значительных нагрузках, действующих на опоры.

Этим требованиям почти полностью отвечают шарикоподшипники, нашедшие широкое применение в гироприборах летательных аппаратов. К шарикоподшипникам гироприборов предъявляют жесткие требования по точности геометрии поверхностей качения и монтажных поверхностей, что в значительной степени определяет уровень вибрации, величину и стабильность моментов трения, точность, надежность и долговечность всего гироскопического прибора.

В поплавковых гироприборах в качестве опор поплавка, воспринимающих минимальные нагрузки, используют подшипники скольжения на камнях, позволяющие в этих приборах обеспечить минимальные и стабильные моменты трения.

В некоторых гироприборах в качестве главных опор применяют аэродинамические опоры (см. гл. 8).

В этой главе приводятся сведения о широко применяемых в гироприборах шарикоподшипниках и подшипниках скольжения на камнях.

ШАРИКОПОДШИПНИКИ

По направлению действия воспринимаемой нагрузки шарикоподшипники делят на следующие группы:

а) радиальные шарикоподшипники — воспринимают преимущественно радиальную нагрузку;

б) радиально-упорные шарикоподшипники — воспринимают комбинированные радиальные и осевые нагрузки;

в) упорные шарикоподшипники — воспринимают только осевые нагрузки.

По числу рядов тел качения шарикоподшипники делят на однорядные, двухрядные и многорядные. В гироскопическом приборостроении обычно применяются однорядные шарикоподшипники.

По основному конструктивному и эксплуатационному признаку шарикоподшипники делят на несамоустанавливающиеся и самоустанавливающиеся (сферические).

По точности основных размеров и точности вращения устанавливаются следующие классы точности шарикоподшипников: 0; 6; 5; 4 и 2. Перечень классов точности дан в порядке повышения точности.

Классы точности, оговоренные выше, регламентированы ГОСТ 520—71 *.

Соответствие классов точности шарикоподшипников по ГОСТ 520—71 и ГОСТ 520—55 приведены в табл. 1.1.

* По ранее действующему ГОСТ 520—55 классы точности шарикоподшипников имели буквенные обозначения.

Таблица 1.1

Классы точности шарикоподшипников

Новое обозначение класса по ГОСТ 520—71	Старое обозначение класса по ГОСТ 520—55	Старое название класса точности подшипников
0	Н	Нормальный
6	П ВП В	Повышенный Особоповышенный Высокий
5	АВ А СА	Особовысокий Прецизионный Особопрецизионный
4	С	Сверхпрецизионный
2	С (по специальным ТУ)	—

К основным размерам относятся внутренний d и наружный D диаметры и ширина b, b_1, B колец шарикоподшипника. Точность вращения шарикоподшипников характеризуется радиальными биениями внутреннего и наружного колец, боковыми биениями торцов внутреннего кольца, дорожек качения внутреннего и наружного колец.

По классу точности 4 изготавливают: шарикоподшипники радиальные однорядные по ГОСТ 8338—57 серий 200 и 300; шарикоподшипники радиально-упорные по ГОСТ 831—62 серий и типов 6000; 36100; 46100; 46200; шарикоподшипники радиально-упорные сдвоенные по ГОСТ 832—57 легкой серии с углом контакта 12 и 26°.

По классу точности 5 изготавливают шарикоподшипники, указанные для класса точности 4, а также

шарикоподшипники радиальные однорядные по ГОСТ 8338—57 серии 400;

шарикоподшипники радиально-упорные по ГОСТ 831—62 серий 46300; 66300; 66400;

шарикоподшипники упорные по ГОСТ 6874—54 типа 8000;

шарикоподшипники сферические двухрядные с диаметром отверстия до 80 мм по ГОСТ 5720—51.

По классу точности 6 изготавливают шарикоподшипники, указанные для классов точности 4 и 5, а также

шарикоподшипники радиально-упорные двухрядные по ГОСТ 4252—48;

шарикоподшипники радиальные однорядные с защитными шайбами по ГОСТ 7242—54;

шарикоподшипники сферические двухрядные по ГОСТ 5720—51.

По классу точности 0 изготавливают шарикоподшипники все типов, предусмотренных ГОСТ 520—71.

Шероховатость посадочных и торцовых поверхностей колец шарикоподшипников должна соответствовать нормам, указанным в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Шероховатость посадочных и торцовых поверхностей шарикоподшипников

Поверхность	Классы точности подшипников	Классы чистоты по ГОСТ 2789—59 для номинальных диаметров посадочных поверхностей колец шарикоподшипников, мм				
		до 30	свыше 30 до 80	свыше 80 до 150	свыше 150 до 250	свыше 250 до 500
Посадочная поверхность внутреннего кольца шарикоподшипника	6 и 5	8	8	7	7	7
	4 и 2	9	9	8	8	8
Посадочная поверхность наружного кольца шарикоподшипника	6 и 5	9	9	8	8	8
	4 и 2	9	9	8	8	8
Поверхность торцов колец шарикоподшипников	6 и 5	7	7	7	7	6
	4 и 2	8	8	8	8	7

КОЛЬЦА ШАРИКОПОДШИПНИКОВ

Кольца подшипников изготавливаются из сталей ШХ15, 9Х18 и в особых случаях из стали 11Х18М и др. Допускаемые отклонения размеров колец шарикоподшипников в зависимости от классов точности приведены в табл. 1.3 и 1.4.

Твердость колец из стали ШХ15 — *HRC* 61—65;
из стали 9Х18 — *HRC* 56—62;
из стали 11Х18М — *HRC* 57—61.

Шарики изготавливаются согласно ГОСТ 3722—60 из стали ШХ15 и 9Х18 и в особых случаях из сталей других марок.

Сепараторы для приборных подшипников изготавливают: змейковые — из латунной ленты ЛС59-1 и Л62 ГОСТ 2208—70 и из стальной ленты ОХ18Н10 ГОСТ 4986—70; массивные — из стали Х18Н9Т ГОСТ 5632—72, текстолита ТУ 6-05-1571—72 и бронзы Бр.АЖМц10-3-1,5 ГОСТ 493—54;
корончатые — из латуни Л62 ГОСТ 1019—47 и стали Х18Н9Т ГОСТ 5949—61.

ШАРИКИ

Шарики для комплектования шарикоподшипников, поставляемые в виде отдельных деталей, выполняются по ГОСТ 3722—60 из хромистых сталей ШХ9, ШХ15, 9Х18Ш, твердость шариков из стали ШХ9 и ШХ15 — *HRC* 62—66, из стали 9Х18 — *HRC* 58—62.

По величине допускаемых отклонений от номинальных диаметров шарики делят на 4 группы: В — высокого класса; П — повышенного класса; Н — нормального класса; Р — разного назначения. Допустимые отклонения от номинальных диаметров шариков приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.3

Шарикоподшипники радиальные и радиально-упорные. Кольца внутренние

Номинальный диаметр d, мм		Допустимые отклонения по классу точности																																	
		6				5				4				2			6	5; 4; 2			6	5	4	2	6	5	4	2	6	5	4	2	5	4	2
		по внутреннему диаметру, мкм															по ширине внутренних и наружных колец, мкм				непостоянство ширины колец, мкм				радиальные биения дорожки качения, мкм				биение базового торца относительно отверстия, мкм				осевое биение дорожки качения, мкм		
		$d_{ср}$		d		$d_{ср}$		d		$d_{ср}$		d		$d_{ср}$		d																				
свыше	до	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	не более														
От 0,6	2,5	—7	0	—8	+1	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—4	0	—4	0	—40	0	—40	10	5	2,5	2	5	3,5	2,5	2	10	7	3	2	7	3	2
2,5	10	—7	0	—8	+1	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—4	0	—4	0	—120	0	—40	10	5	2,5	2	6	3,5	2,5	2	10	7	3	2	7	3	2
10	18	—7	0	—8	+1	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—4	0	—4	0	—120	0	—80	10	5	2,5	2	7	3,5	2,5	2	10	7	3	2	7	3	2
18	30	—8	0	—9	+1	—6	0	—6	0	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—120	0	—120	10	5	2,5	2	8	4	3	2,5	10	8	4	2	8	4	2,5
30	50	—10	0	—11	+1	—8	0	—8	0	—6	0	—6	0	—4	0	—4	0	—120	0	—120	10	5	3	2	10	5	4	2,5	10	8	4	2	8	4	2,5

Примечание. Средняя конусообразность отверстий шарикоподшипников — не более 50% допуска на $d_{ср}$.

Степень точности шариков характеризуется отклонениями от сферичности (овальностью и гранностью), разноразмерностью шариков в отсортированной группе и допускаемой шероховатостью.

Овальность — разность между наибольшим и наименьшим размерами диаметра.

Гранность — отклонение от сферической формы, обнаруживаемое при трехточечном измерении шариков.

Таблица 1.4

Шарикоподшипники радиальные и радиально-упорные. Кольца наружные

Номинальный наружный диаметр D, мм		Допустимые отклонения по классу точности																																	
		6				5				4				2			5	4	2	5	4	2	6	5	4	2	5	4	2							
		по наружному диаметру, мкм															непостоянство ширины колец, мкм			биение наружной цилиндрической поверхности относительно базового торца, мкм			радиальное биение дорожки качения, мкм				осевое биение дорожки качения, мкм									
		$D_{ср}$		D		$D_{ср}$		D		$D_{ср}$		D		$D_{ср}$		D																				
свыше	до	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	не более																	
От 2,5	6	0	—7	1	—8	0	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—3	0	—3	5	2,5	1,5	8	4	2	8	5	3	2	8	5	2,5				
6	18	0	—7	1	—8	0	—5	0	—5	0	—4	0	—4	0	—3	0	—3	5	2,5	1,5	8	4	2	8	5	3	2	8	5	2,5				
18	30	0	—8	1	—9	0	—6	0	—6	0	—5	0	—5	0	—4	0	—4	5	2,5	2	8	4	2	9	6	4	2,5	8	5	2,5				
30	50	0	—9	2	—11	0	—7	0	—7	0	—6	0	—6	0	—4	0	—4	5	2,5	2	8	4	2	10	7	5	2,5	8	5	2,5				
50	80	0	—11	2	—13	0	—9	0	—9	0	—7	0	—7	0	—4	0	—4	6	3	2	8	4	2	13	8	5	4	10	5	4				

Примечание. Средняя конусообразность наружной цилиндрической поверхности шарикоподшипников — не более 50% допуска на $D_{ср}$.

Таблица 1.5

Допустимые отклонения от номинальных диаметров шариков

Номинальный диаметр шариков, мм		Допустимые отклонения шариков по классам точности, мм			
более	до	В	П	Н	Р
0,8	3	±0,0025	±0,005	±0,01	+0,025 −0,05
3	6	±0,005	±0,01	±0,025	+0,05 −0,1
6	10	±0,005	±0,025	±0,05	+0,075 −0,015
10	18	±0,01	±0,05	±0,1	+0,1 −0,2

Таблица 1.6

Допустимые отклонения шариков и шероховатость поверхности в зависимости от степени точности

Степень точности	Номинальный диаметр шариков, мм		Допустимое отклонение от сферической формы, мкм	Допустимая разноразмерность, мкм	Класс чистоты поверхности по ГОСТ 2789—59
	более	до	не более	не более	не ниже
02	0,8 3	3 6	0,1 0,15	0,2 0,3	13
01	0,8 3	3 6	0,15 0,2	0,3 0,4	
0	0,8 3	3 6	0,25 0,4	0,5 0,8	
I	0,8	30	0,5	1,0	12
II	0,8	30	1	2	11
III	0,8	30	1,5	3	10
IV	0,8	30	2,5	5	9
V	0,8	30	5	10	9
VI	0,8	30	25	50	8

Разноразмерность — разность между наибольшим и наименьшим размерами диаметра в одной отсортированной группе шариков.

По величине допустимых отклонений от сферической формы (овальности, гранности) и разноразмерности в одной партии шарики делят по степеням точности согласно табл. 1.6.

Сортамент шариков, используемых для комплектации шарикоподшипников и поставляемых в виде отдельных деталей, приведен в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Сортамент шариков из стали ШХ15, ГОСТ 3722—60

Диаметр шарика		Степень точности	Масса 1000 шариков, кг	Количество шариков в 1 кг массы
мм	дюймы			
0,68	—	—	0,002	400000
1	—	II—V	0,004	250000
1,588	1/16	I—V	0,016	62500
2	—	I—V	0,0326	30303
2,381	3/32	I, III—V	0,055	18181
2,5	—	II—V	0,064	15625
3	—	I—V	0,110	9090
3,175	1/8	I—VI	0,130	7692
3,5	—	III—VI	0,174	5747
3,969	5/32	II—VI	0,250	4000
4	—	II—VI	0,260	3846
4,5	—	III—VI	0,371	2695
4,763	3/16	II—VI	0,440	2272
5	—	I—VI	0,510	1961
5,159	13/64	III—VI	0,559	1788
5,5	—	III—VI	0,676	1479
5,556	7/32	II—VI	0,700	1428
5,953	15/64	II—VI	0,860	1162
6	—	II—VI	0,880	1136
6,35	1/4	I—VI	1,030	970
6,5	—	III—VI	1,116	896
7	—	II—VI	1,395	717
7,144	9/32	III—VI	1,500	666
7,541	19/64	III—VI	1,750	572
7,938	5/16	II—VI	2,050	487
8	—	II—VI	2,082	480
8,731	11/32	II—VI	2,680	373
9	—	III—VI	2,964	337
9,525	3/8	II—VI	3,550	281
9,922	25/64	III—VI	3,980	251
10	—	I—VI	4,100	244

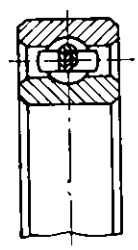
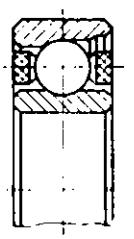
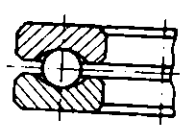
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ РАДИАЛЬНЫХ, РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ И УПОРНЫХ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ

Определить допустимую статическую нагрузку можно по приближенным формулам, приведенным в табл. 1.8.

Определение максимальных напряжений при поверочных расчетах шарикоподшипников можно выполнить по приближенным формулам I и II, приве-

Таблица 1.8

Приближенные расчетные формулы допустимой статической нагрузки

Шарикоподшипник	Эскиз	Допустимая радиальная нагрузка на невращающийся подшипник, Н	Допустимая осевая нагрузка на невращающийся подшипник, Н
Радиальный однорядный		$Q_{ст}=12{,}5zd_ш^2$	$A_{ст}=15zd_ш^2$
Радиально-упорный однорядный		$Q_{ст}=12{,}5zd_ш^2\cos\beta$	$A_{ст}=16zd_ш^2$ при $\beta=12°$ $A_{ст}=20zd_ш^2$ при $\beta=26°$ $A_{ст}=23zd_ш^2$ при $\beta=36°$
Упорный		—	$A_{ст}=45zd_ш^2$

денным в табл. 1.9 (I — при известных R и $d_ш$, II — при известных R, D и d),

где P — сила, приложенная к наиболее нагруженному шарику;

R — сила реакции опоры.

Усилие, действующее на нагруженный шарик, зависит от угла между радиусами, проходящими через центр шарика и направлением реакции опоры. Наибольшую нагрузку воспринимает шарик, расположенный на направлении этой реакции.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАДИАЛЬНЫХ И РАДИАЛЬНО-УПОРНЫХ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ *

Большинство скоростных шарикоподшипников, работающих при допустимых осевых и радиальных нагрузках, выходит из строя после определенного эксплуатационного периода.

Динамическая работоспособность подшипников качения характеризуется коэффициентом работоспособности C.

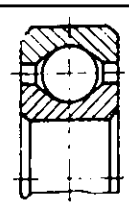
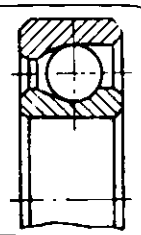
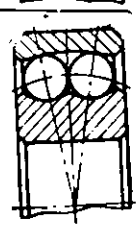
Связь между величиной C, нагрузкой Q в H, частотой вращения n в об/мин и расчетной долговечностью h в ч выражается приближенной эмпирической формулой

$$C=0{,}1Q(nh)^{0{,}3}.$$

* Допустимые статические нагрузки и коэффициенты работоспособности для шарикоподшипников различного типа, наиболее часто применяемых в гироскопических приборах и агрегатах, приведены в табл. 1.26—1.35.

Таблица 1.9

Приближенные формулы для расчета максимальных напряжений

Шарикоподшипник	Эскиз	Расчетные параметры: Радиальная сила P, Н	Максимальное напряжение σ_{max} в точке касания шарика, Н/см²: с внутренним кольцом, I	с внутренним кольцом, II	с наружным кольцом, I	с наружным кольцом, II	Допустимые значения напряжения не более, Н/см²
Однорядный радиальный		$\frac{5R}{z\cos\beta}$ при чисто радиальной нагрузке $5R/z$	$51000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$132000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{(D^2-d^2)\cos\beta}}$ при чисто радиальной нагрузке $132000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{D^2-d^2}}$	$40000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$107000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{D^2-d^2}}$	500 000
Однорядный радиально-упорный		$\frac{5R}{z\cos\beta}$	$51000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$132000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{(D^2-d^2)\cos\beta}}$	$40000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$107000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{(D^2-d^2)\cos\beta}}$	500 000
Радиальный сферический		$\frac{5R}{2z\cos\beta}$	$54000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$108000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{(D^2-d^2)\cos\beta}}$	$93000\sqrt[3]{\frac{0{,}1P}{d_ш^2}}$	$185000\sqrt[3]{\frac{0{,}1R}{(D^2-d^2)\cos\beta}}$	500 000

Коэффициент работоспособности шарикоподшипников может быть вычислен по формуле

$$C = k_1 z^{0,7} d_ш^2 \psi \cos\beta,$$

где k_1 — коэффициент динамической стойкости, зависящий от типа подшипника, материала и точности изготовления (для радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников $k_1 = 65$, для радиальных сферических двухрядных шарикоподшипников $k_1 = 60$);

β — угол контакта;

$d_ш$ — диаметр шарика;

$\psi = \frac{1}{1 + 0,02 d_ш}$ — корректирующий коэффициент, зависящий от размера и точности шариков.

Значения коэффициентов ψ и $z^{0,7}$ для наиболее часто применяемых шарикоподшипников приведены в табл. 1.10 и 1.11.

Таблица 1.10

Значение коэффициента ψ

$d_ш$, мм	ψ	$d_ш$, мм	ψ	$d_ш$, мм	ψ
1	0,98	5	0,91	9	0,85
2	0,96	6	0,89	10	0,83
3	0,94	7	0,87	11	0,82
4	0,93	8	0,86	12	0,81

Таблица 1.11

Значение коэффициента $z^{0,7}$

z	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$z^{0,7}$	2,64	3,08	3,5	3,9	4,29	4,65	5,01	5,36	5,69

Приведенная расчетная нагрузка Q в H определяется в зависимости от величин, действующих на подшипник радиальной R и осевой A нагрузок

$$Q = (R k_к + m A) k_б k_т,$$

где $k_б$ — динамический коэффициент безопасности, учитывающий режимы работы узла;

$k_к$ — кинематический коэффициент, учитывающий увеличение числа повторных давлений при вращении наружного кольца;

$k_т$ — температурный коэффициент;

m — коэффициент приведения осевой нагрузки к эквивалентной (в смысле влияния ее на долговечность) радиальной нагрузке.

Значения коэффициентов $k_б$; $k_к$; $k_т$ и m приведены в табл. 1.12—1.15.

Таблица 1.12

Значение температурного коэффициента $k_т$

Рабочая температура шарикоподшипника, °С	$k_т$
150	1,05
175	1,15
200	1,25
250	1,4

Таблица 1.13

Значение кинематического коэффициента $k_к$

Вращающееся кольцо (относительно вектора нагрузки)	$k_к$
Внутреннее	1
Наружное:	
для радиальных и радиально-упорных шарикоподшипников	1,2
для сферических	1

Таблица 1.14

Значение динамического коэффициента $k_б$

Характер нагрузки	$k_б$
Спокойная нагрузка. Толчки отсутствуют	1
Легкие толчки, кратковременные перегрузки до 125% от расчетной нагрузки	1,25
Умеренные толчки, вибрация нагрузки, кратковременные перегрузки до 150% от расчетной нагрузки	1,3—1,5
Нагрузки со значительными толчками и вибрацией, кратковременная перегрузка до 200% от расчетной нагрузки	1,8—2,5

Таблица 1.15

Значение коэффициента приведения m

Шарикоподшипник	Серия	m
Радиальный однорядный	100, 200, 300, 400	1,5
Радиально-упорный	6000	2
	36000	1,5
	46000	0,7
	66000	0,5
Сферический	1200, 11200, 111200 (d внутреннего кольца до 17 мм)	2,5

Коэффициент m зависит от отношения радиальной R и осевой A нагрузок:

при $\frac{R}{A} > 2$ значение m по таблице;

при $\frac{R}{A} \approx 2$ значение m увеличивается на 15%;

при $\frac{R}{A} \approx 1$ значение m увеличивается на 25%;

при чисто осевой нагрузке $m = 2$;

при $\frac{R}{A} > 5$ осевую нагрузку можно не учитывать.

Связь между коэффициентами работоспособности C, приведенной расчетной нагрузкой Q, частотой вращения n и расчетной долговечностью h в ч выражается эмпирической формулой

$$(nh)^{0,3} = 10 \frac{C}{Q}.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ТРЕНИЯ В ШАРИКОПОДШИПНИКАХ

Величина потерь на трение в шарикоподшипниках зависит от сопротивления перекатыванию шариков по желобам колец, трения скольжения на площадке контакта шариков с желобами колец, трения скольжения в местах касания сепаратора с кольцом и шариками, сопротивления сдвигу смазки между телами качения, между шариками и сепаратором, между сепаратором и кольцом, от сопротивления воздуха и т. д.

В радиальных однорядных шарикоподшипниках при малых скоростях вращения момент трения определяют по формуле

$$M = 1{,}3kR\frac{D_0}{d_ш},$$

где k — коэффициент трения качения в см;
R — радиальная нагрузка на подшипник в Н;
D_0 — диаметр окружности расположения центров шариков в см;
$d_ш$ — диаметр шариков в см.

При высоких скоростях вращения с учетом сопротивления перекатыванию и трения шариков о сепаратор:

— при вращающемся внутреннем кольце шарикоподшипника момент трения определяется по формуле

$$M_в = 1{,}3kR\frac{D_0}{d_ш} + \frac{1}{2}kzF_в(1+f)\left(\frac{D_0}{d_ш}-1\right),$$

— при вращающемся наружном кольце

$$M_н = 1{,}3kR\frac{D_0}{d_ш} + \frac{1}{2}kzF_н\left[\left(\frac{1}{2}+f\right)\left(\frac{D_0}{d_ш}+1\right)-1\right],$$

где $F_в$, $F_н$ — центробежные силы;
z — число шариков;
f — коэффициент трения скольжения шарика о гнездо сепаратора.

Центробежные силы подсчитываются по формулам:

$$F_в = 5{,}7\cdot10^{-5}n_в^2 d_ш^3\frac{(D_0-d_ш)^2}{D_0};$$

$$F_н = 5{,}7\cdot10^{-5}n_н^2 d_ш^3\frac{(D_0-d_ш)^2}{D_0},$$

где $n_в$ — частота вращения внутреннего кольца в об/мин;
$n_н$ — частота вращения наружного кольца в об/мин.

В приведенных выше формулах для приближенной оценки потерь на трение $k=0{,}0005$—$0{,}001$ см, причем верхнее значение принимается при консистентной смазке, малых нагрузках, невысоких температурах и больших скоростях вращения.

Значение коэффициента трения между шариком и сепаратором зависит от материала сепаратора. Для сепараторов из текстолита $f=0{,}05\div0{,}08$, для сепараторов из бронзы $f=0{,}1\div0{,}15$.

ПОСАДКИ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ

Долговечность работы шарикоподшипников очень зависит от правильного сопряжения колец шарикоподшипников с валом и корпусом изделия. Поэтому при проектировании узлов с шарикоподшипниками весьма важен правильный выбор посадки.

Посадки шарикоподшипников на валы и в корпус предусмотрены ГОСТ 3325—55, однако посадки I и II классов точности, рекомендованные ГОСТом, не всегда обеспечивают необходимую точность. При сборке особо точных приборов осуществляется подгонка валов и отверстий корпусов, либо применяются более ужесточенные допуски на диаметры и геометрическую форму посадочных мест, либо селективная сборка с разбивкой деталей на группы.

ПОСАДКА ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ШАРИКОПОДШИПНИКА НА ВАЛ

Для неподвижной посадки внутренних колец шарикоподшипников на вал рекомендуется диаметры валов выполнять с допусками, указанными в табл. 1.16.

Внутренние кольца скоростных шарикоподшипников в большинстве случаев устанавливают на вал с натягом 1—4 мкм, поэтому для уменьшения поля допуска посадки валики, изготовленные с допусками по табл. 1.16 и кольца шарикоподшипников, изготовленные с допусками по табл. 1.3, разбивают на группы, указанные в табл. 1.17 и 1.18.

Таблица 1.16

Допустимые отклонения посадочных диаметров валов, геометрической формы, шероховатости посадочных поверхностей и допустимое биение базовых заплечиков для типовых шарикоподшипников

Условное обозначение шарикоподшипника	Класс точности	Допускаемые отклонения посадочных диаметров валов, мкм			Допускаемые отклонения от правильной геометрической формы посадочных диаметров валов, мкм						Допускаемое биение заплечиков, мкм	Шероховатость посадочных поверхностей	
					по овальности			по конусности				для диаметров	для торцов заплечиков
	диаметр, мм	до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50			
Скоростной	2	+3 −1	—	—	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4	9	8
	4	+3 −1	—	—	2	2	2	2	2	2	4	9	7
	5	+2 −2	—	—	2	2	2	2	2	2	7	8	7
Приборный	4	−2 −7	−2 −8	−2 −9	2	2	2	2	2	2	4	9	7
	5	−2 −8	−2 −9	−3 −11	2	2	2	2	2	2	7	8	7
	6	−3 −10	−3 −11	−3 −13	3	3	4	3	3	4	10	8	7

47—2

Таблица 1.17

Сопряжение внутреннего кольца скоростных шарикоподшипников классов точности 2, 4 и 5 с валом

Наименование параметра			Допустимое отклонение, мкм	Допустимое отклонение при разбивке на группы, мкм			
				I	II	III	IV
Внутренний диаметр		2	0 −4	0 0 −1	−1 −2	−2 −3	−3 −4
		4					
		5	0 −5	0 −1	−1 −2	−2 −3	−3 −5
Посадочный диаметр вала	Классы точности	2	+3 −1	+3 +2	+2 +1	+1 0	0 −1
		4					
		5	+2 −2	+2 +1	+1 0	0 −1	−1 −2
Зазор (+) или натяг (—) сопряжения		2	+1 −7	−2 −4	−2 −4	−2 −4	−2 −4
		4					
		5	+2 −7	−1 −3	−1 −3	−1 −3	−1 −4
Поле допуска посадки		2					
		4	8	2	2	2	2
		5	9	2	2	2	3

Таблица 1.18

Сопряжение внутреннего кольца приборных шарикоподшипников классов точности 4, 5 и 6 с валом

Наименование параметра				Допустимое отклонение, мкм	Допустимое отклонение при разбивке на группы, мкм				
					I	II	III	IV	V
Для диаметров внутреннего кольца шарикоподшипника до 18 мм	внутренний диаметр шарикоподшипника	Классы точности	4	0 −4	0 −1	−1 −2	−2 −3	−3 −4	—
			5	0 −5	0 −1	−1 −2	−2 −4	−4 −5	—
			6	+1 −8	+1 −1	−1 −2	−2 −4	−4 −6	−6 −8
	посадочный диаметр вала		4	−2 −7	−2 −3	−3 −4	−4 −5	−5 −7	—
			5	−2 −8	−2 −4	−4 −5	−5 −6	−6 −8	—
			6	−3 −10	−3 −4	−4 −6	−6 −7	−7 −9	−9 −10
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения		4	+7 −2	+3 +1	+3 +1	+3 +1	+4 +1	—
			5	+8 −3	+4 +1	+4 +2	+4 +1	+4 +1	—
			6	+11 −5	+5 +2	+5 +2	+5 +2	+5 +1	+4 +1
	поле допуска посадки		4	9	2	2	2	3	—
			5	11	3	2	3	3	—
			6	16	3	3	3	4	3

Продолжение

Наименование параметра				Допустимое отклонение, мкм	Допустимое отклонение при разбивке на группы, мкм				
					I	II	III	IV	V
Для диаметров внутреннего кольца шарикоподшипника до 30 мм	внутренний диаметр шарикоподшипника	Классы точности	4	0 −5	0 −1	−1 −2	−2 −4	−4 −5	—
			5	0 −6	0 −1	−1 −3	−3 −4	−4 −6	—
			6	+1 −9	+1 −1	−1 −3	−3 −5	−5 −7	−7 −9
	посадочный диаметр вала		4	−2 −8	−2 −4	−4 −5	−5 −6	−6 −8	—
			5	−2 −9	−2 −4	−4 −5	−5 −7	−7 −9	—
			6	−3 −11	−3 −5	−5 −7	−7 −9	−9 −10	−10 −11
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения		4	+8 −3	+4 +1	+4 +2	+4 +1	+4 +1	—
			5	+9 −4	+4 +1	+4 +1	+4 +1	+5 +1	—
			6	+12 −6	+6 +2	+6 +2	+6 +2	+5 +2	+4 +1
	поле допуска посадки		4	11	3	2	3	3	—
			5	13	3	3	3	4	—
			6	18	4	4	4	3	3

Таблица 1.19

Допускаемые отклонения посадочных диаметров отверстий корпусов, геометрической формы, шероховатости поверхностей и допустимое биение базовых заплечиков типовых шарикоподшипников

Условное обозначение шарикоподшипника	Классы точности шарикоподшипников	Допускаемые отклонения посадочных диаметров отверстий, мкм				Допускаемые отклонения от правильной геометрической формы посадочных поверхностей отверстий, мкм						Допускаемое биение заплечиков, мкм	Шероховатость посадочных поверхностей	
						по овальности диаметров			по конусности диаметров				диаметров	торцов заплечиков
		до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80			
Скоростной	2	−3 +1	−1 +4	—	—	1,5	—	—	1,5	—	—	6	9	8
	4	−3 +1	−1 +4	—	—	2,0	—	—	2,0	—	—	8	8	7
	5	−1 +3	−2 +4	—	—	2,0	—	—	2,0	—	—	13	8	7
Приборный	4	−1 +3	−2 +3	−3 +4	−4 +4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	8	8	7
	5	−2 +3	−3 +3	−3 +4	−5 +3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	13	8	7
	6	−5 +2	−5 +3	−6 +3	−8 +3	3,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	20	8	7

ПОСАДКА НАРУЖНОГО КОЛЬЦА ШАРИКОПОДШИПНИКА

Характер посадок шарикоподшипников в отверстия корпусов, крышек, фланцев, рам карданова подвеса зависит от толщины стенок корпуса, фланца и материала, из которого они изготовлены.

В табл. 1.19 приведены допустимые отклонения на посадочные диаметры отверстий корпусов, геометрическую форму, шероховатость поверхности и биение базовых торцов при посадке колец шарикоподшипников в гнезда (отверстия) с толщиной стенок корпусов из алюминиевых сплавов

$\geqslant 0{,}2D$ при $D \leqslant 18$ мм,

$\geqslant 0{,}15D$ при $D = (18\text{—}30)$ мм;

и из стальных или титановых сплавов

$\geqslant 0{,}15D$ при $D \leqslant 18$ мм,

$\geqslant 0{,}1D$ при $D = (18\text{—}30)$ мм.

В табл. 1.20 и 1.21 приведена разбивка на группы размеров наружных колец шарикоподшипников и отверстий корпусов при выполнении селективной сборки.

Таблица 1.20

Сопряжение наружных колец скоростных шарикоподшипников классов точности 2, 4, и 5 с отверстием корпуса

Наименование параметра				Допустимое отклонение, мкм	Допустимое отклонение при разбивке на группы, мкм				
					I	II	III	IV	V
Для диаметров наружного кольца шарикоподшипника до 18 мм	наружный диаметр шарикоподшипника	Классы точности	2	0 —1	0 —1	—1 —2	—2 —3	—	—
			4	0 —4	0 —1	—1 —2	—2 —3	—3 —4	—
			5	0 —5	0 —1	—1 —2	—2 —3	—3 —5	—
	диаметр отверстия корпуса		2	—3 +1	+1 0	0 —1	—1 —3	—	—
			4	—3 +1	+1 0	0 —1	—1 —2	—2 —3	—
			5	—1 +3	+3 +2	+2 +1	+1 0	0 —1	—
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения		2	—1 +6	+2 0	+1 —1	+2 0	—	—
			4	—1 +7	+2 0	+2 0	+2 0	—	—
			5	—1 +8	+4 +2	+4 +2	+4 +2	+3 +2	—
	поле допуска посадки		2	7	2	2	2	—	—
			4	8	2	2	2	—	—
			5	9	2	2	2	3	—
Для диаметров наружного кольца шарикоподшипника до 30 мм	наружный диаметр шарикоподшипника		2	0 —4	0 —1	—1 —3	—3 —4	—	—
			4	0 —5	0 —1	—1 —3	—3 —4	—4 —5	—
			5	0 —6	0 —1	—1 —3	—3 —4	—4 —5	—5 —6
	диаметр отверстия корпуса		2	—1 +4	+4 +2	+2 0	0 —1	—	—
			4	—1 +4	+4 +2	+2 +1	+1 0	0 —1	—
			5	—2 +4	+4 +2	+2 +1	+1 0	0 —1	—1 —2
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения		2	—1 +8	+5 +2	+5 +1	+4 +2	—	—
			4	—1 +9	+5 +2	+5 +2	+5 +3	+5 +3	—
			5	—2 +10	+5 +2	+5 +2	+5 +3	+5 +3	+5 +3
	поле допуска посадки		2	9	3	4	2	—	—
			4	10	3	3	2	2	—
			5	12	3	3	2	2	2

Таблица 1.21

Сопряжение наружных диаметров колец приборных шарикоподшипников качения классов точности 4, 5 и 6 с отверстием корпуса

Наименование параметра		Классы точности	Допустимое отклонение, мкм	Допустимое отклонение при разбивке на группы, мкм				
				I	II	III	IV	V
Для диаметров наружного кольца до 18 мм	наружный диаметр шарикоподшипника	4	0 —4	0 —1	—1 —2	—2 —3	—3 —4	—
		5	0 —5	0 —1	—1 —2	—2 —3	—3 —4	—4 —5
		6	+1 —8	+1 —1	—1 —2	—2 —4	—4 —6	—6 —8
	диаметр отверстия корпуса	4	—1 +3	+3 +2	+2 +1	+1 0	0 —1	—
		5	—2 +3	+3 +2	+2 +1	+1 0	0 —1	—1 —2
		6	—5 +2	+2 +1	+1 —1	—1 —2	—2 —3	—3 —5
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения	4	—1 +7	+4 +2	+4 +2	+4 +2	+4 +2	—
		5	—2 +8	+4 +2	+4 +2	+4 +2	+4 +2	+4 +2
		6	—6 +10	0 +3	0 +3	0 +3	+1 +4	+1 +5
	поле допуска посадки	4	8	2	2	2	2	—
		5	10	2	2	2	2	2
		6	16	3	3	3	3	4
Для диаметров наружного кольца до 30 мм	наружный диаметр шарикоподшипника	4	0 —5	0 —1	—1 —3	—3 —4	—4 —5	—
		5	0 —6	0 —1	—1 —3	—3 —4	—4 —5	—5 —6
		6	+1 —9	+1 —1	—1 —3	—3 —5	—5 —7	—7 —9
	диаметр отверстия корпуса	4	—2 +3	+3 +1	+1 0	0 —1	—1 —2	—
		5	—3 +3	+3 +1	+1 0	0 —1	—1 —2	—2 —3
		6	—5 +3	+3 +2	+2 0	0 —1	—1 —3	—3 —5
	зазор (+) или натяг (—) сопряжения	4	—2 +8	+4 +1	+4 +1	+4 +2	+4 +2	—
		5	—3 +9	+4 +1	+4 +1	+4 +2	+4 +2	+4 +2
		6	—6 +12	+4 +1	+5 +1	+5 +2	+6 +2	+6 +2
	поле допуска посадки	4	10	3	3	3	3	—
		5	12	3	3	2	2	2
		6	18	3	4	3	4	4

СМАЗКА ШАРИКОПОДШИПНИКОВ

Одним из важнейших условий длительной безотказной работы шарикоподшипников является правильный выбор смазки и ее дозировка.

Смазка шарикоподшипников уменьшает трение скольжения между шариками и дорожками колец шарикоподшипников, между шариками и гнездами сепараторов; защищает рабочие поверхности от коррозии; улучшает отвод тепла; уменьшает шум при работе подшипника. Для смазки шарикоподшипников применяются жидкие, консистентные и твердые смазки.

Почти все чувствительные шарикоподшипники карданова подвеса, множительно-передаточных механизмов, маятников, электромеханических устройств, имеющие малые скорости вращения, смазываются жидкими маслами.

Консистентные смазки применяют в высокоскоростных роторных шарикоподшипниках, в шарикоподшипниках закрытого типа с защитными шайба-

ми (смазку закладывают при сборке подшипника), в шарикоподшипниках, работающих в условиях вакуума; в подшипниковых узлах, не требующих малых моментов трения (некоторых типов редукторов, арретиров и т. д.).

Твердые смазки применяют в шарикоподшипниках, работающих в условиях глубокого вакуума и при криогенных температурах.

ДОЗИРОВКА СМАЗКИ

В гироскопических приборах, в основном, применяется одноразовый способ смазки шарикоподшипников при сборке подшипникового узла, так как пополнить или заменить ее без разборки прибора невозможно.

Для нормальной работы шарикоподшипника необходимо оптимальное количество смазки. Избыточное количество приводит к повышению момента трения в подшипниковом узле, особенно при отрицательных температурах и больших скоростях вращения. Недостаточное количество смазки приводит к преждевременному выходу подшипникового узла из строя из-за масляного «голодания».

Жидкое масло закапывают в шарикоподшипники с помощью медицинского шприца типа «Рекорд», на конус которого насаживается инъекционная игла с наружным диаметром 0,5 мм и внутренним диаметром 0,2 мм.

Примерные нормы масла для смазки радиальных однорядных неразборных, радиально-упорных разъемных и специальных шарикоподшипников приведены в табл. 1.22.

Таблица 1.22

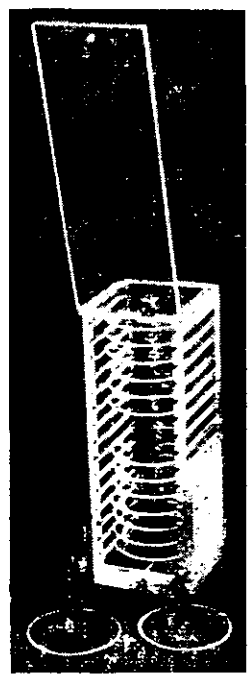
Условное обозначение шарикоподшипника	Габаритные размеры, мм	Количество масла на один шарикоподшипник в каплях
1000091	1×4×1,6	1*
2000154	1,5×4×1,7	1*
1000092	2×6×2,3	1*
2000083	3×7×2,5	2*
23	3×10×4	2
1000084	4×9×2,5	2
1000094	4×11×4	3
1000095	5×13×4	3
6005М	5×16×5	3
640096К	6×15/25×6	3
1000088	8×16×4	3
7000807	35×47×4	5
1000807	35×47×7	5

* Дозировка масла производится со вставленной в канал инъекционной или стальной проволочки диаметром 0,1 мм.

Консистентные смазки закладываются в шарикоподшипники с помощью специальных дозаторов (эск. 7) или весовым методом. При весовом методе дозировки порции смазки в чашечках из органического стекла взвешивают на аналитических весах ВЛР. Чашечки со взвешенными порциями смазки хранятся в специальном приспособлении (эск. 8).



Эскиз 7



Эскиз 8

Таблица 1.23

Условное обозначение шарикоподшипника	Габаритные размеры, мм	Количество смазки на один шарикоподшипник, мг
1076691Е	1,5×5×2	2—3
2076083Е1	3×7×2,5	8—10
6023Е	3×10×4	12—15
2076084Е	4×9×3	15—18
1006094Е	4×11×4	15—18
6074Е	4×16×5/10	27—33
1006095	5×13×4	20—25
1006095Е	5×13×4	20—25
1076095ЮУ	5×13×4	20—25
6025Е	5×16×5	40—45
1006096	6×15×5	30—35
1006096ЕУ	6×15×5	40—45
6026Е1	6×19×6	70—90
1076097Ю1	7×17×5	30—35
6017К1	7×19×6	70—90
1000091	1×4×1,6	2—3
2000154	1,5×4×1,7	2—3
1000092	2×6×2,3	3—4
20000083	3×7×2,5	5—7
23	3×10×4	7—9
1000083	4×9×2,5	10—12
1000095	5×13×4	15—18
1000088	8×16×4	20—25
100ЕТ2	10×26×8	90—110
7000807	35×47×4	90—110

Таблица 1.24

Основные физико-химические свойства приборных масел

Основные физико-химические свойства / Масло	Температурный интервал, t, °С	Температура застывания $t_з$, °С	Вязкость по ГОСТ 33—66 при t, °С 10^{-6} м²/с		Испаряемость по ГОСТ 7934—56, % массы при t, °С за 100 ч
			—40	+50	
МП-601 ТУ 38-1-259—69	—60÷+150	—90	470	23	20 (t=150° С)
МП-605 ТУ 38-1-01-78—70	—60÷+200	—90	1050	35	3 (t+200° С)
ВНИИНП-6 ТУ НП-55—64	—50÷+120 (кратковременно до +150)	—65	1700	9	50 (t=150° С за 24 ч)
ОКБ-122-4 ТУ МХП 4216—55	—60÷+100	—	400	12,5	37 (t=+100° С)
ОКБ-122-5, масло смазочное 132-08 ГОСТ 18375—73		—	790	20	25 (t=100° С)
ОКБ-122-16 ТУ МХП 4216—55		—	1170	23	20 (t=100° С)

Таблица 1.25

Основные физико-химические свойства приборных смазок

Основные физико-химические свойства / Наименование смазок	Температурный интервал t, °С	Температура каплепадения $t_к$, °С не ниже	Вязкость по ГОСТ 7163—63 при t, °С, Н·с/м²				Предел прочности при t=+50° С, ГОСТ 7143—54, Н/см²
			—50	—40	—10	+50	
ОКБ-122-7 ГОСТ 18179—72	—70÷+120	160	—	—	1000 $10\ с^{-1}$	1,2 $10\ с^{-1}$	0,015
ОКБ-122-7,5 МРТУ 38-1-230—66	—70÷+80	140	—	—	700 $10\ с^{-1}$	1,0 $10\ с^{-1}$	0,015
ОКБ-122-12 МРТУ 38-1-230—66	—70÷+110	150	—	—	500 $10\ с^{-1}$	1,1 $10\ с^{-1}$	0,015
ВНИИНП-228 ГОСТ 12330—66	—45÷+150	175	—	19÷600 $100\ с^{-1}$	—	0,6÷2,1 $1000\ с^{-1}$	0,01
ВНИИНП-274 ГОСТ 19337—73	—80÷+170	190	—	18÷40 $100\ с^{-1}$	—	0,9÷2,5 $1000\ с^{-1}$	0,02
ВНИИНП-293 ТУ 38-1-301—69	—80÷+150	170	—	55÷150 $100\ с^{-1}$	—	0,6÷1,6 $1000\ с^{-1}$	0,007
ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—59	—60÷+80÷÷90	170	200÷300 $100\ с^{-1}$	—	—	1÷1,5 $1000\ с^{-1}$	0,03
ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433—60	—60÷+150	200	600÷800 $10\ с^{-1}$	—	—	5÷10 $100\ с^{-1}$	0,02
ЦИАТИМ-221С ВТУ НП18—58	—60÷+200	200	—	—	—	—	—

Таблица 1.26

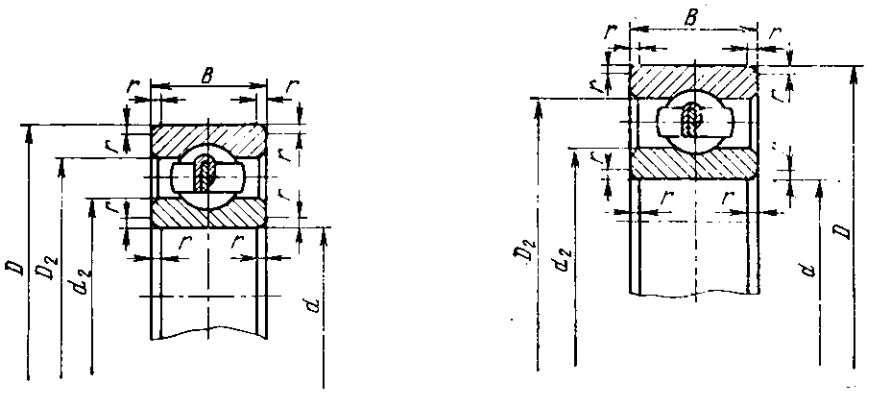
Шарикоподшипники радиальные однорядные

Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры кольца, мм						Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
1000091	1	4	1,6	0,2/0,1	2,82	1,82	0,68	6	0,114	100	30	—
1000092	2	6	2,3	0,2	4,72	3,3	1	7	0,33	250	90	25000
2000083	3	7	2,5	0,2	5,7	4,1	1,3	7	0,389	410	40	25000
1000093	3	8	3	0,2	6,6	4,4	1,588	6	0,631	550	180	—
13	3	9	3	0,3	6,9	4,7	1,588	6	0,953	550	180	25000
23	3	10	4	0,3	7,85	5,55	1,588	7	1,572	610	200	25000
1000084	4	9	2,5	0,2	7,3	5,7	1,3	9	0,774	500	180	25000
1000094	4	11	4	0,3	9	6,1	2	7	1,9	970	300	25000
24	4	13	5	0,4	10,1	6,3	2,381	6	3,08	1160	400	25000
1000095	5	13	4	0,4	10,1	7,25	2	8	2,55	1000	350	25000
25	5	16	5	0,5	12,6	7,55	3,175	6	4,99	2000	700	25000
35	5	19	6	0,5	15,45	9	3,969	6	8,19	3400	1100	25000
1000096	6	15	5	0,4	12,3	8,7	2,381	8	3,93	1400	550	25000
26	6	19	6	0,5	15,45	9	3,969	6	7,79	3400	1000	25000
2000087	7	14	4	0,3	11,95	9,2	2	9	2,6	1160	400	—
1000097	7	17	5	0,5	14	10	3	7	4,92	2200	750	25000
17	7	19	6	0,3	16	10,2	3,969	6	7,3	3400	1100	25000
27	7	22	7	0,5	18,05	11,5	3,969	7	12,4	3700	1300	25000
1000098	8	19	6	0,5	15,5	11,5	3	8	7,58	2400	850	25000
18	8	22	7	0,5	18,05	11,5	3,969	7	11,8	3700	1300	25000
1000099	9	20	6	0,5	16,9	11,5	3,5	7	7,42	2800	1000	25000
29	9	26	8	1	21,15	13,7	4,763	7	19,6	5400	1900	25000
1000900	10	22	6	0,5	18,9	12,5	3,969	7	8,63	3700	1300	25000
100Л	10	26	8	0,5	21,3	15,4	4,763	7	19,6	5400	2100	20000
200	10	30	9	1	25,1	15,9	5,953	6	30	7000	2500	20000
1000901	12	24	6	0,5	20,9	14,5	4,763	7	13	3700	1300	25000
1000801	12	21	5	0,5	18,4	15,6	2	12	10,5	1400	600	25000
7000101	12	28	7	0,5	23,8	16,6	4,763	8	21	5400	2100	20000
101	12	28	8	0,5	23,8	16,6	4,763	8	22	5400	2100	20000
201	12	32	10	1	26,3	18,5	5,556	7	37	7100	2600	20000
1000902	15	28	7	0,5	23,7	19,2	4,763	7	18	3500	1450	20000
7000102	15	32	8	0,5	27,3	19,7	4,763	8	25	5400	2100	20000
202	15	35	11	1	29,2	21,2	5,953	8	45	8500	3400	16000
302	15	42	13	1,5	33,8	23,6	7,938	7	80	13500	5200	16000
1000903	17	30	7	0,5	26,0	21,0	4,763	8	20	4000	1600	20000
7000103	17	35	8	0,5	29,7	22,3	5,159	8	32	7500	2800	20000
203	17	40	12	1,5	33,3	23,9	7,144	7	60	11300	4200	16000
1000904	20	37	9	0,5	32,3	24,7	5,953	7	40	8400	3600	16000
104	20	42	12	1	35,5	26,9	6,35	9	70	10600	4200	16000
204	20	47	14	1,5	39,5	28,3	7,938	8	100	15000	6000	16000
1000905	25	42	9	0,5	37,3	29,7	6,35	8	50	8800	3900	13000
7000105	25	47	8	0,5	41,0	33,0	6,35	9	60	9300	3900	16000
105	25	47	12	1	39,8	32,2	7,938	8	80	11500	5200	16000
205	25	52	15	1,5	43,9	33,3	7,938	9	120	16000	7000	16000

Примечание. См. стр. 10.

Таблица 1.27

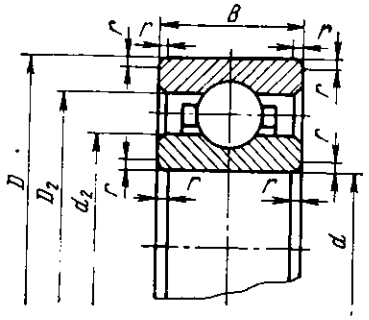
Шарикоподшипники радиальные однорядные из нержавеющей стали



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры кольца, мм						Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
1000092Ю	2	6	2,3	0,2	4,72	3,3	1	7	0,33	250	90	25000
23Ю	3	10	4	0,3	7,85	5,55	1,588	7	1,57	610	200	25000
2000083Ю3	3	7	2,5	0,2	5,7	4,1	1,3	7	0,387	410	140	25000
1000084Ю	4	9	2,5	0,2	7,3	5,7	1,3	9	0,766	500	180	25000
24Ю	4	13	5	0,4	10,1	6,3	2,381	6	3,07	1200	400	25000
34Ю	4	16	5	0,5	12,6	7,55	3,175	6	5,3	2000	700	25000
1000094Ю	4	11	4	0,3	9	6,1	2	7	1,8	970	300	25000
25Ю	5	16	5	0,5	12,6	7,55	3,175	6	4,95	2000	700	25000
1000095Ю	5	13	4	0,4	10,1	7,35	2	8	2,53	1000	350	25000
26Ю	6	19	6	0,5	15,45	9	3,969	6	7,75	3400	1100	25000
1000096Ю	6	15	5	0,4	12,3	8,7	2,381	8	3,91	1400	550	25000
1000097Ю	7	17	5	0,5	14	10	3	7	4,88	2200	750	25000
27Ю	7	22	7	0,5	18,05	11,5	3,969	7	12,3	3700	1300	25000
18Ю	8	22	7	0,5	18,05	11,5	3,969	7	11,8	3700	1300	25000
1000099Ю	9	20	6	0,5	16,9	11,5	3,5	7	7,35	2800	1000	25000
29Ю	9	26	8	2	21,1	13,7	4,763	7	19,6	5400	1900	25000
1000900Ю	10	22	6	0,5	18,9	12,5	3,969	7	8,63	3700	1300	25000
200Ю	10	30	9	1	24,1	15,9	5,953	6	30,1	7000	2500	25000

Таблица 1.28

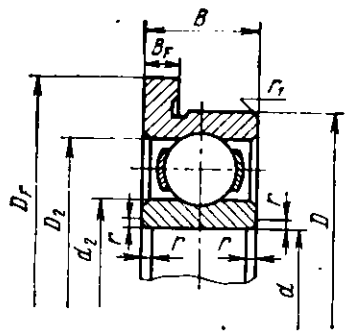
Шарикоподшипники радиальные однорядные нестандартные



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры кольца, мм						Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
45	4,5	8	2,5	0,2	6,9	5,6	1	10	—	—	—	—
7000804	20	32	4	0,5	27,7	24,7	2	20	13	2100	1000	20000
7000805	25	37	4	0,5	32,3	29,7	2	18	16	2200	1050	20000
7000806	30	42	4	0,5	37,3	34,7	2	24	19	2300	1150	13000
7000807	35	47	4	0,5	42,2	39,6	2	24	20	4700	1150	13000
7000808	40	52	4	0,5	47,3	44,7	2	20	25	5100	1300	13000
7000811	55	72	7	0,5	65,6	61,4	3,175	30	78	6600	3600	8000

Таблица 1.29

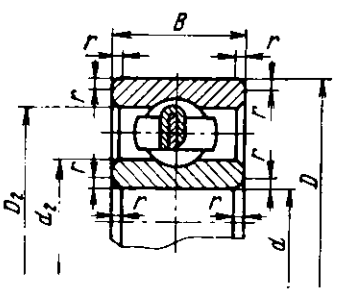
Шарикоподшипники радиальные однорядные малогабаритные с упорным бортом



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм										Шарики		Масса шарикоподшипника, г
	d	D	B	b	D_F	B_F	r	r_1	D_2	d_2	диаметр, мм	количество, шт.	
1840091	1	4	1,6	1,6	5	0,5	0,2	0,2	2,82	1,82	0,68	6	0,13
1840155	1,5	5	2	2	6,5	0,6	0,2	0,2	—	—	—	—	—
1840012	2	6	2,3	2,3	7,5	0,6	0,25	0,2	4,72	3,3	1	7	0,35
1840257	2,5	7	2,5	2,5	8,5	0,6	0,25	0,2	5,7	3,9	1,3	7	0,4
1840083	3	7	2	2	8,4	0,6	0,2	0,2	5,74	4,3	1	8	0,441
1840093	3	8	3	3	9,5	0,8	0,2	0,2	0,2	6,6	4,4	6	0,75
1840094	4	11	4	4	12,5	1	0,3	0,3	9	6,1	2	7	2
1840024	4	13	5	5	14,5	1	0,4	0,4	10,1	6,3	2,381	6	3,5
1840095	5	13	4	4	14,5	1	0,4	0,4	10,2	7,28	2	8	2,91
1840025	5	16	5	5	18	1	0,5	0,5	12,6	7,55	3,175	6	5,1

Таблица 1.30

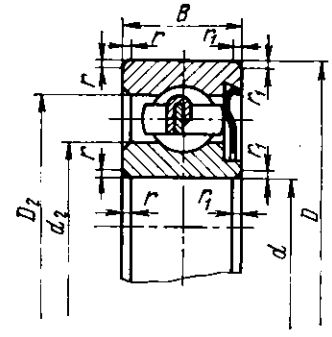
Шарикоподшипники радиальные однорядные антимагнитные
(кольца из бериллиевой бронзы)



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм						Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин	Примечание
	d	D	B	r	D_2	d_2	диаметр, мм	количество					
1000091Я	1	4	1,6	0,2/0,1	2,82	1,82	0,68	6	0,12	—	—	—	Шарики стальные
1000092Я	2	6	2,3	0,2	4,72	3,3	1	7	0,345	—	—	—	Шарики стальные
23Р1	3	10	4	0,3	7,85	5,55	1,588	7	1,69	—	—	—	Шарики из бериллиевой бронзы
24Я	4	13	5	0,4	10,1	6,3	2,381	6	3,23	—	—	—	Шарики стальные
1000095Я	5	13	4	0,4	10,2	7,25	2	8	2,69	—	—	—	Шарики из бериллиевой бронзы
26Я	6	19	6	0,5	15,45	9	3,969	6	8,11	—	—	—	Шарики стальные
18Я	8	22	7	0,5	18,05	11,5	3,969	7	12,4	—	—	—	Шарики из бериллиевой бронзы

Таблица 1.31

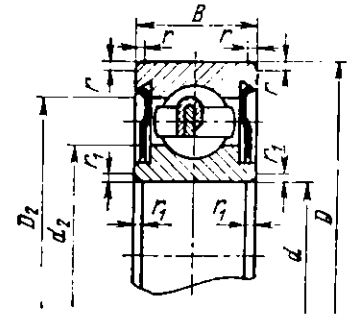
Шарикоподшипники радиальные однорядные с одной защитной шайбой



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры кольца, мм							Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r_1	r_2	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
60063	3	8	3,5	0,2	0,2	7,9	5,55	1,588	7	1,54	650	250	25000
60024	4	13	5	0,3	0,3	10,1	6,3	2,381	6	3,07	1160	400	25000
60025	5	16	5	0,5	0,3	12,6	7,55	3,175	6	4,99	2000	700	25000
60026	6	19	6	0,5	0,3	15,45	9	3,969	6	8	3300	1100	25000
60027	7	22	7	0,5	0,3	18,05	11,5	3,969	7	12,1	3700	1300	25000
60018	8	22	7	0,5	0,3	18,05	11,5	3,969	7	11,3	3700	1300	25000
60029	9	26	8	1	0,5	21,15	13,7	4,763	7	19,3	5400	1900	25000
60200	10	30	9	1	0,5	24,1	15,9	5,953	6	29,3	7000	2500	20000
60201	12	32	10	1	0,5	26,3	18,5	5,556	7	37	7100	2600	20000
60202	15	35	11	1	0,5	29,2	21,2	5,953	8	45	8500	3400	16000
60203	17	40	12	1	1	33,3	23,9	7,144	7	60	11300	4200	16000
60104	20	42	12	1,2	1,0	35,5	26,9	6,35	9	70	10600	4200	16000
60204	20	47	14	1,5	1,5	39,5	28,3	7,938	9	100	15000	6000	16000
60205	25	52	15	1,5	1,5	43,9	33,3	7,938	9	120	16000	7000	13000

Таблица 1.32

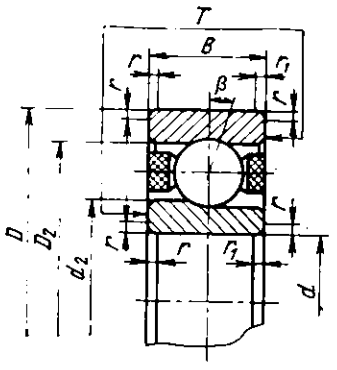
Шарикоподшипники радиальные однорядные с двумя защитными шайбами



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры кольца, мм							Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r_1	r_2	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
80023К	3	10	4	0,3	0,3	7,9	5,55	1,588	7	1,54	650	250	25000
80024	4	13	5	0,3	0,3	11,4	5,8	2,381	6	3,12	1160	400	25000
80075	5	13	5	0,3	0,3	11,4	6,7	2	8	3,1	1000	350	25000
80066	6	19	6,5	0,5	0,3	16,9	8	3,969	6	8,07	3400	1100	25000
80027	7	22	7	0,5	0,5	19,5	10,3	3,969	7	12,4	3700	1300	25000
80018	8	22	7	0,5	0,3	19,5	10,3	3,969	7	11,6	3700	1300	25000
80029	9	26	8	1	0,5	22,5	12	4,763	7	19	5400	1900	25000
80200	10	30	9	1	0,5	26	14,5	5,953	6	28,5	7000	2500	20000
80201	12	32	10	1,0	0,5	26,3	18,5	5,556	7	37	7100	2600	20000
80202	15	35	11	1,0	0,5	29,2	21,2	5,953	8	45	8500	3400	16000
80203	17	40	12	1,0	0,5	33,3	23,9	7,144	7	60	11300	4200	16000
80104	20	42	12	1,0	1,0	35,5	26,9	6,35	9	70	10600	4200	16000
80204	20	47	14	1,5	1,5	39,5	28,3	7,938	9	100	15000	6000	16000
80205	25	52	15	1,5	1,5	43,9	33,3	7,938	9	120	16000	7000	13000

Таблица 1.33

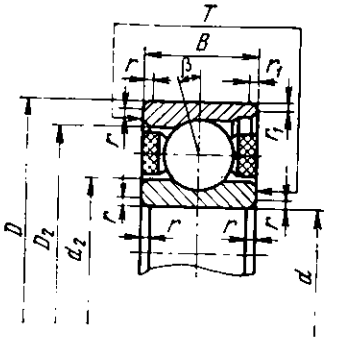
Шарикоподшипники радиально-упорные однорядные разъемные (со съемным внутренним кольцом). Сепараторы текстолитовые



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм									Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	T наибольший	T наименьший	r	r_1	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
1076691E	1,5	5	2	2	1,8	0,2	0,1	3,9	2,6	1	5	0,181	190	60	—
2076083E	3	7	2,5	2,5	2,3	0,2	0,1	5,7	4,1	1,3	6	0,35	370	120	—
2076083E1	3	7	2,5	2,5	2,3	0,2	0,1	5,7	4,1	1,3	6	0,36	370	120	—
2076084E	4	9	3	3	2,8	0,2	0,2	7,3	5,7	1,3	9	0,83	475	180	—
76004	4	16	5	5	4,8	0,5	0,5	12,6	7,55	3,175	6	5,08	2000	700	—

Таблица 1.34

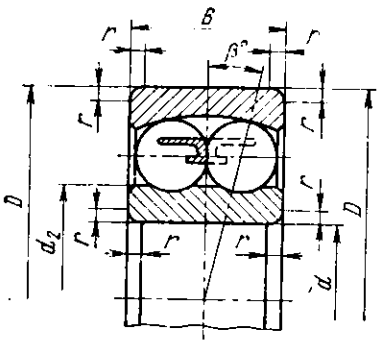
Шарикоподшипники радиально-упорные однорядные разъемные (со съемным наружным кольцом). Сепараторы текстолитовые



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм									Шарики		Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	T наибольший	T наименьший	r	r_1	D_2	d_2	диаметр, мм	количество				
6023E	3	10	4	4	3,8	0,3	0,3	7,7	5,55	1,588	6	1,51	540	180	—
1006094E	4	11	4	4	3,8	0,3	0,2	8,7	6,1	2	6	1,63	850	250	—
1006095E	5	13	4	4	3,8	0,4	0,4	10,1	7,35	2	7	2,24	950	300	—
6025E	5	16	5	5	4,8	0,5	0,3	12,8	8,1	3,175	7	4,55	2300	800	—
1006096E	61	15	5	5	4,8	0,4	0,2	12,2	8,8	2,381	8	3,7	1400	500	—
6026E1	6	19	6	6	5,8	0,5	0,3	15,8	10,2	3,969	6	7,324	3200	1050	—
6017K1	7	19	6	6	5,8	0,3	0,3	15,8	10,2	3,969	6	6,81	3200	1050	—
6027E	7	22	7	7	6,8	0,5	0,3	17,6	10,7	4,763	6	11,2	4600	1600	—
6008E	8	24	7	7	6,8	0,5	0,3	19	12,1	4,763	7	13,6	5100	1800	—
6100E	10	26	8	8	7,7	0,5	0,3	21,2	14,5	4,763	8	16,85	5600	2100	—
6101E	12	28	8	8	7,7	0,5	0,3	23,2	16,6	4,763	9	21	6100	2400	—
6102E	15	32	9	9	8,7	0,5	0,3	26,8	20	5	10	28,2	7200	3000	—

Таблица 1.35

Шарикоподшипники радиальные сферические двухрядные. Сепараторы стальные



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм						Шарики		β°	Масса шарикоподшипника, г	C	$Q_{ст}$, Н	$n_{пред}$, об/мин
	d	D	B	r	D_2	d_2	диаметр, мм	количество					
1005	5	19	6	0,5	14,562	10,3	3,175	16	12°37′50″	10	2400	5400	25000
1006	6	19	6	0,5	14,562	10,3	3,175	16	12°37′50″	9,6	2400	5400	25000
1007	7	22	7	0,5	16,746	12,6	3,175	20	12°31′50″	15	2800	6500	25000
1008	8	22	7	0,5	16,746	12,6	3,175	20	12°31′50″	14,6	2800	6500	25000
1009	9	26	8	1	20	14,6	3,969	18	12°41′34″	23,1	4000	9500	20000
1200	10	30	9	1	23,077	16,8	4,763	18	12°5′50″	35	5600	13500	20000
1201	12	32	10	1	28,6	21,8	4,763	20	12°29′	40	6100	150000	20000
1202	15	35	11	1	28,6	21,8	5,56	20	12°29′	50	8000	20500	16000

Примерные нормы консистентной смазки для радиально-упорных разъемных и радиальных однорядных неразборных шарикоподшипников приведены в табл. 1.23.

Типы масел и смазок, наиболее часто применяемых для смазки шарикоподшипников гироскопических приборов, и их основные физико-химические свойства приведены в табл. 1.24 и 1.25.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ШАРИКОПОДШИПНИКИ

Для обеспечения повышенной соосности поверхностей качения шарикоподшипниковых пар и для снижения моментов трения и вибрации, вызванных монтажными перекосами, применяют специальные шарикоподшипники с фланцем для крепления наружных колец, конструктивная схема и размеры которых приведены в табл. 1.36.

Для эффективного осреднения моментов трения на осях карданова подвеса в прецизионных гироприборах используются трехколечные шарикоподшипники (табл. 1.37 и 1.38). Промежуточные кольца этих шарикоподшипников приводятся в реверсивно-вращательное движение от специального двигателя с редуктором.

При встречном вращении колец двух подшипников, установленных на одной оси карданова подвеса, на гироскоп действует разность моментов трения, которую сводят к минимуму соответствующим подбором пар подшипников. Однако основной эффект от применения этих подшипников объясняется осреднением моментов, обусловленных погрешностями формы поверхностей качения подшипника. Остаточный момент подшипника в значительной степени определяется величиной овальности поверхности качения внутреннего кольца, допустимое значение которой не более 1—2 мкм.

В прецизионных гиромоторах для повышения соосности и уменьшения уровня вибрации используют специальные шарикоподшипниковые опоры (табл. 1.39).

ПОДШИПНИКИ С ТРЕНИЕМ СКОЛЬЖЕНИЯ

Полное взвешивание подвижных узлов в поплавковых гироскопических приборах позволило применять в качестве опор наружных и внутренних рам карданова подвеса опоры на камнях с цапфами малых диаметров (примеры оформления этих опор см. в гл. 6 и 7).

Камни для приборов изготавливают из агата, корунда, сапфира и лейкосапфира. Иногда применяют втулки, изготовленные из бронзы Бр.Б2Т.

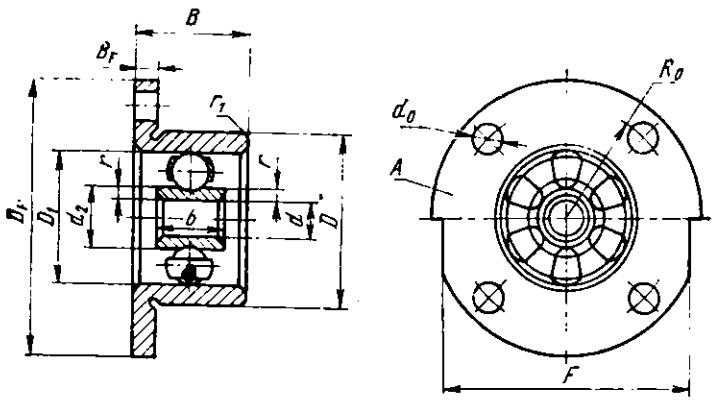
Цапфы (оси) изготавливают из легированных сталей (ШХ15, 1Х18Н9Т), углеродистых сталей (У8А, У10А, У12А) и из твердых сплавов.

Обычно радиальные зазоры в опорах составляют 4—8 мкм и обеспечиваются за счет изготовления диаметра цапфы под действительный размер камня. В особых случаях опоры на камнях делаются по специальным техническим условиям с повышенными требованиями к геометрии цапф и камней с попарной комплектацией.

В табл. 1.40—1.45 приведены наиболее распространенные размеры камней, изготовленных по ГОСТ 8896—68, 8898—68 и 7137—73.

Таблица 1.36

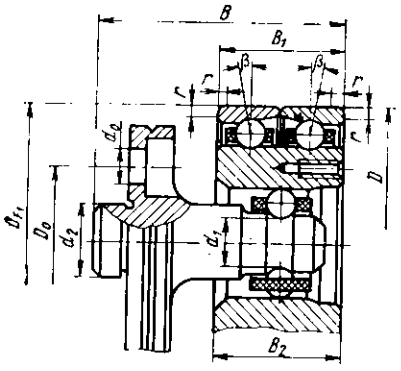
Шарикоподшипники радиальные однорядные с фланцем на наружном кольце (специальные)



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм													Шарики		Масса шарикоподшипника, г	Примечание
	d	D	B	b	D_F	B_F	F	r	r_1	R_0	d_0	D_1	d_2	диаметр, мм	количество		
640013	3	9	4	3	17	1	—	0,3	0,2	6,5	2,2	7,4	4,7	1,588	6	2,21	
640013К	3	9	4	3	17	1	13,2	0,3	0,2	6,5	2,2	7,4	4,7	1,588	6	2	
740063	3	12	4	4	20	1	—	0,3	0,3	8	2,2	8,219	5,55	1,588	7	4,03	
640014	4	12	5	4	20	1	—	0,3	0,3	8	2,2	9,5	6,1	2	7	3,6	Сепаратор коробчатый
640014К	4	12	5	4	20	1	15,3	0,3	0,3	8	2,2	9,5	6,1	2	7	3,3	
640095	5	13	5	4	21	1	—	0,4	0,3	8,5	2,2	10,731	7,28	2	8	4,2	
640095К	5	13	5	4	21	1	16	0,4	0,3	8,5	2,2	10,731	7,28	2	8	3,85	
640025	5	16	6	5	26	1,5	—	0,5	0,3	10,5	3	13,175	7,55	3,175	6	8	
640065	5	20	10	5	32	2	—	0,5	0,5	26*	3,5	13,175	7,55	3,175	6	22,1	Указан диаметр
640065К	5	20	6	5	32	2	—	0,5	0,5	26*	3,5	13,175	7,55	3,175	6	16,7	Указан диаметр
640096	6	15	6	5	25	1,5	—	0,4	0,3	10	3	12,881	8,7	2,381	8	7,28	
640096К	6	15	6	5	25	1,5	19,2	0,4	0,3	10	3	12,881	8,7	2,381	8	6,55	
640066	6	20	6	5	32	2	—	0,4	0,2	26*	3,5	12,881	8,7	2,381	8	17,03	Указан диаметр
640078	8	22	8	7	34	2	—	0,5	0,3	14	3,5	18,669	11,5	3,969	7	19,5	

Таблица 1.37

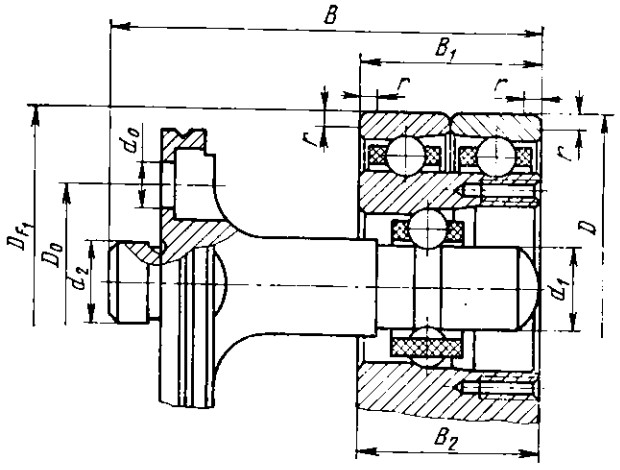
Шарикоподшипник радиальный специальный



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм										n*
	d_1	d_2	D	B_1	B_2	B	r	D_{F_1}	D_0	d_0	
300083К	3,2	6	18	7,5	7,5	14,8	0,3	22	14	3,6	4
300095К3	5	6	24	10,5	10,5	18,25	0,5	22	14	3,6	4
300095К5	5	8	24	10,5	12	21	0,5	34	24	4,4	8
300093К1	3,2	5	14	7,5	11	17,5	0,3	14	9,8	2,3	4
300093К2	3,2	5	14	7,496	11	17,5	0,3	12,9	10	2,4	4

Таблица 1.38

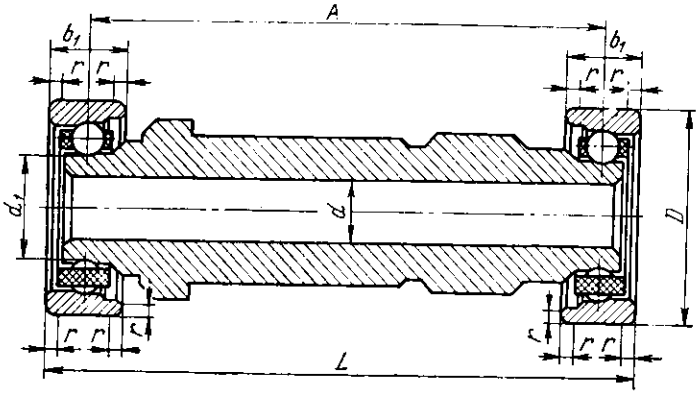
Шарикоподшипник радиально-упорный специальный



Условное обозначение шарикоподшипника	Размеры, мм										n*
	d_1	d_2	D	b_1	b_2	B	r	D_{F_1}	D_0	d_0	
306093К	3,189	5	14	7,5	11	17,3	0,3	14	10	2,4	4
306083К	3,189	6	18	7,5	7,5	16,3	0,3	22	14	3,6	4
306095Е	5	6	24	10,5	10,5	23	0,5	22	14	3,6	4
306095К3	5	6	24	10,5	10,5	23	0,5	22	14	3,6	4
306095К	5	6	24	10,5	10,5	25	0,5	35	24	4,4	8
306095К5	5	8	24	10,5	10,5	25	0,5	35	24	4,4	8

Таблица 1.39

Специальная шарикоподшипниковая опора

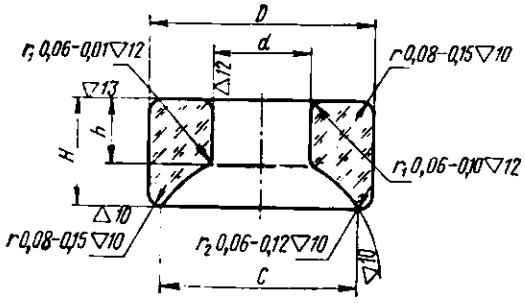


Условное обозначение шарикоподшипниковой опоры	Размеры, мм						
	d	d_1	D/D_F	b_1	A	L	r
106092Е	—	2,334	6/15	3,2	18	22,15	0,2
106097Е	4,2	6,717	13	8	36	44	0,4
106075Е	—	5,043	10	6	38	43,95	0,3
106047Е	—	6,731	16	10	45	54,91	0,5
106094Е	—	6,724	13	4	55	59	0,4

* n — число отверстий d_0.

Таблица 1.40

Втулки одномасленочные с цилиндрическим отверстием типа ВКМЦ ГОСТ 8896—68

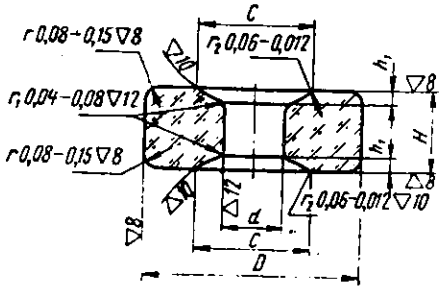


Индекс втулки	Размеры, мм										Материал	Условное обозначение
	D		d		H		C		h			
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение		
1,5×0,3	1,5	−0,02	0,30	+0,008	0,5	−0,05	0,8	+0,05 −0,10	0,36	−0,04	Корунд	ВКМЦ
1,5×0,4			0,40	+0,010								
1,8×0,5	1,8		0,50		0,6		1,0		0,40			
1,8×0,8			0,80	+0,012								
2,0×0,5	2,0		0,50	+0,010	0,8		1,2	+0,20	0,50			
2,0×0,8			0,80	+0,012								
2,2×1,0	2,2		1,00	+0,014								
2,5×0,6	2,5		0,60	+0,010	1,0		1,5		0,70			
2,5×0,8			0,80	+0,012	1,2				0,80			
2,5×1,0			1,00	+0,014	1,8	−0,06			1,50			
3,0×1,0	3,0				1,4		2,0		0,90			
4,5×1,5	4,5	−0,048	1,5	+0,040	1,5	−0,10	3,0		0,8		Агат	ВАМЦ
5,0×1,8	5,0		1,8						1,0			

Примеры условного обозначения. Втулка корундовая одномасленочная с цилиндрическим отверстием с размерами $D=2{,}0$ мм; $d=0{,}5$ мм — втулка ВКМЦ 2,0×0,5 ГОСТ 8896—68; втулка агатовая одномасленочная с цилиндрическим отверстием с размерами $D=4{,}5$ мм; $d=1{,}5$ мм — втулка ВАМЦ 4,5×1,5 ГОСТ 8896—68.

Таблица 1.41

Втулки ВА2МЦ агатовые двухмасленочные с цилиндрическим отверстием типа ВКМЦ ГОСТ 8896—68

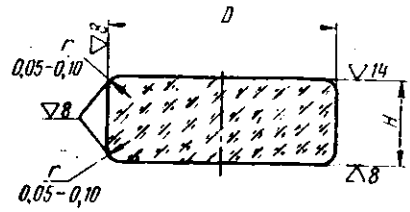


Индекс втулки	Размеры, мм									
	D		d		H		C		h_1	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
5,0×1,2	5,0	−0,05	1,2	+0,04	1,7	−0,10	2,5	+0,25	0,3	±0,03
6,0×1,0	6,0		1,0		2,0		3,0		0,5	
6,0×1,5			1,5							

Пример условного обозначения. Втулка агатовая двухмасленочная с цилиндрическим отверстием с размерами $D=5{,}0$ мм, $d=1{,}2$ мм. Втулка ВА2МЦ 5,0×1,2 ГОСТ 8896—68.

Таблица 1.42

Подпятники агатовые плоские типа ПАП ГОСТ 8898—68



Индекс подпятника	Размеры, мм			
	D		H	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
2,5×0,8	2,5	—0,040	0,8	—0,07
2,5×1,0			1,0	—0,10
3,0×1,0	3,0		1,0	
3,0×1,5			1,5	
3,5×2,5	3,5	—0,048	2,5	
3,5×3,6			3,6	—0,16
4,0×1,2	4,0		1,2	—0,1
4,0×2,0			2,0	
5,0×4,0	5,0		4,0	—0,16
5,0×5,0			5,0	

Пример условного обозначения. Подпятник агатовый плоский с размерами $D=2,5$ мм и $H=0,8$ мм. Подпятник ПАП 2,5×0,8 ГОСТ 8898—68.

Таблица 1.43

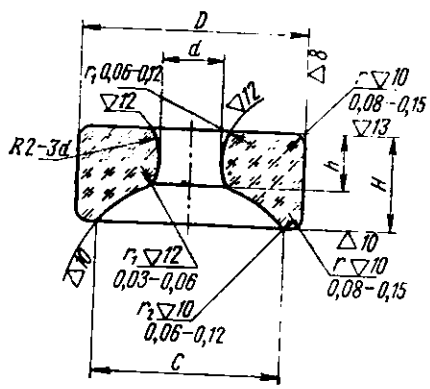
Подпятники корундовые плоские типа ПКП ГОСТ 8898—68

Индекс подпятника	Размеры, мм			
	D		H	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
1,2×0,8	1,2	—0,04	0,8	—0,045
1,5×0,5	1,5		0,5	—0,040
1,5×0,8			0,8	—0,045
1,8×0,5	1,8		0,5	—0,040
1,8×0,8			0,8	—0,045
2,0×1,0	2,0		1,0	—0,060
2,0×1,2			1,2	—0,060
2,2×0,8	2,2		0,8	—0,045
2,5×0,8	2,5		1,0	
2,5×1,0				
2,5×1,5			1,5	—0,060
3,0×1,0	3,0		1,0	
3,0×1,5			1,5	

Пример условного обозначения. Подпятник корундовый плоский с размерами $D=2,0$ мм и $H=1,2$ мм. Подпятник ПКП 2,0×1,2 ГОСТ 8898—68.

Таблица 1.44

Втулки корундовые одномасленочные с нецилиндрическим отверстием типа ВКМН ГОСТ 8896—68

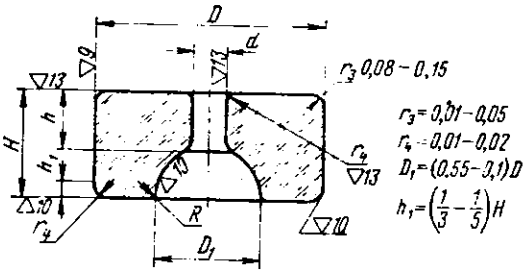


Индекс втулки	Размеры, мм									
	D		d		H		C		h	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
1,5×0,3	1,5	—0,02	0,3	+0,003	0,5	—0,05	0,8	+0,05 —0,10	0,36	—0,04
1,5×0,4			0,4	+0,010						
1,8×0,5	1,8		0,5		0,6		1,0	+0,20	0,40	
1,8×0,8			0,8	+0,012						
2,0×0,5	2,0		0,5	+0,010	0,8		1,2		0,50	

Пример условного обозначения. Втулка корундовая одномасленочная с нецилиндрическим отверстием с размерами $D=1,5$ мм, $d=0,40$ мм. Втулка ВКМН 1,5×0,40 ГОСТ 8896—68.

Таблица 1.45

Камни часовые сквозные плоские с цилиндрическим отверстием типа СЦ ГОСТ 7137—65



Индекс камня	Размеры, мм							
	D		d		H		h	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
0720×0,20	0,7	+0,005	0,20	+0,005	0,20	—0,03	0,12	—0,04
0725×0,20			0,25		0,20	—0,03	0,12	
0725×0,25					0,25	—0,04	0,15	
0820×0,20	0,8		0,20		0,20	—0,03	0,12	
0825×0,20			0,25					
0825×0,25			0,25		0,25	—0,04	0,15	
0825×0,30					0,30			
0935×0,24	0,9		0,35	+0,006	0,24		0,18	
1025×0,20	1,0	+0,007	0,25	+0,005	0,20		0,12	
1025×0,25					0,25		0,15	
1025×0,30					0,30			
1030×0,20			0,3		0,20	—0,03	0,12	
1030×0,30					0,30	—0,04	0,15	
1040×0,40			0,4	+0,006	0,40		0,20	—0,04
1145×0,30	1,1		0,45		0,30		0,15	
1220×0,20	1,2	+0,007	0,20	+0,005	0,20	—0,03	0,12	
1220×0,36					0,36	—0,04	0,15	
1225×0,20			0,25		0,20	—0,03	0,12	
1225×0,36					0,36	—0,04	0,15	
1230×0,22			0,30		0,22	—0,04		
1230×0,36					0,36		0,25	
1430×0,50	1,4	+0,010	0,30		0,50	—0,05	0,30	
1470×0,25			0,70		0,25	—0,04	0,15	
1625×0,40	1,6		0,25		0,40		0,20	
1630×0,30					0,30		0,15	
1630×0,45			0,30		0,45	—0,05	0,30	
1640×0,40			0,40	+0,006	0,40	—0,04	0,20	
1645×0,65			0,45		0,65		0,35	—0,05
1650×0,50			0,50		0,50		0,30	
2025×0,45	2,0		0,25	+0,005	0,45	—0,05	0,25	—0,04
2030×0,45			0,30					
2070×0,45			0,70	+0,007				
2540×0,50	2,5		0,40	+0,006	0,50		0,30	
2550×0,50			0,50					

Продолжение

Индекс камня	Размеры, мм							
	D		d		H		h	
	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение	номинальное значение	допустимое отклонение
2850×0,70	2,8	+0,010	0,50	+0,006	0,70	—0,05	0,30	—0,04
28120×0,70			1,20	+0,010			0,50	—0,05
3050×0,70	3,0		0,50	+0,006			0,30	—0,04
3260×1,00	3,2		0,60		1,00		0,60	—0,05
3280×0,80			0,80	+0,007	0,8		0,45	
3280×1,00			0,80		1,00		0,70	
32100×0,80			1,00	+0,010	0,8		0,45	
32100×1,00					1,00		0,7	
32120×0,80			1,20		0,80		0,45	
32140×0,70			1,40		0,70		0,50	
52220×1,50	5,2		2,205	+0,015	1,50	—0,12	1	—0,12

Пример условного обозначения. Камень часовой сквозной типа СЦ с размерами D=1,00 мм, d=0,12 мм, H=0,30 мм. Камень часовой СЦ 1012×0,30 ГОСТ 7137—65.

ГЛАВА 2

КОРПУСА ГИРОПРИБОРОВ

Корпус структурно объединяет все элементы гироприбора, обеспечивает механическую связь между осью собственного вращения гироскопа и платформой, на которой установлен прибор, отводит тепло, выделяемое гиромотором и другими элементами, обеспечивает при необходимости герметизацию, магнитную экранировку и содержит монтажные поверхности для опор одной оси карданова подвеса и других элементов прибора, а также монтажные элементы для крепления прибора на платформах или на борту летательного аппарата.

Корпуса сложной конфигурации обычно изготавливают из легких алюминиевых или магниевых литейных сплавов литьем под давлением или по выплавляемым моделям, реже литьем в землю или в кокиль. В тех случаях когда корпус выполняет функцию магнитного экрана или магнитопровода, его изготавливают из низкоуглеродистых сталей. Корпус поплавковых гироскопов для обеспечения герметичности и высокой чистоты поверхностей иногда изготавливают из пруткового материала с помощью механической обработки.

Для обеспечения сборки и регулировки корпуса могут быть разъемной и неразъемной конструкций.

Рис. 2.1. Неразъемный корпус двухстепенного гироскопа — указателя поворота. Специальные резьбовые отверстия М5×0,5 предназначены под осевые винты, на гладких цапфах которых монтируют внутренние кольца шарикоподшипников рамы гироскопа. Со стороны ∅ 73 крепится смотровое стекло. Прибор базируют ∅ $80C_5$ в отверстие приборной доски самолета и крепят к ней четырьмя винтами и самоконтрящимися гайками, развальцованными в отверстиях ϕ $5A_4$ корпуса.

Рис. 2.2. Разъемный корпус датчика угловых скоростей с резьбовыми отверстиями под полуоси рамы. Корпус *3* и крышка *1* сопрягаются по ∅ $60\frac{A}{C}$ и скрепляются винтами при сборке прибора. Прибор при креплении базируется на ∅ $70X_3$.

Рис. 2.3. Неразъемный корпус — основание датчика угловых скоростей. Отверстия ∅ 9А предназначены для базирования втулок с шарикоподшипниками рамы. Полуоси рамы при сборке вводят через пазы 3,2±0,15. Прибор на платформе базируют на плоскость Г четырех бобышек и крепят четырьмя винтами, пропущенными через отверстия ϕ $3,2\ A_5$.

Рис. 2.4. Разъемный корпус поплавкового датчика угловых скоростей. Состоит из корпуса *1*, основания *3* и стакана *4*, скрепляемых при сборке прибора гайками *2* и *5*. Все детали корпуса для обеспечения герметичности выполняются из пруткового материала, имеющего плотную структуру с помощью механической обработки. Опоры рамы гироскопа базируются на отверстие $4_{-0,007}$ в основании *3* и на отверстие ∅ 5А в стакане *4*.

Обработка этих отверстий после покрытия обеспечивает посадку подшипников с натягом 0—0,004.

Рис. 2.5. Разъемный корпус датчика кренов. Состоит из корпуса *1* и крышки *2*, которые стыкуются по ϕ 151 и скрепляются винтами при сборке прибора. Четыре отверстия ∅ 6,5 в корпусе используются для крепления прибора. Для обеспечения жесткой и точной базировки опор наружной рамы в корпусе и крышке, выполненных из алюминиевого сплава, армированы латунные втулки *3*.

Рис. 2.6. Разъемный корпус датчика угловых скоростей с армированными втулками под шарикоподшипники. Состоит из корпуса *2*, крышки *3*, которые при сборке прибора стыкуются по ϕ $51\frac{A}{C}$ и скрепляются винтами *6*. Для обеспечения жесткой и точной базировки опор рамы в корпусе и крышке армированы стальные втулки *1* и *4*.

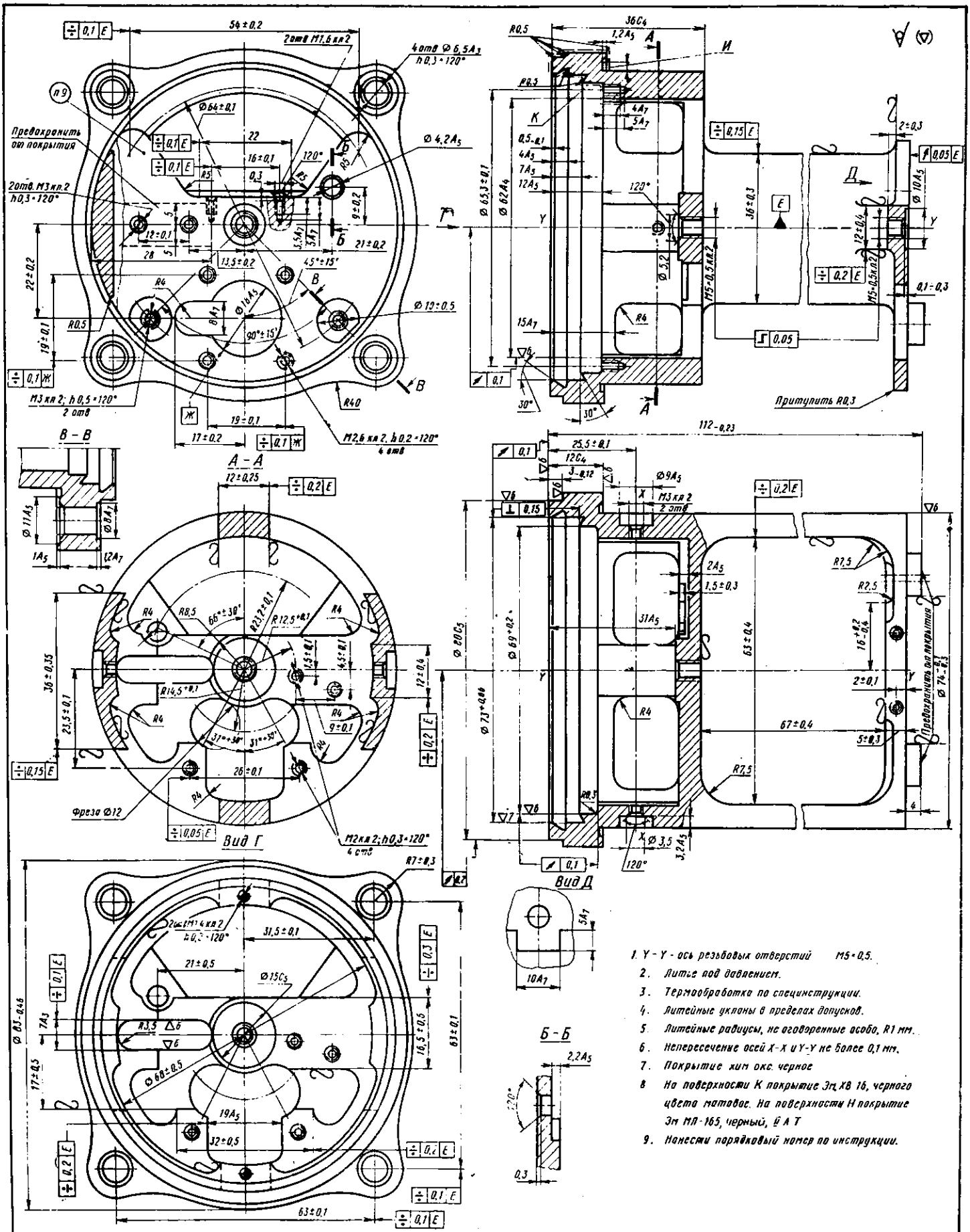
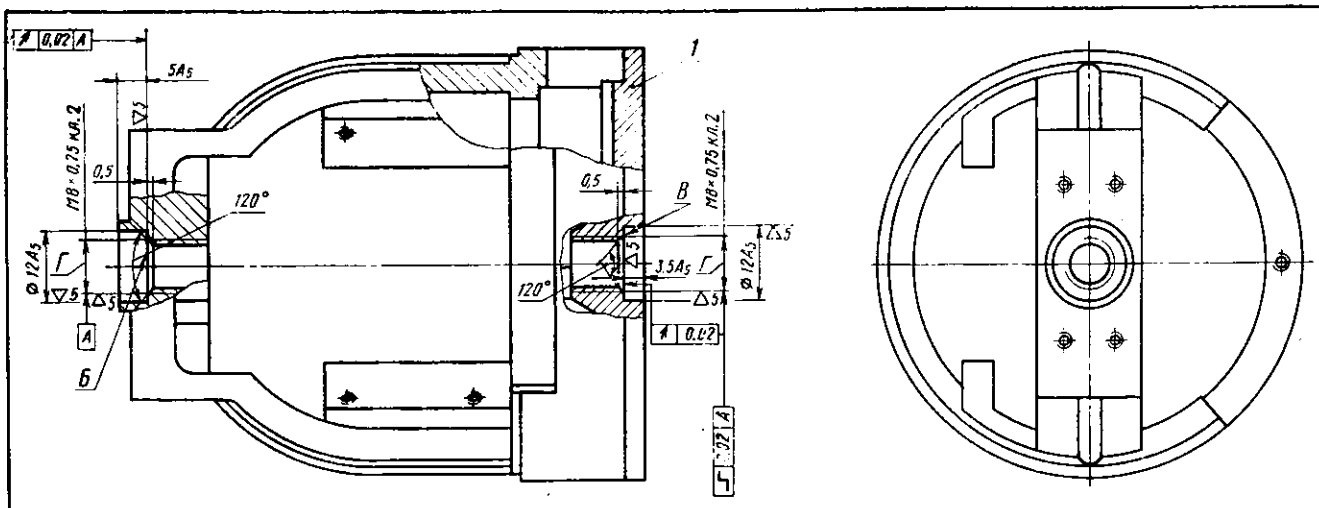
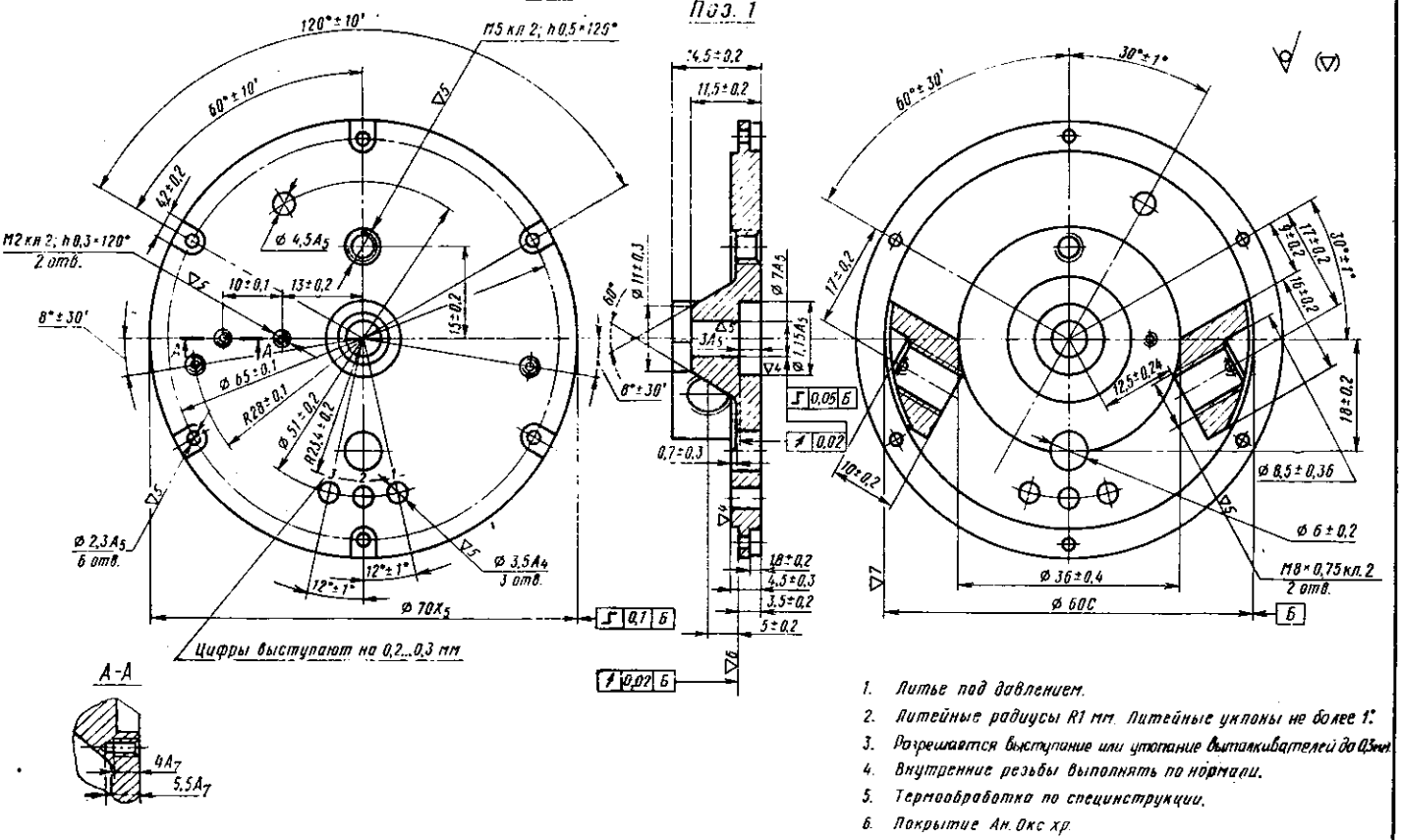


Рис. 2.1

Неразъемный корпус двухстепенного гироскопа - указателя поворота (магниевый сплав МЛ5)



1. Произвести предварительную сборку крышки поз 1 с корпусом поз 3.
2. Резьбы Г и подрезку торцов Б и В выполнять с одного установа.



1. Литье под давлением.
2. Литейные радиусы R1 мм. Литейные уклоны не более 1°.
3. Разрешается выступание или утопание выпалкивателей до 0,5мм.
4. Внутренние резьбы выполнять по нормали.
5. Термообработка по специнструкции.
6. Покрытие Ан.Окс хр.

Рис. 2.2 на 2 листах. Лист 1	Разъемный корпус датчика угловых скоростей с резьбовыми отверстиями под полуоси рамы: 1 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - винт М2×7 — 6 шт.; 3 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2).

1. Литье под давлением
2. Литейные уклоны не более 1°
3. Литейные радиусы, не оговоренные особо, выполнять R1,5.
4. Разрешается выступание или утопание выталкивателей до 0,3мм
5. Термообработка по специнструкции
6. Покрытие Ан.Окс.хр.

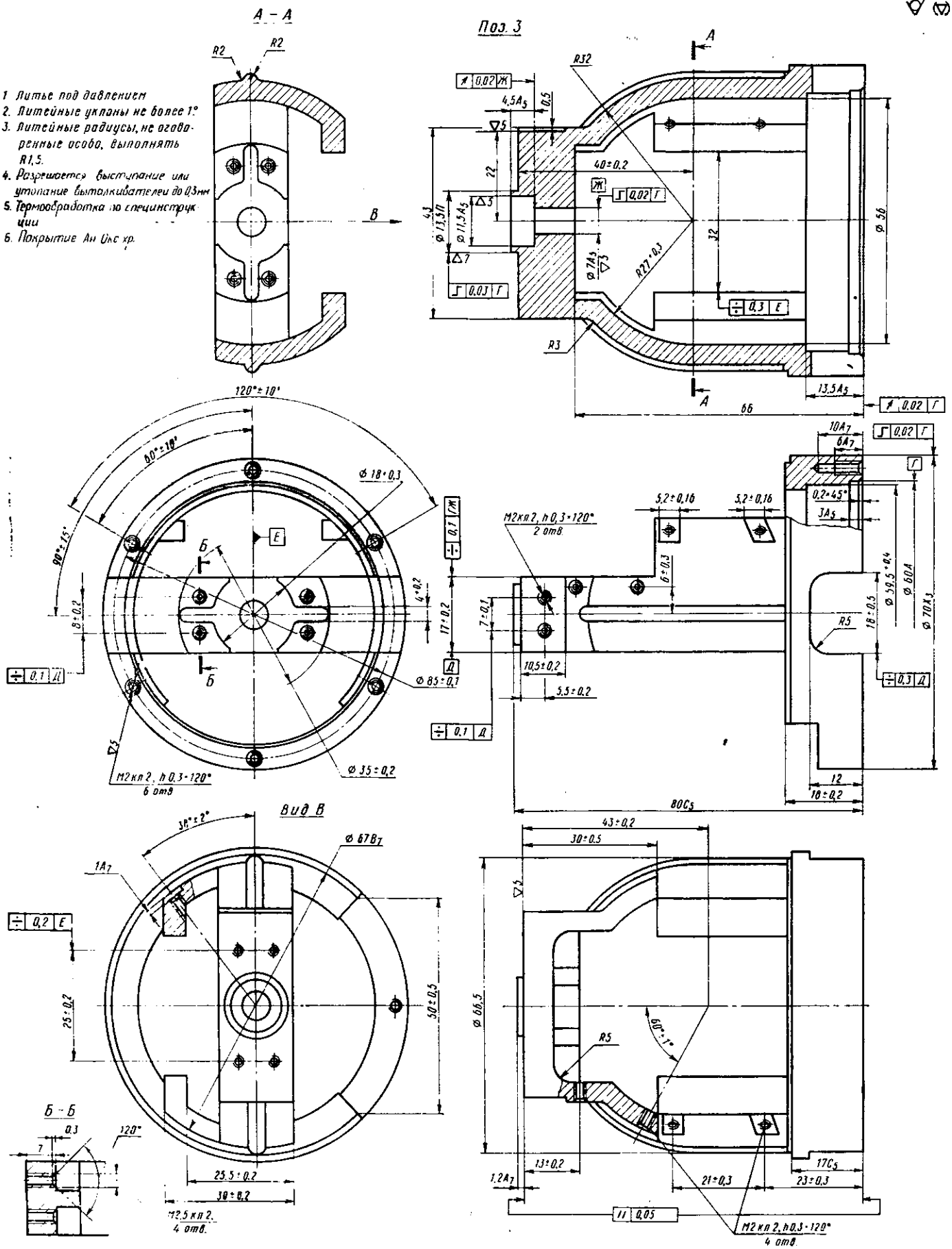
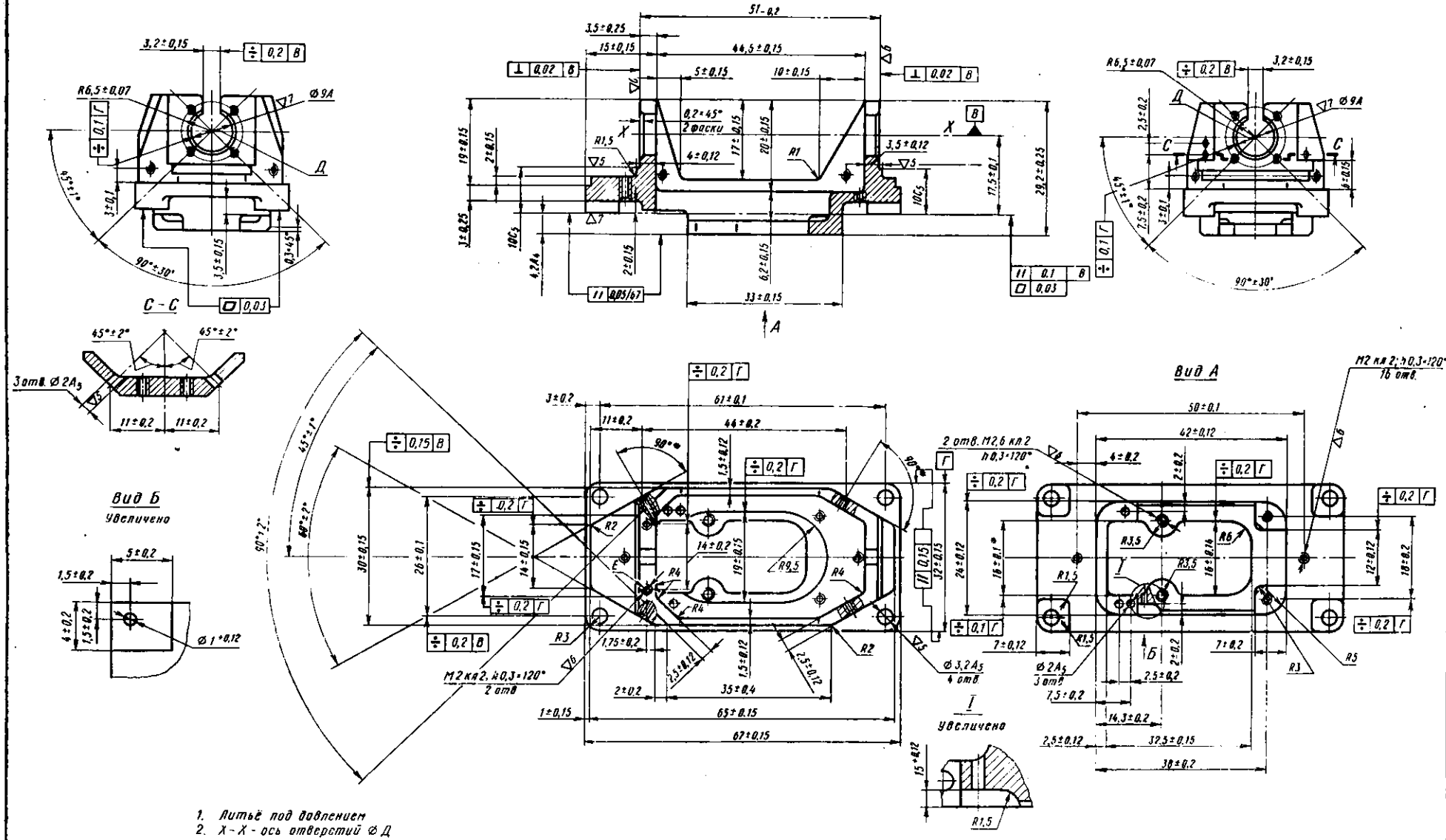


Рис. 2.2

Лист 2

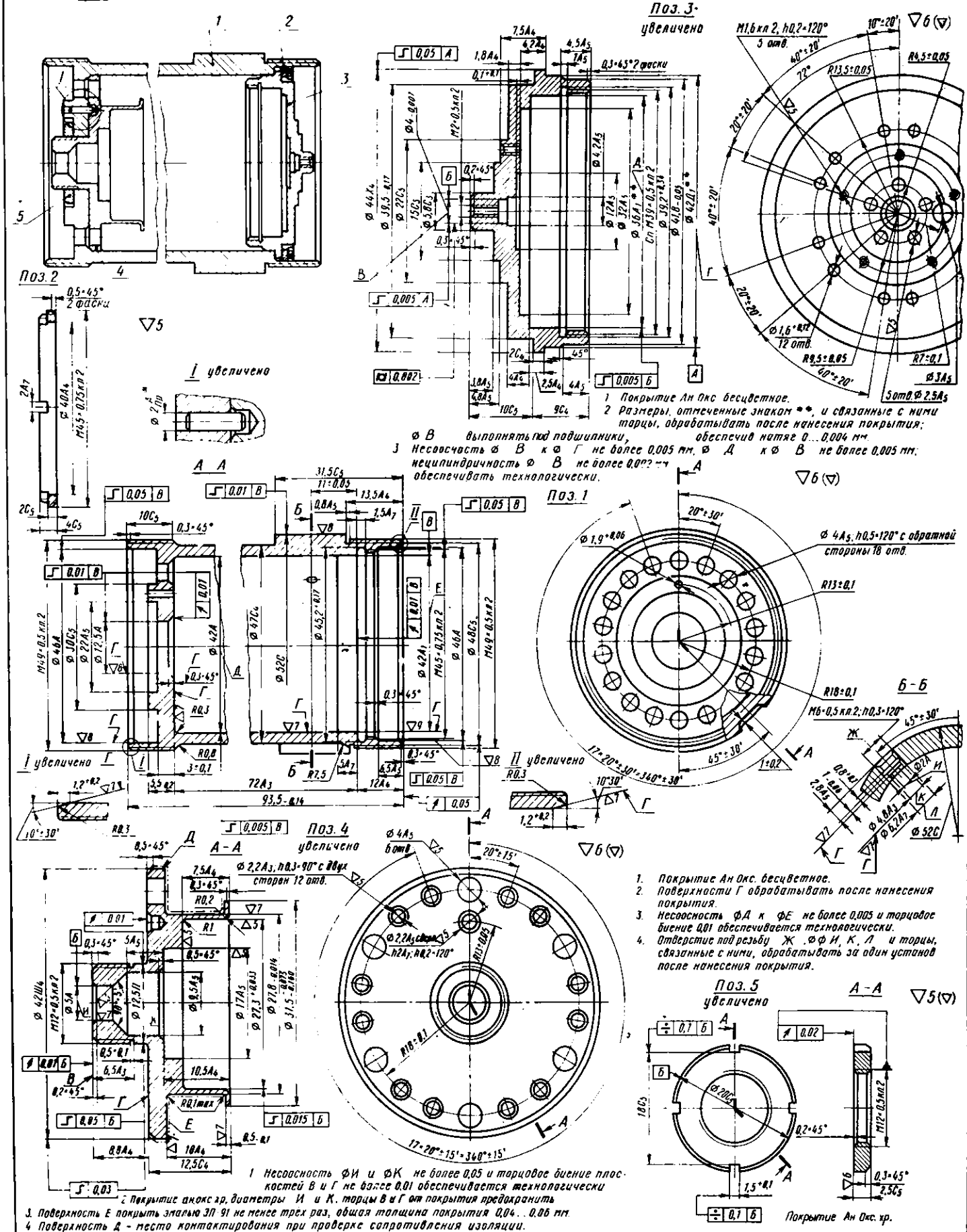
1008301



1. Литьё под давлением
2. X - X - ось отверстий Ø Д
3. Радиусы, не оговоренные в чертеже, выполнять R0,5.
4. Литейные уклоны 30'.
5. Несоосность отверстий Ø Д относительно друг друга не более 0,02 мм.
6. Два отв. Е сверлить на глубину $6A_7$, нарезать на глубину $4A_7$
7. Покрытие Ан Окс. хр.

Рис. 2.3

Неразъёмный корпус - основание датчика угловых скоростей (алюминиевый сплав АЛ2)



1 Покрытие Ан Окс бесцветное.
2 Размеры, отмеченные знаком **, и связанные с ними торцы, обрабатывать после нанесения покрытия; обеспечив натяг 0...0,004 мм.
3 Несосность ⌀ В к ⌀ Г не более 0,005 мм, ⌀ Д к ⌀ В не более 0,005 мм; нецилиндричность ⌀ В не более 0,002 мм обеспечивать технологически.

1. Покрытие Ан Окс. бесцветное.
2. Поверхности Г обрабатывать после нанесения покрытия.
3. Несосность ⌀А к ⌀Е не более 0,005 и торцовое биение 0,01 обеспечивается технологически.
4. Отверстие под резьбу Ж, ⌀Ф И, К, Л и торцы, связанные с ними, обрабатывать за один установ после нанесения покрытия.

1 Несосность ⌀И и ⌀К не более 0,05 и торцовое биение плоскостей В и Г не более 0,01 обеспечивается технологически
2 Покрытие анокс хр, диаметры И и К, торцы В и Г от покрытия предохранить
3. Поверхность Е покрыть эмалью ЭП 91 не менее трех раз, общая толщина покрытия 0,04...0,06 мм
4 Поверхность Д - место контактирования при проверке сопротивления изоляции.

Рис. 2.4

Разъемный корпус поплавкового датчика угловых скоростей:

1 - корпус (алюминиевый сплав В95); 2 - гайка (латунь ЛС59-1); 3 - основание (алюминиевый сплав В95); 4 - стакан (алюминиевый сплав В95); 5 - гайка специальная (алюминиевый сплав В95Т1)

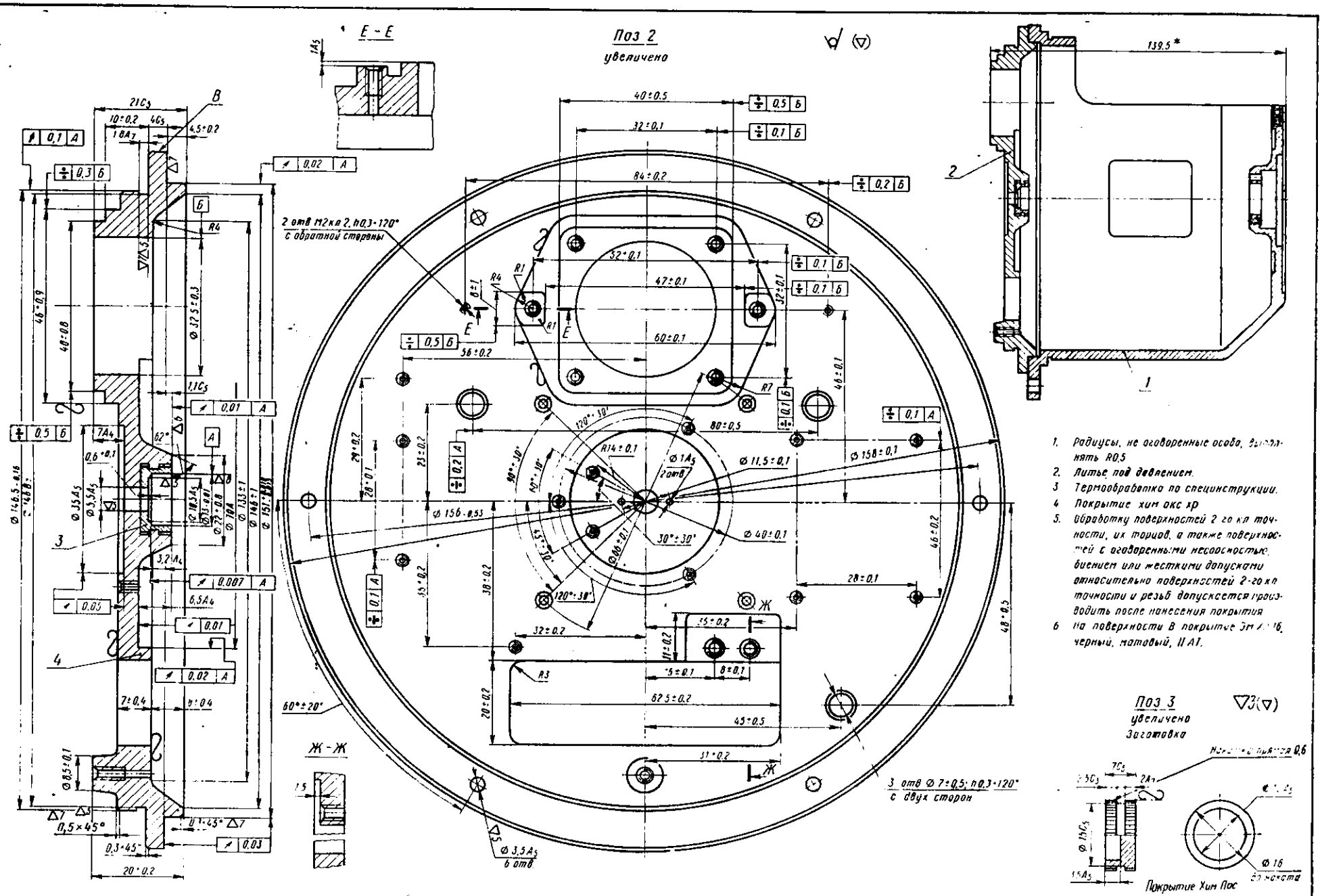


Рис. 2.5
на 2 листах.
Лист 1

Разъемный корпус датчика ..ренов:

1–корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2-крышка со втулкой (сб), 3–втулка (латунь ЛС59-1); 4-крышка (алюминиевый сплав В95Т1)

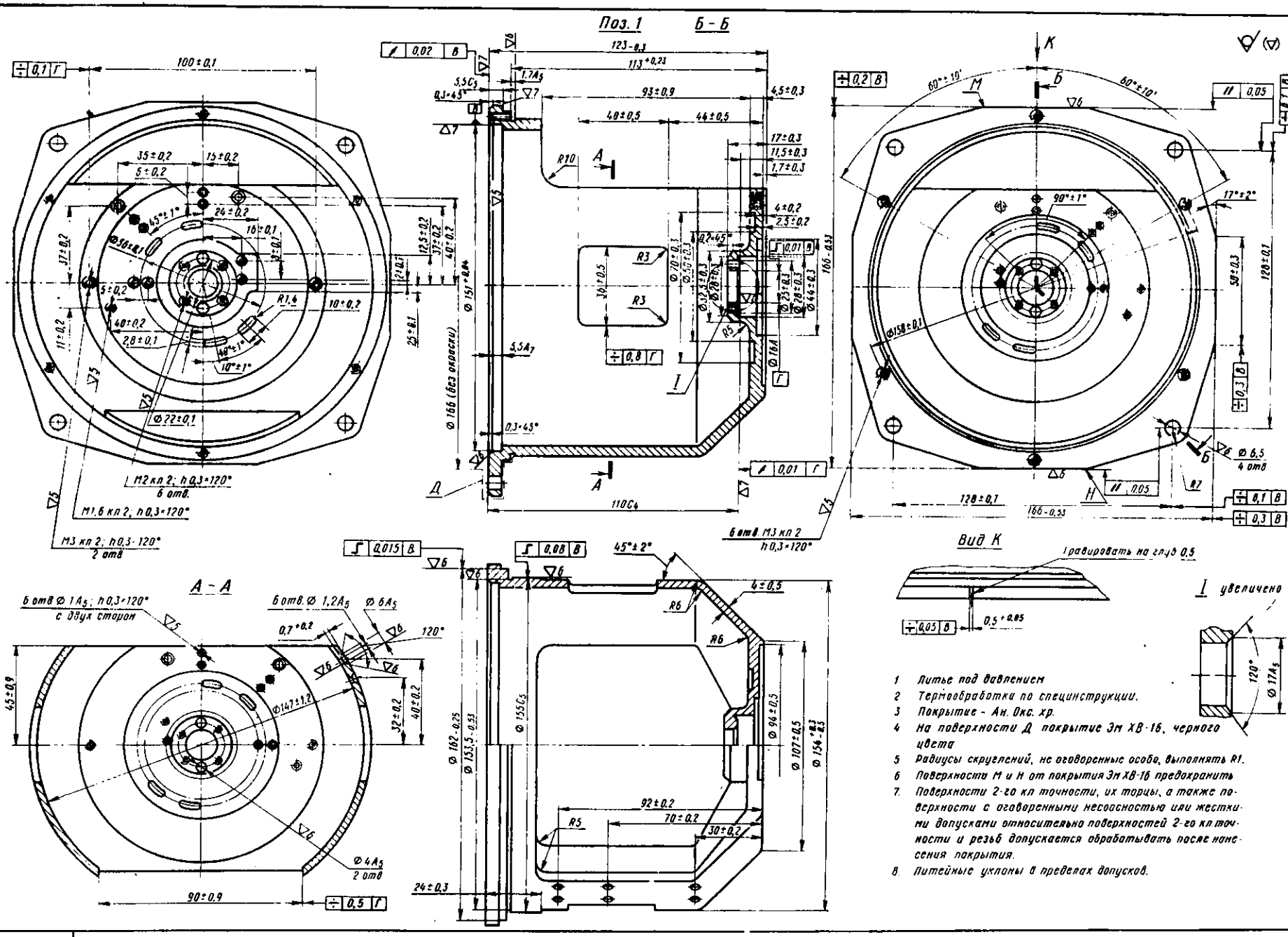
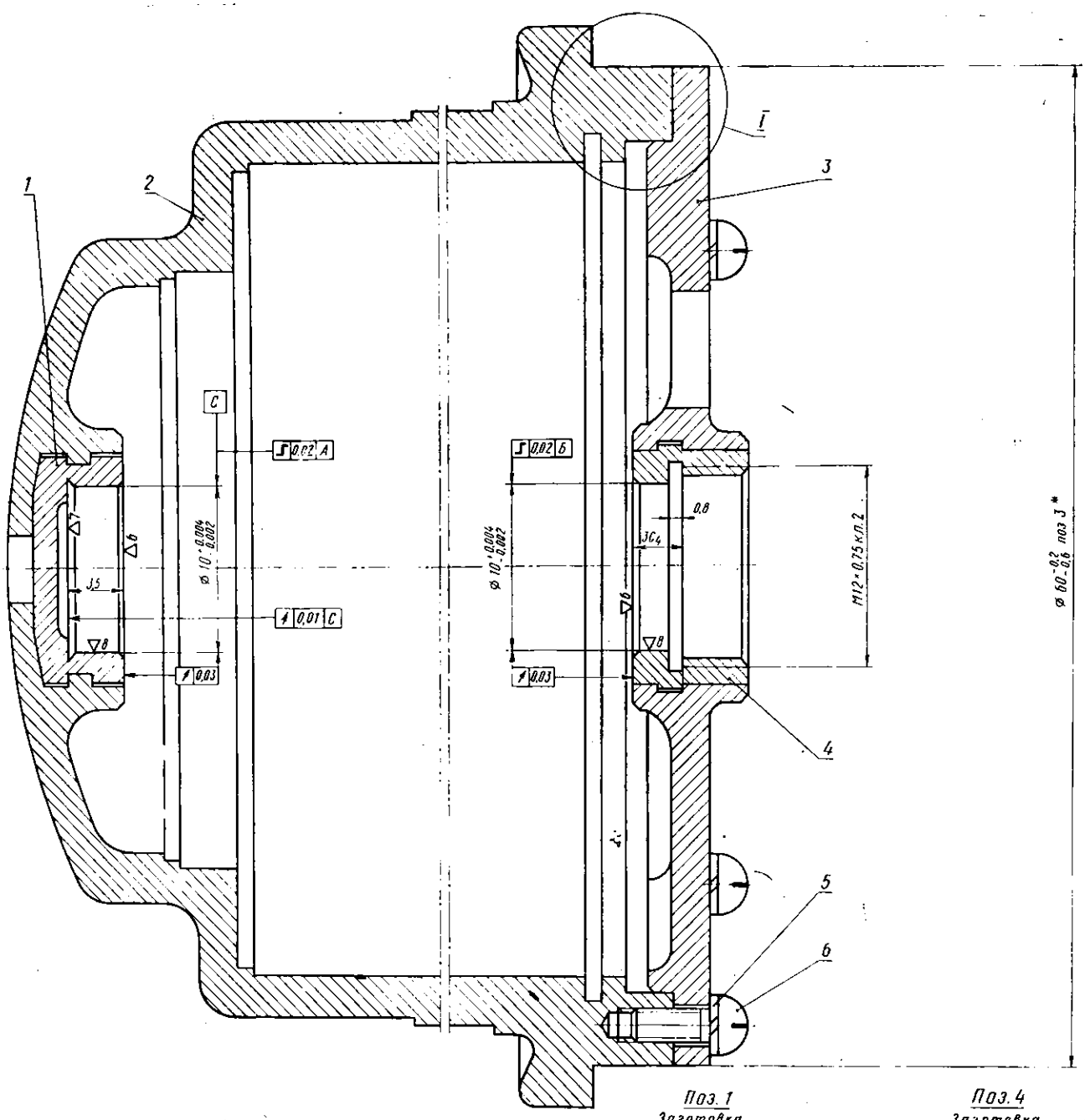
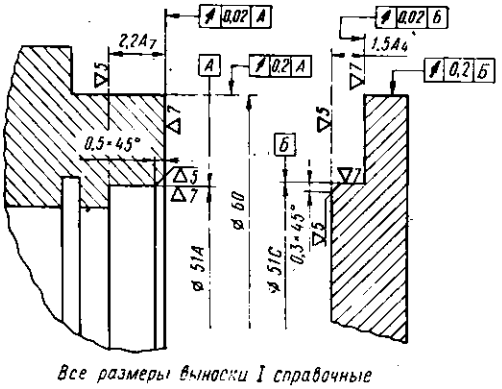


Рис. 2.5
на 2 листах.
Лист 2

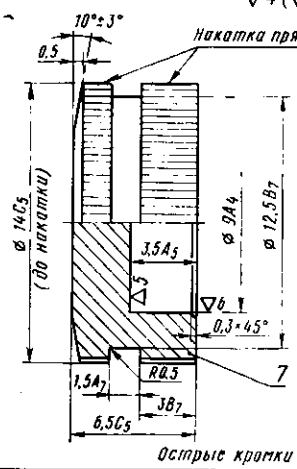


I
Раздвинуто

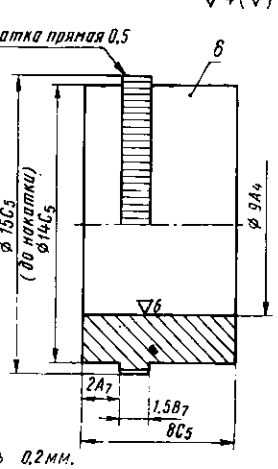


Все размеры выноски I справочные

Поз. 1
Заготовка



Поз. 4
Заготовка



Острые кромки притупить 0,2мм.

Рис. 2.6 Разъемный корпус датчика угловых скоростей с армированными втулками под шарикоподшипники:
1 – Втулка (сталь ЭИ474); 2 – корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 3 – крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 4 – Втулка (сталь ЭИ474);
5 – шайба пружинная, 6 шт.; 6 – винт М2×5–6 шт.

ГЛАВА 3

РАМЫ КАРДАНОВА ПОДВЕСА

Рамы карданова подвеса позволяют обеспечить гироскопу две или три степени свободы. Они должны обладать большой жесткостью, малой массой и моментом инерции, а также геометрической стабильностью. Высокие требования предъявляются к точности диаметров, соосности, перпендикулярности и перекрещиванию цилиндрических поверхностей, на которые базируются полуоси и подшипники. Заготовки для рам получают обычно литьем под давлением или по выплавляемым моделям из алюминиевых сплавов или сталей.

Полуоси выполняют из нержавеющих сталей, крепят винтами либо армируют, а их посадочные диаметры обрабатывают в сборке для обеспечения требуемой соосности.

Рис. 3.1. Неразъемная наружная рама с винтовым креплением полуосей.

Рис. 3.2. Разъемная наружная рама с армированными полуосями.

Рис. 3.3. Следящая рама авиагоризонта с винтовым креплением полуоси. Характерной особенностью такой конструкции являетсоя опорное стальное кольцо *1*, цилиндрическая поверхность которого (∅ 86) опирается в приборе на наружные кольца трех шарикоподшипников, установленных в корпусе прибора. Такая конструкция рамы обеспечивает обзор со стороны кольца отсчетных устройств прибора, расположенных внутри этой рамы.

Рис. 3.4. Неразъемная рама монолитной конструкции. Ее заготовка отлита совместно с полуосями из нержавеющей стали 2Х13Л по выплавляемым моделям. Монолитность конструкции придает раме высокую жесткость и позволяет сохранить нужную точность при больших линейных перегрузках.

Рис. 3.5. Неразъемная рама с запрессованными цапфами полуосей. Изготавливается резанием из цилиндрической заготовки алюминиевого сплава В95-Т1 и покрывается серебром для обеспечения герметичности пайки с кожухом, который при сборке базируется на ∅ 38. Такое покрытие позволяет паять припоями типа ПОС.

Рис. 3.6. Неразъемная рама с резьбовым креплением цапф полуосей. Выполнена из двух стальных половин, имеющих форму тонкостенных усеченных конусов. Это позволяет получить высокую жесткость при малых массе и моменте инерции рамы. Обработка основных размеров для обеспечения необходимой точности ведется в сборке после сварки двух половин рамы и термостабилизации. Получение заготовок специальной поковкой должно обеспечить герметичность фланцев, входящих в конструкцию поплавка. Кожух поплавка базируется на $\varnothing\, 44^{+0,014}_{-0,002}$ и $30H_1$ и сваривается с фланцами рамы.

Рис. 3.7. Разъемная внутренняя рама сферической формы. Выполнена из двух полых полусфер. Для обеспечения герметичности при окончательной сборке гироузел и полурамы монтируются на эпоксидном клее.

Рис. 3.8. Составная наружная рама с полыми стенками. Плоскости стыковки тщательно притираются. Полурамы стыкуются при сборке прибора при помощи штифтов *3* и винтов *4*. Базовые поверхности для шарикоподшипников и полуосей карданова подвеса обрабатывается в собранной раме. Такая конструкция (за счет внутренних полостей) имеет высокую жесткость и геометрическую стабильность при ограниченной массе и удобна для сборки.

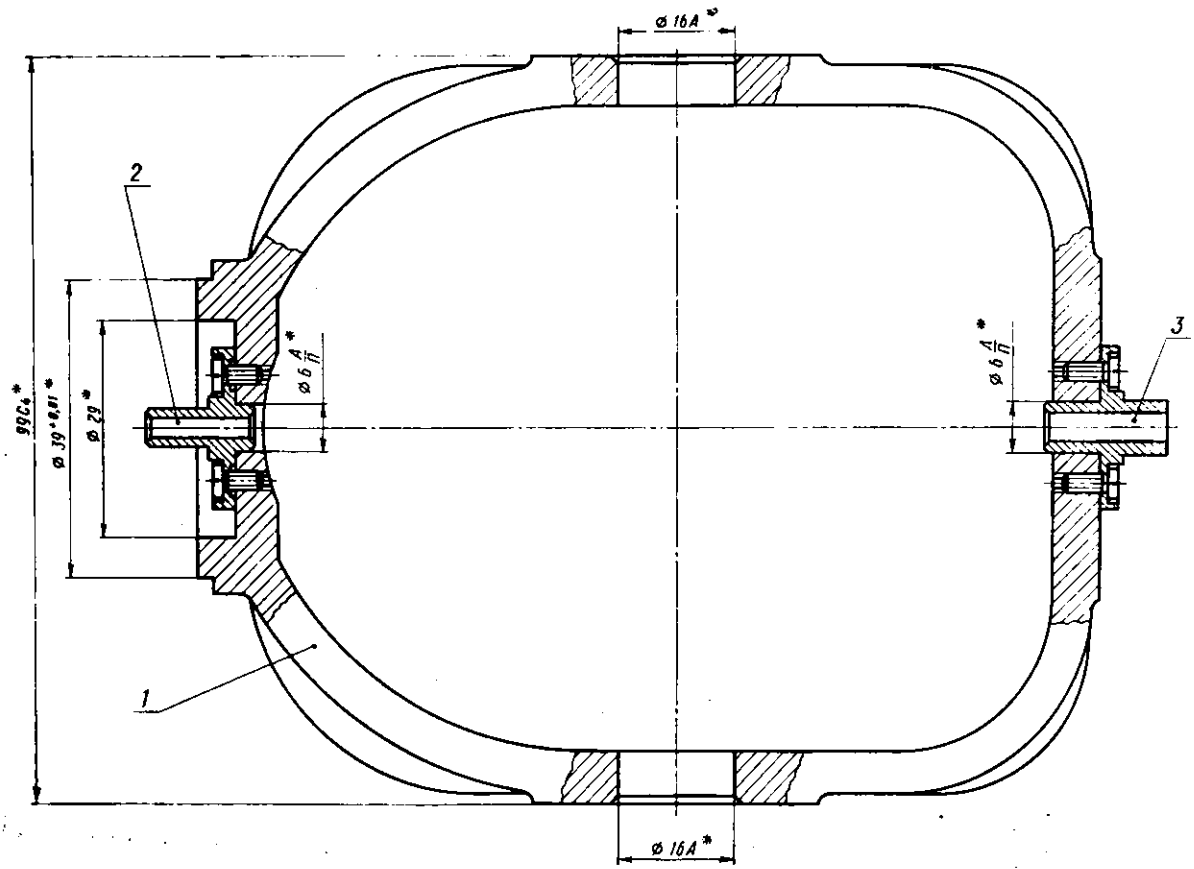
ГЛАВА 4

КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ НАРУЖНЫХ РАМ КАРДАНОВА ПОДВЕСА

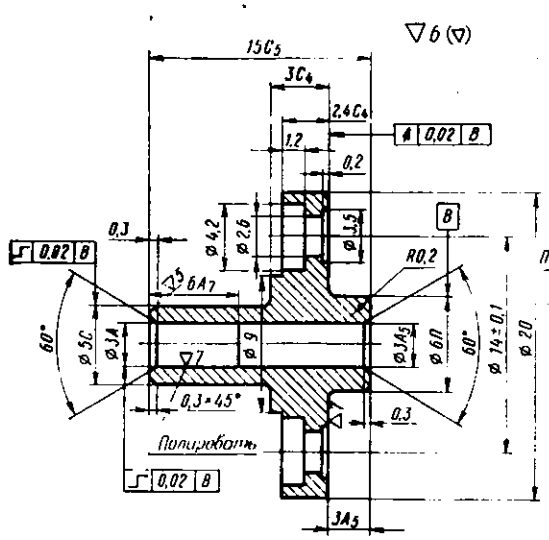
Подшипниковые узлы карданова подвеса должны обеспечивать гироскопу возможность точных поворотов вокруг ортогональных осей подвеса с минимальными моментами трения, минимальными, но гарантированными радиальными и осевыми зазорами при радиальных и осевых нагрузках.

Наружные кольца подшипников обычно устанавливают в гладкие или резьбовые втулки, осевые перемещения которых позволяют регулировать осевой зазор. Специальное плотное резьбовое соединение втулок с корпусом или рамой обеспечивает жесткое крепление подшипника и удобство регулировки осевых зазоров, но при свинчивании появляются мельчайшие металлические частицы, которые, попадая в подшипник, могут привести прибор к отказу.

Острая чувствительность подшипников к засорению мельчайшими частицами заставляет устанавливать в подшипниковых узлах специальные защитные шайбы, предъявляет жесткие требования к чистоте сборочных помещений. Минимальная величина осевого зазора ограничивается его температурными изменениями, зависящими от разнородности материалов деталей в размерной цепи, определяющей осевой зазор, от неоднородности температурного поля и от базового расстояния между точками контакта при разных направлениях осевой нагрузки. Если осевые нагрузки воспринимают либо один, либо другой подшипниковые узлы, то базовым расстоянием будет расстояние между точками контакта опор при отсутствии осевой нагрузки. Осевой зазор зависит от габаритов рамы и колеблется в пределах 0,03—0,2 мм. Осевой зазор можно резко уменьшить, если осевые нагрузки в обоих направлениях будут восприниматься только одним подшипниковым узлом.

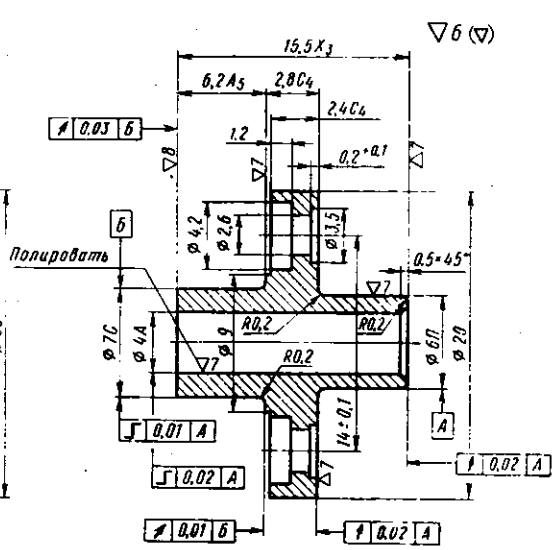


Поз. 2



Покрытие Хим. Пас.

Поз. 3



Покрытие Хим. Пас.

Рис. 3.1
на 2 листах.
Лист 1

Неразъемная наружная рама с винтовым креплением полуосей:

1 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - полуось I (сталь ЭИ474); 3 - полуось II (сталь ЭИ474)

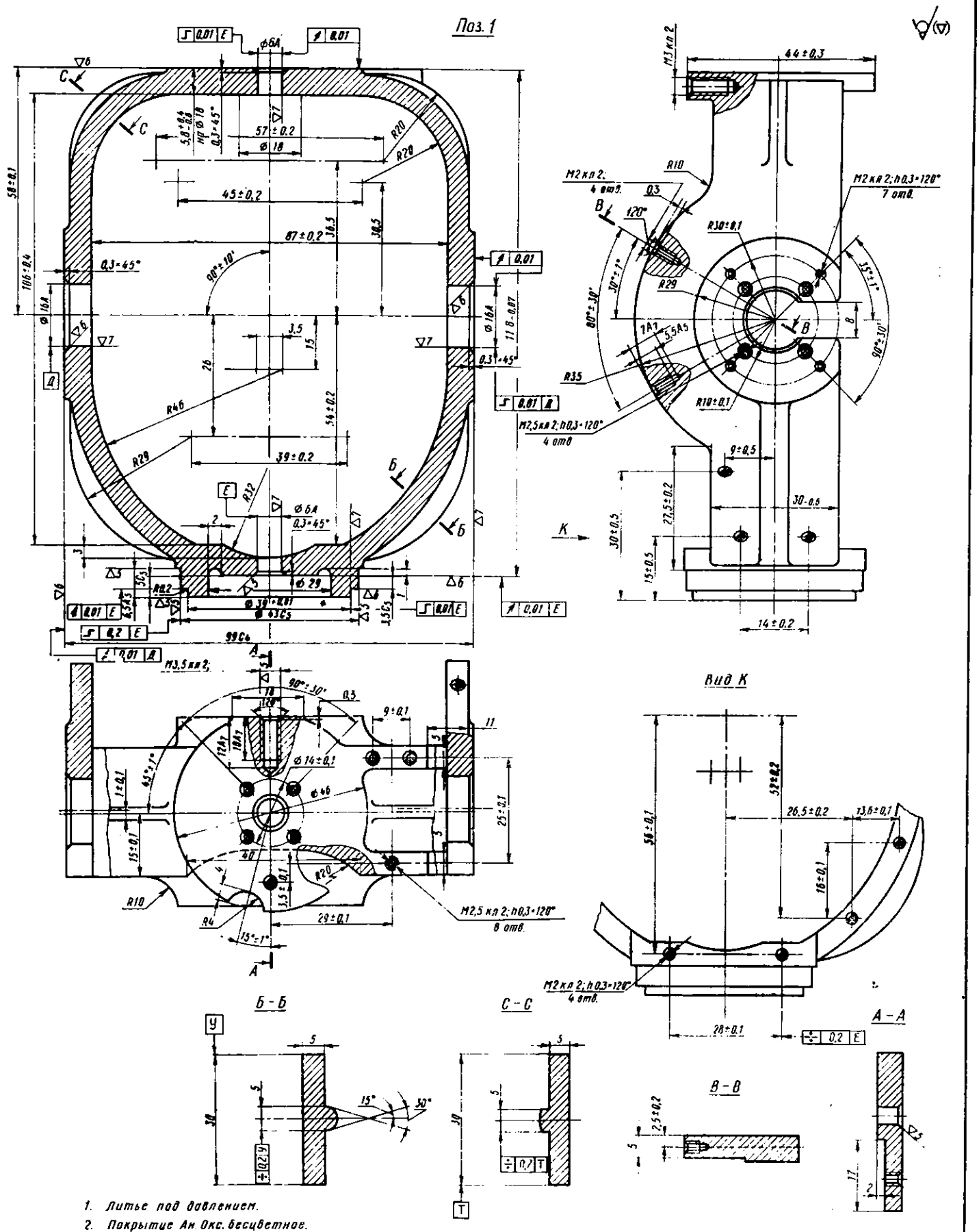
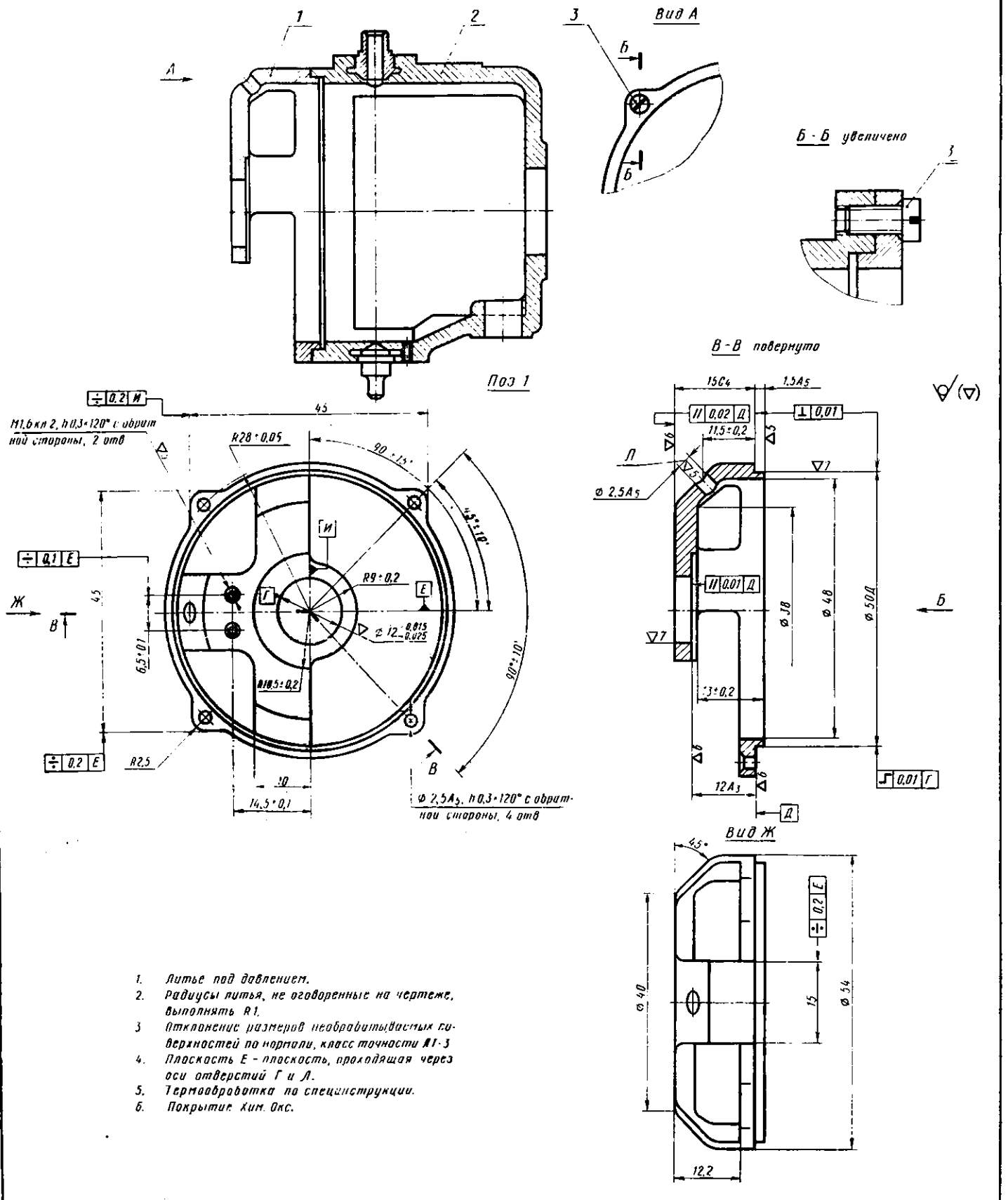

Поз. 1
Вид К
Б - Б
С - С
А - А
В - В
1. Литье под давлением.
2. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

Рис. 3.1

Лист 2

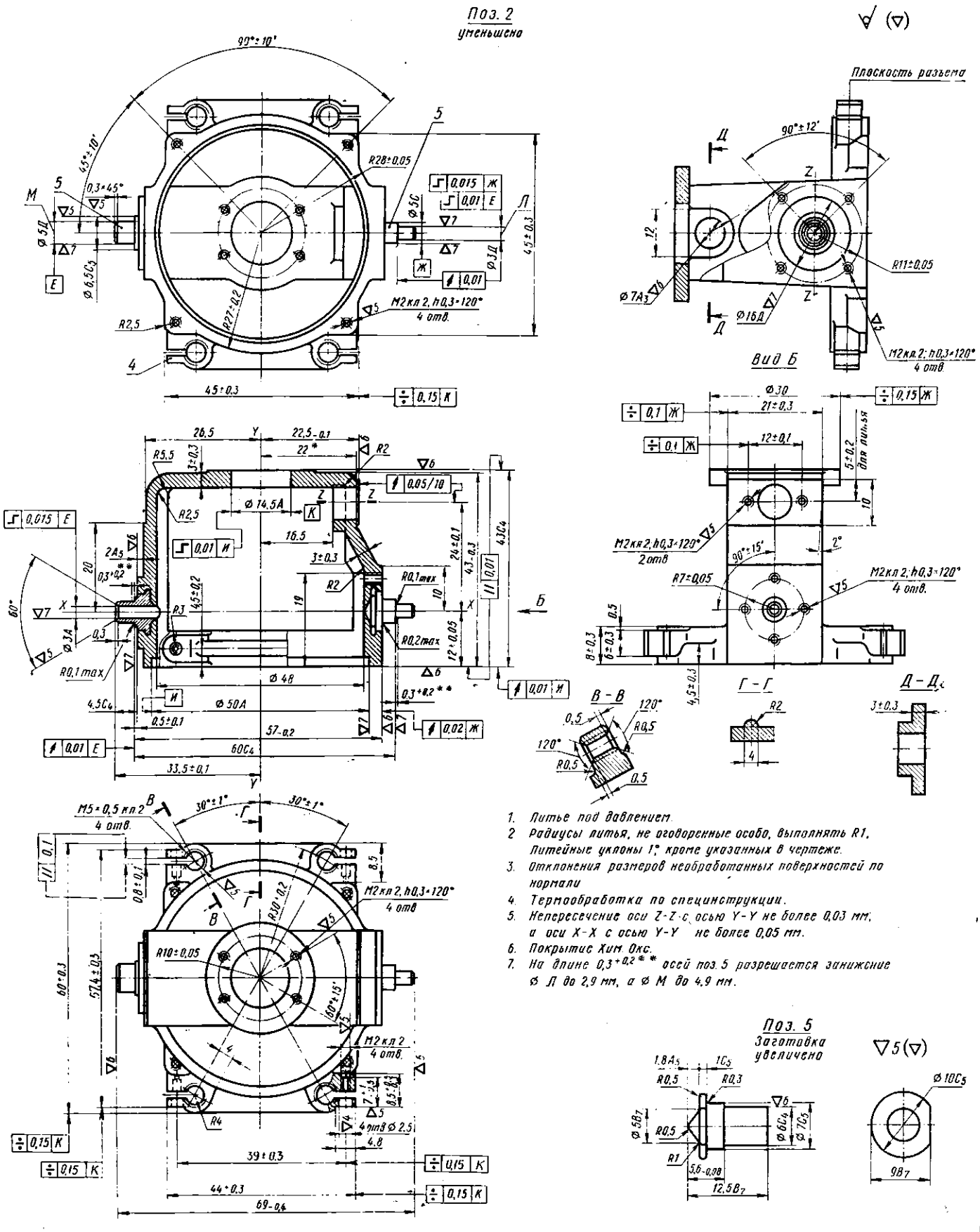


1. Литье под давлением.
2. Радиусы литья, не оговоренные на чертеже, выполнять R1.
3. Отклонение размеров необработываемых поверхностей по нормали, класс точности А1-3
4. Плоскость Е - плоскость, проходящая через оси отверстий Г и Л.
5. Термообработка по специнструкции.
6. Покрытие Хим. Окс.

Рис. 3.2 на 2 листах. Лист 1

Разъемная наружная рама с армированными полуосями:

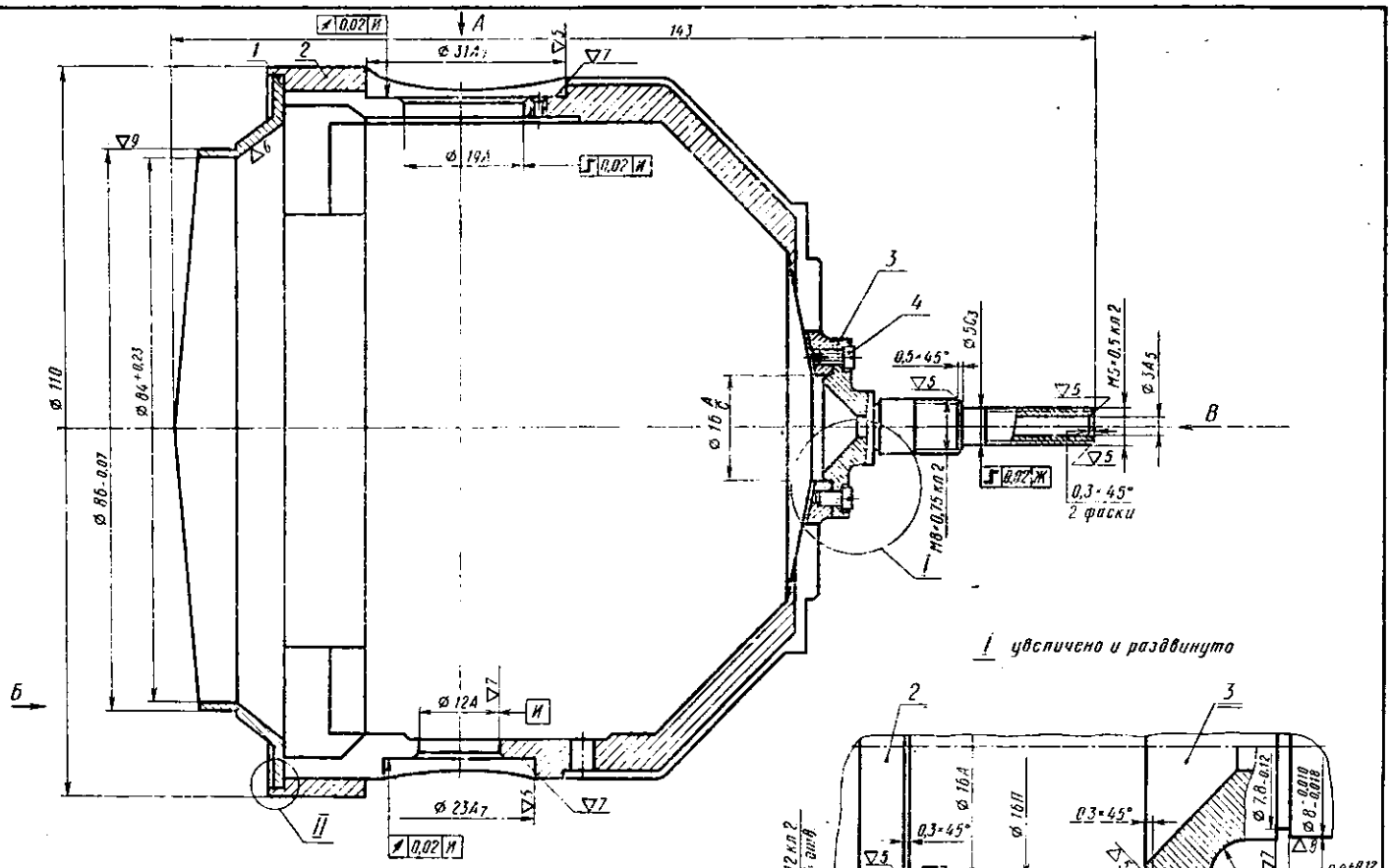
1 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2, допускается АЛ9); 2 - рама с осями (сб.); 3 - винт М2*6-4 шт, 4 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 5 - заготовка оси (сталь ЭИ474) - 2 шт.



1. Литье под давлением.
2. Радиусы литья, не оговоренные особо, выполнять R1. Литейные уклоны 1°, кроме указанных в чертеже.
3. Отклонения размеров необработанных поверхностей по нормали.
4. Термообработка по специнструкции.
5. Непересечение оси Z-Z с осью Y-Y не более 0,03 мм, а оси X-X с осью Y-Y не более 0,05 мм.
6. Покрытие Хим. Окс.
7. На длине $0{,}3^{+0{,}2}$ ** осей поз. 5 разрешается занижение ⌀ Л до 2,9 мм, а ⌀ М до 4,9 мм.

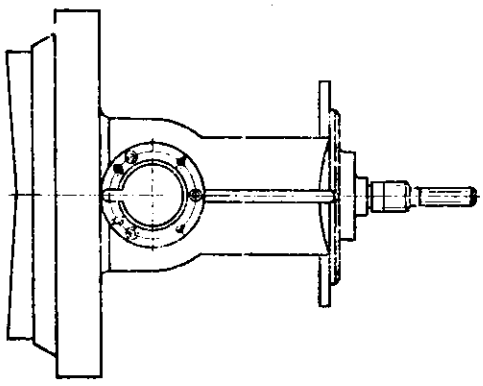
Рис. 3.2

Лист 2.

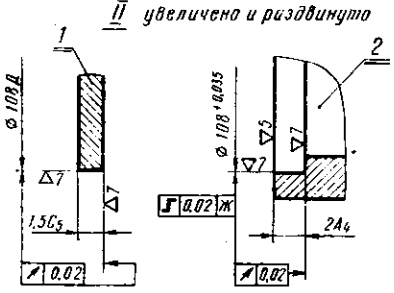


I увеличено и раздвинуто

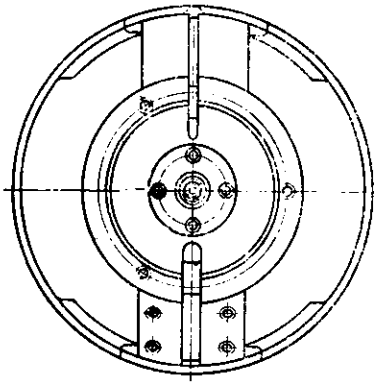
Вид А уменьшено



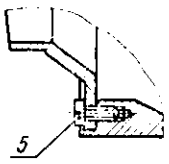
II увеличено и раздвинуто



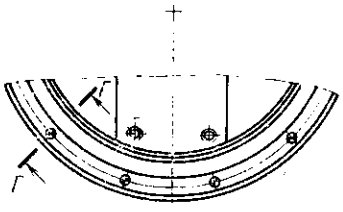
Вид В уменьшено



Г-Г повернуто, увеличено



Вид Б уменьшено

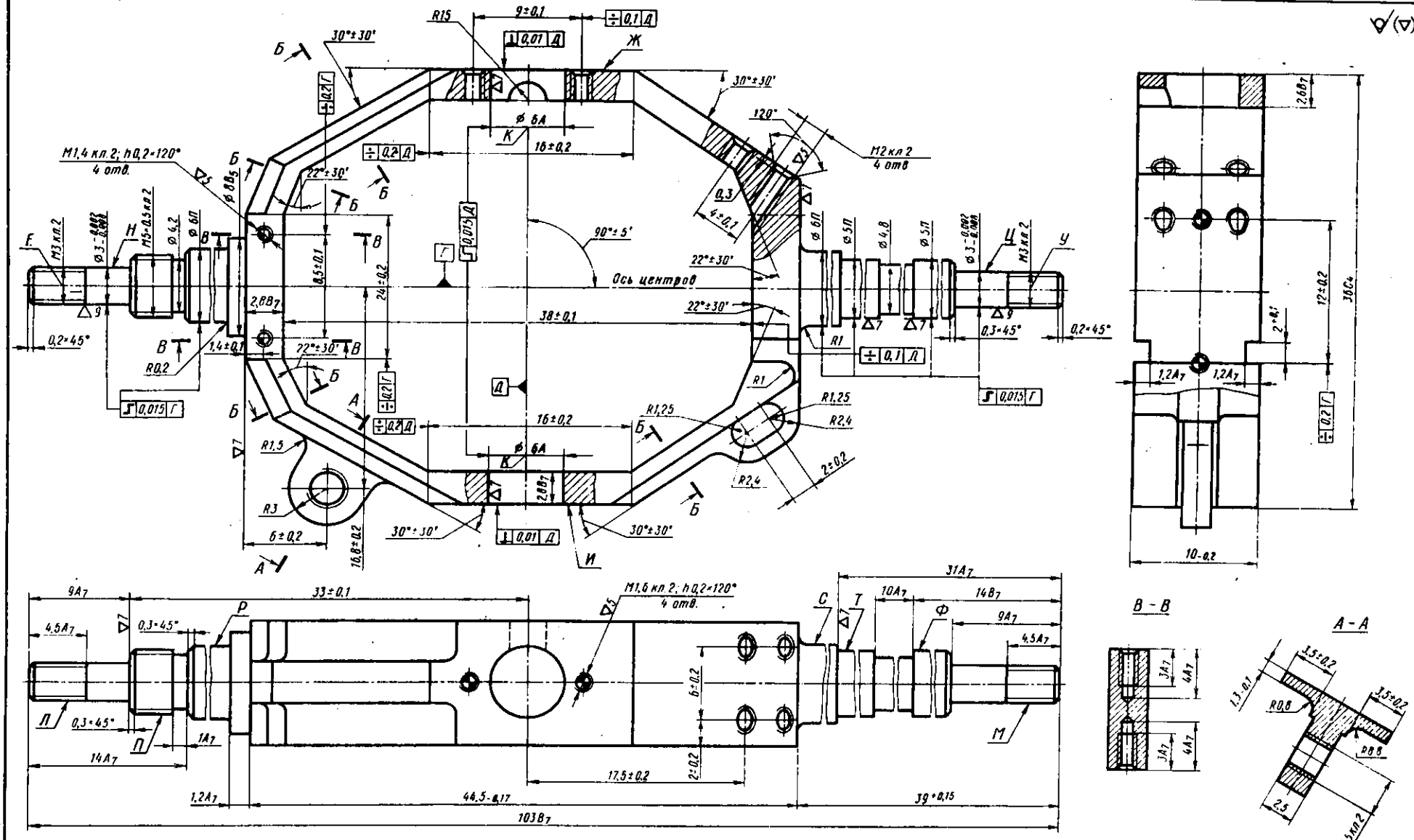


Все размеры справочные

Рис. 3.3

Следящая рама авигоризонта с винтовым креплением полуоси:

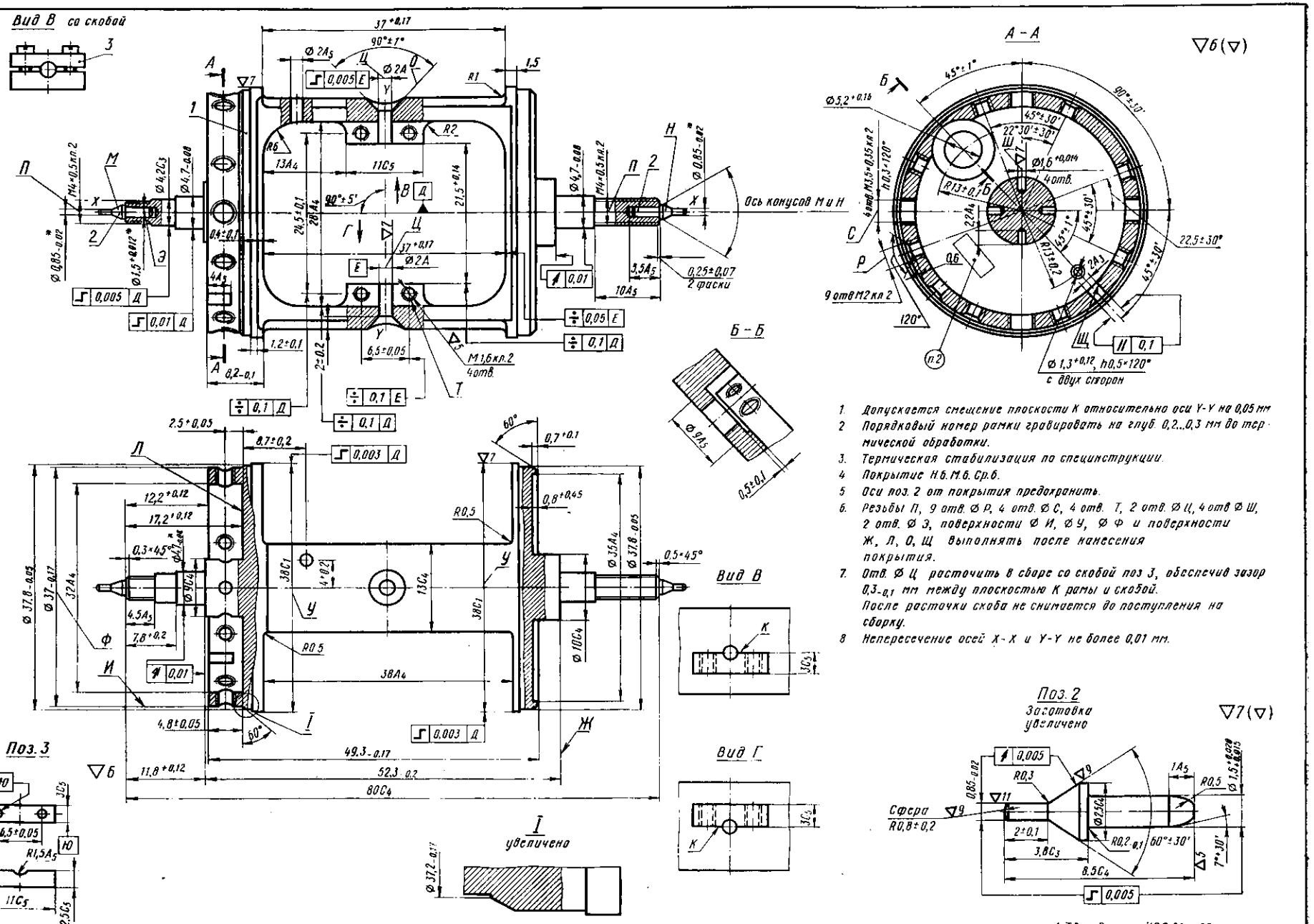
1 – опорное кольцо (сталь 4Х13); 2 – рама (алюминиевый сплав АК2); 3 – ось (сталь 4Х13); 4 – винт М2×4 – 4 шт; 5 – винт М2×5 – 12 шт.



1. Литейный уклон 1°15' ± 15'.
2. Оси отв. ⌀ К и шеек ⌀ Н и Ц должны лежать в одной плоскости, допустимое смещение не более 0,03 мм
3. Острые кромки притупить 0,1...0,3 мм.
4. Наружный диаметр резьб Е и У занизить до 5Х$_6$.
5. Электрополировать, кроме поверхностей Л, Н, П, Р, С, Т, Ф, Ц и М, Ж, И, после электрополирования пассивировать.

Рис. 3.4

Неразъемная рама монолитной конструкции (сталь 2Х13Л)



1. Допускается смещение плоскости К относительно оси Y-Y на 0,05 мм
2. Порядковый номер рамки гравировать на глуб. 0,2...0,3 мм до термической обработки.
3. Термическая стабилизация по специнструкции.
4. Покрытие Н.б.М.б.Ср.б.
5. Оси поз. 2 от покрытия предохранять.
6. Резьбы П, 9 отв. Ø Р, 4 отв. Ø С, 4 отв. Т, 2 отв. Ø Ц, 4 отв Ø Ш, 2 отв. Ø З, поверхности Ø И, Ø У, Ø Ф и поверхности Ж, Л, О, Щ выполнять после нанесения покрытия.
7. Отв. Ø Ц расточить в сборе со скобой поз 3, обеспечив зазор $0{,}3^{+0{,}1}$ мм между плоскостью К рамы и скобой. После расточки скоба не снимается до поступления на сборку.
8. Непересечение осей Х-Х и Y-Y не более 0,01 мм.

1. Твердость HRC 61...65
2. Хранить в масле ОКБ-122-5.

Рис. 3.5

Неразъемная рама с запрессованными цапфами полуосей:

1 – рама (алюминиевый сплав В95-Т1); 2 – ось (сталь ШХ15П); 3 – скоба (алюминиевый сплав В95Т1)

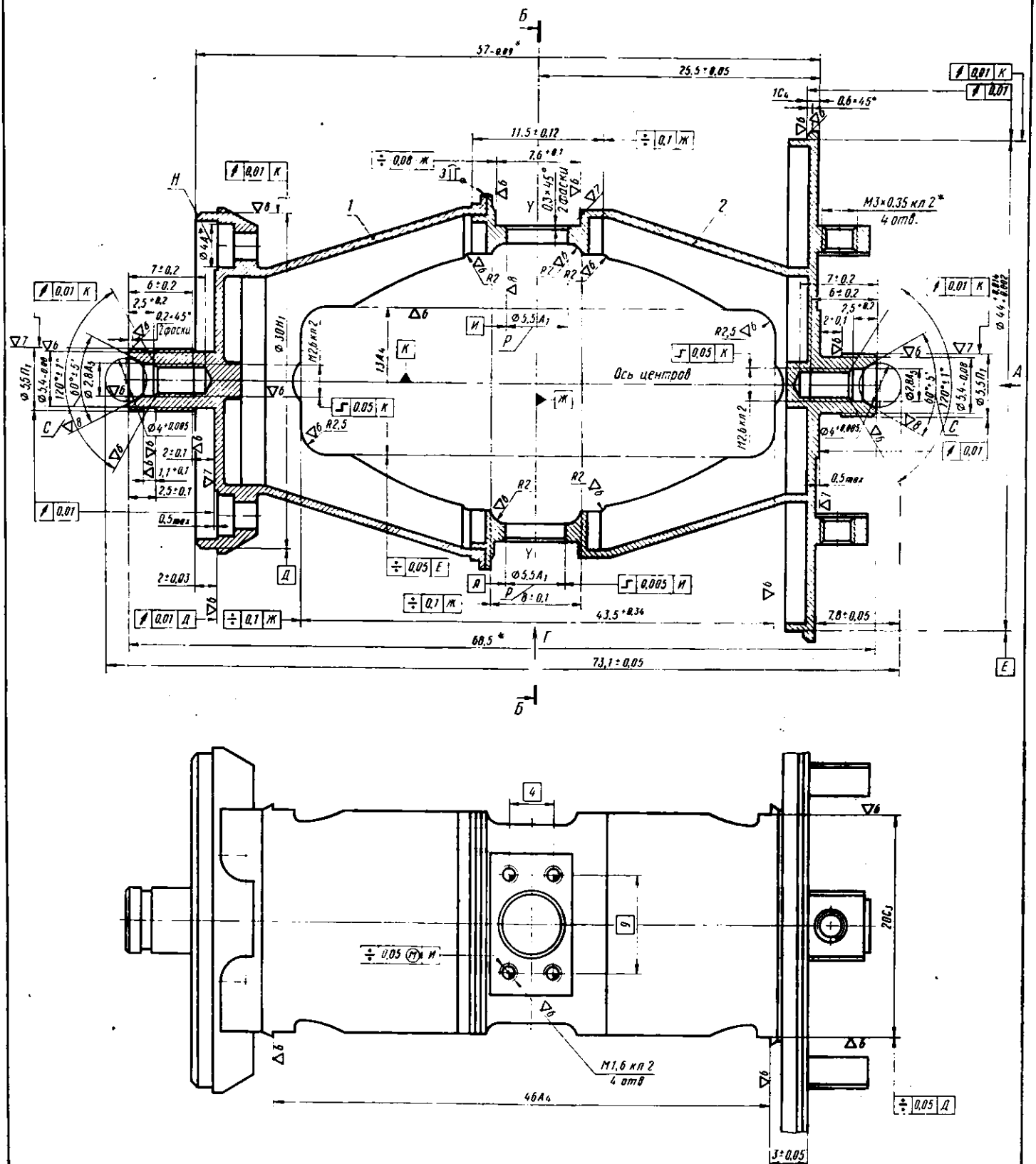
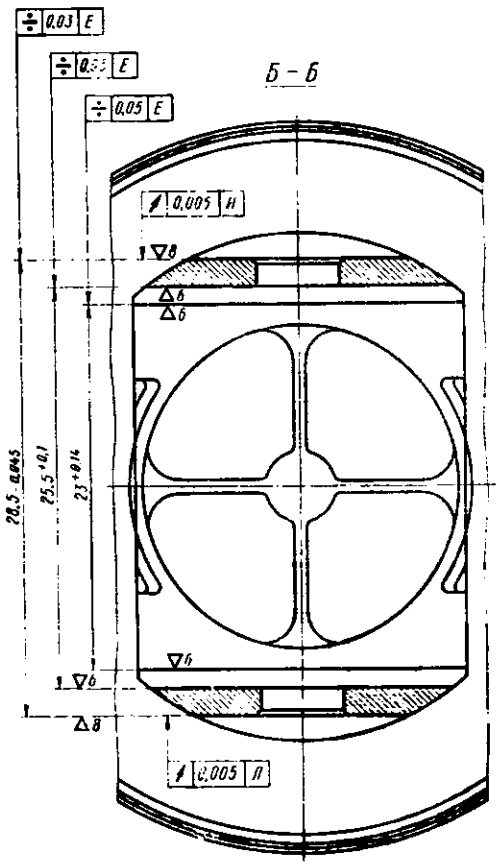
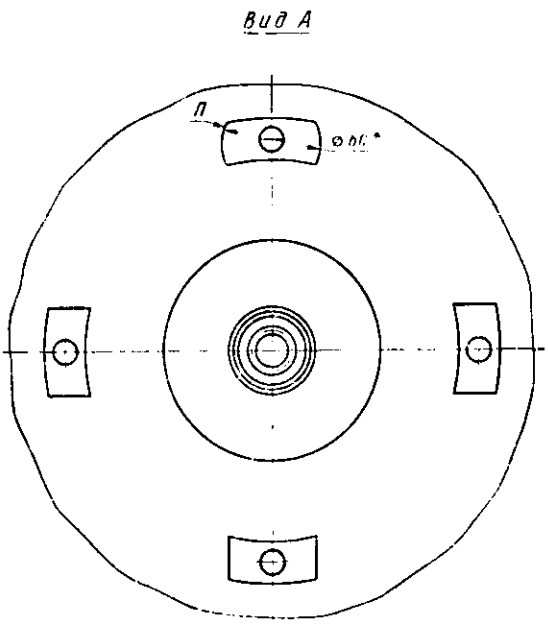
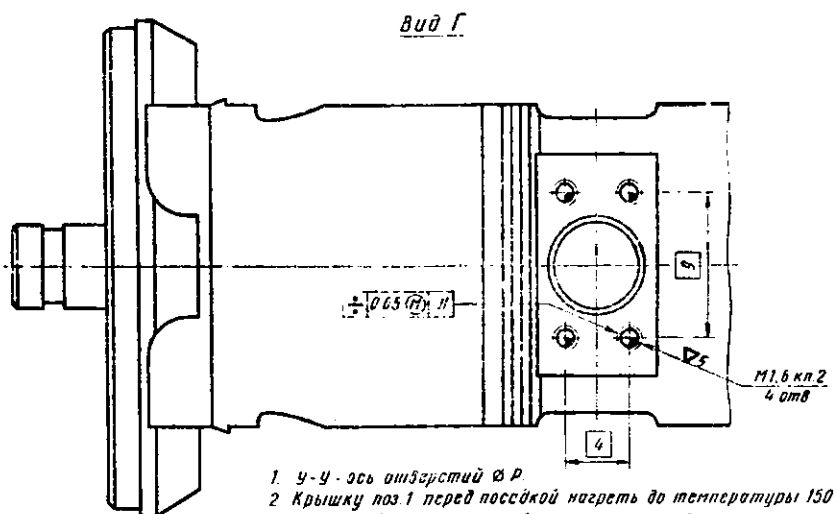


Рис. 3.6
на 4 листах.
Лист 1

Неразъемная рама с резьбовым креплением цапф полуосей:
1 - крышка (сталь 35), 2 - корпус (сталь 35)



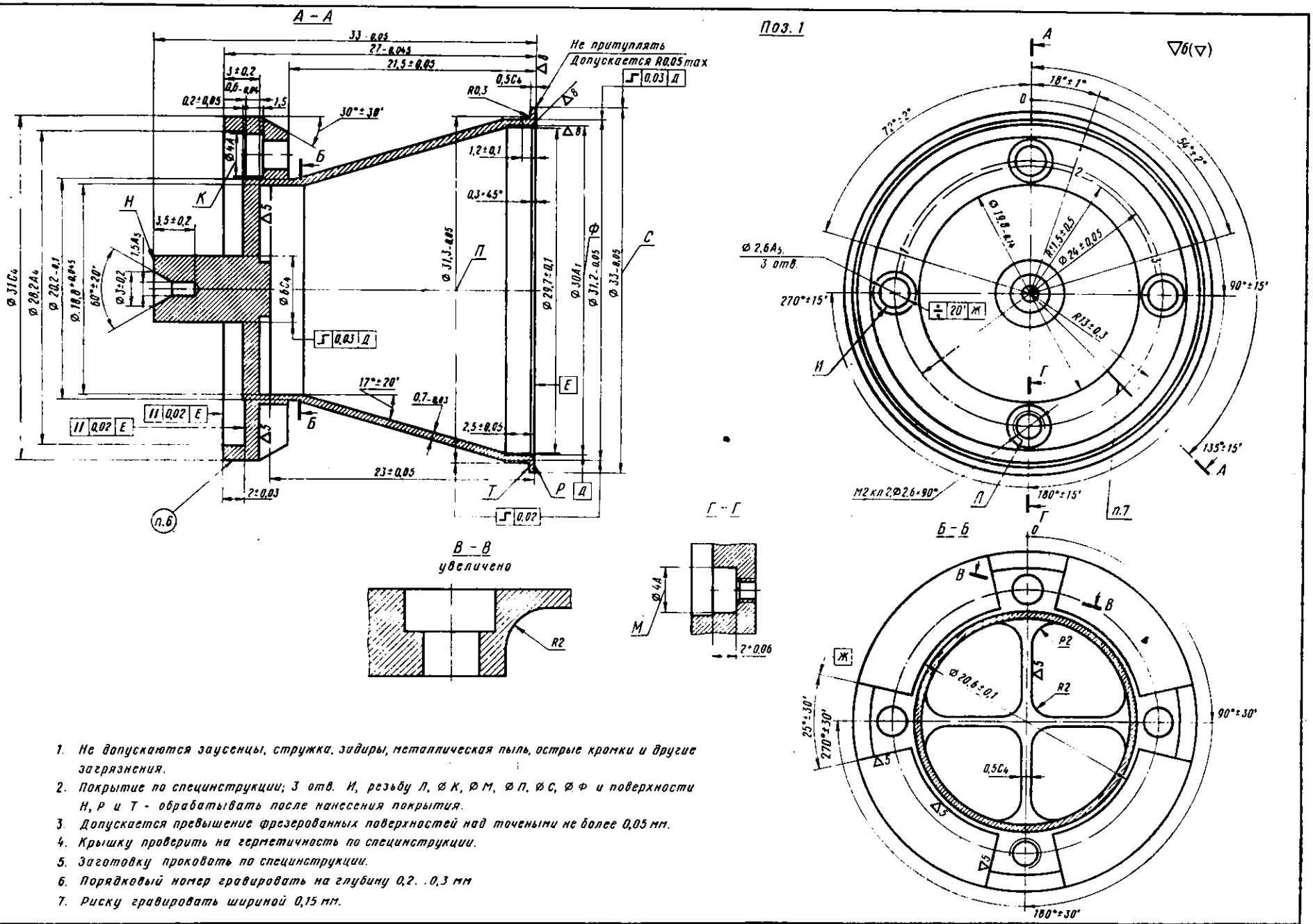




1. У-У - ось отверстий Ø Р.
2. Крышку поз.1 перед посадкой нагреть до температуры 150°С.
3. При посадке корпуса поз. 2 и крышки поз. 1 их ориентировать следующим образом: плоскость, проходящую через центровое отверстие крышки и центр отверстия Ø Н, совместить с плоскостью, проходящей через центровое отверстие корпуса и центр кронштейна Ø П, с точностью ± 10'.
4. После сварки произвести термостабилизацию в вакууме при температуре 250° ± 10°С в течение 8 ч при скорости нагрева и охлаждения не более 50°С/ч.
5. Непересечение осей отверстий Ø Р и конических центровых отверстий с углом С не более 0,02 мм, неперпендикулярность осей этих отверстий не более 0,01 мм.
6. Ось отверстий Ø Р должна лежать в плоскости центра кронштейна П и оси центров с углом С с точностью ± 15'.
7. После окончательной обработки произвести термостабилизацию в вакууме при температуре 160-170°С в течение 8 ч.
8. Не допускаются острые кромки, заусенцы, задиры, металлическая пыль и другие загрязнения.

Рис. 3.6

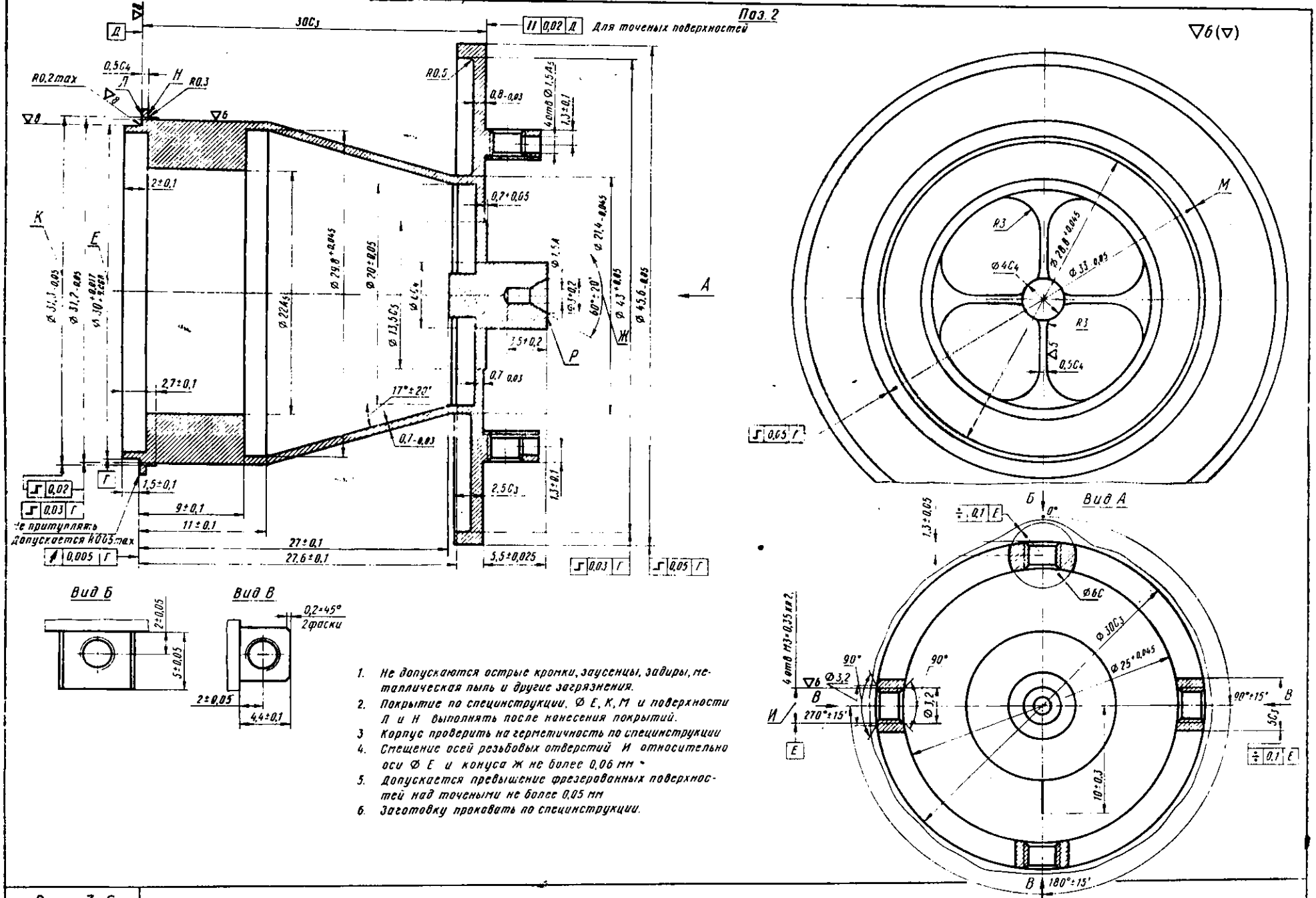
Лист 2



1. Не допускаются заусенцы, стружка, задиры, металлическая пыль, острые кромки и другие загрязнения.
2. Покрытие по специнструкции; 3 отв. И, резьбу Л, Ø К, Ø М, Ø П, Ø С, Ø Ф и поверхности Н, Р и Т - обрабатывать после нанесения покрытия.
3. Допускается превышение фрезерованных поверхностей над точеными не более 0,05 мм.
4. Крышку проверить на герметичность по специнструкции.
5. Заготовку проковать по специнструкции.
6. Порядковый номер гравировать на глубину 0,2...0,3 мм
7. Риску гравировать шириной 0,15 мм.

Рис. 3.6

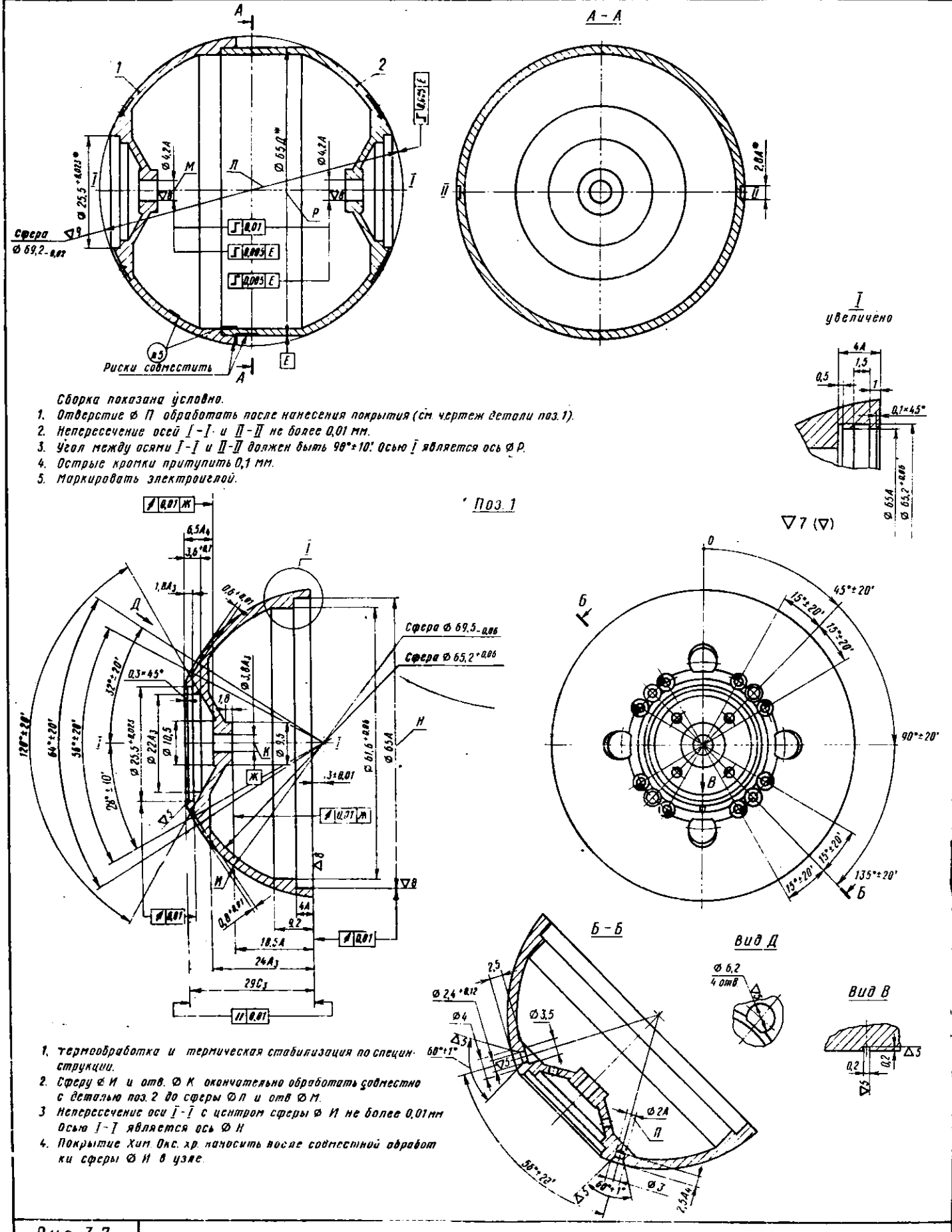
Лист 3



1. Не допускаются острые кромки, заусенцы, задиры, металлическая пыль и другие загрязнения.
2. Покрытие по специнструкции. Ø E, K, M и поверхности Л и Н выполнять после нанесения покрытий.
3. Корпус проверить на герметичность по специнструкции
4. Смещение осей резьбовых отверстий И относительно оси Ø E и конуса Ж не более 0,06 мм
5. Допускается превышение фрезерованных поверхностей над точеными не более 0,05 мм
6. Заготовку прокавать по специнструкции.

Рис. 3.6

Лист 4

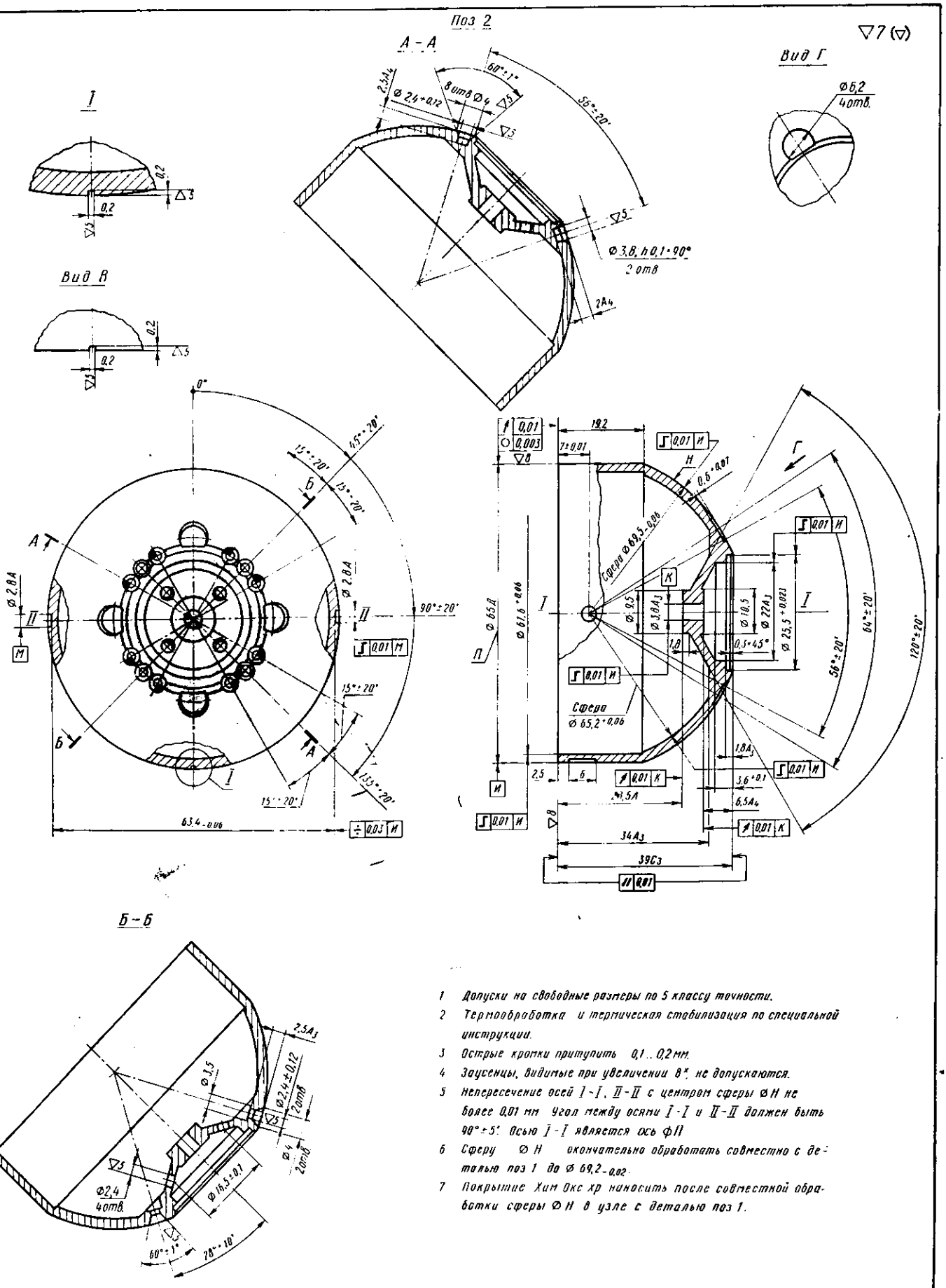


Сборка показана условно.

1. *Отверстие Ø П обработать после нанесения покрытия (см. чертеж детали поз. 1).*
2. *Непересечение осей I – I и II – II не более 0,01 мм.*
3. *Угол между осями I – I и II – II должен быть 98° ± 10'. Осью I является ось Ø Р.*
4. *Острые кромки притупить 0,1 мм.*
5. *Маркировать электрогелой.*

1. *Термообработка и термическая стабилизация по специнструкции.*
2. *Сферу Ø И и отв. Ø К окончательно обработать совместно с деталью поз. 2 до сферы Ø П и отв Ø М.*
3. *Непересечение оси I – I с центром сферы Ø И не более 0,01 мм Осью I – I является ось Ø Н*
4. *Покрытие Хим. Окс. хр. наносить после совместной обработки сферы Ø И в узле.*

Рис. 3.7 на 2 листах. Лист 1	*Разъемная внутренняя рама сферической формы: 1 – полусфера I (алюминиевый сплав Д16); 2 – полусфера II (алюминиевый сплав Д16)*



1 Допуски на свободные размеры по 5 классу точности.

2 Термообработка и термическая стабилизация по специальной инструкции.

3 Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.

4 Заусенцы, видимые при увеличении 8*, не допускаются.

5 Непересечение осей I - I, II - II с центром сферы Ø H не более 0,01 мм. Угол между осями I - I и II - II должен быть 90° ± 5'. Осью I - I является ось ф11

6 Сферу Ø H окончательно обработать совместно с деталью поз 1 до Ø 69,2 -0,02.

7 Покрытие Хим Окс Хр наносить после совместной обработки сферы Ø H в узле с деталью поз 1.

Рис. 3. 7

Лист 2

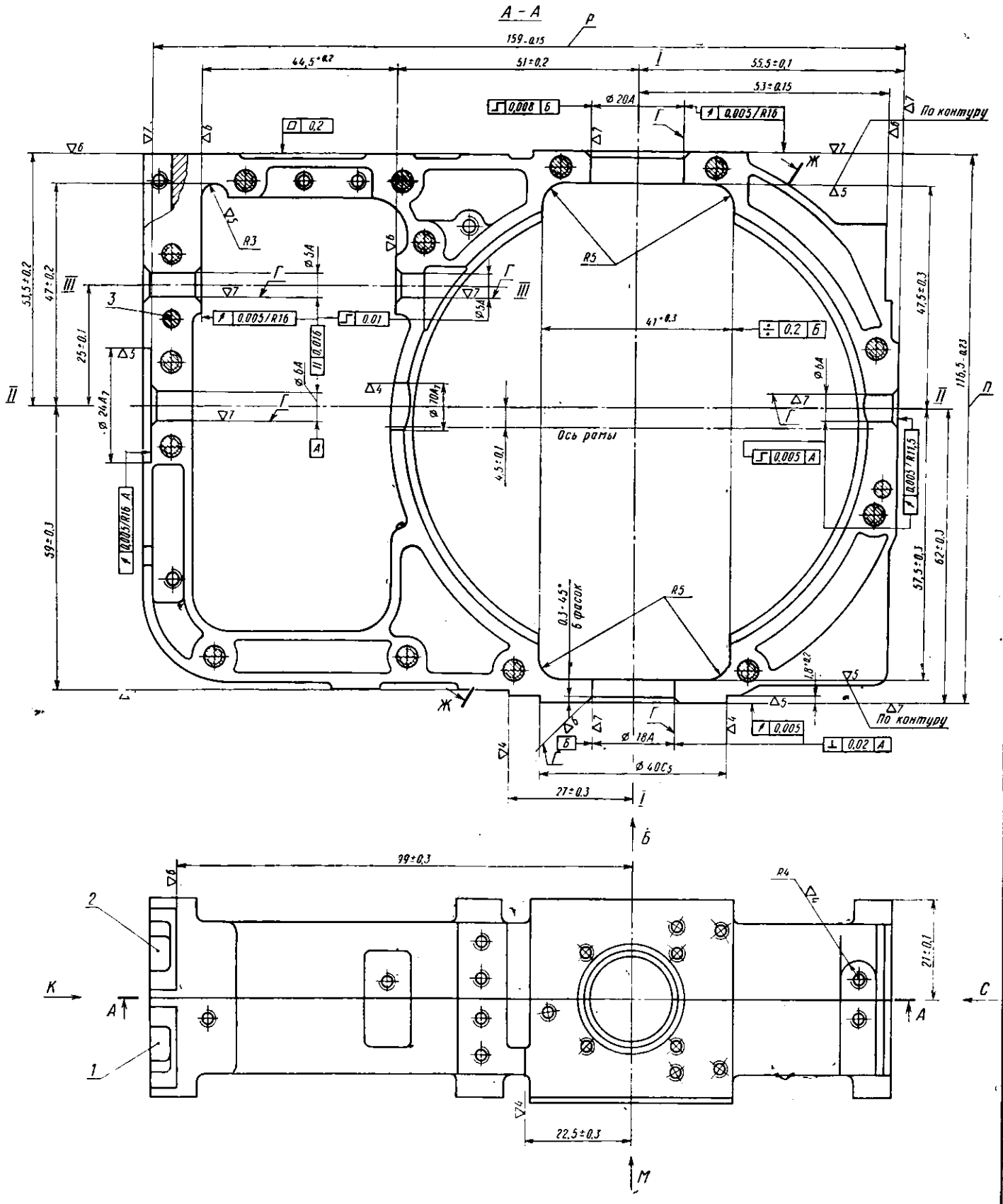
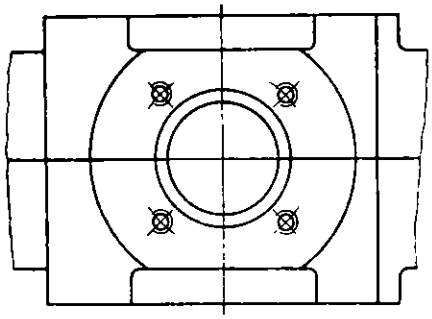


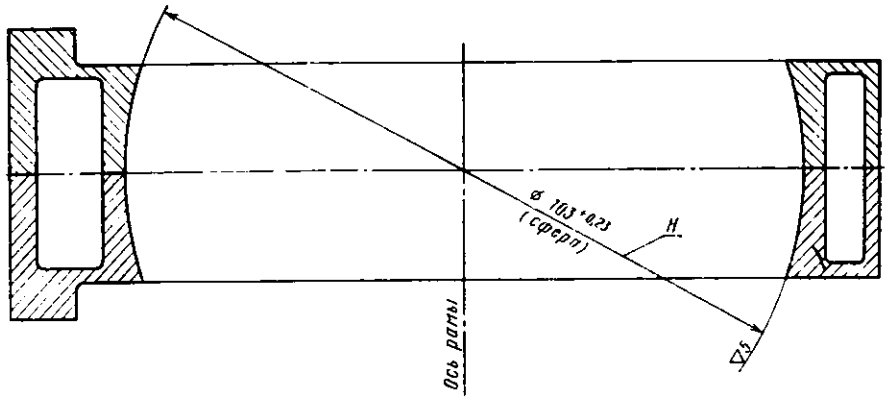
Рис. 3.8
на 4 листах.
Лист 1

Составная наружная рама с полыми стенками:
1 - полурама верхняя (сталь 35Л); 2 - полурама нижняя (сталь 35Л); 3 - штифт установочный-2 шт; 4 - винт М2,5×10-14 шт

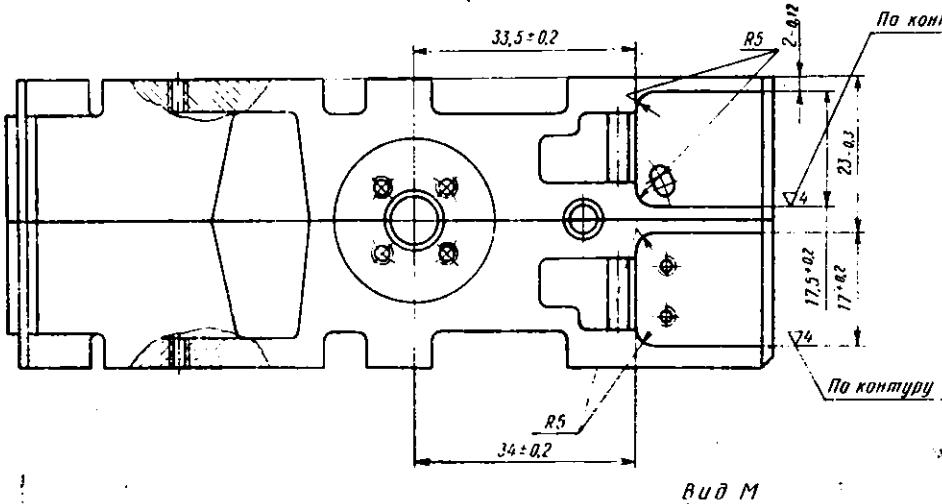
Вид Б



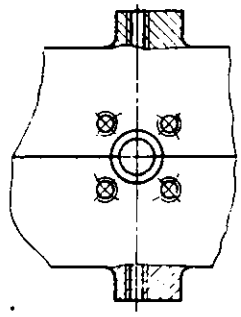
Ж-Ж повернуто



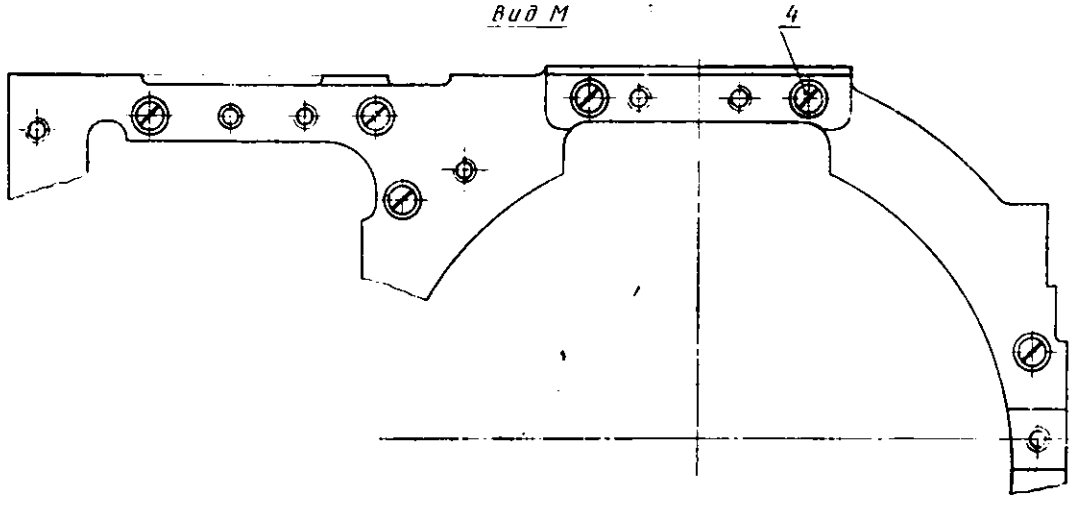
Вид К



Вид С



Вид М



1. Оси I-I, II-II, III-III должны лежать в одной плоскости. Допуск на смещение осей 0,02 мм.
2. Разностенность сферы Ø H не более 0,5 мм.
3. Покрытие Хим Окс. Перед покрытием рамы разъединить.
4. Поверхности Г и плоскости разъема от покрытия предохранить. Допускается резьба без покрытия.
5. Шероховатость поверхности боковых сторон резьб не ниже ▽5.
6. Допускаются без покрытия торцы, ограниченные размерами П (на R16, Ø 40C_5) и Р (на R11,5, Ø 24A_7).
7. Термообработка по специнструкции.

Рис. 3.8

Лист 2

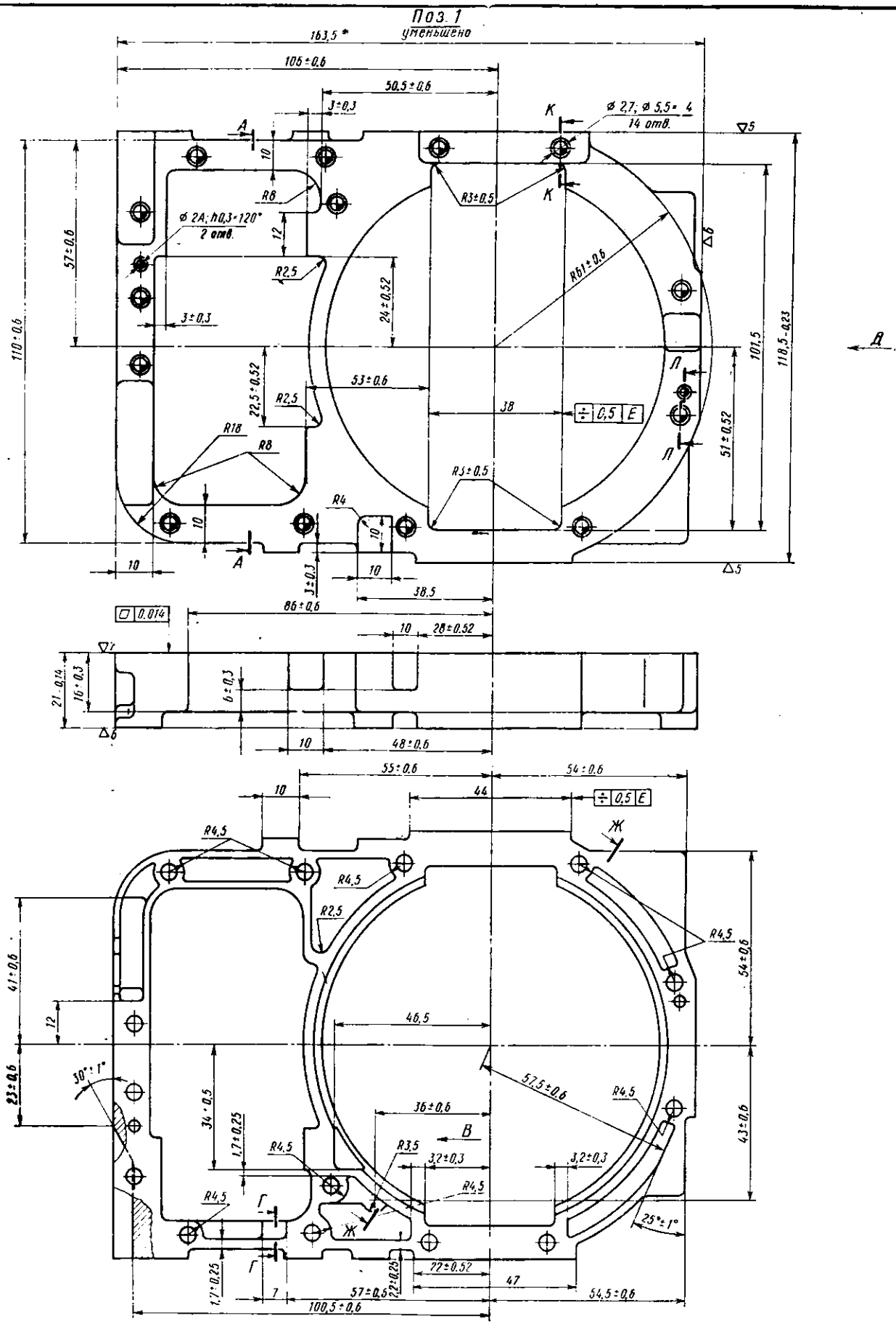
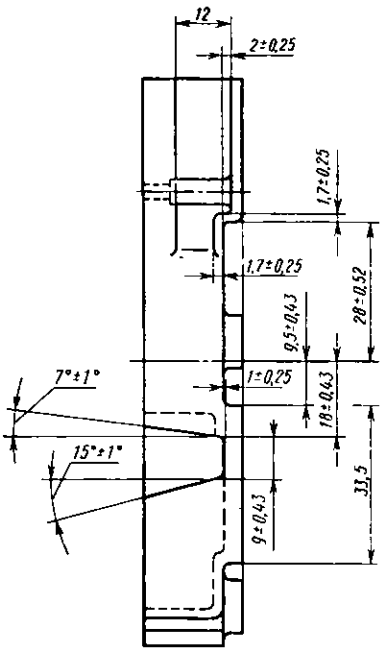
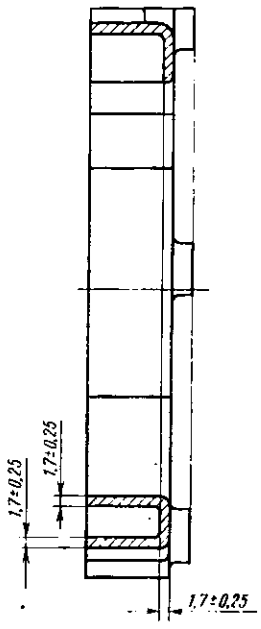

Поз. 1
уменьшено
163,5 *
105±0,6
50,5±0,6
3±0,3
10
R8
12
57±0,6
110±0,6
3±0,3
R2,5
24±0,52
22,5±0,52
R2,5
R18
R8
10
10
3±0,3
10
38,5
86±0,6
10
28±0,52
21-0,14
16±0,3
6±0,3
10
48±0,6
55±0,6
54±0,6
10
44
0,5 E
R4,5
R4,5
R2,5
R4,5
41±0,6
12
46,5
54±0,6
23±0,6
30°±1°
34±0,5
1,7±0,25
R4,5
R3,5
3,2±0,3
3,2±0,3
R4,5
R4,5
57,5±0,6
R4,5
36±0,6
43±0,6
25°±1°
1,7±0,25
7
2,2±0,25
27±0,52
47
57±0,5
54,5±0,6
100,5±0,6
Ø 2,7; Ø 5,5 × 4
14 отв.
Ø 2А; h0,3×120°
2 отв.
R3±0,5
R61±0,6
R3±0,5
53±0,6
38
0,5 E
51±0,52
101,5
118,5-0,23
0,014
А
К
Л
Ж
Г
В
Д

Рис. 3.8

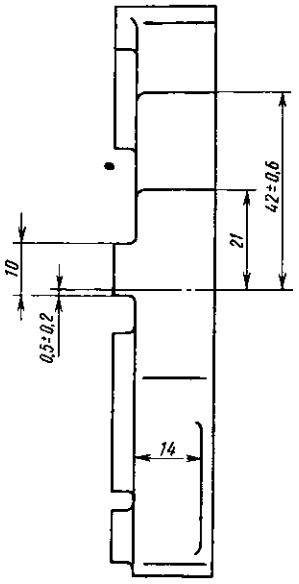
Лист 3



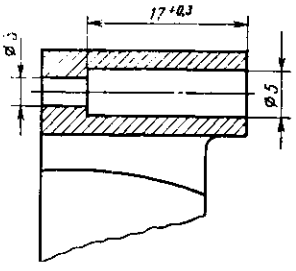
А – А



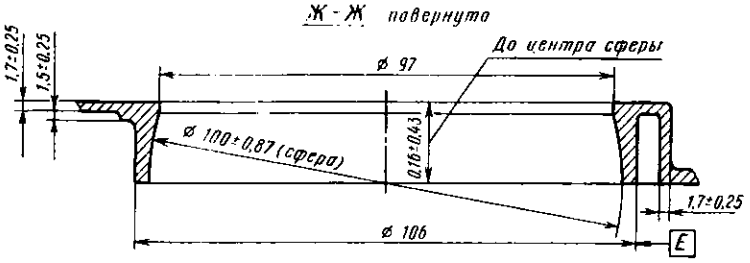
Вид Д



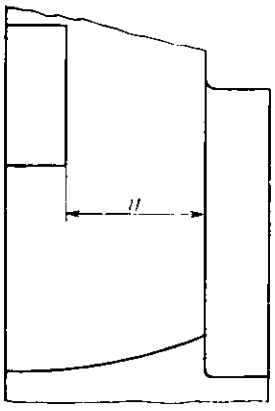
К – К увеличено



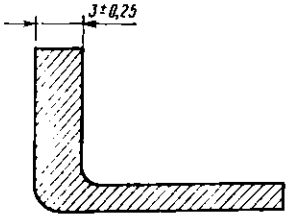
Ж – Ж повернуто



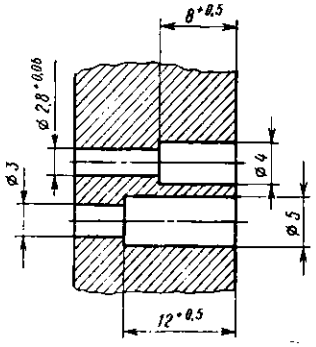
Вид В увеличено



Г – Г увеличено



Л – Л увеличено



1. Точное литье 2-и группы
2. Литейные радиусы, не указанные в чертеже, делать не более 1,5 мм.
3. Технологические приливы сохранить.

Рис. 3.8

Лист 4

Малое базовое расстояние между опорными точками, однородность материалов и температуры позволяют создать гарантированный зазор 0,005—0,01 мм. Второй подшипниковый узел содержит в этом случае радиальный подшипник с цилиндрической поверхностью качения одного кольца, либо обычный радиальный шарикоподшипник со свободной посадкой наружного кольца во втулке, не ограничивающей осевых перемещений этого кольца.

Величина осевых зазоров в опорах наружных рам не требует жестких ограничений, так как эти осевые зазоры дисбаланса и случайного собственного дрейфа гироскопа не вызывают. Осевой зазор, обычно не превышающий 0,2 мм, ограничивается допустимыми осевыми смещениями коллекторов и щеток, элементов датчиков угла и момента.

Посадки шарикоподшипников должны выполняться с бо́льшей точностью, чем это позволяют допуски на шарикоподшипники. Поэтому при сборке подшипниковых узлов применяют методы селективного подбора сопрягаемых деталей или доводку посадочных диаметров валов и гнезд.

Для обеспечения жесткой и точной базировки наружных колец шарикоподшипников в корпусах и рамах, выполняемых из алюминиевых или магниевых сплавов, армируют стальные, а иногда и латунные втулки.

Посадки внутренних колец должны обеспечивать неподвижность этого кольца относительно рамы, так как случайный поворот внутреннего кольца относительно рамы из-за эксцентриситета посадочного диаметра поверхности качения кольца вызывает смещение центра тяжести гироскопа относительно оси вращения, появление дисбаланса и случайного дрейфа гироскопа.

Посадка кольца с зазором до 2 мкм или натягом до 3 мкм обеспечивает неподвижность сопряжения. При креплении внутреннего кольца гайками посадку осуществляют с зазорами до 9 мкм. Соосность поверхностей качения колец шарикоподшипников в значительной степени определяет величину моментов трения на оси подвеса. Большое количество сопряжений в деталях подшипниковых узлов затрудняет обеспечение высокой соосности. Поэтому в последних конструкциях гироприборов используются специальные шарикоподшипники, позволяющие создать подшипниковый узел с минимальным количеством деталей и их сопряжений. В таких подшипниках наружные кольца выполняются с крепежным фланцем, что не требует промежуточных гладких или резьбовых втулок, а внутренние кольца заменяются полуосью карданова подвеса с фланцем для крепления к раме или гироузлу. По конструктивному оформлению можно различать подшипниковые узлы горизонтальных, вертикальных наружных рам и следящих рам гироприборов.

Рис. 4.1. Опоры горизонтальной наружной рамы с гладкими пробками. Внутренние кольца радиальных шарикоподшипников посажены на оси *5* и *15* наружной рамы с зазором 3—9 мкм, полученным селективным подбором, и закреплены гайками *6*. Наружные кольца установлены в пробках *3* и *16* с зазором до 2 мкм или натягом до 3 мкм (также селективный подбор). Осевой зазор подбирается при помощи прокладок. Колпачок *4* и заслонка *14*, закрепленные в пробках пружинами *7* и *13*, защищают подшипники от случайных засорений.

Рис. 4.2. Опоры следящей рамы с катящимся опорным кольцом и радиальным шарикоподшипником. Чтобы обеспечить обзор отсчетных устройств прибора со стороны опорного кольца *13* и жесткую базировку рамы, левую опору выполняют в виде кольца *13*, опирающегося на наружные кольца трех радиальных шарикоподшипников *24*, внутренние кольца которых закреплены гайками *23* на осях *25*. Радиальный зазор кольца *13* в подшипниках регулируется радиальным перемещением оси *25* в пределах зазоров крепежных отверстий. Правой опорой служит радиальный шарикоподшипник *3*, внутреннее кольцо которого закреплено на оси следящей рамы *10* гайками *5* и *6*, а наружное — в гнезде корпуса *1* фланцем *2*. Осевой люфт рамы определяется осевым люфтом шарикоподшипника *3*.

Рис. 4.3. Опоры наружной рамы с радиальными шарикоподшипниками, установленными в стальные армированные втулки. Внутренние кольца шарикоподшипников *5* установлены на армированных осях *21* и *23*, а наружные в стальных втулках, армированных во фланец *1* и крышку *14*. Осевой зазор регулируется прокладками *7* и *15*. Для защиты шарикоподшипников *5* от загрязнений и случайного попадания смазки на токоподвод *16* установлен отражатель *17*.

Рис. 4.4. Опоры вертикальной наружной рамы с фланцевым шарикоподшипником и шариковым подпятником. Внутреннее кольцо верхнего подшипника *5* закреплено гайками *2* и *3* на оси *1*, а наружное кольцо с фланцем закреплено в корпусе винтами *4*. Осевая нагрузка воспринимается шариком *17*, установленным в конической расточке оси *9*, и резьбовой пробкой с подпятником *19*, при помощи которой устанавливается осевой зазор 0,05—0,1 мм.

Рис. 4.5. Опоры вертикальной наружной рамы с радиально-упорными шарикоподшипниками. Наружное кольцо верхнего подшипника посажено во втулку, армированную в крышке корпуса *3*, а нижнего — во втулку *11*, которая крепится к корпусу *8* винтами *10*. Осевой зазор обеспечивается сближением двух наружных колец шарикоподшипников за счет подбора прокладок *9*. Два отверстия во втулке *11* предусмотрены для выталкивания подшипника при разборке.

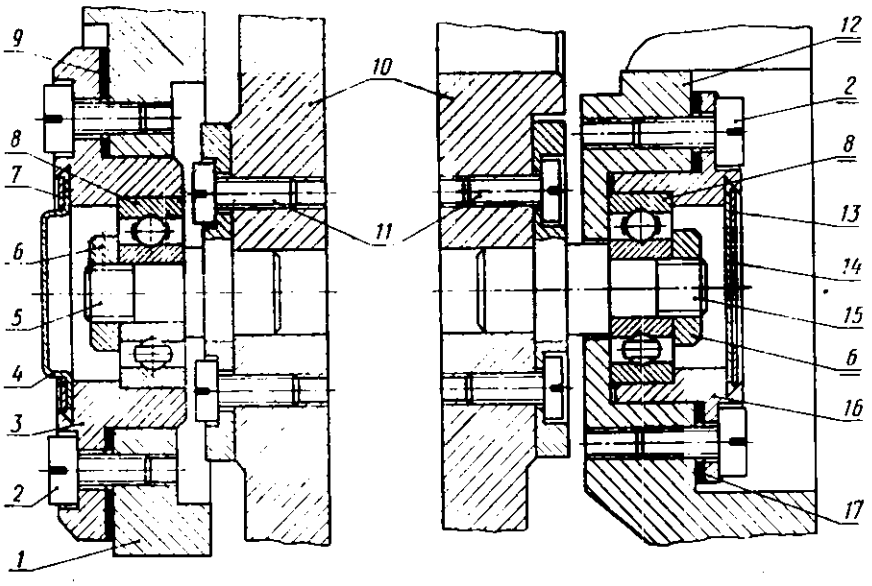


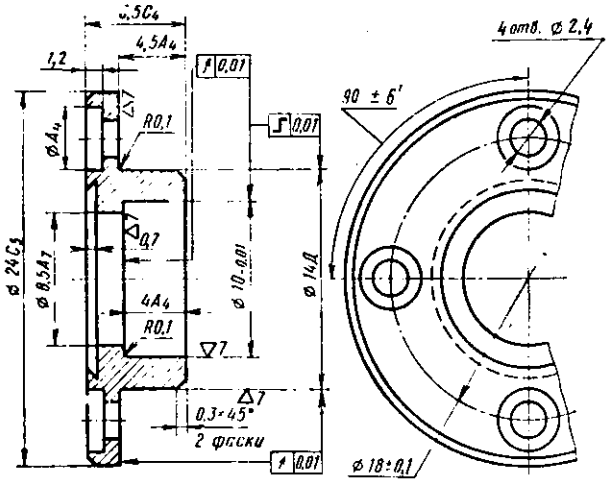
Таблица 1

Предельные отклонения внутреннего диаметра подшипника		0,000 -0,005	-0,006 -0,010
Предельные отклонения вала		-0,008 -0,009	-0,010 -0,012
Зазор	Наибольший	0,009	0,006
	Наименьший	0,003	0,002

Таблица 2

Предельные отклонения наружного диаметра подшипника	0,000 -0,002	-0,003 -0,005	-0,006 -0,008
Предельные отклонения отверстия	0,000 -0,003	-0,004 -0,006	-0,007 -0,010
Зазор	0,002	0,001	0,001
Натяг	0,003	0,003	0,004

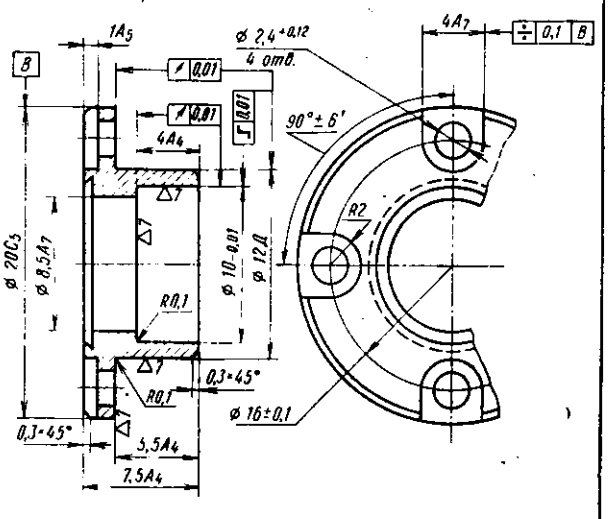
Поз. 3
уменьшено



Покрытие Хим. Пас.

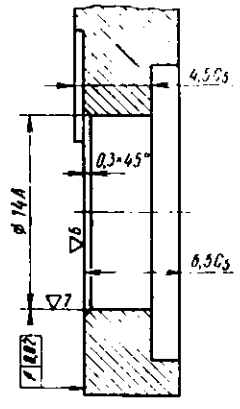
1. Осевой люфт карданова узла в корпусе должен быть в пределах 0,03... 0,05 мм.
2. Люфт регулировать прокладками поз. 9 и 17.
3. Подшипники поз. 8 закернить в пробках поз. 3 и 16 в четырех местах.
4. Подшипники поз. 8 смазать маслом ОКБ-122-16.
5. Посадку подшипников поз. 8 производить согласно табл. 1 и 2.

Поз. 16
уменьшено

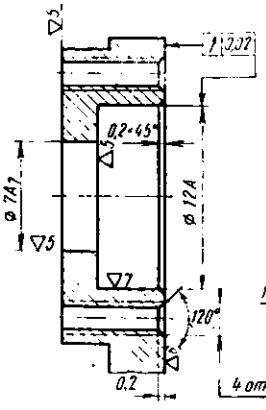


Покрытие Хим. Пас.

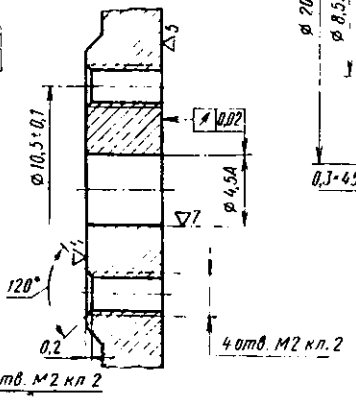
Место под пробку поз. 3 в корпусе поз. 1
уменьшено



Место под пробку поз. 16 в задней крышке поз. 12
уменьшено



Место под ось поз. 5 в раме карданова подвеса поз. 10

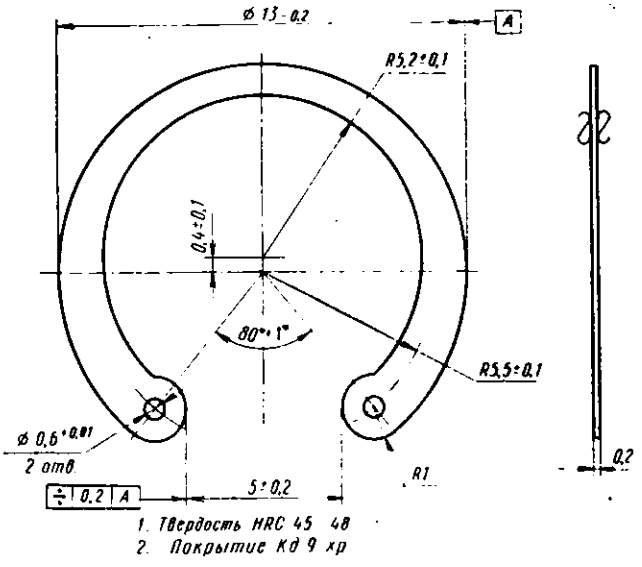


4 отв. М2 кл 2

Рис. 4.1
на 2 листах.
Лист 1

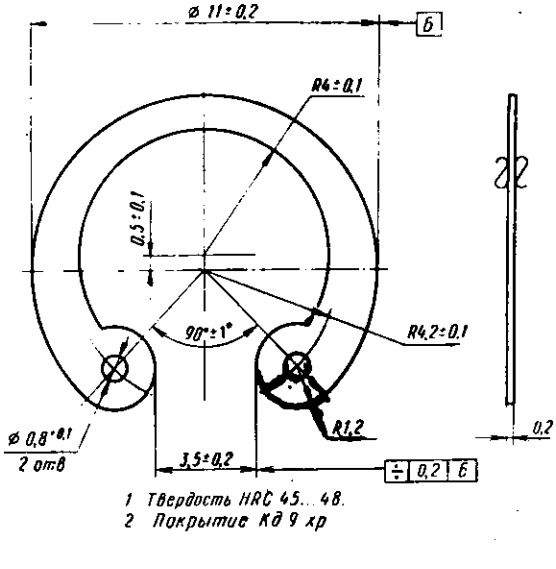
Опоры карданного наружной рамы с гладкими пробками:
1 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - винт М2×4 - 8 шт.; 3 - пробка I (латунь ЛС59); 4 - колпачок (алюминиевый сплав АД М); 5 - ось I (сталь ЭИ474); 6 - гайка специальная (сталь 4х13) - 2 шт.; 7 - пружина I (сталь 65ГС); 8 - подшипник А234М - 2 шт.; 9,17 - прокладки (алюминий АДМ) — 2 шт.; 10 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 11 - винт М2×5 - 8 шт.; 12 - крышка задняя (алюминиевый сплав А92); 13 - пружина II (сталь 65ГС); 14 - заслонка (алюминий АДМ); 15 - ось II (сталь ЭИ474); 16 - пробка II (латунь ЛС59)

Поз. 7
увеличено



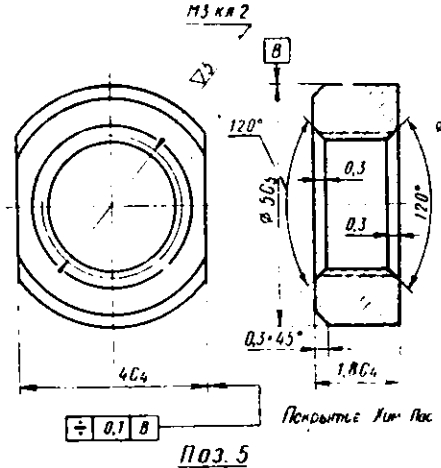
1. Твердость HRC 45 48
2. Покрытие Кд 9 хр

Поз. 13
увеличено



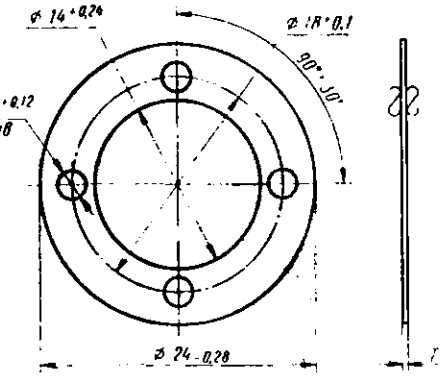
1 Твердость HRC 45... 48.
2 Покрытие Кд 9 хр

Поз. 6
увеличено



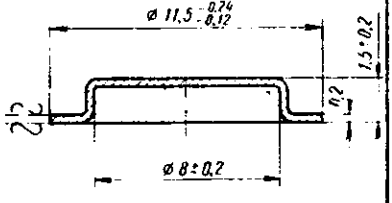
Покрытие Хим Пас

Поз 9
уменьшено



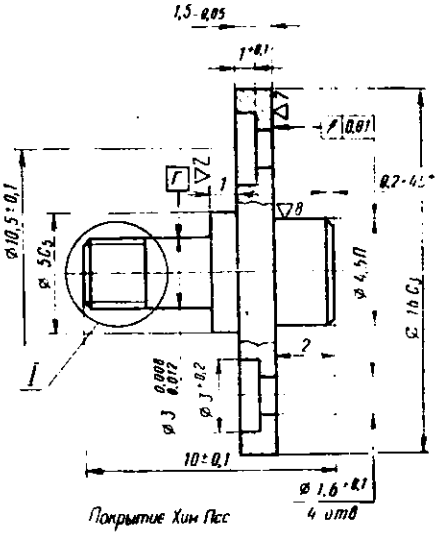
T
0,1
0,05
0,01
0,025

Поз. 4
увеличено



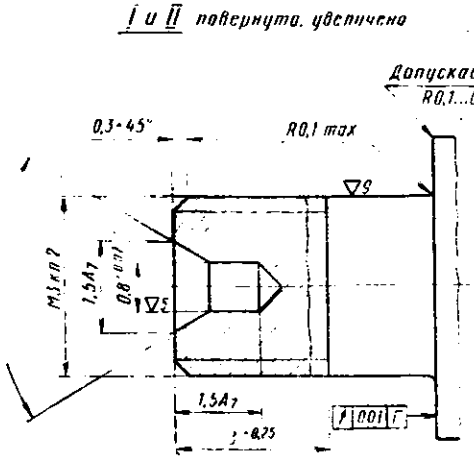
Покрытие Хим Окс хр

Поз. 5
увеличено

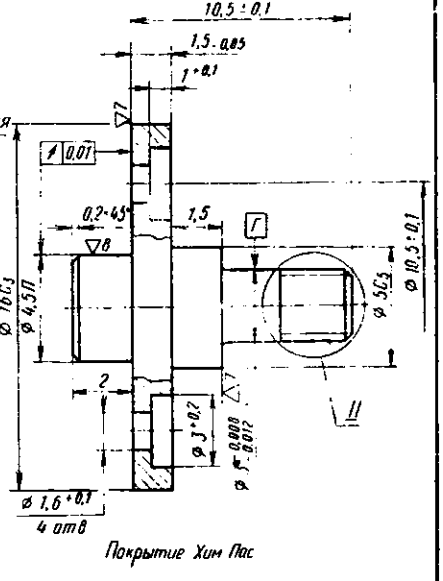


Покрытие Хим Пас

I и II повернуто, увеличено



Поз. 15
увеличено

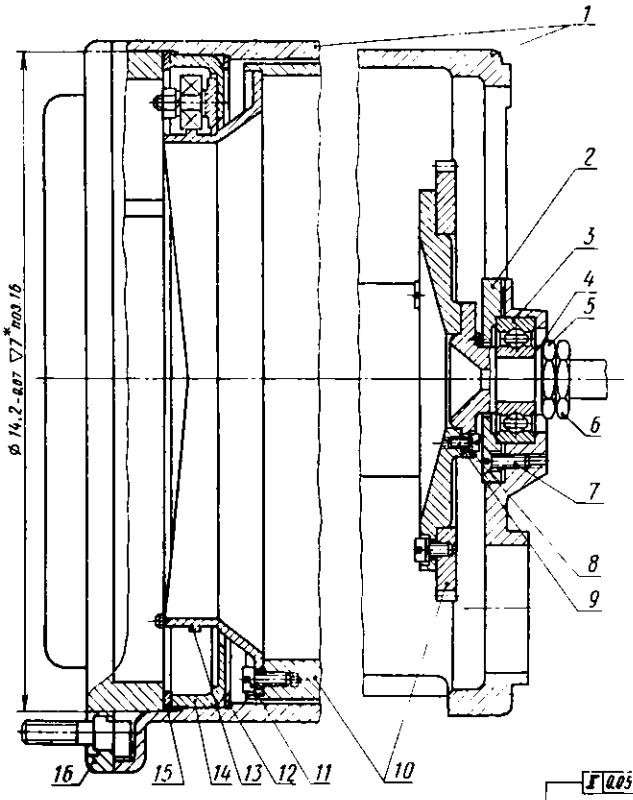


Покрытие Хим Пас

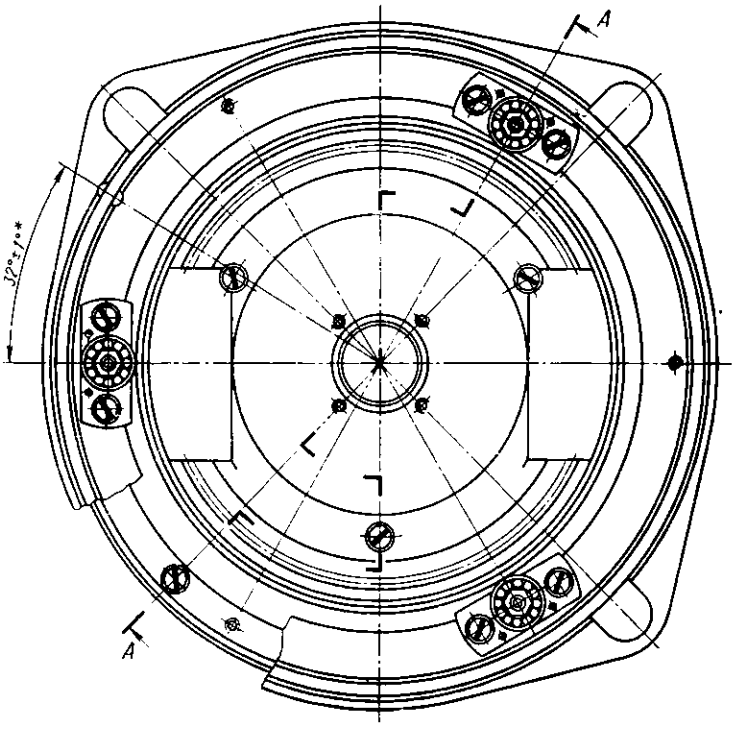
Рис. 4.1

Лист 2

А – А

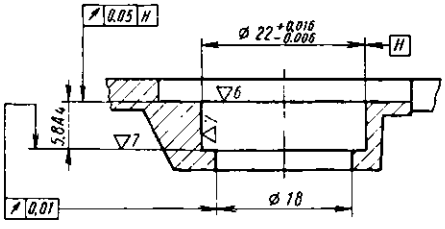


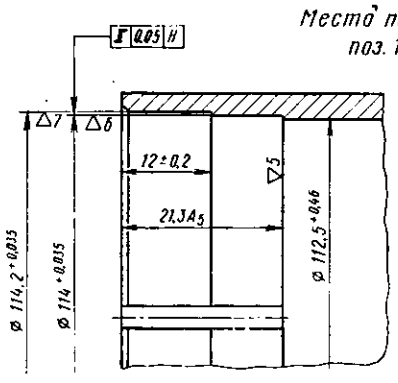
Фланец поз. 16 условно не показан

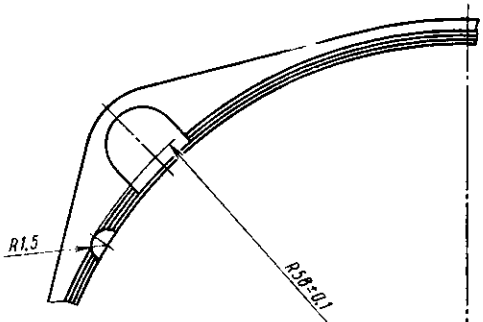


Место под кольцо с подшипниками поз. 14 в корпусе поз. 1.

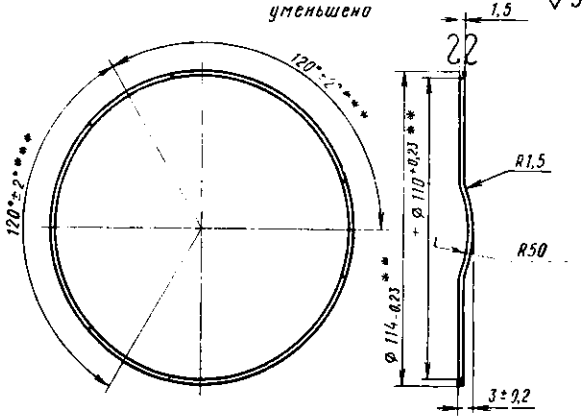
Место под подшипник поз. 3 в корпусе поз. 1.
повернуто, увеличено





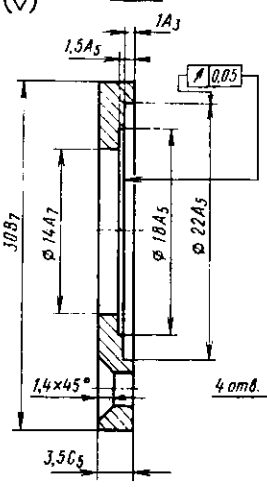


Поз. 15
уменьшено

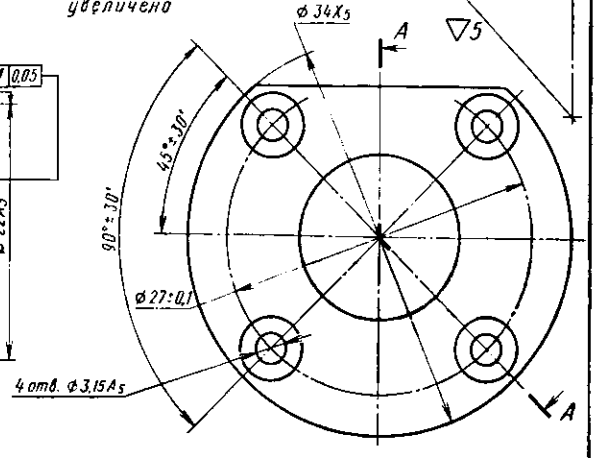


▽5 (▽)

А – А



Поз. 2
увеличено

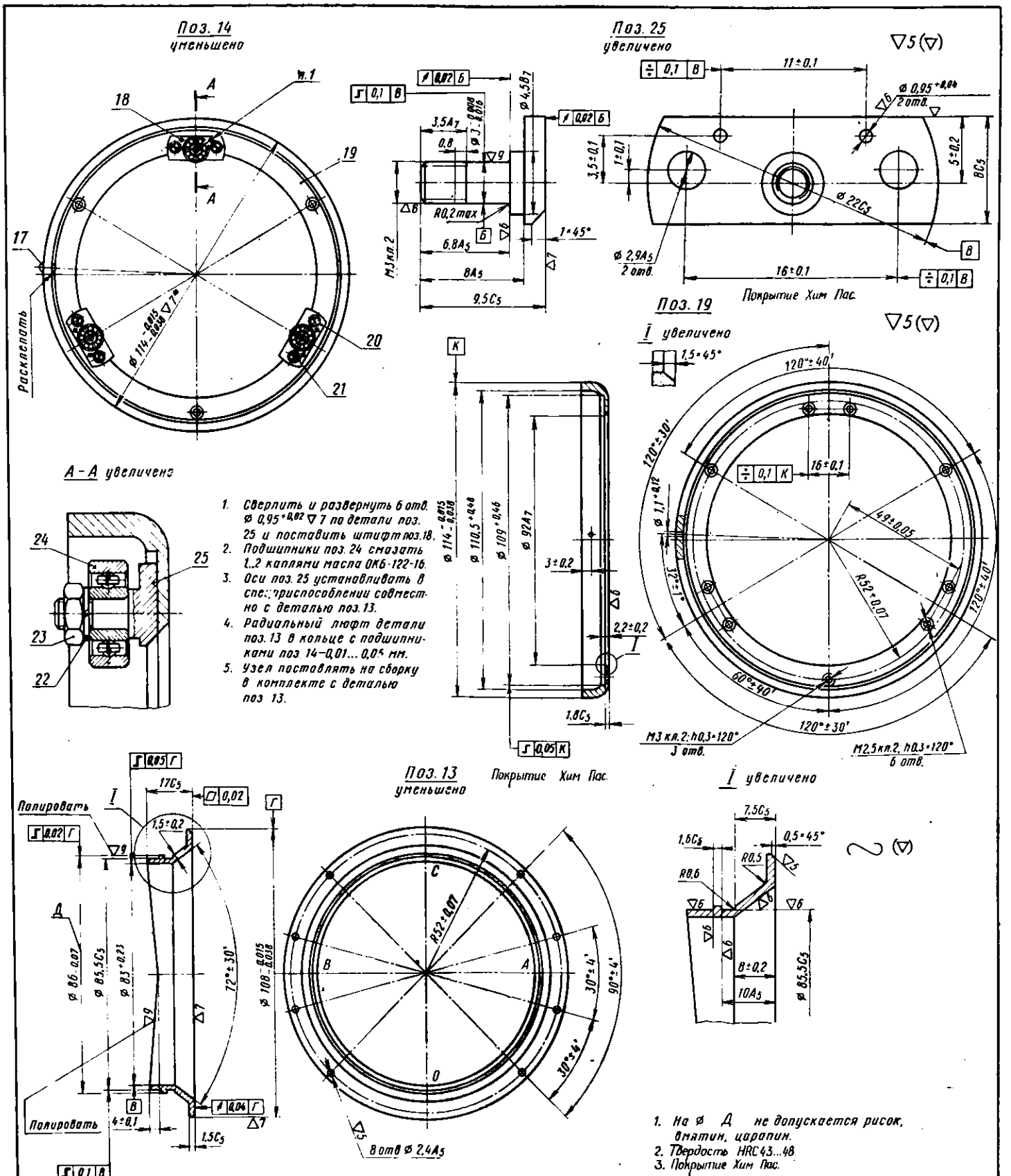


1. Калить HRC 48...52
2. Диаметры 110 +0,23 ** и 114 -0,23 ** даны в развертке.
3. *** размеры обеспечить инструментом.

1. Острые кромки притупить R0,1 мм.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 4.2
на 2 листах.
Лист 1

Опоры следящей рамы с катящимся опорным кольцом и радиальным шарикоподшипником:
1 – корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2 – фланец (латунь ЛС59-1); 3 – шарикоподшипник А8; 4 – шайба; 5 и 6 – гайки специальные (сталь 4Х13); 7 – винт М3×8 – 4 шт; 8 – шайба разрезная – 3 шт.; 9 – винт М2,5 – 4 шт.; 10 – узел следящей рамы (сб.), 11 – винт М2×7–8 шт; 12 – шайба специальная (сталь 65ГС); 13 – опорное кольцо (сталь 4Х13); 14 – кольцо с подшипниками (сб.); 15 – шайба пружинная (сталь 65ГС), 16 – фланец (сб.)



1. Сверлить и развернуть 6 отв. ⌀ 0,95 +0,02 ▽7 по детали поз. 25 и поставить штифт поз. 18.
2. Подшипники поз. 24 смазать 1...2 каплями масла ОКБ-122-16.
3. Оси поз. 25 устанавливать в спец. приспособлении совместно с деталью поз. 13.
4. Радиальный люфт детали поз. 13 в кольце с подшипниками поз. 14 – 0,01... 0,05 мм.
5. Узел поставлять на сборку в комплекте с деталью поз. 13.

1. На ⌀ Д не допускается рисок, вмятин, царапин.
2. Твердость HRC 43...48.
3. Покрытие Хим Пас.

Рис. 4.2

Лист 2

17 – заклепка; 18 – штифт цилиндрический – 6 шт.; 19 – кольцо подшипников (сталь 3Х13); 20 – шайба разрезная – 6 шт.; 21 – винт М2,5×3–6 шт.; 22 – шайба разрезная – 3 шт.; 23 – гайка М3–3 шт.; 24 – шарикоподшипник А23–3 шт.; 25 – ось (сталь 4Х13) – 3 шт.

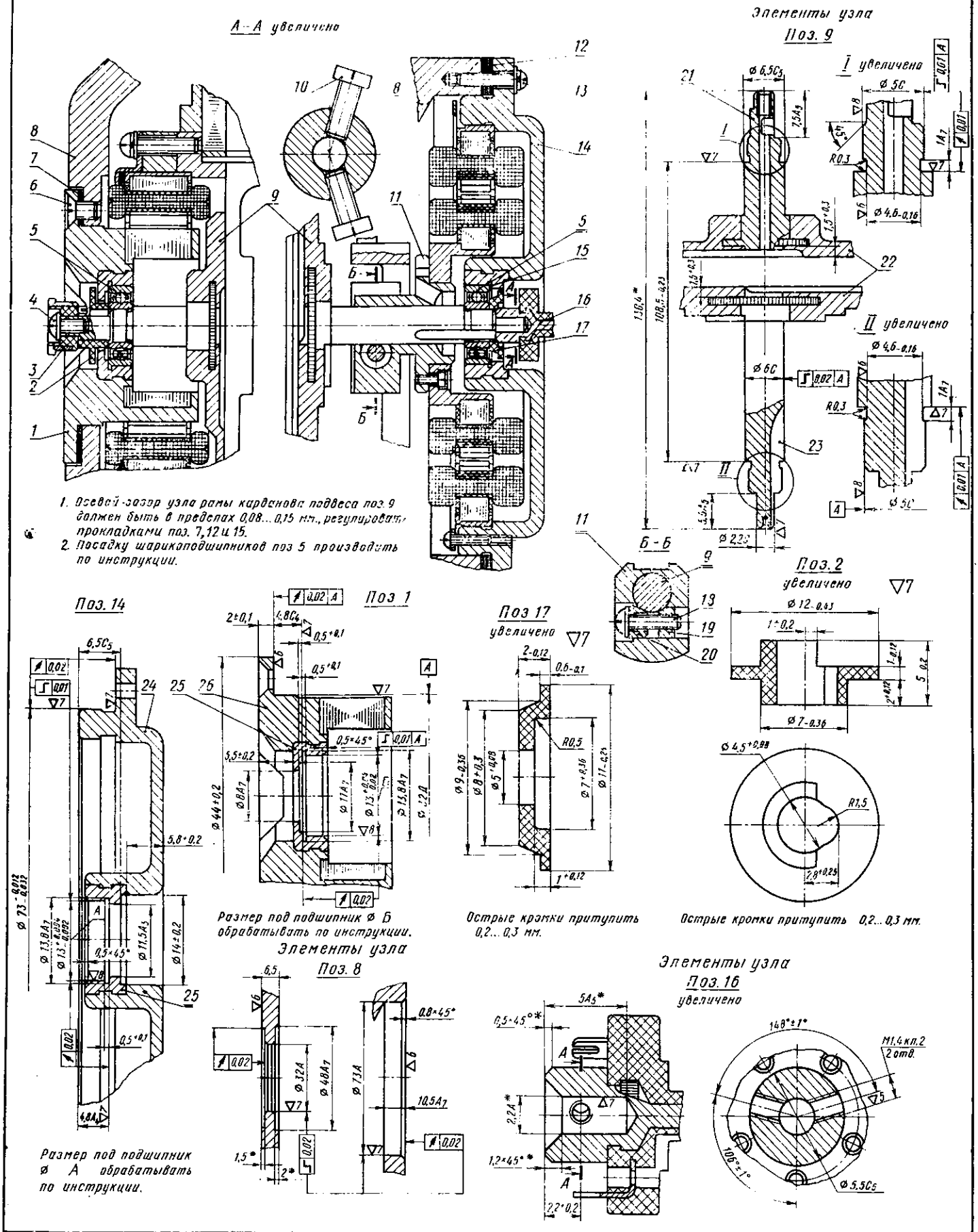
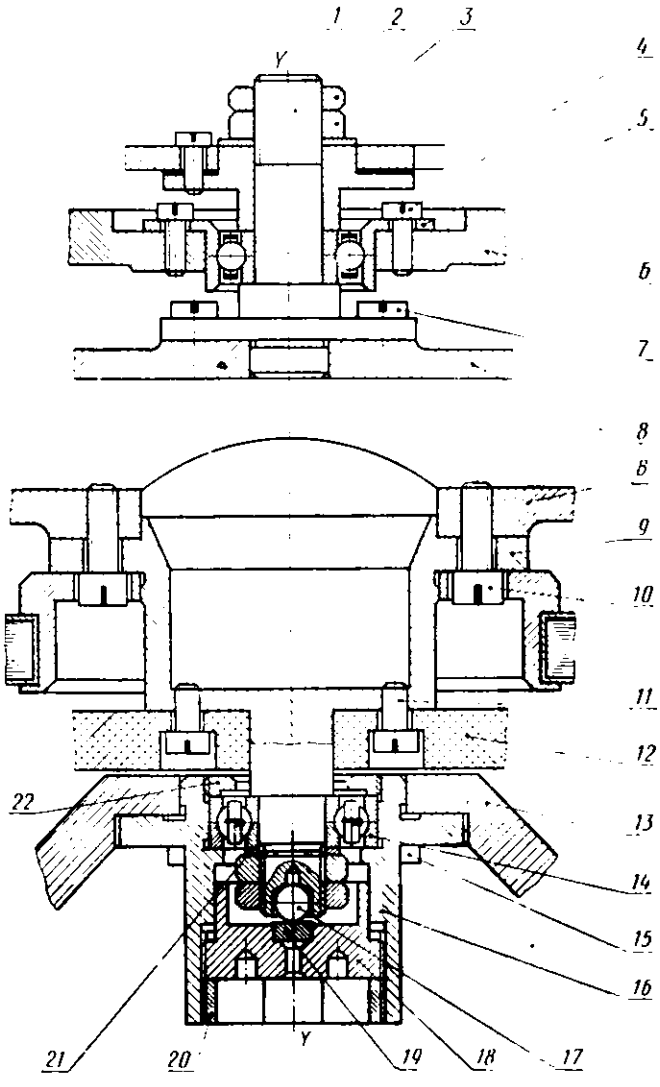
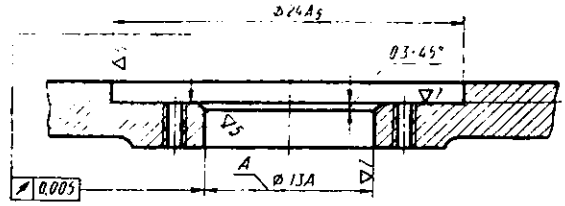


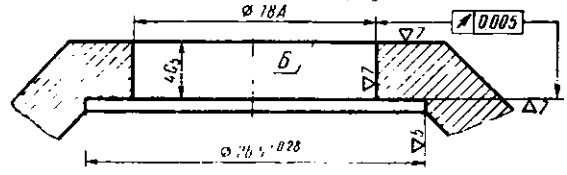
Рис. 4.3 Опоры наружной рамы с радиальными шарикоподшипниками, устанавливаемыми в стальные армированные втулки:
1 - фланец с пакетом (сб); 2 - отражатель (пресс-материал АГ-4С), 3 - коммутатор (сб), 4 - винт М2×4; 5 - шарикоподшипник А1000095-2 шт.; 6 - винт М3×4-3 шт.; 7 - прокладки (Т - 0,025-0,05; 0,05-0,01; 0,15-0,03; 0,3 один - латунь Л63-Т), 8 - рама с деталями (сб); 9 - наружная рама карданова подвеса с деталями (сб); 10 - винт (сталь 45Х) - 2 шт., 11 фланец (сталь ЭИ474); 12 - прокладки (Т - 0,05 один; 0,15 один; 0,3 один - латунь Л62Т); 13 - винт М2×9 - 3 шт., 14 крышка со втулкой (сб); 15 прокладки (Т - 0,1 - 2 шт; 0,25 один - латунь Л62-Т); 16 - подшипник 6500 (сб); 17 - сепаратель (пресс-материал АГ-4С), 18 винт М2×4, 19 - сухарь (сталь ЭИ474), 20 сухарь (сталь ЭИ474), 21 - ось (сталь 2Х13); 22 - ось (сталь 2Х13); 23 - ось (сталь 2Х13); 24 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 25 - втулка (сталь ЭИ474), 26 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2)



Место под подшипник в крышке корпуса поз. 6

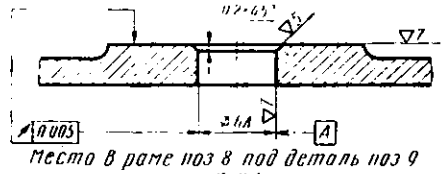


Место под деталь поз 16 в корпусе поз 13

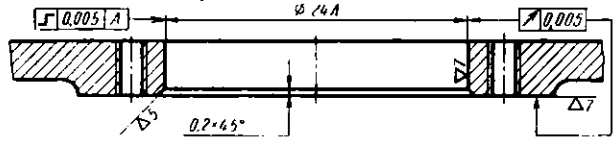


1 Поз 6 и 13 литье под давлением
2 Несоосность посадочного диаметра крышки поз 6 в корпусе поз 13 относительно ØA не более 0,02 мм
3 Несоосность отверстия под крышку поз 6 в корпусе поз 13 относительно ØБ не более 0,02 мм

Место в раме поз 8 под деталь поз 1



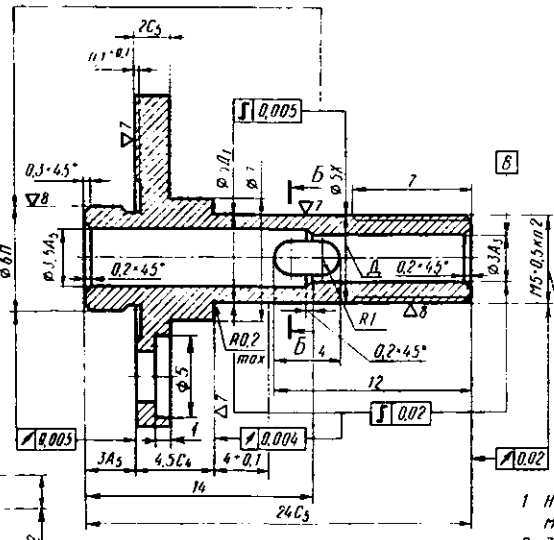
Место в раме поз 8 под деталь поз 9



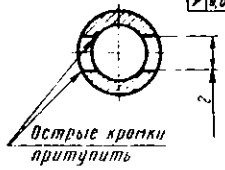
Поз 1
увеличено

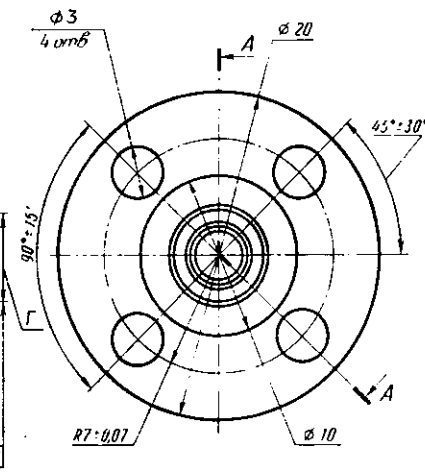
1 Зазор муфт карданова узла должен быть в пределах 0,05 0,1 мм регулировать прокладкой с пятой поз 18
2. Подшипники поз 5 и 14, плоскость пяты узла поз 18, шарик поз 17 смазать маслом ОКБ-122-16 по одной капле согласно инструкции
3. Момент трения по оси Y-Y не более 12 10⁻⁴ Н м Проверять в вертикальном положении прибора

А - А



Б - Б





1 Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали
2 Твердость HRC 54 56.
3 Наружный диаметр резьбы Г шлифовать совместно с ⌀ Д.
4 Покрытие Хим Нис

Рис. 4.4
на 2 листах
Лист 1

Опоры вертикальной наружной рамы с фланцевым шарикоподшипником и шариковым подпятником
1 верхняя ось (сталь ЭИ474), 2 гайка специальная (сталь А12), 3 гайка специальная (сталь А12), 4 винт М2·4-3 шт., 5 подшипник 6400954, 6 крышка корпуса (алюминиевый сплав АЛ2), 7 винт М2,6-5-4 шт., 8 корпус (сталь 45Н), 9 нижняя ось (сталь ЭИ474), 10 винт М3-8-4 шт., 11 винт М3-6-4 шт., 12 планка (прессматериал К 18-2), 13 корпус кардана (сталь 45Л), 14 подшипник А1000095, 15 винт М2-6-4 шт., 16 пробка (сталь ЭИ474), 17 шарик II 1,5 ГОСТ 8, 18 пробка (сталь ЭИ474), 19 подпятник (твердый сплав ВК6ТП), 20 втулка (сталь ЭИ474), 21 шайба (латунь Л62), 22 гайка специальная (сталь ЭИ474)

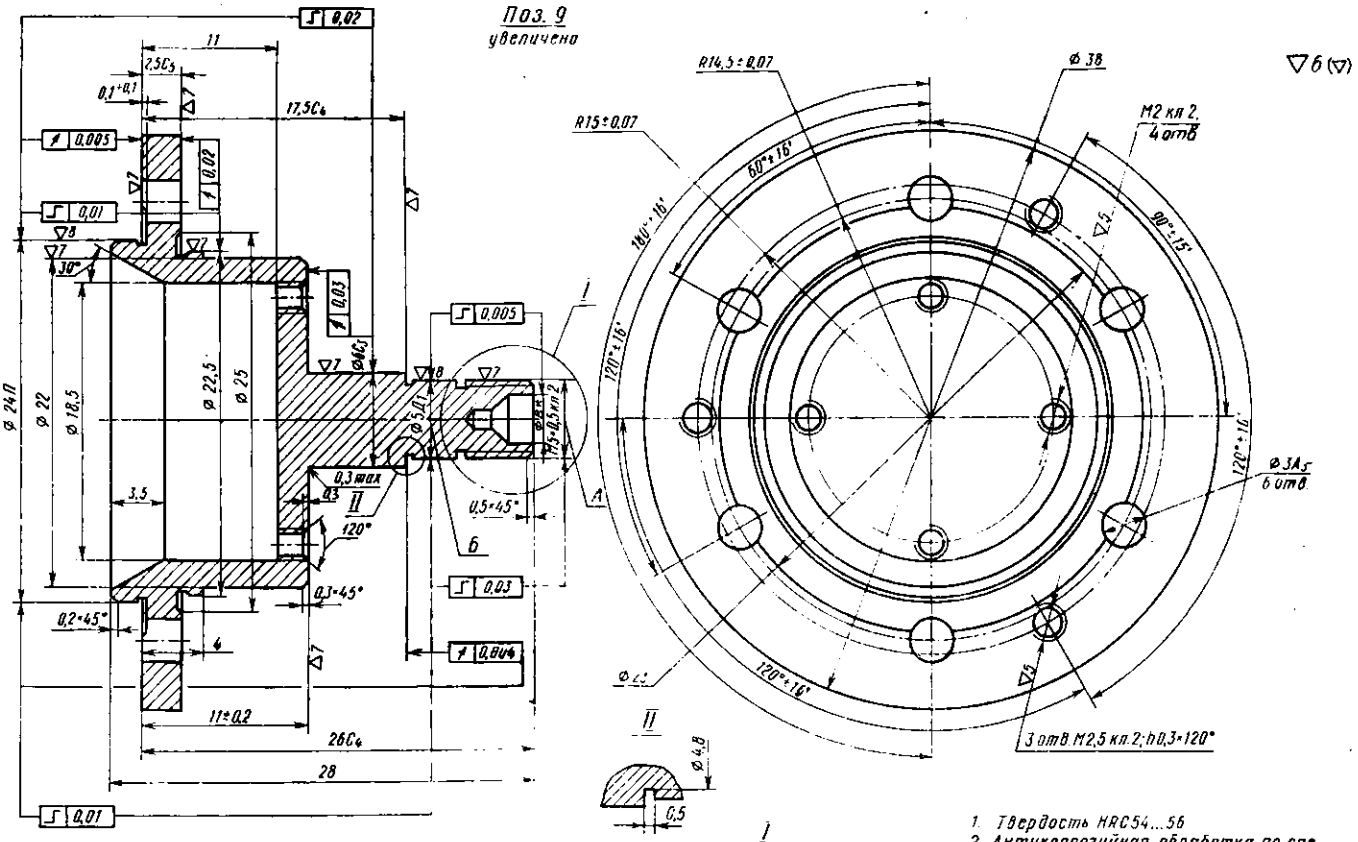

Поз. 9
увеличено
Ø 24,0
Ø 22
Ø 18,5
Ø 22,5
Ø 25
3,5
0,3 max
0,5×45°
120°
0,3×45°
0,2×45°
4
11±0,2
26C4
28
R14,5±0,07
R15±0,07
Ø 38
M2 кл.2, 4 отв.
60°±16'
180°±16'
120°±16'
90°±15'
Ø 3,4 5
6 отв.
Ø 42
3 отв. М2,5 кл.2; h0,3×120°
Ø 4,8
0,5
1. Твердость HRC54...56
2. Антикоррозийная обработка по специальной инструкции.
3 Наружный диаметр резьбы А шлифовать совместно с Ø Б.
4 Допускается исполнение канавки в оси по выносному элементу II.
Поз. 16
M14×0,5 кл.2
Ø 18,0
Ø 13+0,005
Ø 12A
Ø 16,5
10,2+0,24
7,5A7
6A4
2,5A5
0,2×45°
0,3×45°
2,2
17C5
4A4
M2,5 кл.2 2 отв.
R11±0,07
Ø 26,5+0,07 0,21
Ø 10
Ø 11,6+0,2
4 отв Ø 2,8
Ø 20
R1
45°±1°
90°±10'
I увеличено
0,1
45°**
0,1+0,1
20°**
0,5
1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Твердость HRC54 56
3. Антикоррозийная обработ ка по специнструкции
Поз. 18
увеличено
6
1,5±0,2
3,5A5
2,5
0,3×45° 2 фаски
0,2×45° 2 фаски
M14×0,5 кл.2
Ø 3A3
Ø 10
Ø 12C
R3,5±0,2
0,015
0,1×45°
Ø 3,175±0,005
1,75
0,01
Ø 4,2
Ø 1
0,5±0,1
4±0,3
5A5
Ø 3,175 -0,005 -0,010
Ø 90°±20'
0,1+0,1
45°**
22°30'**
1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Твердость HRC54...56.
3. Антикоррозийная обработка по специнструкции.
Поз. 19
увеличено
0,1×45°
Ø 3A3
1,8-0,4
2 отв Ø 1,5
180°±1°

Рис. 4.4.

Лист 2

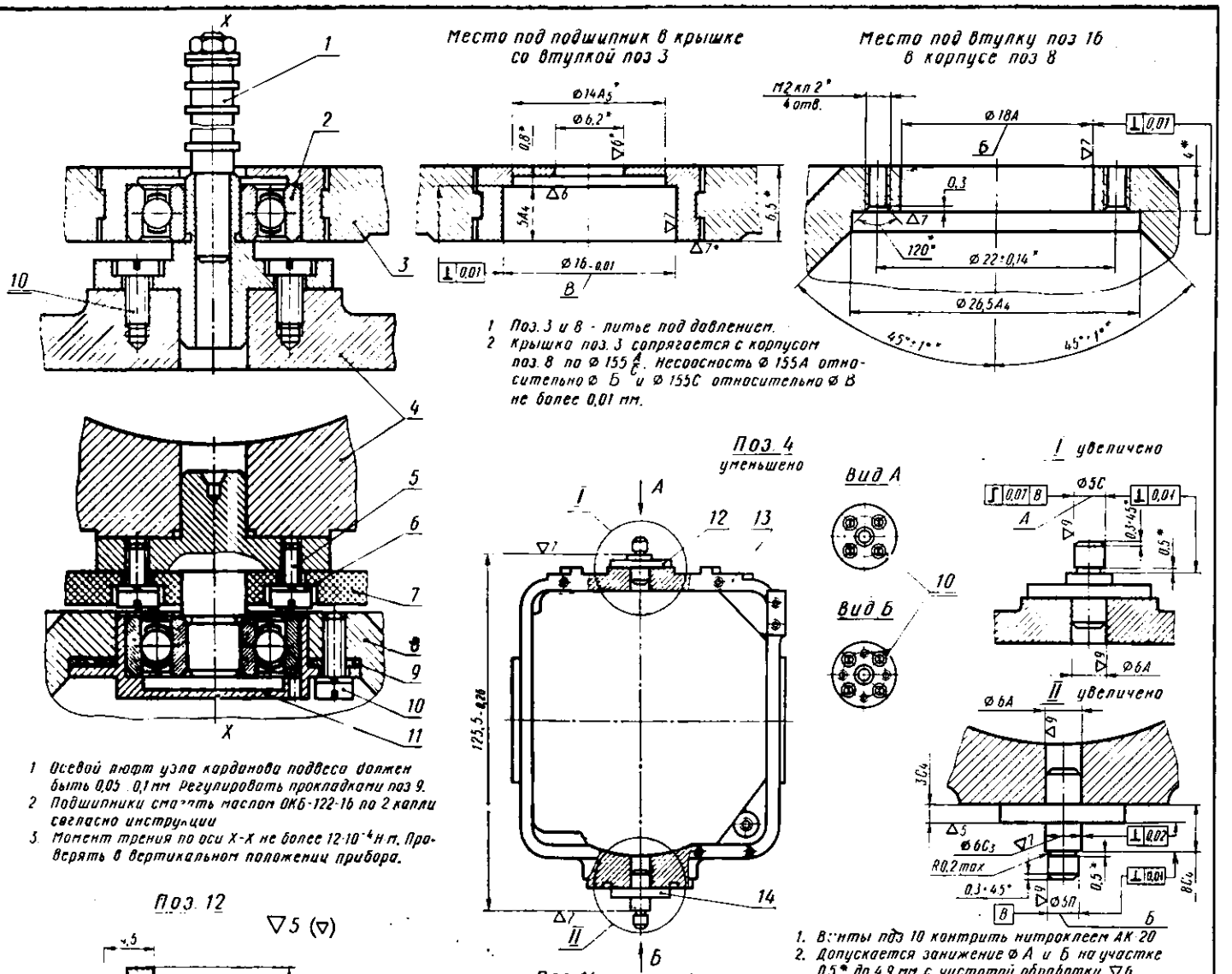


Рис. 4.5

Опоры вертикальной наружной рамы с радиально-упорными шарикоподшипниками:

1 - коллектор (сб); 2 - подшипник А6005 -2 шт; 3 - крышка со втулкой (сб); 4 - рама с осями (сб); 5 - винт М1,4-8 шт.; 6 - шайба пружинная-4 шт, 7 - кольцо контактное (сб); 8 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 9 - прокладки (Т=0,05, 0,1; 0,3 - латунь ЛС59-1Т; Т=0,02 - медь М1-Т); 10 - винт М2·5-12 шт; 11 - втулка (сталь 4Х13); 12 - ось верхняя (сталь 4Х13); 13 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 14 - ось нижняя (сталь 4Х13)

ГЛАВА 5

КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ВНУТРЕННИХ РАМ КАРДАНОВА ПОДВЕСА

В конструктивном оформлении подшипниковых узлов внутренних и наружных рам много общего. Однако к опорам внутренней рамы предъявляются обычно более строгие требования, чем к опорам наружной. Осевые зазоры в опорах внутренней рамы требуют более жестких ограничений, так как они создают случайный момент дисбаланса относительно оси наружной рамы, особенно если она горизонтальна, и случайную составляющую дрейфа гироскопа.

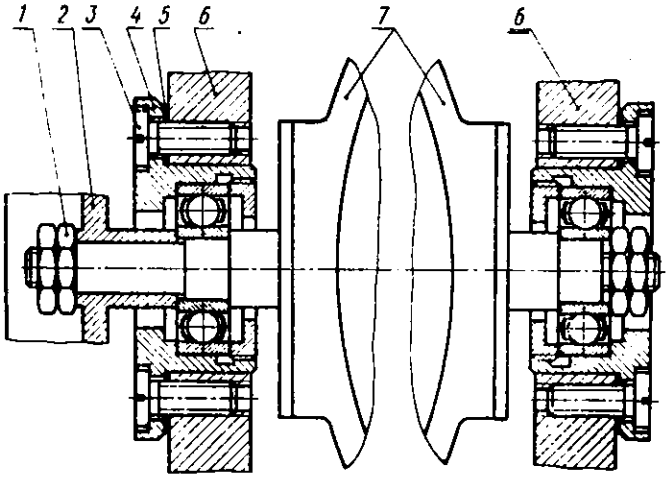
При любом назначении трехстепенного гироскопа моменты в опорах внутренней рамы играют доминирующую роль в образовании собственного дрейфа гироскопа. Для опор внутренней рамы отбирают лучшие подшипники с минимальными и стабильными по углу поворота моментами трения. Нестабильность моментов в опорах, обусловленная погрешностями формы поверхностей качения, порождает случайный дрейф гироскопа. В прецизионных гироскопах в качестве опор внутренних рам используют «трехколечные» реверсивно вращающиеся шарикоподшипники, примерно на порядок уменьшающие дрейф от моментов в шарикоподшипниковых опорах. Эти подшипники применяют потому, что принудительное вращение промежуточных колец компенсирует изменения момента трения по углу поворота гироузла создаваемыми колебаниями момента во времени со значительной частотой, на которые гироскоп не успевает ответить ощутимым дрейфом.

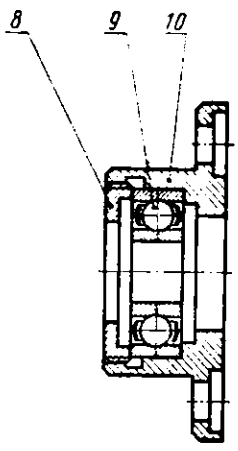
Рис. 5.1. Опоры с радиальными шарикоподшипниками в гладких пробках. Наружные кольца шарикоподшипников *9* плотно посажены в отверстия пробок *10* и закреплены гайками *8*, а внутренние кольца закреплены гайками *1* на осях гироузла *7*. Осевой зазор обеспечивается подбором прокладок *5* под фланец пробки с шарикоподшипником *4*. Осевая нагрузка воспринимается левой или правой опорой.

Рис. 5.2. Опоры с фланцевым шарикоподшипником и шариковым подпятником. Наружное кольцо шарикоподшипника с фланцем закреплено на втулке *22*, армированной в раме *12*, а внутреннее — на оси гироузла *4*. Этот подшипник имеет цилиндрическую поверхность качения на наружном кольце и не ограничивает осевых перемещений рамы. Вторая опора представляет собой радиальный шарикоподшипник и резьбовой подпятник *11*, опирающийся на шарик *10*, установленный в коническое отверстие от гироузла *4*. Эта опора обеспечивает фиксацию рамы в осевом направлении. Осевую нагрузку одного направления воспринимает шариковый подпятник, а противоположного направления — радиальный шарикоподшипник. Малое базовое расстояние между точками контакта при изменении направления осевой нагрузки позволяет обеспечить малый гарантированный осевой зазор в пределах до 0,008 перемещением резьбового подпятника *11*.

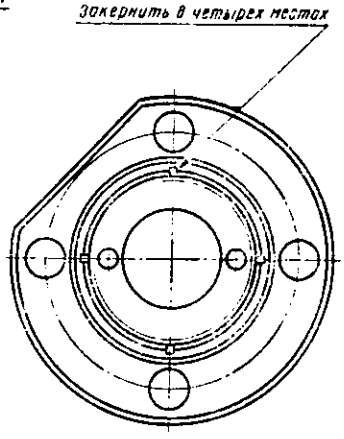
Рис. 5.3. Опоры с трехколечными разновращающимися реверсивными шарикоподшипниками. Использование этих опор позволяет резко уменьшить собственный дрейф гироскопа от моментов в опорах внутренней рамы. Цапфы *57*, выполняющие функцию внутреннего кольца подшипника, закреплены на раме. Два наружных кольца *55* установлены во втулку подшипника *56* и крепятся в ней крышкой *49* и винтами *60*. Подбором прокладок *54* устраняют осевой зазор промежуточного кольца *50* относительно наружных. Правильность выбора зазора контролируют моментом вращения промежуточного кольца относительно наружных колец. Этот момент порядка $(10—20)\cdot10^{-4}$ Н·м свидетельствует о выборе зазора и может преодолеваться двигателем *19*. Осевой люфт гироузла *12* в опорах регулируют перемещением резьбовой пробки с пятой *6*, которую затем контрят резьбовым кольцом *7*. Осевые нагрузки воспринимаются пятой *62* и сферическим концом цапфы *57*. На промежуточных кольцах *50* с помощью байонетного затвора и винтов *8* закрепляют шестерни *9*. Промежуточные кольца *50* обеих опор приводятся во вращение одним двигателем *19* через редуктор *20*, шестерню *22*, конические шестерни *32*, *41*, *42*, шестерни *11*, *15*, *10* и *16*, *9*. Конические шестерни обеспечивают встречное вращение промежуточных колец *50* обеих опор с частотой вращения до 30 об/мин. Подшипники подбирают со средней разностью моментов трения между цапфой и промежуточным кольцом (первая разность) не более $5\cdot10^{-6}$ Н·м. Для осреднения первой разности моментов, действующих на гироузел, подшипники периодически реверсируются. Период реверса около 30 с. Реверсирование подшипников осуществляется двигателем *24*, который через редуктор *23* вращает кулачок *26*, периодически замыкающий и размыкающий контакты микропереключателя *27*. При замыкании контактов *1* и *2* (схема включения двигателей реверсивного механизма) фазы *TS* переменного тока подключаются к управляющей обмотке 5—2 двигателя *19* и при этом двигатель и подшипники вращаются в одном направлении, а при замыкании контактов 3—4 фазы *TS* подаются на обмотку 4—6 и двигатель с подшипниками начинает вращаться в другую сторону.

В этих подшипниках эффективно сглаживаются дефекты поверхностей качения шариков, промежуточных колец, но сохраняется момент от овальности беговой дорожки цапфы — внутреннего кольца. Этот момент в основном и определяет остаточный момент в подшипниках, называемый второй разностью. Для уменьшения этого момента строго ограничивают овальность беговой дорожки цапф (не более 1—2 мкм) и их несоосность после сборки. Этот момент можно свести к минимуму относительным разворотом цапф, при их установке, обеспечивая перпендикулярность больших осей эллипса двух дорожек качения.





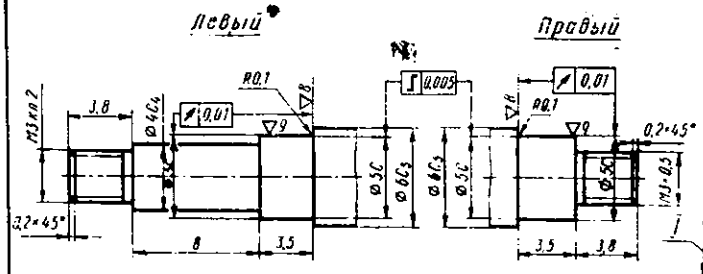
Поз. 4



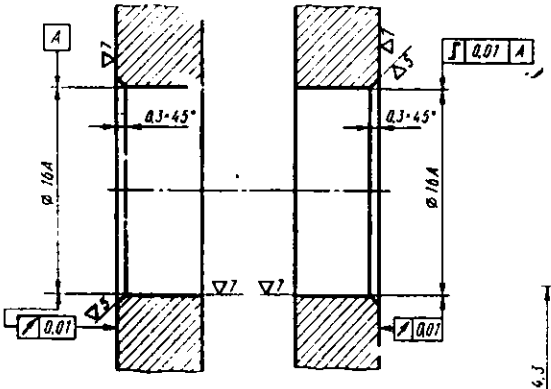
Осевой люфт гироузла 0,03 0,05 мм обеспечить подбором прокладок поз 5

1 Посадка подшипника поз 9 должна быть с зазором от 0 до 2 мкм
2 Гайка поз 8 должна быть завернута до упора с натягом.
3 Подшипник поз 9 смазать маслом ОКБ-122-16 (3 4 капли с проволоки Ø 0,5 мм).

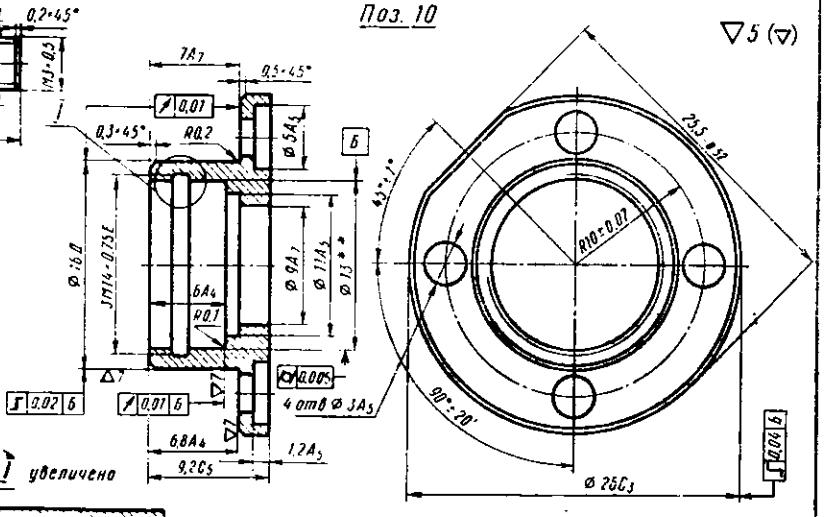
Концы осей гироузла поз 7



Места в раме поз. 6 под пробки поз. 4

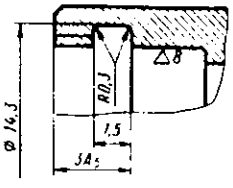


Поз. 10

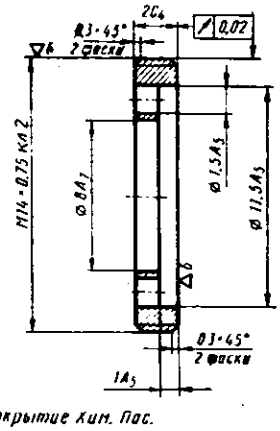


1 Посадочный диаметр 13*** обрабатывать под фактический диаметр наружного кольца шарикоподшипника А1000095, обеспечивая посадку с зазором от 0 до 2 мкм.
2 Покрытие Ан Окс хр

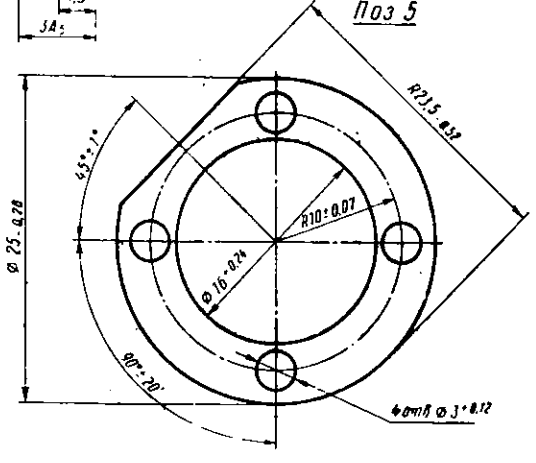
I увеличено

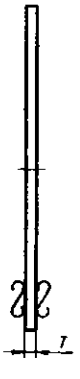


Поз. 8



Поз 5



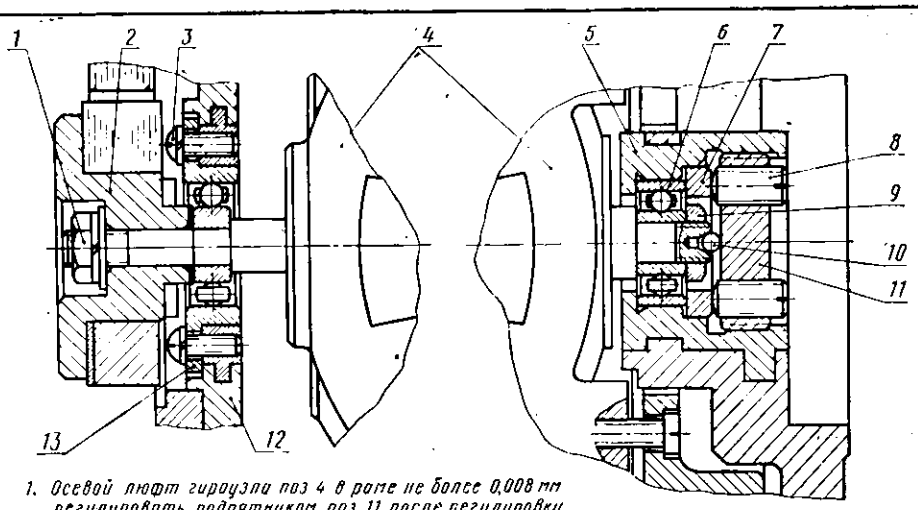


T
0,01
0,025
0,05
0,10
0,20

▽5 (▽)

Покрытие хим. пас.

Рис. 5.1 Опоры с радиальными шарикоподшипниками в гладких пробках:
1 - гайка специальная (сталь 20); 2 - основание (сб.); 3 - винт М2,6×7-4 шт; 4 - пробка с подшипником (сб); 5 - прокладка (алюминий АДМ); 6 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 7 - гироузел (сб), 8 - гайка специальная (латунь ЛС59-1); 9 - подшипник А1000095; 10 - пробка подшипника (алюминиевый сплав Д1-Т).

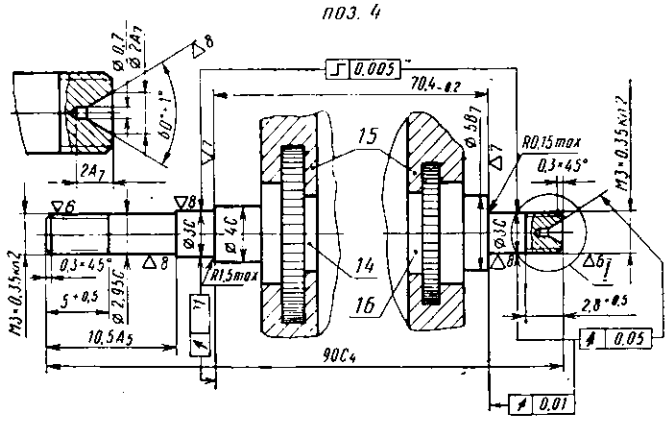


1. Осевой люфт гироузла поз 4 в раме не более 0,008 мм регулировать подпятником поз 11, после регулировки подпятник контрить винтами поз. 8.

2. Подшипники смазать маслом МП-6018. (одна капля со стержня Ø 1 мм или из шприца Ø 0,6 мм); перед установкой шарик поз 10 протереть конденсаторной бумагой, слегка промасленной маслом МН-60.
3. Посадку шарикоподшипников производить по инструкции.
4. После регулировки осевого люфта гироузла в раме расположить карданов узел таким образом, чтобы ось гироузла была в вертикальном положении и произвести приработку деталей карданова узла в течение 1 ч. при вибрации с частотой 50 Гц и перегрузке в 2,5 g. После приработки подрегулировать люфт. На поверхности подпятника поз. 11 допускаются следы приработки в виде лунки. Приработку вести до полной стабилизации люфта.

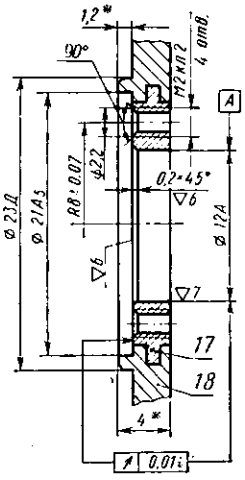
I увеличено

Элементы узла поз. 4



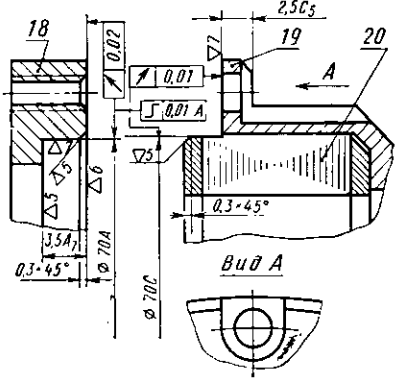
1. Ось поз 16 после обработки закалить ТВЧ на длине 2,8-0,3 мм, считая от торца; твердость HRC 50...55. После закалки конус притереть шариком Ø 1,588 мм. После притирки шарик поз 10 должен выступать над торцом на 0,3...0,7 мм. Поверхность конуса проверить по эталону.

Место под шарикоподшипник поз. 13 в раме карданова подвеса с деталями поз. 12



Сопряжение крышки со статором поз. 5 с рамой карданова подвеса с деталями поз. 12

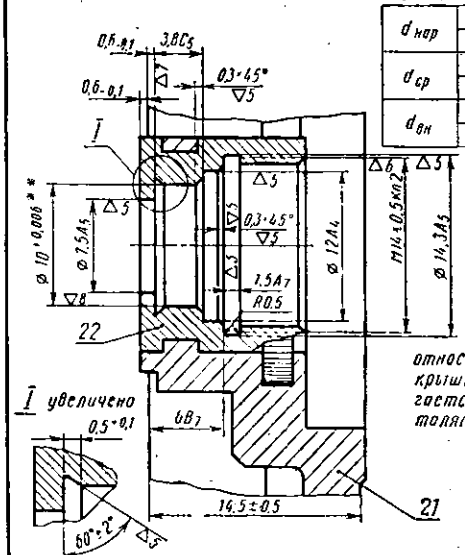
Развернуто



Место под шарикоподшипник поз. 6 в крышке со статором поз. 5

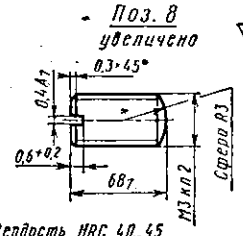
Предельные отклонения резьбы M14×0,5кл.2

$d_{нар}$	max	
	min	14,000д
$d_{ср}$	max	13,695г
	min	13,645в
$d_{вн}$	max	13,579
	min	13,459г



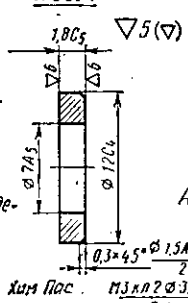
1. *** Гнезда под шарикоподшипники обрабатывать по специнструкции. Вместо выточки допускается хановка.
2. Несоосность Ø $10^{+0,006}$ *** относительно Ø 70C, по которому крышка со статором поз 5 сопрягается с рамой карданова подвеса с деталями поз 12, не более 0,02 мм

Поз. 8 увеличено

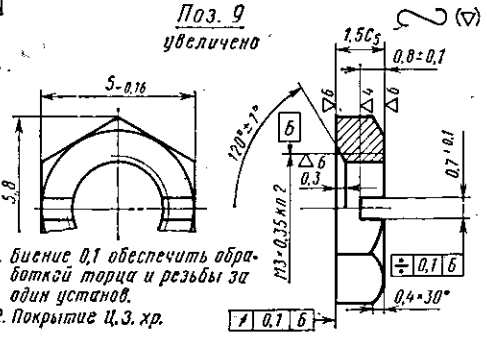


1. Твердость HRC 40...45
2. Покрытие Хим Пас

Поз. 7

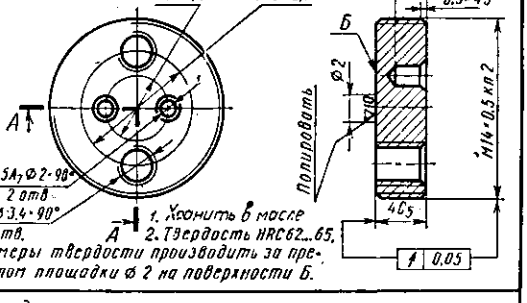


Поз. 9 увеличено



1. Биение 0,1 обеспечить обработкой торца и резьбы за один установ.
2. Покрытие Ц.3. хр.

Поз. 11

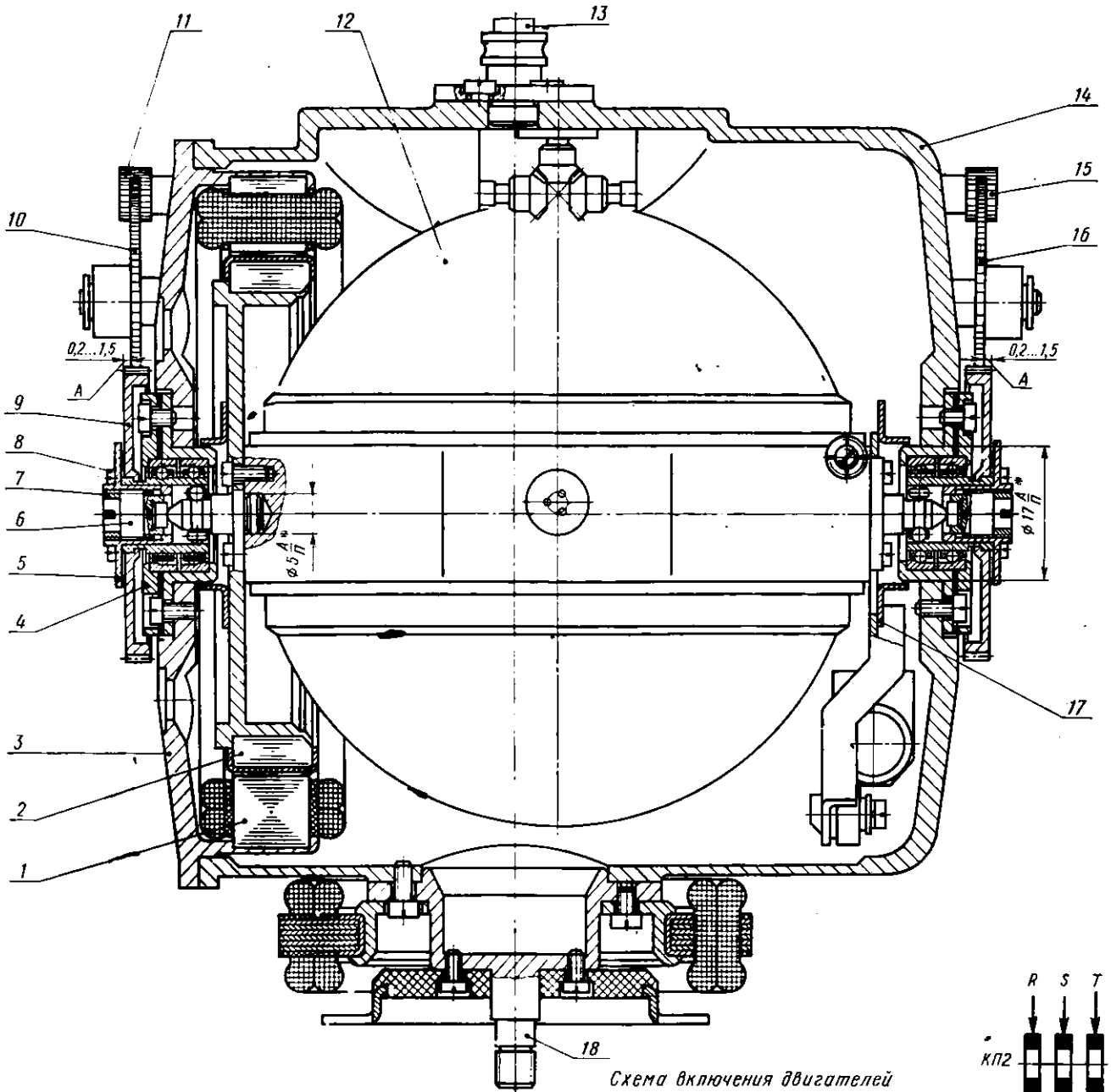


1. Хромить в масле
2. Твердость HRC 62...65.
3. Затеры твердости производить за пределом площадки Ø 2 на поверхности Б.

Рис. 5.2

Опоры с фланцевым шарикоподшипником и шариковым подпятником

1 - гайка специальная (сталь А12); 2 - индукционный датчик (сб); 3 - винт М2×3-4 шт.; 4 - гироузел (сб); 5 - крышка со статором (сб); 6 - шарикоподшипник А23; 7 - шайба (сталь ЭИ474); 8 - винт (сталь 4А15)-2 шт; 9 - гайка специальная (сталь А15); 10 - шарик II 1/16 ГОСТ 8, 11 - подпятник (сталь ШХ15); 12 - внутренняя рама карданова подвеса (сб); 13 - шарикоподшипник А74.0063, 14 - заготовка оси (сталь ЭИ474); 15 - корпус гироузла (алюминиевый сплав АЛ2); 16 - заготовка оси (сталь ЭИ474) 17 - заготовка втулки (сталь ЭИ474), 18 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 19 - крышка (сб); 20 - статор (сб); 21 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 22 - заготовка втулки (сталь ЭИ474).



1. Размер А регулировать прокладками поз. 44.
2. Осевой люфт шестерен поз 10 и 16 в пределах 0,05...0,15 мм регулировать прокладками поз 47.
3. Осевой люфт валиков поз.34 по оси Х-Х перед регулировкой конического зацепления должен быть 0,02...0,05 мм, регулировать прокладками поз. 36. Проверить под усилием 5Н.
4. Осевой люфт оси поз 28 после штифтовки шестерни поз 32 должен быть 0,02...0,05 мм.
5. Коническое зацепление должно быть плавным, без затираний, регулировать прокладками поз. 33 и установкой шестерен поз 41 и 42 на валик поз 34
6. Узлы подшипников поз. 4 и подшипники поз. 30,35 и 48 смазать маслом ОКБ-122-16 по 1...2 капли.

Схема включения двигателей реверсивного механизма

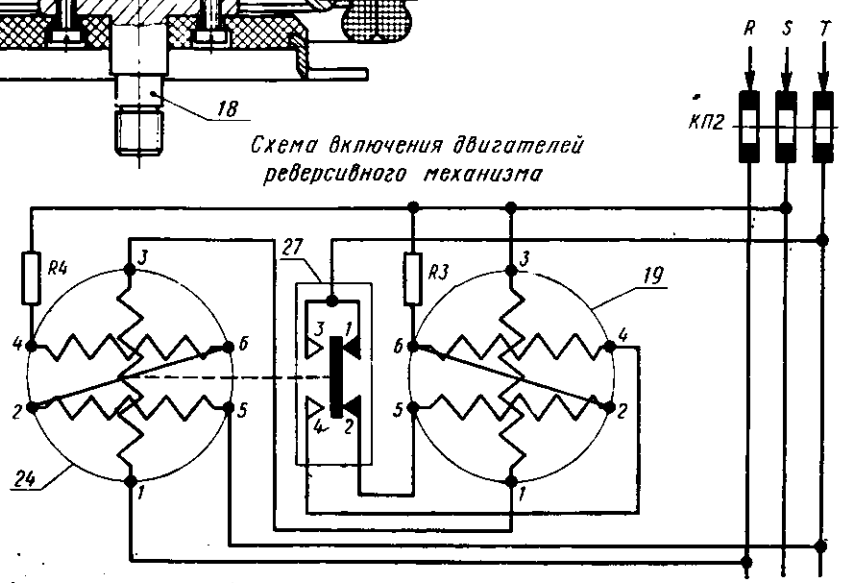


Рис. 5.3.
на 4 листах.
Лист 1

Опоры с трехколечными разновращающимися реверсивными шарикоподшипниками:
1 - статор (сб.); 2 - ротор (сб.); 3 - крышка (сталь 45Л); 4 - узел подшипника (сб.); 5 - втулка (сталь ЭИ474); 6 - пята с пробкой (сб.); 7 - кольцо резьбовое (сталь ЭИ474); 8 - винт М2•3-6 шт.; 9 - шестерня (сталь ЭИ474); 10 и 16 - шестерни (бронза БрАМц-9-2); 11 и 15 - шестерни (сталь ЭИ474); 12 - гировузел (сб.); 13 - ось со втулкой подшипника (сб.); 14 - корпус рамы карданова подвеса (сталь 45Л); 17 - экран (алюминиевый сплав АДМ); 18 - ось нижняя (сталь ЭИ474); 19 и 24 - двигатели ДИД-0,5;

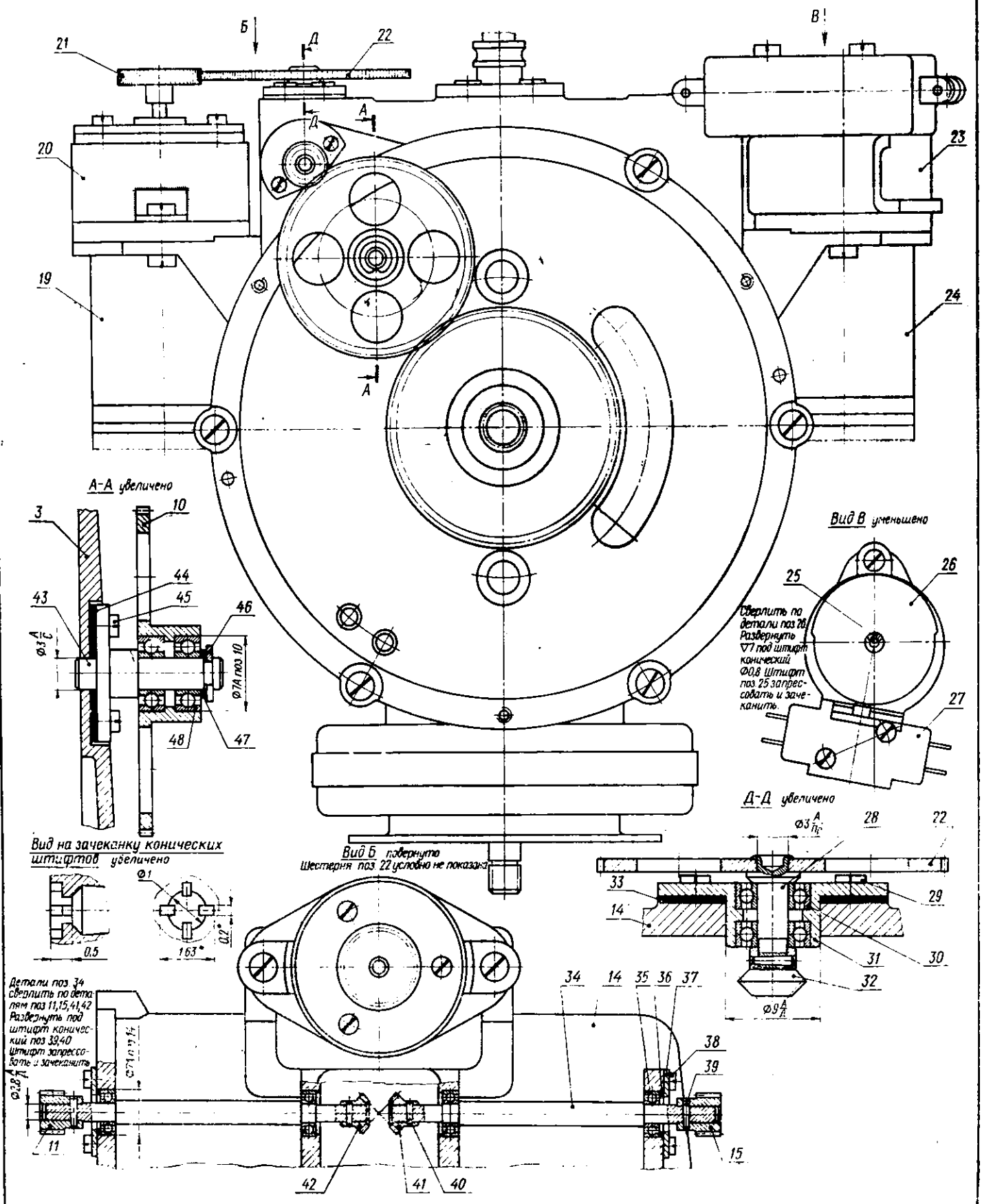
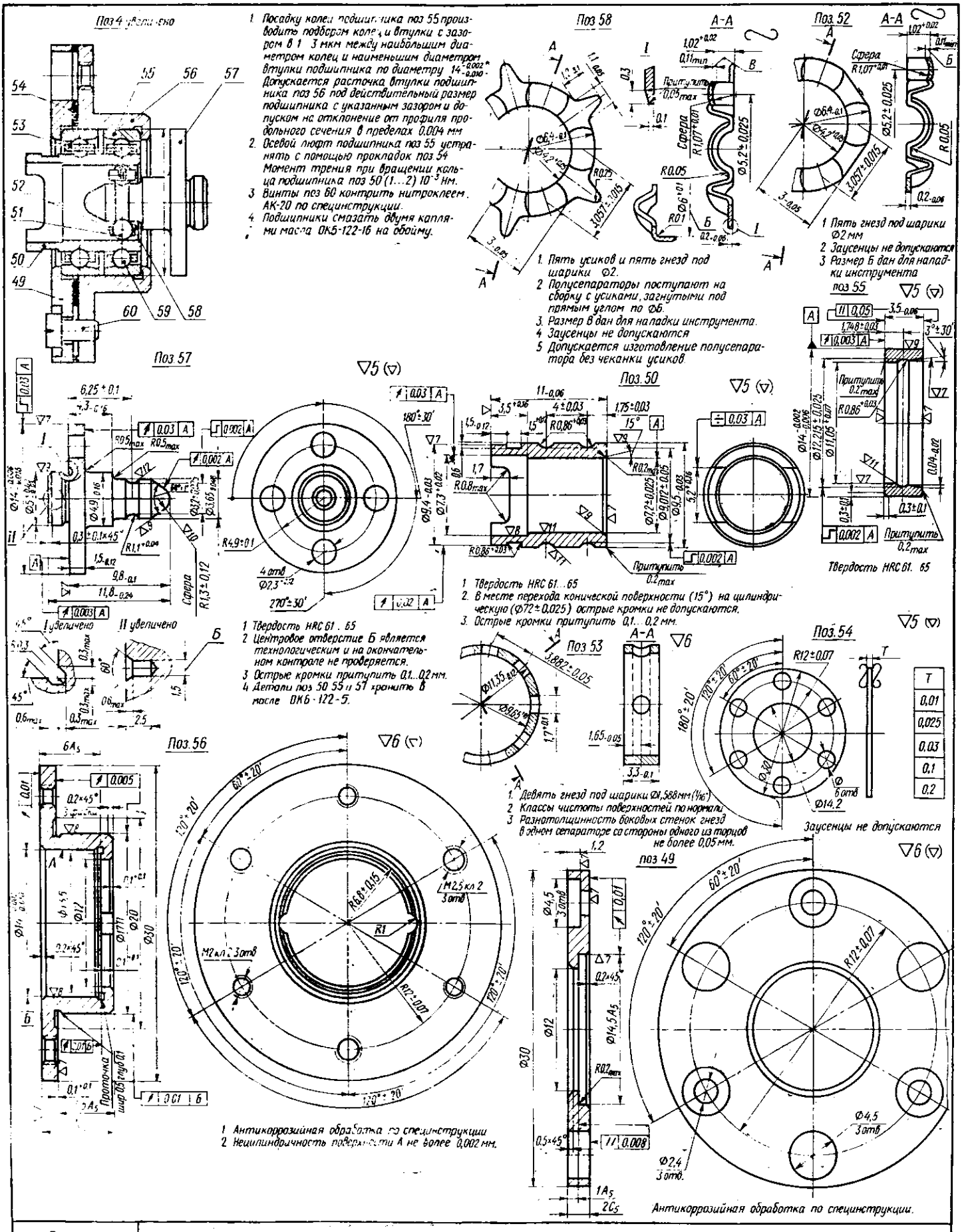


Рис. 5.3	20 и 23 – редукторы (сб); 21 – шестерня (сталь ЭИ474); 22 – шестерня (бронза Бр АМц-9-2Л); 25 – штифт; 26 – кулачок (сб); 27 – микропереключатель (сб); 28 – ось (сталь 4Х13), 29 – винт М2×7 – 4 шт; 30 – шарикоподшипник 1000083М – 2 шт; 31 – втулка (сталь ЭИ474); 32 – шестерня коническая (сталь ЭИ474); 33 – прокладки (Т=0,025; 0,05; 0,03 – алюминиевый сплав АД1; Т=0,5 – алюминиевый сплав АДМ); 34 – валик (сталь ЭИ474); 35 – шарикоподшипник 1000083М – 4 шт; 36 – прокладки (Т=0,06; 0,01; 0,012; 0,038 – латунь Л62Т); 37 – накладки (сталь 4Х13) – 2 шт; 38 – винт М2×4 – 8 шт; 39 и 40 – штифты конические; 41, 42 – шестерни конические (сталь ЭИ474); 43 – ось (сталь 4Х13); 44 – прокладки Т=0,3 – 0,04; 0,5 – 0,06 (сталь 2Х13), 45 – винт М2×4 – 5 шт; 46 – шайба упорная; 47 – прокладки (Т=0,5 – 0,06; 0,2 – 0,03 – сталь 2Х13); 48 – подшипник 1000083М – 2 шт
Лист 2	

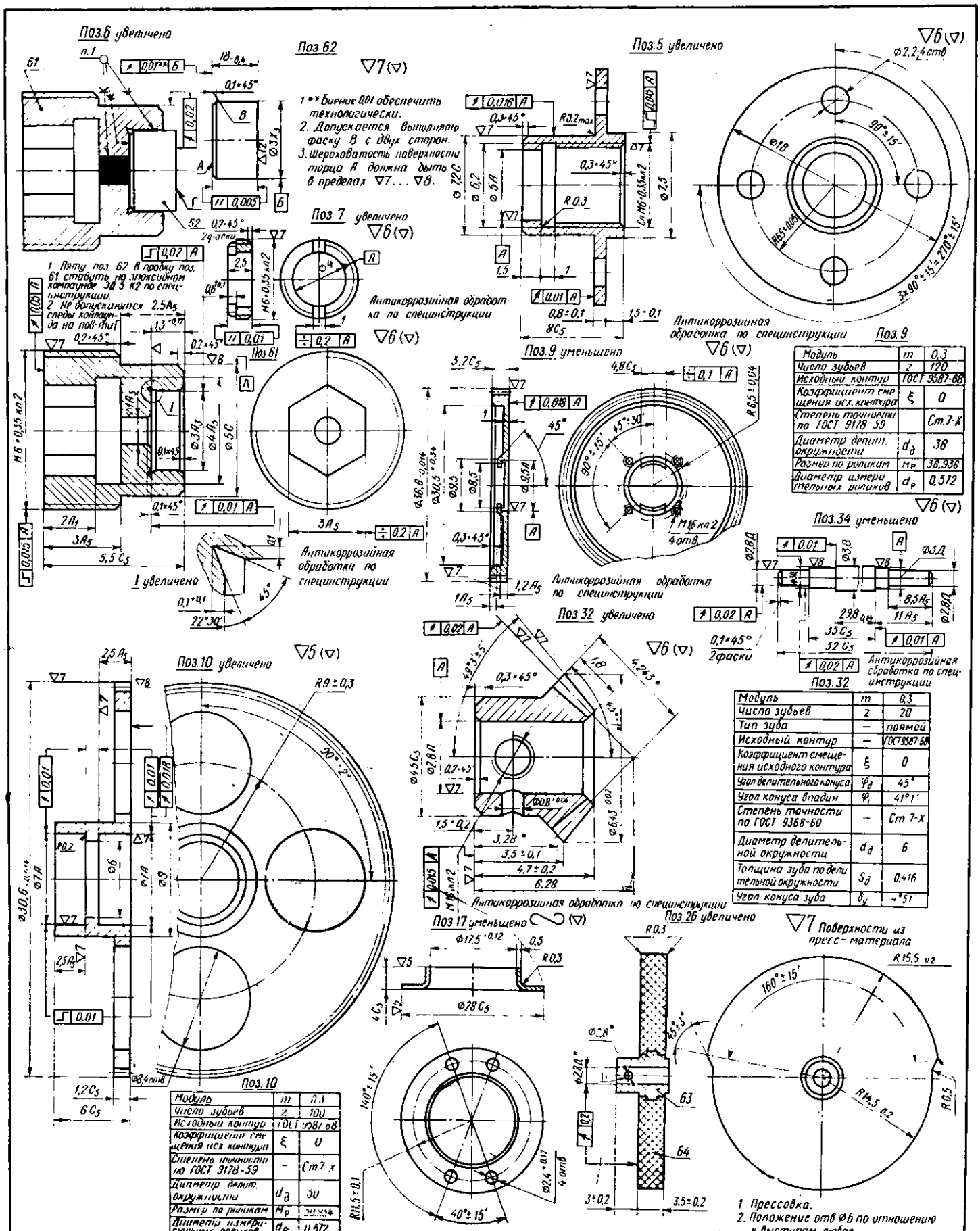


T
0,01
0,025
0,03
0,1
0,2

Рис. 5.3

Лист 3

49 - крышка подшипника (сталь ЭИ474); 50 - кольцо промежуточное (ШХ15П); 51 - шарик Ø 1,558; 52 - полусепаратор (латунь Л62); 53 - сепаратор; 54 - прокладка (алюминиевый сплав АД1); 55 - кольцо наружное (ШХ15П); 56 - втулка подшипника (сталь ЭИ474); 57 - центр (сталь ШХ15П); 58 - полусепаратор (латунь Л62); 59 - шарик Ø 1,588; 60 - винт М2х3 - 3 шт



Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	120
Исходный контур		ГОСТ 3587-68
Коэффициент смещения исх. контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59		Ст.7-Х
Диаметр делит. окружности	$d_д$	36
Размер по роликам	$M_р$	36,936
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	20
Тип зуба	–	прямой
Исходный контур	–	ГОСТ 3587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Угол делительного конуса	$\varphi_д$	45°
Угол конуса впадин	φ_1	41°1′
Степень точности по ГОСТ 9368-60	–	Ст 7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	6
Толщина зуба по делительной окружности	$S_д$	0,416
Угол конуса зуба	$\delta_у$	4°51′

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	100
Исходный контур		ГОСТ 3587-68
Коэффициент смещения исх. контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	–	Ст 7-х
Диаметр делит. окружности	$d_д$	30
Размер по роликам	$M_р$	30,936
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Рис. 5.3

Лист 4

61– пробка (сталь 4Х13); 62– пята (твердый сплав ВК6МП); 63– втулка (латунь ЛС59); 64– пресс-материал ВЛ1 (волокнит).

ГЛАВА 6

КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ОПОР ПОДВЕСА ДВУХСТЕПЕННЫХ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В двухстепенных гироскопах, не заполненных жидкостью, и в жидкостных гироскопах с неполным взвешиванием гироузла оси подвеса устанавливают на шарикоподшипники, обеспечивающие малый момент трения при значительных нагрузках в опорах. В поплавковых гироскопах с полным взвешиванием поплавка в жидкости и почти полной разгрузкой опор применяют цилиндрические опоры с бронзовыми или камневыми подшипниками с диаметрами цапф от 0,4 до 0,8 мм. Эти опоры в статическом режиме дают очень малые моменты трения, но при разворотах платформы с гироскопом вокруг оси, не совпадающей с осью измерения прибора, в опорах возникают гироскопические реакции и моменты трения. Подпружиненные керновые опоры поплавковых гироскопов при высокой удельной прочности позволяют получить минимальные моменты трения и при гироскопических реакциях в опорах за счет малого радиуса трения.

При обычном конструктивном оформлении подшипниковых узлов внутренние кольца шарикоподшипников или цапфы цилиндрических опор устанавливают на подвижной части прибора — гироузле.

При этом круговые вибрации корпуса прибора в плоскости вращения гироузла создают односторонний увлекающий момент трения, зависящий от вибрационной перегрузки и направленный в сторону круговой вибрации. Виброустойчивость опор повышается, если с одной стороны на гироузел установлено внутреннее кольцо, а с другой — наружное. Моменты трения в таких опорах при круговых вибрациях корпуса направлены навстречу и увлекающий момент гироузла уменьшается.

Рис. 6.1. Опоры с радиальными шарикоподшипниками в армированных втулках. Наружные кольца шарикоподшипников *2* установлены в армированных втулках *10* и *13*, а осевой зазор регулируется резьбовым подпятником *6*.

Рис. 6.2. Опоры виброустойчивого подвеса с радиальными шарикоподшипниками. Конструктивной особенностью этого типа опор является то, что на гироузле с левой стороны устанавливается наружное кольцо, а с правой стороны — внутреннее кольцо шарикоподшипников *4*. Такое расположение повышает виброустойчивость прибора, так как моменты трения в каждом из двух подшипников, возникающие при круговых вибрациях корпуса прибора, стремятся увлечь гироузел в противоположных направлениях и компенсируются. Осевой зазор регулируется подбором прокладок *9*.

Рис. 6.3. Опоры с радиальными шарикоподшипниками в крышках корпуса прибора. Наружное и внутреннее кольца левого шарикоподшипника *7* неподвижно закреплены соответственно на оси рамки *10* и в крышке корпуса прибора *6*. Внутреннее кольцо правого подшипника закреплено на оси гироузла гайкой *1*, а наружное посажено в крышку *12* с зазором 0,002—0,005 мм и может перемещаться под действием пружины *14*, устраняя осевой зазор. Наклонные резьбовые отверстия М1, *7* используют для смазки подшипников.

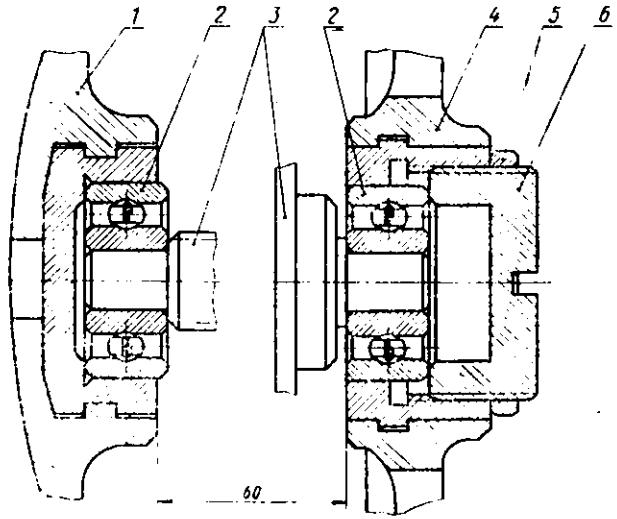
Рис. 6.4. Опоры с насыпными шарикоподшипниками и стальными подпятниками. Миниатюрные шарикоподшипники *4* неподвижно закреплены в корпусе прибора, а цапфы *8* в рамке *1* гироскопа. Малый диаметр цапфы позволяет уменьшить момент трения в опорах. Осевой зазор регулируется перемещением винта с подпятником *6* в пределах 0,03—0,05 мм, радиальный зазор в подшипниках 0,004—0,008 мм обеспечивается доводкой цапф под действительный внутренний диаметр подшипников.

Рис. 6.5. Цилиндрические опоры с бронзовыми подшипниками и стальными подпятниками. Подшипники с трением скольжения применяют только в поплавковых гироскопах с полным взвешиванием гироузла в жидкости.

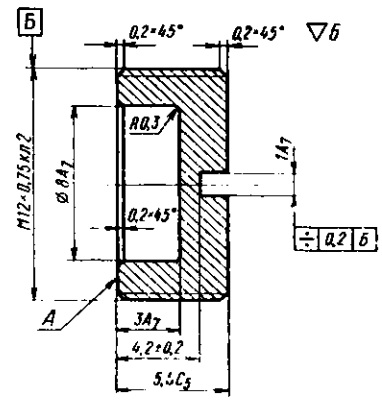
Полуоси *5* запрессованы в гироузел, и их диаметр после сборки доводится, обеспечивая радиальный зазор в подшипниках от 4 до 8 мкм. Тороидальная внутренняя поверхность $R=1$ бронзовых подшипников гарантирует сохранение радиального зазора при регламентированных эксцентриситетах сопряженных диаметров и несколько снижает трение. Осевой зазор регулируется резьбовым упором *2* со стальным подпятником *15*.

Рис. 6.6. Керновые опоры. Применяют в поплавковых гироскопах. Положительной особенностью этих опор является малый момент трения при остаточном весе гироузла или при гироскопических реакциях в опорах, возникающих при поворотах корпуса прибора вокруг оси вращения рамы гироскопа. В рабочих условиях пружины *3* и *11* с большей жесткостью не работают и фиксируют в корпусе подпятник с камнем *5* и фланец *9*. Центрирование гироузла *6* осуществляется пружиной *8* с меньшей жесткостью, позволяющей подпятнику с камнем *7* совершать осевые перемещения на 20—30 мкм при осевой нагрузке на керн 0,04—0,07 Н. Податливость опор повышает их вибропрочность и снижает момент трения, заставляя поддерживающую жидкость воспринимать инерционные нагрузки. Жесткие пружины *3* и *11* предохраняют опоры от разрушения при сборке прибора и при резких его охлаждениях.

Рис. 6.7. Упругие опоры с перекрещивающимися пружинами. Плоские пружины *3* служат опорами и создают противодействующий момент. Особенностью опор такого рода является отсутствие осевых и радиальных люфтов. Трение же в них создается за счет внутреннего трения в материале пружин. Пружины изготовлены из бериллиевой бронзы, которая обеспечивает стабильность упругих характеристик в условиях знакопеременных нагрузок и обеспечивает малый момент внутреннего трения.



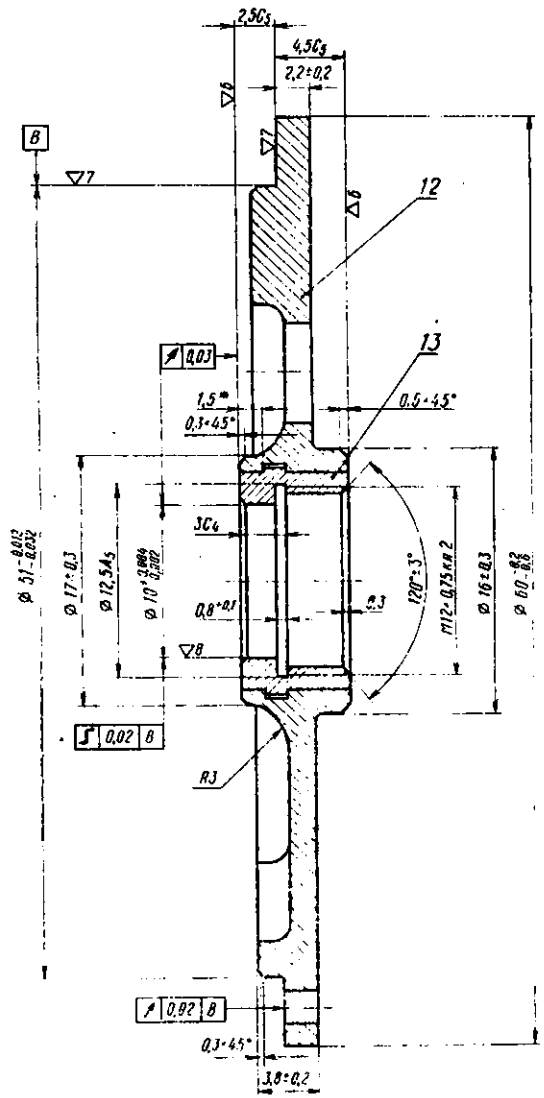
Поз. 6



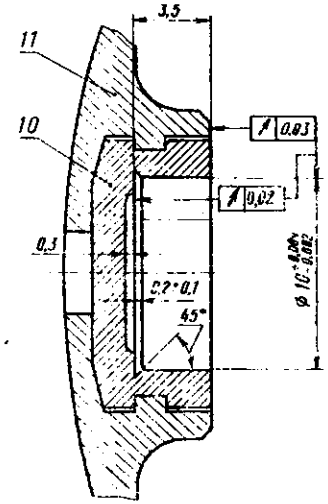
Неперпендикулярность торца А относительно среднего диаметра резьбы не более 0,02 мм, (обеспечивается технологически)

Поз. 4 уменьшено

▽5 (▽)

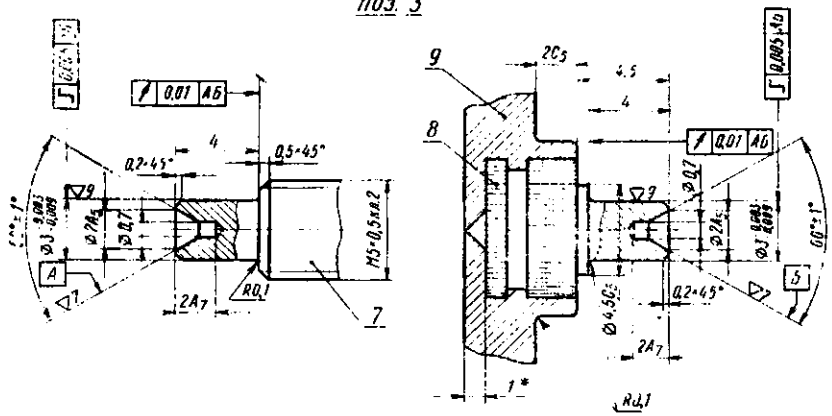


Элемент узла поз. 1



Элементы узла поз. 3

▽6 (▽)

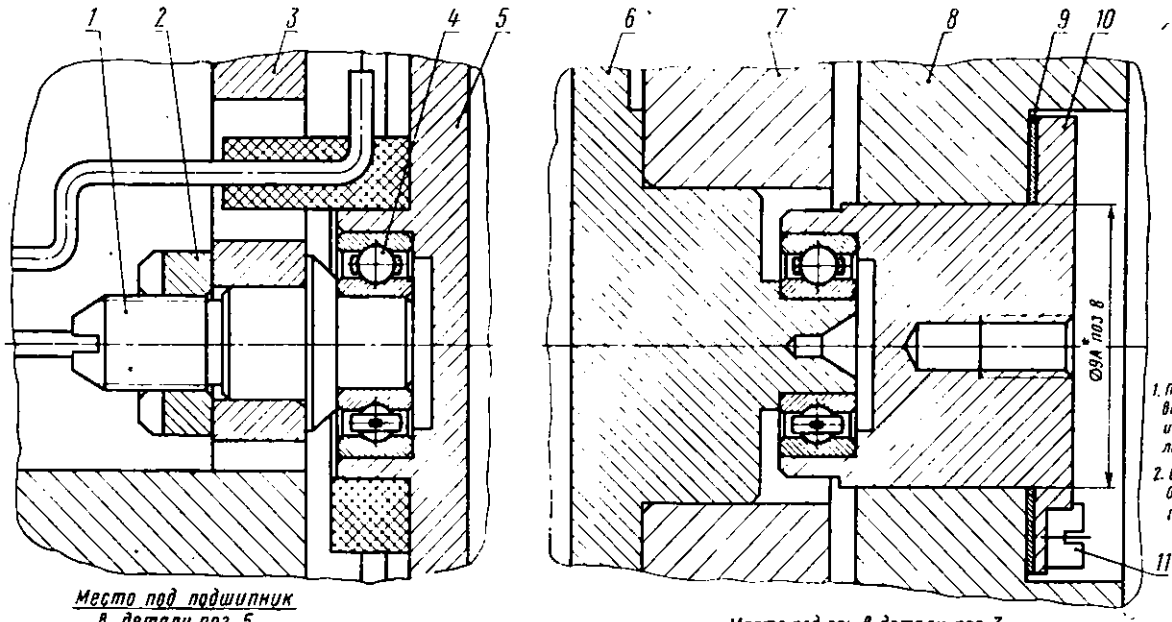


Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм

Рис. 6.1

Опоры с радиальными шарикоподшипниками в армированных втулках:

1 - корпус (сб.); 2 - шарикоподшипник А23УМ; 3 - гироузел (сб.); 4 - крышка (сб.); 5 - гайка М12; 6 - подпятник (сталь ЭИ474); 7 - заготовка оси (сталь ЭИ474); 8 - заготовка оси (сталь ЭИ474); 9 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 10 - заготовка втулки (сталь ЭИ474); 11 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 12 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 13 - заготовка втулки (сталь ЭИ474)



1. Подшипники поз. 4, крышки поз 5, втулки поз.10, стаканы поз.6, и оси поз.1 комплектовать согласно табл. 1 и 2.
2. Осевой люфт гироузла 0,03... 0,05 мм, регулировать прокладками поз. 9.

Место под подшипник в детали поз. 5

Конец оси детали поз. 6

Место под ось в детали поз.3

Таблица 1

Группа	I	II	III	IV	V
Предельные отклонения внутреннего диаметра подшипника	0,000	-0,002	-0,004	-0,006	-0,008
	-0,002	-0,004	-0,006	-0,008	-0,010
Предельные отклонения Ø3**	-0,002	-0,004	-0,006	-0,008	-0,010
	-0,004	-0,006	-0,008	-0,010	-0,012

Таблица 2

Группа	I	II	III	IV
Предельные отклонения наружного диаметра подшипника	0,000	-0,002	-0,004	-0,006
	-0,002	-0,004	-0,006	-0,008
Предельные отклонения Ø7**	0,004	0,002	0,000	-0,002
	0,002	0,000	-0,002	-0,004

1. Покрытие Ан.Окс. бесцветное.
2. Диаметр Г обрабатывать после нанесения покрытия.

▽5 (▽)

Поз. 1

Поз. 9
уменьшено

Детали комплектовать по группам, согласно табл. 1.

1. Заусенцы не допускаются.
2. Покрытие Хим. Пас.

Поз. 10
уменьшено

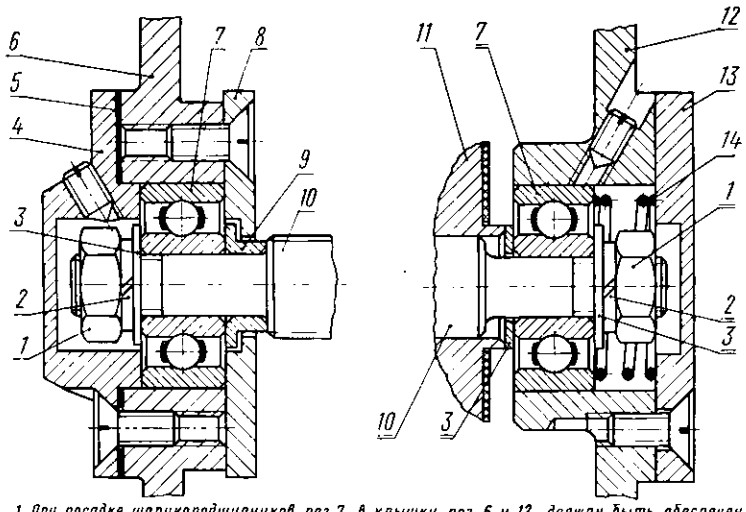
Место под втулку в дет. поз.8

1. Покрытие Ан.Окс. бесцветное.
2. Поверхности А от покрытия предохранить.
3. Детали комплектовать по группам, согласно табл. 2

1. Термическая стабилизация по специнструкции.
2. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.
3. Заусенцы не допускаются.

Рис. 6.2

Опоры виброустойчивого подвеса с радиальными шарикоподшипниками:
1-ось (сталь 18ХНЗВТ); 2-гайка М3; 3-корпус (алюминиевый сплав В95-Т1); 4-подшипник 2А2000083К-2 шт.; 5-крышка гироузла (алюминиевый сплав В95-Т1); 6-стакан (алюминиевый сплав В95-Т1); 7-магнит (магнитный сплав ЮНДК-15); 8-фланец корпуса (алюминиевый сплав В95-Т1); 9-прокладки (латунь Л62-Т); 10-втулка (алюминиевый сплав В95-Т1); 11-винт М1, 7х6-3 шт.

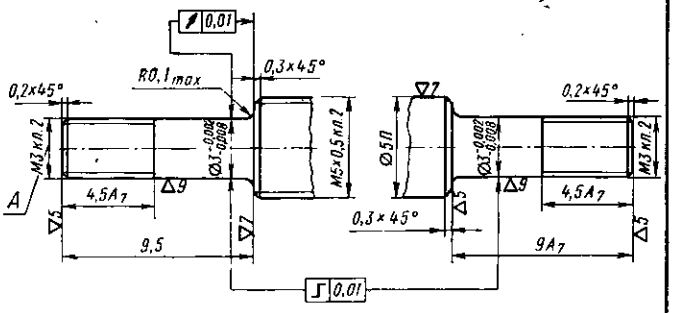


1 При посадке шарикоподшипников поз.7 в крышки поз.6 и 12 должен быть обеспечен радиальный зазор между наружным кольцом и гнездом в пределах 0,002...0,006 мм.

2 Каждый подшипник смазать одной каплей масла МН-60 со стержня Ø 2.

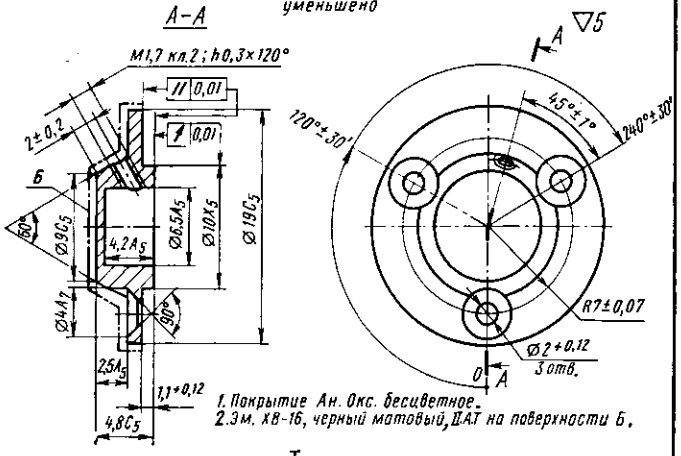
3 Прокладки поз.5 ставить по мере необходимости.

Концы осей детали поз. 10



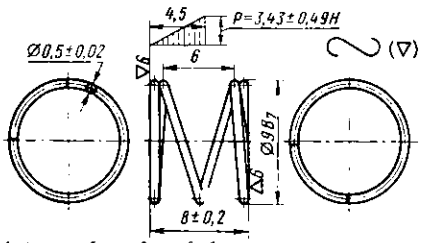
Диаметр резьбы А занизить в пределах 3X4

Поз. 4
уменьшено



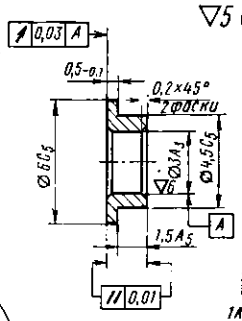
1. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.
2. Зм. ХВ-16, черный матовый, ПАТ на поверхности Б.

Поз. 14
уменьшено

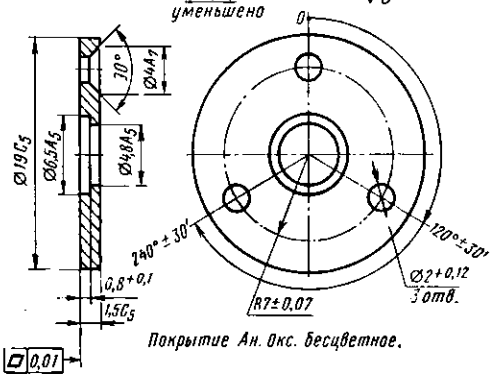


1. Число рабочих витков – 1.
2. Термообработка по спец. инструкции.
3. Покрытие Ц.9.хр.

Поз. 9

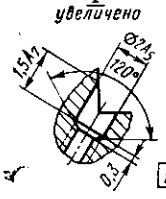


Поз. 8
уменьшено

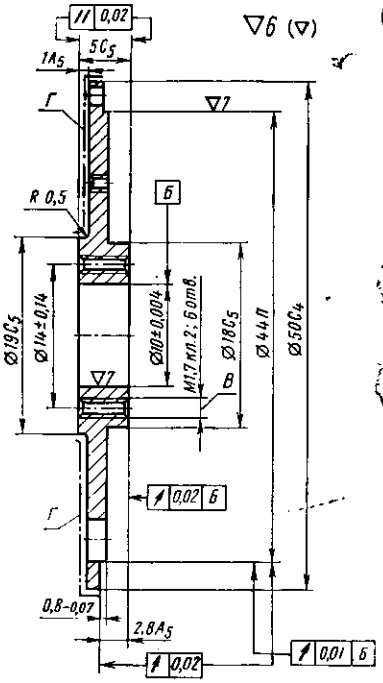


Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

I
увеличено

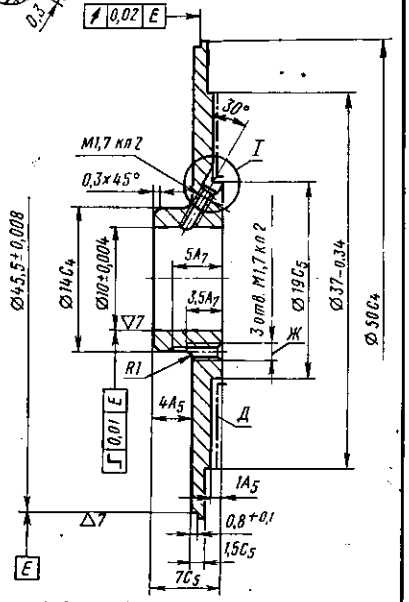


Поз. 6
уменьшено



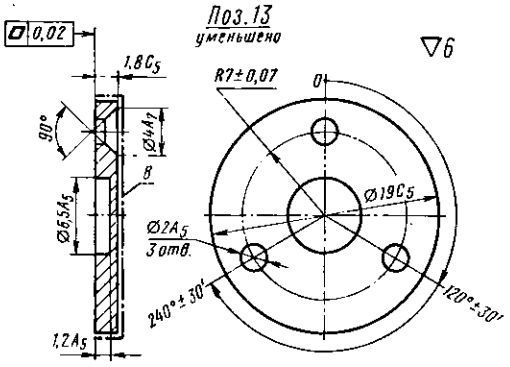
1. 3 отв Ø В выполнять через 60°±30'.
2. Острые кромки притупить 0,2...0,3 мм.
3. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.
4. Зм. ХВ-16, черный, матовый ПАТ на поверхности Г.

Поз. 12
уменьшено



1. 3 отв. Ø Ж выполнять через 120°±30'.
2. Острые кромки притупить 0,1 мм.
3. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.
4. Зм. ХВ-16, черный матовый, ПАТ на поверхности Д.

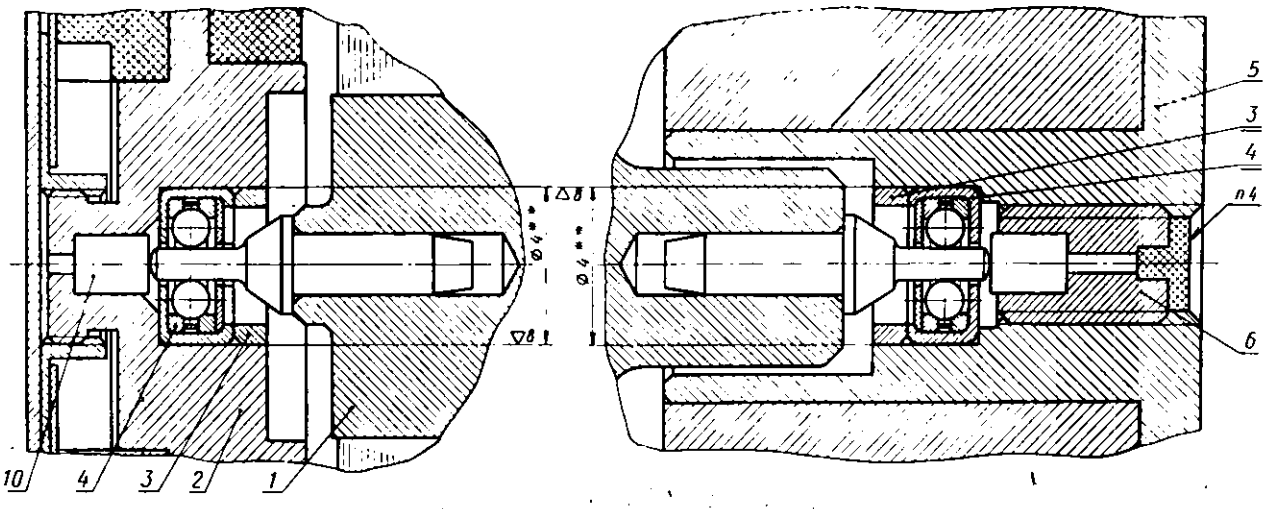
Поз. 13
уменьшено



1. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.
2. Зм. ХВ-16, черный матовый, ПАТ на поверхности В.

Рис. 6.3

Опоры с радиальными шарикоподшипниками в крышках корпуса прибора:
1 – гайка (сталь А12); 2 – шайба пружинная – 2 шт.; 3 – шайба (сталь 10); 4 – крышка (алюминиевый сплав Д1-Т); 5 – прокладки (латунь Л62); 6 – крышка корпуса (сталь 4Х13); 7 – шарикоподшипник А23УМ – 2 шт.; 8 – кольца (алюминиевый сплав Д1-Т); 9 – втулка (сталь 4Х13); 10 – ось рамки (сталь 2Х13); 11 – пакет ротора (сб.); 12 – крышка корпуса (сталь 4Х13); 13 – крышка (алюминиевый сплав Д1-Т); 14 – пружина (проволока стальная кл. ПА Ø 0,5)



1. Подшипники поз 4 комплектовать согласно табл 1,2
2. Проверку подшипников производить по специнструкции.
3. Втулки упорные поз.3 прессовать до совпадения с торцами.
4. Осевой люфт рамки поз 1 0,03...0,05 мм, регулировать по специнструкции, после чего винт с подпятником поз. 6 запломбировать эпоксидным компаундом ЭД-5-К2
5. Отверстия Ø4** выполнять в допусках, обеспечивающих с подшипником 3040 зазор 0...0,005 мм.

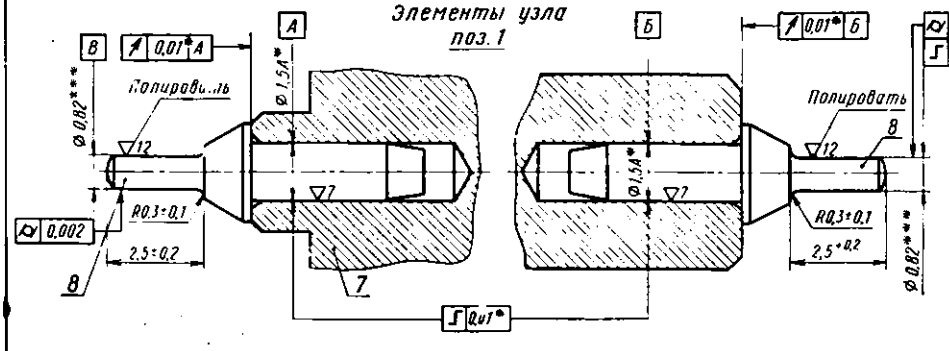
Таблица №1

Группа	I	II	III	IV
Допуск наружного диаметра подшипника	-0,002 -0,003	-0,003 -0,004	-0,004 -0,005	-0,005 -0,006
Допуск гнезда под подшипник	0,000 +0,003	-0,001 +0,002	-0,002 +0,001	-0,003 0,000

Таблица №2

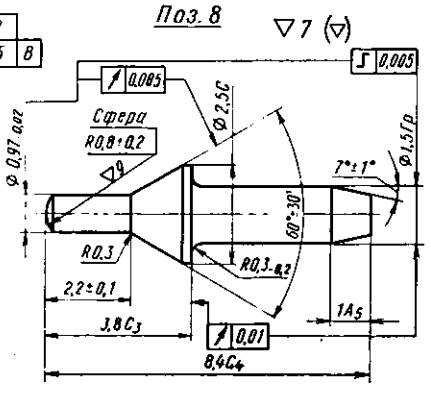
Группа	I	II	III	IV
Допуск внутреннего диаметра подшипника	-0,002 -0,004	-0,004 -0,006	-0,006 -0,008	-0,008 -0,010
Допуск цапфы	-0,004 -0,006	-0,006 -0,008	-0,008 -0,010	-0,010 -0,012

Элементы узла поз. 1



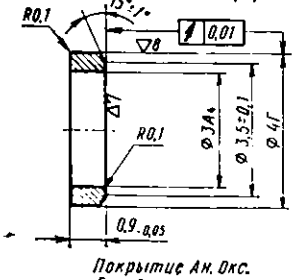
1. Цапфы поз 8 прессовать до упора.
2. Диаметры 0,82*** выполнять в допусках, обеспечивающих с подшипником 3040 зазор 0,004...0,008 мм.
3. Узел подвергнуть термостабилизации.
4. Несоосность 0,01* и биения 0,01* указаны для рамки поз.7.

Поз. 8 ▽7 (▽)



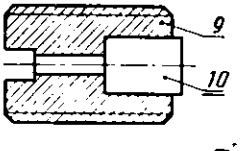
1. Твердость HRC 61...63.
2. Хранить в масле ОКБ 122-5.

Поз. 3 ▽6 (▽)



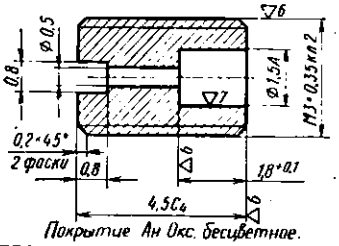
Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

Поз. 6



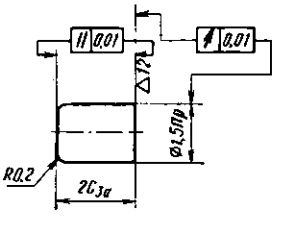
1. Подпятник поз. 10 прессовать до упора.
2. Узел хранить в масле ОКБ122-5.

Поз. 9 ▽4 (▽)



Покрытие Ан Окс. бесцветное.

Поз. 10 ▽8 (▽)

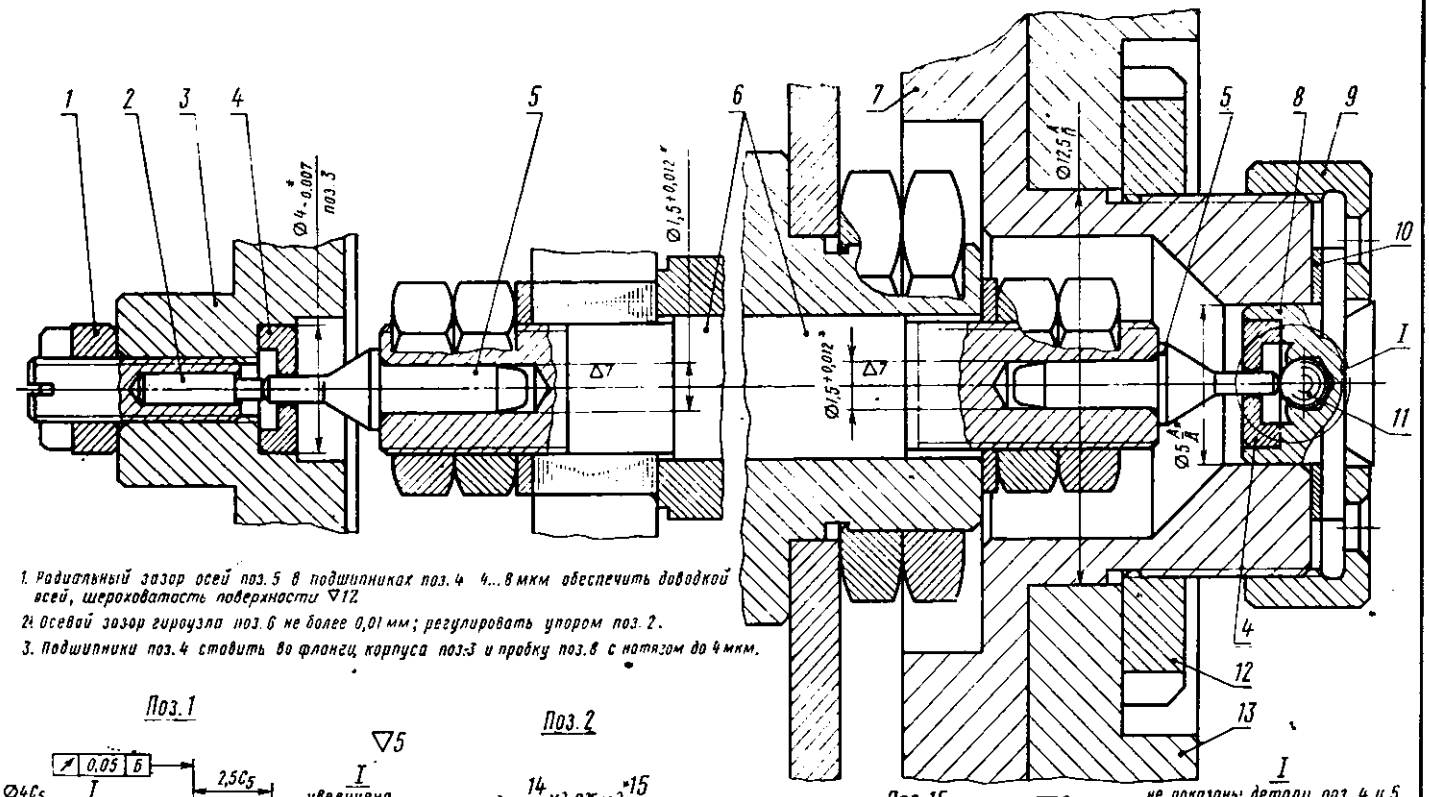


1. Твердость HRC 61...65.
2. Хранить в масле ОКБ 122-5.

Рис. 6.4

Опоры с насыпными шарикоподшипниками и стальными подпятниками:

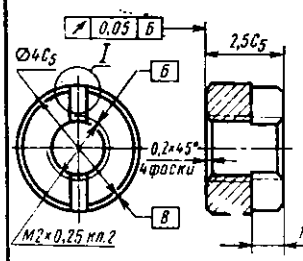
1 - рамка (сб); 2 - узел датчика (сб); 3 - втулка упорная (алюминиевый сплав Д16-Т); 4 - подшипник 3040; 5 - магнит (сб); 6 - винт с подпятником (сб), 7 - рамка (алюминиевый сплав Д16-Т); 8 - цапфа (сталь ШХ15Л); 9 - винт (алюминиевый сплав Д16-Т); 10 - подпятник (сталь ШХ15)



1. Радиальный зазор осей поз. 5 в подшипниках поз. 4 4...8 мкм обеспечить доводкой осей, шероховатость поверхности ▽12.
2. Осевой зазор гироузла поз. 6 не более 0,01 мм; регулировать упором поз. 2.
3. Подшипники поз. 4 ставить во фланец корпуса поз. 3 и пробку поз. 8 с натягом до 4 мкм.

не показаны детали поз. 4 и 5

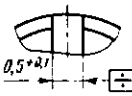
Поз. 1



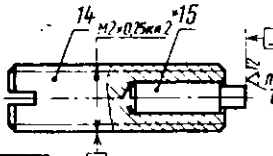
1. Торцовое биение 0,05 обеспечить технологически.
2. Покрытие Хим. Пас. темное.

▽5

I увеличено

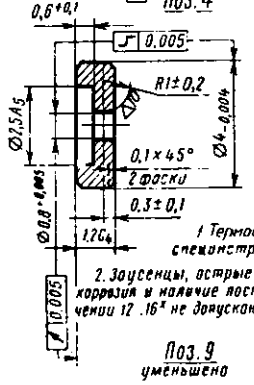


Поз. 2



Поз. 4

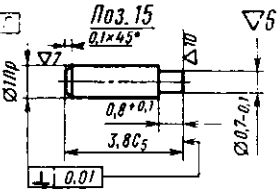
▽7 (▽)



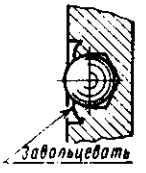
1. Термообработка по специнструкции.
2. Заусенцы, острые кромки, задиры, стружка, коррозия и наличие посторонних частиц при увеличении 12...16* не допускаются.

Поз. 15

▽6 (▽)



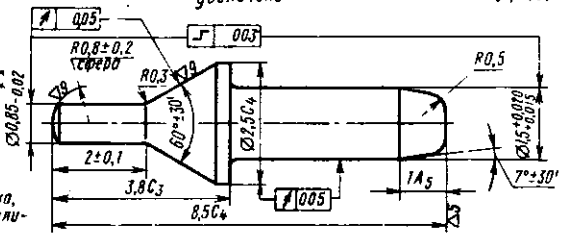
1. Твердость HRC 61...65.
2. Хранить в масле ОКБ 122-5.



Поз. 5

увеличено

▽7 (▽)

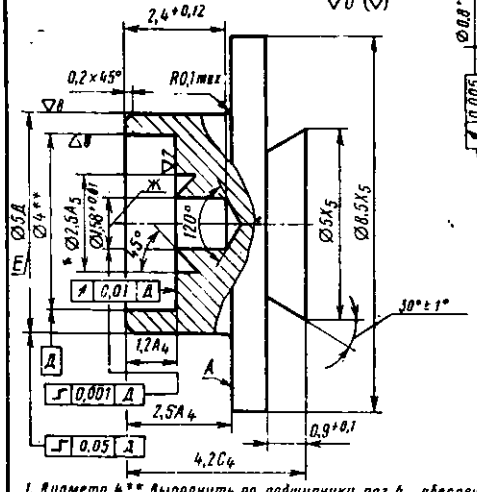


1** Размер окончательно обрабатывается в гироузле поз. 6.
2. Хранить в масле ОКБ 122-5.

Поз. 8

увеличено

▽6 (▽)

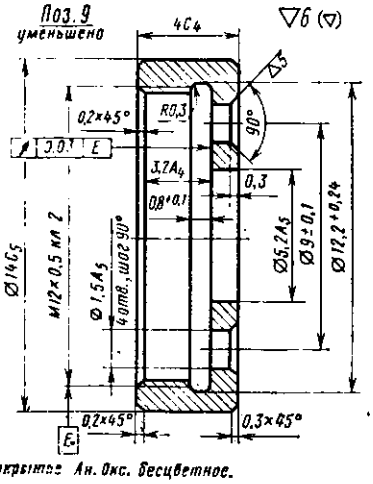


1. Диаметр 4** выполнить по подшипнику поз. 4, обеспечив натяг 0... 0,004 мм.
2. Обеспечить технологически (обработкой за один установ) торцовое биение торца А относительно осей поверхностей Ø Е, 4** и Ж не более 0,01 мм.
3. Термически стабилизировать по специнструкции.
4. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

Поз. 9

уменьшено

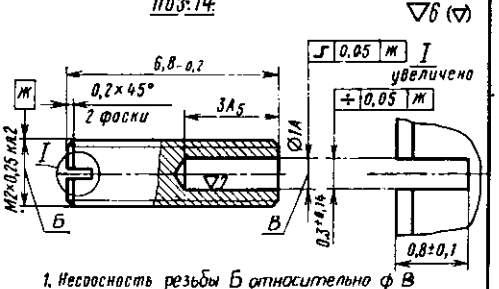
▽6 (▽)



Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

Поз. 14

▽6 (▽)

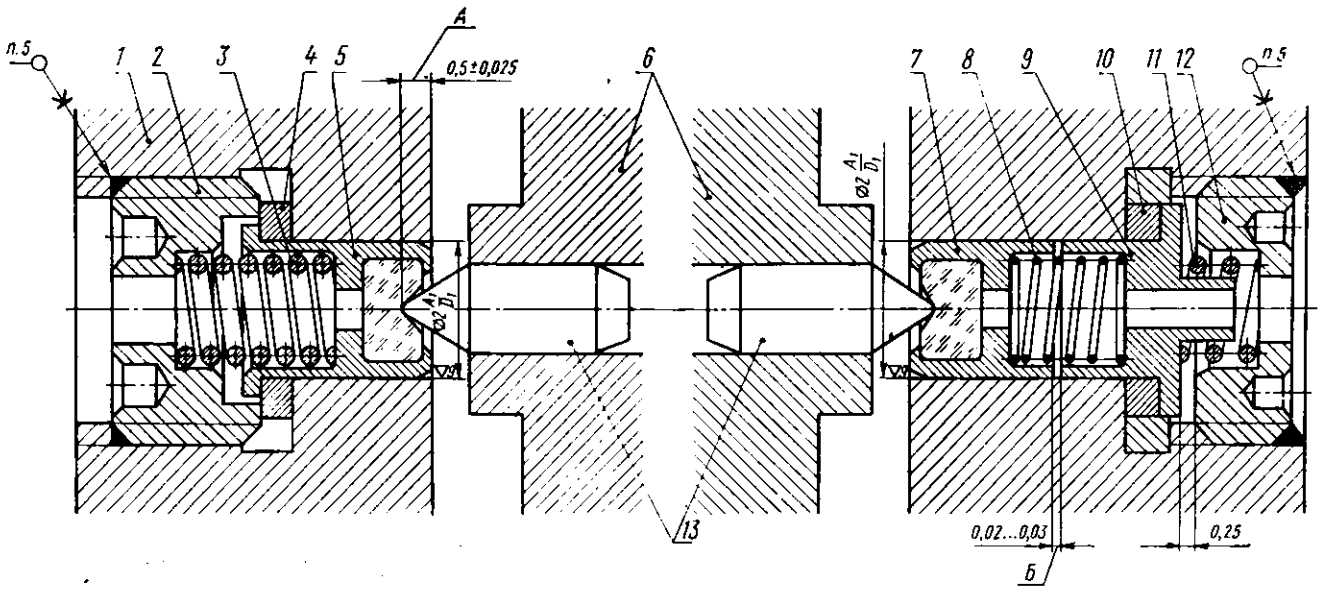


увеличено

1. Несоосность резьбы Б относительно ф В обеспечить технологически.
2. Покрытие Хим. Пас. темное.

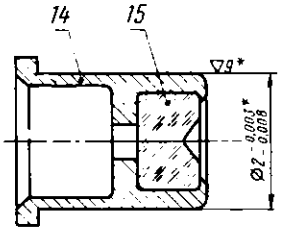
Рис. 6.5

Цилиндрические опоры с бронзовыми подшипниками и стальными подпятниками: 1-гайка-(латунь ЛС59-1Т); 2-упор (сб.); 3-фланец корпуса (алюминиевый сплав В95-Т1); 4-подшипник (бронза Бр.Б2-Т); 5-полуоси (сталь ШХ15П) 2 шт.; 6-гироузел (сб.); 7-стакан (алюминиевый сплав АМТ) 8-пробка (алюминиевый сплав В95-Т1); 9-гайка (алюминиевый сплав В95-Т1); 10-шайба регулировочная (латунь ЛС59-1Т); 11-шарик III 1/16 дюйма П; 12-гайка (алюминиевый сплав В95-Т1); 13-корпус (алюминиевый сплав В95); 14-винт (латунь ЛС59-1Т); 15-подпятник (сталь ШХ15П).



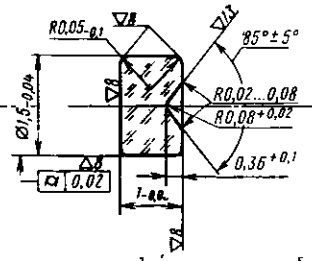
1. Размеры А от вершины конуса камня до торца крышки и Б между деталями поз. 7 и 9 выдерживать подбором шайб поз. 10 и 4 при сборке изделия.
2. В собранной опоре подпятник с камнем поз.5 под действием нагрузки 3Н не должен перемещаться, а под действием нагрузки 7,8Н должен перемещаться до упора.
3. Подпятник с камнем поз. 7 под действием нагрузки 0,04Н не должен перемещаться до упора, а под действием нагрузки 0,078Н должен перемещаться до упора.
4. В собранной опоре фланец поз. 9 под действием нагрузки 3Н не должен перемещаться, а под действием нагрузки 7,8Н должен перемещаться до упора.
5. Гайки поз. 2 и 12 контрить клеем ВК-9 по специнструкции. Попадание клея на резьбу не допускается.

Поз. 5



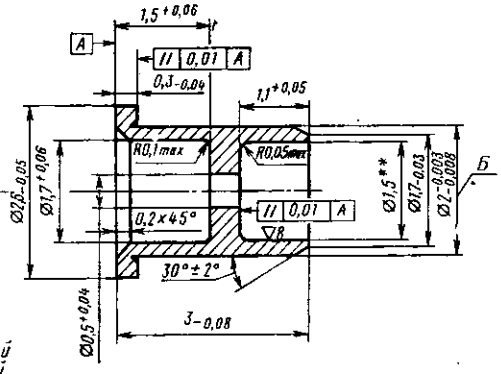
Камень поз.15 запрессовать в подпятник поз.14 до упора и завальцевать.

Поз. 15



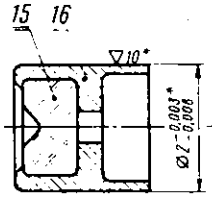
Отклонение от перпендикулярности на рабочей торцовой плоскости к образующей цилиндрической поверхности, не должно превышать 1°

Поз. 14



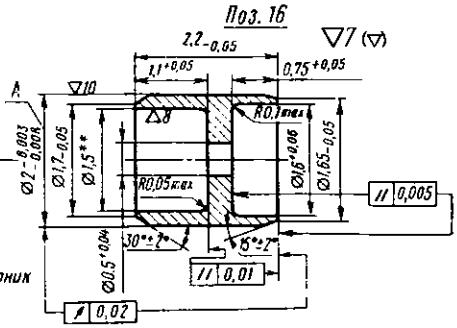
1. Острые кромки притупить 0,03...0,05 мм.
2. Диаметр 1,5** точить по максимальному диаметру камня ПКК1,5×0,8 с натягом 2...6 мкм.
3. Разностенность Ø1,5** и Ф Б не более 0,01 мм.
4. На поверхности цилиндра Ø Б допускаются отдельные риски ▽8.
5. Химическое полирование по специнструкции.

Поз. 7



Камень поз 15 запрессовать в подпятник поз 16 до упора и завальцевать.

Поз. 16

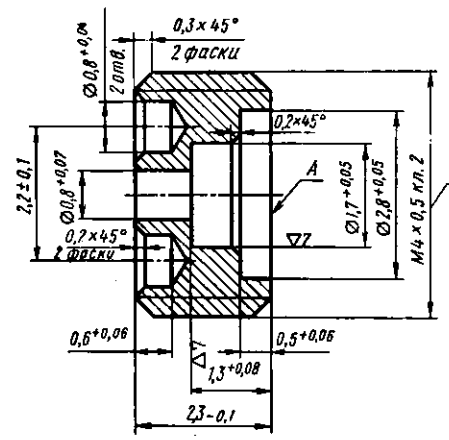


1. Острые кромки притупить 0,03...0,05 мм.
2. Диаметр 1,5** точить по максимальному диаметру камня ПКК1,5×0,08 с натягом 2...6 мкм.
3. Разностенность Ø1,5** и Ф А не более 0,01 мм.
4. Химическое полирование по специнструкции.

Рис. 6.6
на 2 листах.
Лист 1

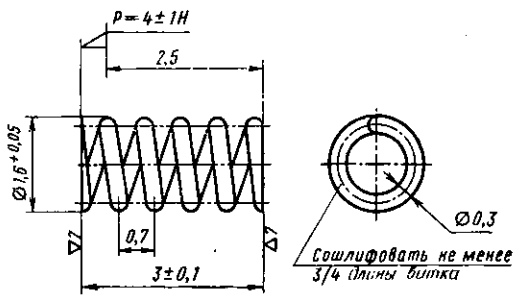
Керновые опоры:
1-корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 2-гайка (латунь ЛС59-1П-Т); 3-пружина (проволока кл. IIА); 4-шайба (латунь ЛС59-1-Т антимагнитная); 5-подпятник с камнем (сб.); 6-гироузел (сб.); 7-подпятник с камнем (сб); 8-пружина (бронза Бр.Б2-Т); 9-фланец (латунь ЛС59-1-Т антимагнитная); 10-шайба (фольга латунная Л62); 11-пружина (проволока кл. IIА); 12-гайка (латунь ЛС59-1-Т антимагнитная).

Поз. 2 ▽6 (▽)



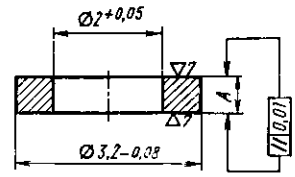
1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Резьбу Б выполнить резцом за один установ с торцом А.
3. Химическое полирование по специнструкции.

Поз. 3 (▽)



1. Навивка правая.
2. Число поджатых витков 1...1,2 с каждой стороны пружины. Число рабочих витков 3,5.
3. Хранить в спецтаре, в масле.

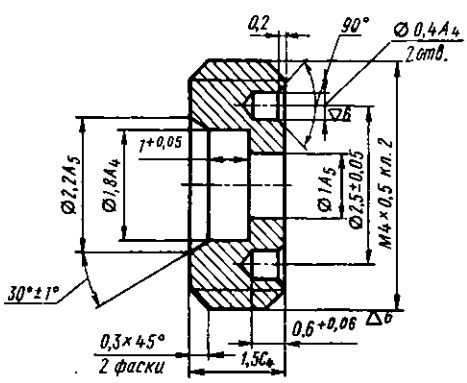
Поз. 4 ▽6 (▽)



A
0,8-0,07
0,5-0,06
0,2-0,03
0,1-0,01

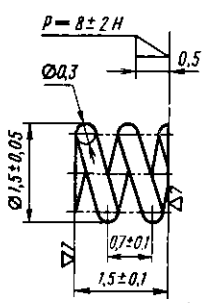
1. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм.
2. Химическое полирование по специнструкции.

Поз. 12 ▽7 (▽)



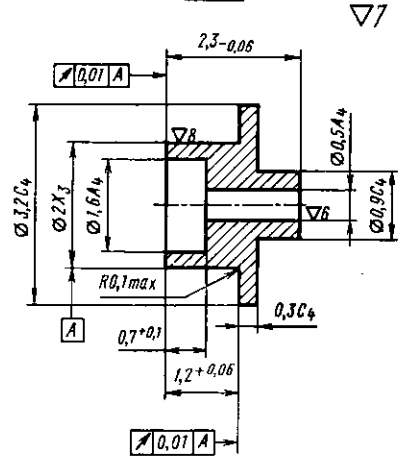
1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Химическое полирование по специнструкции.

Поз. 11 (▽)



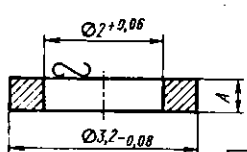
1. Число рабочих витков - 2.
2. Термическая обработка по специнструкции.
3. Крайние витки сошлифовать.
4. Хранить в спецтаре, в масле.

Поз. 9 ▽7 (▽)



1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Химическое полирование по специнструкции.

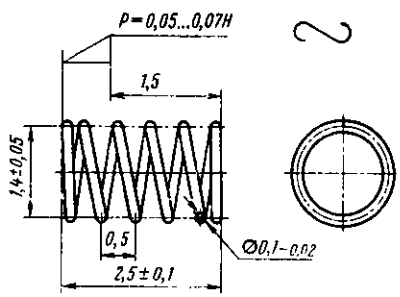
Поз. 10 ▽6 (▽)



A
0,04±0,005
0,03±0,005
0,02±0,005
0,01±0,005

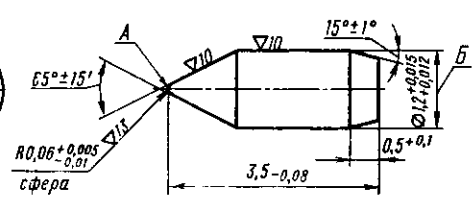
1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Химическое полирование по специнструкции.

Поз. 8



1. Вид пружины - сжатие.
2. Направление намотки - правое.
3. Развернутая длина пружины - 40.
4. Число рабочих витков - 4.
5. Закалка и старение по специнструкции.
6. Хранить в спецтаре.

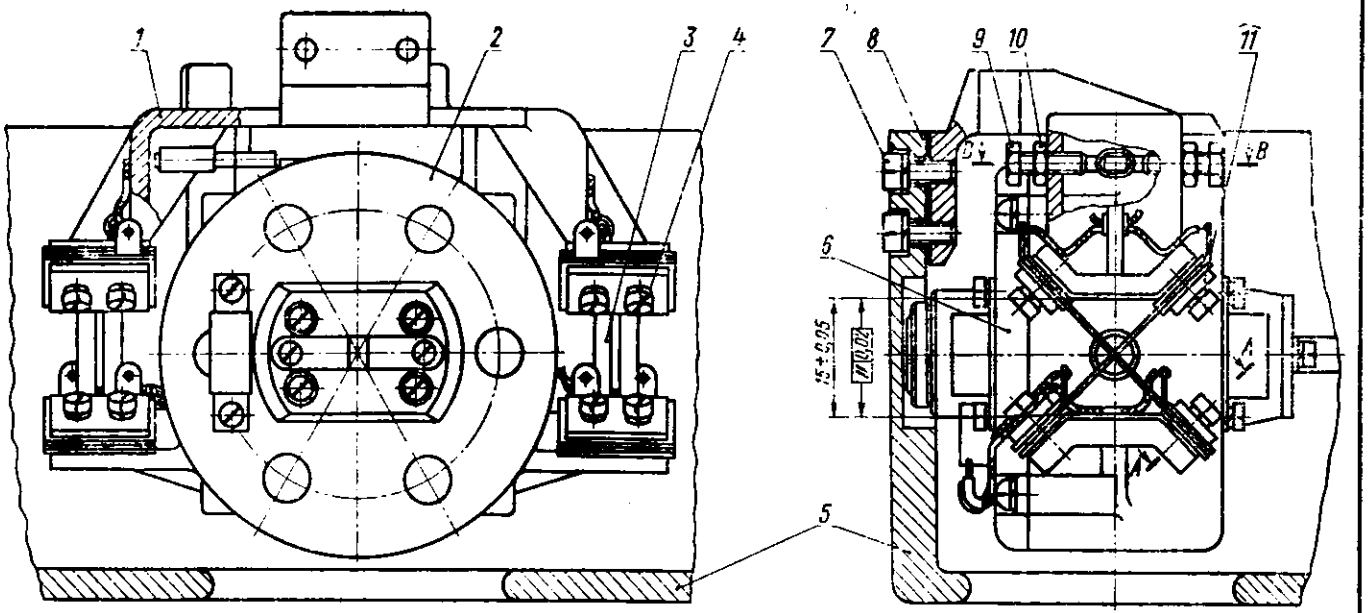
Поз. 13 ▽8 (▽)



1. Смещение центра сферы А относительно оси цилиндра Б не более 5 мкм.
2. Хранить в спецтаре, в масле.

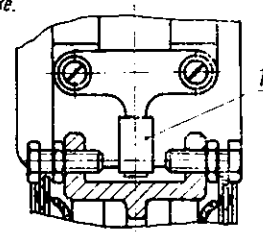
Рис. 6.6
Лист 2

13 - керн (сталь ШХ15) - 2 шт.; 14 - подпятник (латунь ЛС59-1П-Т); 15 - камень (корунд) - 2 шт.; 16 - подпятник (латунь ЛС59-1П-Т)

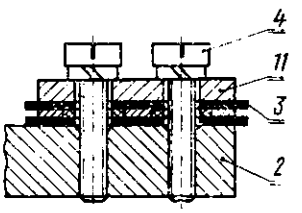


1. Пружины поз.3 ставить в узел только одной и той же группы.
2. Прокладки поз.8 сжигать в случае необходимости при регулировке.
3. Прободи паять припоем ПОС61 с канифолью.

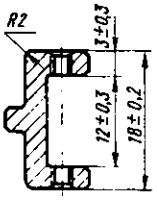
В–В



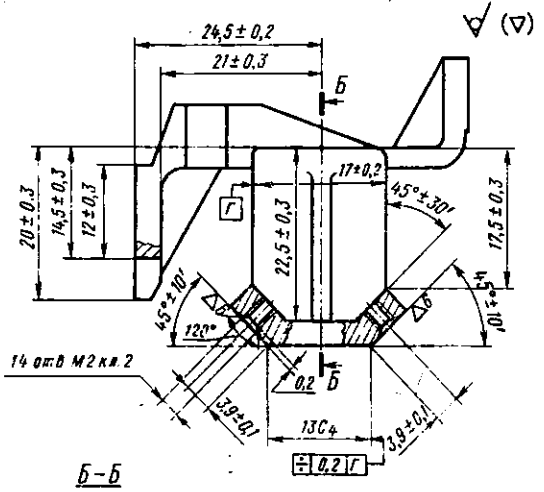
А–А увеличено, повернуто



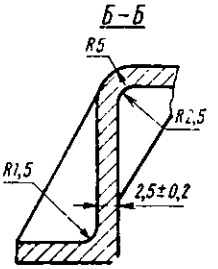
А–А



Поз. 1

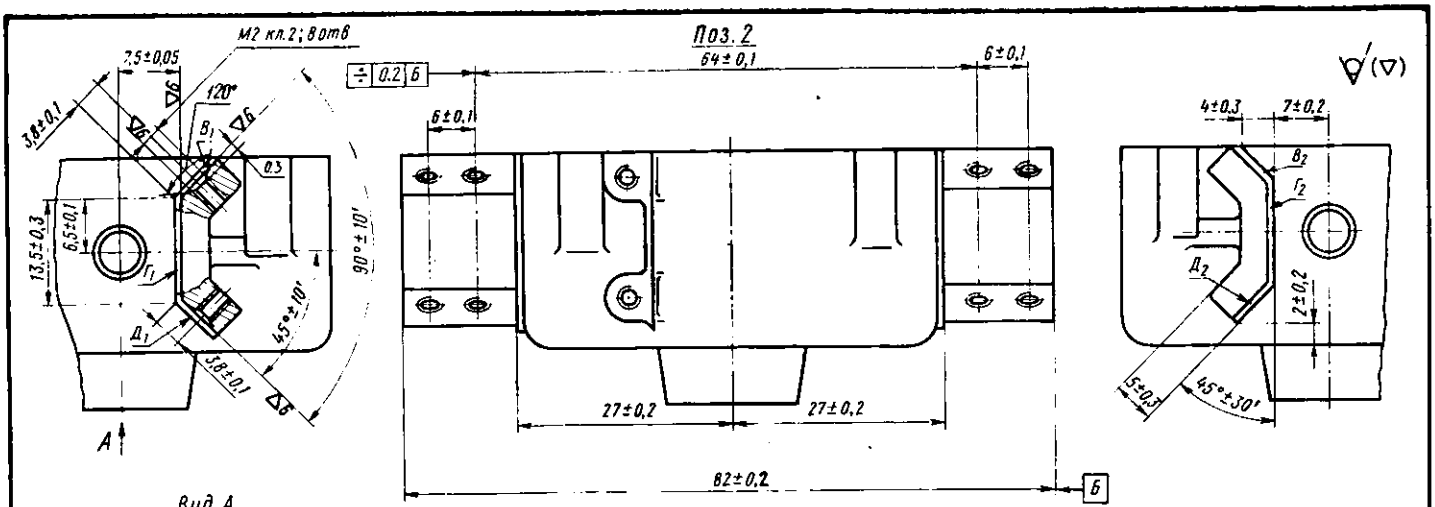


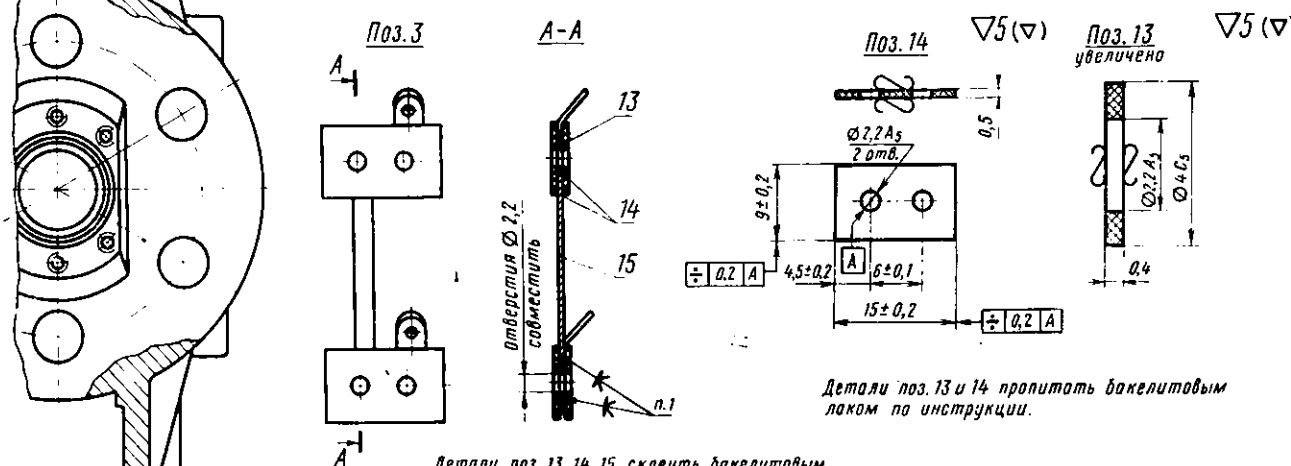
Б–Б



1. Литье под давлением.
2. Литейные радиусы, не оговоренные в чертеже, R1.
3. Литейные уклоны 1°.
4. Покрытие Ан. Окс. хр.

Рис. 6.7 на 2 листах. Лист 1	Упругие опоры с перекрещивающимися пружинами: 1-основание (алюминиевый сплав АЛ2); 2-корпус гиромотора (АЛ2); 3-пружина с прокладками (сб.)-2 шт.; 4-винт М2х3-8 шт.; 5-основание (сб.); 6-крышка гиромотора (алюминиевый сплав АЛ2); 7-винт М3х6-2 шт.; 8-прокладка (алюминиевый сплав АМц); 9-болт М3х10-2 шт.; 10-гайка М3-2 шт.; 11-пластина (сталь 40); 12-упор (сб.);





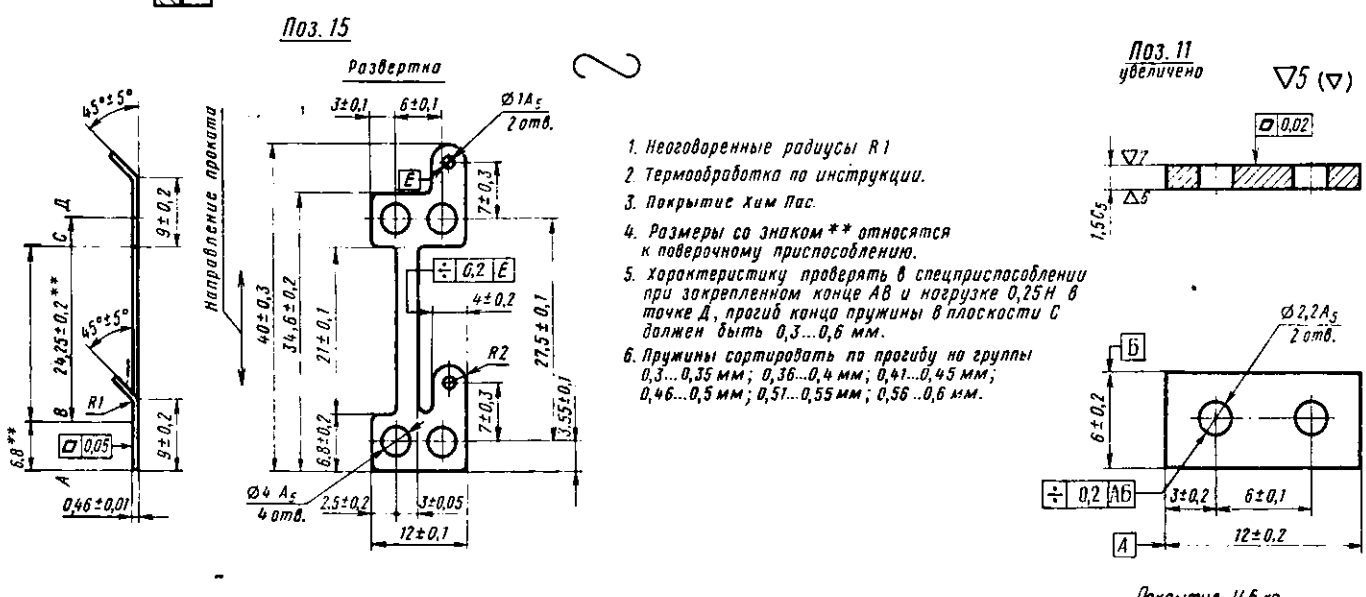
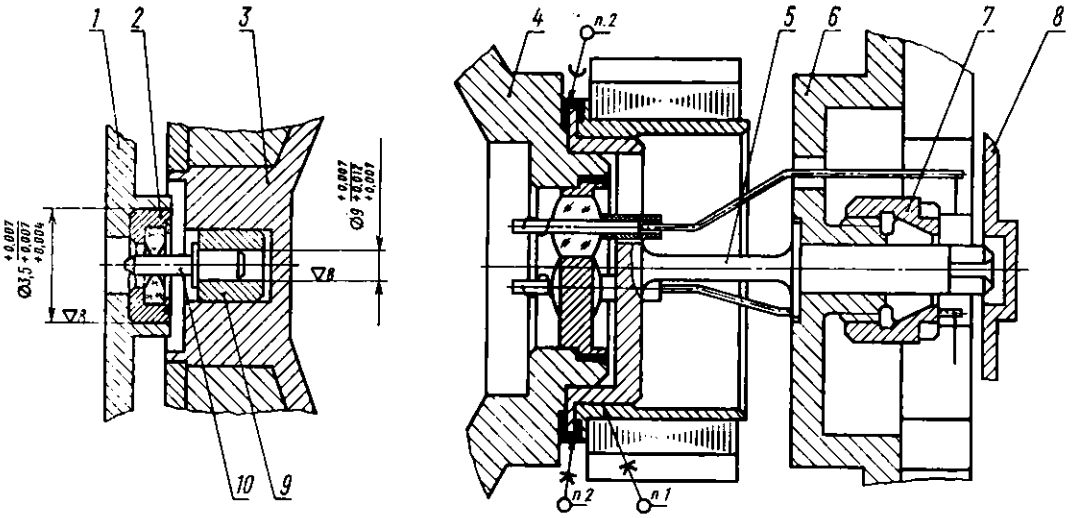
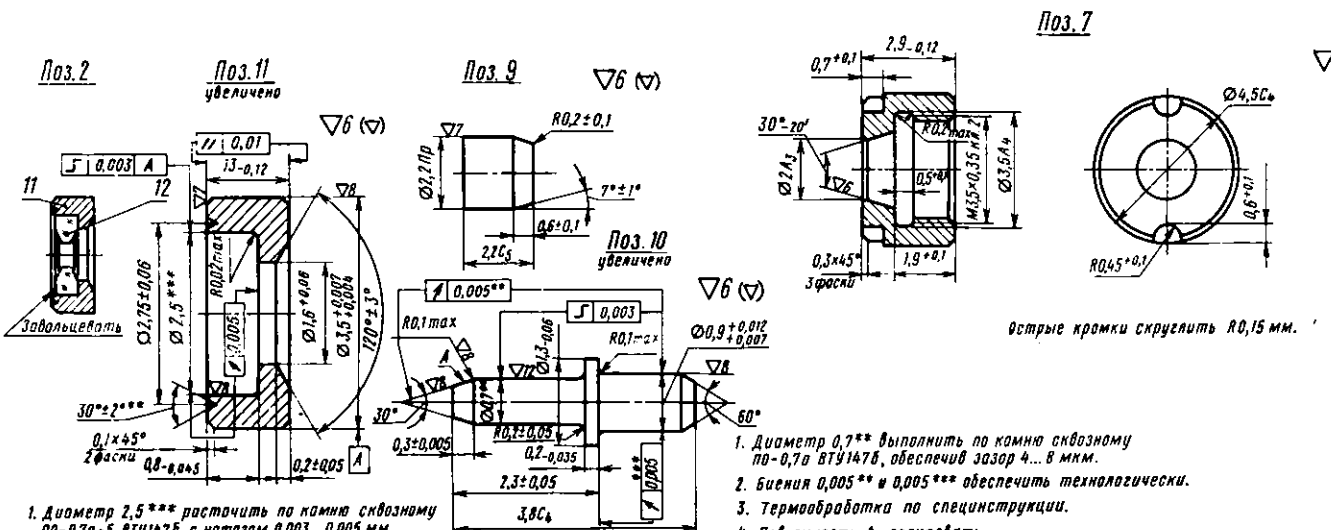


Рис. 6.7 Лист 2	13-втулка (гетинакс электротехнический В)-8 шт.; 14-прокладка (гетинакс электротехнический В)-8 шт.; 15-пружина (бронза Бр.Б2-Т)

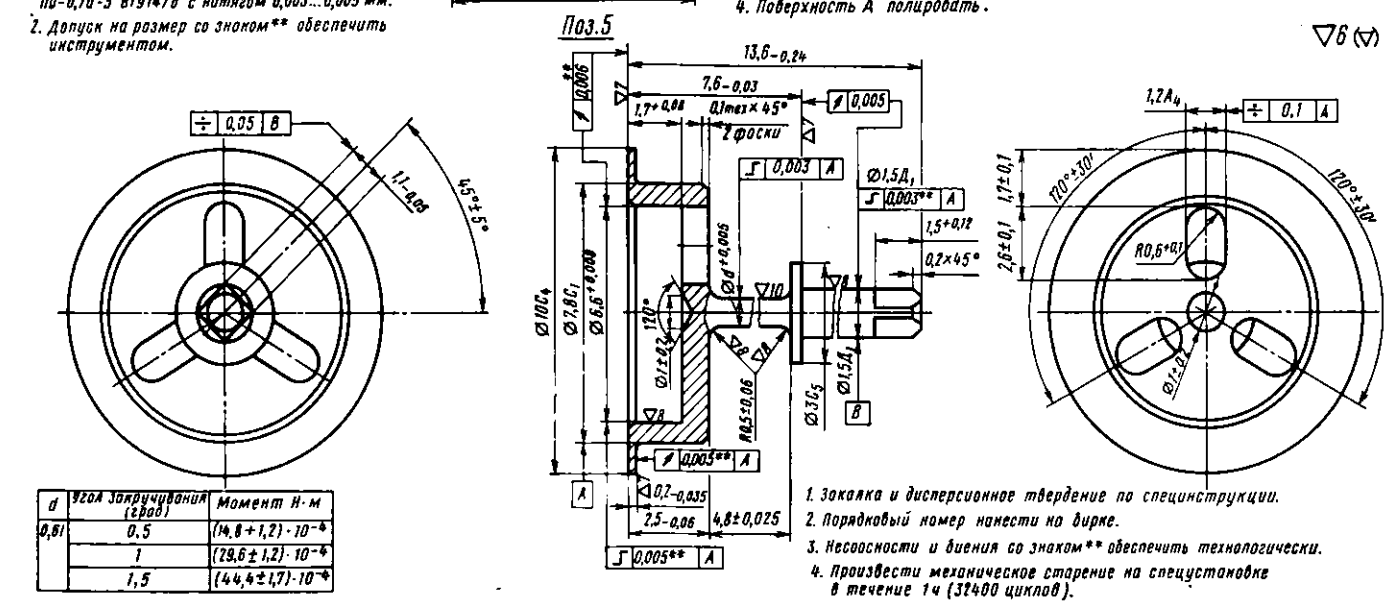


1. Торсион поз. 5 ставить во втулку с пакетом на клее ВК-9.
2. Торсион поз. 5 паять к крышке поз. 4 припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом и залить клеем ВК-9.



1. Диаметр 2,5*** расточить по камню сквозному по-0,7а-5 ВТУ1475 с натягом 0,003...0,005 мм.
2. Допуск на размер со знаком** обеспечить инструментом.

1. Диаметр 0,7** выполнить по камню сквозному по-0,7а ВТУ1475, обеспечив зазор 4...8 мкм.
2. Биения 0,005** и 0,005*** обеспечить технологически.
3. Термообработка по специнструкции.
4. Поверхность А полировать.



d	Угол закручивания (град)	Момент Н·м
0,81	0,5	$(14,8+1,2)\cdot10^{-6}$
	1	$(29,6\pm1,2)\cdot10^{-6}$
	1,5	$(44,4\pm1,7)\cdot10^{-6}$

1. Закалка и дисперсионное твердение по специнструкции.
2. Порядковый номер нанести на бирке.
3. Несоосности и биения со знаком** обеспечить технологически.
4. Произвести механическое старение на спецустановке в течение 1ч (32400 циклов).

Рис. 6.8 Цапфенно-торсионная опора

1-статор датчика момента (сб.); 2-подшипник скольжения (сб.); 3-корпус поплавка (сб.); 4-крышка поплавка (сб.); 5-торсион (бронза БрБ2-М); 6-статор датчика угла (сб.); 7-гайка конусная (сталь Х18Н9Т); 8-заглушка (сталь А12); 9-букса (латунь ЛС59-1-Т); 10-ось (сталь ШХ15); 11-оправа (латунь ЛС59-1 антимагнитная); 12-камень (лейкосапфир)

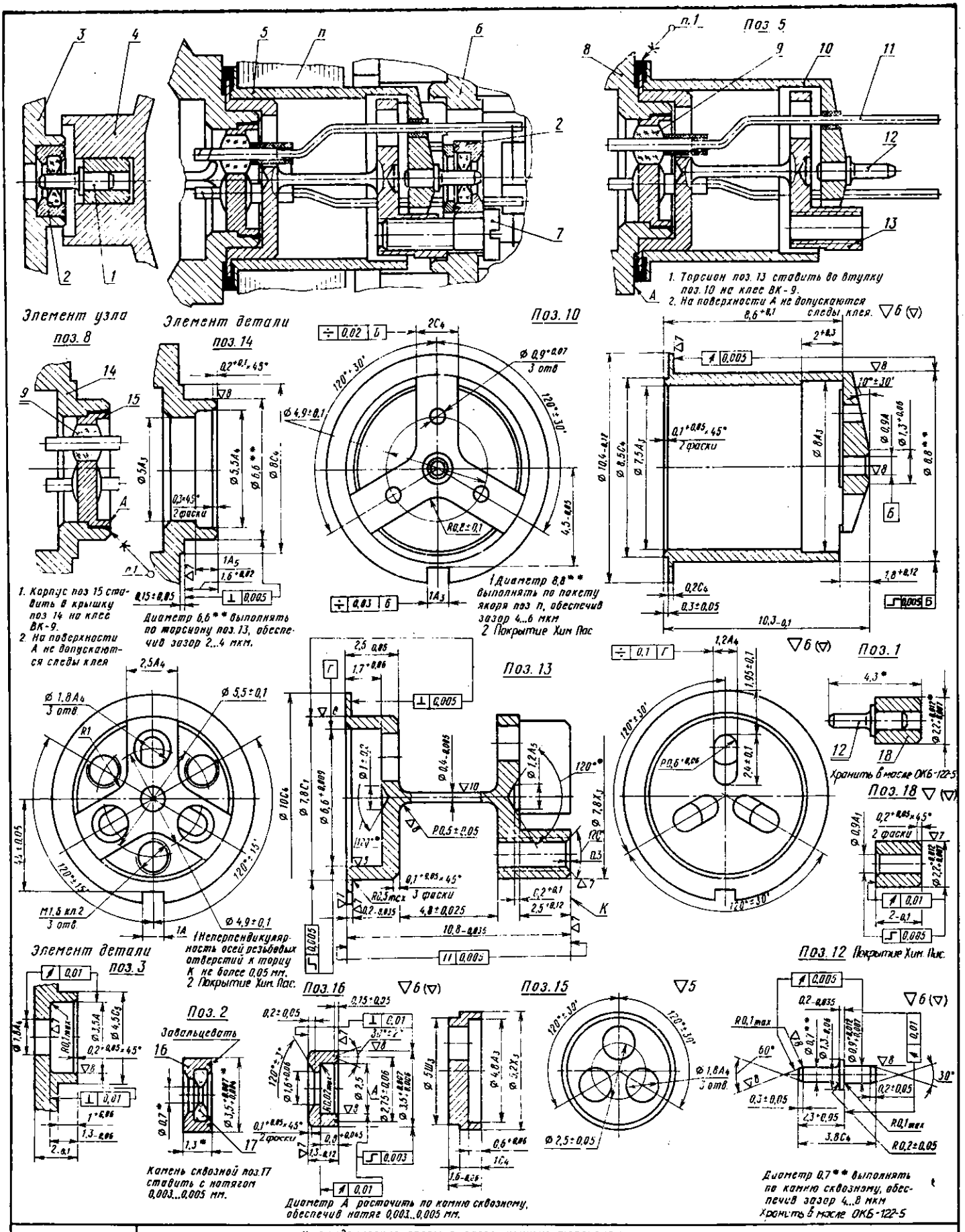


Рис. 6.9

Цилиндрические опоры с разгруженным торсионом:
1 - втулка с осью (сб); 2 - подшипник скольжения (сб)-2 шт.; 3 - основание (алюминиевый сплав Д16-Т); 4 - корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 5 - крышка с торсионом (сб); 6 - плата (сталь 1Х17Н2), 7 - вилка (сталь Х18Н9Т); 8 - крышка с корпусом (сб); 9 - изолятор (стекло С49-2)-3 шт; 10 - втулка (латунь ЛС59-1); 11 - токоподвод (сплав Н29К18); 12 - ось (сталь ШХ15)-2 шт; 13 - торсион (бронза БрБ2-М); 14 - крышка (алюминиевый сплав Д16-Т); 15 - корпус (сплав 29НК-ВИ); 16 - оправа (латунь ЛС59-1)-2 шт.; 17 - камень (лейкосапфир)-2 шт; 18 - втулка (латунь ЛС59-1)

Пружины одновременно являются токоподводами, они изолированы от металлических деталей гетинаксовыми втулками *13* и прокладками *14*.

Угол поворота подвижной системы с такими опорами порядка 1—2°. В данной конструкции его регулируют болтами *9*, между которыми перемещается упор *12*.

Рис. 6.8. Цапфенно-торсионная опора. Левой опорой гироузла является цилиндрический подшипник скольжения со стальной осью *10* и камневым подшипником скольжения *2*.

В качестве правой опоры используют торсион *5*, который одновременно служит для создания противодействующего момента. Фланец торсиона запрессовывают на выступ крышки поплавка *4*, а его цилиндрическая часть крепится цанговым зажимом к корпусу статора датчика угла *6* гайкой *7*.

Такую конструкцию опор применяют в приборах с жестким торсионом в датчиках угловых скоростей с большим диапазоном измерения.

Рис. 6.9. Цилиндрические опоры с разгруженным торсионом. Эта конструкция опор применяется в датчиках угловых скоростей, измеряющих малые угловые скорости. Поэтому торсион имеет малую жесткость и служит только для создания противодействующего момента, а опорами являются камневые цилиндрические подшипники.

Торсион и в этой опоре исключает осевой зазор и воспринимает только осевые нагрузки, действующие на поплавок.

ГЛАВА 7

КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПОДВЕСА ТРЕХСТЕПЕННЫХ ПОПЛАВКОВЫХ ГИРОСКОПОВ

Рис. 7.1. Опоры внутренней рамы. Гироузел *1* взвешен в тяжелой жидкости. В отверстия внутренней рамки гироузла запрессовывают с двух сторон оправы с цапфами *3*. Для уменьшения трения и получения оптимального радиального зазора цапфу *10* изготавливают по фактическому размеру (∅ 0,4) отверстия камня *8* с обеспечением радиального зазора в камне 5...8 мкм, маркируют, после чего комплектно передают на сборку. Камень *8* устанавливают в отверстия оправы *9* и завальцовывают. Узлы *5* устанавливают в отверстия наружной рамы *2* на эпоксидном компаунде Э-Д5-К2. Монтаж узла *3* в гироузел и узла *5* в наружную раму карданова подвеса производится в приспособлениях, обеспечивающих минимальный эксцентриситет поверхностей цапфы *10* относительно отверстия камня *8*.

Для регулировки осевого люфта горизонтальной оси в пределах 0,02—0,03 служат узлы винта с подпятником *4*, устанавливаемые с двух сторон рамы *2*. Эти узлы перемещают по резьбе втулок *9*, после чего узлы *4* контрят клеем ВК-9.

Рис. 7.2. Опоры наружной рамы. По конструктивному исполнению аналогичны опорам внутренней рамы. Отличительной особенностью этих опор является возможность регулировки осевого люфта в окончательно собранном и заполненном рабочей жидкостью приборе благодаря сильфону *11*, ходовому винту *12*, втулке *13* и шарику *14*. Приведенная конструкция позволяет перемещать ось *15*, не нарушая герметичности прибора.

ГЛАВА 8

ГИРОМОТОРЫ

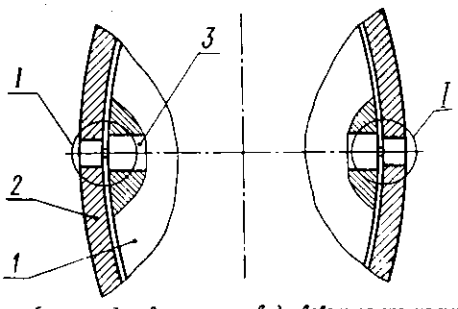
Гиромотор является основным элементом, определяющим точность и долговечность гироскопического прибора. Он предназначен для создания кинетического момента $H = c \cdot \omega$, где c и ω — осевой момент инерции и частота вращения ротора соответственно.

При проектировании гиромоторов стремятся при заданных габаритах увеличить кинетический момент путем увеличения частоты вращения ω и осевого момента инерции ротора c. Однако увеличение частоты вращения ω ограничено долговечностью опор ротора, и в гироприборах, рассчитанных на длительный срок службы, частота вращения ротора не превышает 30000 об/мин, а в гироскопах, рассчитанных на малый срок службы, частота вращения может превышать 50000 об/мин.

Для увеличения осевого момента инерции в заданных ограниченных габаритах массу ротора целесообразно разнести на больший радиус, размещая статор внутри ротора. Такие моторы называют моторами обращенного типа.

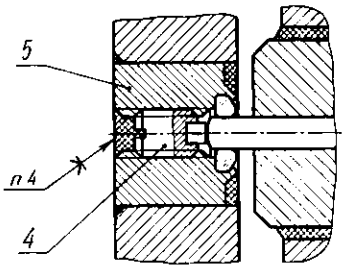
Роторы выполняют из стали или латуни, а в некоторых конструкциях для увеличения осевого момента инерции на обод ротора напрессовывают кольца из тяжелого сплава типа ВНЖ с удельной плотностью около 18000 кг/м³.

Для уменьшения температурного и случайного дрейфов гироскопа при проектировании гиромоторов стремятся обеспечить высокую стабильность положения его центра тяжести. Для этой цели шарикоподшипники ротора устанавливают с осевой затяжкой до 25 Н, подбирая пару подшипников с одинаковой осевой жесткостью. В прецизионных гиромоторах для уменьшения собственного дрейфа при внешних вибрациях конструкций гиромотора и шарикоподшипников обеспечивают равную жесткость в осевом и радиальном направлениях. Для снижения уровня температурного дрейфа конструк-



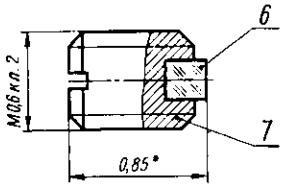
1. При сборке карданова узла руководствоваться специальной инструкцией.
2. Люфт горизонтальной оси в пределах 0,02 ..0,03 мм.

I увеличено



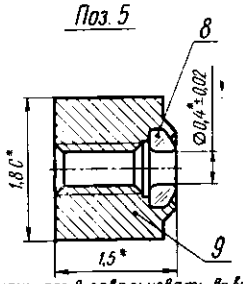
3. Люфт регулировать винтом с подпятником поз 4
4. После регулировки люфта узел поз 4 контрить клеем ВК-9.

Поз. 4
увеличено



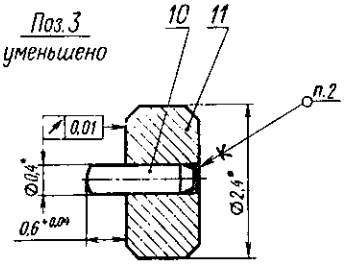
1. Подпятник поз 6 запрессовать в винт поз 7, обеспечивая посадку с натягом 1...4 мкм.
2. Заусенцы и трещины не допускаются
3. Проверку производить под микроскопом при увеличении 50ˣ.

Поз. 5



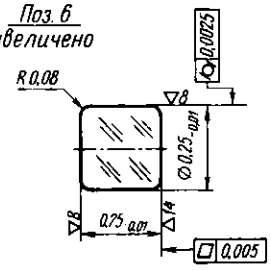
1. Камень поз 8 завальцевать во втулку поз 9, обеспечивая посадку с натягом 1...4 мкм
2. Заусенцы и трещины не допускаются.
3. Проверку производить под микроскопом при увеличении 50ˣ.

Поз. 3
уменьшено



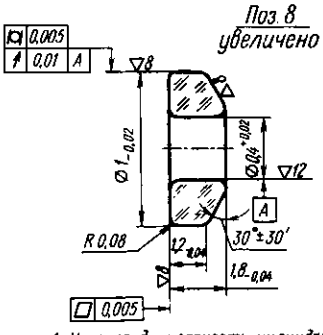
1. Цапфу комплектовать с узлом поз 5 с зазором 5..8 мкм
2. Цапфу запрессовать в оправу на клее ВК-9.
3. Хранить в спецтаре.

Поз. 6
увеличено



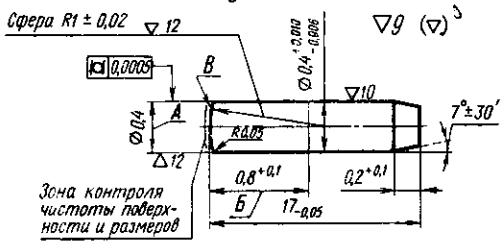
1. Неперпендикулярность цилиндрической поверхности и торцов не более 30'.
2. Сколы, поры и царапины не допускаются.

Поз. 8
увеличено



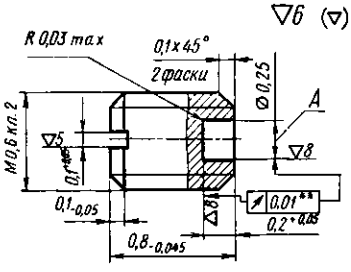
1. Неперпендикулярность цилиндрических поверхностей и опорной торцовой поверхности не более 30'.
2. Сколы, поры и царапины не допускаются.

Поз. 10
увеличено



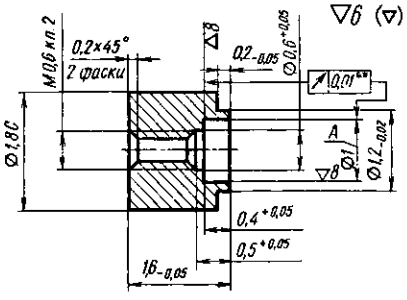
1. Диаметр А на длине Б изготавливать под действительный диаметр камня поз 8 с зазором 5..8 мкм.
2. Смещение центра сферы В относительно оси цилиндра Ø А не более 0,005 мм.
3. Твердость HRC 61..65.
4. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
5. Заусенцы и задиры, видимые при увеличении 16ˣ не допускаются.

Поз. 7



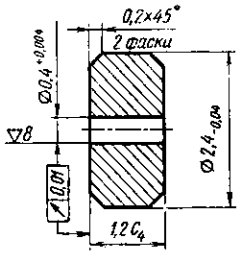
1. Биение 0,01** обеспечить инструментом
2. Диаметр А изготавливать под действительный диаметр подпятника поз 6, обеспечив натяг 1..4 мкм
3. Острые кромки притупить 0,05 мм.
4. Заусенцы, видимые при увеличении 8ˣ, не допускаются

Поз. 9
уменьшено



1. Биение 0,01** обеспечить инструментом
2. Диаметр А изготавливать под действительный диаметр камня поз.8, обеспечив натяг 1..4 мкм
3. Острые кромки притупить 0,05 мм
4. Заусенцы, видимые при увеличении 8ˣ, не допускаются

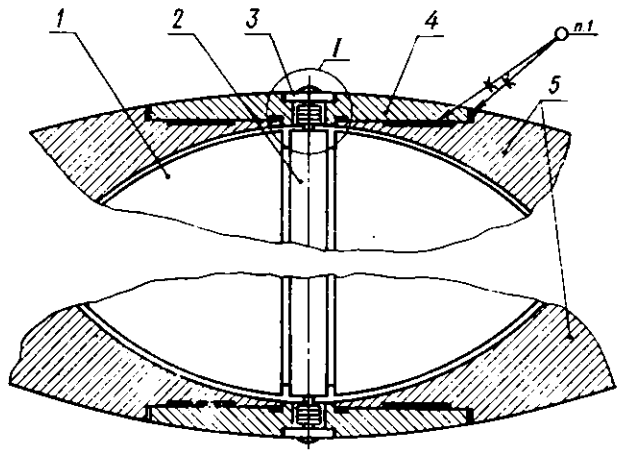
Поз. 11



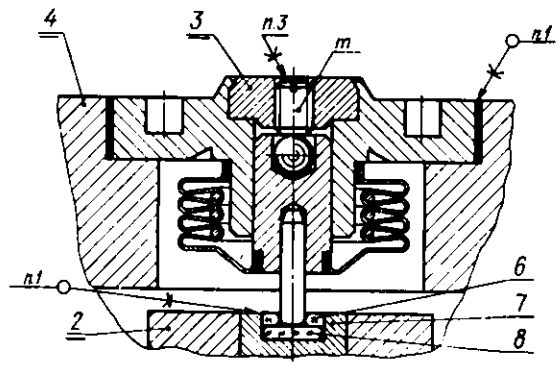
1. Острые кромки притупить 0,1 мм
2. Заусенцы, видимые при увеличении 16ˣ, не допускаются
3. Покрытие Ан Окс бесцветное

Рис. 7.1

Опоры внутренней рамы:
1 – гироузел (сб.); 2 – наружная рама (сб); 3 – оправа с цапфой (сб.); 4 – винт с подпятником (сб); 5 – втулка с камнем (сб); 6 – подпятник (агат); 7 – винт (сталь Х18Н9Т); 8 – камень (агат); 9 – втулка (сталь Х18Н9Т); 10 – цапфа (сталь ШХ15П), 11 – оправа (алюминиевый сплав Д16).

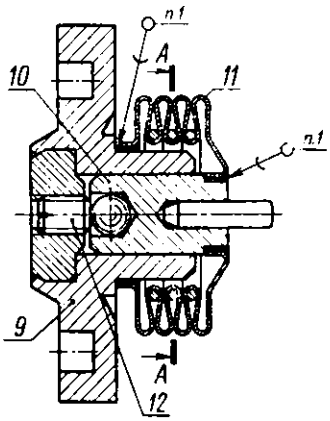


I увеличено

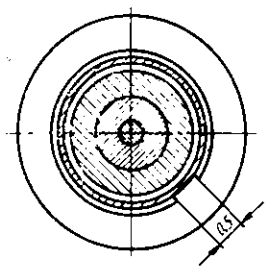


1. Клеевые соединения выполнять по специнструкции клеем ВК-9 с наполнителем.
2. Люфт вертикальной оси в пределах 0,02...0,03 мм.
3. Люфт регулировать перемещением винта m, после регулировки люфта винт контрить клеем ВК-9.

Поз. 3

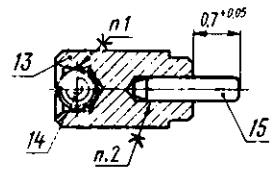


A–A



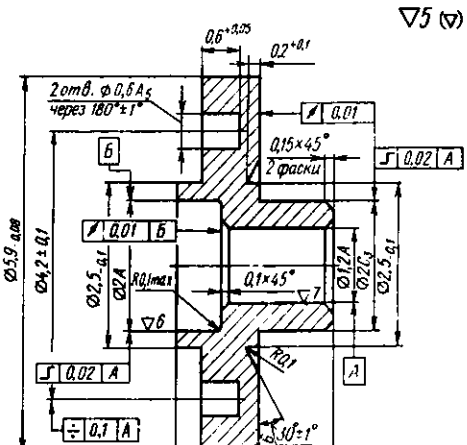
1. Сильфон поз.11 паять припоем ПОСК 50 с бескислотным флюсом.
2. Проверить герметичность пайки сильфона к втулке на установке ПТИ-6 методом обдува гелием.
3. Вставить между гофрами сильфона проволоку типа ОВС ф 0,2.

Поз. 10

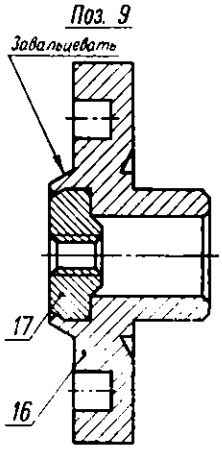


1. Шарик ставить во втулку на клее ВК-9
2. Ось поз.15 запрессовать во втулку поз.13 на клее ВК-9.

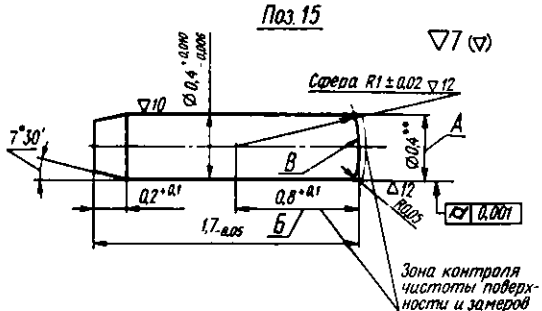
Поз. 16



Поз. 9

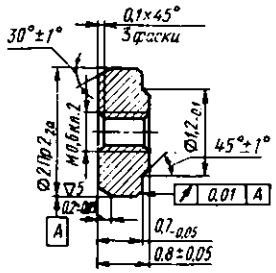


Поз. 15



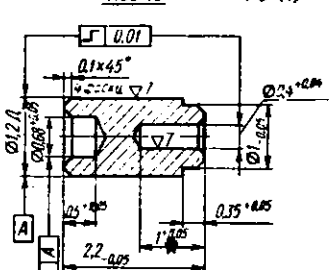
1. Диаметр А на длине Б изготавливать под действительный диаметр камня сквозного с зазором 5...6 мкм.
2. Смещение центра сферы В относительно оси цилиндра ф А не более 0,005 мм
3. Твердость HRC 61...65
4. Заусенцы и задиры, видимые при увеличении 16ˣ, не допускаются

Поз. 17 ▽6



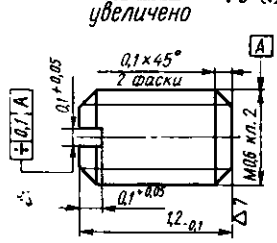
1. Заусенцы, видимые при увеличении 16ˣ, не допускаются.
2. Покрытие Хим Пас

Поз. 13 ▽6 (▽)



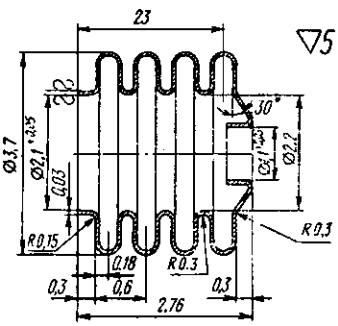
1. Заусенцы, видимые при увеличении 16ˣ, не допускаются
2. Покрытие Хим Пас

Поз. 12 увеличено ▽6 (▽)



Заусенцы, видимые при увеличении 8ˣ, не допускаются.

Поз. 11



1. Сильфон изготовить методом гальваноформования
2. После изготовления сильфон поджать до размера 2 мм

Рис. 7.2

Опоры наружной рамы:

1 - гироузел (сб.), 2 - наружная рама (сб.), 3 - узел цапф (сб.); 4 - крышка (алюминиевый сплав Д16) - 2 шт.; 5 - корпус (сб.); 6 - камень (агат), 7 - оправа (магниевый сплав МА5), 8 - камень (агат), 9 - оправа (сб.), 10 - цапфа (сб.); 11 - сильфон (никель); 12 - винт ходовой (сталь Х18Н9Т); 13 - втулка (латунь ЛС59-1); 14 - шарик (сталь ШХ15); 15 - ось (сталь ШХ15); 16 - втулка (сталь Х18Н9Т); 17 - втулка (латунь ЛС59-1)

цию гиромотора делают симметричной относительно центра тяжести.

Собственные вибрации гиромотора, порождаемые опорами и остаточной динамической неуравновешенностью ротора, в значительной степени определяют долговечность и дрейф гироскопа. Поэтому при проектировании гиромоторов необходимо прежде всего обеспечить соосность посадочных диаметров роторных подшипников и применять подшипники с минимальными погрешностями поверхностей качения.

Так как долговечность роторных подшипников в значительной степени зависит от сохранности смазки в рабочей зоне подшипника, необходимо предусмотреть систему сальников, подающих смазку, фланцы, удерживающие смазку, и применять малоиспаряющееся при нагреве масло. На ободе ротора должны быть кольцевые канавки для динамической балансировки. Сверлением по этим канавкам снимают металл, тем самым уравновешивая мотор.

Гиромотор представляет собой совокупность ротора, роторных опор, называемых главными опорами гироскопа, привода и элементов, крепящих гиромотор на раме гироскопа.

Гироузлом называют совокупность гиромотора с корпусом, выполняющим функцию внутренней рамы гироскопа. На гироузле расположены базовые поверхности для крепления элементов опор внутренней рамы.

По типу привода различают пневматические, электрические, пружинные, пороховые и газовые гиромоторы.

В настоящее время применяют главным образом электрические гиромоторы постоянного и переменного токов (асинхронные и синхронные гистерезисные). Основным достоинством гиромоторов постоянного тока является возможность его питания непосредственно от бортовой сети самолета, но износ коллектора и щеток ограничивает его долговечность и частоту вращения, которая обычно не превышает 10000 об/мин. Поэтому в гироскопических приборах наиболее распространены гиромоторы трехфазного переменного тока: асинхронные с короткозамкнутым ротором (ГМА) и синхронные гистерезисные (ГМС). Последние применяют в прецизионных гироприборах, где требуется высокая стабильность кинетического момента H.

В качестве главных опор применяют шарикоподшипники различных типов и аэродинамические опоры, уровень вибрации которых в 10—20 раз ниже, чем у шарикоподшипников.

По конструктивной схеме различают:

— одностаторные гиромоторы несимметричной конструкции с ротором колокольного типа;

— одностаторные гиромоторы симметричной конструкции;

— двухстаторные гиромоторы симметричной конструкции;

— гиромоторы с двумя роторами.

Рис. 8.1. Гироузел постоянного тока ГУП-400. Представляет собой одностаторный гиромотор несимметричной конструкции. Корпус гиромотора *2* одновременно выполняет роль рамки гироскопа, в нем запрессованы радиальные шарикоподшипники, являющиеся опорами рамки. Ротор гиромотора *9* состоит из маховика *36*, пакета с коллектором *33*, напрессованных на ось *37*, и центробежного регулятора оборотов *30*.

Роль статора выполняет постоянный магнит *25* с башмаками *29* из магнитомягкого материала. Питание к обмоткам ротора подводят с помощью медно-графитовых щеток *68* через спиральные пружины *67*, которые одновременно прижимают щетки к узлу коллектора *47*. Обмотка ротора петлевая, с шагом по пазам 1—4 (см. схему обмоток якоря на листе 3). Изоляцию обмоточного провода от пакета железа осуществляют по торцам пакета с помощью изоляционных высечек *48*, а по пазам—с помощью пазовой изоляции *41*. Провода закрепляют в пазах пакета при помощи изоляционных клиньев *45*. Пакет железа ротора набран из высечек *49*. Для предотвращения замыкания высечек между собой и монолитности пакета высечки покрывают клеем БФ-2. Для лучшего крепления выводных проводов, припаянных к коллекторным пластинам, применяют прокладку *42* из лакоткани и бандаж из ниток. В гиромоторе применены радиальные шарикоподшипники типа 23УМ со змейковым латунным сепаратором. Один подшипник запрессован в гнездо корпуса *2*, другой в резьбовую втулку *24*. Для уменьшения возможности попадания угольной пыли от щеток в рабочую зону шарикоподшипника на ось гиромотора установлена пылезащитная шайба *16*. Осевой люфт в гиромоторе регулируют с помощью втулки *3* с подшипником, которая контрится гайкой *6*.

Динамическая балансировка ротора производится при частоте вращения 8—10 тыс. об/мин высверливанием металла с тяжелого места ротора. Статическая балансировка гироузла вокруг оси X—X осуществляется с помощью балансировочных грузов *7* и *11*.

Рис. 8.2. Асинхронный гиромотор ГМА-4000 с вращающимися внутренними кольцами шарикоподшипников. Унифицированный гиромотор с кинетическим моментом $H=4\cdot10^6$ г·см²/с широко используется в различных гироприборах.

Он состоит из статора *1*, ротора *2*, двух фланцев *4* и шарикоподшипников *5*.

Пакет статора *1* состоит из стальной оси *15*, втулки *14* и пакета статора со втулкой *17*. Необходимая точность и соосность гнезд под наружные кольца шарикоподшипников обеспечивается совместной обработкой их в сборке.

С целью улучшения изоляционных характеристик токоведущих цепей ГМА и для монолитности конструкции обмотки статора пропитывают лаком под вакуумом.

Узел ротора *2* состоит из обода *11*, напрессованного на «беличье колесо» *13*. Последнее состоит из набора пластин электротехнической стали Э44, торцы и пазы которого залиты алюминиевым сплавом, образующим короткозамкнутую обмотку ротора. «Беличье колесо» поджимается кольцом *12*. Фланцы *4* крепятся к ротору винтами *3*. В качестве опор в ГМА использованы радиально-упорные шарикоподшипники 1006096Е *5* с текстолитовыми сепараторами. Для температурной компенсации под наружное кольцо подшипника *Б* устанавливают пружину *7*. Чтобы сепаратор не задевал за пружину,

между ней и наружным кольцом проложена шайба *6*. Осевая нагрузка на шарикоподшипники устанавливается подбором прокладок *10*.

Динамическая балансировка ротора осуществляется высверливанием отверстий на поверхности обода *11*. Для того чтобы эти отверстия лежали в одной плоскости, на поверхности обода проточены канавки глубиной 0,2 мм.

Рис. 8.3. Синхронный гиромотор симметричной конструкции ГМС-200 с вращающимися внутренними кольцами шарикоподшипников.

Этот гиромотор отличается от асинхронного тем, что его пакет ротора *19* выполнен из набора высечек *20*, изготовленных из сплава типа викаллой 35КХФ6. Использование этого сплава, обладающего широкой петлей гистерезиса и хорошим перемагничиванием, позволяет обеспечить асинхронный запуск двигателя и синхронное вращение ротора в рабочем режиме.

Синхронные гиромоторы имеют стабильный кинетический момент, не зависящий от момента трения в опорах гиромотора, момента аэродинамических потерь и изменения напряжения питания. Пакет статора *14* не входит в размерную цепь, определяющую осевой натяг шарикоподшипников. Осевая нагрузка на шарикоподшипники обеспечивается подбором прокладки *6* необходимой толщины. Применение одной прокладки обеспечивает большую стабильность центра тяжести ротора ГМС.

Для уменьшения разбрызгивания смазки из рабочей зоны шарикоподшипников *4* крышки *2* имеют специальные маслоулавливатели.

Рис. 8.4. Синхронный гиромотор ГМС-25 с вращающимися наружными кольцами шарикоподшипников и клеевым соединением.

На данном рисунке представлена конструкция гиромотора с клеевым соединением основных деталей и узлов.

Монтаж колец шарикоподшипников на клее в совокупности с кардановой самоцентрирующейся шайбой *6*, устанавливаемой под наружные кольца шарикоподшипников, и полимеризация клея в процессе вращения ротора гиромотора позволяют обеспечить необходимое центрирование (самоустановку) беговых дорожек колец шарикоподшипников.

Высокие требования к точности изготовления гнезд в крышках и шеек на оси под наружные и внутренние кольца шарикоподшипников, предъявляемые к гиромоторам обычной конструкции, здесь не обязательны, так как должен быть обеспечен гарантированный зазор 10—25 мкм для обеспечения самоцентровки и клеевого слоя.

При полимеризации клея гиромотор закрепляется в специальном приспособлении, в котором одновременно обеспечивается заданная осевая нагрузка на шарикоподшипники. Гнезда в крышках *3* и колпачках *4* имеют полости, обеспечивающие сохранность смазки в рабочей зоне шарикоподшипника и предотвращающие ее разбрызгивание при вращении ротора гиромотора, что особенно важно для данной конструкции гиромотора, так как вращаются наружные кольца шарикоподшипников.

Применение клеевых соединений позволило разработать конструкцию миниатюрного гиромотора с кинетическим моментом $H=25\cdot10^3$ г·см²/с при наружном диаметре ротора 20,8 мм и $n=$ $=24000$ об/мин с временем разгона 5—10 с при температуре от +60 до —60° С. Кроме того, значительно сокращается трудоемкость и улучшается качество.

Сборка гиромотора производится по специальной технологии, при составлении которой следует руководствоваться следующими требованиями:

1. Все поверхности, подлежащие склеиванию, непосредственно перед склейкой обезжириваются ацетоном. Касание обезжиренных мест, а также попадание на них масел, смазки не допускается. Попадание ацетона во внутрь шарикоподшипника не допускается.

2. При сборке гиромотора сначала статор *2* поставить в ротор *1*, затем крышки *3* посадить в ротор *1* на клее ВК-9 с наполнителем МП-2. Клей наносить тонким слоем на обе сопрягаемые поверхности. Крышки *3* после установки их в ротор при сушке (полимеризации клея) должны находиться в поджатом к торцам ротора состоянии.

3. До приклейки колец шарикоподшипников к деталям гиромотора в них необходимо заложить смазку ВНИИНП-228 по 3^{+1} мг в каждый шарикоподшипник.

4. Размеры *А* и *Б* при сборке не должны отличаться друг от друга более чем на 0,05 мм.

5. Кольца шарикоподшипников приклеивать при вертикальном положении оси гиромотора под грузом 1,4±0,02 Н клеем ВК-9 с наполнителем МП-2. Клеевые соединения шарикоподшипников сушить под тем же грузом в термостате при температуре +60° С с вращающимся ротором гиромотора с частотой вращения 3000 об/мин. Вращение ротора гиромотора с частотой 3000 об/мин обеспечивается от трехфазного источника питания с частотой 50 Гц (промышленная частота) при напряжении 7±1 В.

Сушка в термостате производится в течение 3 ч, причем время между установкой колец шарикоподшипников и включением гиромотора должно быть не более 5 мин. Попадание клея во внутрь шарикоподшипников не допускается.

6. После сушки гиромотора внести дополнительно в каждый шарикоподшипник по 5 мг смазки ВНИИНП-228.

7. Приклеить колпачки *4* к крышкам гиромотора *3* клеем ВК-9 с наполнителем МП-2. Клей наносить тонким слоем, не допуская его попадания в шарикоподшипники.

8. Упругое осевое перемещение статора гиромотора относительно неподвижно закрепленного ротора при нагрузке 3,5 Н должно быть 1,5—5 мкм.

9. Произвести динамическую балансировку гиромотора высверливанием отверстий в тяжелом месте ротора диаметром не более 1,5 мм на глубину не более 1 мм по канавкам на крышках *3* и отсосом стружки.

10. Произвести термическую стабилизацию:
охлаждение до $T=$ —60° С, выдержка — 1 ч;
нагревание до $T=$ +80° С, выдержка — 2 ч.
Число циклов — не менее трех.

11. Произвести прикатку гиромотора при рабочей частоте вращения.

Рис. 8.5. Синхронный гиромотор симметричной конструкции ГМС-300 с вращающимися наружными

кольцами шарикоподшипников и разнесенным ободом ротора. Крышки *5* крепятся к основанию ротора с помощью винтов *11* и резьбовых втулок *3*. Наружные кольца шарикоподшипников *6* посажены в специальные втулки *18*, развальцованные в крышках *19*. Осевая затяжка подшипников обеспечивается подрезанием торцов крышек *5*.

Двигатель гиромотора рассчитан на режим перевозбуждения напряжением 90 В при рабочем напряжении 40 В, что позволяет при частоте питания 1000 Гц получить малую потребляемую мощность и небольшой перегрев и обеспечить стабильное положение центра тяжести.

Рис. 8.6. Двухстаторный синхронный гиромотор ГМСК-100 на цилиндрических аэродинамических опорах. Статор *1* гиромотора состоит из оси *6*, выполненной из минералокерамического сплава ЦМ-332, обладающего высокой твердостью, уступающего по твердости только алмазу, и двух узлов статора *7*, поставленных на компаунде ЭД-5-К2. Ротор гиромотора представляет собой совокупность двух узлов крышки *2* и *3* и обода *4*, скрепленных винтами *5*. Пакеты статоров *8* набраны из высечек *16* на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2. Обмоточный провод изолирован от пакета фторопластовой лентой *13* и высечкой *15*. В крышках ротора *18* на эпоксидном компаунде поставлены пакеты ротора *19*, набранные из высечек магнитотвердого материала типа викаллой.

Специфической особенностью конструкции являются аэродинамические опоры, образованные цилиндрическими поверхностями $\varnothing$ 5,5 и торцовыми поверхностями оси *6* и крышек *18*, выполненных из высокотвердого минералокерамического сплава, на 99% состоящего из окиси алюминия Al_2O_3. Радиальные нагрузки воспринимаются цилиндрическими поверхностями $\varnothing$ 5,5, между которыми в малом зазоре (1—2 мкм) при вращении ротора образуется газовый клин, жесткость которого (возрастающая с увеличением скорости и уменьшением зазора) соизмерима с жесткостью стали.

Осевые нагрузки воспринимаются торцовыми поверхностями крышек и оси, газовый клин между которыми образуется при помощи спиральных клиновых канавок на крышках и только при вращении ротора в заданном направлении. Реверсирование двигателя недопустимо. Необходимость обеспечения малого и гарантированного зазора в 1—2 мкм требует выполнения сопряженных поверхностей с высокой чистотой (∇ 12) и точностью взаимного расположения и геометрии до 0,1—0,5 мкм. Высокая твердость материала крышек и оси должна исключить какой-либо износ сопрягаемых поверхностей при запуске и остановке гиромотора, когда жесткость газового клина исчезает и возникает непосредственный контакт сопряженных поверхностей. Гиромотор базируется в гироузле на концы оси *6* $\varnothing$ 5,5. Базовые поверхности гироузла должны быть соосными с точностью до нескольких микрометров.

Кинетический момент $H = 10^5$ г·см²/с, частота вращения ротора 24000 об/мин, вес не более 0,58 Н. Гиромотор рассчитан на работу в среде очищенного и осушенного водорода при давлении 0,1 ± ±0,003 МПа и температуре от —60 до +80° С. Время вхождения в синхронизм 30 с.

Рис. 8.7. Одностаторный синхронный гиромотор ГМСК-120 на полусферических аэродинамических опорах. Отличительной особенностью конструкции являются полусферические аэродинамические опоры, воспринимающие осевые и радиальные нагрузки, и титановая ось статора *16*, увеличивающая ударную прочность гиромотора. Для увеличения осевой жесткости опоры и образования газового клина при осевых нагрузках на сферических поверхностях полусфер *7* и *3* сделаны клиновые канавки. Реверсирование двигателя недопустимо.

Кинетический момент $5 \cdot 10^5$ г·см²/с, вес не более 1,22 Н, частота вращения 24000 об/мин, потребляемый ток не более 0,35 А.

Гиромотор рассчитан на работу в среде очищенного сухого воздуха при давлении 0,1 ± 0,003 МПа и температуре от —20 до +80° С. Время вхождения в синхронизм — 60 с.

Рис. 8.8. Симметричный двухстаторный асинхронный газонаполненный гироузел ГУА-18000. В ротор *31* с двух сторон запрессованы два ротора типа «беличьих колеса» *30*. Механическая обработка ротора ведется на конусах оси для обеспечения необходимой соосности и перпендикулярности, после чего конусы обрезаются.

Обмотки *23* обоих статоров *18* выполнены по схеме «звезда» с шагом по пазам 1—6 на одну пару полюсов, соединены между собой параллельно и синфазно. Статоры *18* развальцованы на втулках *16* и закреплены на крышках *20* гироузла винтами *15*.

Крышки крепятся винтами *5* к корпусу *4*, являющемуся внутренней рамкой карданова подвеса;

На корпусе имеются отверстия для полуосей карданова подвеса.

В гироузле применены шарикоподшипники С6074Е с усиленными наружными и внутренними кольцами. Посадка внутренних колец шарикоподшипников на цапфу оси ротора производится с усилием 80—150 Н, а наружных колец в гнезда крышки — с усилием 25—50Н до упора в торцы втулок с последующим поджатием свободных торцов колец втулками *12*.

Осевая затяжка шарикоподшипников в пределах 16—18 Н обеспечивается прокладками *13*.

Окончательная динамическая балансировка ротора производится в сборе высверливанием отверстий (с отсосом стружки) по канавкам на поверхности ротора.

Гироузел герметизируется кожухами *1*, припаянными к корпусу *4*. Питание к гироузлу подводится с двух сторон через гермовводы *35*, впаянные в кожухи. Откачка воздуха и заполнение его водородом осуществляется через трубку *37*, которая обжимается до образования холодной сварки, причем кончик трубки отрезается, а отжатый конец трубки опаивается припоем ПОС 61, на него надевается колпачок *14* и тоже опаивается.

Основные детали гироузла изготовлены из стали.

Рис. 8.9. Одностаторный герметичный синхронный двухроторный гироузел ГУС-2000. В отличие от всех конструкций, представленных ранее, мотор этого гироузла прямого типа с ротором внутри статора.

Необходимая величина кинетического момента при заданных габаритах обеспечивается разделением ротора на две части с разнесением массы ротора на большой радиус.

На ось ротора *2* запрессован набор высечек *25* из сплава типа викаллой, закрепленный развальцовкой буртика оси. Перед запрессовкой ось ротора охлаждается в течение 30—40 мин до температуры (—50° С). Маховики *15*, изготовленные из тяжелого сплава ВНЖ7-3, посажены на конусы оси по 2-му классу точности, что обеспечивает их безлюфтовое сочленение с осью, сохраняет стабильное положение центра тяжести и не нарушает балансировки. Такая конструкция позволяет осуществить разъемное соединение маховиков, необходимое для сборки. Маховики закрепляются гайками *16*. Для съема маховиков с оси в них предусмотрены резьбовые отверстия.

Пакет статора *29* запрессовывают в корпус *28*, предварительно нагрев корпус в течение 30—40 мин при температуре 150° С. После охлаждения пакет статора завальцовывают буртиком корпуса.

В пазы пакета статора укладывают трехфазную обмотку, соединенную по схеме «звезда», с шагом по пазам 1—6 с одной парой полюсов (см. схему обмотки статора). Обмотка изолируется в пазах с помощью фторопластовой электроизоляционной пленки *21*, а на торцах — с помощью изоляционных стеклотекстолитовых щек *32*. Обмотка закрепляется в пазах клиньями *24*.

Радиально-упорные скоростные прецизионные шарикоподшипники 2076084Е класса С с текстолитовыми сепараторами *7*, внутренними кольцами закреплены на оси винтами *8*, а наружными — в крышках *14* фланцами *6* с винтами *12*.

Осевая затяжка шарикоподшипников осуществляется подбором прокладок *4*.

В шарикоподшипники *7* при сборке закладывается консистентная смазка ВНИИНП-228 в количестве 15^{+5} мг на каждый шарикоподшипник.

Герметизация обеспечивается аргоно-дуговой сваркой кожухов *13* к корпусу *20*. Внутренняя полость гироузла заполняется водородом через заглушку *17*, на трубку которой после холодной сварки припаивается колпачок *19*.

К корпусу винтами *18* привернут кронштейн *10* с завальцованным в нем плоскопараллельным зеркалом для оптического съема сигналов об углах поворота гироскопа.

Рис. 8.10. Двухстаторный асинхронный негерметичный гироузел ГУА-25000. В этом гироузле осевой набег роторных подшипников осуществляется осью *14*, проходящей через полую ось ротора, и гайками *2*. Подбором прокладок вначале обеспечивается осевой люфт ротора в пределах 0,1—0,15 мм, а затем этот люфт устраняется гайками *2* за счет деформаций крышек *8*. Пружины *13* ограничивают изменение силы осевого набега при температурных деформациях элементов конструкции.

Рис. 8.11. Газонаполненный асинхронный несимметричный гироузел с ротором колокольного типа. Корпус *1* гироузла выполнен как одно целое с полуосями карданова подвеса из стали 35 и является внутренней рамкой гироприбора. В выточках корпуса с помощью резьбовых колец *3* крепятся крышки *2* и *7*. В гиромоторе применена специальная шарикоподшипниковая опора, в которой наружные кольца *10* выполнены в виде фланцев и непосредственно крепятся винтами *6* к крышкам. Роль внутреннего кольца шарикоподшипника выполняет ось гиромотора, на которой сделаны беговые дорожки. Опоры гиромотора снабжены текстолитовыми сепараторами.

Перед запрессовкой маховика с ротором *23* на ось *22* совмещенной шарикоподшипниковой опоры его нагревают до температуры 160—180° С, а ось охлаждают до температуры —60 ... —65° С.

На ступицу *27* напрессован маховик *28* из тяжелого сплава ВНЖ7-3. Заготовка ступицы *27* выполняется заодно с осью, имеющей конусы (см. поз. *27*) и окончательная обработка как самой ступицы, так и маховика *25* производится в центрах для обеспечения необходимых перпендикулярности и соосности при обработке отверстия под «беличье колесо». После запрессовки беличьего колеса в сборке «маховик с ротором» конусы обрезаются, а в ступице растачиваются отверстия под ось ротора.

Особенностью конструкции «беличьего колеса» ротора *26* в гироузле данного типа является то, что его сердечник *31* изготовлен методом порошковой металлургии из металлокерамического сплава. В магнитопровод запрессовывают стержни *32* из медной проволоки, которые закрепляют осадкой (см. поз. *29*), а затем опрессовываются медным порошком (см. поз. *26*).

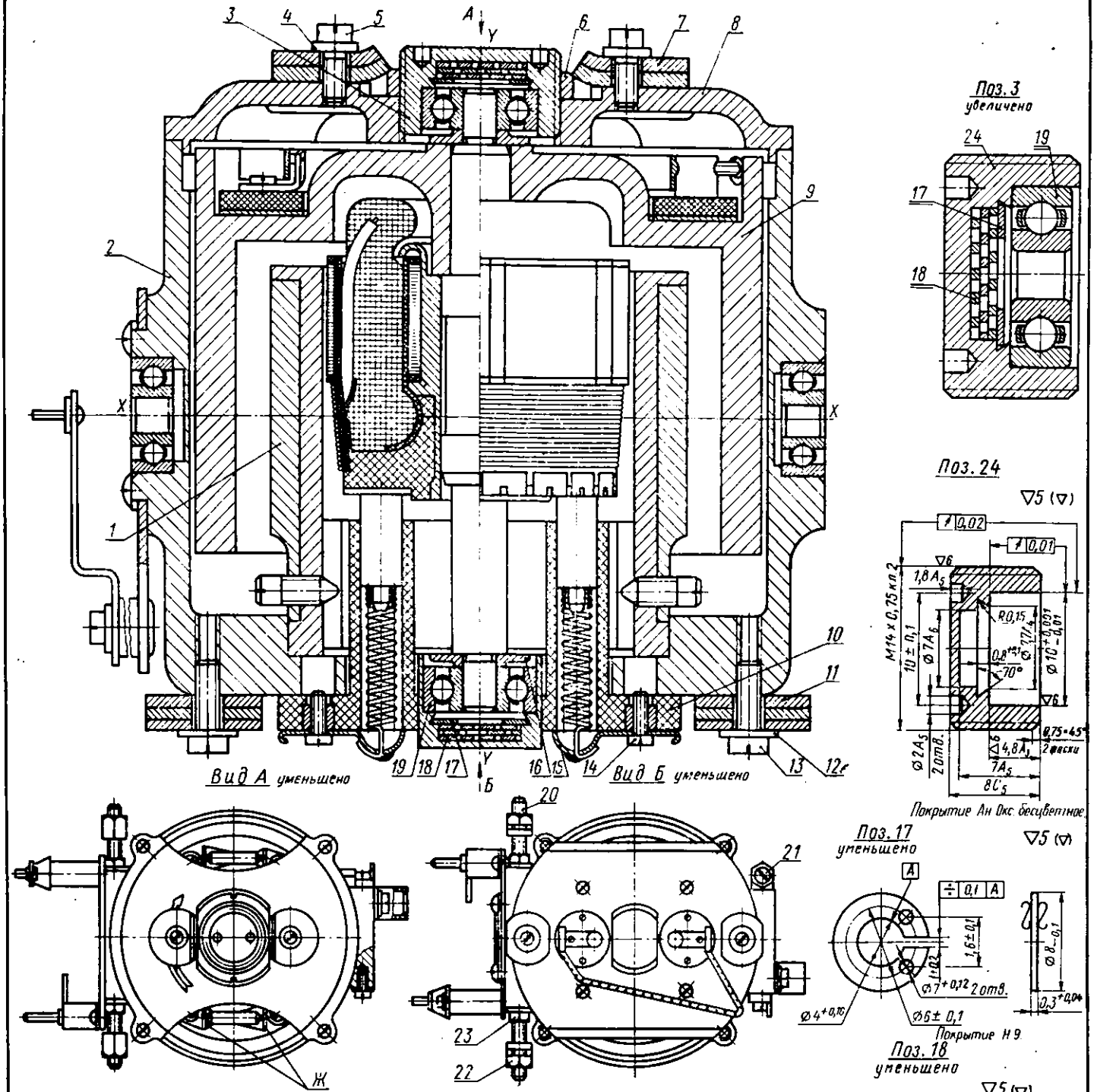
Динамическая балансировка ротора гиромотора производится в сборке высверливанием отверстий (с отсосом стружки) по канавкам на поверхности маховика. Статор гироузла имеет обмотку, выполненную по схеме «звезда» на две пары полюсов с шагом по пазам 1—5. После обжатия лобовых частей на них приклеиваются пластмассовые колпачки *33*, которые установлены на статоре для улучшения изоляции обмотки статора относительно массы и для предотвращения загрязнения шарикоподшипников частицами, которые могут попасть из обмотки статора при вибрации. Пакет статора с обмоткой монтируются на ступицу крышки *2* по напряженной посадке 2 класса точности, после чего ступицу развальцовывают. Осевая нагрузка на совмещенную шарикоподшипниковую опору создается подбором двух прокладок *5*, устанавливаемых по одной с каждой стороны гироузла. Шарикоподшипники смазываются консистентной смазкой ВНИИНП-228 в количестве 20 ± 5 мг на каждый подшипник. Гироузел герметизируется кожухами *4*, *11*, приваренными к корпусу *1* аргоно-дуговой сваркой. Питание к гиромотору подводится через изолятор *18*, а заполнение внутренней полости гироузла водородом производится через трубку *15* заглушки *14*.

Основные характеристики гиромоторов и гироузлов приведены в табл. 8.1.

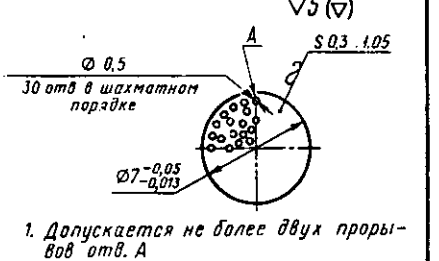
Таблица 8.1

Основные характеристики гиромоторов (гироузлов)

Параметр	Гиромотор									
	ГМА-500	ГМА-4000	ГМС-25	ГМС-200	ГМСК-100	ГМСК-120	ГУА-1800	ГУА-18000	ГУА-25000	ГУС-2000
Кинетический момент, $г \cdot см^2/с$	$0{,}5 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$0{,}0.5 \cdot 10^6$	$0{,}2 \cdot 10^6$	$0{,}1 \cdot 10^6$	$0{,}12 \cdot 10^6$	$1{,}8 \cdot 10^6$	$18{,}2 \cdot 10^6$	$24 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
Пусковой ток, не более, А	0,6	1,5	0,15	0,3	0,35	0,3	0,5	2,5	2,5	0,1
Потребляемый ток не более, А	0,11	0,3	0,12	0,25	0,32	0,25	0,16	0,36	0,6	0,08
Потребляемая мощность не более, Вт	6	15	4	5	12	7	4	8	12	8
Время набора оборотов не более, с	30	105	20	60	30	30	210	300	480	180
Время выбега не менее, с	180	240	10	30	30	30	1200	1200	900	300
Осевая вибрация не более, g	0,75	I класс—0,25 II класс—0,5 III класс—0,75	0,75	0,75	—	—	0,5	1	—	1
Осевая нагрузка на шарикоподшипник А, Н	А=4	А=11...17	При А=3,5	При А=3,5			$А=10^{+1}$	$А=13^{+2}_{-1}$	А=15±1	А=5
Осевое перемещение S_A, мкм			S_A=3...5	S_A=1,5...5	S_A=2...4	S_A=3,5...5,5				
Радиальный зазор S_R, мкм					S_R=1,5...3	S_R=3,5...5,5				
Рабочая среда, давление МПа	Воздух 0,1	Воздух 0,0112—0,112. Водород, гелий 0,03—0,1	Воздух, водород 0,098±0,004	Водород гелий 0,098±0,004	Очищенный водород 0,1±0,003	Очищенный водород 0,098±0,004	Водород 0,1	Водород 0,01	Гелий 0,098	Воздух 0,098±0,004
Масса подвижных частей, г	—	350	15	40	38	40	—	1200	1300	315
Осевой момент инерции 10^{-7} кг·м	199	1780	9,95	63,8	39,8	47,8	1555	7892	10400	795
Масса гиромотора, гироузла не более, г	120	450	25	65	63	67	670	2000	2000	710
Напряжение питания, В	36±10%	36±10%	36±10%	40±10%	36±5%	36±5%	36±5%	36±5%	36±10%	208±5%
Частота, Гц Частота вращения, 1/мин	400 22000	400±5% 21500	400±5% 24000	500±3% 30000	400±10% 24000	400±5% 24000	400±5% 11000	400±2% 22000	400±10% 22000	400±10% 24000



1. Маслодержатели поз. 18 смазать тремя, а шарикоподшипник поз. 19 двумя–тремя каплями масла ОКБ–122–5.
2. Осевой люфт ротора по оси Y–Y должен быть 0,05... 0,07мм.
3. Щетки поз. 15 должны иметь не менее 80% притертой поверхности.
4. Частота вращения ротора при изменении напряжения 22...32 В при температуре 20± 5° должна быть 6000± 150 об/мин, регулировать натяжением пружин Ж (см. поз. 9).
5. Выбег ротора при температуре 20± 5° должен быть не менее 15 с.
6. Статическую балансировку гироузла производить относительно оси Х–Х грузами поз. 7 и гайками поз. 22
7. Все винты, под которые не подложены разрезные шайбы, контрить лаком АК–20.



1. Допускается не более двух прорывов отв. А
2. Покрытие Ан Окс хр.

Рис. 8.1
на 4 листах.
Лист 1

Гироузел постоянного тока ГУП-400:
1 - узел магнита (сб), 2 - корпус гиромотора (алюминиевый сплав АЛ2); 3 - втулка с подшипником (сб); 4 - шайба (сталь 20) - 2 шт; 5 - винт М2-4 (сталь 20) - 2 шт; 6 - гайка подшипника (алюминиевый сплав Д1); 7 - груз балансировочный (свинец С3) - 2 шт; 8 - крышка гиромотора (алюминиевый сплав АЛ2), 9 - ротор в сборе (сб); 10 - щеткодержатель (сб), 11 - груз балансировочный (свинец); 12 - шайба (Ст 3) - 2 шт; 13 - винт М2-6 (латунь ЛС59-1) - 2 шт; 14 - винт М1,2-3 - 2 шт; 15 - щетка с контактом (сб) - 2 шт; 16 - шайба пылезащитная (Ст 3) - 2 шт; 17 - шайба подшипника (бронза БР.Б2,5) - 2 шт; 18 - маслодержатель (алюминий АДМ) - 2 шт.

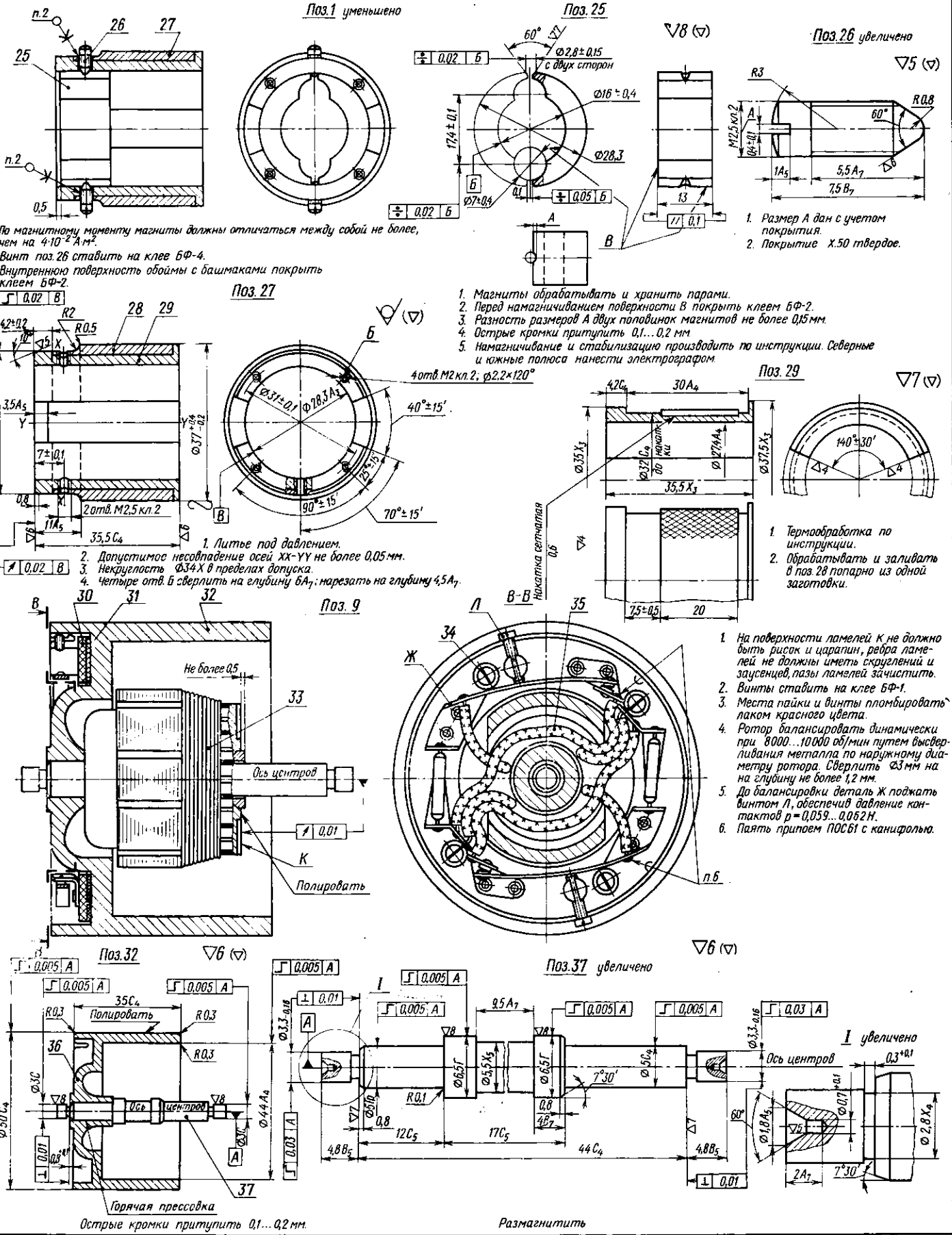
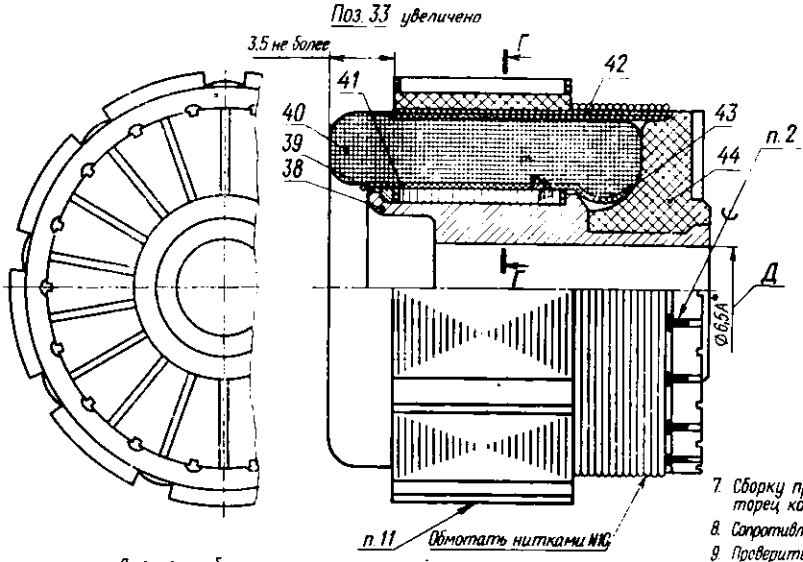


Рис. 8.1

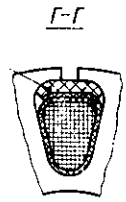
Лист 2

19 - шарикоподшипник 23УМ-2 шт.; 20 - винт балансировочный (латунь ЛС59-1) - 2 шт.; 21 - винт балансировочный (латунь ЛС59-1) - 2 шт.; 22 - гайка самоконтрящаяся (латунь ЛС59-1) - 2 шт.; 23 - гайка (ст.3) - 2 шт.; 24 - втулка шарикоподшипника (алюминиевый сплав Д1-Т); 25 - магнит постоянный (сплав ЮНДК15); 26 - винт стопорный (сталь 20) - 2 шт.; 27 - обойма с башмаками (сб.); 28 - обойма (алюминиевый сплав АЛ3); 29 - башмак (ст.3) - 2 шт.; 30 - регулятор центробежный (сб.); 31 - прокладка (картон ЭВ); 32 - маховик с осью (сб); 33 - пакет с коллектором (сб.); 34 - винт крепежный М2-5 - 4 шт.; 35 - соединительные провода; 36 - маховик (латунь ЛС59-1).

Поз. 33 увеличено

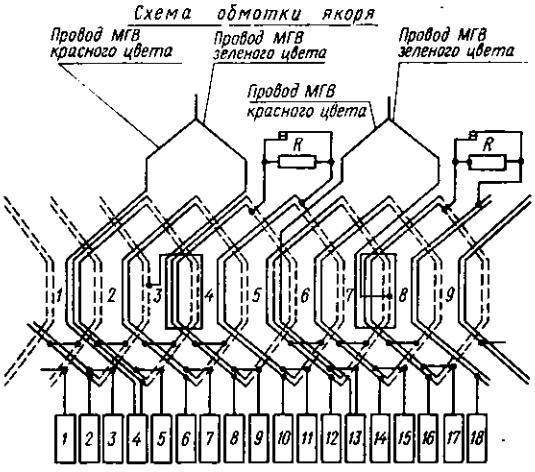


Г–Г



1. Электромонтаж якоря производить по схеме, указанной на чертеже
2. Провода выводные паять к ламелям припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом, правильность пайки проверить гальванометром.
3. Сопротивление секции 21,3...25 Ом. Допустимая разница в сопротивлениях секций не более 1 Ома.
4. Якорь проверять на короткозамкнутые витки до и после пропитки.
5. Выводные концы изолировать прокладкой поз. 42, зачистить на длине 2,5 мм и припаять к ламелям коллектора. Концы не должны выступать за торец коллектора.
6. Лобовые части секций обмотки с противоположной стороны коллектора связать между собой нитками N10.
7. Сборку пропитать изоляционным лаком N447 по инструкции, отв. ФД и рабочий торец коллектора поз. 44 предохранить от покрытия.
8. Сопротивление изоляции при температуре 20±5°С должно быть не менее 25 мОм.
9. Проверить электрическую прочность изоляции напряжением 500 В переменного тока при мощности источника питания не менее 0,5 квт.
10. Укладываемые в пазы катушки могут отличаться между собой по омическому сопротивлению не более, чем на 0,5 Ом.
11. Поверхность зубцов покрыть клеем БФ-4 по инструкции, толщина слоя не более 0,01 мм.

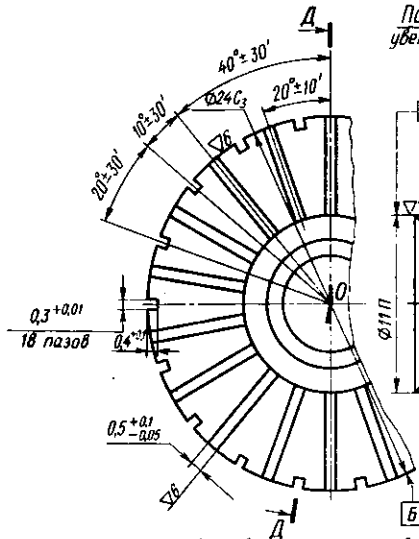
Схема обмотки якоря



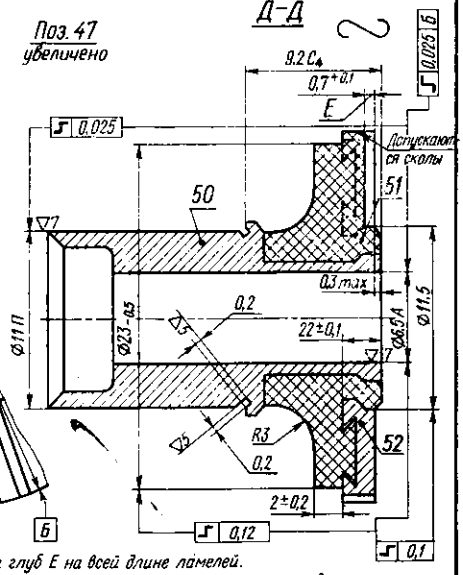
Данные обмотки

1. Обмотка петлевая.
2. Число катушек в обмотке 9.
3. Число секций в катушке – 2, всего секций 18.
4. Первый или задний частичный шаг обмотки $y_1 = 5$.
5. Второй или передний частичный шаг обмотки $y_2 = 3$.
6. Результирующий шаг обмотки $y = y_1 - y_2 = 2$.
7. Шаг по пазам $y_2 = 3$.
8. Шаг по коллектору $y_к = 2$.
9. Число коллекторных пластин – 18.
10. Число пазов – 9.
11. Число эффективных проводов в пазу – 580.

Поз. 47 увеличено

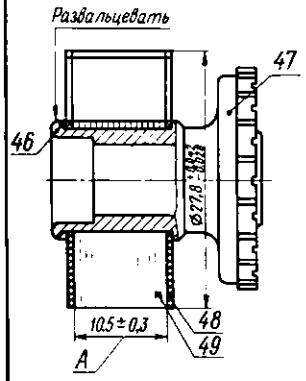


Д–Д



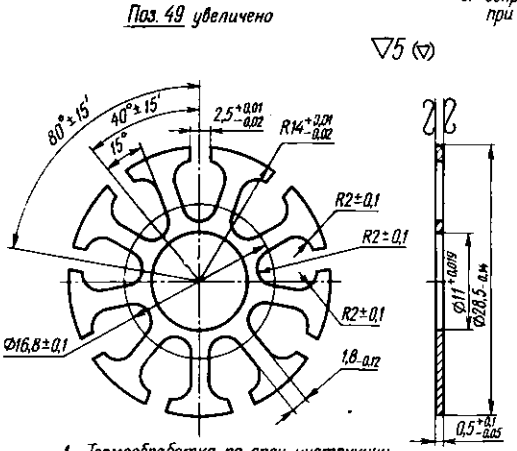
1. 18 пазов зачистить на глуб Е на всей длине ламелей.
2. Ребра ламелей должны быть чистые, скругления и заусенцы не допускаются.
3. Сопротивление изоляции между ламелями должно быть не менее 25 МОм при испытании напряжением постоянного тока не менее 500 В.

Поз. 38 уменьшено



1. Размер А выдержать набором высечек поз. 49.
2. Пазы зачистить, сохраняя размеры паза по чертежу поз 49.
3. После развальцовки в буксе поз. 47 не должно быть трещин.

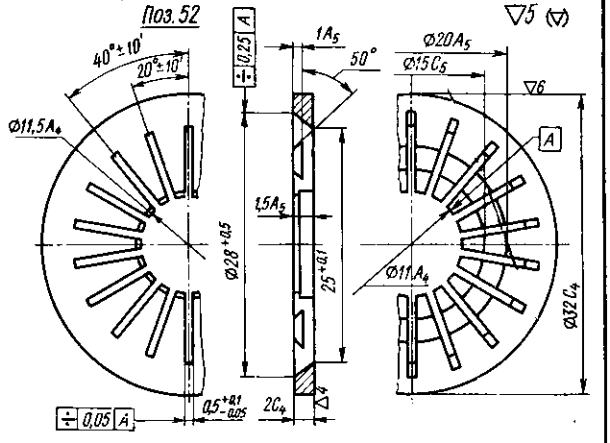
Поз. 49 увеличено



1. Термообработка по спец. инструкции.
2. Заусенцы не допускаются.
3. Покрыть с обеих сторон клеем БФ-2.

▽5 (▽)

Поз. 52



▽5 (▽)

Рис. 8.1 Лист 3	37 - ось (сталь 3Х13); 38 - пакет с коллектором (сб.); 39 - изоляция буксы (лакоткань ЛШ-2); 40 - обмотка якоря (провод ПЭВ-2); 41 - изоляция пазовая (картон ЭВ); 42 - прокладка (лакоткань ЛШ-1); 43 - прокладка (лакоткань ЛШ-1); 44 - коллектор (сб.); 45 - изоляция (лакоткань ЛШ-1); 46 - шайба (сталь 20); 47 - букса с коллектором (сб.); 48 - высечка изоляции (картон ЭВ); 49 - высечка якоря (сталь 342); 50 - букса (сталь 3); 51 - основание коллектора (фенопласт К-21-22); 52 - диск с ламелями (медь М1-Т); 53 - основание (текстолит Б); 54 - винт М1, 4×6 (Ст. 3) - 2 шт.

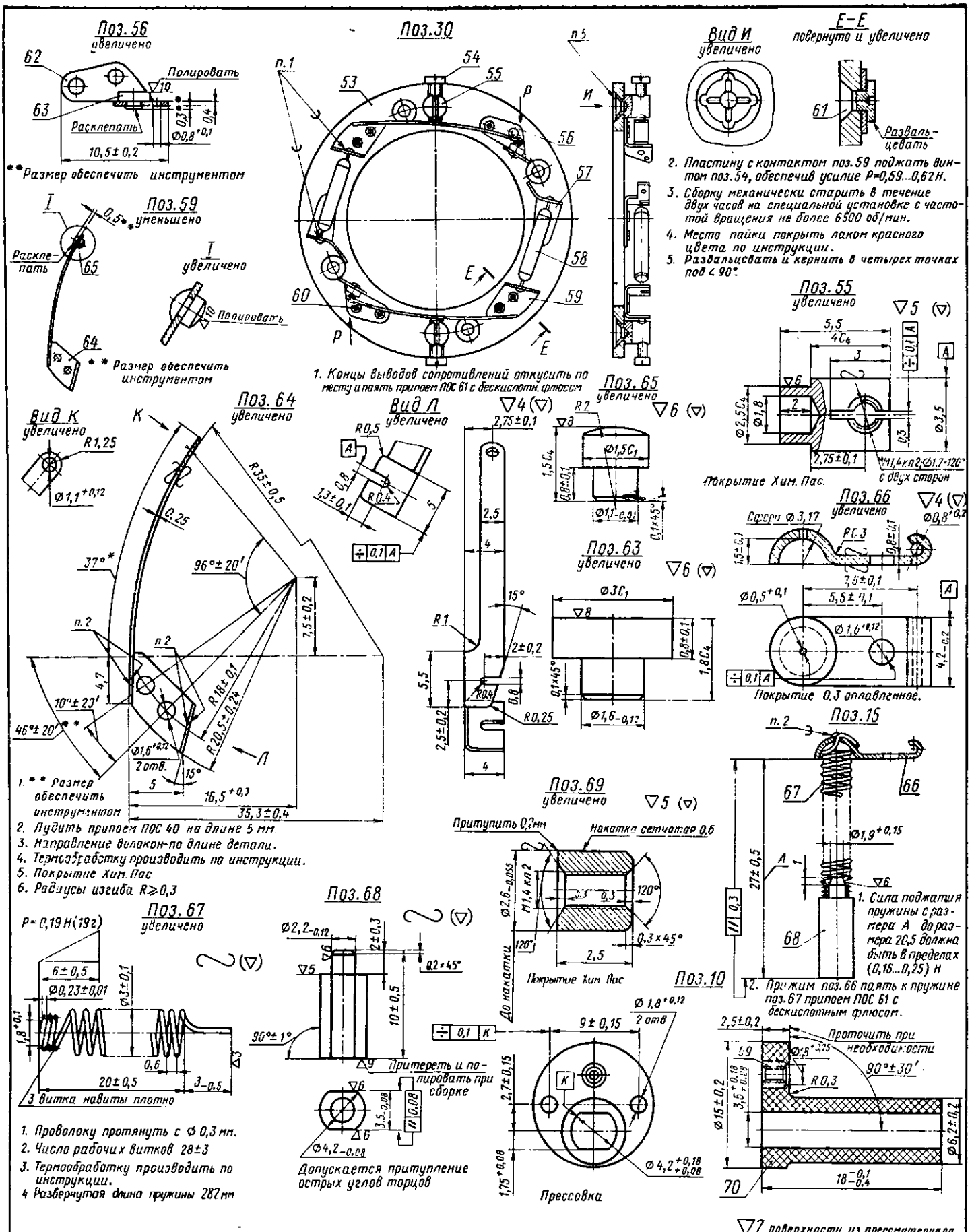
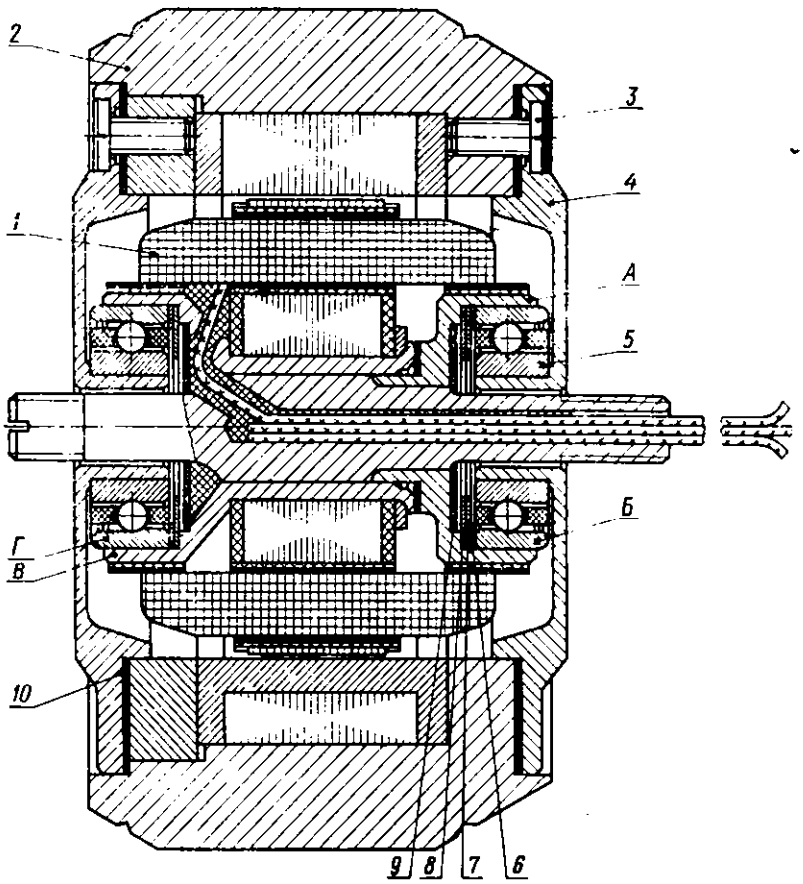
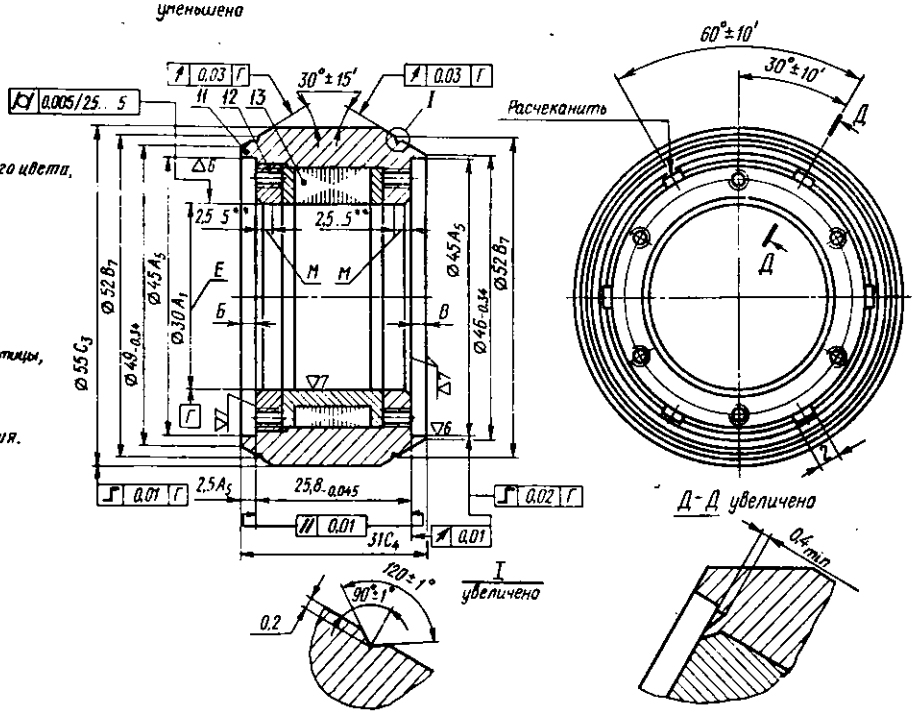


Рис. 8.1	55 - стойка (латунь Л62-ПТ) - 2 шт.; 56 - уголок с контактом (сб) - 2 шт.; 57 - клемма (латунь Л62-М) - 2 шт.; 58 - сопротивление R=470 Ом - 2 шт.; 59 - пластина контактная с контактом (сб) - 2 шт.; 60 - заклепка (латунь Л62-М) - 4 шт.; 61 - заклепка (латунь Л62-М) - 4 шт.; 62 - уголок (латунь Л62-Т) - 2 шт.; 63 - контакт (серебро Ср999) - 2 шт.; 64 - пластина контактная (бронза Бр. Б2,5) - 2 шт.; 65 - контакт (серебро Ср999) - 2 шт.; 66 - прижим (алюминиевый сплав Д1-Л) - 2 шт.; 67 - пружина (бронза Бр Б2,5-Т) - 2 шт.; 68 - щетка (графит) - 2 шт.; 69 - втулка (латунь ЛС59-1Т) - 2 шт.; 70 - щеткодержатель (прессматериал К-21-22) - 2 шт.
Лист 4	



1. Внутренние кольца подшипников поз.5 должны иметь посадку с натягом 2...5 мкм.
2. Наружное кольцо подшипника Г должно иметь посадку с натягом или зазором от 0 до 2 мкм.
3. Наружное кольцо подшипника Б должно иметь посадку с диаметральным зазором 6...9 мкм.
   После нажатия на наружное кольцо подшипника в осевом направлении последнее должно свободно перемещаться под действием пружины компенсационной поз.7, которая должна быть обращена выпуклостью к подшипнику.
4. Подшипники смазывать с помощью дозатора смазкой ВНИИНП-228 в количестве 40±5 мг на один подшипник по специальной инструкции.
   Чистоту смазки проверять по специальной инструкции.
5. Посадка фланцев ротора поз.4 в ротор поз.2 должна быть с натягом 0... 5 мкм.
6. Гиромотор собрать с осевой нагрузкой на подшипники 15±1Н. Осевую нагрузку регулировать вариантными прокладками поз.10 по специальной инструкции; прокладки ставить по мере необходимости, но не более трех штук с каждой стороны. После приработки гиромотора величина осевой нагрузки должна быть 11...17 Н.
7. Балансировать динамически высверливанием отверстий диаметром не более 2 мм и глубиной не более 2 мм по канавкам на поверхности ротора поз.2.
8. Суммарная жесткость пружины компенсационной поз.7 и подшипника поз.5 со стороны выводных проводов должна под нагрузкой 25Н обеспечить деформацию 34±2 мкм.
9. Упругое осевое перемещение статора относительно неподвижно закрепленного ротора под нагрузкой 25Н должно быть 11...24 мкм.

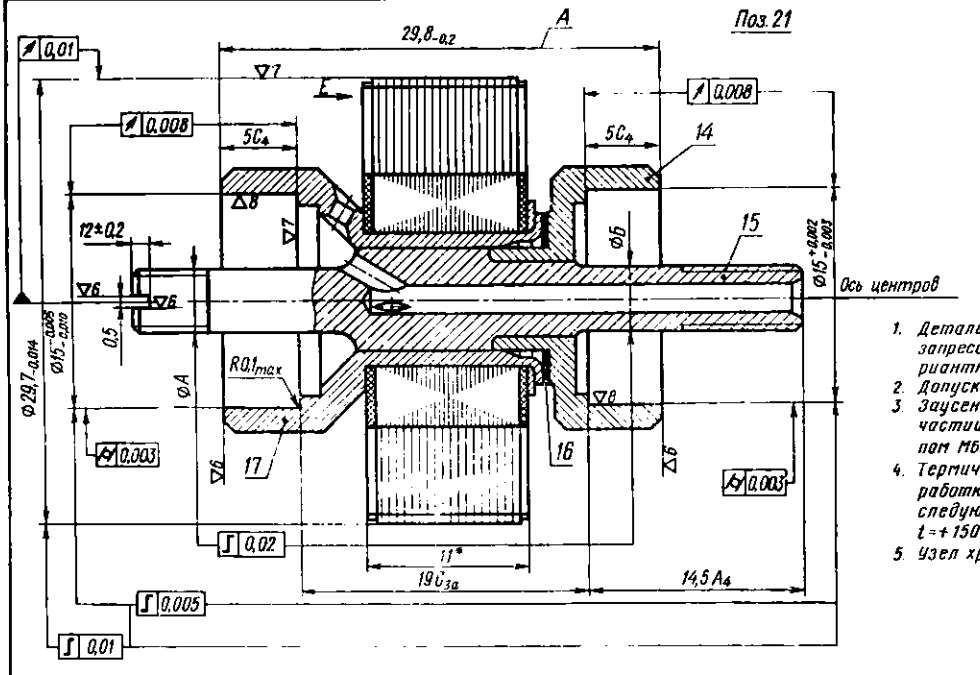
Поз.2
уменьшено



1. Кольцо поз.12 ставить фаской от беличьего колеса.
2. Допуски на ØE по алюминиевому сплаву допускаются по 4 классу точности.
3. На поверхности ØE нанести покрытие ЭМ ЭП-74Т серого цвета, предохранив от покрытия участки на длине 2,5... 5** мм с каждой стороны. Толщина покрытия 0,01 мм.
4. Термическую стабилизацию перед окончательной обработкой в количестве трех циклов производить по следующему режиму цикла: при t = −60±5°С − 1ч, при t = +180−200°С − 2ч.
5. Зазубрины, коррозия, стружка и другие посторонние частицы, видимые при увеличении 16*, не допускаются.
6. Разность между размерами Б и В не более 0,05 мм.
7. Размеры со знаком * ** предохранить от покрытия.

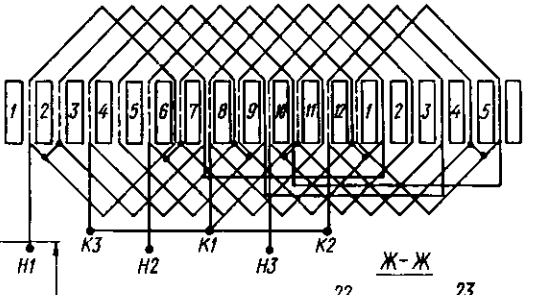
Рис. 8.2
на 2 листах.
Лист 1

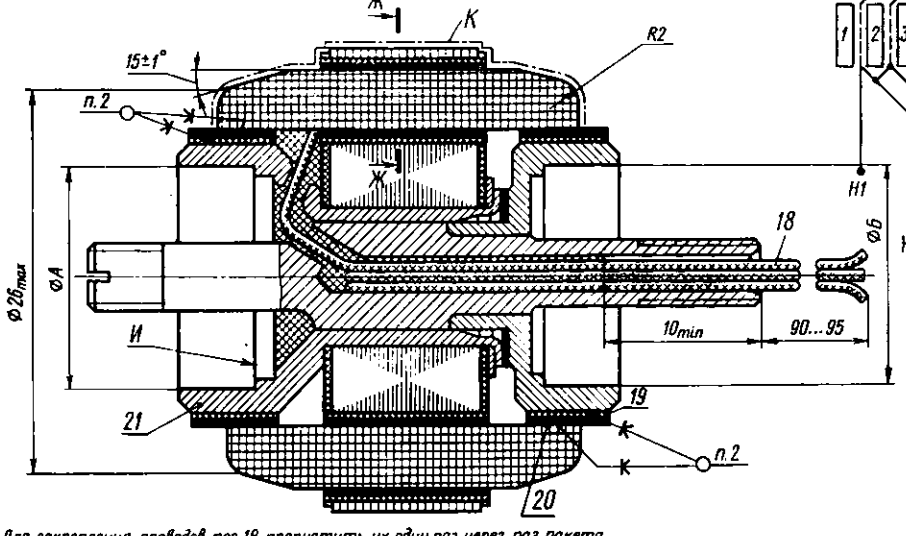
Асинхронный гиромотор ГМА-4000 с вращающимися внутренними кольцами шарикоподшипников:
1 - статор (сб), 2 - ротор (сб); 3 - винт специальный (сталь 20) - 12 шт.; 4 - фланец ротора (сталь 4Х13) - 2 шт.; 5 - шарикоподшипник 1006096Е - 2 шт.; 6 - шайба (сталь 3Х13) - 2 шт.; 7 - пружина компенсационная (сталь 65Г); 8 - шайба (сталь 3Х13) - 2 шт., 9 - прокладка бумажная - 2 шт.; 10 - прокладка (медь М1) - 5 шт.; 11 - обод (сталь 4Х13); 12 - кольцо (сталь 4Х13).

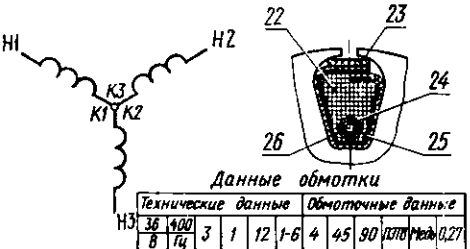


1. Деталь поз 14 запрессовать до упора. Деталь поз 17 запрессовать, выдерживая размер А при помощи вариантных прокладок поз. 16.
2. Допускается изготовление шлица в детали поз 15.
3. Заусенцы, коррозия, стружка и другие посторонние частицы не допускаются. Проверить под микроскопом МБС при увеличении 16× по специнструкции
4. Термическую стабилизацию перед окончательной обработкой в количестве трех циклов производить по следующему режиму цикла: при $t = -60° \pm 5°C$ – 1 ч, при $t = +150° \pm 10°C$ – 2 ч.
5. Узел хранить в эксикаторе с силикагелем.

Схема обмотки статора







Данные обмотки

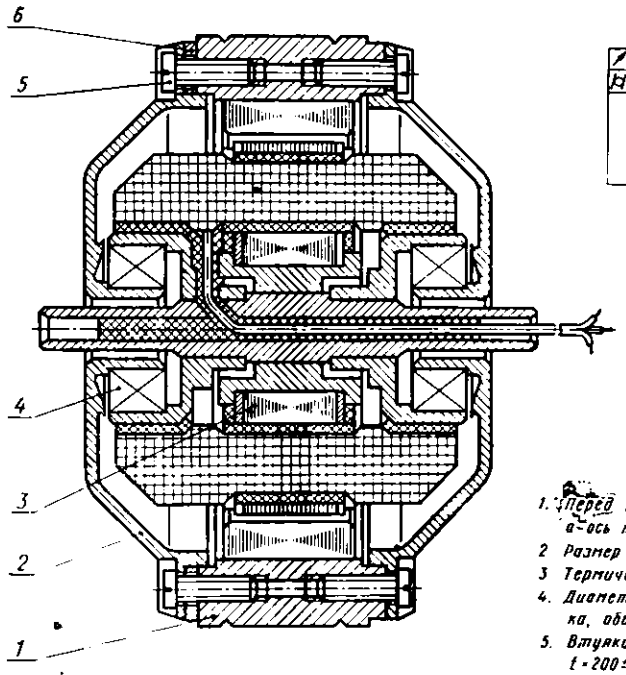
Технические данные						Обмоточные данные					
36 В	400 Гц	3	1	12	1-6	4	45	90	ПТВ	Медь	0,27
Напряжение	Частота	Число фаз	Число пар полюсов	Число пазов	Шаг по пазам	Число катушек в фазе	Число витков в катушке	Число витков в пазу	Марка провода	Материал провода	Диаметр провода по меди

1. Для закрепления проводов поз 18 пропустить их один раз через паз пакета с деталями поз. 21.
2. Картон электроизоляционный поз.19 склеить с плёнкой ПЭТФ поз. 20 клеем БФ-4 по специальной инструкции и надрезать с одной из больших сторон на глубину 3 мм с шагом 1,5 мм. Картон электроизоляционный поз. 26 склеить с пленкой поз. 25 клеем БФ-4 по специальной инструкции.
3. Провода поз.18 паять к проводу поз.22 (условно не показано) припоем ПОС61 по специальной инструкции с флюсом К3. Провода поз.18 освободить от изоляции на длине 8±1 мм, не повредив жил, и облудить припоем ПОС61 с флюсом К3.
4. Места пайки проводов поз.18 с проводом поз. 22 изолировать конденсаторной бумагой поз.24 в четыре слоя с клеем БФ-2.
5. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать бумагой конденсаторной поз.24 в четыре слоя с клеем БФ-2 и заправить в паз пакета с деталями поз. 21.
6. Отверстия во втулке и оси под провода поз.18 залить эпоксидным компаундом ЭД5-К-2 по специальной инструкции, выдерживая размер 10min без предварительного нагрева статора. Попадание компаунда на посадочную поверхность ⌀А и торец И не допускается.
7. Обмотку пропитать крезольно-масляным лаком N 9-627 по специальной инструкции.
8. Короткозамкнутые витки в обмотке не допускаются.
9. На поверхность К нанести покрытие ЭМ.ЭП-74Т серого цвета, толщина покрытия более 0,01 мм.

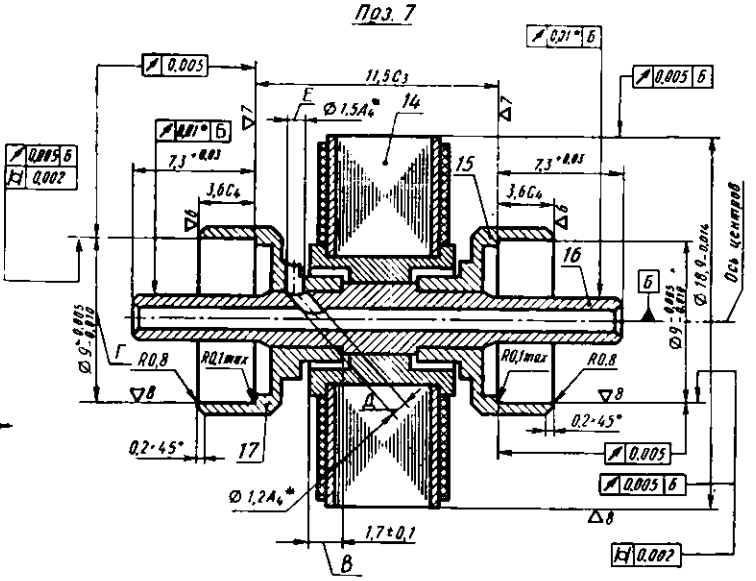
Рис. 8.2

Лист 2

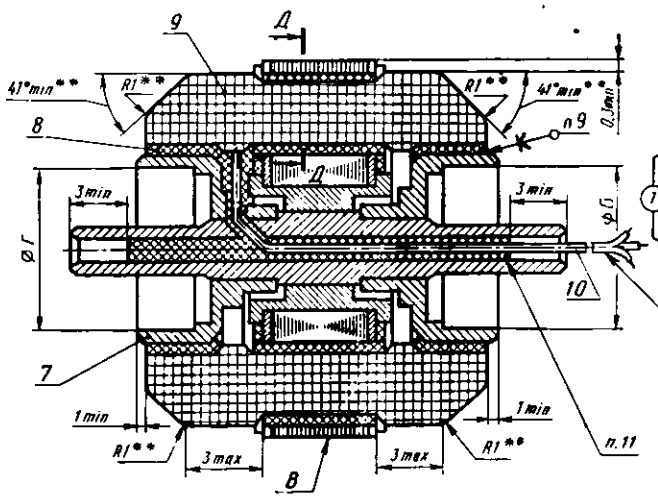
13 - беличье колесо (сб); 14 - втулка II (сталь ЭИ474); 15 - ось (сталь 40ХНМА); 16 - прокладка (сталь 3Х13); 17 - втулка I (сталь 4Х13); 18 - провод МГТФ S - 0,07 мм², l = 450; 19 - картон ЭВ 0,1×10×65 - 2 шт.; 20 - пленка ПЭТФ 0,02×10×65 - 2 шт.; 21 - пакет с деталями (сб.); 22 - провод ПТВ ⌀ 0,27, l = 18,5 м; 23 - фибра листовая ФЭ 1 сорта 0,6×3×13; 24 - бумага конденсаторная КОН-1 0,022×7×20 - 3 шт.; 25 - пленка ПЭТФ 0,02×12×285; 26 - картон ЭВ 0,1×12×285.



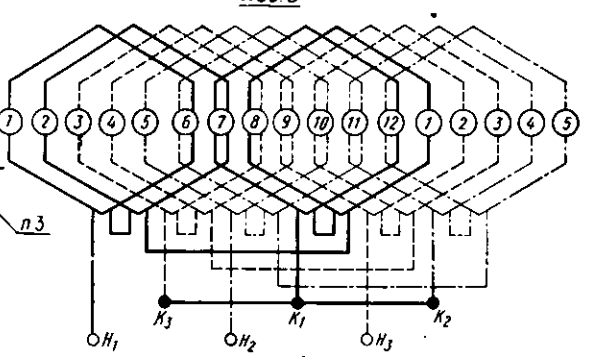
Поз. 7



1. Перед напрессовкой пакет статора поз 14 выдержать при t = 120±5°С в течение 30...40 мин, а ось при t = - 60±5°С в течение 1 ч.
2. Размер В выдерживать со стороны отверстия Ø Е.
3. Термически стабилизировать.
4. Диаметр Г выполнить, согласовав с размером наружного кольца шарикоподшипника, обеспечив посадку: зазор - до 0,002 мм, натяг - до 0,002 мм
5. Втулки поз. 15 и 17 напрессовать на ось поз 16 до упора, предварительно прогрев при t = 200±10°С в течение 20...30 мин.
6. Втулку поз.17 напрессовать на ось поз 16 со стороны отв Ø А, смещение отв. ФЕ во втулке относительно отв. Ф Д в оси не должно превышать ± 2°.
7. Узел хранить в герметичной таре с силикагелем.



Поз. 3

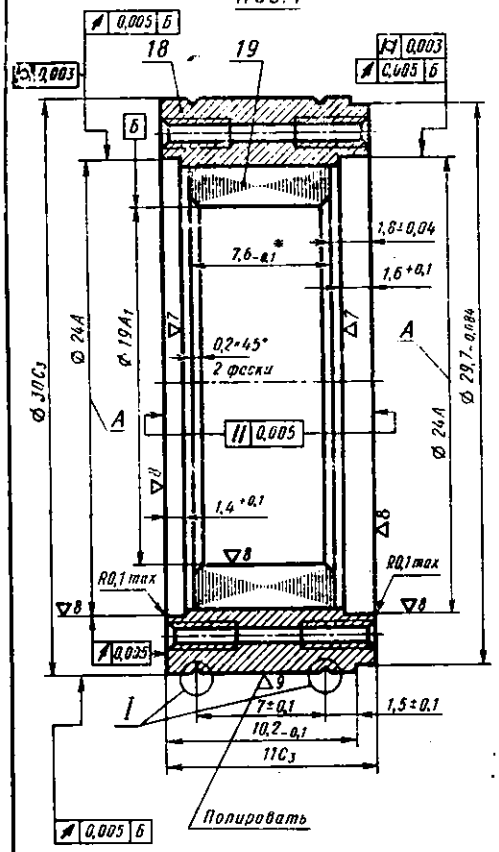


H_1 – начало I фазы; K_1 – конец I фазы;
H_2 – начало II фазы; K_2 – конец II фазы;
H_3 – начало III фазы. K_3 – конец III фазы.

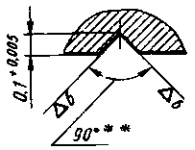
1. Размеры со знаком ** обеспечить инструментом.
2. Короткозамкнутые витки в обмотке не допускаются.
3. Длина проводов поз.10 от торца оси должна быть 70±5 мм.
4. Обмотку пропитать лаком МЛ-92 и нанести эмаль ЭП-74Т.
5. Провода поз.9 паять к проводу поз 10 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.
6. Места пайки проводов поз 9 с проводом поз 10 изолировать трубкой поз.11 и заправить в паз пакета статора поз. 7.
7. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать трубкой поз 11 и заправить в паз пакета статора поз. 7.
8. Геометрия, чистота поверхности и размеры гнезд под подшипники (Ø Б и Г) должны соответствовать требованиям чертежа сборки поз. 7.
9. Ленту поз. 8 приклеить клеем БФ-4 в два слоя к поверхности пакета статора поз. 7.
10. Пленку поз.12 сложить в два слоя, склеить между собой клеем ТМ-60 и уложить в пазы пакета статора поз. 7.
11. Внутреннюю полость оси залить эпоксидным компаундом ЭК-115.
12. Поверхность В покрыть серой эмалью ЭП-74Т, толщина слоя 8...12 мкм.

Рис. 8.3 на 4 листах. Лист 1	Синхронный гиромотор симметричной конструкции ГМС-200 с вращающимися внутренними кольцами шарикоподшипников: 1 - ротор (сб.); 2 - крышка (сталь 36НХТЮ) - 2 шт.; 3 - статор (сб.); 4 - шарикоподшипник С2076084Е - 2 шт.; 5 - винт М1,4×4 (сталь 36НХТЮ) - 12 шт.; 6 - прокладка (сталь 2Х13); 7 - пакет статора (сб.).

Поз. 1



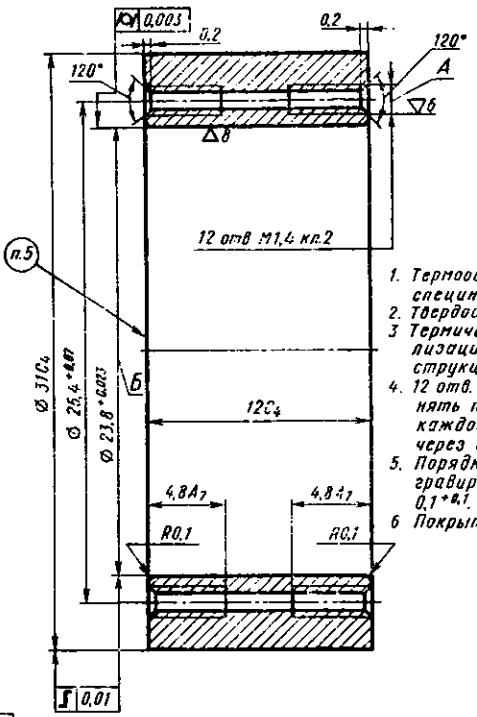
I
увеличено



1. ** Размер обеспечить инструментом
2. Пакет ротора поз 19 запрессовать с клеем БФ-4 в маховик поз 18 с натягом 5...10 мкм, предварительно прогрев маховик поз. 18 при t = 150±10°С в течение 30...40 мин
3. Термически стабилизировать
4. При обработке Ø А не допускается касание пакета ротора поз. 19.
5. Защиту от коррозии производить по специнструкции.

Поз. 18

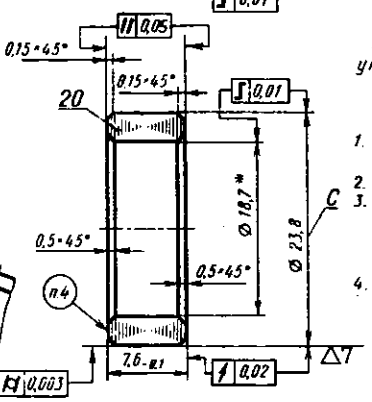
▽6 (▽)



1. Термообработка по специнструкции.
2. Твердость HRC 30...40.
3. Термическая стабилизация по специнструкции.
4. 12 отв. Ø А выполнять по 6 отв. с каждой стороны через 60°±8'.
5. Порядковый номер гравировать глуб. 0,1+0,1.
6. Покрытие - Хим. Пас.

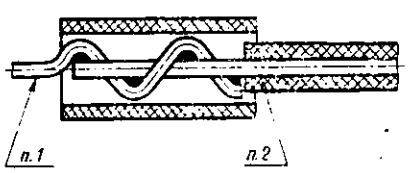
Поз. 19
уменьшено

▽6 (▽)



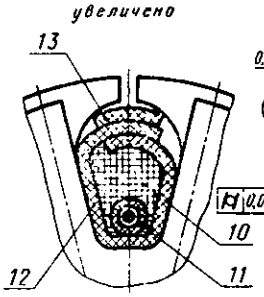
1. Допускается притирка крайних высечек ▽6 не более 0,3 мм.
2. Узел склеить клеем БФ-2.
3. Размер С обработать под размер Ø Б маховика поз. 18, обеспечивая посадку пакета ротора в маховик в соответствии с чертежом сборки поз.1.
4. Порядковый номер нанести по специнструкции.

Эскиз крепления обмоточного провода к выводному

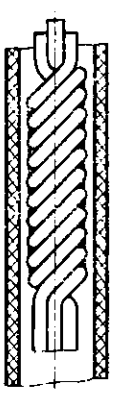


1. Обмоточный провод зачистить на длине 5...7 мм и обернуть вокруг выводного провода 2...4 раза и опаять (условно не показано).
2. Провод выводной зачистить и облудить.

Д - Д
увеличено

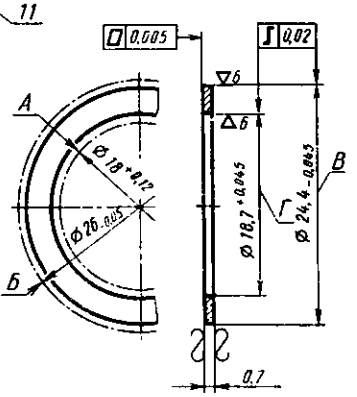


Эскиз оформления средней точки



Поз. 20
уменьшено

▽5 (▽)



1. Размеры заготовки Ø А и Ø Б - после штамповки.
2. Механическую обработку Ø В и Ø Г производить до термообработки.
3. После термообработки высечек ротора следует получить при индукции B_m=1Т следующие магнитные свойства: удельные гистерезисные потери $P_{гс}$=9,5·10³ Дж/Гц·Н³+10% при намагничивающем поле $H_m \leq 4{,}8 \cdot 10^3$ А/см.
4. Термообработку производить по специнструкции; температура отпуска в пределах 450°...600°С.
5. Высечки ротора покрыть клеем БФ-2 с предварительной полимеризацией.

Технические данные

1. Напряжение	40В
2. Частота	500Гц
3. Число фаз	3
4. Число пар полюсов	1
5. Число пазов	12
6. Шаг по пазам	1-6

Обмоточные данные

1. Число секций в фазе	4
2. Число витков в катушке	67
3. Число витков в пазу	134
4. Марка провода	ПЭВ-2
5. Диаметр провода по меди	0,13

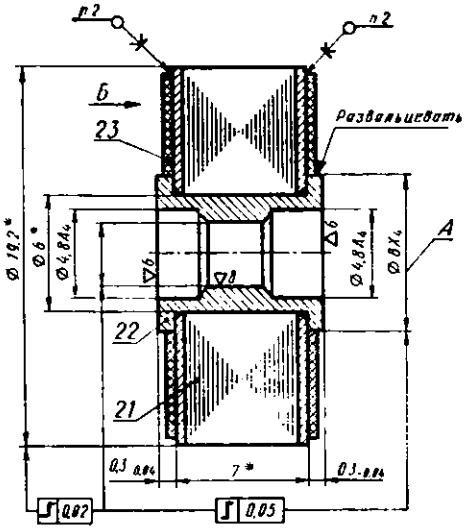
Концы обмоточных проводов на длине 8...10 мм зачистить, скрутить и опаять.

Рис. 8.3

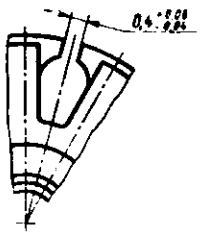
Лист 2

8 - лента (фторопласт-4 несориентированный, лента 0,1); 9 - провод ПЭВ Ø 0,13 мм; 10 - провод ГФ-100М S=0,03 мм²; 11 - трубка 0,4 (фторопласт-4Д); 12 - пленка ПЭТФ 0,02×8,5; 13 - клин (стеклотекстолит СТК-41/3П)-12 шт; 14 - пакет статора (сб.); 15 - втулка (сплав 36НХТЮ); 16 - ось (сплав 36НХТЮ); 17 - втулка (сплав 36НХТЮ); 18 - маховик (сплав 36НХТЮ); 19 - пакет ротора (сб); 20 - высечка ротора (сплав 35КХФ6 или 52КФ11).

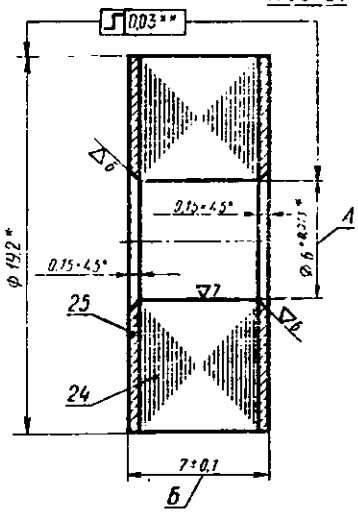
Поз 14



Вид Б



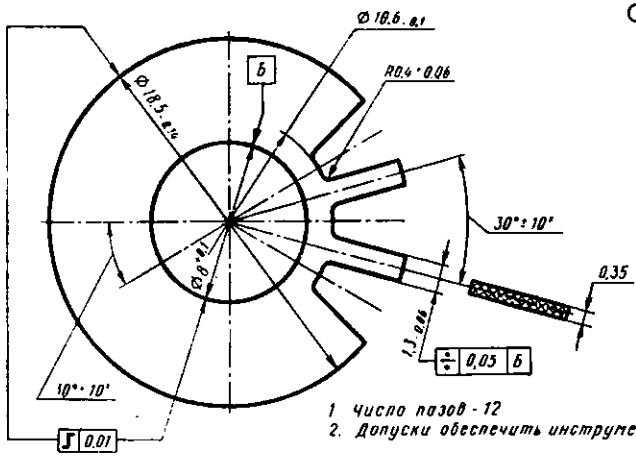
Поз 21



1 **Размер обеспечить инструментом
2 Высечки статора поз 24 и 25 собирать, совмещая метки R0,2, допускается развертывание внутреннего диаметра пакета высечек статора до Ø A
3 Размер Б выдерживать под бором высечек статора поз 24.
4 Пакет статора склеить клеем ЭДП-1.
5 Сдвиг высечек статора поз 24 и 25 друг относительно друга по всему контуру паза должен быть не более 0,1 мм по всей длине пакета

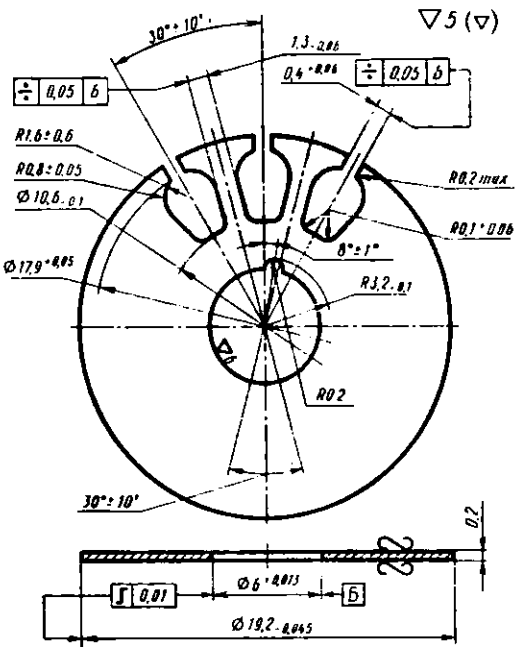
1 При обработке Ø A допускается касание торца высечки пакета статора поз 21 на глубину не более 0,05 мм, в этом случае щеку поз 23 приклеить не позднее, чем через час после обработки Ø A
2. Щеку поз 23 приклеить клеем ВК-9.

Поз 23



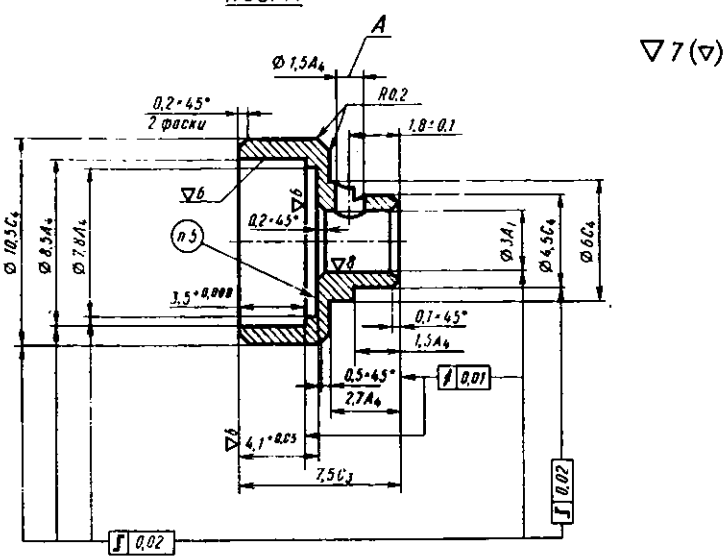
1. Число пазов - 12
2. Допуски обеспечить инструментом.

Поз. 24



1. Число пазов - 12, шаг - 30°, допуск на шаг и любую сумму шагов ± 10'.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Снять заусенцы.
4. Покрыть клеем ЭДП-1.

Поз. 17



1. Термообработка по специнструкции.
2. Твердость HRC 30...40.
3. Термически стабилизировать.
4. Острые кромки по краям отверстия Ø A притупить 0,1...0,2 мм
5. Гравировать порядковый номер по инструкции
6. Покрытие Хим. Пас.

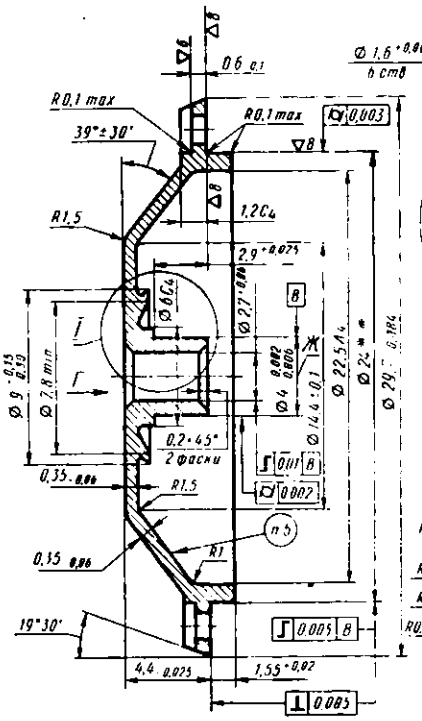
Рис. 8.3

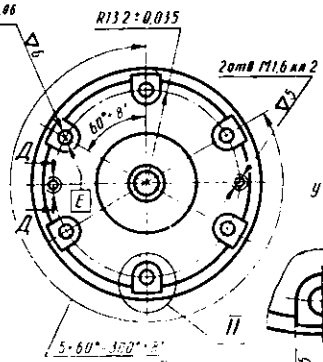
Лист 3

21 - пакет статора (сб.), 22 - втулки (сплав НХТЮ); 23 - щека (стеклотекстолит СТК-41/ЭП-0,35) - 2 шт.; 24 - высечка статора (сталь 344, л 0,2), 25 - высечка статора (сталь 344, л 0,35) - 2 шт.

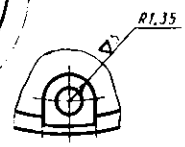
Поз. 2

Вид Г
уменьшено

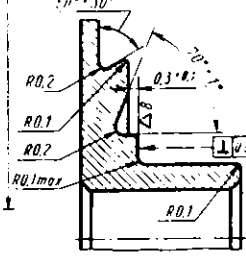




II
увеличено

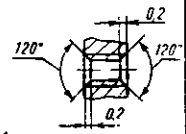


I
увеличено

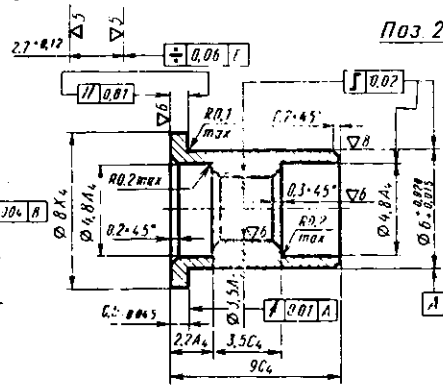


1. Термообработка по специнструкции; твердость HRC 30 ..40
2. Термически стабилизировать
3. Диаметр ж выполнить, согласовав с размером внутреннего кольца шарикоподшипника, обеспечивая посадку с натягом 1... 3 мкм.
4. Диаметр 24* * обработать под Ø24А сварки поз.1, обеспечивая посадку с натягом 1 4 мкм, считая по средним (по овальности) посадочным диаметрам ротора и крышек.
5. Гравировать порядковый номер по инструкции.
6. Покрытие Хим Пас.

Д – Д

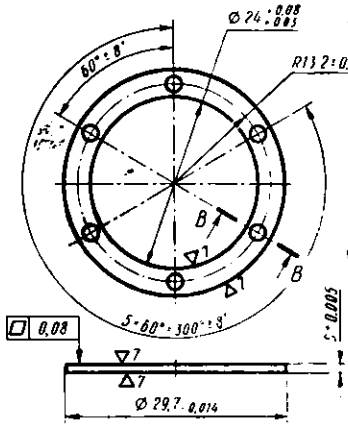


Поз 22



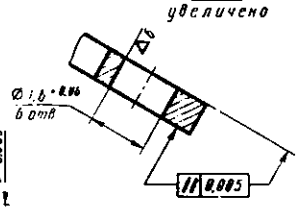
1. Термообработка по специнструкции, твердость HRC 22 30
2. Термически стабилизировать
3. Покрытие Хим Пас

Поз 6
уменьшено

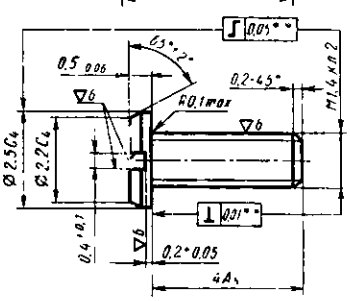


1. Толщина S - 0,20... 0,76 мм через 0,02 мм
2. Покрытие Хим. Пас.

В – В
увеличено

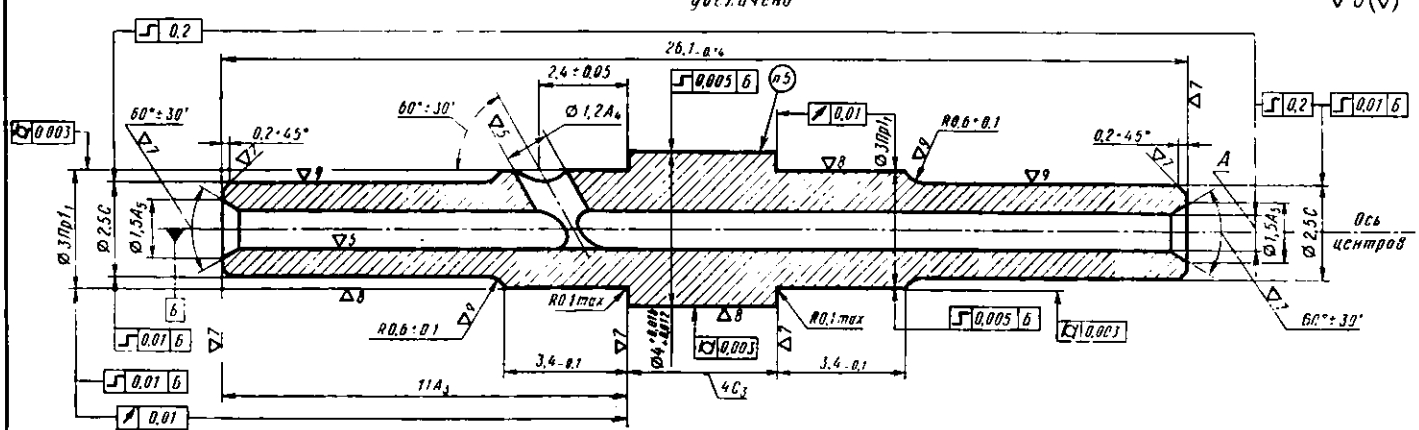


Поз. 5
увеличено



1. * * Размеры обеспечить технологически
2. Термообработка по специнструкции.
3. Заусенцы не допускаются.
4. Покрытие Хим. Пас.

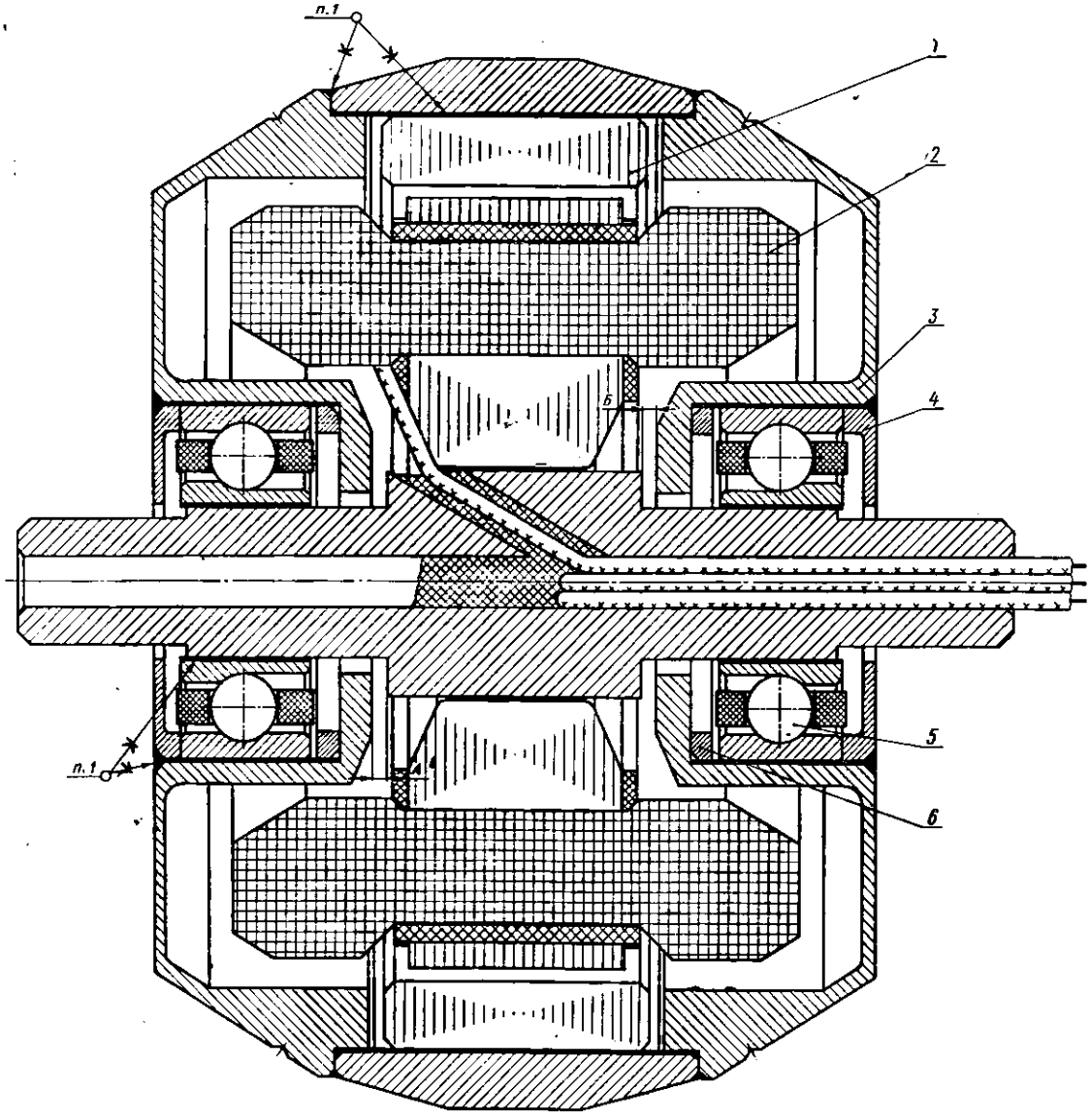
Поз. 16
увеличено



1. Термообработка по специнструкции.
2. Термически стабилизировать.
3. Допускается сверление отверстия Ø А с двух сторон, допустимое несовпадение осей отверстий 0,1 мм.
4. Острые кромки притупить 0,1... 0,2 мм.
5. Порядковый номер гравировать по специнструкции.
6. Покрытие Хим. Пас.

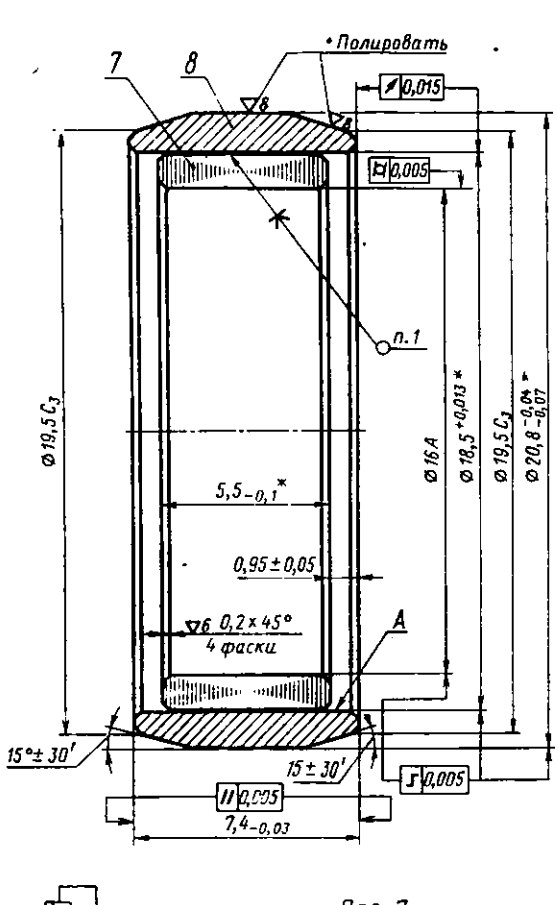
Рис. 8.3

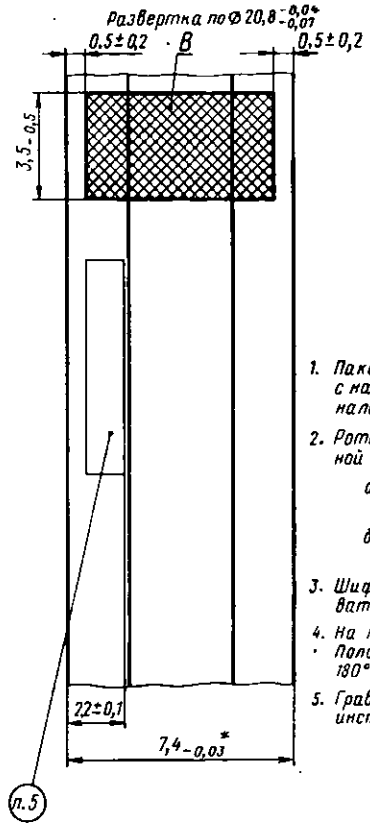
Лист 4



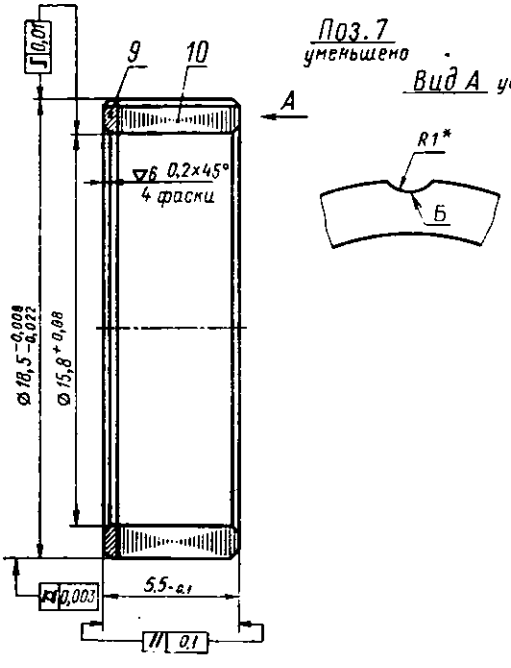
1. Клеевые соединения деталей гиромотора производить по специнструкции клеем ВК-9 с наполнителем.
2. Каждый шарикоподшипник смазать смазкой ВНИИНП-274 в количестве 5...7 мг.
3. Осевое перемещение статора поз.2 относительно неподвижного ротора поз.1 при нагрузке 3,5Н должно быть в пределах 0,003...0,005 мм.

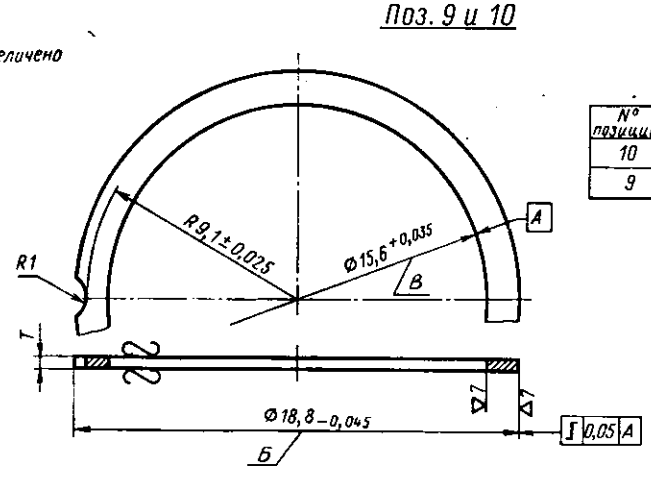
Рис. 8.4 на 5 листах Лист 1	Синхронный гиромотор ГМС-25 с вращающимися наружными кольцами шарикоподшипников и клеевым соединением: 1 - ротор (сб.); 2 - статор (сб.); 3 - крышка (сплав 36НХТЮ) - 2 шт.; 4 - колпачок (сплав 36НХТЮ) - 2 шт.; 5 - шарикоподшипник 207БВЗЕ1 - 2 шт; 6 - шайба самоцентрирующаяся (сплав 36НХТЮ) - 2 шт.





1. Пакет поз. 7 и маховик поз. 8 ставить на клее ВК-9 с наполнителем МП-2. На поверхности А наличие клея не допускается.
2. Ротор термически стабилизировать перед окончательной механической обработкой по следующему режиму:
   а) охлаждение до температуры – (55...70) °С, выдержка 1...2 ч.
   б) нагрев до температуры 100...120 °С, выдержка 2...3 ч.
3. Шифр завода и порядковый номер гиромотора гравировать на глубину 1 +0,01 мм.
4. На поверхности В покрытие Эм. ЭП-741 черного цвета. Положение метки по окружности относительно номера 180° ± 5°.
5. Гравировать порядковый номер гиромотора по инструкции.





№ позиции	Т	Количество
10	0,7	8
9	0,3	1

1. Высечки поз. 9 и 10 собирать, совмещая метку Б
2. Высечки поз. 9 и 10 склеить в пакет клеем БФ-2. Толщина пакета после склейки 5,6 max.
3. Допускается шлифовка торцов пакета с двух сторон с обильным охлаждением, чистота обработки ∇6.

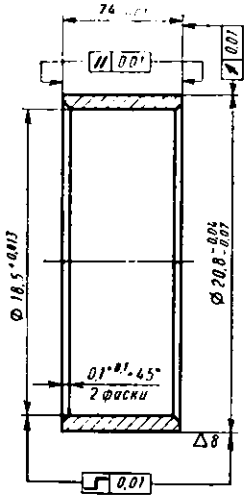
1. Диаметры Б и В даны до термообработки.
2. Термообработка по специнструкции.
3. После термообработки высечек ротора должны быть получены следующие магнитные свойства при индукции $B_m = 1$ Тл: удельные гистерезисные потери $P_{r.0} \geq 12 \cdot 10^3$ Дж/Гц м³ при намагничивающем поле $H_m \leq 6{,}8 \cdot 10^3$ А/м; примерный интервал температур отпуска 550...600 °С.
4. Нанести клей БФ-2 с полным отверждением клеевого слоя.

Рис. 8.4

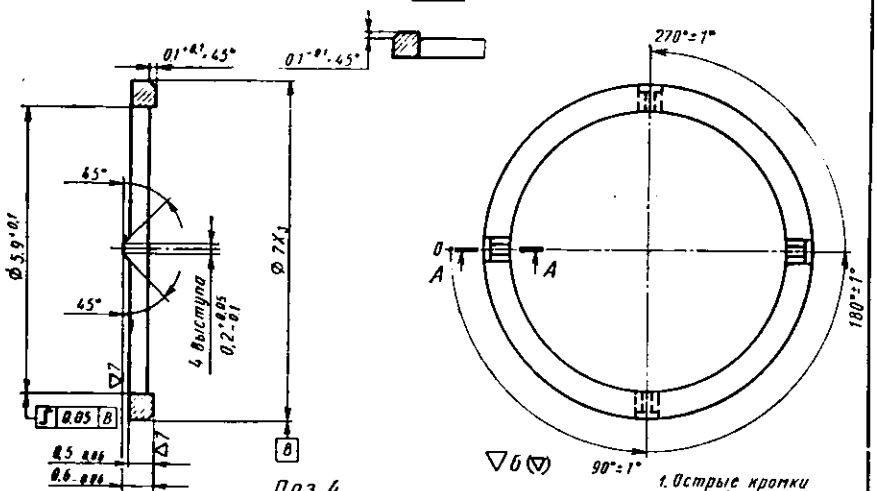
Лист 2

7 - пакет ротора (сб.); 8 - маховик (сплав 36НХТЮ); 9 - высечка ротора (сплав 52КФ11, л 0,3); 10 - высечка ротора (сплав 52КФ11, л 0,7).

Поз 8



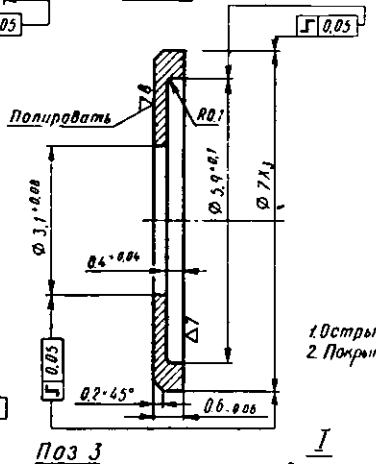
Поз 6



1. Термообработка по специнструкции.
2. Твердость HRC30...40.
3. Термически стабилизировать
4. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм
5. Покрытие Хим. Пас

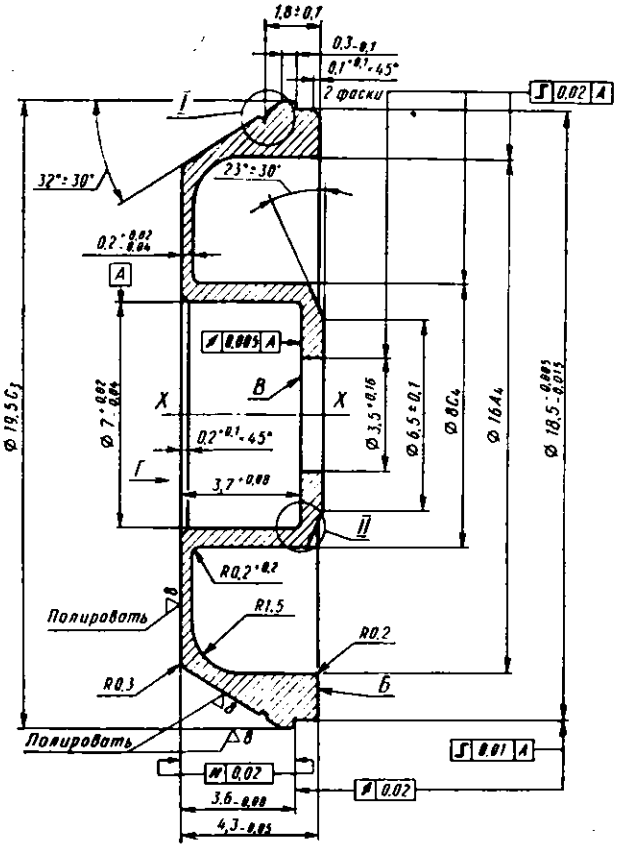
1. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм
2. Покрытие Хим Пас

Поз. 4

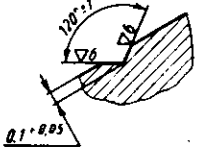


1. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм.
2. Покрытие Хим. Пас.

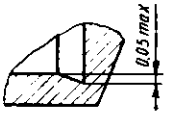
Поз 3



I увеличено



II увеличено



1. ** Размер обеспечить инструментом.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Твердость HRC30...40.
4. Термически стабилизировать.
5. Прогиб крышек должен быть 3...4,5 мкм от нагрузки 5Н
6. Прогиб крышки измерять в направлении стрелки Г вдоль оси Х-Х с приложением нагрузки в плоскости В. Плоскость Б опорная.
7. Хранить в специальной таре.
8. Покрытие Хим. Пас.

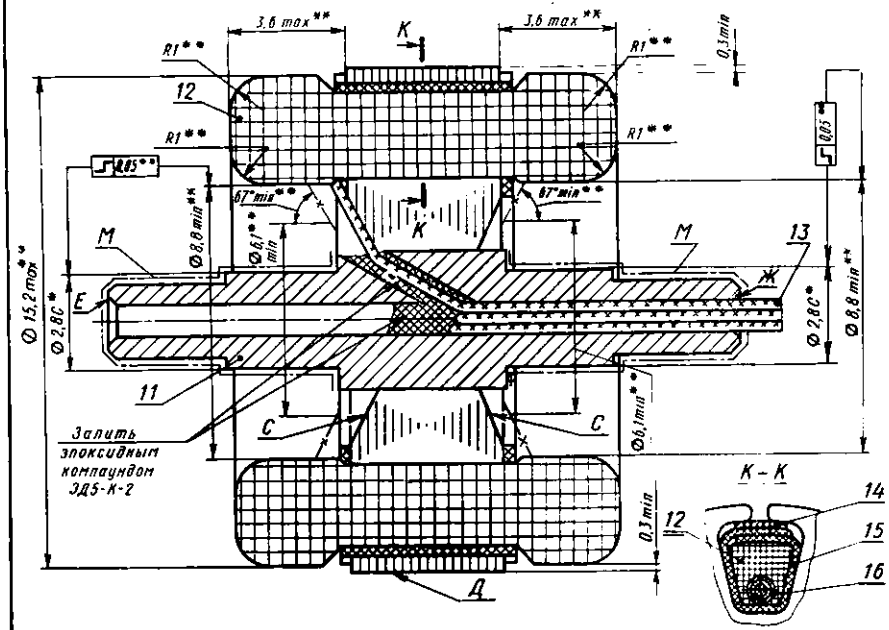
Рис. 8.4

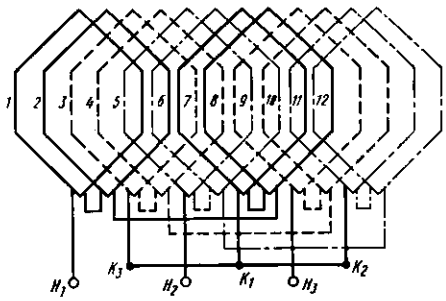
Лист 3

11 - пакет статора с осью (сб), 12 - провод ПЭВ-1 Ф0,08; 13 - провод выводной; 14 - стеклотекстолит СТК-41/ЗП л 0,35; 15 - фторопласт - 4 неориентированный Т. 0,1; 16 - бумага конденсаторная КОН-1, лента 0,022.

Поз. 2

уменьшено





H_1 – начало I фазы; K_1 – конец I фазы;
H_2 – начало II фазы; K_2 – конец II фазы;
H_3 – начало III фазы. K_3 – конец III фазы.

36	400	3	1	12	1-6	4	138	276	ПЭВ-1	0,08
В	Гц									
Напряжение	Частота	Число фаз	Число пар полюсов	Число пазов	Шаг по пазам	Число секций в фазе	Число витков в секции	Число витков в пазу	Марка провода	Диаметр провода по меди
Технические данные					Обмоточные данные					

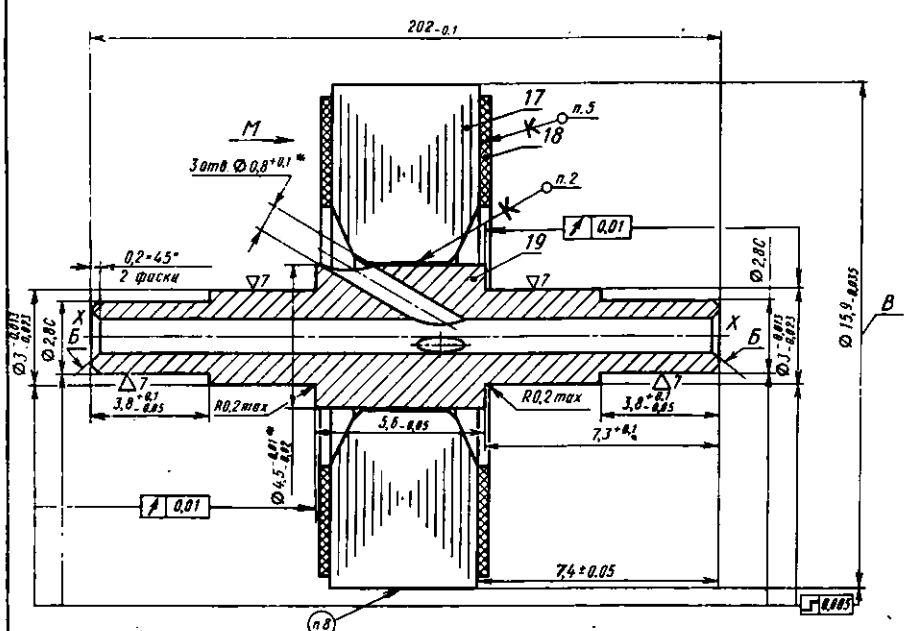
1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Провода выводные поз.13 паять к проводу обмоточному поз.12 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом, (условно не показано), место пайки изолировать бумагой конденсаторной поз.16 в 4 слоя с клеем БФ-4.
3. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать бумагой конденсаторной поз 16 в 4 слоя с клеем БФ-4 и заправить в паз пакета статора с осью поз. 11.
4. Лобовые части статора должны быть плотно обжаты.
5. Обмотку пропитать лаком МЛ-92 и нанести эмаль ЭП-74Т.
6. Попадание лака МЛ-92, эмали ЭП-74Т, клея БФ-4 и эпоксидного компаунда ЭД-5-К2 на поверхности М не допускается.
7. Короткозамкнутые витки не допускаются.
8. На поверхности С нанести кисточкой эмаль ЭП-74Т. Толщина покрытия не должна переходить границу, условно обозначенную —×— .
9. Допускается протекание компаунда по отверстию в оси, при этом не допускается выступание компаунда за торцы Е и Ж.
10. Поверхность Д покрыть эмалью ЭП-74Т серого цвета. Толщина слоя не более 0,02 мм.

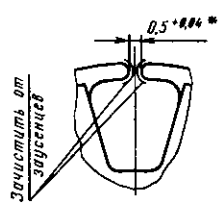
Вид М

увеличено

▽6

Поз. 11





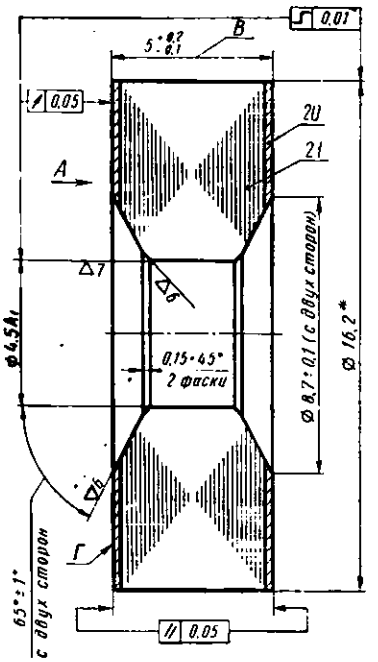
1. Ось Х-Х является осью конусов Б.
2. Пакет статора поз.17 посадить на ось поз.19 на клее ВК-9 с наполнителем МП-2. Клей наносить на обе сопрягаемые детали. Режим полимеризации по специнструкции.
3. Механическую обработку узла производить не раньше, чем через двое суток после выполнения режима полимеризации.
4. Пакет статора с осью стабилизировать перед окончательной механической обработкой по режиму:
   а) охлаждение до t = -50...-60°С, выдержка 1...2 ч.
   б) нагрев до t 100...120°С, выдержка 2...3 ч.
5. Щеку поз.18 приклеить клеем БФ-4.
6. На поверхность Ø В нанести лак ЭЛ-1, зеленый, по инструкции.
7. Биение Ø В относительно оси Х-Х не более 0,01 мм, проверять до покрытия лаком ЭЛ-1.
8. Нанести порядковый номер по инструкции.

Рис. 8.4

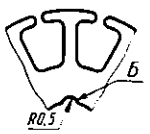
Лист 4

17- пакет статора (сб.); 18 - щека (фторопласт-4 неориентированный, пленка 0,2) - 2 шт.; 19- ось (сплав 36НХТЮ); 20 - высечка статора (сталь 344, л. 0,35); 21 - высечка статора (сталь 344, л. 0,2).

Поз 17



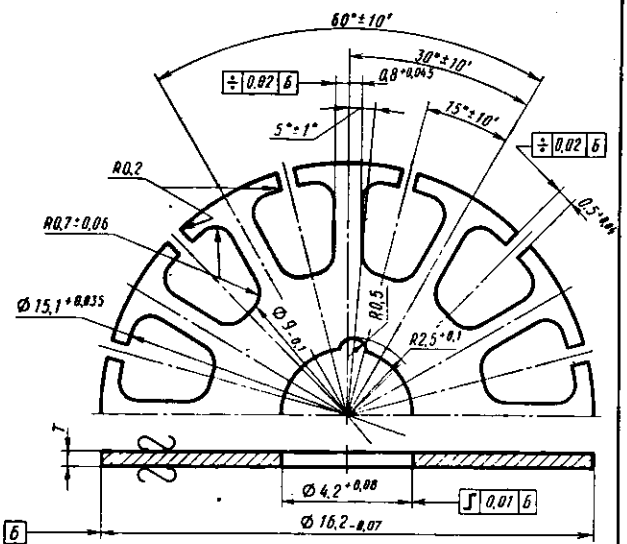
Вид А уменьшено



1. Высечки статора поз 20,21 собирать, совмещая метку Б.
2. Размер В выдерживать поворот высечек поз 21.
3. Склеить пакет ротора клеем БФ-2.
4. Сдвиг высечек поз 20 и 21 относительно друг друга по всему контуру паза не должен быть более 0,1 мм по всей длине пакета.
5. Узел очистить от наплывов клея
6. У двух крайних высечек по всем контурам пазов снять фаску до 0,2 мм.
7. Допускается обработка торца Г в пределах размера В для получения торцового биения не более 0,05 мм и непараллельности не более 0,05 мм, чистота обработки ▽6.
8. Хранить в специальной таре.

Поз. 20, 21

▽ 5 (▽)

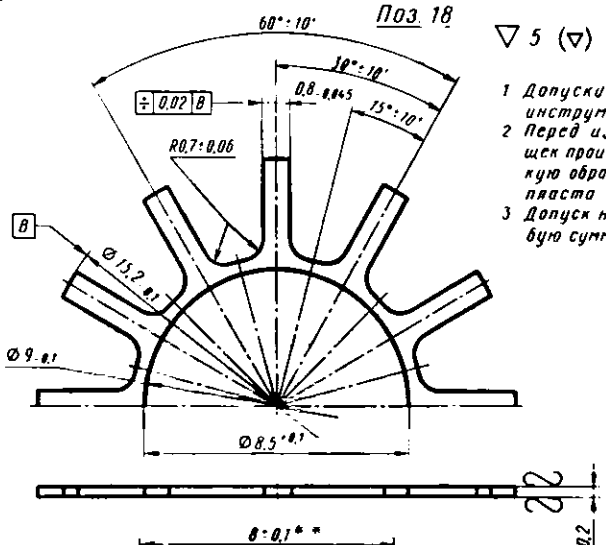


№ позиции	T	Количество
22	0,35	2
23	0,2	24

1. Заусенцы не допускаются.
2. Допуск на шаг и на любую сумму шагов пазовых отверстий ± 10'.
3. Нанести с двух сторон клей БФ-2 с полным отверждением клеевого слоя, затем нанести клеевой слой повторно для склейки высечек. Толщина отвержденного слоя клея БФ-2 с каждой стороны высечки не более 0,02 мм.

Поз. 18

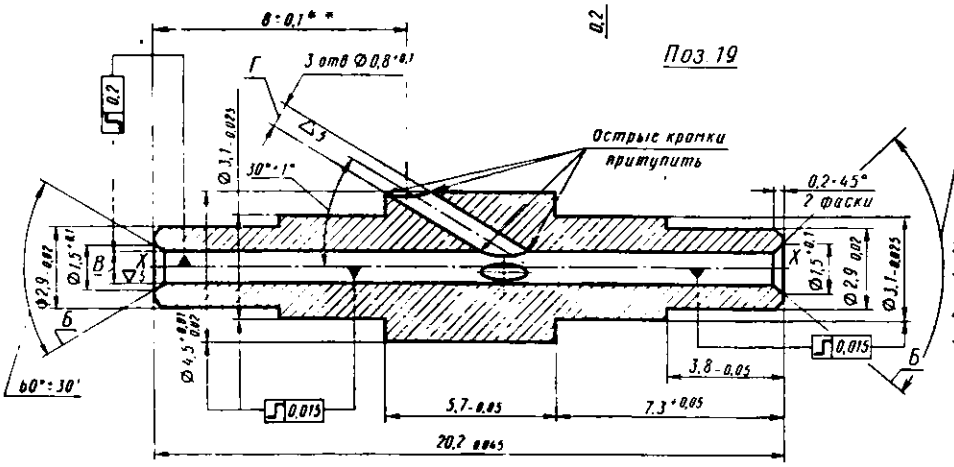
▽ 5 (▽)



1. Допуски обеспечить инструментом.
2. Перед изготовлением щек произвести химическую обработку фторопласта
3. Допуск на шаг 30° и любую сумму шагов ± 10'

Поз 19

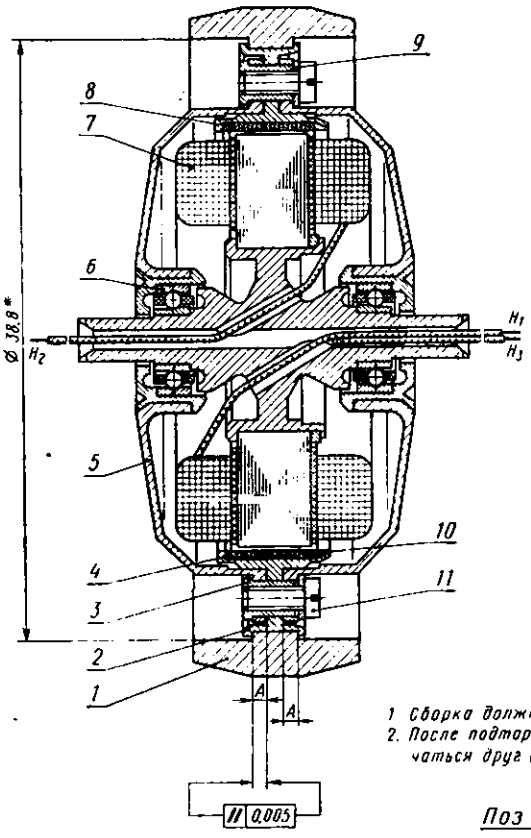
▽ 7 (▽)

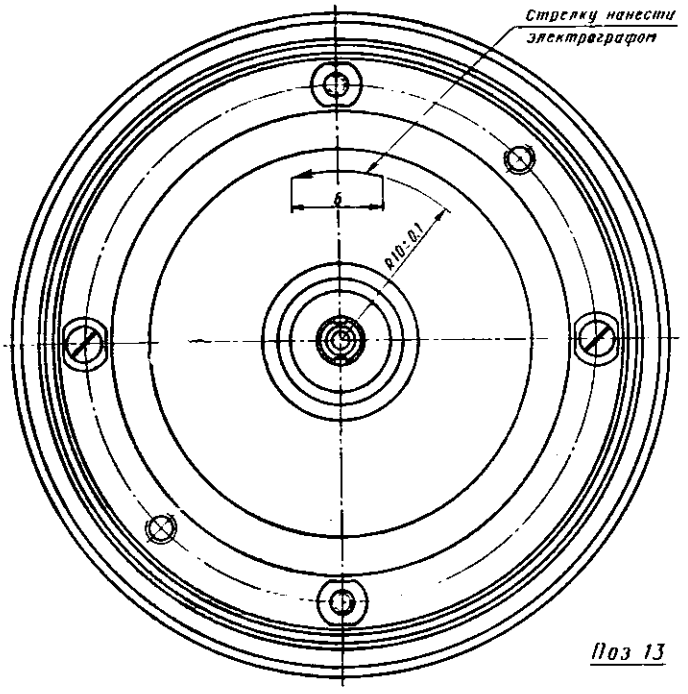


1. * * Размер обеспечить инструментом.
2. Твердость HRC30...40.
3. Термически стабилизировать по инструкции.
4. Ось Х-Х является осью конусов Б.
5. Допускается сверление отверстия Ø В с двух сторон. Несовпадение осей отверстий не более 0,1 мм.
6. 3 отв. выполнять через 120°±1°.
7. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
8. Хранить в специальной таре.
9. Покрытие Хим Пас.

Рис. 8 4

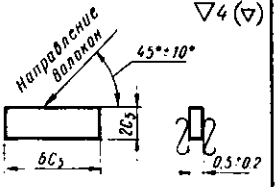
Лист 5



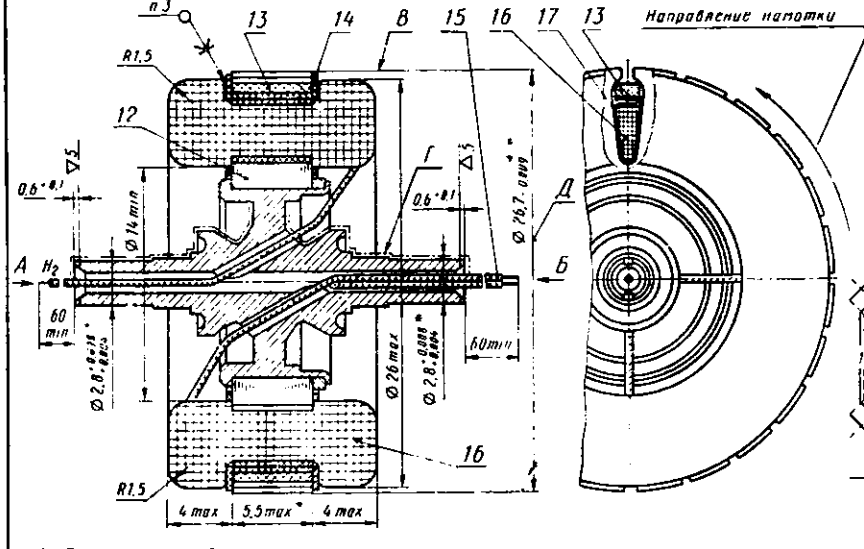


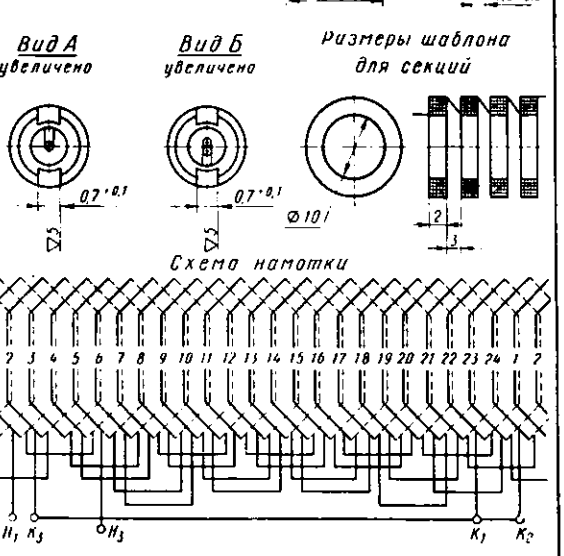
Поз 13

1. Сборка должна производиться по специальным требованиям.
2. После подторцовки крышек поз. 5 размеры А не должны отличаться друг от друга более, чем на 0,1 мм.



Поз 7



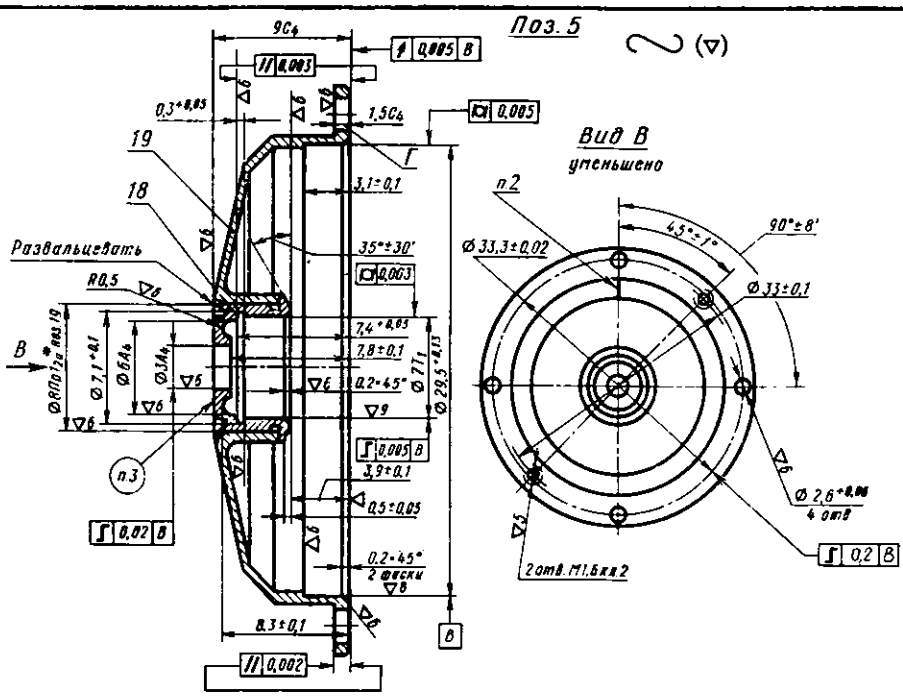


1. Положение выводных концов относительно отверстий В или ± 1 паз
2. Лобовые части обжать до размеров, указанных в чертеже
3. Щеку поз 14 приклеить клеем БФ 4
4. Короткозамкнутые витки не допускаются
5. После обработки пазов проверить Ø 2,8 +0,05 +0,04 *, расположение пазов относительно друг друга и выводных концов произвольное
6. Намотку производить по шаблону; не разрешается обе стороны каждой секции укладывать на дно пазов или в начало пазов.
7. Выводные концы поз 15 и среднюю точку фаз паять припоем ПОС 61 (условно не показано) с флюсом канифоль-спирт, после чего промыть спиртом места спая и изолировать пленкой из фторопласта.
8. Клин поз 13 посадить в пазы статора с усилием не менее 1,5 Н - проверять до пропитки; допускается подгонка клина по пазу
9. Статор пропитать компаундом по специнструкции, на поверхностях В и Г наличие компаунда не допускается.
10. После пропитки величину диаметра Д в случае необходимости разрешается обеспечить шлифовкой, при этом нарушение покрытия на обмотке поз 16 не допускается

Технические данные						Обмоточные данные							Контрольные данные		
Пусковое напряжение	Рабочее напряжение	Частота	Количество фаз	Количество полюсов	Количество пазов	Количество секций в фазе	Количество витков в секции	Количество проводников в паз	Количество витков в фазе	Марка провода	Диаметр провода по меди	Материал провода	Масса провода	Сопротивление двух фаз обмотки статора	Статическое усилие на 1000	Пробивное напряжение в течение 1 мин
В	В	Гц								ПЭВ-2	мм		г	Ом	Н(кг)	В
90	40	3869	3	8	24	8	138	768	1104		0,11	Красная медь	11	135±10	1000	250

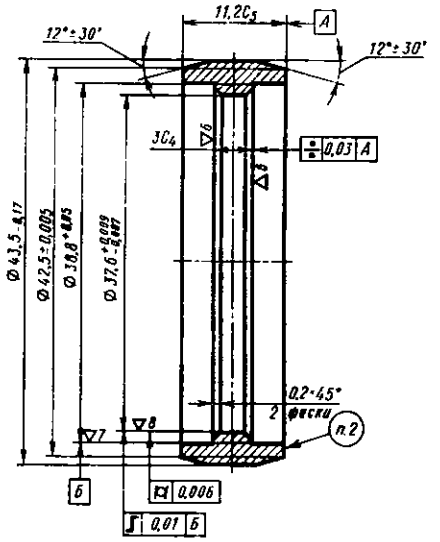
Рис. 8.5	Синхронный гистерезисный двигатель симметричной конструкции ГМС 500 с вращающимися наружными кольцами шарикоподшипников и разнесенным ободом ротора:
на 2 листах	1 кольцо (сплав АНЖ7-3); 2 - основание ротора (титановый сплав ВТ1-1), 3 втулка (сталь ЭИ474), 4 - кольцо (титановый сплав ВТ1-1), 5 крышка (сб), 6 - шарикоподшипник 5МС7076083Е1 - 2 шт; 7 - статор с обмоткой (сб), 8 пакет ротора (сб), 9 - шайба, 10 - кольцо (сплав 52КФВ), 11 винт (сплав 36НХТЮ) 4 шт, 12 - пакет статора (сб), 13 - клин (стеклотекстолит СВФЭ 2, л 0,5 мм), 14 щека (картон электроизоляционный ЭВ 0,4); 15 провод ПФМ 100 S - 0,05 мм², 16 - провод ПЭВ-2 Ø 0,11, 17 картон электроизоляционный ЭВ
Лист 1	

Поз. 5



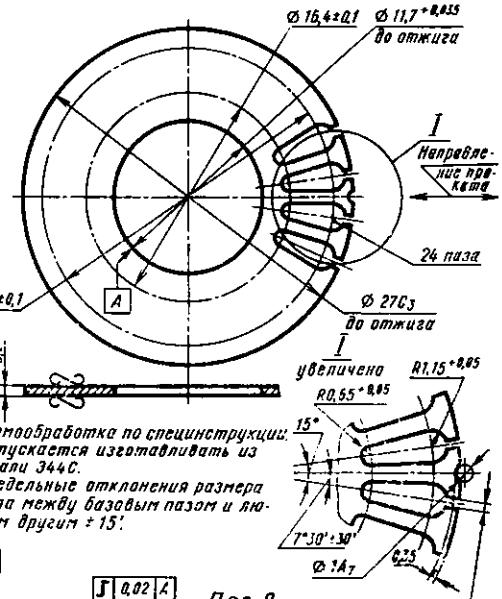
1. Втулку поз.18 запрессовать до упора с натягом 0,015...0,030 мм, предварительно прогрев крышку поз.19 до температуры +180°С.
2. Риску гравировать глуб. 0,1 мм по специнструкции.
3. Порядковый номер гравировать по специнструкции. Допускается наносить электрографом.

Поз. 1
уменьшено



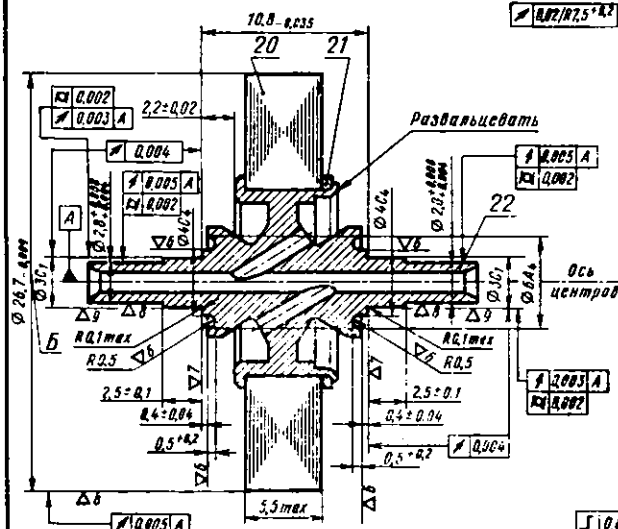
1. Заготовку кольца проверить по спец. требованиям.
2. Порядковый номер гравировать по специнструкции. Допускается наносить электрографом.

Поз. 24
уменьшено



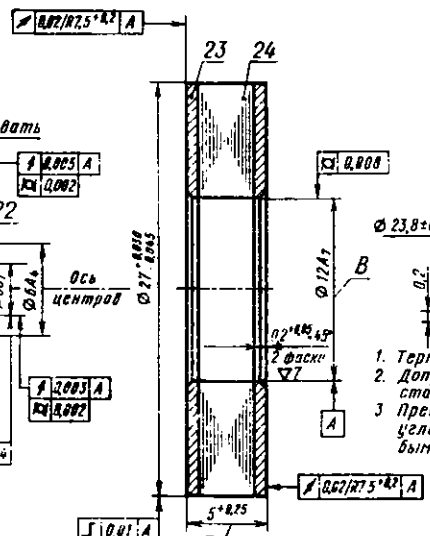
1. Термообработка по специнструкции.
2. Допускается изготавливать из стали 344С.
3. Предельные отклонения размера угла между базовым пазом и любым другим ± 15'.

Поз. 12



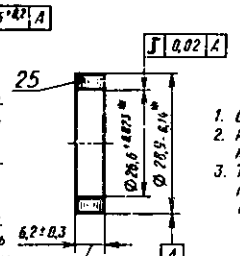
1. На крайних пластинах допускаются сколы и царапины глубиной до 0,15 мм, не более двух на каждой.
2. Пакет поз. 20 посадить на ось поз. 22 с натягом 0... 0,010 мм, предварительно нагрев пакет до температуры 100°С.
3. Допускается доводка посадочной поверхности оси с сохранением допусков на геометрическую форму и чистоты поверхности.
4. Пакет шлифовать по Ø Б сжатым в специприспособлении.
5. При шлифовке охлаждающую жидкость не применять.
6. Острые кромки крайних пластин по периметру на 30° притупить 0,2 мм max.

Поз. 20



1. Размер Б выдерживать подбором количества пластин поз. 24.
2. При сборке каждую пластину смещать относительно предыдущей на одно пазовое деление в одном направлении.
3. Пакет обработать, проверить и передать на сборку сжатым в специприспособлении.
4. При обработке Ø В охлаждающую жидкость не применять.
5. Допускается механическая обработка торцов на радиусе R7,5 на глубину 0,05 max, чистота поверхности ▽6.

Поз. 8
уменьшено



1. Сборка показана условно.
2. Размер Б выдержать подбором количества пластин поз. 25.
3. Температура отжига 530...570°С, при термообработке руководствоваться специнструкцией.

Поз. 25
уменьшено

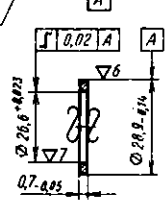
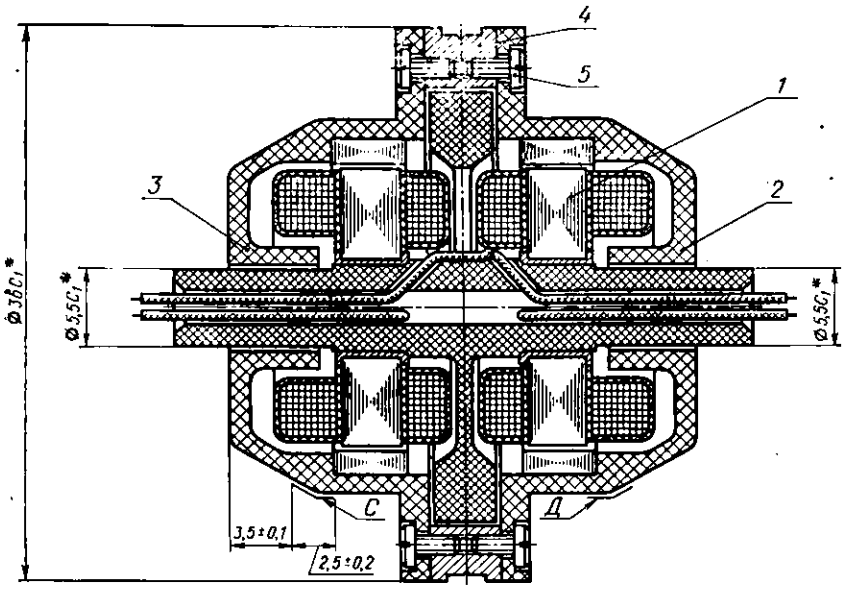
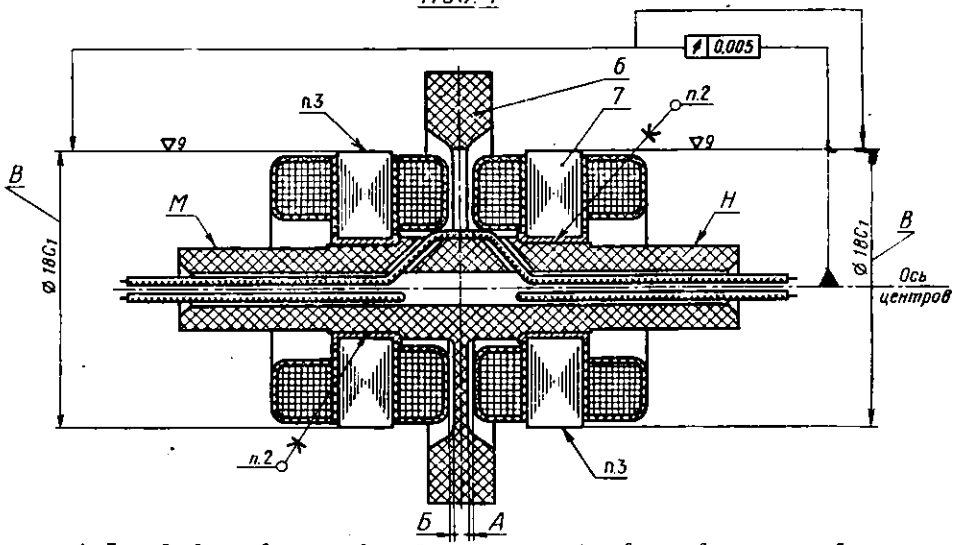


Рис. 8.5 Лист 2	18 - втулка (сплав 36НХТЮ); 19 - крышка (титановый сплав ВТ1-1); 20 - пакет статора (сб); 21 - шайба (сталь ЭИ474); 22 - ось (сталь ЭИ474); 23 - пластина статора (сталь 344) - 2 шт.; 24 - пластина статора (сталь 344, л. 0,2) - 26 шт.; 25 - пластина ротора (сплав 52КФВ, лента 0,7).



1. Осевой люфт поз.1 относительно подвижных частей гиромотора должен быть 3...5 мкм. Радиальный люфт относительно крышек поз.2 и 3 должен быть 2...4 мкм.
2. Мотор должен начинать вращаться при напряжении не более 18 В.
3. Динамическую балансировку гиромотора производить путем сошлифовки материала с тяжелого места крышек на поверхностях С и Д.

Поз. 1



1. При обработке диаметра В не допускаются повреждения обмоточных и выводных проводов, а также попадание абразивной пыли в зазоры А и Б. После обработки очистить поверхность статора от абразивной и металлической пыли.
2. Узел статора поз.7 ставить на компаунде ЭД-5-К2 по специнструкции. Попадание компаунда на поверхность М и Н не допускается.
3. Смазывание маслом или смазкой не допускается.
4. Хранить и транспортировать в спецтаре.

Схема включения гиромотора

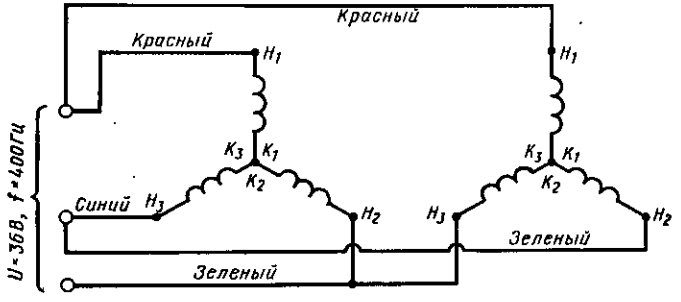
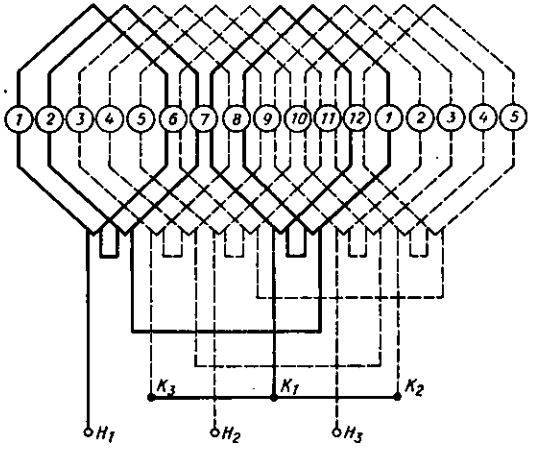


Схема включения гиромотора в сеть должна обеспечивать согласованность вращения магнитных полей статоров.

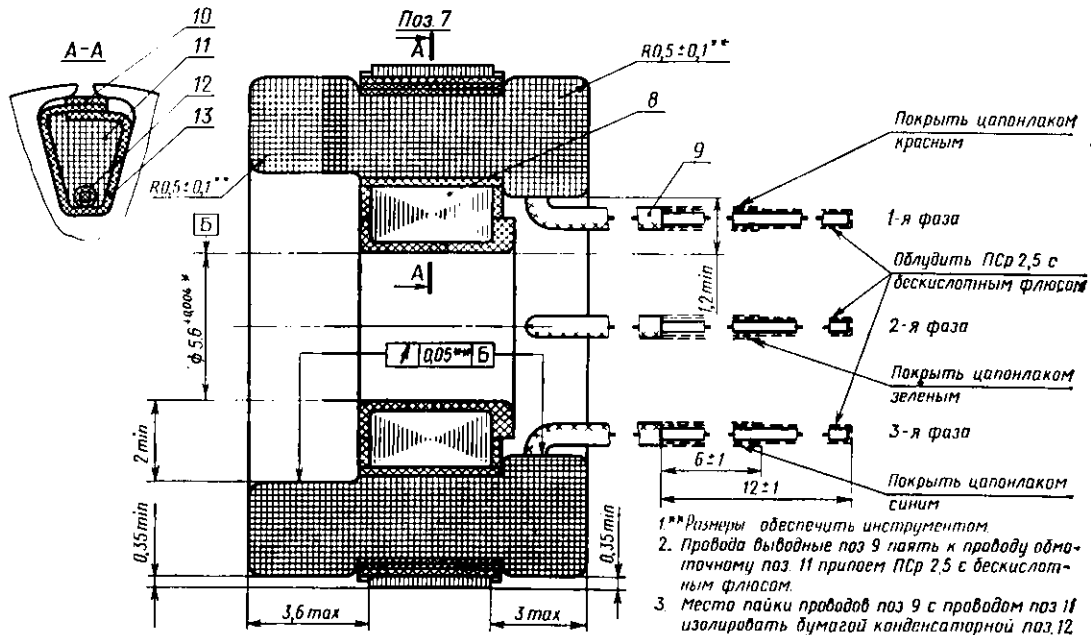
Схема намотки



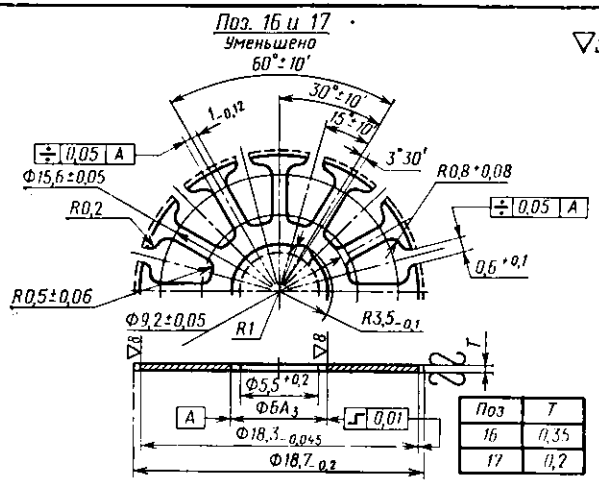
Технические данные	Напряжение	36 В
	Частота	400 Гц
	Число фаз	3
	Число пар полюсов	1
	Число пазов	12
	Шаг по пазам	1-6
Обмоточные данные	Число катушек в фазе	4
	Число витков в катушке	110
	Число витков в пазу	220
	Марка провода	ПЭТВ
	Диаметр провода по меди	Ø 0,1мм

Рис. 8.6
на 4 листах.
Лист 1

Двухстаторный синхронный гиромотор ГМСК-100 на цилиндрических аэродинамических опорах:
1 - статор (сб.); 2 - узел крышки I (сб.); 3 - узел крышки II (сб.); 4 - обод (титан ВТ15); 5 - винт специальный (сплав 36НХТЮ); 6 - ось (сплав минералокерамический ЦМ-332); 7 - узел статора в сборе (сб.).

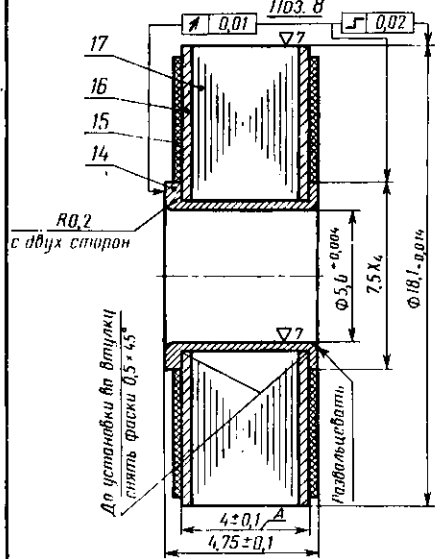


1** Размеры обеспечить инструментом.
2. Провода выводные поз 9 паять к проводу обмоточному поз. 11 припоем ПСр 2,5 с бескислотным флюсом.
3. Место пайки проводов поз 9 с проводом поз 11 изолировать бумагой конденсаторной поз. 12 в 4 слоя с клеем БФ-4.
4. Для закрепления проводов поз 9 пропустить их один раз через пакет статора поз. 8.
5. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать бумагой конденсаторной поз. 12 в 4 слоя с клеем БФ-4 и заправить в паз пакета статора поз. 8.
6. Короткозамкнутые витки в обмотке не допускаются.

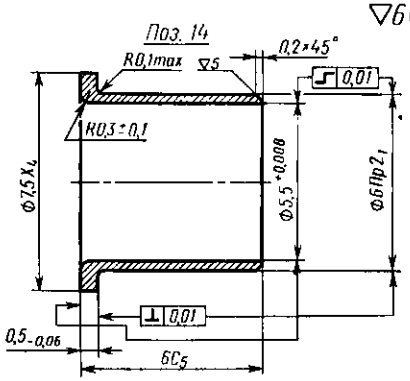


Поз	T
16	0,35
17	0,2

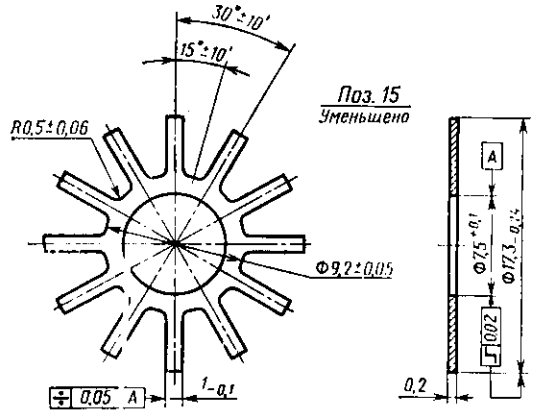
1. Термообработка по специнструкции.
2. Заусенцы не допускаются.
3. Паротермическое оксидирование по специнструкции.
4. Смазывание смазкой или маслом не допускается.



1. Размер А обеспечить подбором высечек статорных.
2. Высечки статорные собирать по метке R0,1
3. Сдвиг высечек друг относительно друга по всему контуру паза должен быть не более 0,1 мм.
4. Высечку изоляционную поз. 15 приклеить к высечке статорной поз 16 эпоксидным компаундом ЭД-5-К2.
5. Смазывание маслом или смазкой не допускается.



1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Твердость HRC 22...30.
3. Термическая стабилизация по специнструкции.
4. Антикоррозионная обработка по цинструкции.

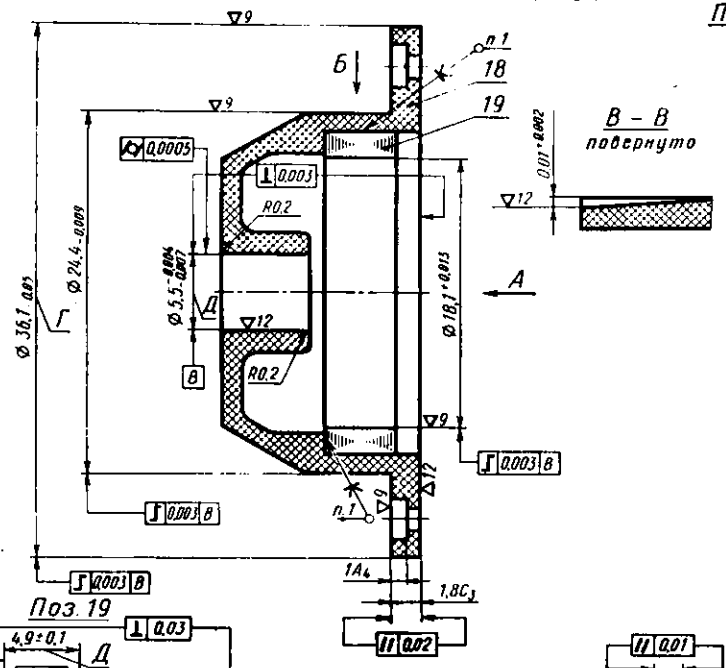


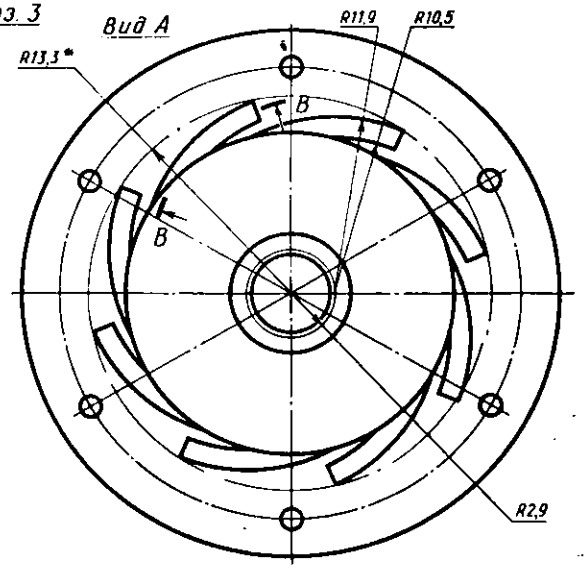
1. Число пазов - 12.
2. Перед изготовлением высечек произвести химическую обработку фторопласта по специнструкции.

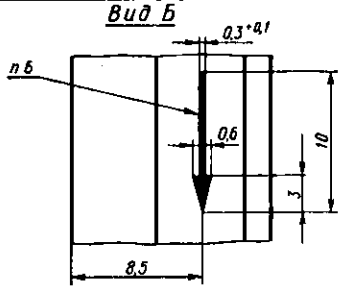
Рис. 8.6

Лист 2

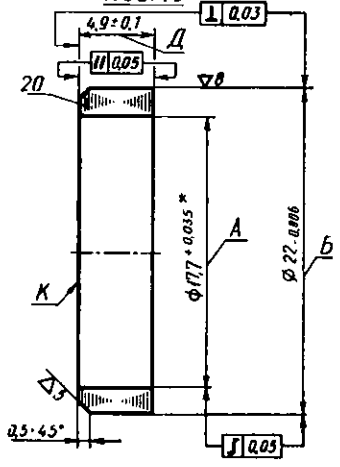
8 - пакет статора (сб.); 9 - провод выводной МГТФ S=0,09 мм², L=200; 10 - клин 4,5×1,5 (стеклотекстолит СТК-41/ЭП-0,3) - 12 шт.; 11 - провод ПЭТВ Ф 0,1, L=24 м - 3 шт.; 12 - бумага конденсаторная КОН-1, лента 0,022; 13 - лента (фторопласт-4 неориентированный 0,15×200×4,5); 14 - втулка (сплав 36НХТЮ); 15 - высечка изоляционная (фторопласт неориентированный, пленка Т=0,2) - 2 шт.; 16 - высечка статорная (сталь 344) - 2 шт.; 17 - высечка статорная (сталь 344) - ориентировочно 20 шт.



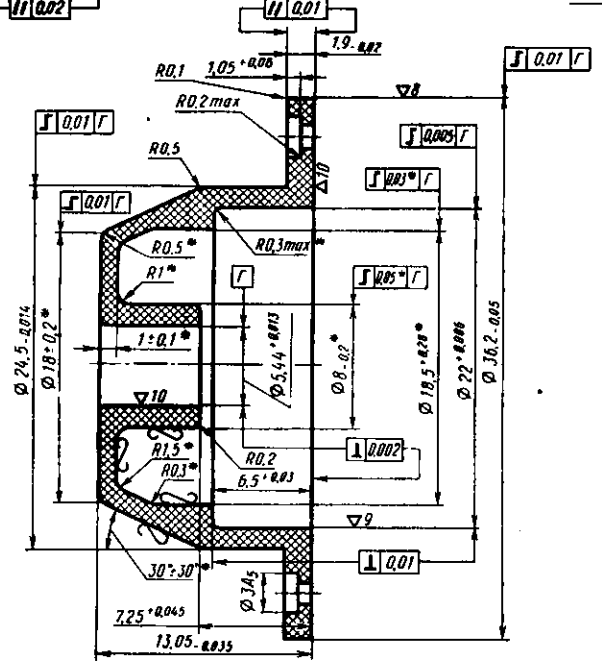


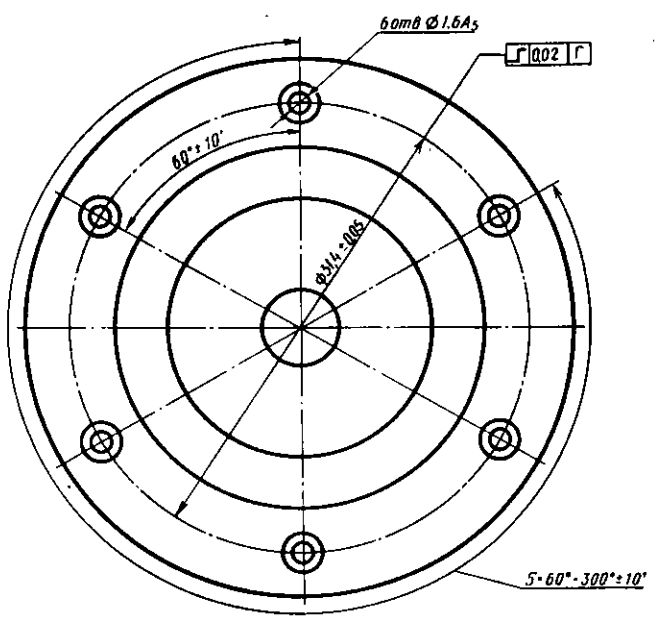


1. Пакет ротора ставить на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2 по специнструкции.
2. Диаметр Г обрабатывать в сборе.
3. Канавки нарезать через 45°±15'.
4. Размер отверстия Ø Д подгонять по размеру вала Ø 5,5 для получения радиального зазора 1... 1,5 мкм на сторону.
5. Смазывание маслом или спазкой не допускается
6. Стрелку гравировать на глубину 0,3.



1. Шайбы роторные поз. 20 собирать по меткам R0,5 мм на клее Д 54
2. Размер Д обеспечить подбором шайб роторных поз 20.
3. Допускается притирка торца К
4. Обрабатывать Ø Б базируясь на торец К и диаметр А.





▽7 (▽)

Хранить в спецтаре.

Рис. 8.6	18 - крышка (сплав минералокерамический ЦМ-332); 19 - пакет ротора (сб.) - 2 шт.; 20 - шайба роторная (сплав 52КФ11) - ориентировочно 14 шт.
Лист 3	

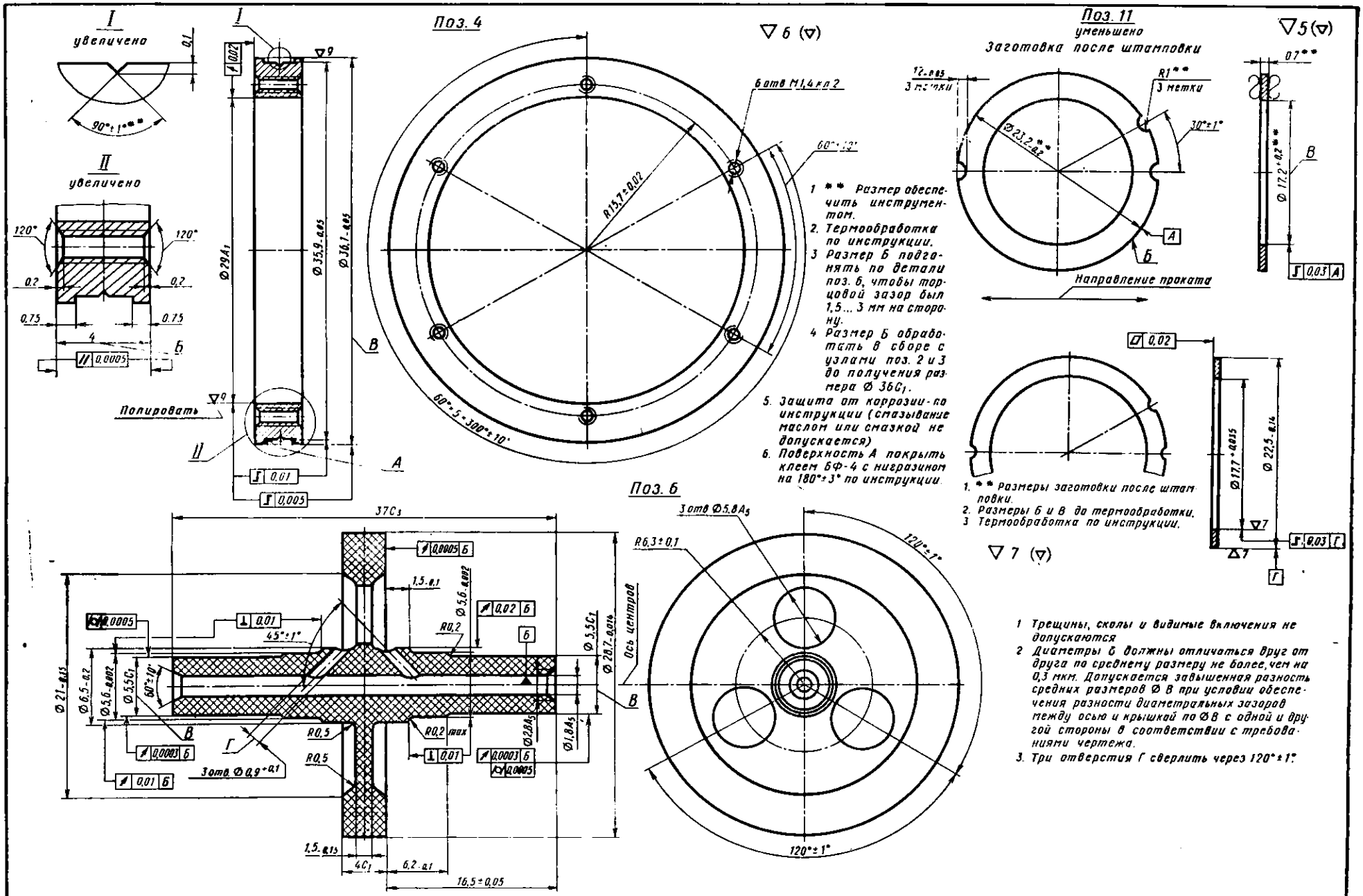
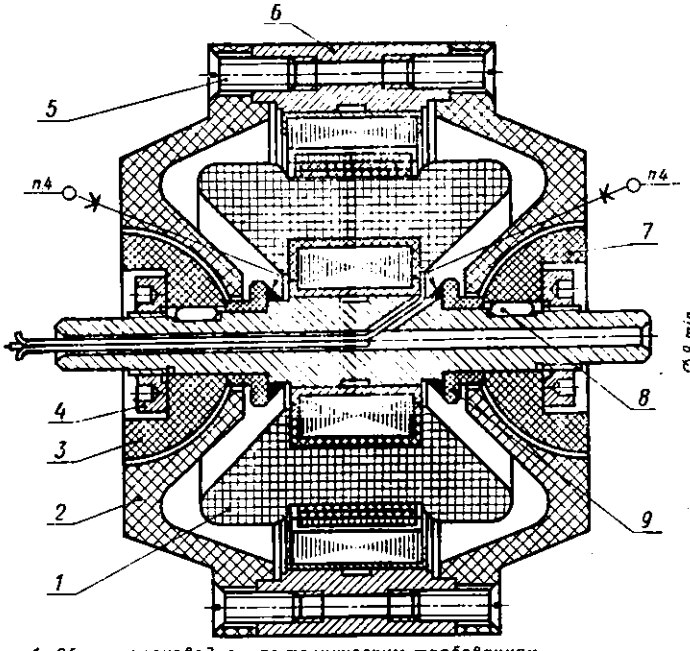

I
увеличено
90°±1°**
II
увеличено
120°
0,2
0,75
4
Б
0,0005
Полировать
Поз. 4
6 отв М1,4 кл 2
R15,7±0,02
60°±12'
60°±5'-300°±10'
Ø 29,4
Ø 35,9-0,05
Ø 36,1-0,05
0,01
0,005
1 ** Размер обеспечить инструментом.
2. Термообработка по инструкции.
3 Размер Б подгонять по детали поз. 6, чтобы торцовой зазор был 1,5... 3 мм на сторону.
4 Размер Б обработать в сборе с узлами поз. 2 и 3 до получения размера Ø 36C1.
5. Защита от коррозии - по инструкции (смазывание маслом или смазкой не допускается)
6. Поверхность А покрыть клеем БФ-4 с нигразином на 180°±3° по инструкции.
Поз. 11
уменьшено
Заготовка после штамповки
12-0,05
3 метки
R1**
3 метки
Ø 23,2-0,2**
30°±1°
Направление проката
0,7**
Ø 17,2+0,2**
0,03 А
1. ** Размеры заготовки после штамповки.
2. Размеры Б и В до термообработки.
3 Термообработка по инструкции.
0,02
Ø 17,7+0,035
Ø 22,5-0,14
0,03 Г
Поз. 6
37C3
3 отв Ø5,8A5
R6,3±0,1
120°±1°
Ось центров
Ø 21-0,15
Ø 6,5-0,2
Ø 5,6-0,002
Ø 3,5C1
60°±10'
45°±1°
1,5-0,1
Ø 3,6-0,002
RO,2
Ø 3,5C1
Ø 28,7-0,04
RO,5
RO,2 max
Ø 2,8A5
Ø 1,8A5
3 отв Ø 0,9+0,1
1,5-0,15
4C1
6,2-0,1
16,5±0,05
1 Трещины, сколы и видимые включения не допускаются
2 Диаметры Б должны отличаться друг от друга по среднему размеру не более, чем на 0,3 мкм. Допускается завышенная разность средних размеров Ø В при условии обеспечения разности диаметральных зазоров между осью и крышкой по Ø В с одной и другой стороны в соответствии с требованиями чертежа.
3. Три отверстия Г сверлить через 120°±1°.

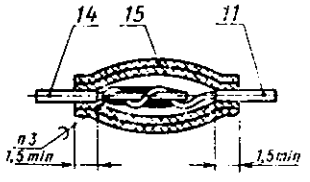
Рис. 8.6

Лист 4



1. Сборку производить по техническим требованиям
2. Посадку крышек поз. 2 в ротор поз. 6 производить с зазором от 1 до 4 мкм по наибольшему (по овальности) в крышках и по наименьшему (по овальности) в роторе посадочным диаметрам.
3. Осевое перемещение ротора поз. 6 с крышками поз. 2 установить притиркой втулок поз. 9 от 0,005 мм до 0,01 мм.
4. Втулки поз. 9 ставить на клее ВК-9.

Схема крепления обмоточного провода к выводному



А — А увеличено

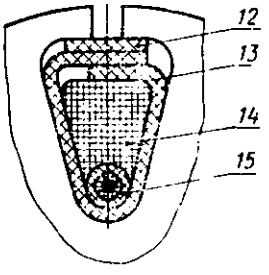
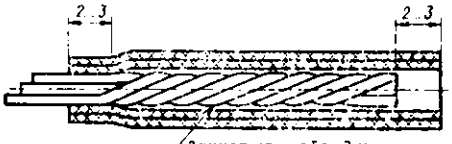


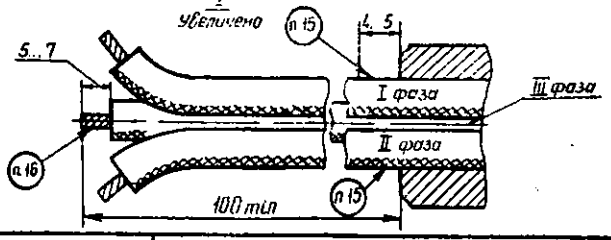
Схема оформления средней точки



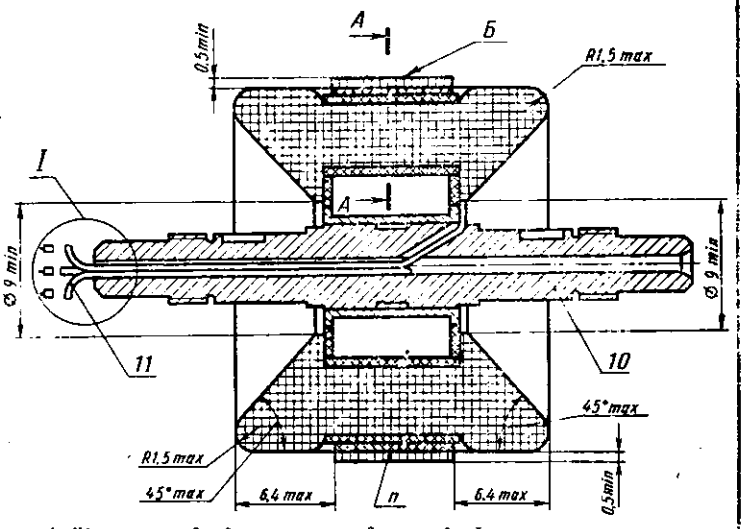
Зачистить, облудить
скрутить 3...5 раз и опять

36	400	3	1	12	1-5	4	54	108	ПЭВ-2	0,23
В	Гц									мм
Напряжение	Частота	Число фаз	Число пар полюсов	Число пазов	Шаг по пазам	Число секций в фазе	Число витков в катушке	Число витков в пазу	Марка провода	Диаметр провода по меди
Технические данные					Обмоточные данные					

I увеличено

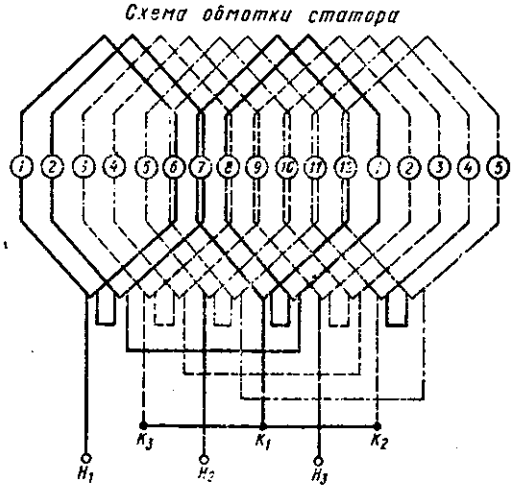


Поз. 1



1. Узел изготавливать согласно директивной технологии.
2. Пленку поз. 13 сложить в два слоя и склеить между собой клеем ВК-9.
3. Провода выводные поз. 11 обернуть вокруг провода обмоточного поз. 14 2-4 раза и опаять ПОС 61 с бескислотным флюсом.
4. Место пайки проводов выводных поз. 11 с проводом обмоточным поз. 14 изолировать лентой склеивающей поз. 15 в 1,5...2 слоя.
5. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать лентой склеивающей ЛТ-40 в 1,5...2 слоя и заправить в паз пакета статора с осью поз. 10.
6. Длина выводных проводов поз. 11 от торца оси должна быть не менее 100 мм.
7. Для закрепления проводов поз. 11 пропустить их один раз через паз пакета статора с осью поз. 10.
8. Сопротивление изоляции обмоток статора относительно пакета статора п должно быть не менее 20 МОм.
9. Узел проверить на отсутствие посторонних частиц, видимых при увеличении 16*.
10. Маркировку выводных проводов поз. 11 производить согласно выноске I, при этом направление вращения контрольного ротора гиромотора должно быть против часовой стрелки, если смотреть со стороны выводных концов.
11. Хранить в эксикаторе с силикагелем.
12. Поверхность Б покрыть эпоксидной эмалью серого цвета.
13. После обжатия лобовых частей пропитать обмотку статора эпоксидным компаундом ЭД-6 К-5.
14. Короткозамкнутые витки не допускаются.
15. Провода маркировать эмалью: I фаза - красного цвета, II фаза - синего цвета.
16. Концы проводов зачистить от изоляции и облудить припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.

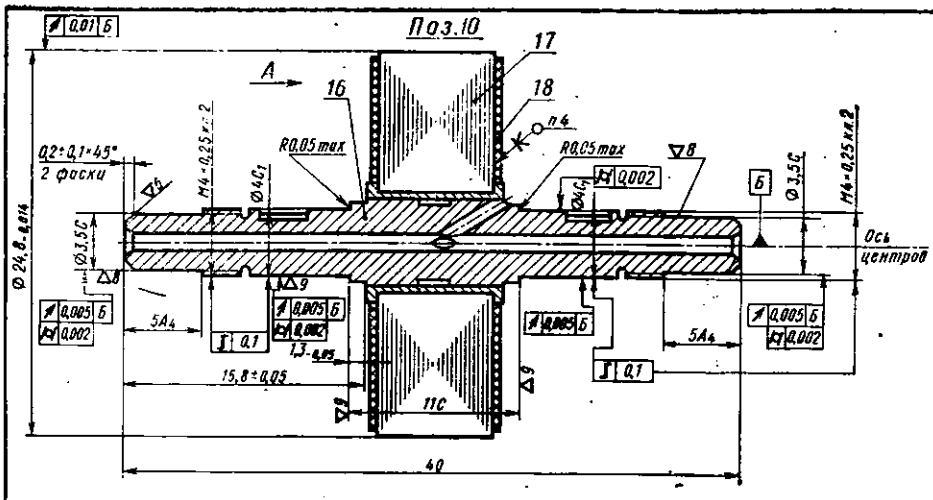
Схема обмотки статора



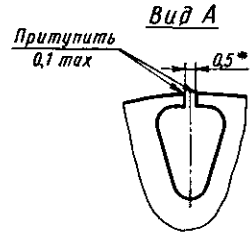
H_1 – начало I фазы; K_1 – конец I фазы;
H_2 – начало II фазы; K_2 – конец II фазы;
H_3 – начало III фазы; K_3 – конец III фазы.

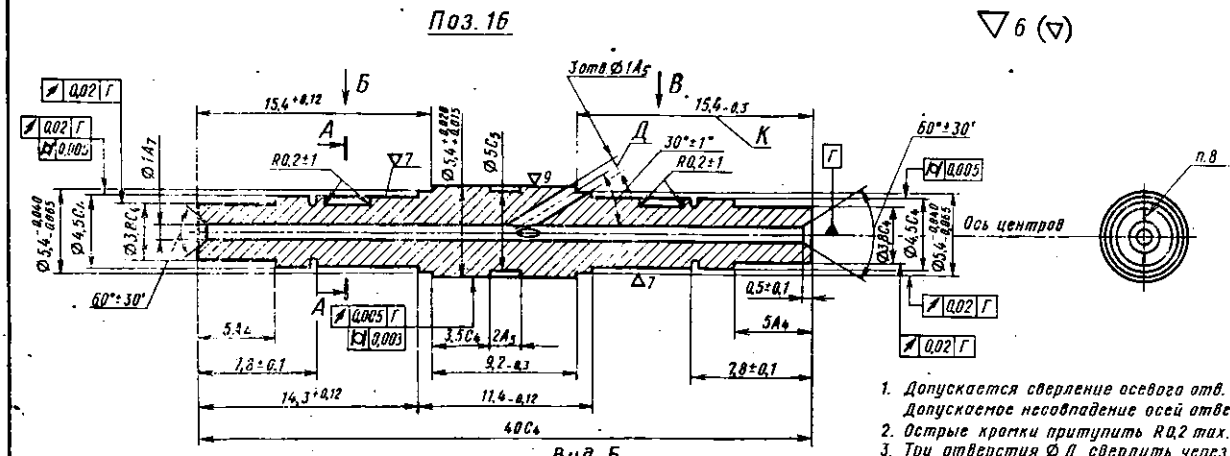
Рис. 8.7
на 3 листах
Лист 1

Одностаторный синхронный гиромотор ГМСК-120 на полусферических аэродинамических опорах:
1 - статор в сборе (сб); 2 - крышка (сплав минералокерамический ЦМ-332); 3 - полусфера левая (сплав минералокерамический ЦМ-332); 4 - гайка (сталь 2Х13) - 2 шт.; 5 - винт (сталь 2Х13) - 12 шт.; 6 - ротор в сборе (сб); 7 - полусфера правая (сплав минералокерамический ЦМ-332); 8 - шпонка (проволока нержавеющая Х18Н10Т) - 2 шт.; 9 - втулка (сплав минералокерамический ЦМ-332) - 2 шт.

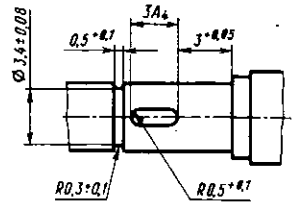


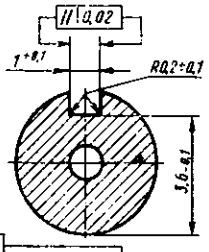
1. Перед запрессовкой пакет статора со втулкой прогреть при t=120±5°С, а ось охладить при t=-60...-80°С в течение не менее 1 ч.
2. Заусенцы, видимые при увеличении 16× не допускаются.
3. Произвести стабилизирующую обработку узла (5 циклов) по следующим режимам:
   а) выдержка 1 ч. при t=-50...-60°С;
   б) выдержка 2,5 ч. при t=+100...+120°С.
   Продолжительность одного цикла не более 4,5 ч. Продолжительность между циклами не регламентируется.
4. Щеку приклеить матовой стороной клеем ВК-9.
5. Хранить в эксикаторе с силикагелем.

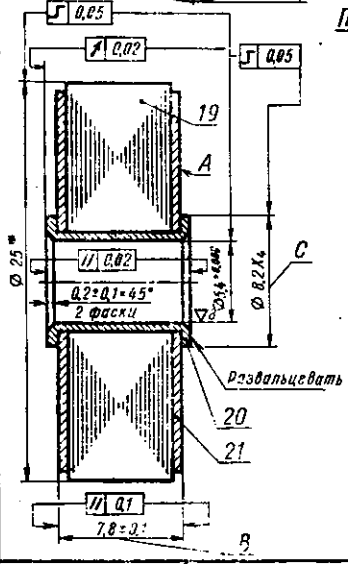




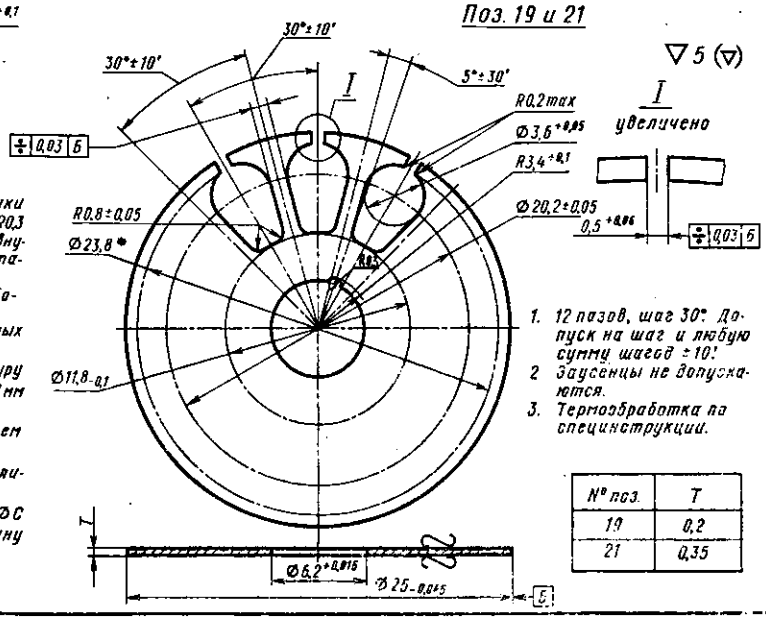
1. Допускается сверление осевого отв. Ø1A7 с двух сторон. Допускаемое несовпадение осей отверстий 0,1 мм.
2. Острые кромки притупить R0,2 max.
3. Три отверстия Ø Д сверлить через 120°±1°, острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
4. Смещение центров шпоночных пазов друг относительно друга допускается не более ±1°.
5. Термообработка по инструкции.
6. Термическая стабилизация по инструкции.
7. Размер К дан до центров наклонных отверстий Ø Д.
8. Риску наносить шириной $0,1^{+0,1}$ мм, глубиной $0,1^{+0,05}$ мм.







1. Высечки статорные и высечки торцовые собирать по метке R0,3. Допускается развертывание внутреннего диаметра пакета статора до $Ø 6,2^{+0,015}$ ▽7.
2. Размер В выдерживать подбором высечек.
3. Количество высечек статорных указано максимальное.
4. Сдвиг высечек по всему контуру паза должен быть не более 0,1 мм по всей длине пакета.
5. Пакет статора склеить клеем ЭДЛ-1.
6. Хранить в эксикаторе с силикагелем.
7. Допускается при обработке Ø С врезание в торец А на глубину не более 0,05 мм ▽6.



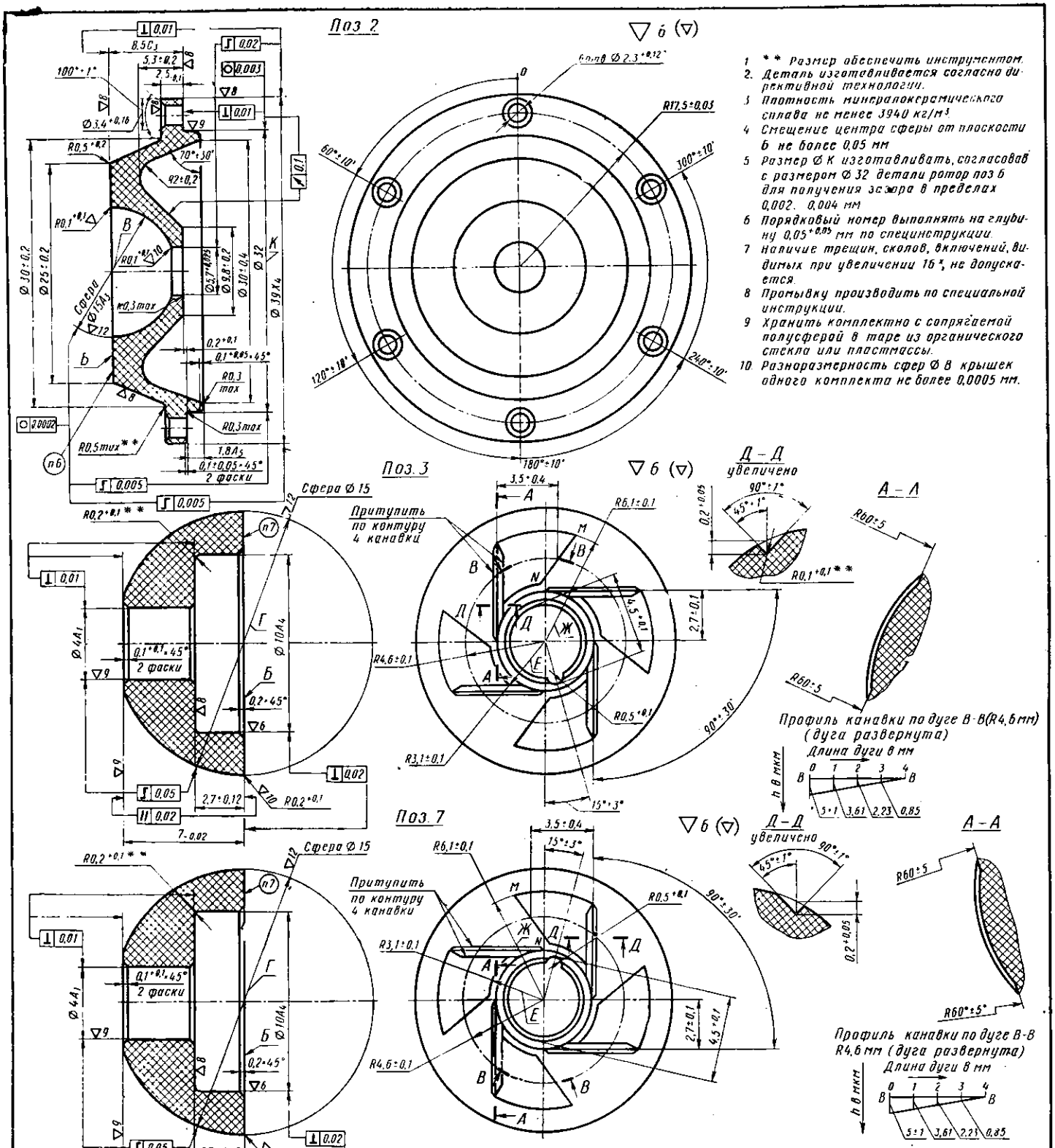
1. 12 пазов, шаг 30°. Допуск на шаг и любую сумму шагов ±10'.
2. Заусенцы не допускаются.
3. Термообработка по специнструкции.

№ поз.	T
19	0,2
21	0,35

Рис. 8.7

Лист 2

10 - пакет статора с осью (сб); 11 - провод ПЭТФ d=0,08 S=0,03 мм², l=0,75 м; 12 - клин 3,5×7,8 (стеклотекстолит СТК-41/ЭДп.0,35) - 32 шт.; 13 - пленка ПЭТФ T=0,02; 14 - провод ПЭВ-2 Ø 0,23 l=129 м.; 15 - лента склеивающая ЛТ-40; 16 - ось (титановый сплав ВТ14).



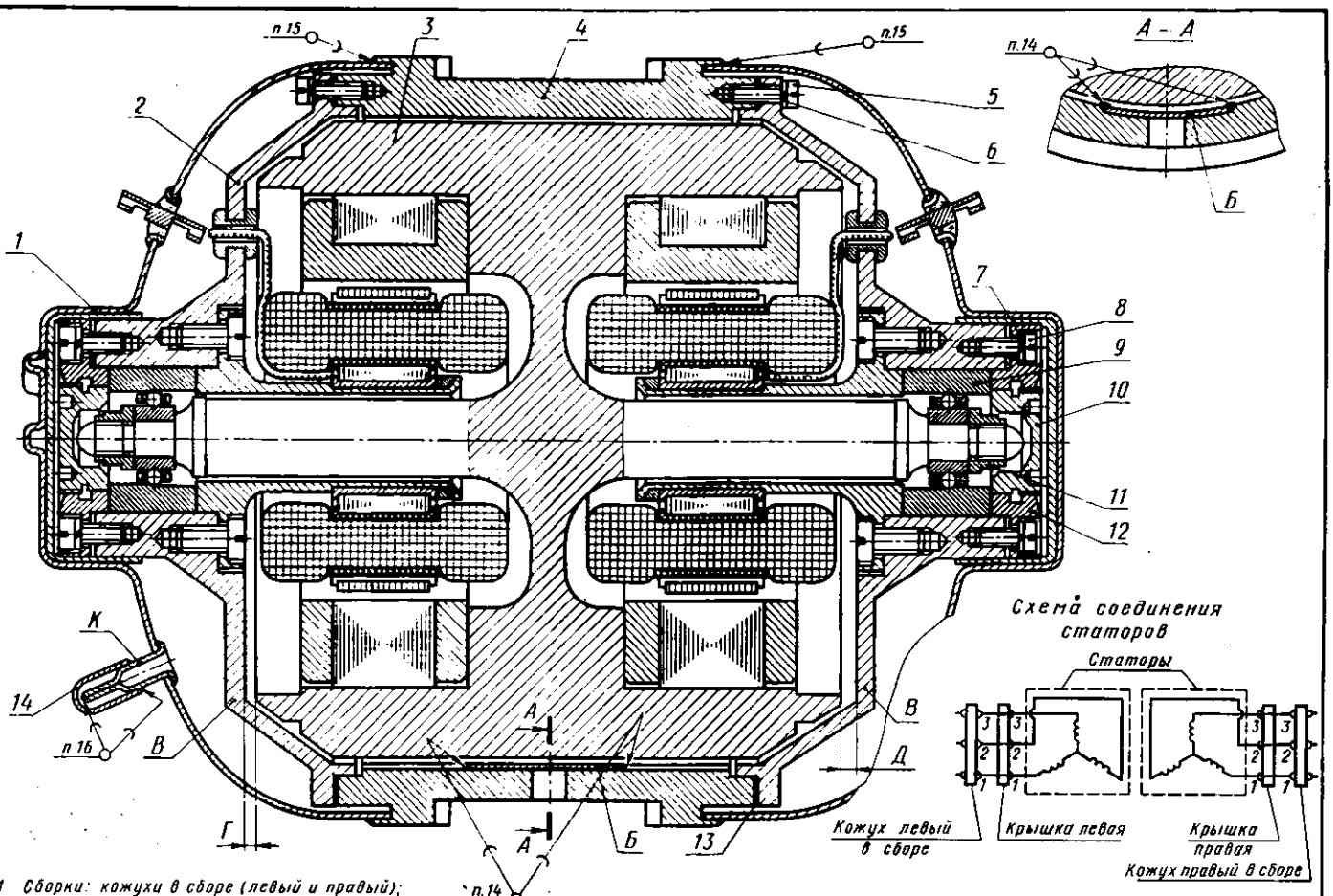
1 ** Размер обеспечить инструментом.
2. Деталь изготавливается согласно директивной технологии.
3. Плотность минералокерамического сплава не менее 3940 кг/м³.
4 Смещение центра сферы от плоскости Б не более 0,05 мм
5 Размер Ø К изготавливать, согласовав с размером Ø 32 детали ротор поз 6 для получения зазора в пределах 0,002...0,004 мм
6 Порядковый номер выполнять на глубину $0,05^{+0,05}$ мм по специнструкции
7 Наличие трещин, сколов, включений, видимых при увеличении 16ˣ, не допускается.
8 Промывку производить по специальной инструкции.
9 Хранить комплектно с сопрягаемой полусферой в таре из органического стекла или пластмассы.
10. Разноразмерность сфер Ø В крышек одного комплекта не более 0,0005 мм.

1 ** Размер обеспечить инструментом.
2. Деталь изготавливается согласно директивной технологии.
3. Плотность минералокерамического сплава не менее 3940 кг/м³.
4 Деталь поз 7 изготавливать совместно с деталью поз 3.
5 Размер Ø Г выполнить в соответствии с размером Ø В сопрягаемой крышки поз. 2 таким образом, чтобы диаметральный зазор во всех направлениях был 0,004...0,0055 мм. При этом некруглость сферы Ø Г в любом сечении должна быть не более 0,0002 мм.
6 Смещение центра сферы Ø Г от плоскости Б не более 0,1 мм (обеспечивается технологически).
7. От линии МН до канавки глубина флажка равномерно увеличивается от 0 до 0,005 мм по всем концентрическим дугам от радиуса Е до радиуса Ж. Допуск на глубину флажка ±1 мкм распределен равномерно по длинам дуг.
8 Порядковый номер выполнять на глубину $0,1^{+0,1}$ по специнструкции.
9 Наличие трещин, сколов, включений, видимых при увеличении 16ˣ, не допускается.
10. Хранить в таре из органического стекла или пластмассы

Рис. 8.7

Лист 3

17 - пакет статора (сб); 18 - щеки (стеклотекстолит СТК-41/ЭП.л 0,35) - 2 шт; 19 - высечка статорная (сталь Э44, л 0,2) - ориентировочно - 41 шт; 20 - втулка (сталь 2Х13); 21 - высечка статорная (сталь Э44, л 0,35) - 2 шт.



1 Сборки: кожухи в сборе (левый и правый); крышки в сборе (левая и правая), ротор в сборе поз. 3; корпус в сборе поз. 4 и детали: гайки поз 10,11; втулку поз. 12 обезгазить по специнструкции за 1...2 дня перед окончательной сборкой прибора

2. Крышки В не должны отличаться по деформации под нагрузкой 50Н более, чем на 0,5 мкм

3 Подшипники не должны отличаться по осевому смещению колец под нагрузкой 10Н более, чем на 0,5 мкм Смещение колец подшипников измерять по инструкции

4 Посадку внутренних колец подшипников производить с усилием 80...150 Н

5 Посадку наружных колец подшипников производить с усилием 25...50Н.

6 Подшипники смазать смазкой ВНИИНП-228 в количестве 30±3 мг

7 Посадку крышек В в корпус производить с натягом 2...6 мкм

8. Суммарные деформации узлов крышка-подшипник не должны отличаться более, чем на 1 мкм под нагрузкой 50Н.

9 Осевая нагрузка на подшипники должна быть 40±1Н. Натяг обеспечить подбором прокладок поз 13 Гайки поз 10 контрить эпоксидным компаундом ЭД-5 К2 в четырех местах по пазам втулок поз 12

10 Разность между размерами Г и Д не более 0,02 мм.

11. Произвести технологическую прикатку гиромотора Стрелка на кожухе показывает направление вращения ротора.

12. Гиромотор в сборе балансировать высверливанием отверстий (с отсосом стружки) диаметром 3 мм на глубину не более 3 мм по канавкам на поверхности ротора

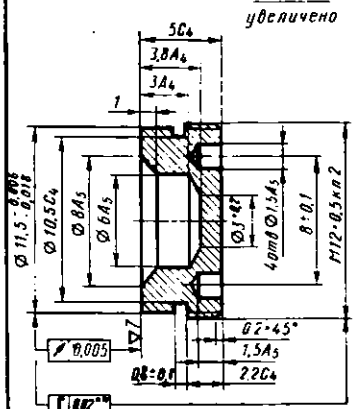
13 Выводные провода паять к герметичным выводам припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом по инструкции (условно не показано).

14. Ленту Б вставить в гнездо корпуса поз 4 и паять герметично припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.

15 Кожухи в сборе поз 1 паять к корпусу поз 4 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом по инструкции.

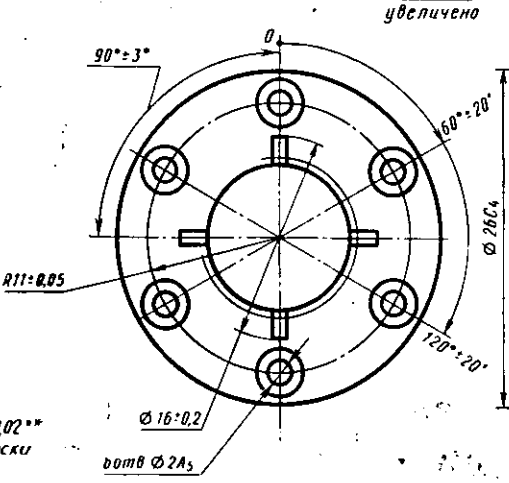
16 Собранный гиромотор обезгазить. Проверить на герметичность. Заполнить гелием под давлением $9{,}8 \cdot 10^4$ Па через трубку К, после чего трубку обжать на длине 4 мм на расстоянии 5 мм от кожуха; необжатый конец обрезать. Колпачок поз. 14 опаять припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.

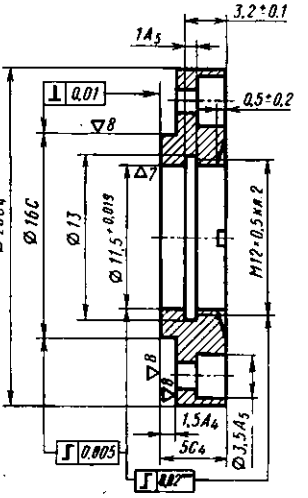
Поз 10
увеличено



1. ** Несоосность не более 0,02** обеспечить технологически
2. Антикоррозийная обработка по специнструкции

Поз 12
увеличено





1 Несоосность не более 0,02** обеспечить технологически.
2. Антикоррозийная обработка по специнструкции.

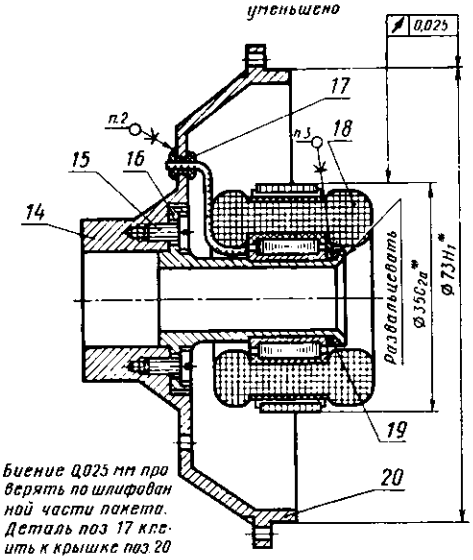
▽5 (▽)

Рис. 8.8
на 6 листах
Лист 1

Симметричный двухстаторный асинхронный газонаполненный гироузел ГУА-18000:

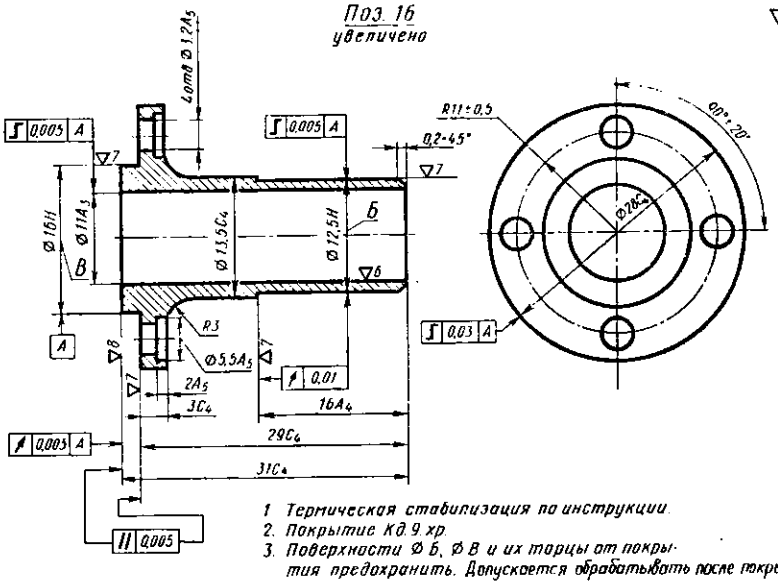
1 - кожух в сборе (сб), 2 - крышка в сборе (сб), 3 - ротор в сборе (сб); 4 - корпус (сталь 45); 5 - винт М2×6-12 шт.; 6 - шайба пружинная - 12 шт; 7 - шайба - 2 шт; 8 - винт М2×5-12 шт; 9 - шарикоподшипник С6074Е - 2 шт.; 10 - гайка I (сталь 4Х13) - 2 шт.; 11 - гайка II (сталь 4Х13) - 2 шт; 12 - втулка I (сталь 4Х13) 2 шт 13 - прокладка регулировочная (сталь 45); 14 - колпачок (медь М2-М);

Поз 2
уменьшено



1. Биение 0,025 мм проверять по шлифованной части пакета.
2. Деталь поз 17 клеить к крышке поз 20 клеем 88Н
3. Шайбу поз 19 ставить на лаке АК-20, винты поз 15 контрить лаком АК-20.
4. Провода статора поз 18 выводить в отверстия крышки поз. 20 в соответствии с нанесенным на крышке номером фазы.

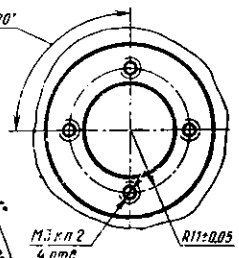
Поз. 16
увеличено



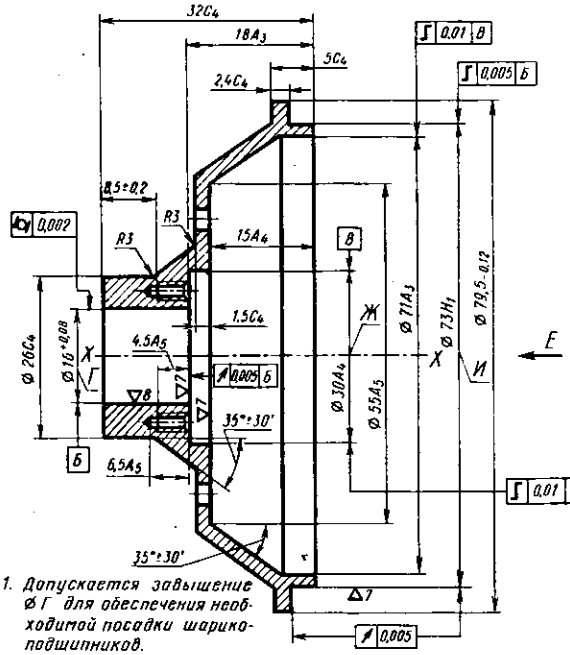
1. Термическая стабилизация по инструкции
2. Покрытие Кд.9.хр
3. Поверхности Ø Б, Ø В и их торцы от покрытия предохранить. Допускается обрабатывать после покрытия

▽5 (▽)

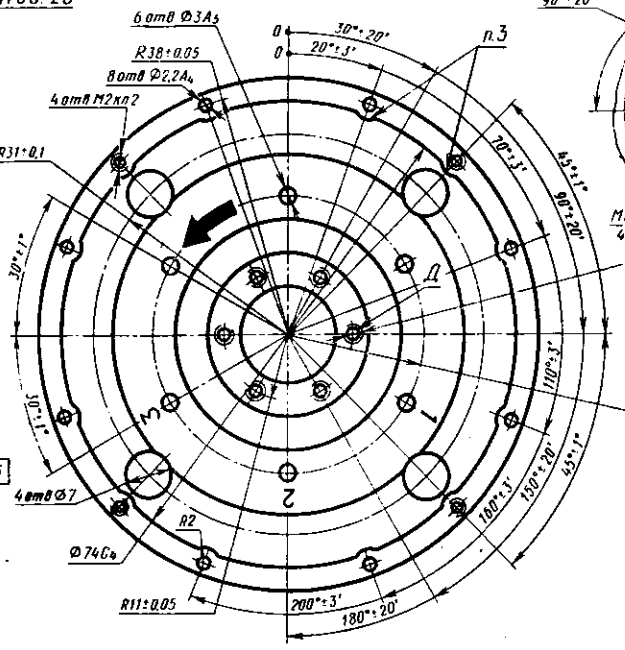
Вид Е



Поз. 20



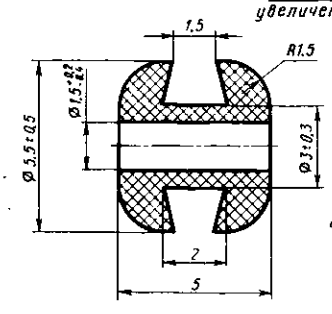
1. Допускается завышение Ø Г для обеспечения необходимой посадки шарикоподшипников.
2. 6 отв Д сверлить на глуб. 5,5A_5; нарезать на глуб. 4,5A_5.
3. Острые кромки в пазах притупить 0,1...0,2 мм.
4. Покрытие Ц.9.хр.
5. Поверхности Ø Г, Ø Ж, Ø И, а также прилегающие к ним торцы обработать после нанесения покрытия



6. Термически стабилизировать по инструкции
7. Прогиб крышек при приложении нагрузки 50Н вдоль оси Х-Х по стрелке Е должен быть 2...4 мкм.
8. Цифры и стрелку гравировать на глуб. 0,1...0,3 по специнструкции.

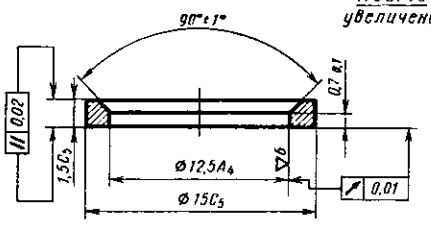
▽6 (▽)

Поз. 17
увеличено



Формовка.

Поз. 19
увеличено



1. Антикоррозийная обработка.
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.

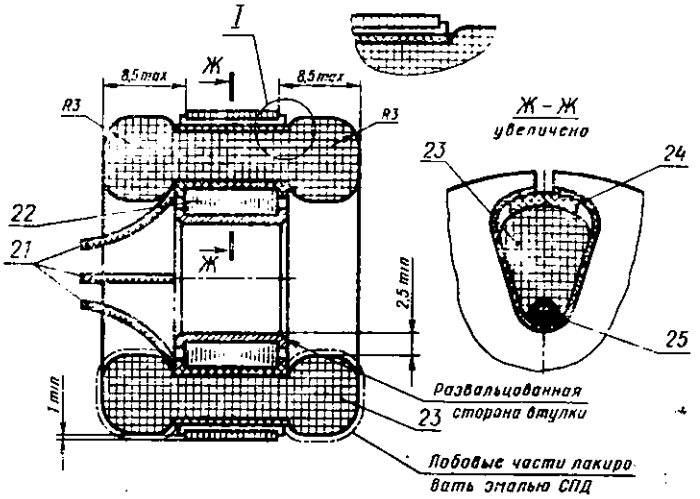
▽5 (▽)

Рис. 8.8

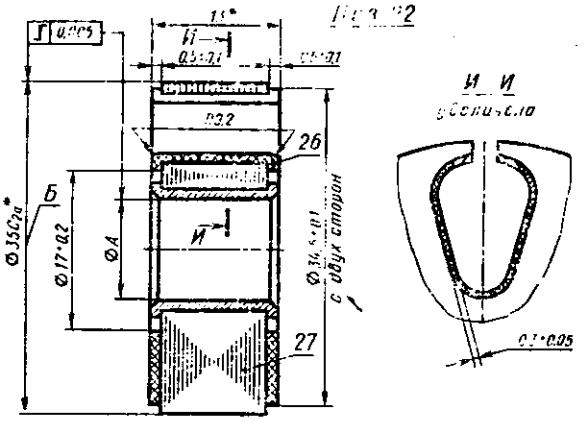
Лист 2

15 - винт М3×6 - 8 шт.; 16 - втулка статора (сталь 45) - 2 шт.; 17 - пистон (резина 5р-129) - 6 шт.; 18 - статор(сб); 19 - шайба (сталь 2Х13) - 2 шт.; 20 - крышка 1 (сталь 45)

Поз. 19
увеличено

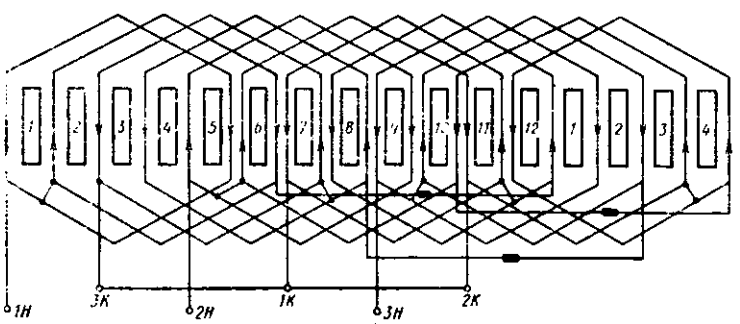


Поз. 22



Если Ø Б будет выходить за пределы поля допуска, разрешается довести его шлифовкой, допуская неполную обработку поверхности и вскрытие по шлифованной части не более 0,01 мм. Чистота поверхности на обработанных участках ▽7.

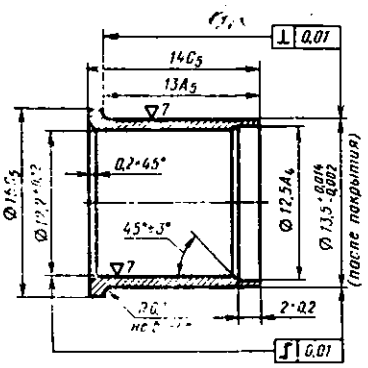
Схема намотки статора



Обмоточные данные						Технические данные					
Диаметр провода	Материал провода	Марка провода	Число витков в паз	Число витков в катушке	Число катушек в фазе	Шаг по пазам	Число пазов	Число полюсов	Число фаз	Частота	Напряжение
мм										Гц	В
Ø 0,31	Медь	ПЭВ 2	96	48	4	1-6	12	2	3	400/500	36/40

1. Провода выводные поз 21 паять к проводу обмоточному поз 23 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Места пайки изолировать пленкой из фторопласта поз 25
2. Провода выводные выводить в сторону, противоположную намотке
3. Среднюю точку обмотки после пайки изолировать пленкой из фторопласта поз 25 и заправить в паз пакета статора поз 22.
4. На проводах выводных закрепить бирки с обозначением номера фаз.

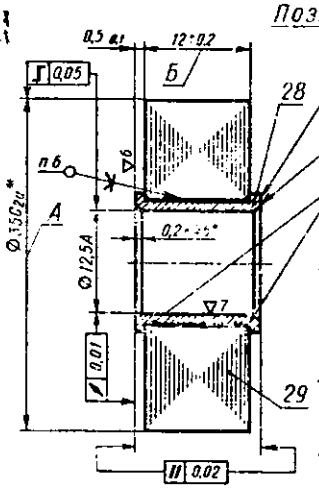
Поз. 28
увеличено



▽5 (▽)

Покрытие Кд 9 хр.

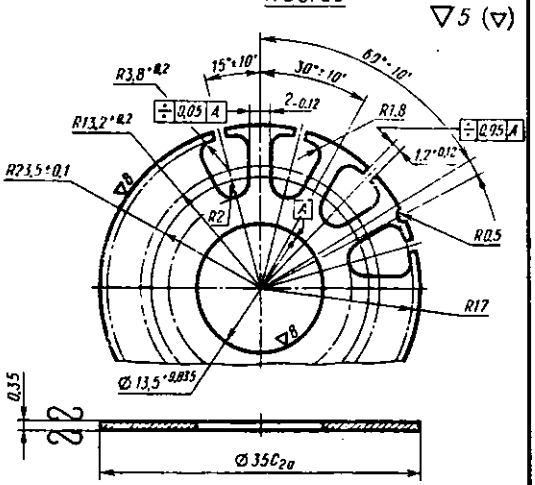
Поз. 27



1. Количество высечек - 36 (ориентировочно).
2. Высечки поз 29 собирать по размеру ØA, совмещая метки R0,5.
3. Перед установкой втулки поз 28 снять фаски 0,15×45° у крайних высечек статора поз 29.
4. Размер Б обеспечить подбором количестве высечек статора поз 29
5. Сдвиг высечек друг относительно друга по всему контуру паза должен быть не более 0,03 мм на длине Б
6. Втулку поз 28 ставить на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2.
7. Нанести порядковый номер по инструкции.

Поз. 29

▽5 (▽)

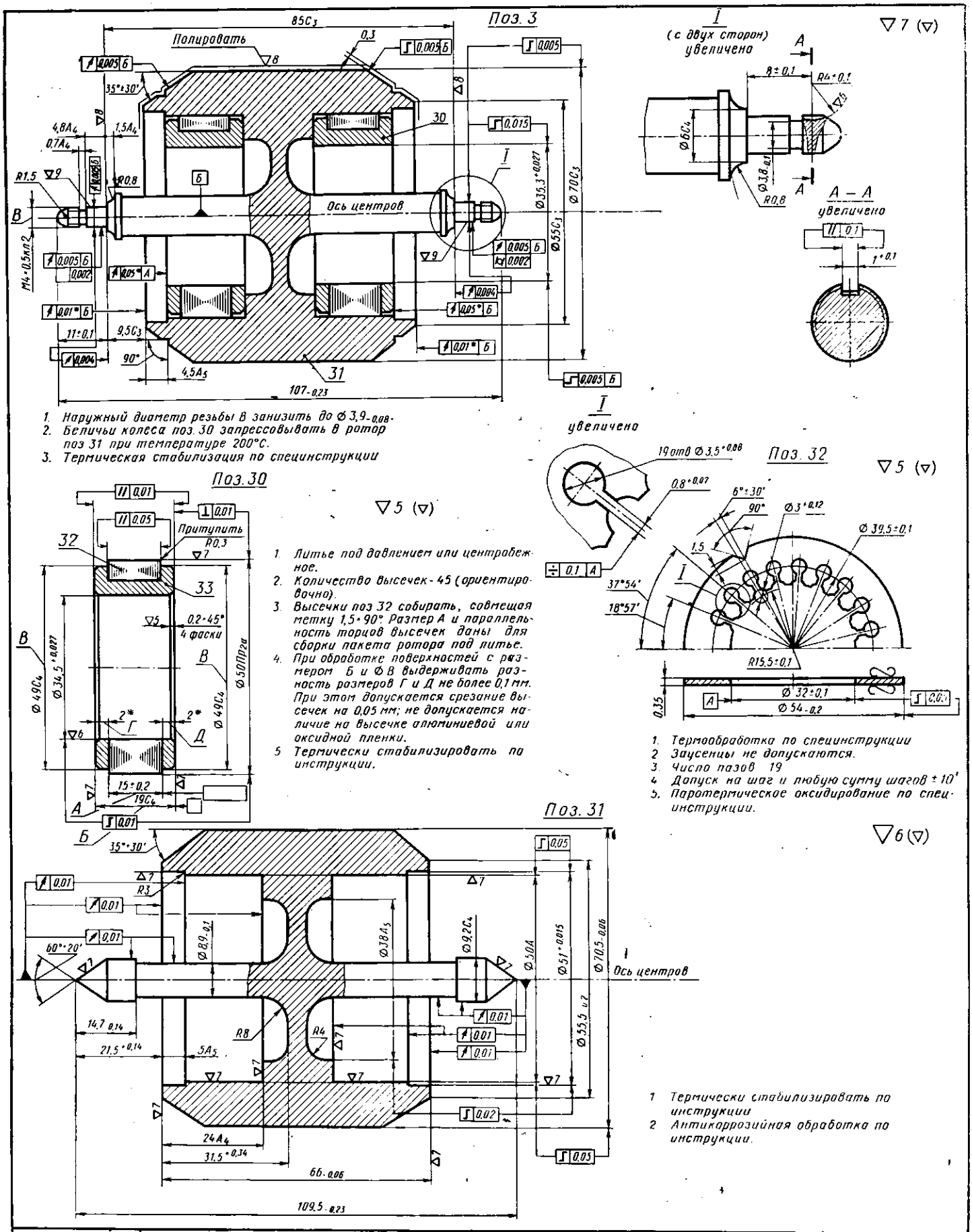


1. Термообработка по специнструкции.
2. Число пазов - 12
3. Допуск на шаг и любую сумму шагов пазов ±10'
4. Заусенцы не допускаются
5. Паротермическое оксидирование по инструкции

Рис. 8.8

Лист 3

21 - провод МГТФ, S=0,14 мм²; L=300 мм, 22 - пакет статора в сборе (сб.) - 2 шт.; 23 - обмотка (провод ПЭВ-2 Ø 0,31, L=18 м; 24 - клин (стеклотекстолит СКМ-1 0,5×14) - 12 шт., 25 - пленка (фторопласт - 4 ориентированный Т=0,1), 26 - смола полиамидная 68;



1. Наружный диаметр резьбы в занизить до $\varnothing 3{,}9_{-0{,}08}$.
2. Беличьи колеса поз. 30 запрессовывать в ротор поз 31 при температуре 200°С.
3. Термическая стабилизация по специнструкции

1. Литье под давлением или центробежное.
2. Количество высечек - 45 (ориентировочно).
3. Высечки поз 32 собирать, совмещая метку 1,5 • 90° Размер А и параллельность торцов высечек даны для сборки пакета ротора под литье.
4. При обработке поверхностей с размером Б и Ø В выдерживать разность размеров Г и Д не более 0,1 мм. При этом допускается срезание высечек на 0,05 мм; не допускается наличие на высечке алюминиевой или оксидной пленки.
5. Термически стабилизировать по инструкции.

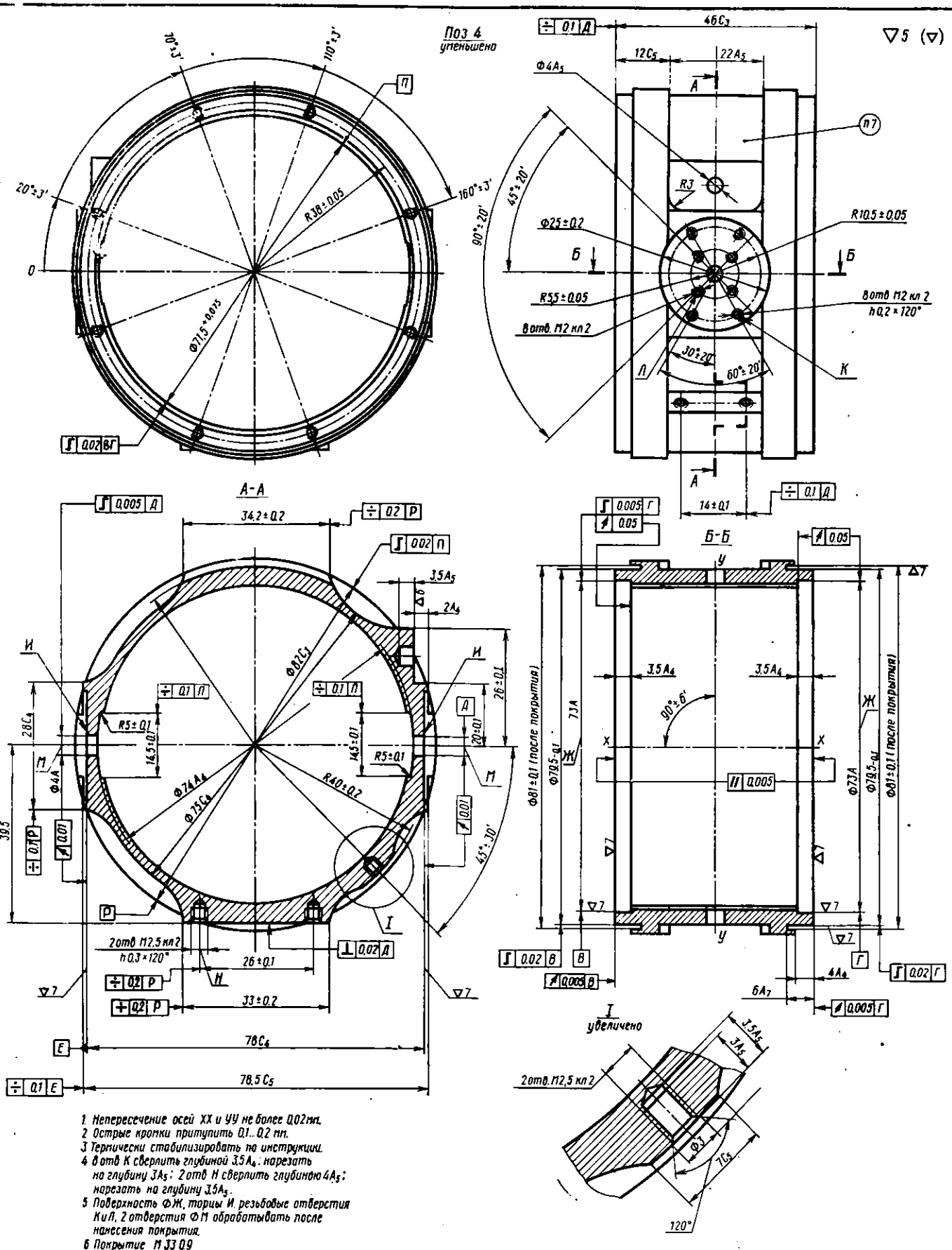
1. Термообработка по специнструкции
2. Заусенцы не допускаются.
3. Число пазов 19
4. Допуск на шаг и любую сумму шагов ± 10'
5. Паротермическое оксидирование по специнструкции.

1. Термически стабилизировать по инструкции
2. Антикоррозийная обработка по инструкции.

Рис. 8.8

Лист 4

27 - пакет статора (сб); 28 - втулка (сталь 10) - 2 шт; 29 - высечка статора (сталь 344 Т - 0,35);



1. Непересечение осей XX и УУ не более 0,02 мм.
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
3. Термически стабилизировать по инструкции.
4. 8 отв. К сверлить глубиной $3,5A_6$; нарезать на глубину $3A_5$; 2 отв. Н сверлить глубиною $4A_5$; нарезать на глубину $3,5A_5$.
5. Поверхность ФЖ, торцы И резьбовые отверстия К и Л, 2 отверстия ФМ обрабатывать после нанесения покрытия.
6. Покрытие М 33.09
7. Гравировать маркировочный номер по инструкции.

Рис. 8.8

Лист 5

30 - ротор типа „беличье колесо" (сб.); 31 - ротор (сталь 4Х13); 32 - высечка ротора (сталь 344, Т=0,35); 33 - алюминиевый сплав АЛ2; 34 - стакан (бронза БрКМц3-1Т, Т=0,7);

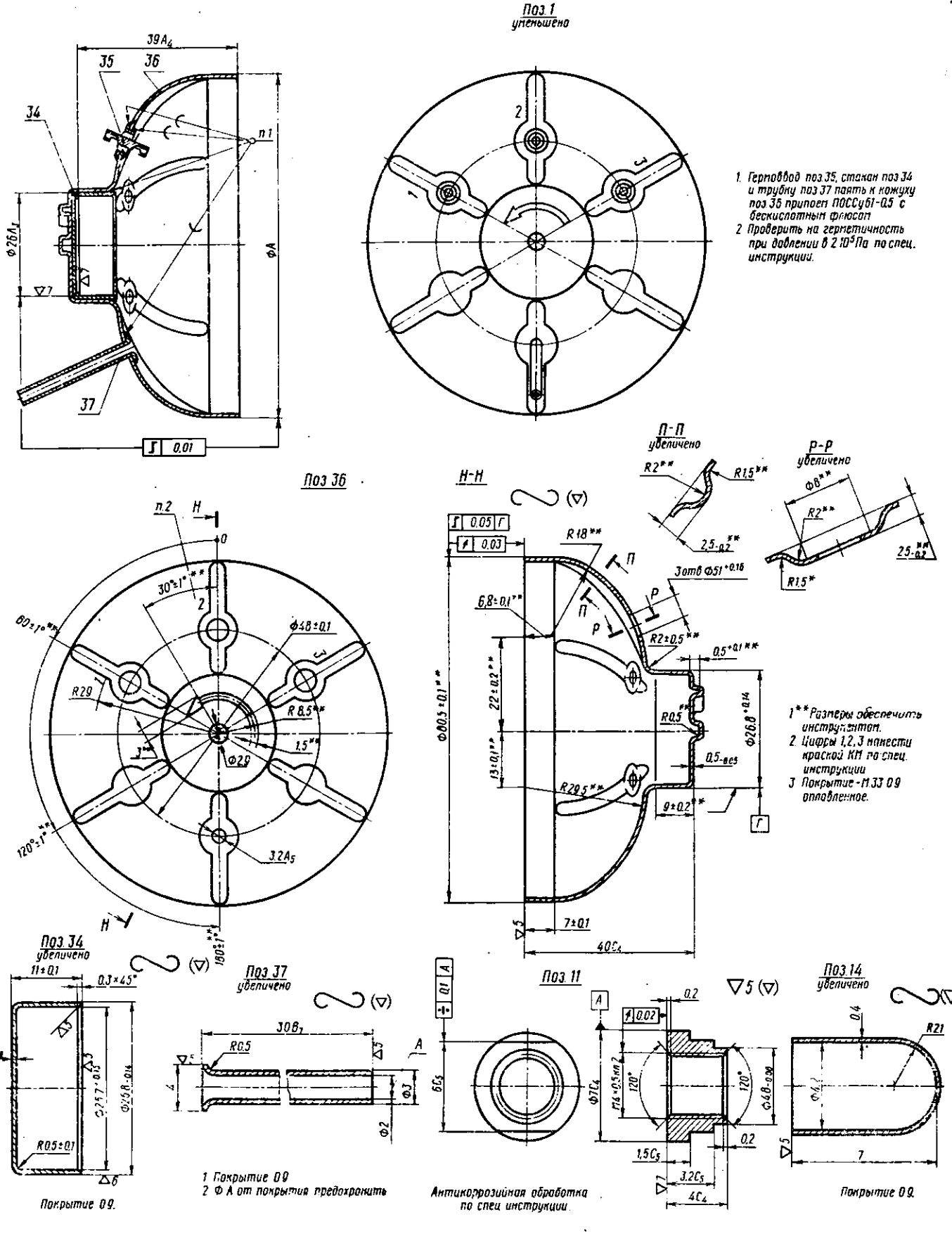
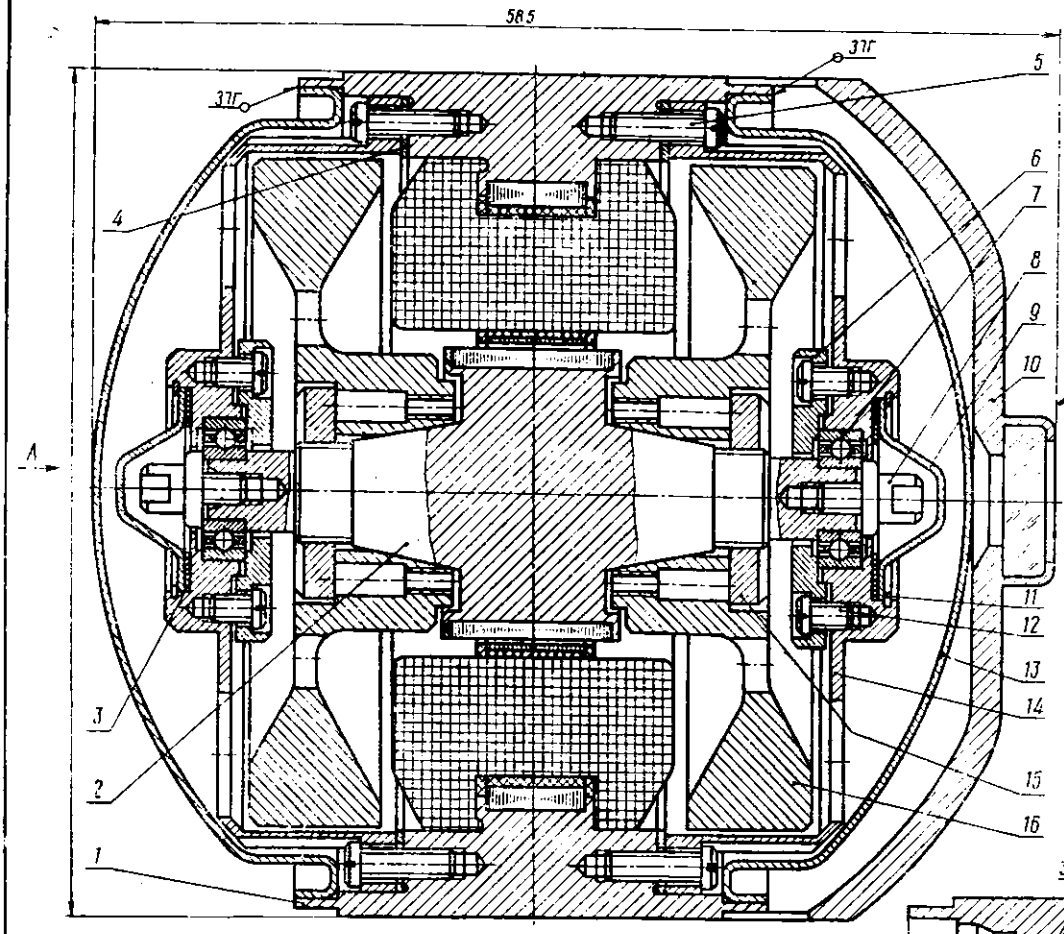


Рис. 3.8

Лист 6

35 - гермоввод (сб.) - 6 шт.; 36 - кожух левый (сталь 10кп) Т=0,5; 37 - трубка (медь М2-М Ф 3×0,5)



1 При посадке крышек поз 14 в статор поз 1 обеспечить натяг 1 4 мкм, считая по среднин (по овальности) посадочным диаметрам корпуса и крышек
2 Разность жесткости крышек поз 14 под нагрузкой 20Н не более 0.2мкм
3 Маховик поз 15 посадить на ось, обеспечивая плотную посадку по конусной поверхности оси и маховика, площадь контакта по конусной части не менее 75%
4 Допускается притирка конусных поверхностей осей и маховика
5 Колпачок поз 19 паять к трубке заглушки поз 17 припоем ПОСК 50.

К поз 1

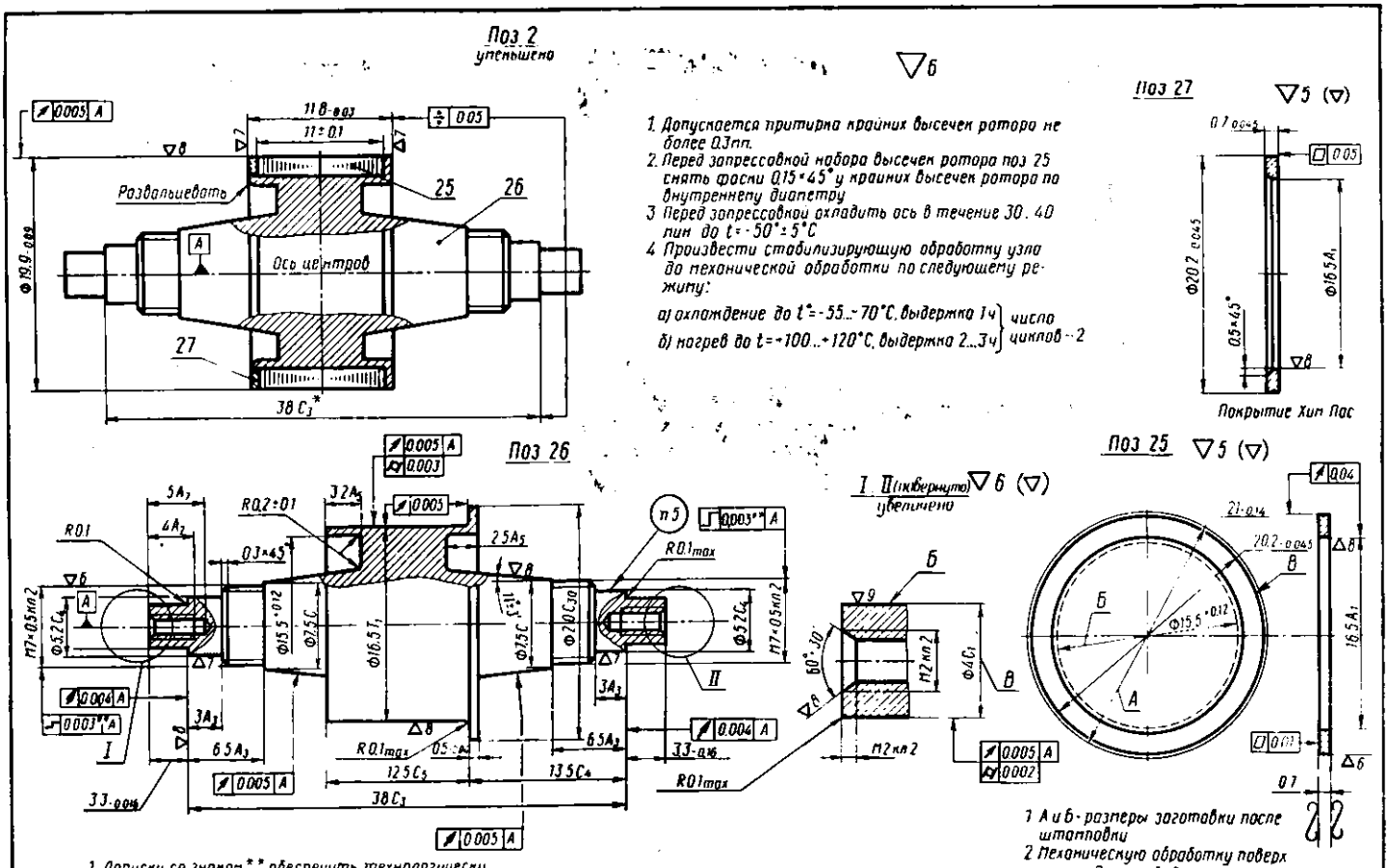
1** Размеры обеспечить инструментом
2 Пленку поз 21 сложить в два слоя и склеить между собой клеем ТМ-60
3 Провод поз 22 паять к выводным проводам поз 23 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.
4 Места пайки выводных проводов поз 23 с проводом поз 22 изолировать конденсаторной бумагой КОН-1 (четыре слоя склеить клеем БФ-4) и запровить в паз пакета статора с корпусом поз 20
5 Среднюю точку обмотки после пайки изолировать конденсаторной бумагой КОН-1 (четыре слоя склеить клеем БФ-4) и запровить в паз пакета статора с корпусом поз 20
6 Сопротивление между фазами 360 Ом ± 10%, разность между сопротивлениями фаз не более 10 Ом, а сопротивление изоляции при напряжении 500В должно быть не менее 80 МОм в нормальных условиях
7 На поверхности внутреннего диаметра статора не допускаются царапины, неполнота покрытия, подтеки клея, инородные включения, проверку производить под микроскопом с увеличением не менее 16*
8 Пропитать обмотку лаком МЛ-92, лобовые части лакировать эмалью ЭП-74Т по спец инструкции
9 Короткозамкнутые витки в обмотке не допускаются

Технические и обмоточные данные

Номинальное напряжение	208В
Частота	400Гц
Число фаз	3
Число пар полюсов	1
Число пазов	12
Шаг по пазам	1-6
Число катушек в фазе	4
Число витков в катушке	305
Число витков в пазу	610
Марка провода	ПЭТВ
Диаметр провода по меди	0.13мм

H_1 - начало I фазы K_1 - конец I фазы
H_2 - начало II фазы K_2 - конец II фазы
H_3 - начало III фазы K_3 - конец III фазы

Рис. 8.9	Однотатерный герметичный синхронный двухроторный гироузел ГУС-2000:
на 4 листах	1 - статор (сб); 2 - пакет ротора с осью (сб); 3 - прокладка (фторопласт-4 модифицированный, лента Т-0,2); 4 - прокладка (сплав 36НХТЮ, δ от 0,24 до 0,52 через 0,02); 5 - винт М2×6 (сплав 36НХТЮ) -12 шт; 6 - фланец (сплав 36НХТЮ) - 2 шт.; 7 - шарикоподшипник С2076U94E - 2 шт.; 8 - винт (сплав 36НХТЮ) - 2 шт.; 9 - крышка (сталь Х18Н9Т-М, лента Т 0,28) - 2 шт;
Лист 1	



1. Допускается притирка крайних высечек ротора не более 0,3 мм.
2. Перед запрессовкой набора высечек ротора поз 25 снять фаски 0,15×45° у крайних высечек ротора по внутреннему диаметру
3. Перед запрессовкой охладить ось в течение 30...40 мин до $t = -50° \pm 5°C$
4. Произвести стабилизирующую обработку узла до механической обработки по следующему режиму:

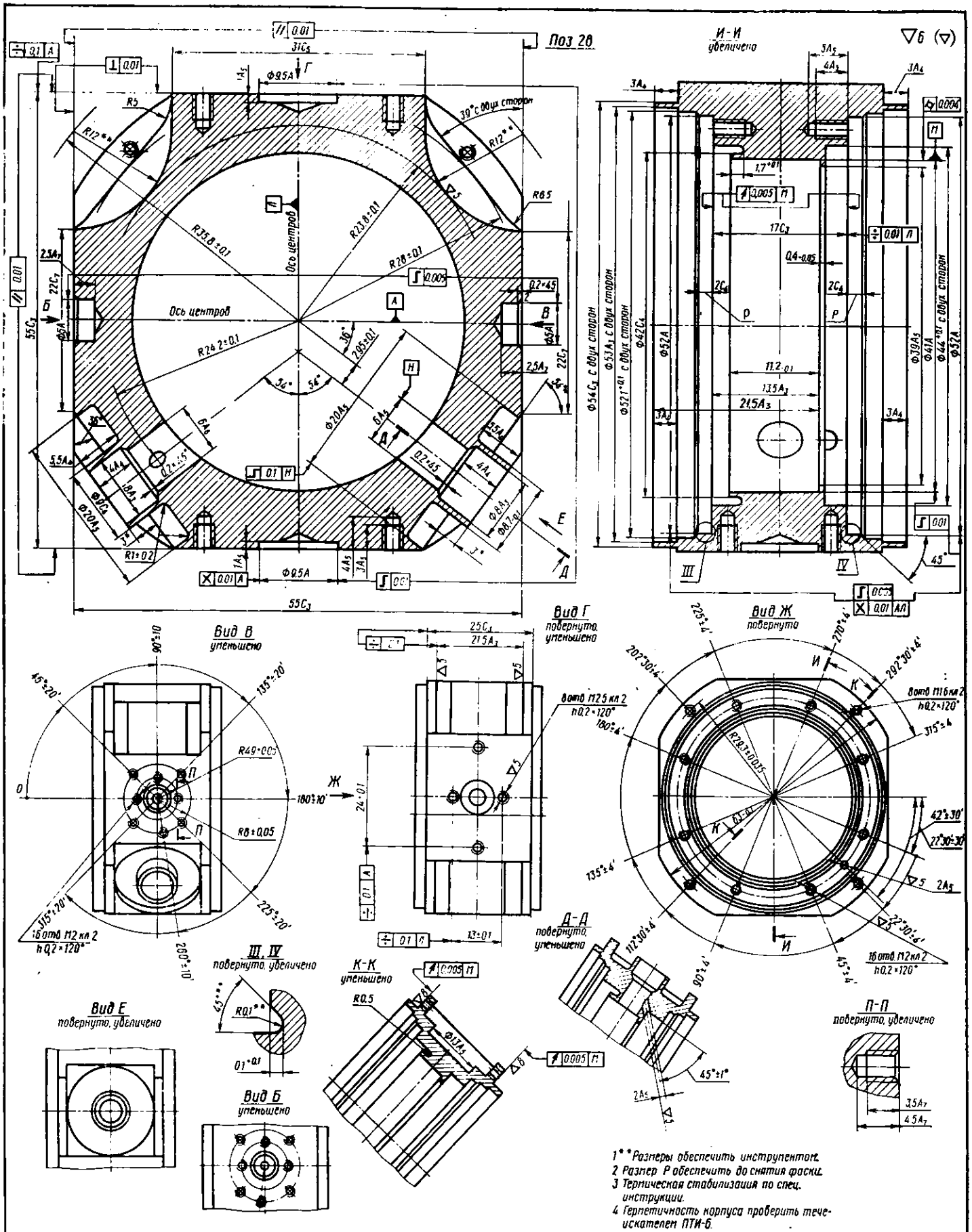
а) охлаждение до $t° = -55...-70°C$, выдержка 1 ч } число
б) нагрев до $t = +100...+120°C$, выдержка 2...3 ч } циклов – 2

1. Допуски со знаком ** обеспечить технологически.
2. Термообработка по спец инструкции
3. Термически стабилизировать
4. Две поверхности Б изготовливать, согласовав с размером внутреннего кольца шарикоподшипника, и обеспечивая посадку с натягом 1...3 мкм допускается занижение двух Ф В.
5. Порядковый номер детали нанести электроэрозией

1. А и Б - размеры заготовки после штамповки
2. Механическую обработку поверхности В производить до термообработки
3. После термообработки высечки ротора должны быть получены при индукции $B_m = 1$ Тл следующие магнитные свойства: удельные гистерезисные потери - $P_{гв} = 178 \cdot 10^{-2} \pm 10\%$ $\frac{Вт}{кг}$ при напряженности $H_m \leq 8 \cdot 2 \cdot 10^3$ А/см

1. **Размер обеспечить инструментом
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм
3. Овальность конусной части не более 0,003 мм.
4. Порядковый номер детали нанести электроэрозией

Рис. 8.9	10 - кронштейн (сб); 11 - шайба пружинная (сталь 65Г), 12 - винт (сплав 36НХТЮ) М2-3 - 4 шт; 13 - кожух (сталь Х18Н9Т, лента 0,5×100 - 2 шт, 14 - крышка (сплав 36НХТЮ) - 2 шт; 15 - паховик (сплав ВНЖ7-3); 16 - гайка (сплав 36НХТЮ) - 2 шт; 17 - заглушка (сталь 45), 18 - винт М1,6-4 - 4 шт; 19 - колпачок (медь М2-М)
Лист 2	



1** Размеры обеспечить инструментом.
2 Размер Р обеспечить до снятия фаски.
3 Термическая стабилизация по спец. инструкции.
4 Герметичность корпуса проверить течеискателем ПТИ-6.

Рис. 8.9

Лист 3

20 - пакет статора с корпусом (сб.); 21 - пленка электроизоляционная ПЭТФ Т-0,02; 22 - провод ПЭТВ Ф0,13; 23 - провод ГФ-100М, S=0,03мм²; 24 - клин (стеклотекстолит СТК-41/ЭП, п. 0,35-12 шт.; 25 - высечка ротора (сплав 52КФМ); 26 - ось (сплав 36НХТЮ); 27 - шайба (сплав 35НХТЮ); 28 - корпус (сталь Х18Н9Т);

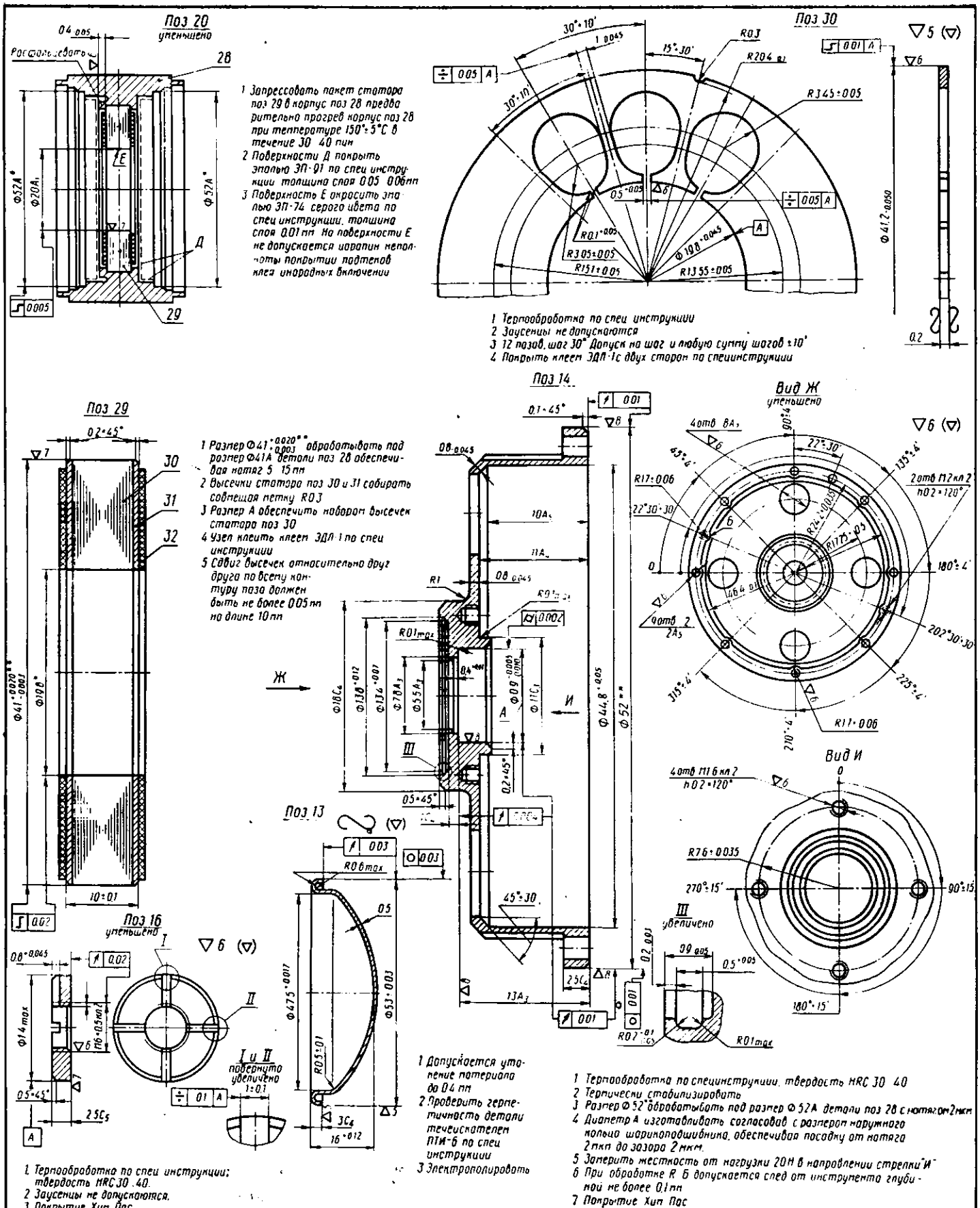
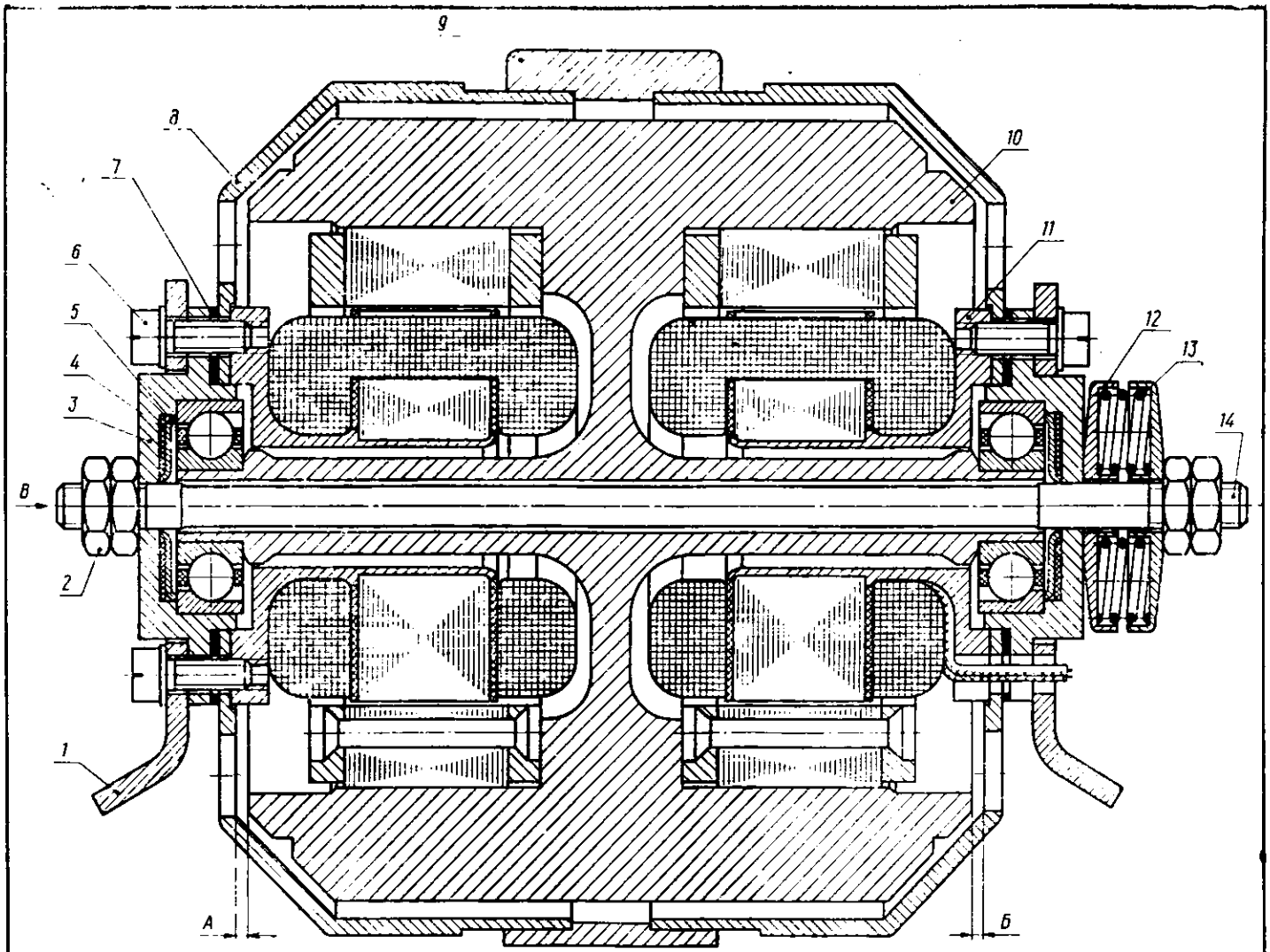


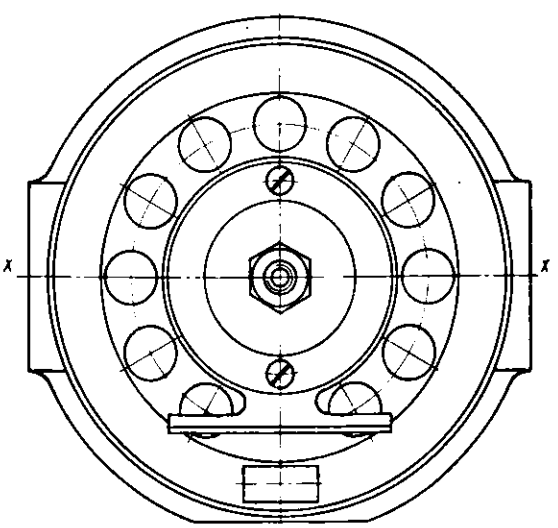
Рис. 8.9

лист 4

29 - пакет статора (сб); 30 - высечка статора (сталь 344, лента Т-0,2); 31 - высечка статора (сталь 344, лента Т-0,35); 32 - щека (стеклотекстолит СТК-41/ЭП, л 0,35)



Вид В

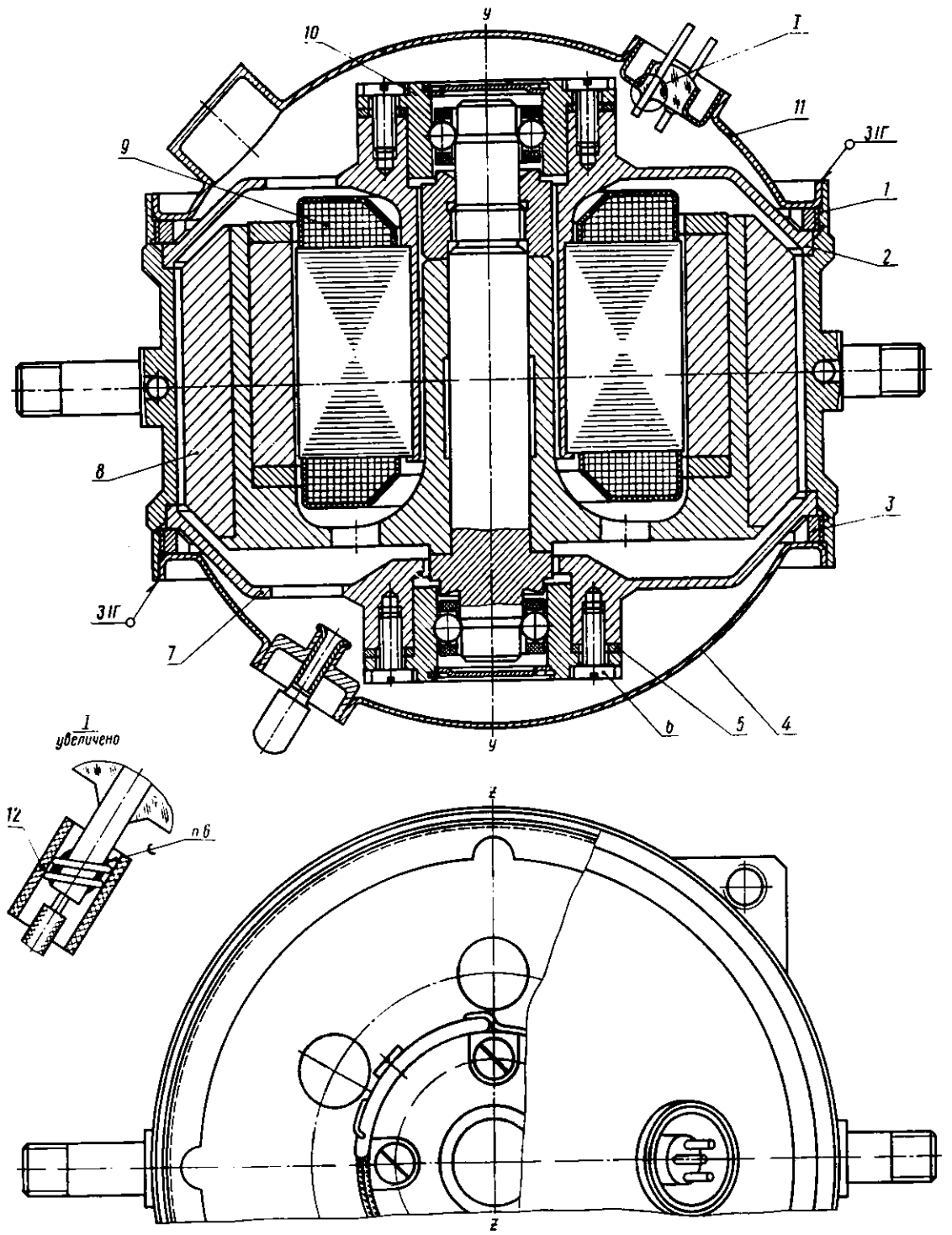


1. Провода паять по спец. инструкции припоем ПОС 61 с флюсом канифоль (условно не показаны)
2. Винты поз 6 без разрезных шайб контрить нитроклеем АК-20 по спец. инструкции
3. Люфт ротора поз 10 регулировать прокладками поз 7 в пределах 0,15...0,1мм
4. Гайки поз 2 пломбировать клеем АК-20.
5. Подшипники смазать смазкой ОКБ-122-12 по специнструкции в количестве 3...4 объемов шарика
6. Разница между зазорами А и Б не более 0,2 мм
7. Узел статически сбалансировать относительно оси Х-Х при помощи балансировочных грузов и балансировочных винтов с нижней плотностью $5 \cdot 10^{-5}$ Н·м

Рис. 8.10

Двухстаторный асинхронный негерметичный гироузел ГУА-25000:

1 - упор 1 (сталь 10); 2 - гайка специальная (сталь 45); 3 - втулка подшипника (сталь ЭИ474); 4 - прокладка (бумага чертежная); 5 - кольцо (латунь Л62), 6 - винт 2М×6 4 шт., 7 - прокладка (латунь Л62-Т); 8 - крышка (сплав 36НХТЮ); 9 - корпус гиромотора (сб.); 10 - ротор в сборе (сб.); 11 - статор (сб.); 12 - сухарик (сталь ЭИ474); 13 - пружина (проволока ОВС); 14 - ось (сталь 40ХНМА)



Посадку наружных колец совмещенной шарикоподшипниковой опоры поз 10 производить с зазором не более 2 мкм и натягом не более 2 мкм

2 Шарикоподшипники совмещенной шарикоподшипниковой опоры поз 10 смазать смазкой ВНИИНП-228, по 20±5 мг на каждый шарикоподшипник

3 Осевая нагрузка на совмещенную шарикоподшипниковую опору должна 10±2 Н. Осевую нагрузку создавать подбором прокладок поз 5, устанавливаемых по одной с каждой стороны гироузла. Разность толщины прокладок не должна превышать 0,03 мм.

4 Упругое осевое перемещение маховика в сборе поз 8 относительно неподвижно закрепленного корпуса поз 1 должно быть при нагрузке 10 Н в пределах 1 3 мкм.

5 Динамическую балансировку производить высверливанием отверстий диаметром не более 3 мм (с отсосом стружки) по канавкам на поверхности маховика в сборе поз 8 на глубину не более 1,5 мм. Величина динамической неуравновешенности после предварительной балансировки маховика на совмещенной шарикоподшипниковой опоре должна быть не более $3 \cdot 10^{-5}$. Окончательно собранный гироузел должен иметь величину динамической неуравновешенности не более $5 \cdot 10^{-5}$ Н·см.

6 Провода выводные поз 34 (на общем виде условно не показаны) паять припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.

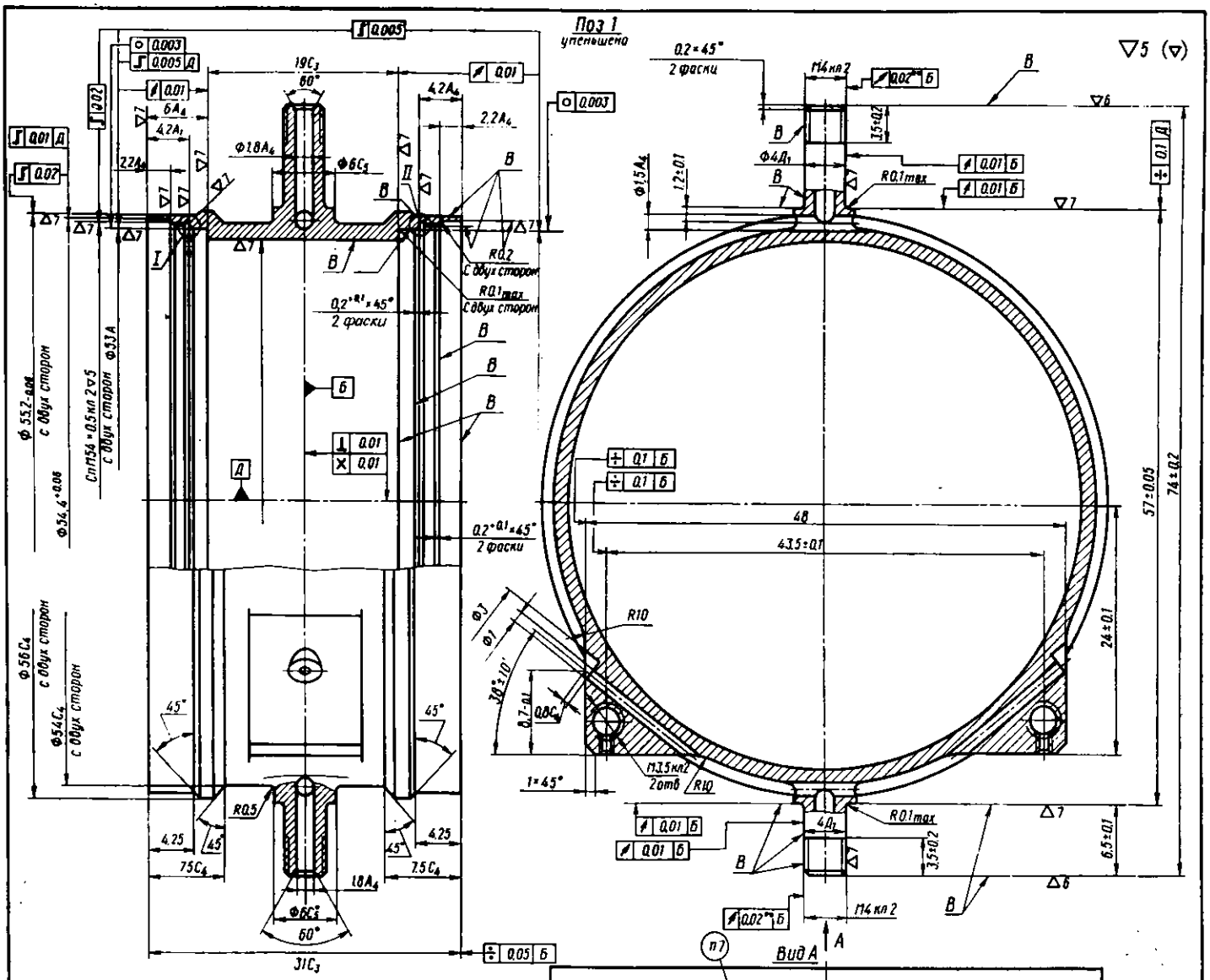
Рис. 8.11

.. листах

Лист ..

Газонаполненный асинхронный несимметричный гироузел с ротором колокольного типа:

корпус (сталь 35); 2 - крышка I (сталь 2Х13); 3 кольцо резьбовое (сталь 2Х13); 4 - кожух II (сб.); 5 - прокладка (сталь 2Х13); 6 - винт (сталь 2Х13); 7 крышка II (сталь 2Х13); 8 - маховик (сб.); 9 - статор (сб.); 10 - кольцо наружное с шариками и сепаратором специальной шарикоподшипниковой опоры; 11 - кожух I (сб.); 12 - трубка (фторопласт - 4Д 0,6×5);



1. Б — ось центров, Д — ось цилиндра Ф 51А.
2. Термически стабилизировать.
3. Острые кромки притупить 0,1 0,2мм.
4. Допускаются следы перехода с токарной обработки на фрезерную.
5. Допуски со знаком ** обеспечить технологически.
6. Заусенцы, коррозия, стружка и посторонние частицы не допускаются. Проверить под микроскопом при увеличении не менее 16*.
7. Гравировать порядковый номер по инструкции.
8. Покрытие П.33.Н.9 по спец инструкции, кроме поверхностей В с двух сторон.

Рис. 8.11

Лист 2

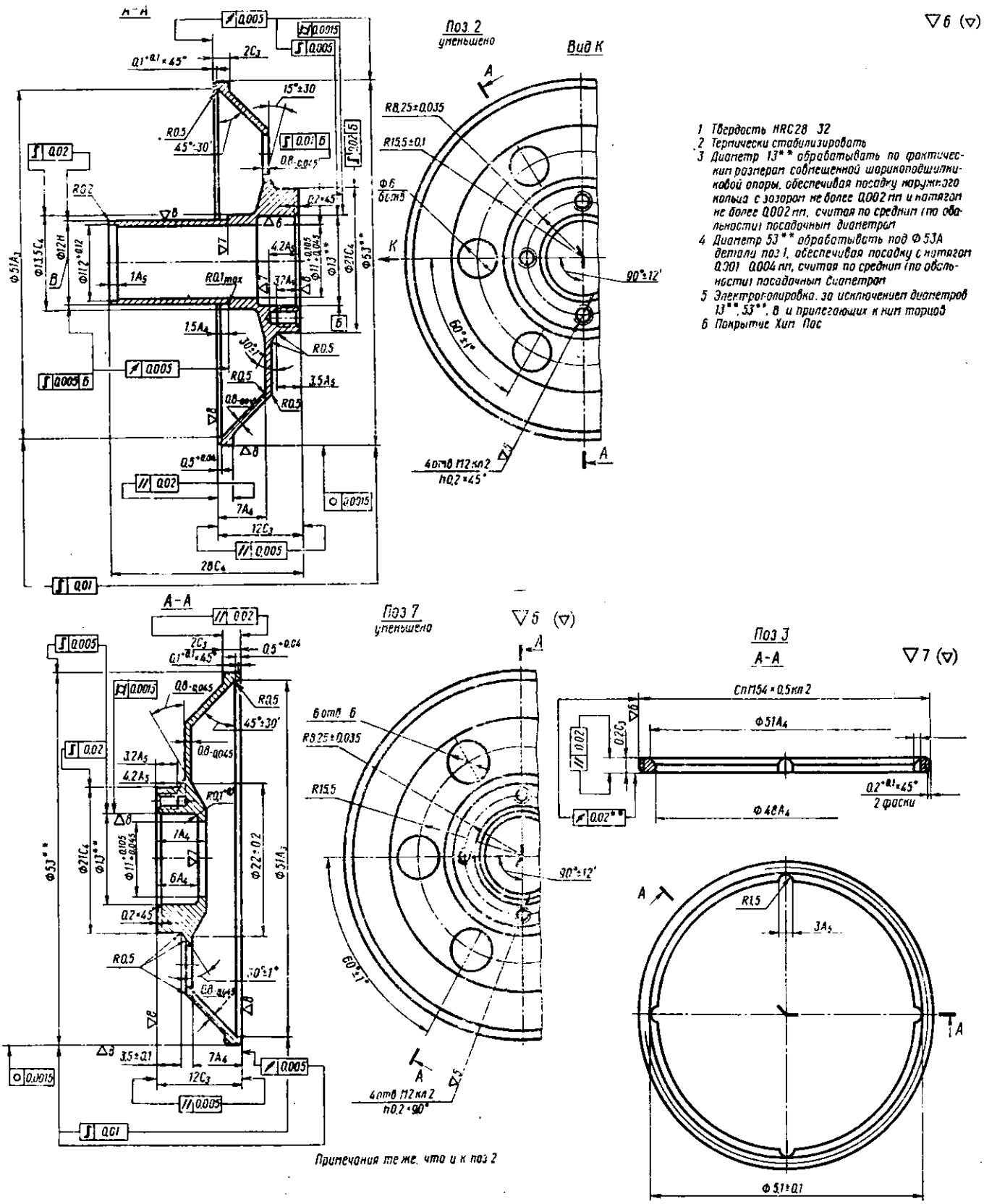
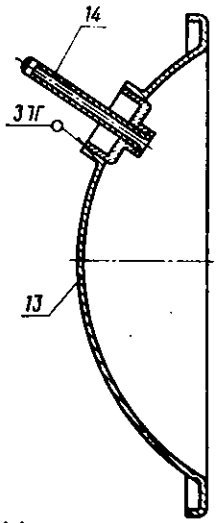


Рис. 8.11

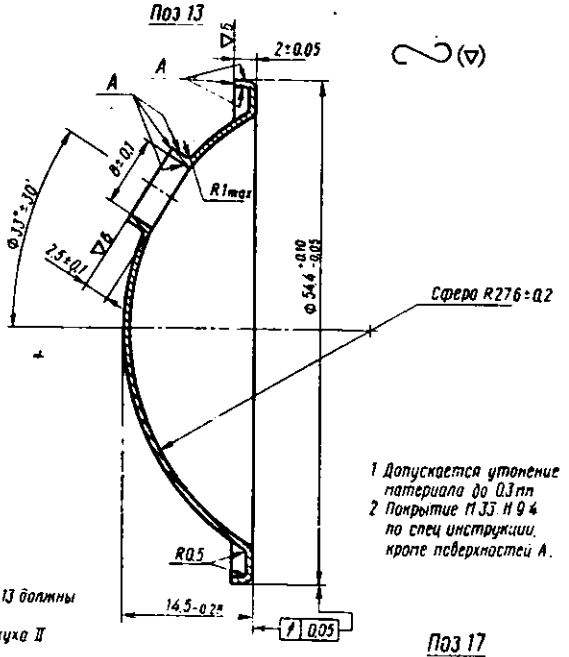
Лист 3

Поз 4
уменьшено



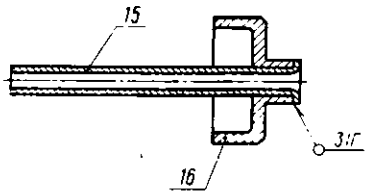
1 Заглушка поз 14 и кожух II поз 13 должны плотно входить друг в друга
2 Проверить герметичность кожуха II течеискателем ТИ-6
3 Хранить в эксикаторе с селикагелем.

Поз 13



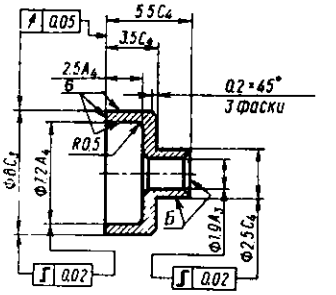
1 Допускается утонение материала до 0.3 пп
2 Покрытие М33.Н9.4 по спец инструкции, кроме поверхностей А.

Поз 14
увеличено



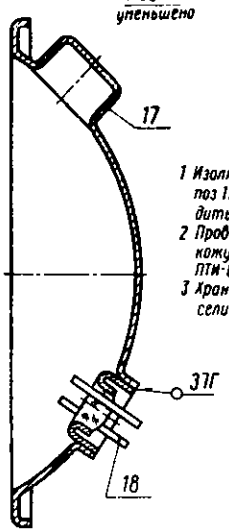
Хранить в эксикаторе с селикагелем

Поз 16



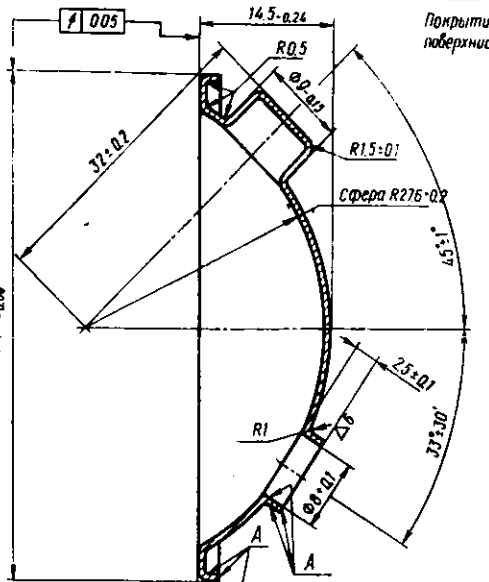
Покрытие М33 Н9 по специнструкции, кроме поверхностей Б.

Поз 11
уменьшено



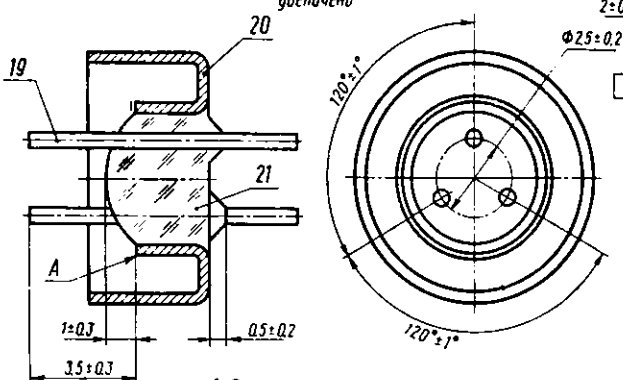
1 Изолятор поз 18 и кожух I поз 17 должны плотно входить друг в друга
2 Проверить герметичность кожуха течеискателем ТИ-6.
3 Хранить в эксикаторе с селикагелем.

Поз 17

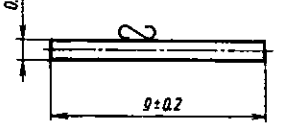


1 Допускается утонение материала до 0.03 пп
2 Покрытие М33 Н9 по специнструкции, кроме поверхностей А.

Поз 18
увеличено

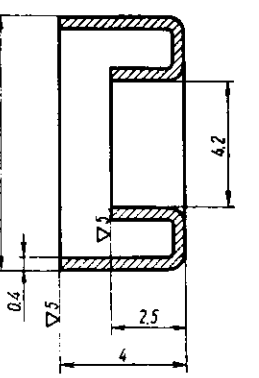


Поз 19



Термообработка по спец инструкции

Поз 20



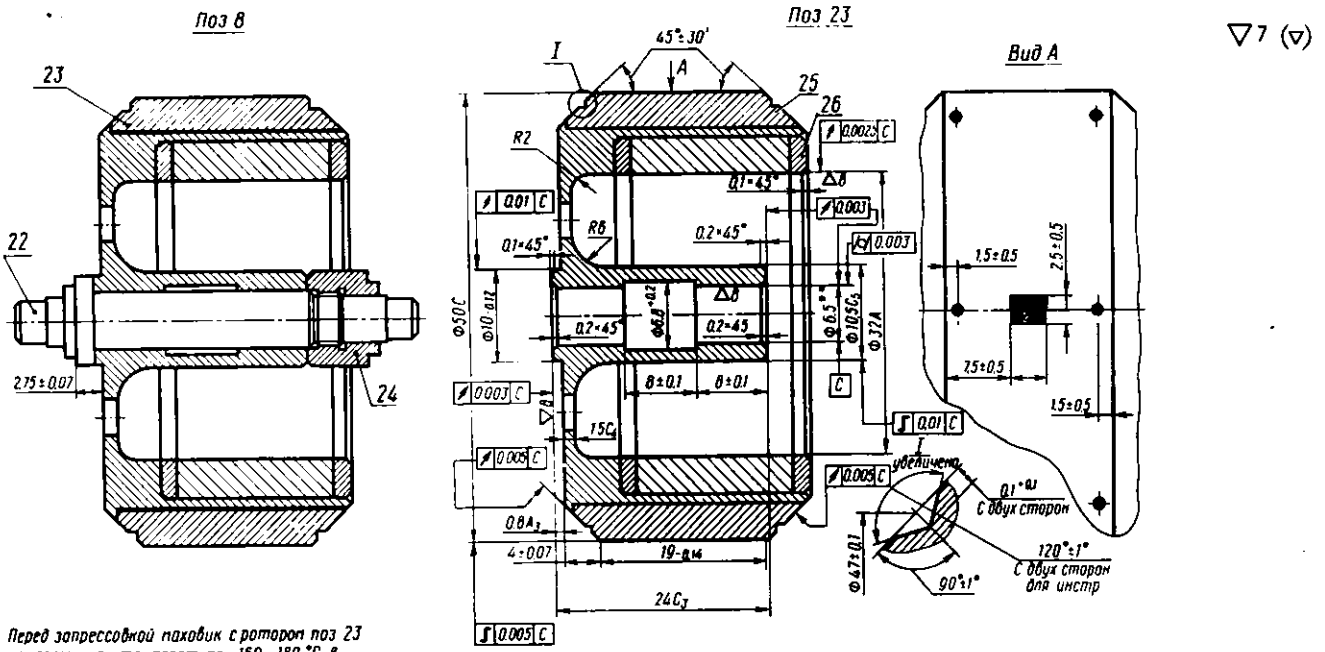
Термообработка по спец инструкции

1 Форма стекла не лимитируется
2 Стекло не должно лежать на поверхности А
3 Допуски на размеры обеспечить инструментом
4 После проверки узла по техническим условиям концы контактов поз 19 облудить припоем ПОС61 на длине $2^{+0.5}$ с двух сторон, не повредив поверхности деталей поз. 20 и 21.

Рис. 8.11

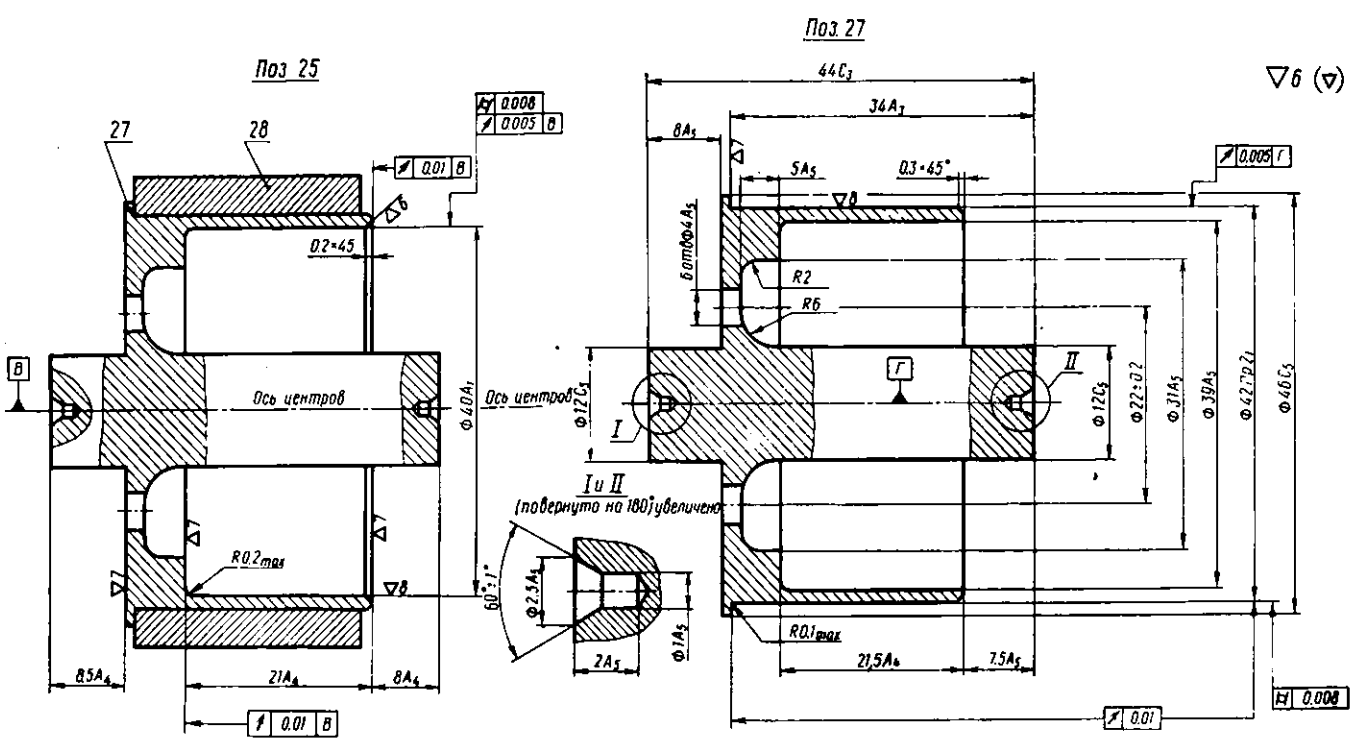
Лист 4

13 - кожух (сталь 0,8 псм-нт-1-но-0,4); 14 - заглушка (сб.); 15 - трубка (медь мм); 16 - заглушка (сталь 10); 17 - кожух I (сталь 0,8 псм-нт-1-но-0,4); 18 - изолятор (сб.); 19 - контакт (сплав Н29К18); 20 - гильза (сплав Н29К18); 21 - стекло С49-2;



1 Перед запрессовкой маховик с ротором поз 23 прогреть при температуре 160 ..180 °С в течение 1ч, а ось совмещенной шарикоподшипниковой опоры охладить при температуре - 60 65 °С в течение 1ч
2. Ось поз 22 запрессовать в маховик с ротором до упора с натягом 0,007 0,019мм, считая по средним (по овальности) посадочным диаметрам, в специальном приспособлении, обеспечивающем посадку оси без перекосов и задиров

1 Перед запрессовкой маховик поз 25 прогреть при температуре 200 230 °С в течение 1ч
2 Узел термически стабилизировать перед окончательной обработкой Ф 6,5** по следующему режиму
а) охлаждение до температуры 55 70 °С, выдержка 1 2ч;
б) нагрев до температуры 100 120 °С, выдержка 1 2ч
Перерыв между операциями „а" и „б" не должен превышать 10 15мин
3 Диаметр 6,5** обработать по фактическому диаметру оси совмещенной шарикоподшипниковой опоры, обеспечивая посадку с натягом 0,007 0,19мм, считая по средним (по овальности) посадочным диаметрам
4 Все поверхности с чистотой обработки ▽7 полировать
5. Поверхность Г покрыть эмалью ЭП-74 по спец инструкции.



Перед запрессовкой обод поз 28 прогреть при температуре 200 230°С в течение 1ч.

1 Острые кромки притупить 0,1 0,2мм.
2 Твердость HRC 28 32
3 Покрытие Хим Пас
4 Термически стабилизировать

Рис. 8.11

Лист 5

22 - ось (сталь ШХ15); 23 - маховик с ротором (сб.); 24 - гайка (сталь 2Х13); 25 - маховик (сб.); 26 - ротор (сб.); 27 - ступица (сталь 2Х13); 28 - маховик (тяжелый сплав ВНЖ7-3);

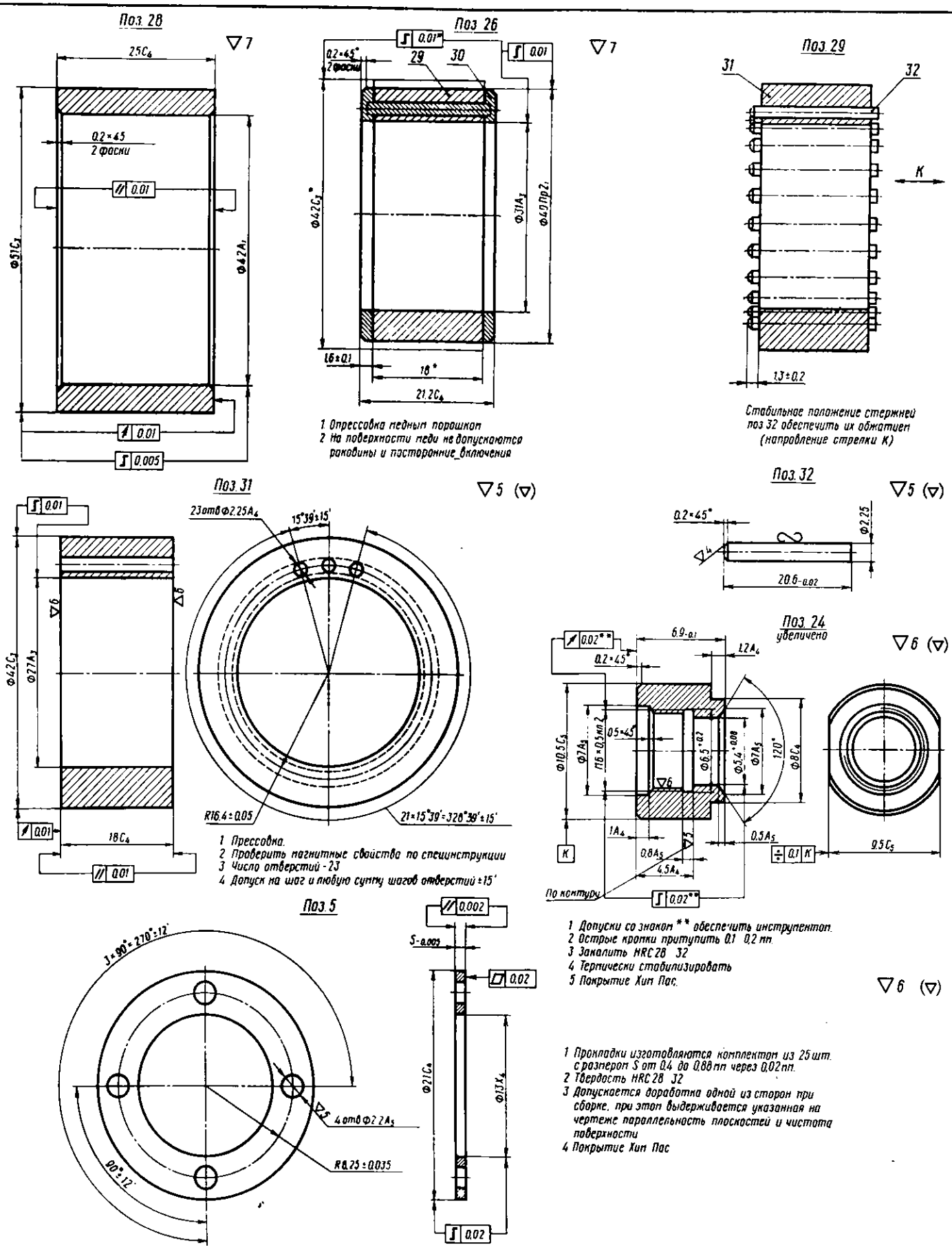


Рис. 8.11

Лист 6

29 - сердечник со стержнями (сб.); 30 - медный порошок; 31 - сердечник (металлокерамический сплав Fe-Si 4%); 32 - стержень (медь ММ, проволока Ф 2,25); 33 колпачок (пресс материал ДСВ-2Р 2М) - 2 шт; 34 - провод ГФ-100 п S=0,03 мм²;

Поз 9

Вид Г

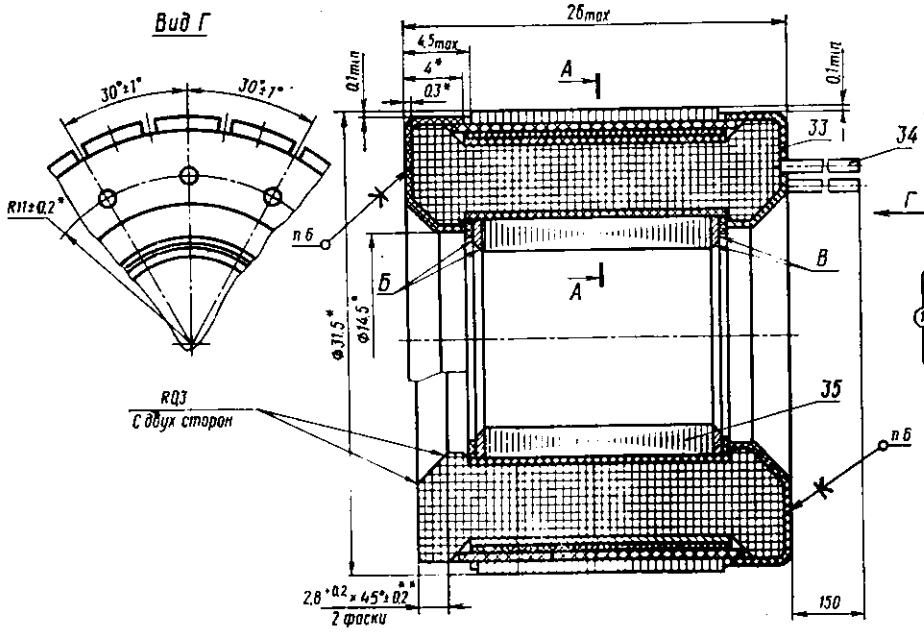


Схема оформления средней точки

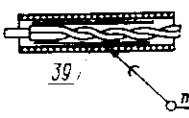


Схема крепления обмоточного провода к выводному

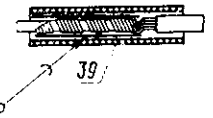
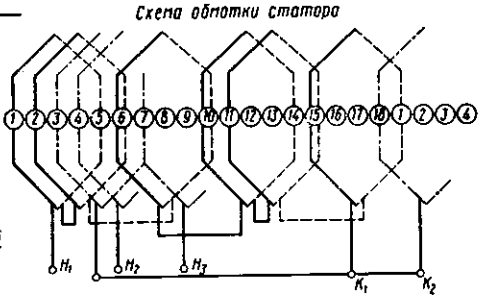


Схема обмотки статора

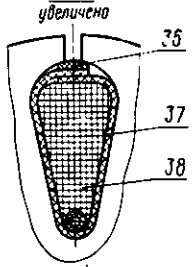


H_1 - начало I фазы
H_2 - начало II фазы
H_3 - начало III фазы
K_1 - конец I фазы
K_2 - конец II фазы
K_3 - конец III фазы

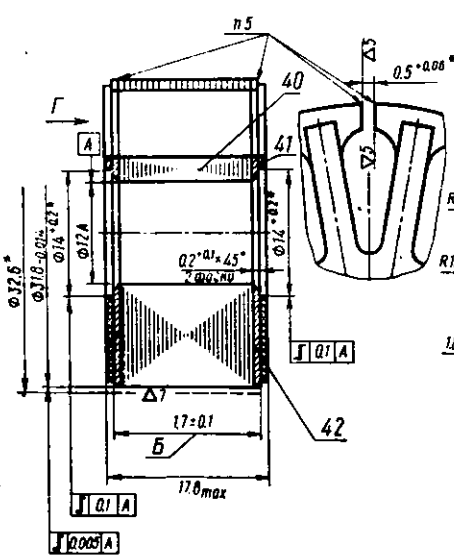
Напряжение, В	Частота, Гц	Число фаз	Число параллельных ветвей	Шаг по пазам	Число пазов в катушке	Число витков в пазу	Марка, диаметр провода	Материал провода	Диаметр провода
Технические данные				Обмоточные данные					
36	400	3	4	18	1-5	6	58	116	УЛБ	Медь	Ф0,19

1** Размеры обеспечить инструментом
2 Обмотки II и III фазы мотать так же, как и I. Обмотку II фазы начинать с 4-го паза, обмотку III фазы начинать с 7-го паза. Наращивание обмоточного провода поз 38 в катушках не допускается.
3. Для закрепления проводов выводных поз 34 пропустить их один раз через пакет статора поз 35
4. Концы проводов выводных поз 34 освободить от изоляции на длине 6мм, не повредив жил, облудить и припаять к проводу обмоточному поз 38 припоем ПОС 61 с флюсом КЭЦ
5 Место пайки проводов выводных поз 34 с проводом обмоточным поз 38 и среднюю точку изолировать трубкой поз 39 и уложить в паз пакета статора
6 Колпачки поз 33 приклеить к обмотке статора клеем ЭДП-1.
7 Попадание клея на поверхности Б и В не допускается
8 Омическое сопротивление обмотки статора между двумя любыми выводными концами фаз при +20°С должна быть 4,30м ±10%, при этом разность в сопротивлениях между выводными концами фаз должна быть не более 1Ом
9 Короткозамкнутые витки в обмотке не допускаются

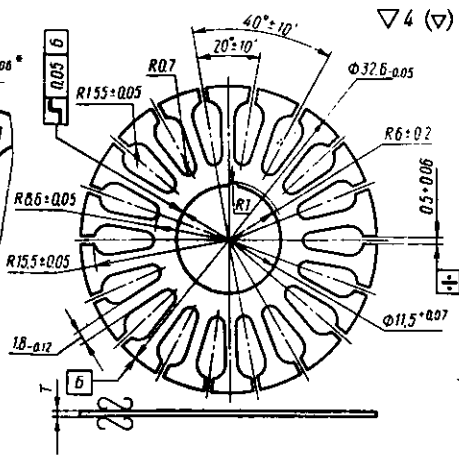
А-А
увеличено



Поз 35
уменьшено



Вид Г
увеличено



Поз 40 и 42

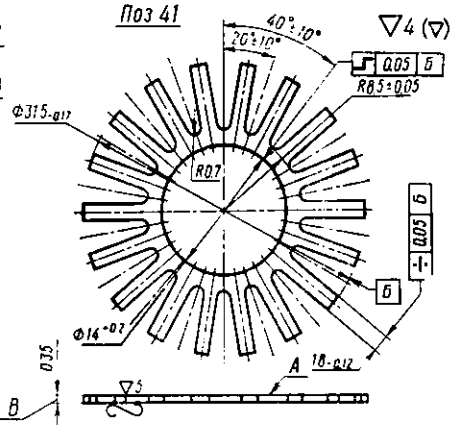
▽4 (▽)

Позиция	S	Количество
40	0,2	80
42	0,5	2

1 Высечки статора поз 40 и поз 42 собирать по метке R1
2 Пакет статора собирать на клее ЭДП-1
3 Щеку поз 41 ставить шероховатой стороной к высечке статора поз 42.
4 Размер Б выдерживать набором высечек поз 40 (80 шт ориентировочно).
5 Заусенцы и наплывы клея в пазах не допускаются.

Поз 41

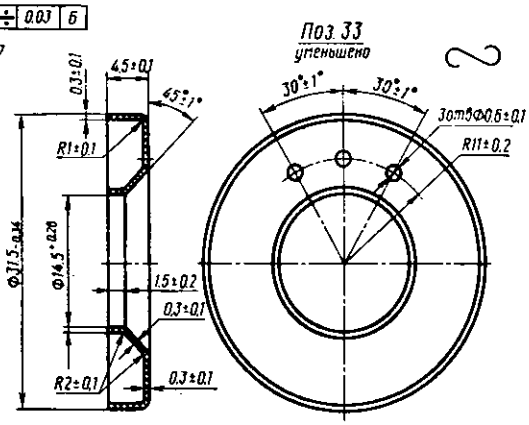
▽4 (▽)



1 Число пазов -18
2 Допуск на шаг пазов и любую сумму шагов ±10'.
3 Поверхность А зачистить в заготовке с занижением фактического размера В на 0,05мм.

1 Число пазов -18
2 Допуск на шаг пазов и любую сумму шагов ±10'
3 Термообработка по спец инструкции.
4 Покрыть клеем ЭДП-1.
5 Заусенцы не допускаются.

Поз 33
уменьшено



Размеры обеспечить инструментом.

Рис. 8.11

Лист 7

35 - пакет статора (сб.); 36 - клин (стеклотекстолит СТК-41/ЗП л.0,5); 37 - фторопласт-4, пленка неориентированная 0,15+9; 38 - провод ПЭТВ 0,19; 39 - фторопласт-4Д, трубка 0,6); 40 - высечка статора (сталь 344 л.0,2); 41 - щека (стеклотекстолит СТК-41/ЗП); 42 - высечка статора (сталь 342 л 0,5)

ГЛАВА 9

ГИРОУЗЛЫ С ГИРОМОТОРАМИ ОТКРЫТОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Гиромоторы открытого исполнения устанавливают в раме прибора, образуя гироузел. В непоплавковых приборах гироузлы обычно негерметичные, а рамы выполняют роль корпуса гиромотора. В поплавковых приборах гиромоторы устанавливают в герметичные кожухи-поплавки, образуя поплавковый гироузел. Во всех случаях гироузлы имеют устройства для статической балансировки, подвод питания к гиромотору и другие элементы.

Рис. 9.1. Примеры крепления гиромоторов в рамы двухстепенных непоплавковых гироскопов с помощью резьбовых втулок. Резьбовые оси гиромоторов крепятся в резьбовых втулках *3, 5* и *9*. В гиромоторе *а* резьбовое соединение контрится клеем БФ-4, а в гиромоторе *б* — гайкой *8*.

Рис. 9.2. Пример крепления гиромотора в раме трехстепенного гироскопа с помощью резьбовых втулок. Гиромотор *3* крепится к крышкам гироузла *4* гайкой *5*. Резьбовое соединение контрится клеем АК-20. На корпусе гироузла *2* установлен кронштейн *7* с балансировочными винтами. Оси *8* армированы в корпус *2*.

Рис. 9.3. Пример крепления гиромотора с помощью скоб в гироузле двухстепенного поплавкового гироскопа. Гиромотор *3* крепят к раме *2* скобами *4*. Для обеспечения требуемой посадки гладкой оси ГМ в отверстие $\varnothing 2$ это отверстие растачивается в сборе рамы *2* со скобой *4*. После установки гиромотора к раме припаивается цилиндр *1*. Цилиндр и раму подвергают серебрению (оси не серебрятся) для обеспечения пайки. Окончательная обработка осей рамы производится в сборе.

После заполнения поплавкового гироузла водородом через штуцер *Г* отверстие закупоривается медной проволокой *6* и опаивается.

ГЛАВА 10

МАЯТНИКОВЫЕ ДАТЧИКИ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛИ

В большинстве гироскопических датчиков вертикали и в гирогоризонтах в качестве чувствительных элементов коррекционных устройств применяются маятниковые датчики направления вертикали. Наиболее широкое распространение для цепей точной коррекции нашли однокоординатные и двухкоординатные жидкостные маятниковые датчики направления вертикали (жидкостные маятниковые переключатели), для цепей относительно грубой коррекции — механические маятниковые переключатели.

Чувствительность жидкостных маятниковых датчиков вертикали лежит в пределах ±3...5 угловых минут.

Рис. 10.1. Двухкоординатный жидкостный маятниковый переключатель. Представляет собой герметичный баллон, заполненный токопроводящей жидкостью. Имеющийся в баллоне пузырек воздуха при горизонтальном положении баллона равномерно перекрывает рабочие поверхности двух пар контактов *11*, вмонтированных в стеклянные втулки *12*, помещенных в основание *13*. При этом электрическая проводимость всех контактов одинакова.

Контакты попарно соединяются с управляющими обмотками исполнительных элементов коррекционных устройств (по два противоположных контакта на каждую ось).

Пузырек воздуха перемещается в зависимости от наклона жидкостного переключателя и соответственно изменяется проводимость в цепи того или иного контакта.

Основные технические характеристики

Питание переменным током 36 В 400—500 Гц.
Максимальный ток через один контакт — более 60 мА.
Минимальное сопротивление между контактом, покрытым жидкостью, и корпусом переключателя при наклоне на 30° — не более 150 Ом.
Максимальное сопротивление между корпусом и контактом, не покрытым жидкостью, — не менее 5000 Ом.
Чувствительность $\leqslant \pm 5$ угл. мин.

Для предотвращения растрескивания стеклянных изоляторов при изменении температуры основание и контакты сделаны из ковара, имеющего температурный коэффициент линейного расширения, близкий к температурному коэффициенту линейного расширения стекла.

Рис. 10.2. Однокоординатный жидкостный маятниковый переключатель. Представляет собой стеклянный баллон с вваренными в него платиновыми электродами, заполненный токопроводящей жидкостью.

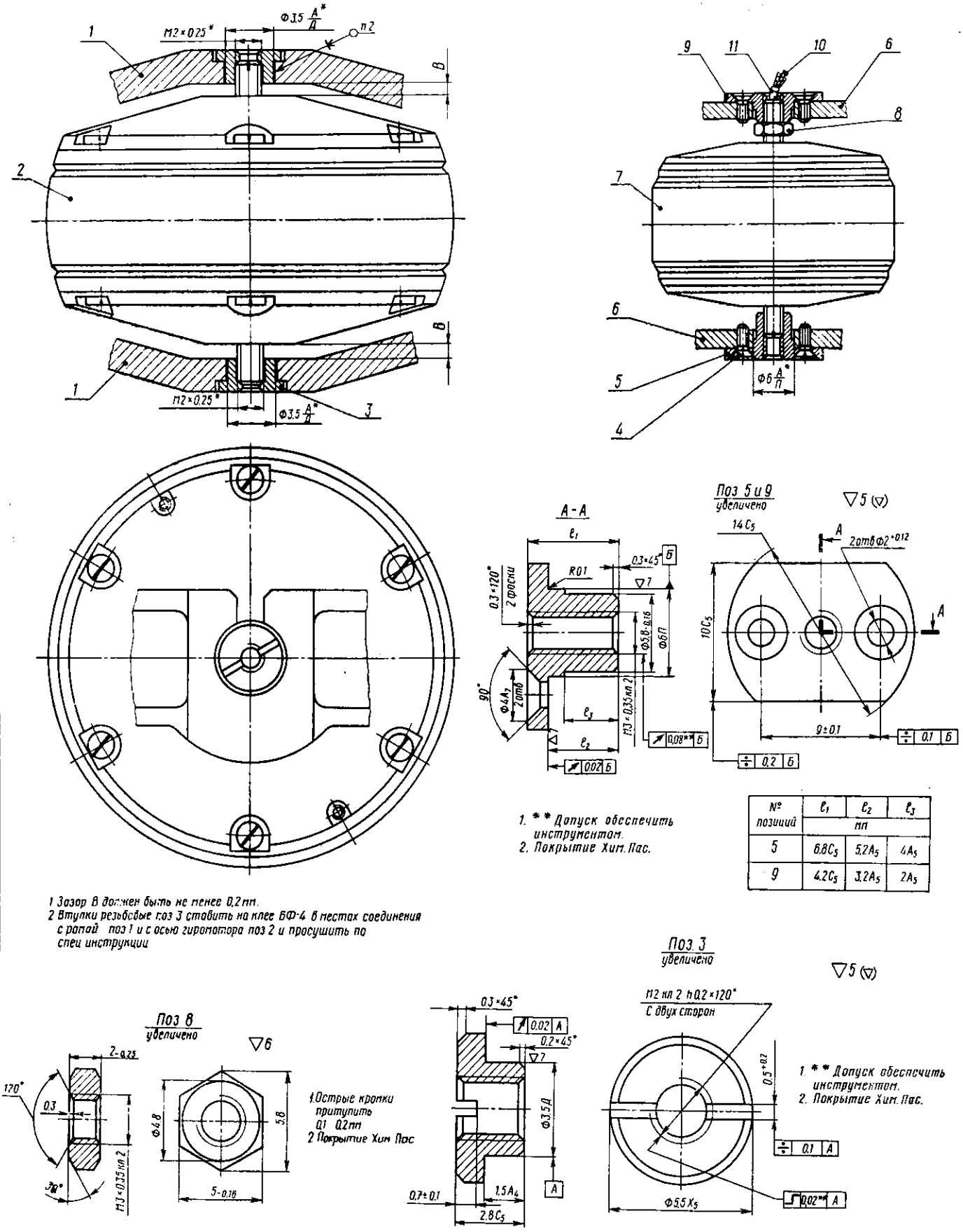
Параметры токопроводящей жидкости приведены в табл. 10.1.

Имеющийся в баллоне пузырек воздуха перемещается относительно контактов в зависимости от наклона жидкостного переключателя и соответственно меняет контакты *4*.

Напряжение переменного тока подводится к центральному контакту *3*. Управляющие обмотки коррекционного устройства подключаются к контактам *4*.

Стеклянную трубку с вваренными в нее контактами по внутренней поверхности подвергают шлифовке и доводке для получения $R = 1000 \pm 50$ мм с целью устойчивой ориентации воздушного пузыря в средней части баллона при его горизонтальном положении.

Однокоординатный жидкостный маятниковый переключатель крепится к конструктивным элементам гироприборов с помощью металлических скоб и контрится эпоксидным компаундом. Этот жидкост-



1 Зазор В должен быть не менее 0,2 мм.
2 Втулки резьбовые поз 3 ставить на клее БФ-4 в местах соединения с рамой поз 1 и с осью гиромотора поз 2 и просушить по спец инструкции

1. ** Допуск обеспечить инструментом.
2. Покрытие Хим. Пас.

№ позиций	l_1	l_2	l_3
	мм		
5	$6.8C_5$	$5.2A_5$	$4A_5$
9	$4.2C_5$	$3.2A_5$	$2A_5$

1. Острые кромки притупить 0,1 0,2 мм
2 Покрытие Хим Пас

1. ** Допуск обеспечить инструментом.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 9.1 *Примеры крепления гиромоторов в рамы двухстепенных непоплавковых гироскопов с помощью резьбовых втулок:*

1 - рама (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - гиромотор (сб.); 3 - втулка (сталь ЭИ4Т4); 4 - винт М1,6×4-2 шт.; 5 - втулка 4Х13); 6 - рама (сталь 2Х13); 7 - гиромотор (сб); 8 - гайка (сталь ЭИ474); 9 - втулка (сталь 4Х13); 10 - провод ПЭВ-1 Ф 0,18; 11 - трубка (полихлорвиниловая, внутренний диаметр 2).

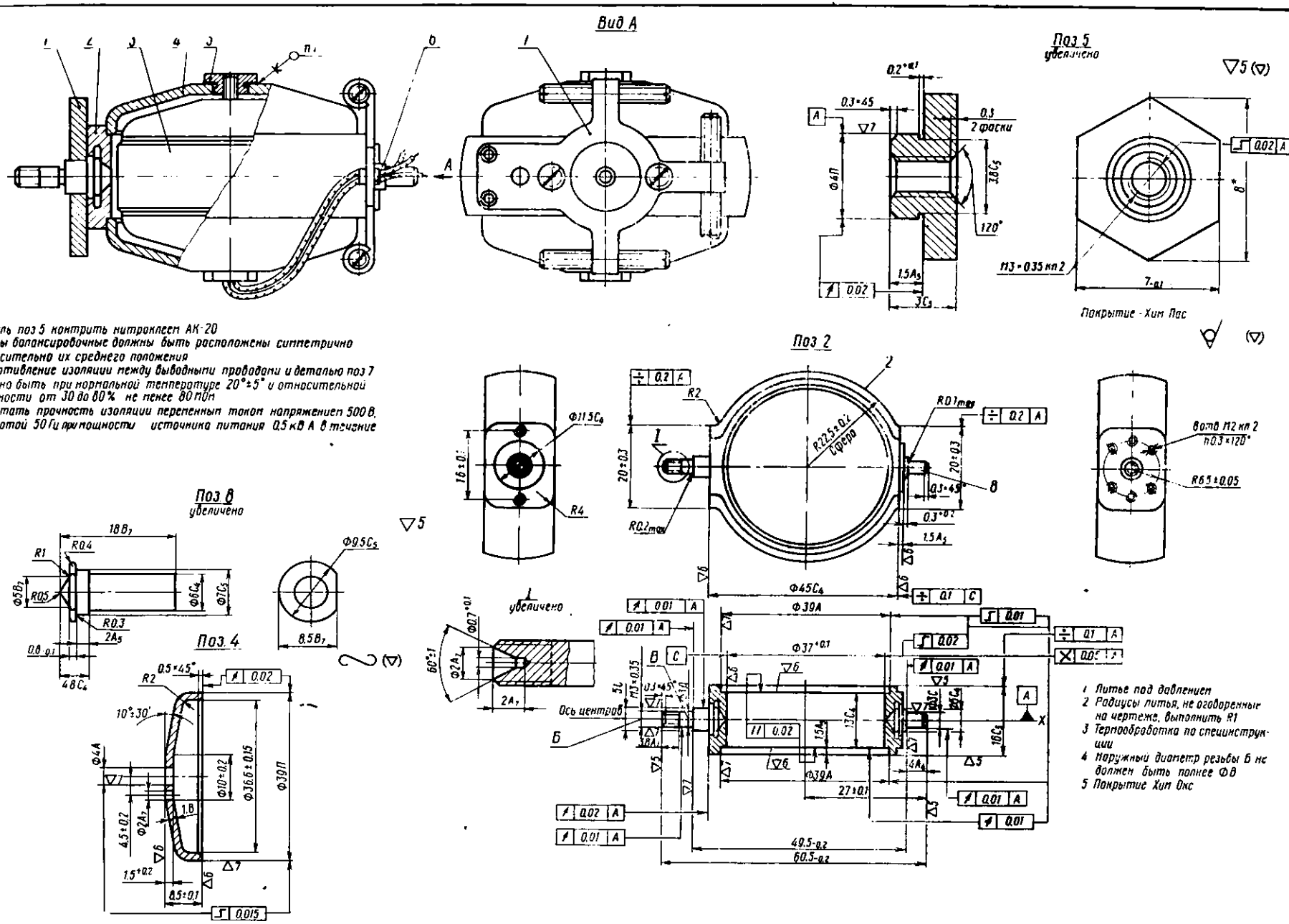


Рис 92

Пример крепления гиромотора в раме трехстепенного гироскопа с помощью резьбовых втулок

1 кулачок (сталь ШХ13); 2 корпус гироузла с осями (сб.); 3 гиромотор (сб.); 4 крышка гироузла (сплав Д1А-М); 5 гайка (латунь ЛС59-1Т); 6 трубка (полихлорвиниловая внутренний диаметр 1,5, t=5); 7 кронштейн (латунь Л62М); 8 - заготовка оси (сталь ЭИ474)

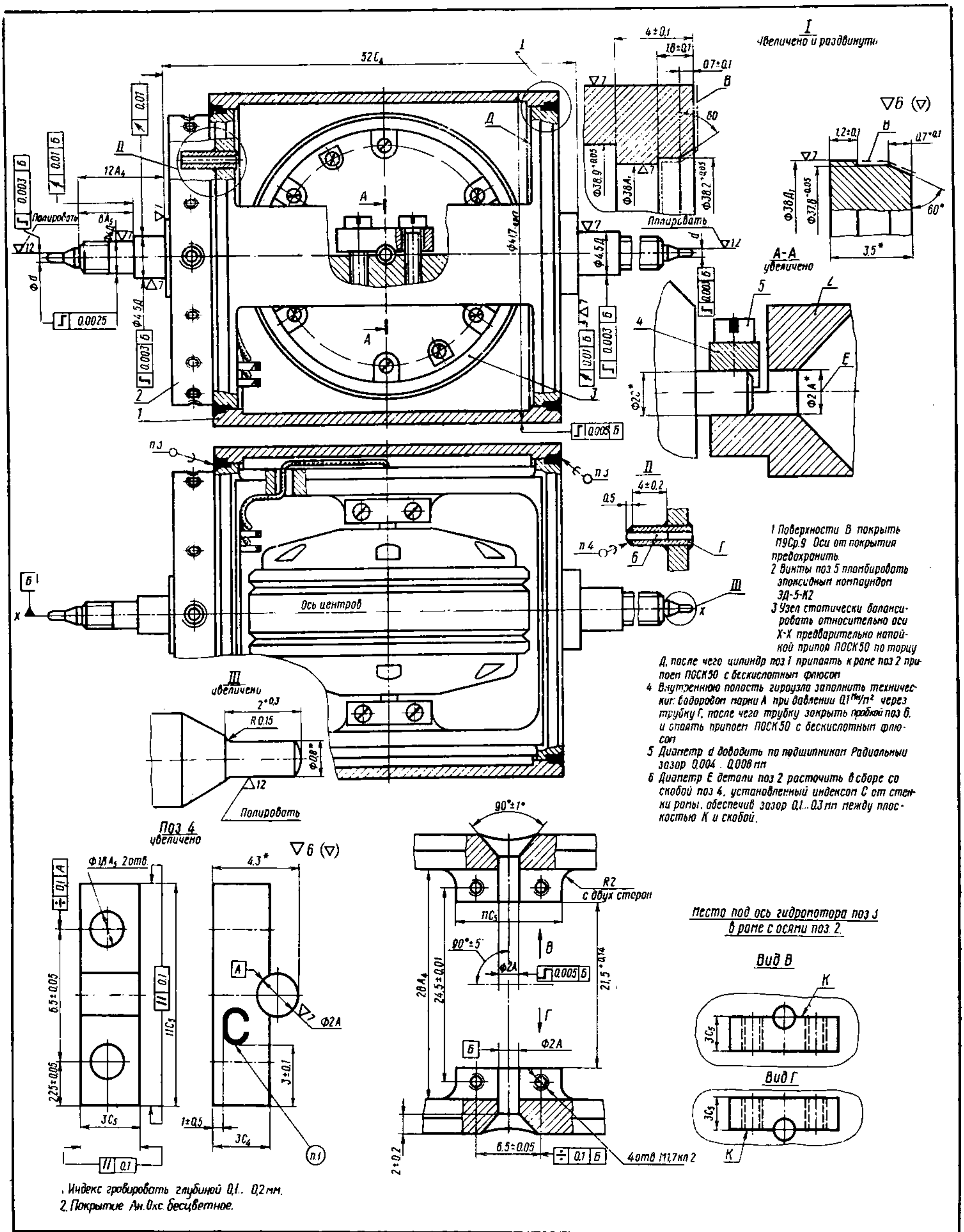


Рис 9.3 Примеры крепления гиромотора с помощью скоб в гироузле двухстепенного поплавкового гироскопа:

цилиндр (алюминиевый сплав В95-Т1); 2 - рама с осями (алюминиевый сплав В95-Т1); 3 гиромотор ГСП(сб), 4 скоба (алюминиевый сплав В95-Т1); 5 - винт М1,6×6 - 4 шт.; 6 - пробка (проволока - медь ММ Ф 0,3, l = 4 мм);

Таблица 10.1

Токопроводящие жидкости (ТПЖ) для маятниковых переключателей

(основные характеристики)

Наименование	Плотность при $T=20$ °С, кг/м³	Удельная электропроводность, См/м (не менее)	Температурный диапазон	Состав, %
ТПЖ-11	800	1,1	—60 °С... + +80 °С	LiCl≈2 метиловый спирт (остальное)
ТПЖ-13	800	0,8	—60 °С... + +80 °С	LiCl≈1,5 метиловый спирт (остальное)
ТПЖ-15	1001	1,5	—60 °С... + +150 °С	КI≈2,5 I_2≈3,8 диметилформамид (остальное)
ТПЖ-16	1143	2,4	—60 °С... + +80 °С	КI≈8,74 I_2≈13,62 диметилформамид (остальное)

ный переключатель имеет ряд преимуществ перед описанным выше, главными из которых являются: малые габариты и масса, меньший дисбаланс рам карданова подвеса гироскопа при наклонах жидкостного переключателя вследствие малого объема воздушного пузыря, большой срок службы.

Рис. 10.3. Механический маятниковый переключатель на внутренней раме гироприбора. Представляет собой основание *11* со свинцовым грузом, в ушки которого ввернуты стальные каленые оси маятника *9*.

В стойке *7*, прикрепленной к пластине поз. *m*, вмонтированы миниатюрные шарикоподшипники *8*. Шарикоподшипники смазываются маслом ОКБ-122-16.

Вращение груза-маятника происходит относительно вертикальной оси с минимальным трением, что определяет его высокую чувствительность.

Маятник с вертикальной осью имеет ряд преимуществ перед маятником с горизонтальной осью; при малых углах наклона (не более 1°) обеспечивается надежное включение контактов с достаточным нажатием, причем для получения высокой чувствительности нет необходимости выдерживать малые расстояния между контактами.

К основанию маятника прикреплена изоляционная колодка с контактом *6*. При наклоне маятника основание с грузом отклоняется и контакт изоляционной колодки замыкает тот или иной контакт кронштейна с контактами *12*.

Два изоляционных упора *22* ограничивают угол поворота основания с грузом. Чувствительность маятника и зазор между подвижным и неподвижным контактами регулируется подгибкой упоров *24*.

Осевой люфт маятника устанавливается в пределах от 0,03 до 0,06 мм. Общая зона нечувствительности маятника не более 1°, при этом угле обеспечивается надежное включение контактов.

Маятник закрывается штампованным кожухом *13* и крепится с помощью кронштейна *19*.

ГЛАВА 11

ДАТЧИКИ УГЛА

Датчики угла (ДУ) в гироскопических приборах преобразуют углы относительного поворота элементов карданова подвеса или гироузла в электрические сигналы, которые используются в качестве выходных сигналов гироприбора для управления коррекционными моторами, двигателями отработки следящих рам и для коммутации электрических цепей различного назначения.

Основным параметром ДУ является зависимость выходного напряжения от угла поворота (характеристика). По виду характеристики различают ДУ с релейной, линейной и функциональной характеристиками.

ДУ с релейной характеристикой применяют для включения, выключения и реверсирования двигателей, коррекционных моторов, для коммутации электрических цепей прибора. Их часто называют коммутаторами, переключателями или выключателями. Они выдают фиксированное значение напряжений чаще всего переменного тока при достижении заданного угла поворота или изменяют направление фазы напряжения на 180°.

ДУ с линейной характеристикой формируют выходные напряжения прибора, пропорциональные измеряемым гироприбором параметрам. Кроме того, их применяют для управления коррекционными моторами, двигателями следящих приводов.

По конструктивному исполнению датчики угла делятся на контактные и бесконтактные. **К контактным** ДУ относятся потенциометрические датчики со скользящими контактами (различного рода коммутаторы, датчики с соударяющимися контактами). **К бесконтактным** датчикам, широко применяемым в гироприборах, относятся трансформаторные датчики с перемещающимися рамками или якорями, плоские сельсины, редуктосины, дуалсины, фотоэлектрические, оптические, емкостные, жидкостные и другие датчики. Примеры конструктивного оформления жидкостных датчиков и датчиков с соударяющимися контактами приведены в гл. 10.

При проектировании ДУ стремятся уменьшить габариты и массу, свести к минимуму остаточные нулевые напряжения, моменты трения или магнит-

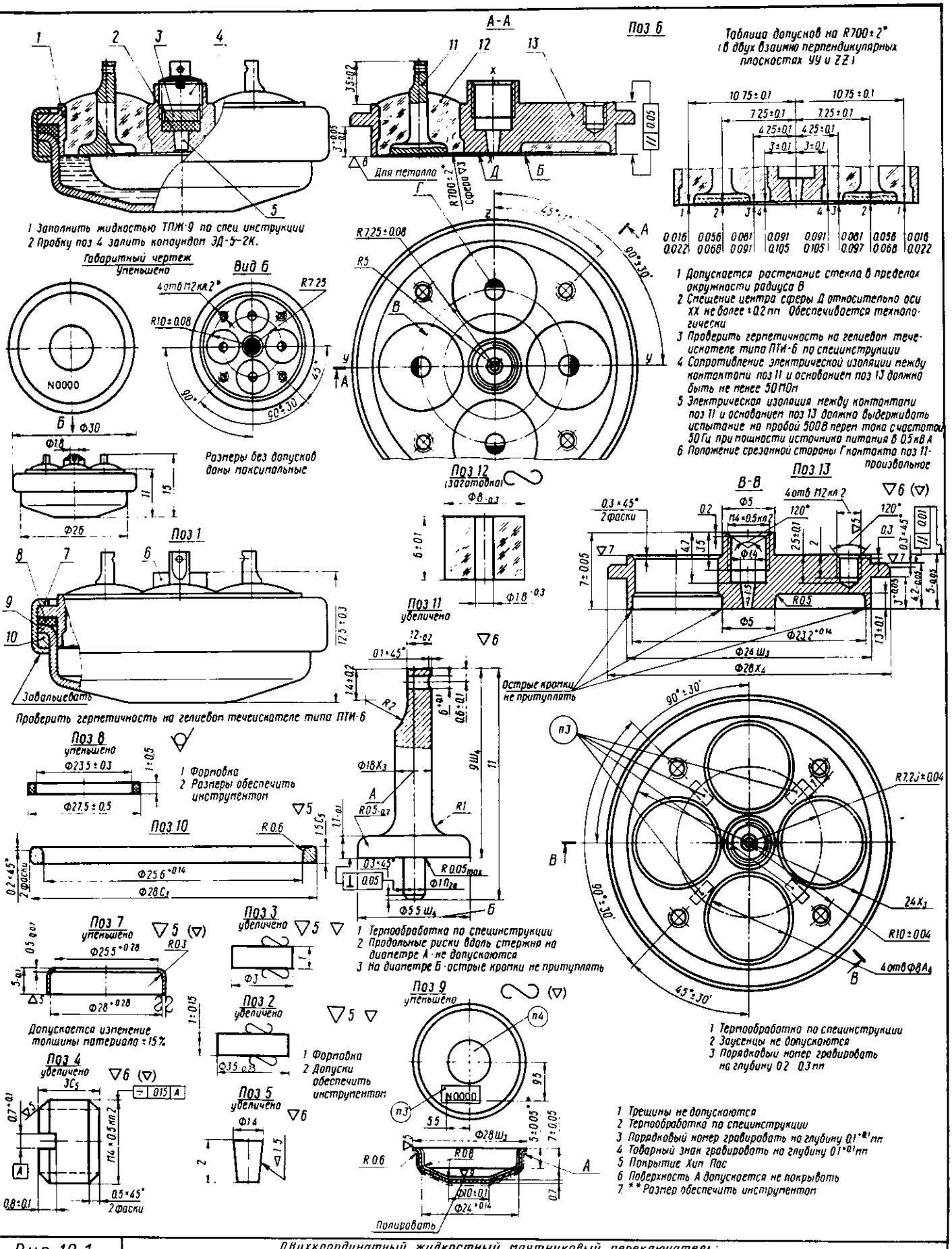


Рис. 10.1

Двухкоординатный жидкостный маятниковый переключатель:

1 - основание (сб); 2 - прокладка (резина Н 1), 3 - прокладка (латунь Л62М); 4 - пробка резьбовая (латунь ЛС59 1), 5 - тигелек (сплав Н29К18); 6 - основание с деталями (сб), 7 - кольцо (сталь Х18Н9Т); 8 - прокладка (резина Н 1), 9 - колпачок (сплав Н29К18); 10 - прокладка (сталь 20), 11 - контакт (сплав Н29К18) - 4 шт., 12 - втулка (стекло С49-2) 4 шт., 13 - основание (сплав Н29К18)

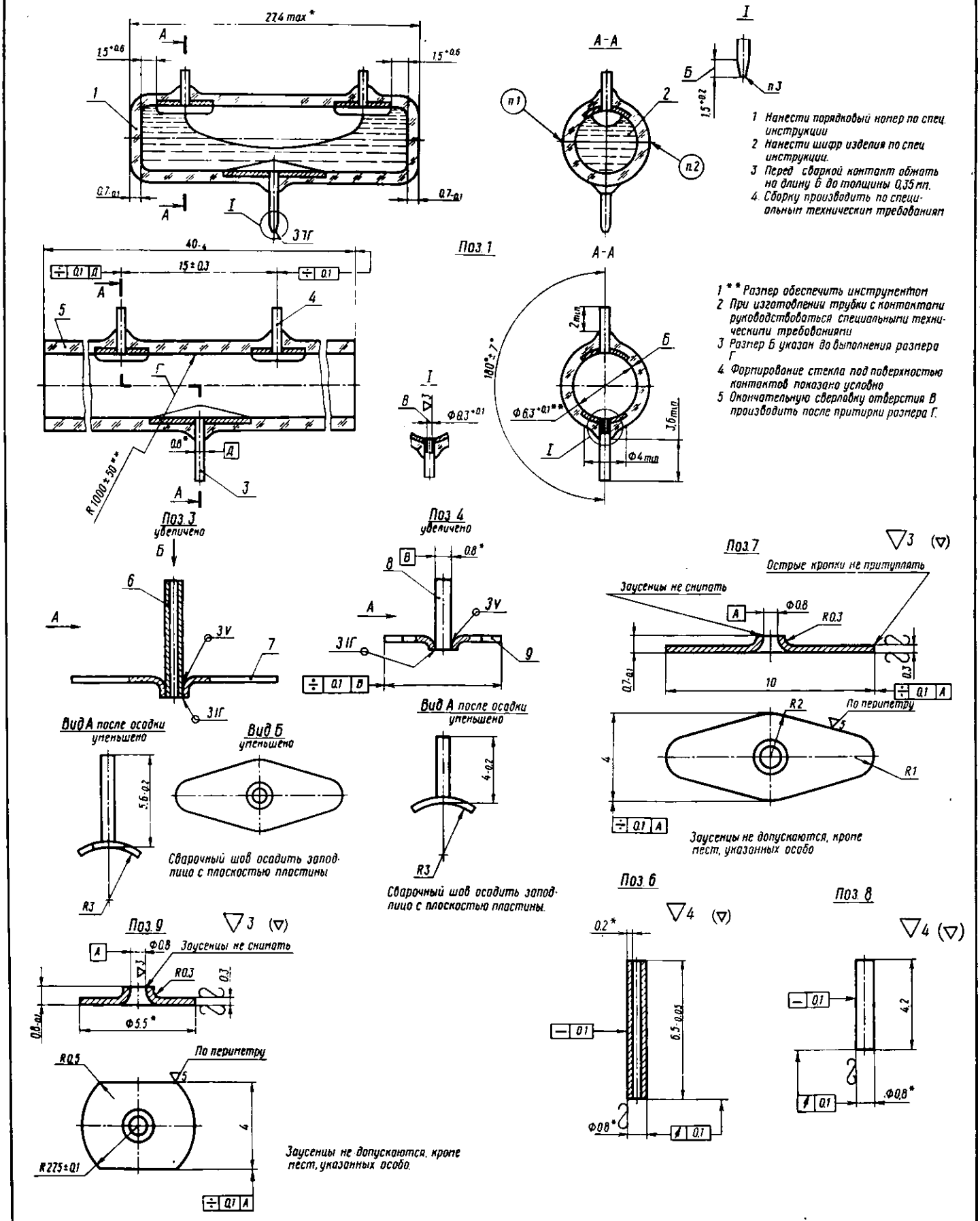


Рис. 10.2

Однокоординатный жидкостный маятниковый переключатель:

1 - трубка с контактом (сб.); 2 - жидкость ТПЖ-3; 3 - контакт (сб.); 4 - контакт (сб.); 5 - стекло С89-2; 6 - вывод (платина Пл99,9 трубка 0,8); 7 - пластина (платина Пл99,9, полоса Т=0,3); 8 - вывод (платина Пл99,9, проволока Ф0,8); 9 - пластина (платина Пл99,9, полоса Т=0,3)

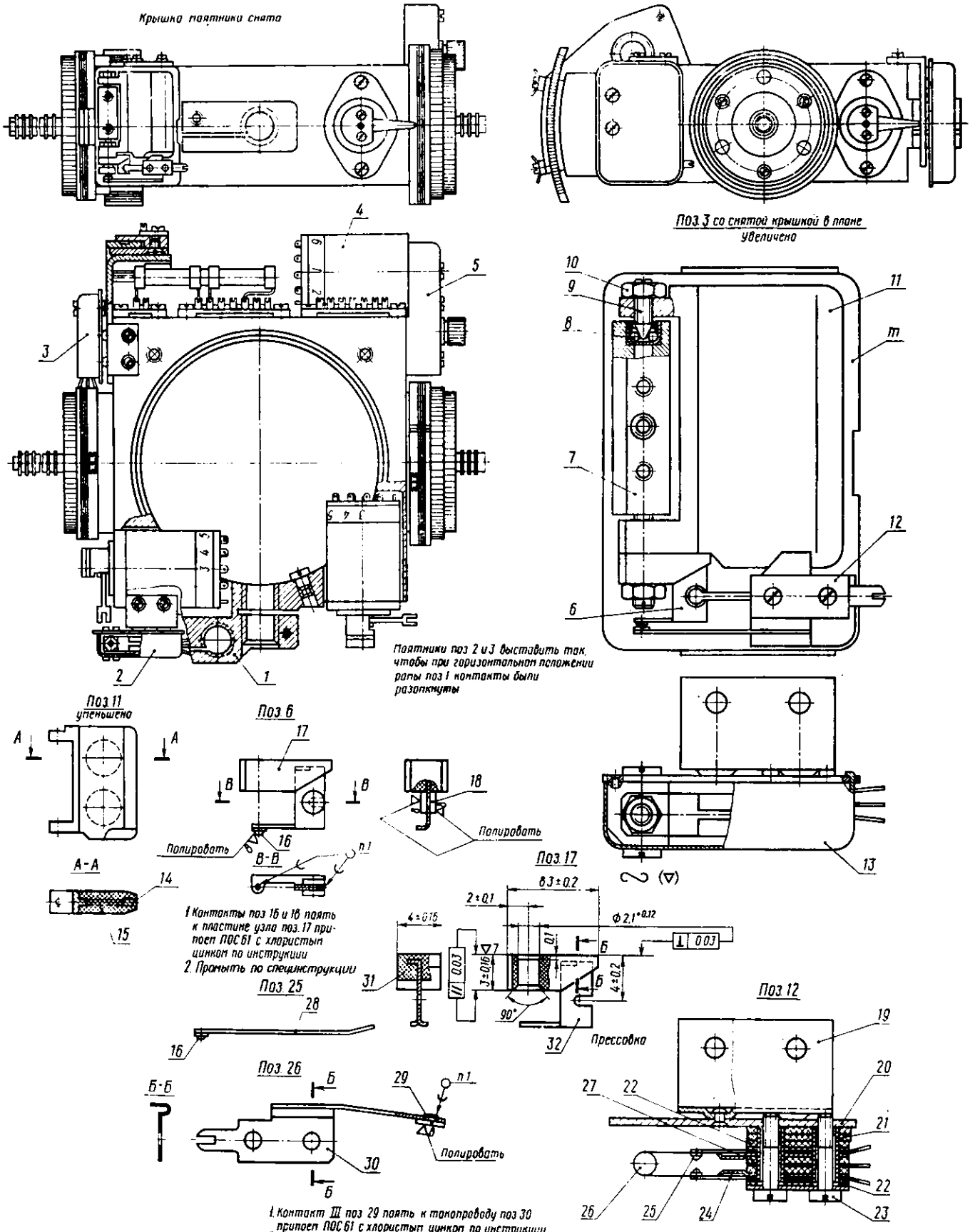


Рис. 10.3
на 2 листах
Лист 1

Механический маятниковый переключатель на внутренней раме гироприбора:
1 - внутренняя рама (сб); 2,3 - маятники системы арретирования (сб); 4 - разгрузочный двигатель (сб); 5 - редуктор (сб); 6 - колодка с контактами (сб.); 7 - стойка (латунь ЛС59-1); 8 - шарикоподшипник ОКБ-272 4×2,05 - 2 шт.; 9 - ось маятника 1 (сталь ШХ15); 10 - гайка специальная (латунь ЛС59-1Т) - 2шт.; 11 - основание с грузом (сб);

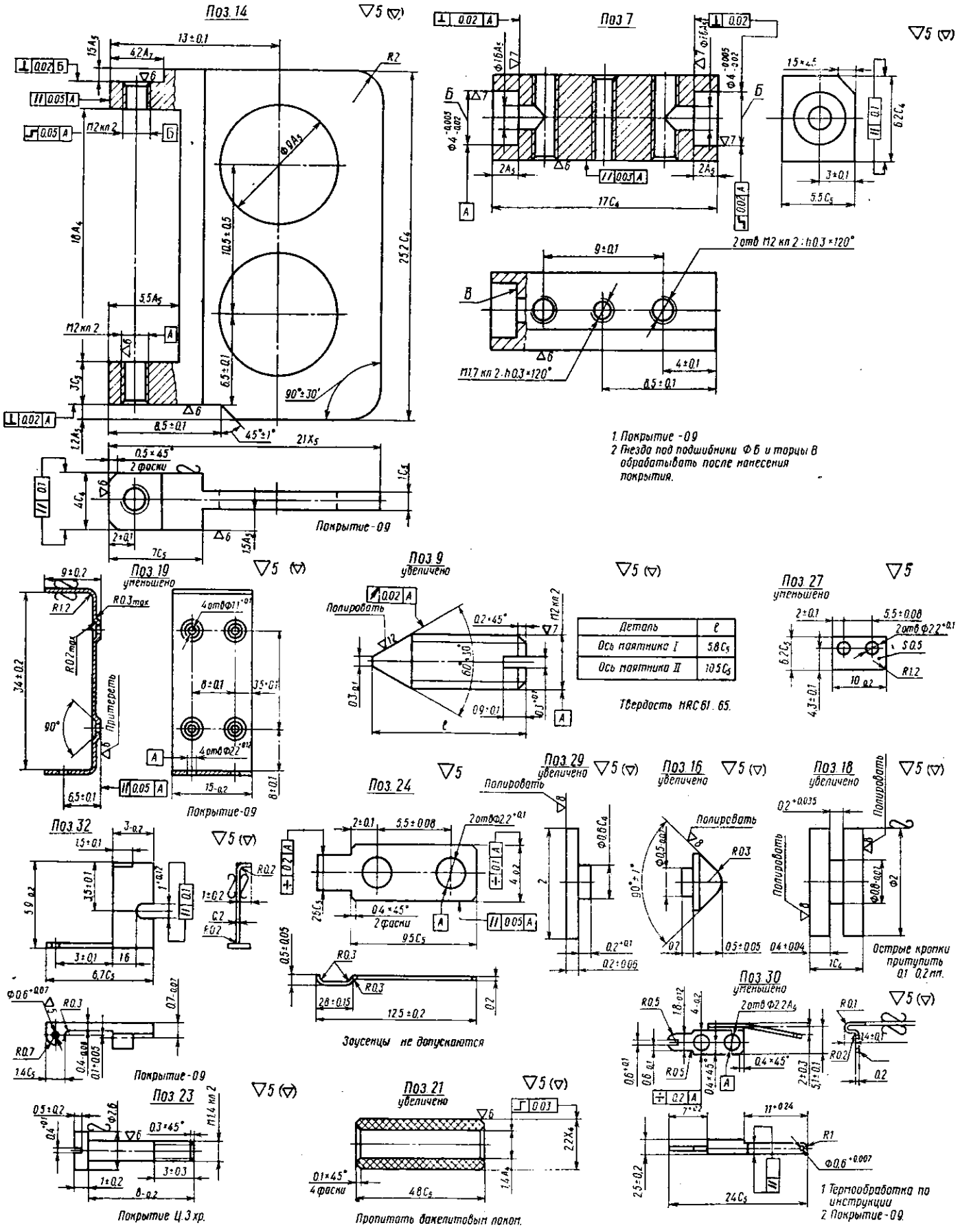


Рис. 10.3

Лист 2

12 - кронштейн с контактами (сб); 13 - кожух (латунь Л62-Т); 14 - основание (Л62-Т); 15 - груз (свинец С2); 16 - контакт I (платиноиридиевый сплав ПлИ-10); 17 - колодочка с пластиной (сб); 18 - контакт II (платиноиридиевый сплав ПлИ-10); 19 - кронштейн (латунь Л62 НТ); 20 - пластинка (латунь Л62-Т); 21 - втулка (текстолит) - 2 шт; 22 - упор изоляционный (текстолит) - 2 шт; 23 - винт (сталь А12) - 2 шт; 24 - упор контакта (латунь Л62-М) - 2 шт; 25 - пружина с контактом (сб); 26 - токоподвод с контактом (сб); 27 - прокладка (гетинакс); 28 - пружина (бронза БрБ2-Т); 29 - контакт III (платиноиридиевый сплав ПлИ-10); 30 - токоподвод (бронза БрБ2-Т)

ного взаимодействия и при этом обеспечить линейность характеристики и надежность ДУ.

В датчиках со скользящими контактами для надежности контактирования при малых контактных давлениях контактные пары выполняют из коррозионностойких сплавов драгоценных металлов: золота, платины, серебра, палладия, иридия и используют по две и более щеток.

В бесконтактных ДУ для уменьшения моментов магнитного взаимодействия в ответственных случаях применяют датчики трансформаторного типа с подвижными рамками.

Рис. 11.1. Плоский датчик угла со скользящими контактами. На корпусе прибора *2* двумя винтами *3* закреплена контактная ламель, состоящая из серебряной ламели *15*, армированной в основание *14*.

Контактная ламель двумя пазами шириной 0,3—0,1 мм разделена на три электрически изолированных участка. Рабочая поверхность для уменьшения коэффициента трения отполирована. Напряжение подведено к крайним участкам ламели *15*.

На гироузле *4* винтами *5* закреплен узел стойки *11*, к которому припаяны узлы щеток *10*. Щеткодержатель *17* изолирован от корпуса гироузла *4* текстолитовыми прокладкой *6* и втулкой *7*.

Узел щеток *10* состоит из щеткодержателя *17*, палладиевоиридиевых щеток *18*. Гибкий токоподвод *9* соединяет щетки с ламелью переходника *8*.

При нулевом положении обе пары щеток касаются среднего изолированного участка ламели, и цепь размыкается. Поворотом гироузла в ту или другую сторону вокруг оси *X—X* перемещают щетки на один из крайних участков ламели, замыкая цепь. Напряжение со щеток передается на исполнительный механизм.

Контактное давление щеток находится в пределах 0,01—0,03 Н на каждую пару щеток. Зона срабатывания устанавливается подгибкой кончиков стойки *16*.

Рис. 11.2. Плоский датчик угла со скользящими контактами и регулируемой зоной срабатывания. Используется для включения и реверсирования двухфазного индукционного двигателя. Узел контактов *13* с двумя парами закороченных контактов на пластине *31* закреплен на оси гироузла *6* и изолирован от него втулкой *27* и шайбой *26*. Контактная колодка *1* с тремя изолированными участками контакта *20* закреплена в корпусе прибора. Крайние участки контакта подсоединены соответственно к одной из двух управляющих обмоток двигателя, а средний участок контакта изолирован. При нейтральном положении гироузла щетки находятся на среднем изолированном участке контакта, двигатель неподвижен. При отклонении гироузла и щеток напряжение со щеток через один из крайних участков контакта подается на одну из управляющих обмоток и двигатель вращается в сторону, зависящую от направления отклонения гироузла *6*.

Рис. 11.3. Цилиндрический двухламельный датчик угла межрамочной коррекции. Состоит из переключателя *3*, представляющего собой контактную втулку *21* и гильзу *19*, армированные в корпус переключателя *20*, закрепленный на полуоси корпуса гиромотора *1*. Рабочая зона контактной втулки *21* (см. поз. 18) двумя пазами шириной $0{,}3^{+0{,}1}$ мм разделена на два изолированных полукольца, к одному из которых подводится напряжение.

Напряжение с контактной втулки снимается щетками контактного узла переключателя *13*, закрепленного на раме *4* гироприбора. Щетки *27* (см. поз. *23*) электрически изолированы друг от друга и от рамы прибора. Монтажными проводами щетки соединены с управляющими обмотками коррекционного мотора.

При нулевом положении переключателя обе щетки контактного узла находятся под напряжением и по управляющим обмоткам коррекционного потока протекают равные токи. При повороте узла переключателя одна из щеток попадает на изолированное полукольцо контактной втулки, цепь в одной из управляющих обмоток прерывается, и мотор развивает момент под действием второй включенной обмотки управления.

Для уменьшения подгара ламелей и щеток установлены искрогасящие сопротивления *16*.

Для обеспечения стабильного контактного давления щетки *28* припаивают к бронзовым рессорам *27*. Необходимое контактное усилие в пределах 0,01—0,02 Н на каждую щетку достигают подгибкой державок контактных пластин *24* и *25*.

Рис. 11.4. Цилиндрический четырехламельный датчик угла. Применяют в авиагоризонте для отключения поперечной коррекции на вираже. Отличительной особенностью этого датчика является то, что контактное кольцо *8* разделено прорезями шириной 0,2 мм не на два, а на четыре электрически изолированных участка. Два меньших участка соединены между собой проводом *16* и к ним подведено напряжение.

Нулевому положению прибора соответствует расположение контактов пластины *6* на середине малых участков, при этом на мотор подается напряжение. При повороте выключателя *5* в любую сторону на угол, больший 10°, контакты перемещаются на изолированные участки и мотор выключается.

Контактные пружины *14* обеспечивают стабильное контактное усилие 0,03—0,05 Н, которое достигается подгибкой этих пружин. Установка контактов по оси *X—X* производится за счет овальных отверстий колодочек *12*.

Рис. 11.5. Датчик угла с торцовой контактной поверхностью. Состоит из коммутатора *7* и узла контактов *4*. Коммутатор *7* гайкой *6* крепят на конце полуоси гироузла *5*. Узел контактов *4* закрепляют зажимным кольцом *3* в пробке *8*, закрепленной на раме *10* винтами *2*.

В нулевом положении датчика контакты *21* узла контактов *12* находятся в середине двух участков ламели *25*, разделенных прорезью шириной 0,3 мм пополам и электрически изолированных друг от друга. Положение контактов регулируют поворотом узла контактов *4*. К каждому участку ламели *25* по монтажным проводам, подпаянным в отверстиях 0,6 мм, подводится напряжение переменного тока двух различных фаз.

Коммутатор срабатывает при переходе контактов с одного участка на другой при повороте узла контактов относительно ламели на угол $\pm 90°$.

Расположение контактов по оси $X—X$, проходящей через центр узла контактов *4*, обеспечивается поворотом пружины, контактной с винтом *13*.

Напряжение с контактов передается на двигатель по монтажным проводам, подпаянным к лепесткам *15* и *16*.

Для получения контактного усилия в пределах 0,02—0,03 Н выдерживается размер $1{,}6 \pm 0{,}2$ мм (см. поз. *4*).

Этот коммутатор используется в авиагоризонте АГИ-1 для изменения направления отработки двигателя следящей рамы при углах тангажа $\pm 90°$.

Рис. 11.6. Потенциометрический секторный датчик угла. Состоит из каркаса с намоткой *1*, закрепленного винтами *16* через пластину с деталями *2* на основании *12*, жестко связанном с корпусом прибора *10*, и щеткодержателя *6* со щетками, прикрепленного винтами *5* к поводку поршня *7*, соединенному с гиромотором *8*. Обмотка потенциометра *20* намотана виток к витку на плоский текстолитовый каркас *19*.

Для плотного прилегания провода к каркасу его углы скруглены, рабочая зона и торцы отполированы, на рабочей стороне каркаса сделана канавка глубиной 0,25 мм для натяжения провода выступом накладки *22* при сборке. Прокладка *4* изолирует обмотку от корпуса прибора. При креплении каркаса с намоткой *1* к основанию винтами *16* каркас изгибается по радиусу основания, образуя секторный потенциометр, а выступ пластины *22* входит в паз каркаса, натягивая витки обмотки. Крайние витки обмотки закорачивают припоем ПОС 61, рабочую дорожку потенциометра зачищают от эмали и полируют. После подпайки щеток *23* к обойме *24* им придают окончательную конфигурацию в специальном приспособлении. Кончики щеток имеют прямолинейные участки (см. поз. *3*), за которые цепляют державку граммометра при регулировке контактного давления. Контактную пару этого датчика образуют константан — бронза. Поэтому контактное усилие, необходимое для надежного контактирования, достигает величины 0,02—0,03 Н на каждую щетку, что отрицательно сказывается на моменте трения и чувствительности прибора. Подобного типа потенциометрические датчики угла применяют в приборах кратковременного действия и разового применения.

Рис. 11.7. Кольцевой трехотводный потенциометрический датчик угла. Потенциометр *2* крепится к верхнему фланцу корпуса прибора шайбой *4* и винтами. Центрируется по наружному диаметру фланца шарикоподшипника.

Узлы щеток *13* подпаиваются к щеткодержателям *14*, закрепленным на текстолитовой пластине *15*, которая при помощи резьбовой втулки *16* крепится к оси с шестерней *8*.

Движение щеткам сообщается от двигателя через редуктор и ось с шестерней *8*. Регулировка положения щеток относительно рабочей дорожки потенциометра по высоте производится набором прокладок *5* и *12*. Контактное давление в пределах 0,01—0,012 Н на каждую пару щеток обеспечивается подгибкой пистонов *18* около места их подпайки к щеткодержателю *14*. Бронзовая рессора *20* обеспечивает стабильность контактного давления щеток.

Рис. 11.8. Потенциометрический датчик угла со сдвоенными плоскими потенциометрами.

Используется в качестве датчика выходного сигнала (ДУС). Два потенциометра *1* закреплены на фланце *7* прибора при помощи стоек *3*, гаек *4*, винтов *11* и шайб *12*, *14* так, что рабочие поверхности потенциометра обращены внутрь, защищая щетки от случайных повреждений. Узел щеткодержателя *8* установлен на каменных подшипниках оправы с камнями *6* и поворот гироузла передается щеткодержателю *8* через кривошипно-кулисный механизм, который на этом рисунке не показан. Кривошипно-кулисная передача увеличивает перемещение щеток и крутизну датчика выходного сигнала прибора, позволяя сократить габариты датчика. Электрическая схема аналогична изображенной на рис. 11.6.

Рис. 11.9. Двойной функциональный потенциометр.

На основании *9* смонтированы два каркаса с намоткой *10*, разделенные между собой изоляционной шайбой *11*. На каркас по внутреннему диаметру плотно, виток к витку, намотана обмотка из платиномедного провода ПМ-8-ЭТ диаметром 0,05 мм. Рабочая дорожка с наружной стороны кольца зачищена от лака, эмали и тщательно отполирована. Потенциометр выдает напряжения, пропорциональные синусу и косинусу угла поворота. Для получения такой зависимости шунтируют участки обмотки. Шунты *12* расположены на основании *9*.

Каждая обмотка имеет по 12 шунтов. По каждому из колец потенциометра скользят две щетки, сдвинутые относительно друг друга на угол 90°. Токосъемная часть каждой щетки изготовлена из платиноникелевого сплава ПН 4,5 ∅ 0,08 мм.

Основание потенциометра четырьмя винтами крепится к наружной раме карданова узла, а щетки — к корпусу прибора *3*. Питание напряжением постоянного тока U подводится к диаметрально противоположным точкам каждого из двух потенциометров. Четыре щетки обоих потенциометров выдают два напряжения $u_1 = u \sin \alpha$ $u_2 = u \cos \alpha$ (см. схему на рис. 11.11).

Для повышения надежности контактирования узел щеток *2* составлен из трех дельтовидных щеток *23, 24, 25*, выполненных из сплава ЗлМ-800 с отличающимися размерами и массой.

Различные масса и жесткость каждой из трех щеток обеспечивают их различные резонансные частоты, повышая надежность контакта в условиях вибрации.

Дельтовидная форма щеток придает им высокую жесткость в плоскости скольжения.

Рис. 11.10. Индукционный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем. Якорь *10* закреплен на оси гироузла *7*, статор *12* — на раме гироприбора. Пакеты якоря *35* и статора набраны из пластин *37* и *39* электротехнической стали, изолированных друг от друга прокладками *38* из электропрессшпана толщиной 0,1 мм, которые ставятся через 4—5 стальных пластин и склеены клеем БФ-2.

Катушка *18* обмотки возбуждения расположена на среднем стержне пакета статора *17*, а вторичная обмотка, состоящая из двух одинаковых катушек *19*, включенных последовательно и встречно, расположена на крайних стержнях пакета.

При среднем положении якорь одинаково перекрывает торцовые поверхности крайних стержней пакета статора и магнитные потоки в стержнях одинаковы, а индуктированные в обеих катушках *19* э. д. с. равны и противоположны. Выходное напряжение датчика равно нулю.

При повороте якоря равное перекрытие стержней статора нарушается и магнитный поток одного крайнего стержня увеличивается, а другого уменьшается. Равенство э. д. с., индуктированных в катушках *19*, нарушается, и на выходе датчика возникает разностное напряжение, фаза которого определяется катушкой, установленной на стержне с большим магнитным потоком. При повороте якоря в другом направлении фаза выходного напряжения изменяется на 180°. Каркасы катушек *24* и *29*, выполненные из полиамидной смолы, изолируют обмотки от магнитопровода.

Статическую балансировку якоря *10* осуществляют, срезая свинец с груза *41*, припаянного к пластине *40*.

К недостаткам датчика угла этого типа следует отнести наличие радиальной силы магнитного взаимодействия якоря к статору, увеличивающей трение в опорах и моментов магнитного взаимодействия при несимметричном положении якоря относительно статора.

Рис. 11.11. Сдвоенный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем. К достоинствам этой конструкции следует отнести номинальную компенсацию радиальных сил магнитного взаимодействия и увеличение вдвое крутизны датчика по сравнению с предыдущей конструкцией. Однако и в этом датчике сохраняются моменты магнитного взаимодействия при несимметричном положении якоря относительно статора. Уровень нулевого сигнала датчиков с подвижным якорем до 50 мВ.

Рис. 11.12. Датчик импульсов. Датчик импульсов осуществляет преобразование угла поворота подвижной части гироприбора в число электрических импульсов, пропорциональных углу поворота с определенной дискретностью. Представленный датчик может быть использован как редуктосин с электрической редукцией 54 : 1. Если соединить этот датчик с поворотным трансформатором с однополюсной укладкой обмоток, можно получить дистанционный следящий привод, выходной вал которого сделает 54 оборота за один оборот датчика импульсов.

Датчик состоит из статора *1* и ротора *2*. Пакеты статора и ротора для уменьшения потерь на вихревые токи набраны из пермаллоевых (50НХС) пластин, изолированных друг от друга тонким слоем клея БФ-4. Пакет статора имеет восемь полюсов, на каждом из которых расположены катушки *8* обмотки возбуждения, питающейся переменным током. Катушки любых двух соседних полюсов соединены встречно, так что мгновенное значение магнитных потоков в любых двух соседних полюсах противоположно.

На нечетных полюсах (I, III, V, VII) статора расположены катушки первой сигнальной обмотки, а на четных (II, IV, VI, VIII) — катушки второй сигнальной обмотки. На I и V полюсах катушки первой сигнальной обмотки включены согласно, на III и VII полюсах также согласно, но на I и V — встречно катушкам, расположенным на III и VII полюсах. Аналогично включены и катушки второй сигнальной обмотки. Обмотки возбуждения и сигнальные обмотки изолированы друг от друга и от пакета статора. При протекании тока по обмотке возбуждения в сигнальных обмотках, как и во вторичных обмотках трансформатора, индуцируются э. д. с., величина которых определяется магнитным сопротивлением цепи данного полюса, а фаза — направлением намотки сигнальной катушки и мгновенным направлением потока возбуждения.

Каждый полюс пакета статора имеет по пять малых зубцов, отстоящих друг от друга на 6°40′. Пакет ротора на поверхности, обращенной к статору, имеет 54 малых зубца, также отстоящих друг от друга на 6°40′. Расстояния между полюсами пакета статора выбраны так, что при нулевом (начальном) положении датчика малые зубцы двух диаметрально противоположных полюсов статора совпадают с зубцами ротора (например, III и VII), а малые зубцы двух других диаметрально противоположных полюсов статора (например, I и V) находятся между зубцами ротора, т. е. против впадин. Малые зубцы всех других полюсов статора в этом положении перекрывают зубцы ротора примерно на одну треть. При таком взаимном расположении статора и ротора на полюсах III и VII будет наименьшее магнитное сопротивление цепи и, следовательно, максимальный поток возбуждения, поэтому в катушках сигнальной обмотки (3 и 4 клеммы), расположенных на этих полюсах, будет индуцироваться максимальная э. д. с. (E_{III} и E_{VII}), в то время как в катушках на полюсах I и V, где магнитное сопротивление будет максимальным, э. д. с. (E_I и E_V) — минимальная. E_I и E_V, так же как и E_{III}, E_{VII}, попарно складываются, так как в каждой паре (I, V и III, VII) катушки соединены согласно, а э. д. с. первой пары (E_I+E_V) и второй ($E_{III}+E_{VII}$) будут вычитаться, так как катушки одной пары включены встречно катушкам второй пары, т. е. суммарная э. д. с. будет равна разности двух сумм $E_2=(E_{III}+E_{VII})-(E_I+E_V)$. Фаза же суммарной э. д. с. будет определяться фазой наибольшей суммы, в данном случае фаза ее совпадает с фазой суммарной э. д. с. в катушках на III и VII полюсах. В этот же момент времени суммарная э. д. с. во второй сигнальной обмотке будет равна нулю.

При повороте ротора относительно статора на 1/4 шага зубцов суммарная э. д. с. в первой сигнальной обмотке становится равной нулю, в то время как во второй достигает максимального значения.

При повороте ротора еще на 1/4 шага зубцов в ту же сторону снова суммарная э. д. с. в первой сигнальной обмотке достигает максимального значения, но фаза ее уже противоположна начальной, а суммарная э. д. с. во второй сигнальной опять станет равной нулю. Следовательно, за один полный поворот ротора относительно статора с каждой из сигнальных обмоток можно снять по 54 импульса, чередование импульсов в двух сигнальных обмотках сдвинуто по фазе на 90°. При работе в режиме редуктосина в каждой сигнальной обмотке возникает напряжение переменного тока с частотой питающего тока, амплитуда которого изменяется по приближенному закону синуса угла поворота рото-

ра и повторяется 54 раза за один оборот ротора. Изменения амплитуд в двух сигнальных обмотках сдвинуты по фазе на 90°.

Рис. 11.13. Двухкоординатный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем. Датчик выдает напряжения переменного тока, пропорциональные углам поворота гироскопа вокруг двух ортогональных осей карданова подвеса.

Статор датчика угла представляет собой сборный сердечник *3*, состоящий из четырех идентичных пакетов *10*, набранных из пермаллоевых изолированных высечек, с размещенными на нем катушкой обмотки возбуждения *1* и катушками сигнальной обмотки *2*. Пакеты статора *10* вставляются на клее в пазы корпуса *12*, вмонтированного в стакан *13*. Рабочей поверхностью статора датчика является сферическая поверхность с радиусом 17,7 мм. Окончательная обработка сферической поверхности с чистотой ▽ 10 осуществляется притиркой в специальном приспособлении. Рабочая поверхность ротора *9*, изготовленного из пермаллоя, выполнена также сферической с радиусом сферы 17,5 мм.

Катушки *2*, расположенные на двух противоположных стержнях, соединены последовательно и встречно и индуктированные в них э. д. с. вычитаются.

При среднем (нулевом) положении якоря он одинаково перекрывает торцовые поверхности крайних стержней и их магнитные потоки, э. д. с. в противоположных катушках равны, а выходное напряжение отсутствует.

При отклонении якоря от среднего положения магнитный поток стержня, торцовая поверхность которого перекрыта якорем, больше будет преобладить над магнитным потоком противоположного стержня и э. д. с. в двух противоположных катушках сигнальной обмотки будут не одинаковы. На выходе этого канала датчика появится напряжение, пропорциональное углу поворота, с фазой, зависящей от направления поворота.

Рис. 11.14. Плоский сельсин. Сельсины применяют для измерения неограниченных углов поворота элементов гироприбора и в качестве датчиков выходного сигнала гироприборов. На осях карданова подвеса устанавливаются сельсины-датчики, которые входят в состав сельсинной индикаторной передачи или дистанционного следящего привода.

Ротор сельсина *8* установлен на оси карданова подвеса гироскопа, а статор *4* закреплен с помощью прижима *3* и винтов *2* в крышке *7*, которая вместе со статором может быть развернута, относительно следящей рамы *1*, для установки нулевого положения сельсина. В пазы пакета ротора *31*, изолированные оберткой *14*, уложена однофазная обмотка, питающаяся переменным током с частотой 400 Гц. При сборке пакета пазы располагают по винтовой линии для сглаживания зубцового эффекта.

Пакет статора *16* набран из пластин *20*, покрытых клеем БФ-2, и завальцован в оправу *19*. В пазы пакета *16*, изолированные оберткой *24*, уложена трехфазная обмотка и закреплена клиньями *13*. При питании ротора переменным током в обмотках статора индуктируются э. д. с. переменного тока, амплитудные значения которых изменяются при повороте ротора. Эти напряжения используются в дистанционной передаче прибора.

Рис. 11.15. Датчик угла трансформаторного типа с восьмиполюсным подвижным якорем. Достоинством конструкции этого датчика является большая крутизна характеристики при малых габаритах и моментах магнитного взаимодействия.

Ротор *7* закреплен на поплавке *6* гироузла, а статор *3* — в корпусе прибора *5*.

В 16 пазах статора *3* уложены обмотка возбуждения и сигнальная обмотка. Укладка обмоток волновая с охватом пары полюсов статора, причем пары полюсов, охваченные сигнальной обмоткой, смещены на один полюс относительно обмотки возбуждения. Направление мгновенных потоков возбуждения показано на схеме (эск. 28). При начальном положении якоря все полюсы статора равно перекрыты полюсами якоря и все потоки возбуждения полюсов статора одинаковы. Участок сигнальной обмотки охватывает пару полюсов с противоположными потоками возбуждения, и при равенстве этих потоков э. д. с., индуктированные в каждом участке, равны нулю. Выходной сигнал датчика также равен нулю. При повороте якоря равное перекрытие полюсов нарушается, и в паре полюсов, охваченных участком сигнальной обмотки, нарушается равенство магнитных потоков. На выходе датчика возникает выходное напряжение, фаза которого определяется направлением поворота якоря.

Рис. 11.16. Датчик угла и момента переменного тока (дуалсин). Датчик этого типа содержит датчик угла трансформаторного типа с восьмиполюсным подвижным якорем и датчик момента переменного тока. Конструктивное оформление и принцип работы датчика угла аналогичен датчику, изображенному на рис. 11.15.

Обмотка возбуждения датчика момента $Н_4$—$К_4$, уложенная в пазы статора, создает магнитные потоки на полюсах, мгновенное направление которых показано на схеме (эск. 29). При отсутствии тока в сигнальной обмотке $Н_3$—$К_3$ и симметричном положении полюсов якоря относительно статора момент магнитного взаимодействия отсутствует. При подаче тока в сигнальную обмотку $Н_3$—$К_3$ магнитные потоки, созданные токами сигнальной обмотки, суммируются с потоками возбуждения и основная часть суммарного магнитного потока замыкается через один полюс. В этом случае в зависимости от фазы напряжения в сигнальной обмотке возникают силы магнитного взаимодействия, которые стремятся развернуть якорь в сторону восстановления симметричного расположения полюсов якоря относительно тех полюсов статора, через которые замыкается основная часть суммарного магнитного потока. В первом случае момент стремится совместить полюс якоря с шестнадцатым полюсом статора, а при изменении фазы тока сигнальной обмотки — с первым полюсом статора *1*. Величина момента пропорциональна току сигнальной обмотки. Датчик момента может работать и на постоянном токе.

Пакет ротора *2* и статора *1* набраны из пластин магнитно-мягкого железа (сплав ЭП264), обладающего малой коэрцитивной силой. Обмотка статора залита эпоксидным компаундом и экранирована со стороны гироузла экраном *3*.

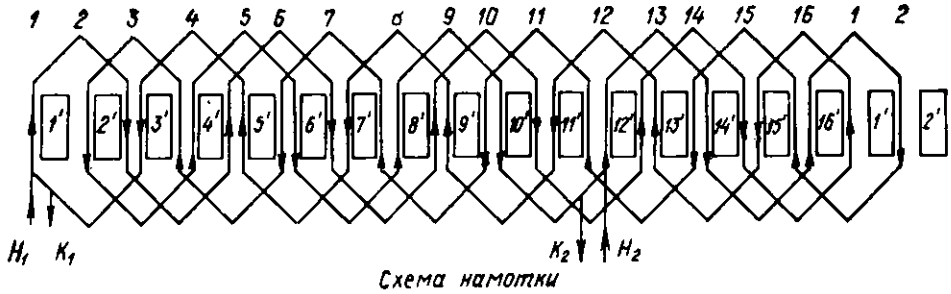
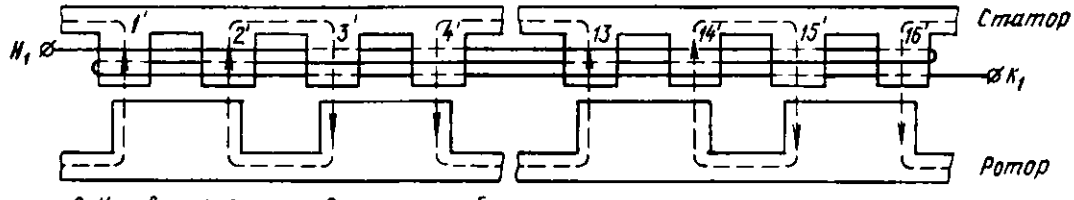


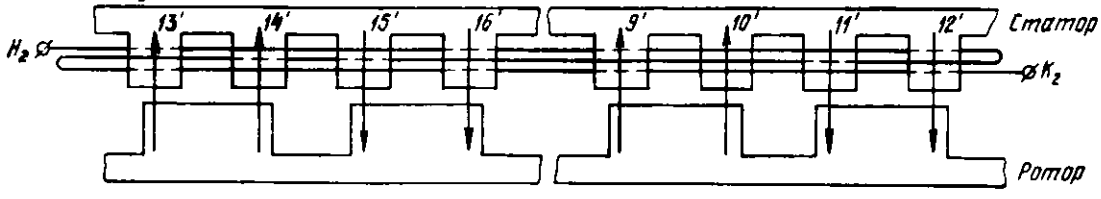
Схема намотки

Наименование обмоточных данных	Обмотка H_1-K_1	Обмотка H_2-K_2
Число витков в пазу	140	540
Марка провода и диаметр	ПЭМ-1; 0,13мм	ПЭМ-1; 0,06мм
Тип обмотки	Волновая	Волновая
Шаг обмотки по пазам	1-3	1-3
Сопротивление обмотки	18 ± 3 Ом	340 ± 60 Ом

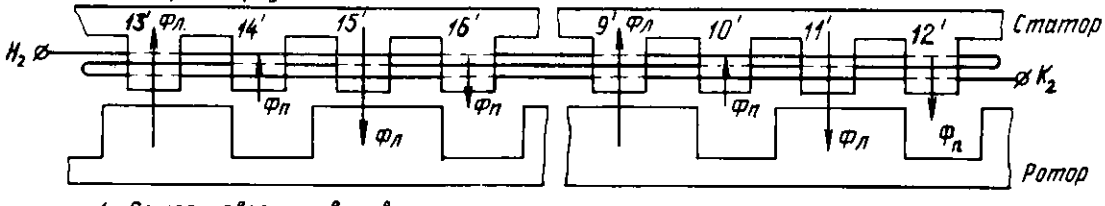
1. Нулевое положение. Обмотка возбуждения.



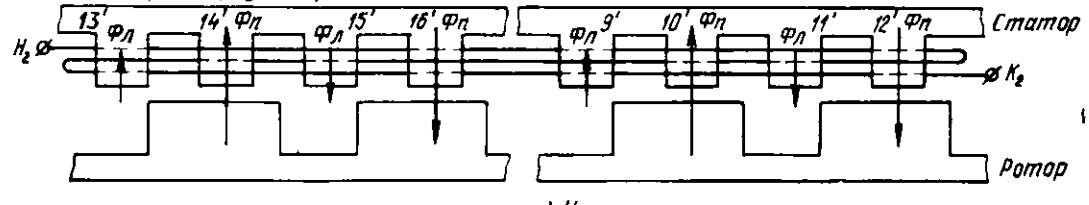
2. Нулевое положение. Сигнальная обмотка.

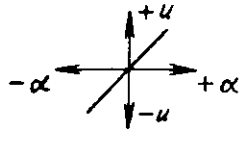


3. Ротор повернут влево.



4. Ротор повернут вправо.



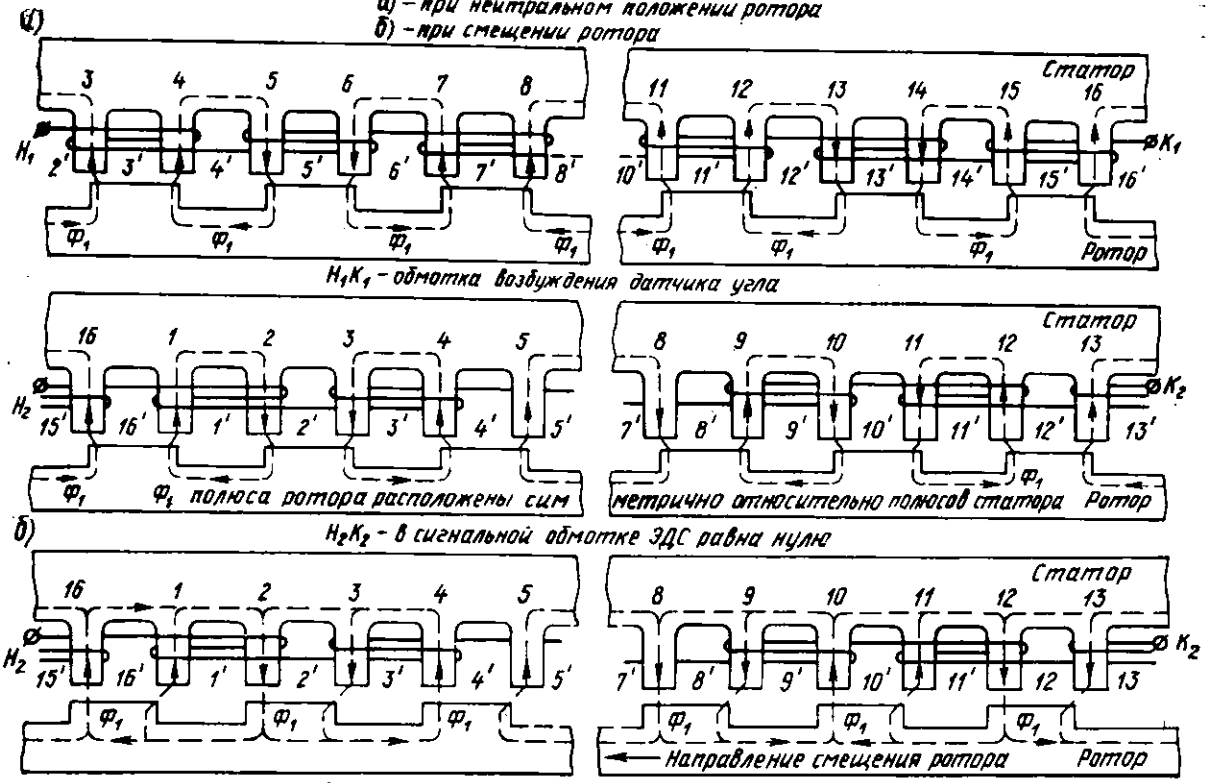


Эскиз 28

Схема – развертка магнитной цепи датчика угла ДМУ-1

а) – при нейтральном положении ротора

б) – при смещении ротора



H_1K_1 – обмотка возбуждения датчика угла

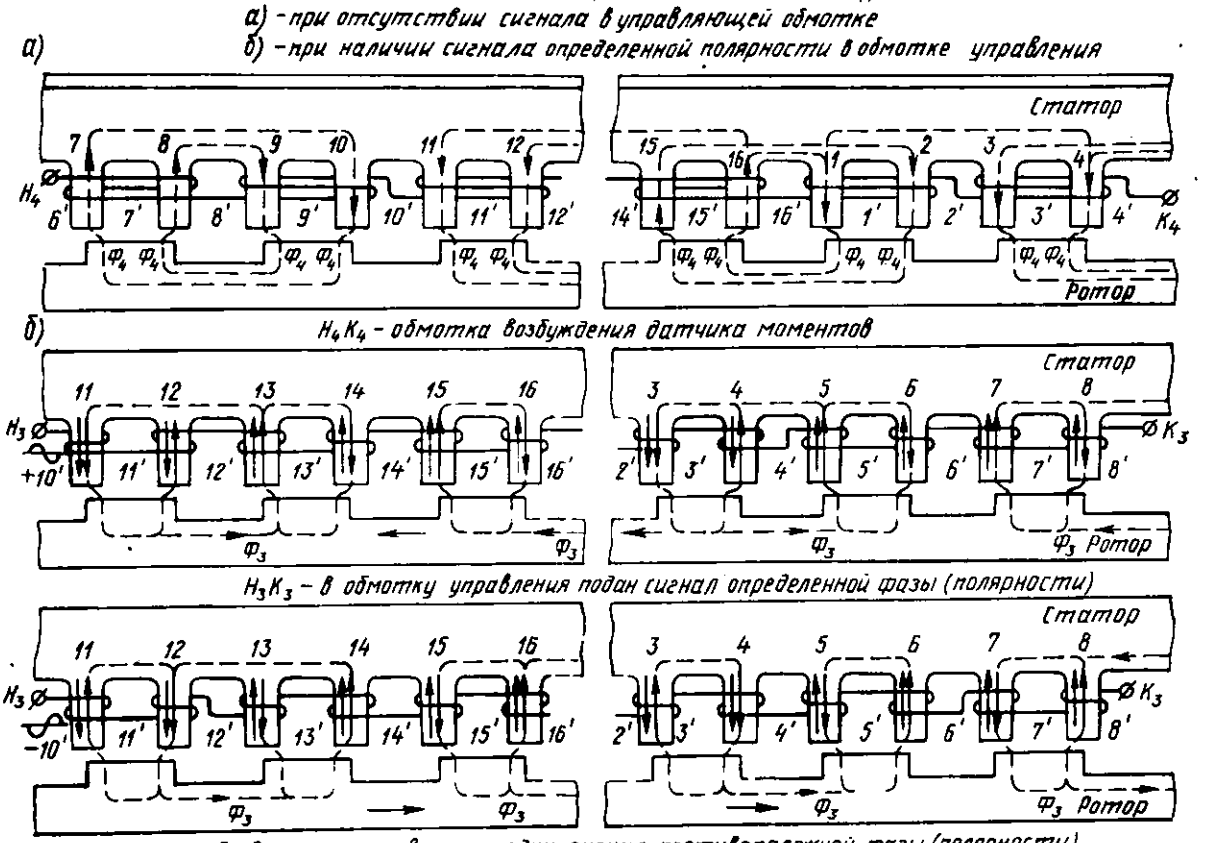
H_2K_2 – в сигнальной обмотке ЭДС равна нулю

H_2K_2 – в сигнальной обмотке наличие ЭДС определенной полярности

Схема – развертка магнитной цепи датчика момента ДМУ-1:

а) – при отсутствии сигнала в управляющей обмотке

б) – при наличии сигнала определенной полярности в обмотке управления



H_4K_4 – обмотка возбуждения датчика моментов

H_3K_3 – в обмотку управления подан сигнал определенной фазы (полярности)

H_3K_3 – в обмотку управления подан сигнал противоположной фазы (полярности)

Эскиз 29

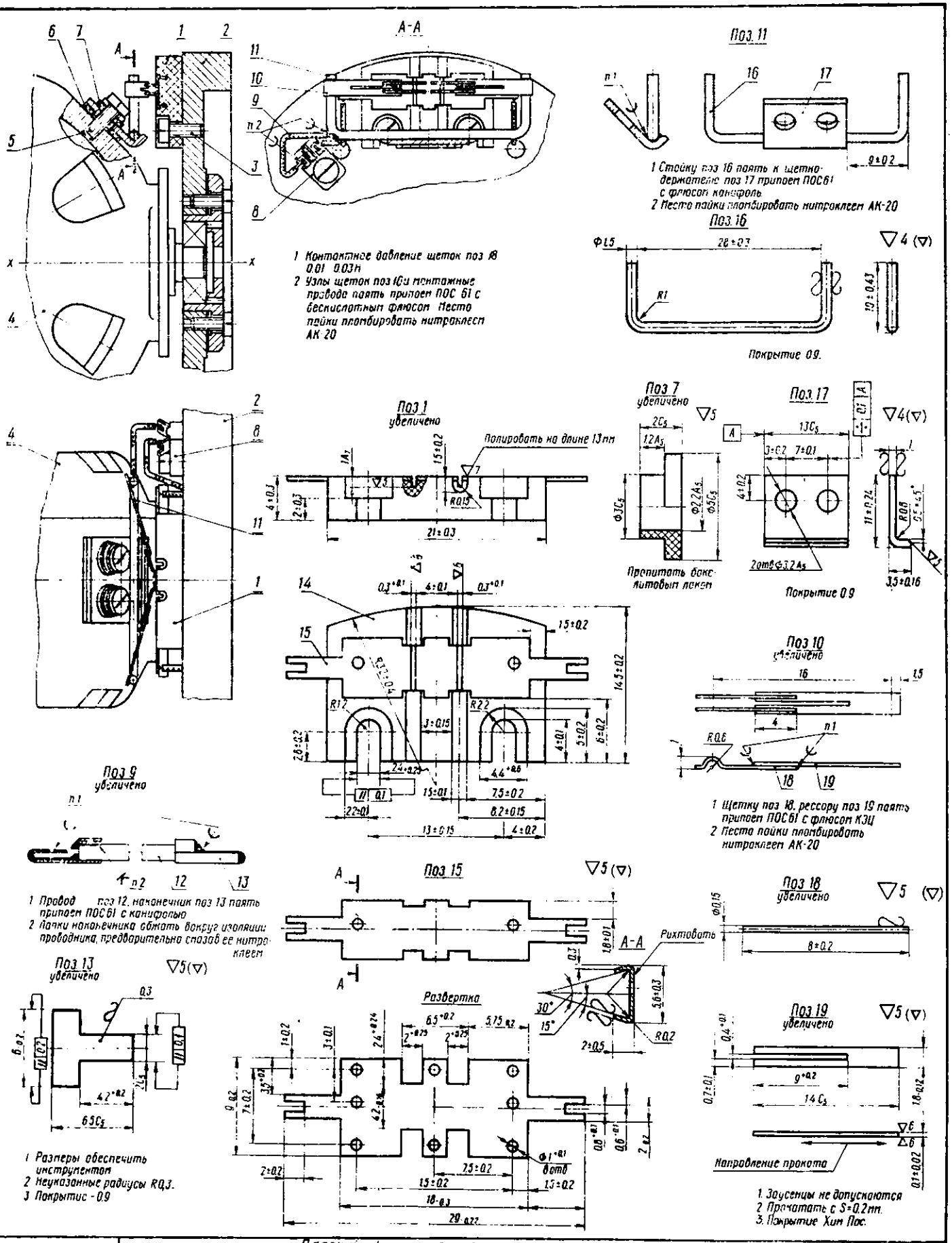
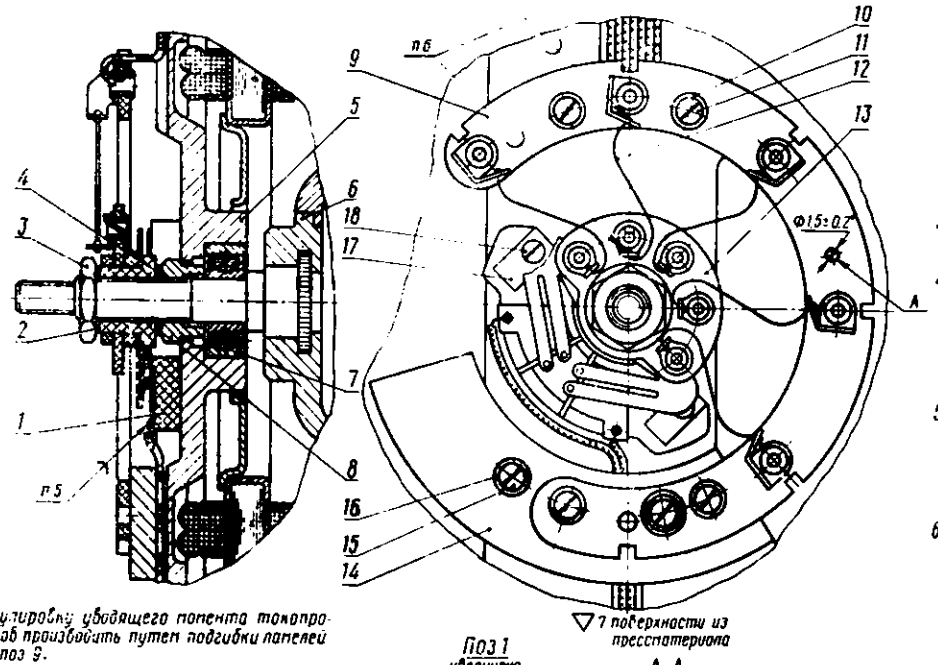


Рис. 11.1

Плоский датчик угла со скользящими контактами:
1 - контактная ламель (сб.); 2 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2), 3 - винт М2×5 - 2 шт.; 4 - гироузел (сб.); 5 - винт М2×6 - 2 шт.; 6 - прокладка (текстолит Т=0,8); 7 - втулка (текстолит) - 2 шт.; 8 - переходник (сб.); 9 - провод с наконечником (сб.); 10 - узел щетки (сб.); 11 - узел стойки (сб.); 12 - провод МГШЛ 5-0,4 мм²; 13 - наконечник (латунь Л62-М) - 2 шт., 14 - основание (фенопласт), 15 - ламель (серебро Ср900), 16 - стойка (латунь Л62-Т), 17 - щеткодержатель (латунь Л62-Т), 18 - щетка (палладиевоиридиевый сплав ПдИ-18) - 4 шт.; 19 - рессора (бронза БрКМп3-1Т) - 2 шт.

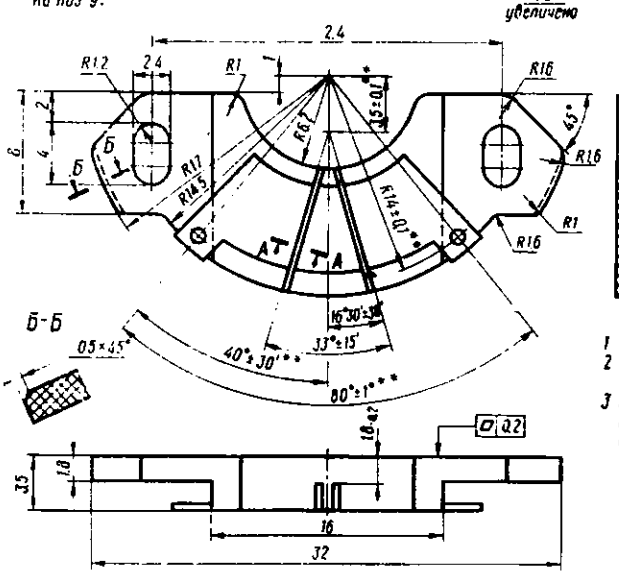


1. Расстояние между ближайшими точками соседних токопроводов поз 12 не должно быть менее 1 мм при любом положении гироузла
2. Провода белый и желтый, идущие к лепесткам сборки поз 9, привязать к панели поз 9 ниткой через технологическое отверстие А и места обвязки покрыть клеем АК-20 (на чертеже условно не показаны).
3. Винты поз 11, крепящие сборку поз 9 ставить на нитроклее АК-20, головки винтов покрыть клеем БФ-4 с красителем
4. Давление контактов узла поз 13 на узел поз 1 обеспечить прокладкой поз 4. Равномерность давления контактов обеспечивается подрихтовкой контактных пружин. Подрихтовку производить в сторону уменьшения давления контактов до величины 0,008...0,015 Н
5. Пайку проводов производить припоем ПОС 61 с флюсом ЛТИ. Провода, припаеваемые к поз 1, предварительно облудить и опять сухим паяльником без флюса. Выступание олова на рабочую поверхность контакта не допускается. Места пайки пломбировать
6. Перед пайкой токопровод поз 12, предварительно облуженный припоем ПОС 61 с флюсом ЛТИ на длине 1,5...2 мм, ввести в отверстие под углом 60° к отогнутым концам лепесток узла поз 9 и лепестков узла поз 13, оплавить с двух сторон с обеспечением выступания токопровода на размер 0,5 мм max

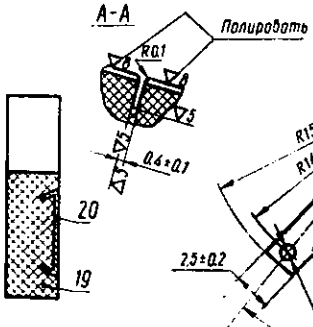
7. Регулировку уводящего потенциометра токопроводов производить путем подгибки лепестков на поз 9.

▽7 поверхности из прессматериала

Поз 1
увеличено

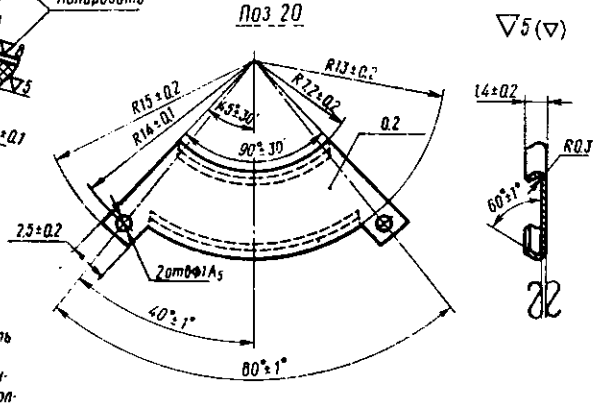


А-А



1. Прессовка
2. ** Размер обеспечить инструментом.
3. Размеры, не оговоренные допусками, выполнять с точностью ±0,2 мм

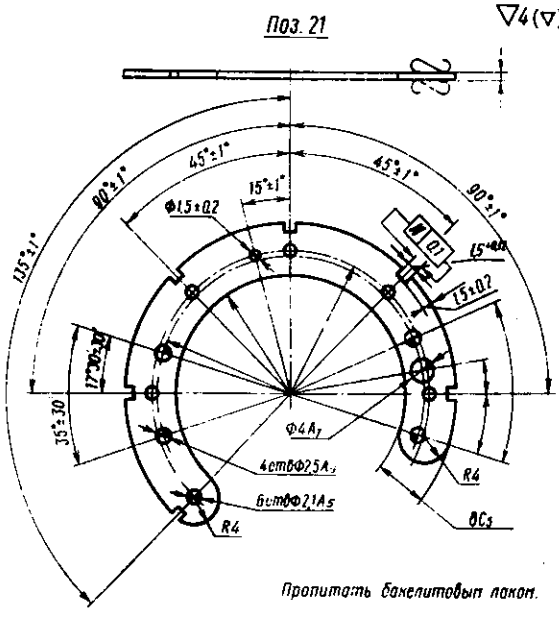
Поз 20



▽5 (▽)

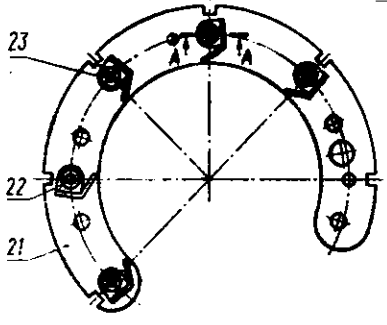
Поз. 21

▽4 (▽)



Пропитать бакелитовым лаком.

Поз. 9
уменьшено



А-А
увеличено

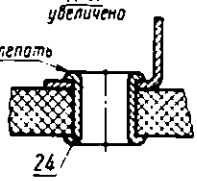


Рис. 11.2
на 2 листах
Лист 1

Плоский датчик угла со скользящими контактами и регулируемой зоной срабатывания:

1 - контактная колодка (сб); 2 - шайба (латунь ЛС59-1Т); 3 - гайка М5; 4 - прокладка $8_{-0,2} * 5^{+0,16}$; Т=0,1; 0,2 (латунь ЛС59-1Т); 5 фланец рамы карданова подвеса (алюминиевый сплав АЛ2); 6 - гироузел (сб); 7 - шарикоподшипник А1000095У; 8 гайка специальная М5 (сталь ЭИ268), 9 - панель с лепестками (сб); 10 - шайба; 11 - винт М2×5 4 шт, 12 - токопровод (бронза БрБц4-3); 13 - узел контактов (сб);

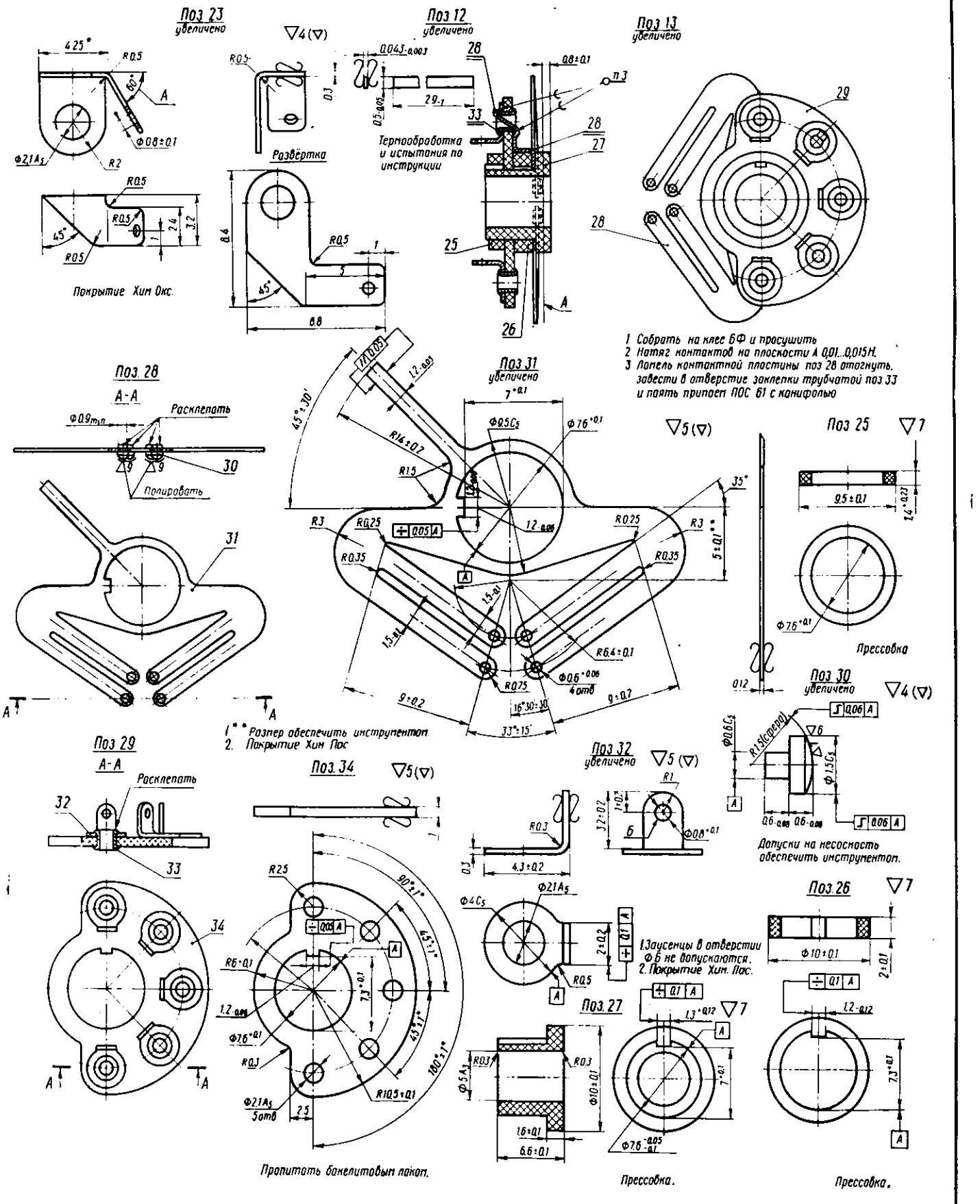
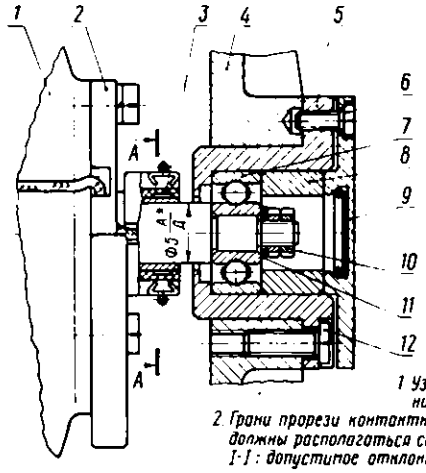
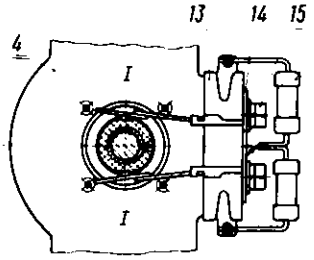
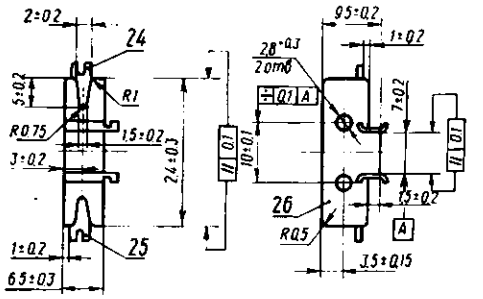


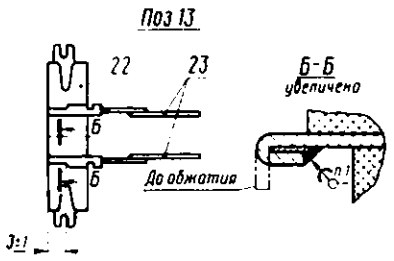
Рис. 11.2 Лист 2	14 - груз с пластинкой (сб.); 15 - винт М2•3 - 2 шт.; 16 - шайба - 2 шт.; 17 - скоба (сталь 10); 18 - винт М2•4 - 2 шт.; 19 - основание (пресс-материал К-21-22); 20 - контакт (серебряноплатиновый сплав СрПл-12); 21 - панель (текстолит Б); 22 - ламель I (латунь Л62-М) - 2 шт.; 23 - ламель II (латунь Л62 М) 3 шт.; 24 заклепка трубчатая - 5 шт.; 25 - шайба (пресс материал К-21-22), 26 шайба изоляционная (пресс-материал К-21-22); 27 - втулка изоляционная (пресс-материал К-21-22); 28 - пластина с контактами (сб.); 29 - панель с лепестками (сб.); 30 - контакт (серебряноплатиновый сплав СрПл-12) - 4 шт.; 31 - пластина контактная (бронза БрКМц3-1Т); 32 - лепесток (латунь Л62-М) 5 шт.; 33 - заклепка трубчатая - 5 шт.; 34 - панель (текстолит Б)



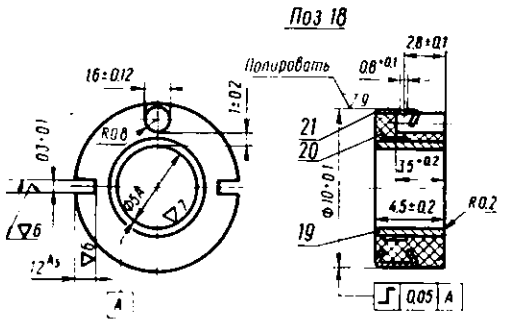


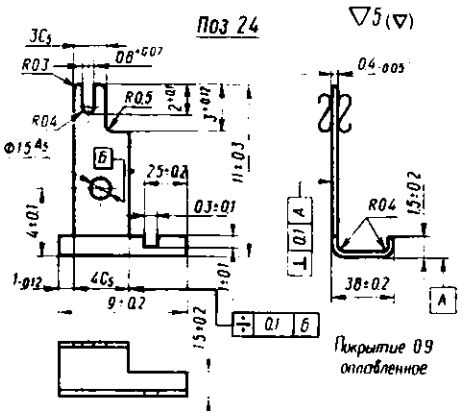
1 Узел переключателя поз 3 ставить на нитролаке АК-20 и просушить
2 Грани прорези контактного кольца узла переключателя поз 3 должны располагаться симметрично относительно плоскости I-I : допустимое отклонение не более 0,3 мм

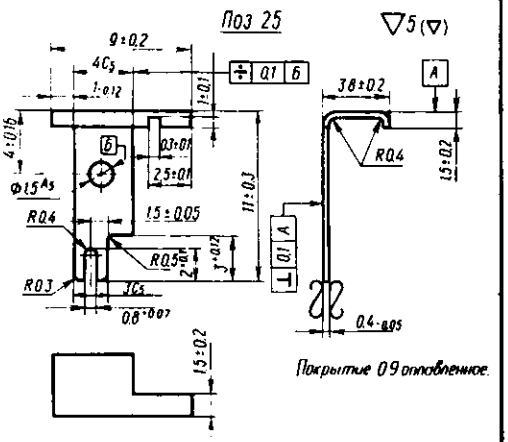


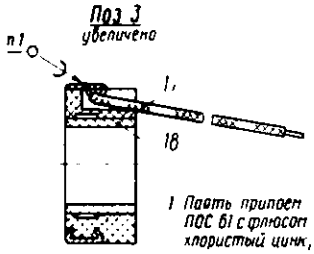


1 Щетки поз 23 на длине 3±1 мм обжать пластиной панели поз 22 и паять припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Лужение припоя на щетки дальше зоны обжатия не допускается
2 Сопротивление изоляции не менее 80 МОм

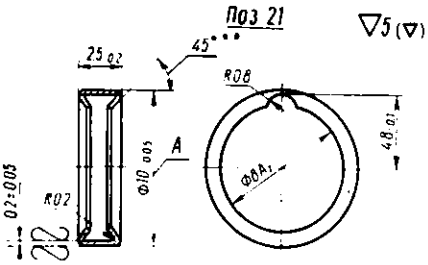




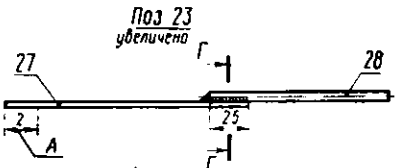




1 Паять припоем ПОС 61 с флюсом хлористый цинк, зачистить и промыть по специнструкции
2 После пайки проводов внутреннюю поверхность контактной втулки покрыть клеем БФ-4 и просушить
3 Сопротивление изоляции не менее 80 МОм



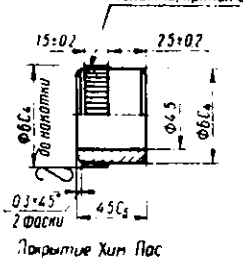
1 ** Размер обеспечить инструментом
2 На диаметре А не допускаются риски вмятины и царапины



1 На длине А дет поз 27 облудить припоем ПОС 61 с флюсом хлористый цинк и промыть по специнструкции.



2 Паять припоем ПОС 61 с флюсом хлористый цинк и промыть по специнструкции



Покрытие Хим Пас



1 Термообработка по специнструкции
2 Вальцевать из проволоки Ф 0,5 мм, чистота поверхности ▽5
3 Покрытие Хим Пас.

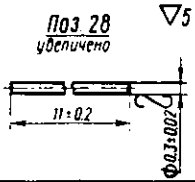


Рис. 11.3

Цилиндрический двухполюсный датчик угла межрамочной коррекции:
1 корпус гирополюса (алюминиевый сплав АЛ2) 2 кулачок арретира (латунь Л62-Т), 3 узла переключателя (сб), 4 рама (алюминиевый сплав АЛ2), 5 втулка (алюминиевый сплав Д1-Т), 6 винт М1,4-4 3 шт, 7 шарикоподшипник А23, 8 втулка распорная (алюминиевый сплав Д1-Т), 9 фланец с прикладной (сб), 10 гайки специальная (сталь 20), 11 шайба 12 винт М2-6 3 шт, 13 контактный узел переключателя (сб), 14 прокладка изоляционная (текстолит А), 15 винт М2,6-12-2 шт, 16 сопротивление МЛТ, 17 привод красный МШВ Ф0,3, 18 корпус с втулкой (сб), 19 гильза (латунь ЛС59-1), 20 корпус переключателя (пресс материал К-21-22), 21 контактная втулка (латунированный сплав ВИ 10), 22 панель с контактными пластинами (сб), 23 рессора со щеткой (сб), 24 контактная пластина I (латунь Л62-Т), 25 контактная пластина II (латунь Л62-Т), 26 панель (пресс материал К-21-22), 27 рессора (бронза БрБ2,5), 28 щетка (сплав ПдМ 18)

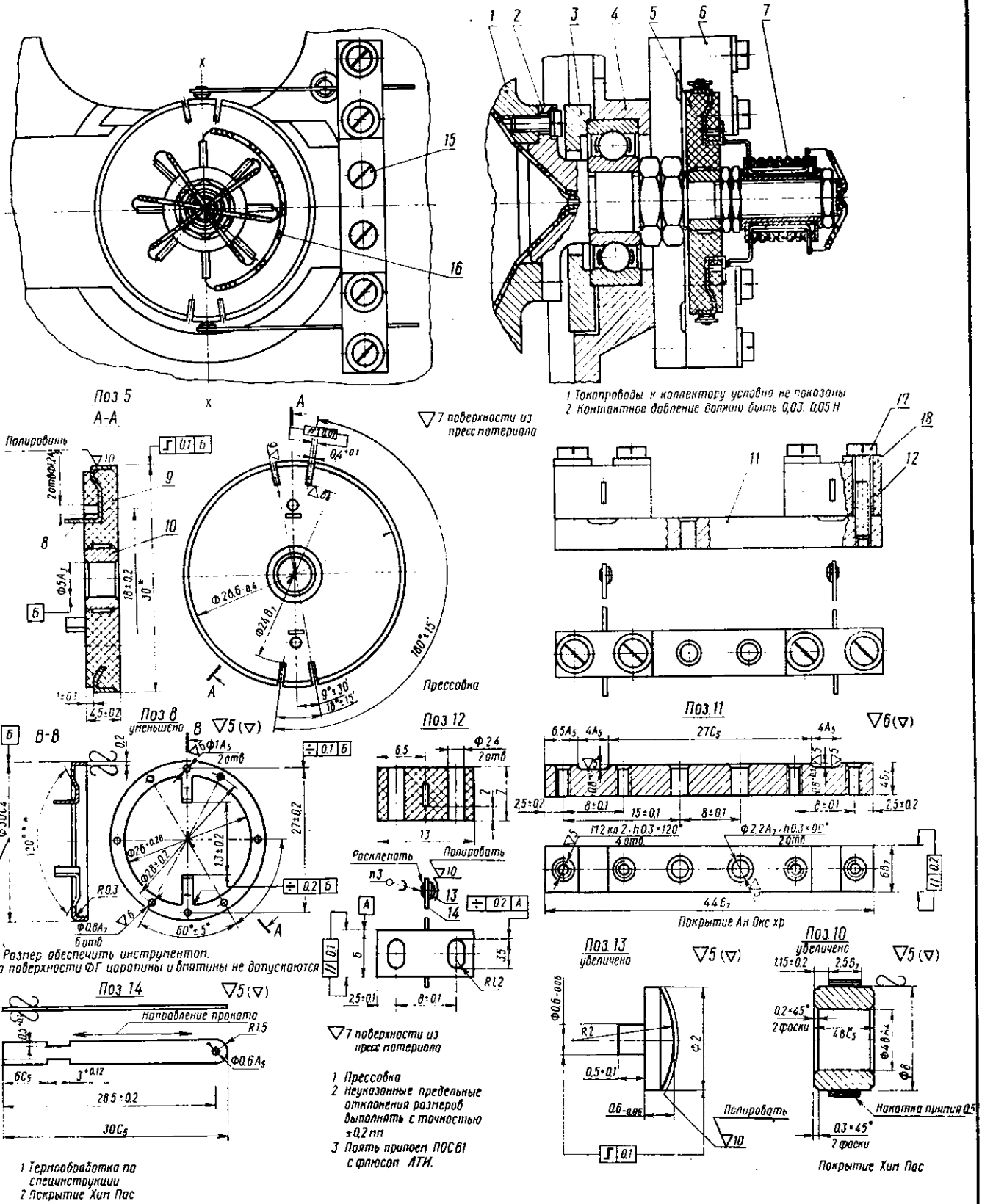
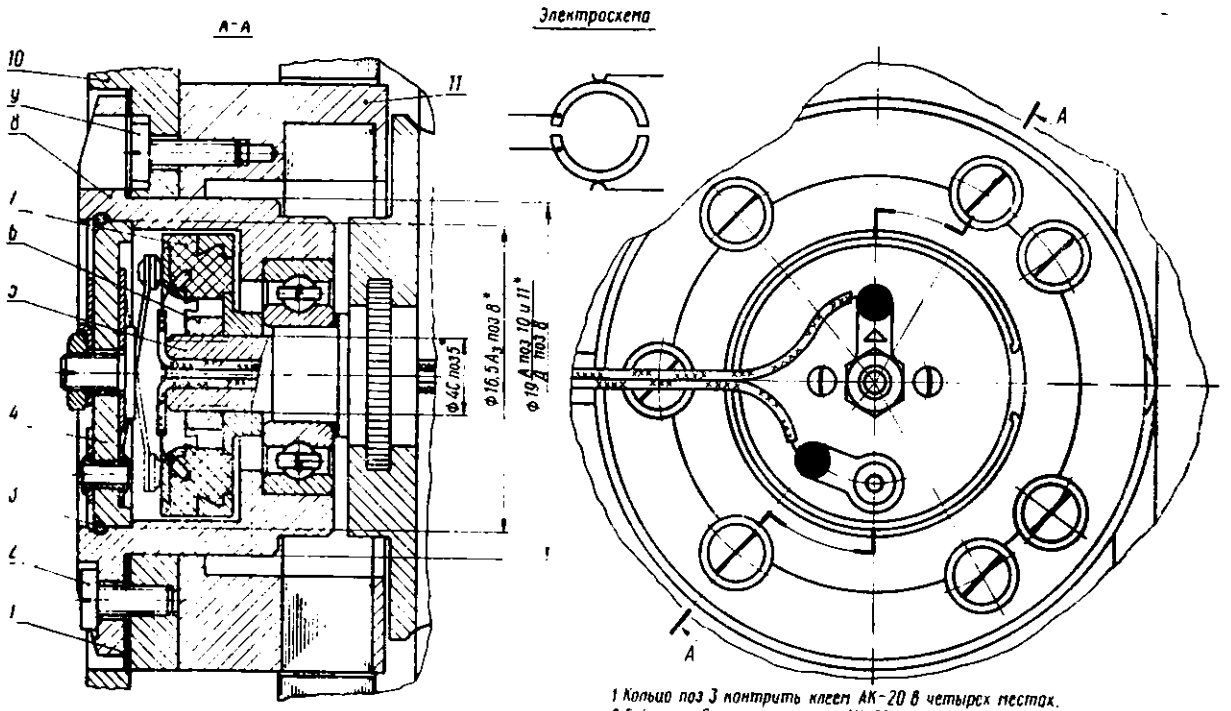
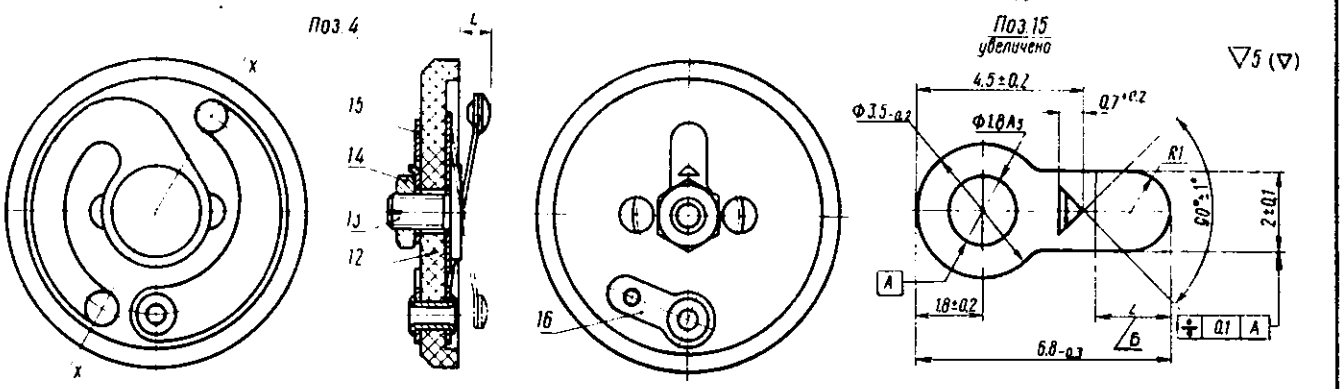
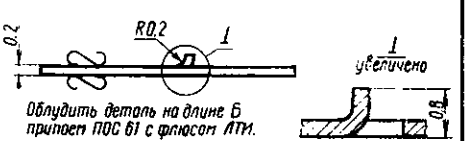


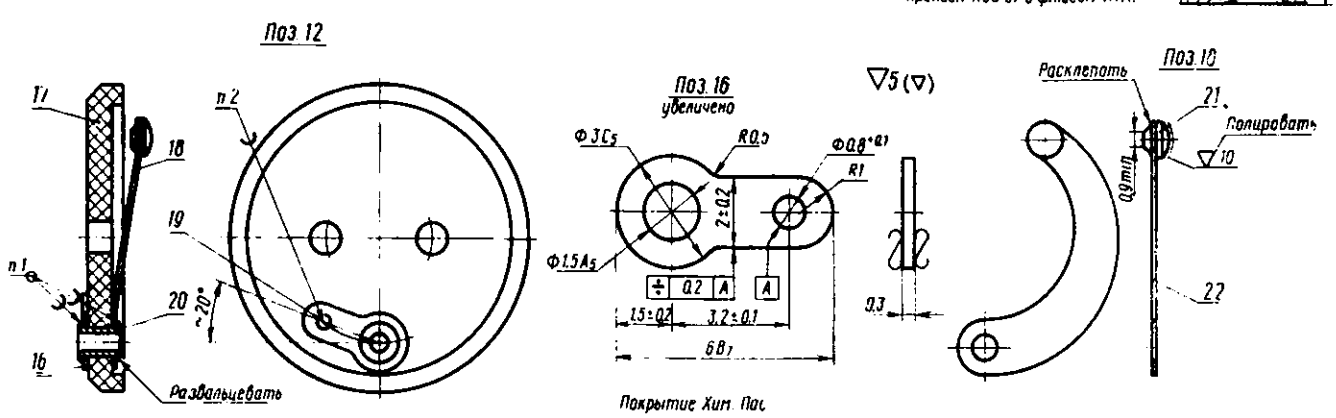
Рис. 11.4 *Цилиндрический четырехламельный датчик угла:*

1 - рама следящая (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - ось (сталь 4Х13); 3 - фланец (латунь ЛС59-1); 4 - плата (алюминиевый сплав АЛ3); 5 - выключатель (сб.); 6 - пластина с колодочками (сб.); 7 - коллектор (сб.); 8 - контактное кольцо (серебро СрМ900); 9 - основание (пресс-материал К 21-22); 10 - втулка (латунь ЛС59-1); 11 - пластина (алюминиевый сплав АДН); 12 - колодочка (сб.); 13 - контакт (серебро СрМ900); 14 - пружина контактная (бронза БрБ2-Т); 15 - винт М2×10-2 шт.; 16 - провод МГШВ; 17 - винт М2×12-4 шт.; 18 - шайба 4 шт.



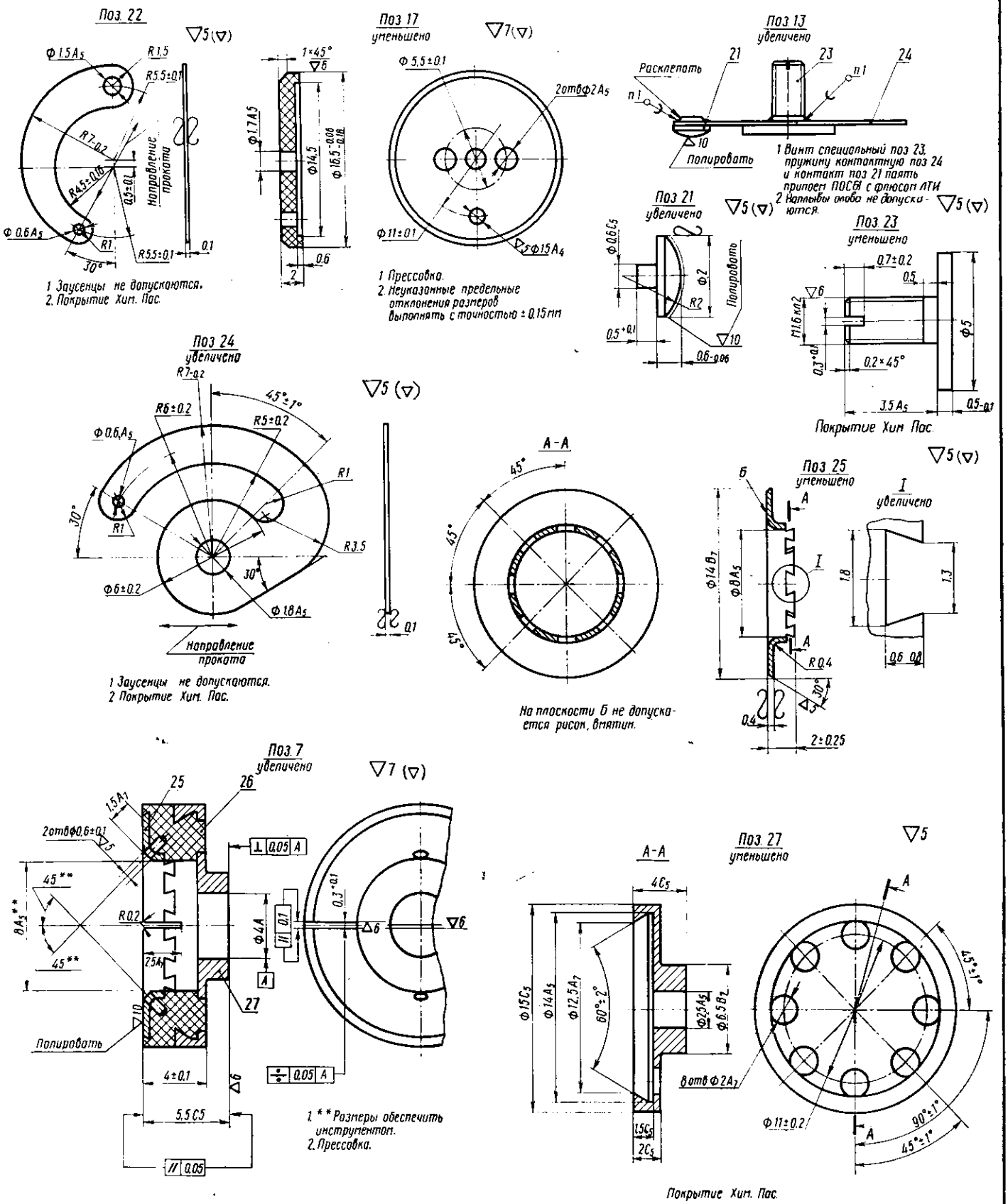






1 После развальцовки паять припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.
2 В детали поз 17 сверлить сквозное отверстие Ф 0,8 мм по детали поз 16; штифтовать проволокой поз 19, впаять припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ
3 Выступание проволоки поз 19 из колодочки поз 17 с обратной стороны не допускается

Рис 11 5 на листах Лист 1	*Датчик угла с торцовой контактной поверхностью:* прокладка (алюминий АД Т = 0,1; 0,3); 2 - винт М2•10-4 шт; 3 - кольца зажимное (бронза БрКМц3-1), 4 узел контактов (сб); 5 - рама карданова подвеса с осями (сб); 6 - гайка цилиндрическая (сталь 4Х13); 7 коммутатор (сб); 8 пробка большая (алюминиевый сплав Д1-1); 9 винт М2•12-3 шт; 10 рама слесённая (алюминиевый сплав АЛ2); 11 ротор корректора (сб.), 12 узел контактов (сб), 13 пружина контактная с винтом (сб); 14 гайка специальная (латунь ЛС59-1Т); 15 держатель (латунь Л62-Т); 16 - держатель (латунь Л62-М), 17 - колодочка пружинных контактов (пресс-материал К-21-22);



1 Заусенцы не допускаются.
2 Покрытие Хим. Пас.

1 Прессовка.
2 Неуказанные предельные отклонения размеров выполнять с точностью ± 0,15 мм

1 Винт специальный поз. 23, пружину контактную поз. 24 и контакт поз. 21 паять припоем ПОСб1 с флюсом ЛТИ
2 Наплывы олова не допускаются.

1 Заусенцы не допускаются.
2 Покрытие Хим. Пас.

На плоскости Б не допускается рисок, вмятин.

1 ** Размеры обеспечить инструментом.
2 Прессовка.

Покрытие Хим. Пас.

Рис. 11.5

Лист 2

18 - контакт пружинный (сб); 19 - проволока Ф 0,75 (медь М1); 20 - заклепка трубчатая (медь М2); 21 - контакт (серебряноплатиновый сплав СрПл-12) - 2 шт; 22 - пружина контактная (бронза БрКМп3-1Т); 23 - винт специальный (латунь ЛС59-1); 24 - пружина контактная (бронза БрКМц3-1Т); 25 - лепесток (серебряноплатиновый сплав СрПл-12); 26 - основание (пресс-материал АГ-4С); 27 - гильза (латунь ЛС59-1)

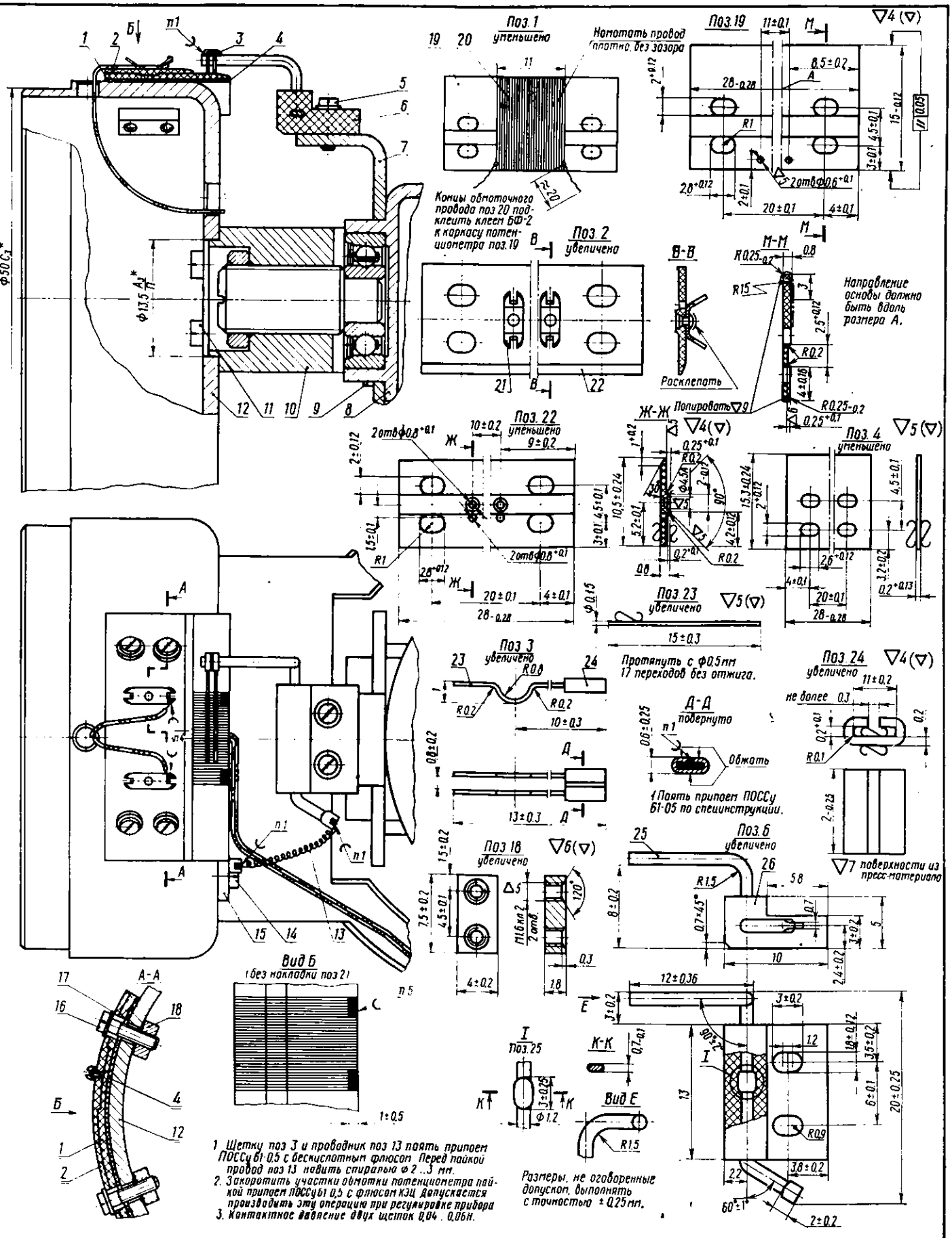
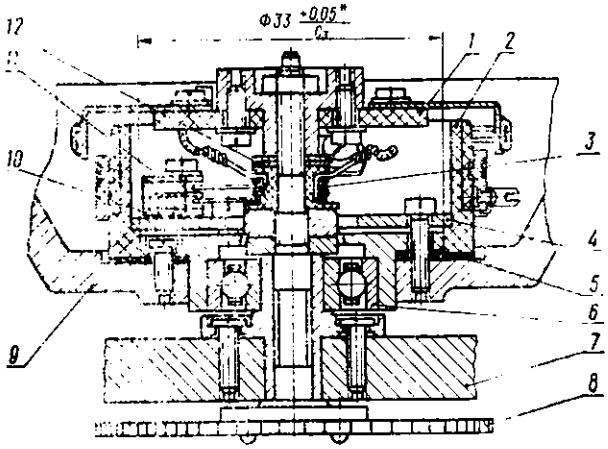
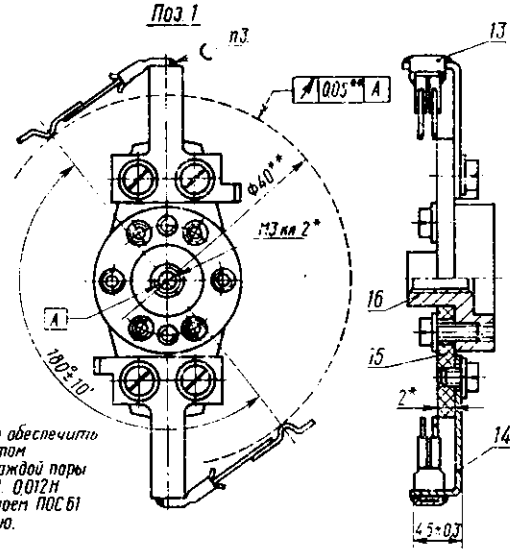


Рис. 11.6

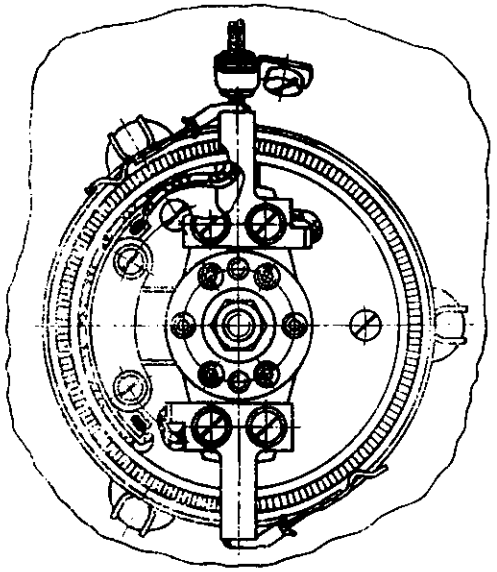
Потенциометрический секторный датчик угла:
1 - каркас с намоткой (сб), 2 - пластина с деталями (сб), 3 - щетка (сб), 4 - прокладка (гетинакс); 5 - винт М2×5-2 шт.; 6 - щеткодержатель (сб); 7 - поводок поршня (сталь Х18Н9Т), 8 - гиротор (сб), 9 - винт М2×4-2 шт, 10 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 11 - винт М2-5-4 шт; 12 - основание (алюминиевый сплав АД-М); 13 - провод ПЭЛШО ф 0,1; 14 - винт М2-5-2 шт; 15 - переходник (сб); 16 - винт М2×6-4 шт.; 17 - шайба, 18 - пластина (латунь ЛС59-1Т), 19 - каркас потенциометра (текстолит); 20 - обмотка потенциометра (провод обмоточный ПЭК ф 0,04, L-7 м; 21 - панель (латунь Л62) 2 шт; 22 - пластина (текстолит); 23 - щетка (бронза БрКМц3-1), 24 - обойма (латунь Л62-М); 25 - стойка (латунь Л62 Т); 26 - основание (пресс материал К 21-22)



Узел поз 1 условно повернут на 90°

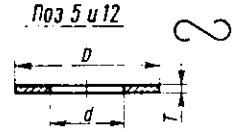


1 ** Размеры обеспечить инструментом
2 Нажатие каждой пары щеток 0.01...0.012Н
3 Паять припоем ПОС 61 с канифолью.



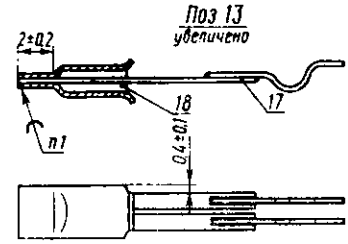
1 Контактное давление каждой пары щеток 0.01...0.012Н
2 Допускается подгибка щеткодержателей в сборе поз 1.
3 Положение щеток относительно потенциометра регулировать прокладками поз 5 и 12.

Поз 5 и 12



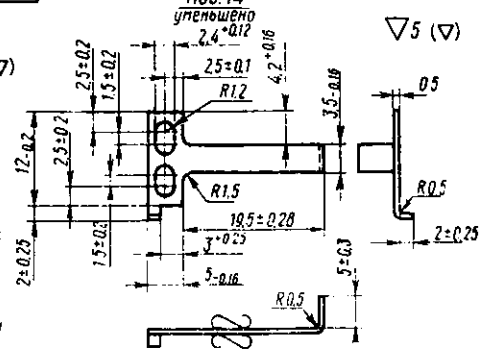
№ поз	D	d	T	Покрытие
	мм			
5	40-0.17	33.5+0.17	0.5	Ан Окс хр
12	6-0.18	3+0.12	0.2 0.3 0.5	Хим Пас

Поз 13
увеличено



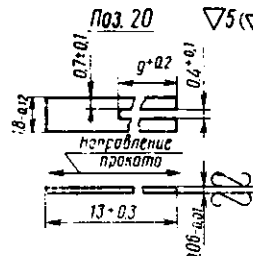
1 Обмять и паять припоем ПОС 61 с канифолью.
2 Хранить и транспортировать в спецтаре.

Поз 14
уменьшено



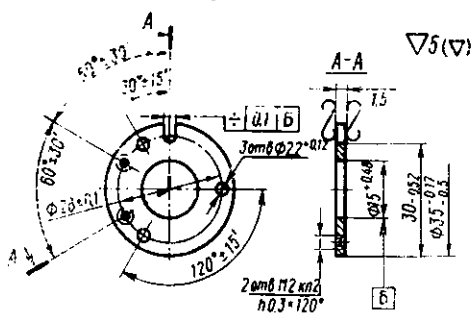
Покрытие 03 оплавленное.

Поз 20



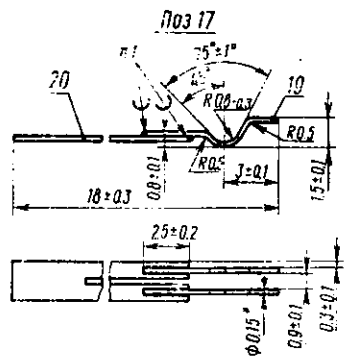
1 Прокатать с толщины 0.1мм
2 Заусенцы не допускаются.

Поз 4
уменьшено

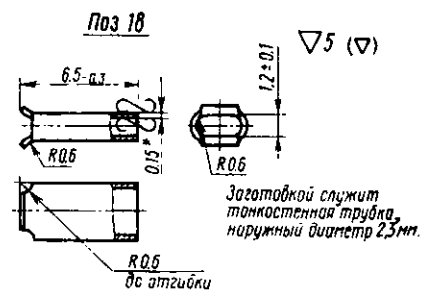


Покрытие Ц 3 хр

Поз 17



Поз 18

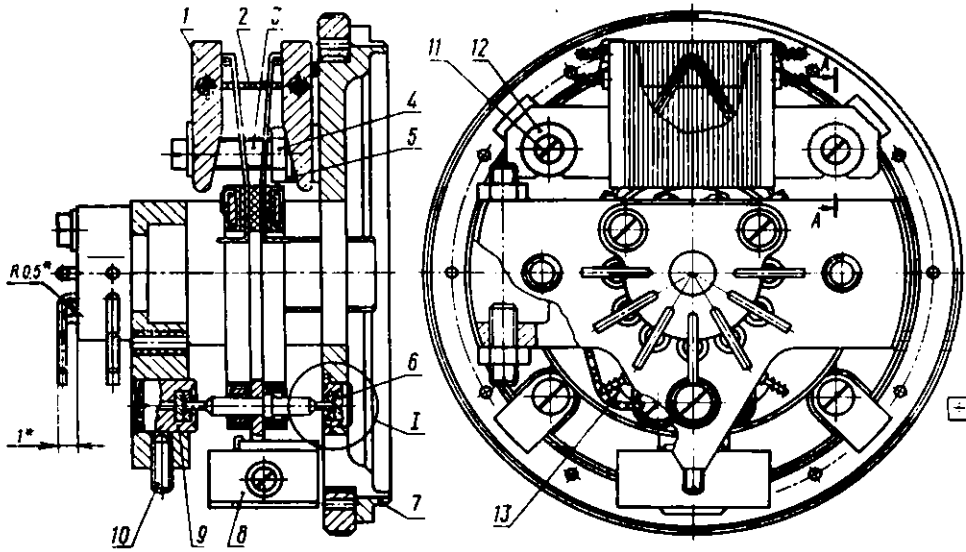


Заготовкой служит тонкостенная трубка, наружный диаметр 2,3мм.

1 Паять припоем ПОС 61 с хлористым цинком.
2 Промыть по специнструкции.

Рис. 11.7

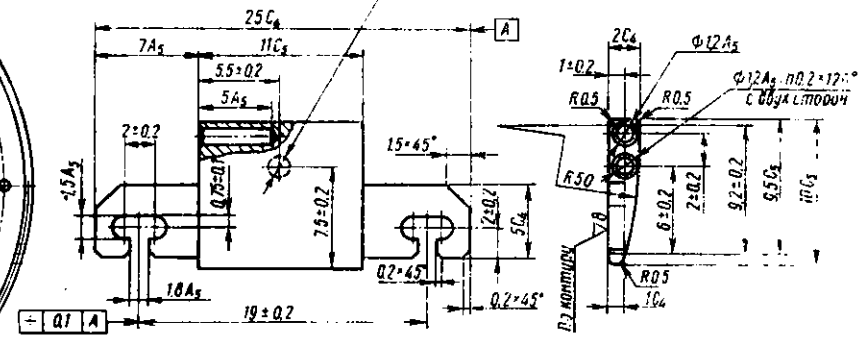
Кольцевой трехдорожечный потенциометрический датчик угла:
1 - колодка с пластинкой (сб); 2 - потенциометр круговой (сб); 3 - коллектор (сб); 4 - шайба (сталь 10); 5 - прокладка (Д1А-Т); 6 - подшипник 4Б0078; 7 - рама с осями (сб.); 8 - ось с шестерней (сб.); 9 - фланец верхний (алюминиевый сплав АЛ12); 10 - прокладка (латунь ЛС59-1Т, в 0,1 и в 0,3); 11 - узел колодочки (сб); 12 - прокладка (латунь ЛС59-1Т); 13 - узел щеток (сб.); 14 - щеткодержатель (латунь ЛС59-1М); 15 - плата (текстолит А электротехнический); 16 - [illegible] (алюминиевый сплав Д1-Т); 17 - рессора со щетками (сб); 18 - пистон (латунь Л62-М, ∅ наружный 2,3); 19 - щетка (палладиевая [illegible] сплав ПдИ-13 проволока ∅ 0,15); 20 - рессора (бронза БрКМц3-1Т)



1 Натяг каждой пары щеток 0,003...0,004Н
2 Осевой люфт оси щеткодержателя 0,01...0,015 мм.
3 Оправу с камнями поз 6 запрессовать во фланец поз 7 до упора и закернить в трех местах под углом 120°.

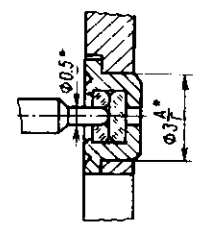
4 Сопротивление изоляции должно быть не менее 80 МОм при напряжении 500В
5 Прочность изоляции проверять при напряжении 500В.

Поз 15

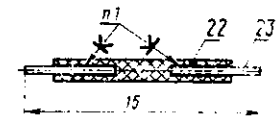


1 Нанести электроизолирующее покрытие по специнструкции
2 Электроизолирующее покрытие должно иметь сопротивление изоляции не менее 80 МОм при напряжении 500В при нормальных условиях

I
увеличено

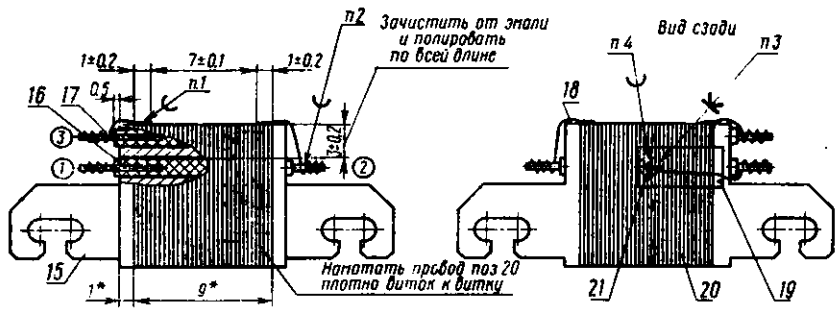


Поз 16



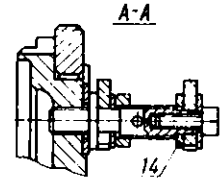
1 Проволоку стовить на клее БФ-4
2 Сушить при t +80°C не менее 2 часов.

Поз 1



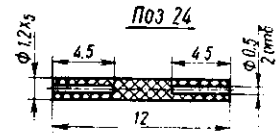
1. Закоротить пайкой привод ПОС 61 с канифолью по специнструкции.
2. Выводные концы проводов поз 20 зачистить от эмали, намотать на проволоку узлов поз 16 и 17 (точки ①-②-③) 2-3 витка, обрезать и паять привод ПОС 61 с канифолью по специнструкции.
3. Под один виток положить подкладку поз 19 и приклеить её клеем БФ-4 к каркасу с намоткой. Зачистить виток от эмали, подложить под него подкладку поз 21 и спаять с выводным проводом поз 18 припоем ПОС 61 с канифолью
4. Пропитать лаком по специальной инструкции
5. Общее сопротивление потенциометра 515 Ом ± 10%. Разность в сопротивлениях между клеммами 1-3 и 1-2 не более 3 Ом
6. Сопротивление изоляции между клеммами и каркасом не менее 60 МОм при напряжении 500В
7. Прочность изоляции проверить при напряжении 500В между клеммами и каркасом

A-A



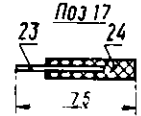
▽5

Поз 24
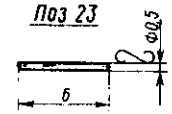


Пропитать клеем БФ-4.

Поз 17

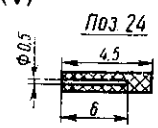


Поз 23



▽5 (▽)

Поз 24

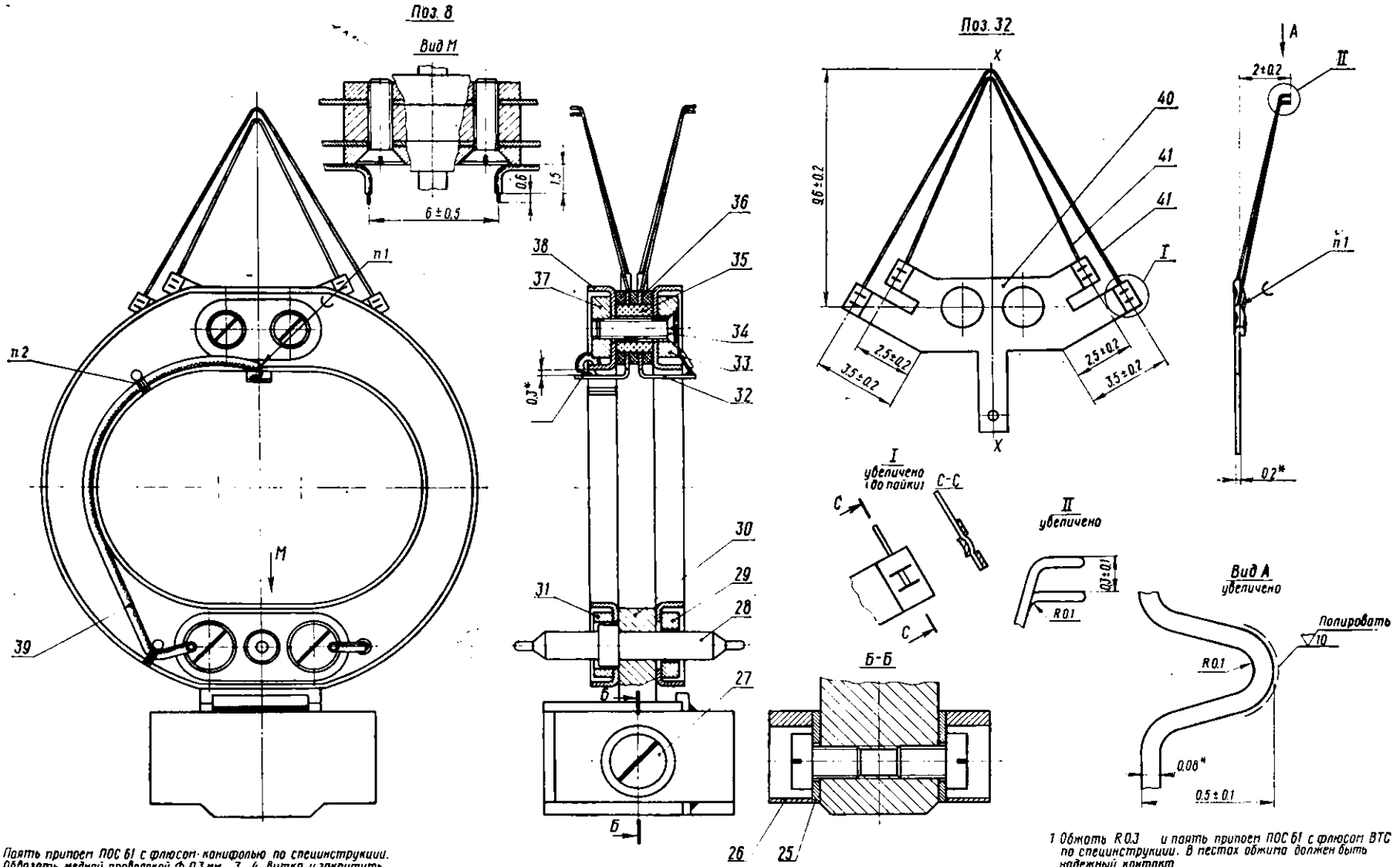


Пропитать клеем БФ-4.

Рис. 11.8
на 2 листах
Лист 1

Потенциометрический датчик угла со сдвоенными плоскими потенциометрами:

1 - потенциометр (сб.) - 2 шт.; 2 - привод ПЗПШО Ф0,12; 3 - стойка 1 (сталь 40); 4 - гайка М2 - 2 шт.; 5 - шайба; 6 - оправка с камнями (сб.); 7 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 8 - узел щеткодержателя (сб.); 9 - втулка с камнями (сб.); 10 - винт (сталь 20); 11 - винт М1,4×3 - 2 шт., 12 - шайба; 13 - волосок медный Ф0,05; 14 - шайба (латунь Л62); 15 - каркас (алюминиевый сплав АМг); 16 - трубка с проводом (сб); 17 - трубка с проводом (сб.); 18 - провод ПЭВ-2 Ф0,1; 19 - подкладка (бумага конденсаторная); 20 - провод ПЭЛ-91 Ф0,043; 21 - подкладка (латунь Л62-1Т); 22 - трубка (текстолит шифоновый); 23 - проволока латунная Ф0,5; 24 - трубка (текстолит шифоновый);



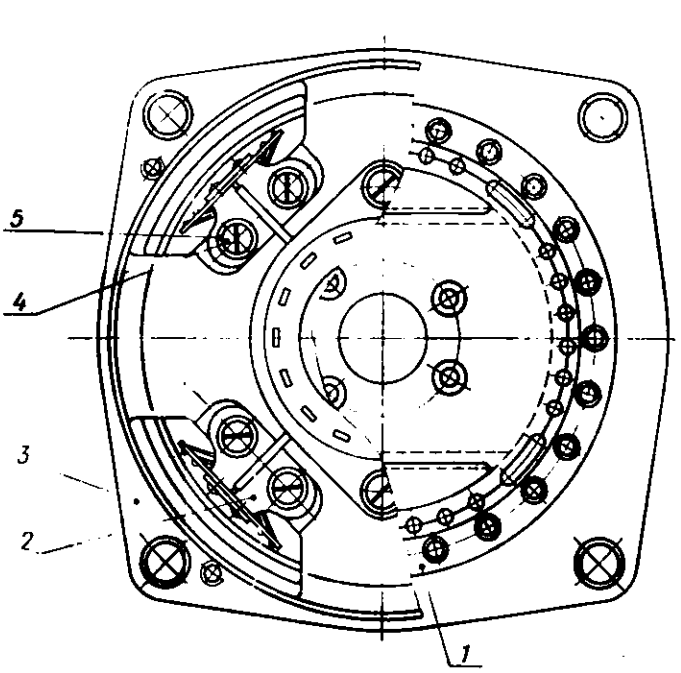
1 Паять припоем ПОС 61 с флюсом-канифолью по специнструкции.
2. Обвязать медной проволокой Ф 0,3 мм 3–4 витка и закрутить
3. Статически балансировать в специальной жидкости (50% пирогина и 50% жидкости N 5), относительно оси Х-Х уменьшением массы груза поз 26 или нанесением припоя ПОС 61.
4 Винты контрить нитроэмалью АК-20 по специнструкции.
5 Сопротивление изоляции должно быть не менее 80 МОм при напряжении 500 В.
6 Прочность изоляции проверить при напряжении 500 В.

1 Обжать R 0,3 и паять припоем ПОС 61 с флюсом ВТС по специнструкции. В местах обжима должен быть надежный контакт
2 Рабочая поверхность щеток должна лежать на оси Х-Х. Смещение не более 0,2 мм.
3 Все размеры, проставленные на чертеже, обеспечить приспособлением.

Рис. 11.8

Лист 2

25 - пластина (латунь Л62-М); 26 - груз (свинец С-2); 27 - винт М1, 4-2; 28 - ось (сталь 3Х13); 29 - прокладка (алюминиевый сплав Д1А-Т); 30 - основание (сталь ШХ15); 31 - прокладка (сталь 20); 32 - узел щеток (сб.); 33 - прокладка (алюминиевый сплав Д1А-Т); 34 - винт М1, 6-4; 35 - втулка (текстолит шифоновый); 36 - прокладка (гетинакс В); 37 - прокладка (сталь 20); 38 - щеткодержатель (алюминиевый сплав АД-М); 39 - провод МШВ Ф 0,3; 40 - пластина (латунь Л62); 41 - щетки (платиноиридиевый сплав ПлИ-25, проволока Ф 0,08)



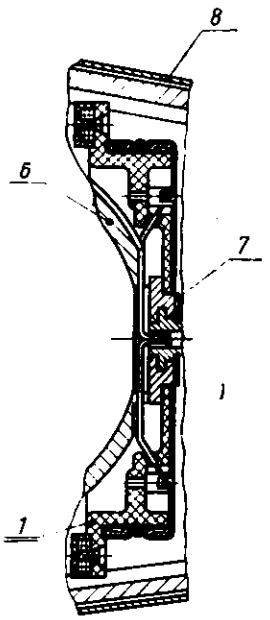
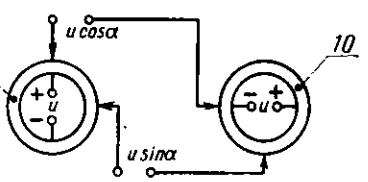
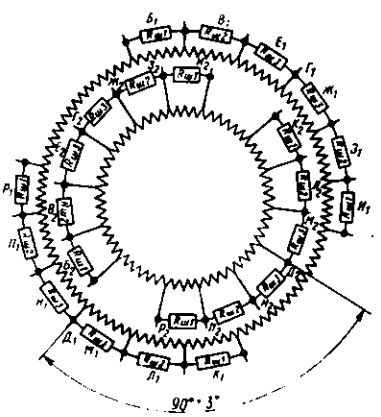


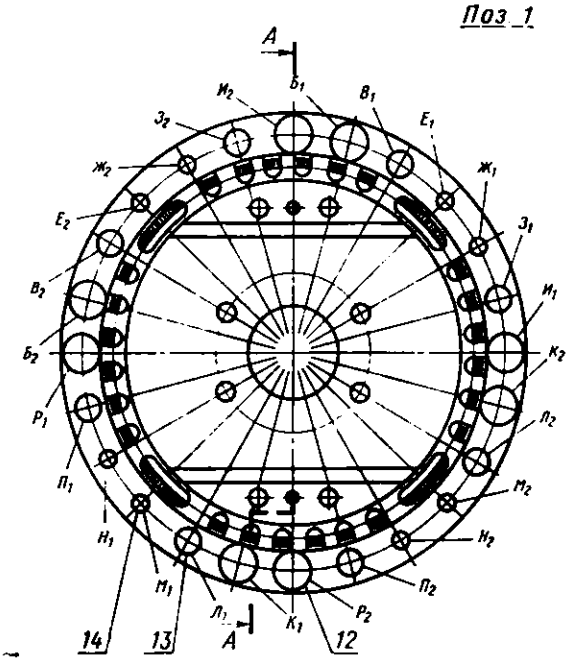
Схема соединения



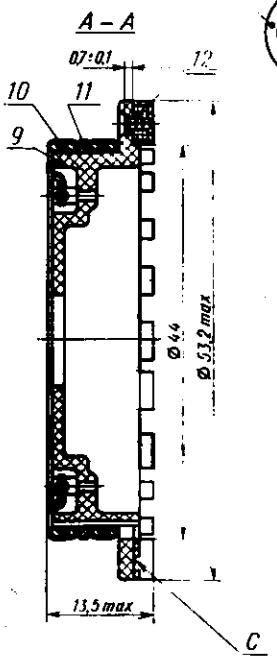
Электрическая схема



Поз 1



A – A

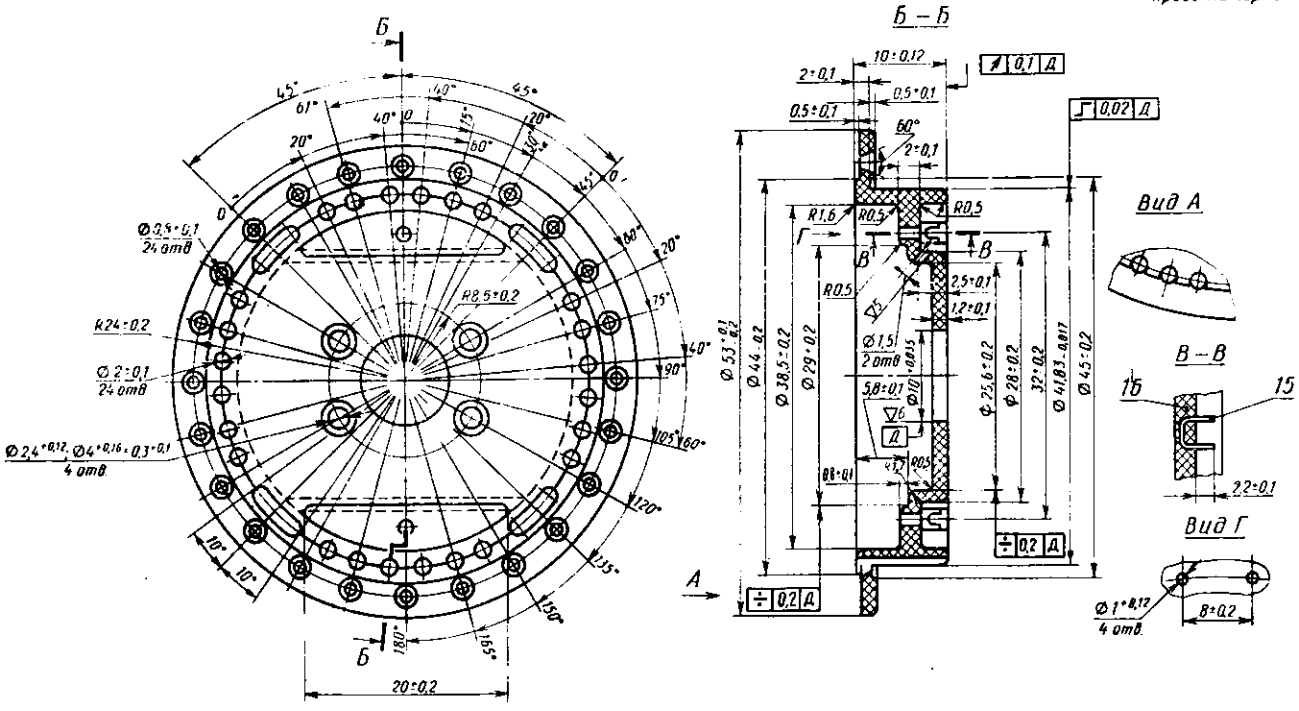


1. Шунты поз. 12,13,14 подбирать по инструкции.
2. Каркас с намоткой поз. 10 и шунты поз. 12,13,14 распаять по электрической схеме припоем ПОССу61-0,5 с бескислотным флюсом. Монтаж выводных концов и шунтов располагать на плоскости С. Выводные концы, шунты, каркасы с намоткой приклеить к основанию клеем ВК-9.
3. Выводы каркаса с намоткой поз. 10 и шунты поз. 12,13,14 паять между собой на расстоянии 2...3 мм от концов.
4. После окончательной сборки потенциометра шунты и монтажные провода покрыть лаком УР-231.
5. Выводы $Д_1, Г_1$ и $Д_2, Г_2$ паять к одноименным ламелям.
6. Сопротивления потенциометров после монтажа (между ламелями $Г_1$ и $Д_1$; $Г_2$ и $Д_2$) должны быть 840 Ом ± 16%.
7. Отклонение каждого потенциометра от функции $u \cdot \sin\psi$ должно быть не более ± 12%.
8. Перед установкой в изделие произвести ультразвуковую очистку потенциометра по инструкции.

Рис. 11.9 на 4 листах Лист 1	Двойной функциональный потенциометр 1 - потенциометр (сб); 2 - щетки (сб); 3 корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 4 - винт М2·4 - 8 шт; 5 - шайба - 8 шт; 6 - карданов узел (сб), 7 - винт М2·5 - 4 шт.; 8 кожух (алюминиевый сплав Д1-Т);

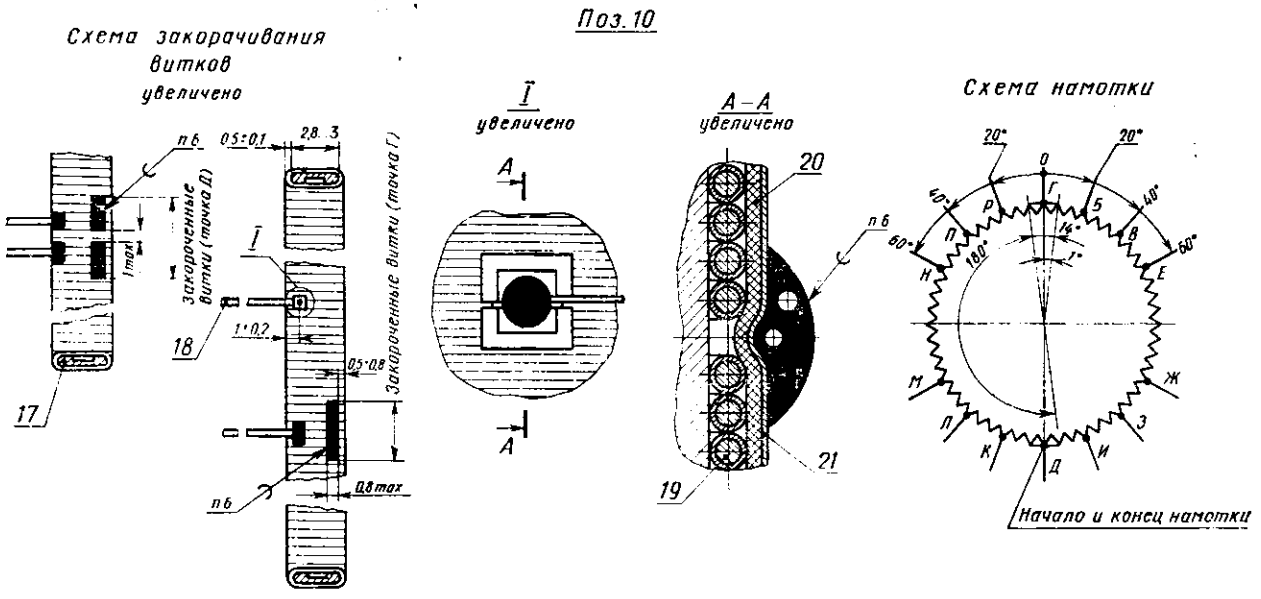
▽7 поверхности из пресс-материала

Поз 9



1. Прессовка.
2. Допуск на любой угол ±30'.

Поз. 10



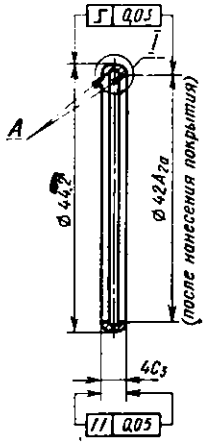
1. Допуск на любой угол ±15'.
2. Наматывать провод поз. 19, подпаивать выводные концы поз 18 и закорачивать витки согласно схеме намотки.
3. Намотка провода поз 19 на каркас должна быть плотной, виток к витку, и без зазоров между витками на внутреннем диаметре каркаса. Нахлесты не допускаются.
4. До закорачивания начального и конечного витков замерить:
   а) фактическое сопротивление каждого участка после зачистки;
   б) нелинейность намотки, которая должна быть не более 0,3%.
5. Выводные провода поз. 18 зачистить от эмалевого покрытия с обоих концов на 2...3 мм.
6. Выводы паять и витки закорачивать припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом, высота припоя 0,5 max мм. Места пайки покрыть лаком УР-231 по инструкции.
7. Сопротивление между выводами Г и Д должно быть 1180 Ом ± 16%.
8. Каркас с намоткой пропитать термореактивным пропиточным составом КП-18, изготовленным по инструкции.

Рис. 11.9

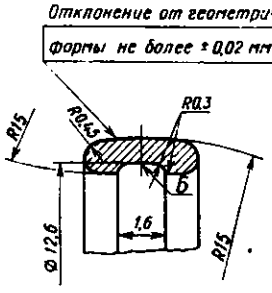
Лист 2

9 - основание (сб.); 10 - каркас с намоткой (сб.); 11 - прокладка (фторопласт-4); 12, 13, 14 - шунты (провод ПЭК); 15 - ламель (латунь Л62); 16 - пресс-материалы АГ-4В; 17 - каркас (алюминиевый сплав АМг); 18 - провод ПЭВ-2, Ф 0,12, l = 40 м; 19 - провод ПЭЛХ-2,8, Ф 0,05, l = 20 м; 20 - лакоткань ЛШСС; 21 - подкладка (сплав СрМ 968-Т, фольга);

Поз. 17
уменьшено



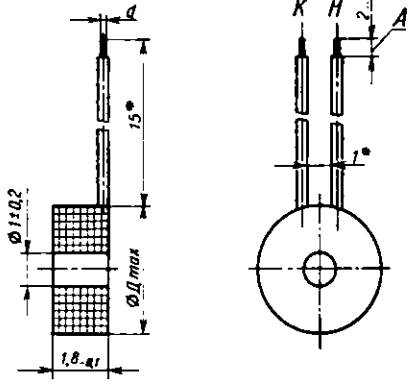
I
увеличено



▽9

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали.
2. Сопряжения радиусов должны быть плавными.
3. Некруглость поверхностей А не более 0,2 мм.
4. Электроизоляция по инструкции (проверять на пробой напряжением 500 В).
5. Поверхность Б использовать для контактирования и контроля покрытия (в трех точках под ∠ 120°).
6. Места контактирования после контроля изоляции покрыть лаком ГФ-95.
7. Покрытие Ан. Окс. электроизоляционное с трехкратной пропиткой изоляционным лаком по инструкции.

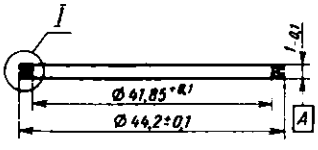
Поз. 12,13,14



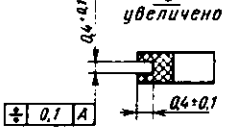
1. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали.
2. Шунты наматывать на лаке УР-231.
3. Шунты снабдить биркой с указанием действительного значения сопротивления.
4. Изготавливать шунты с сопротивлениями, соответствующими фактическим значениям сопротивлений участков обмотки.
5. Зачистить изоляцию на длине А для фактического замера сопротивления и подпайки.

Позиция	Диаметр проволоки, мм	$R_ш$, Ом	Допуск на $R_ш$, Ом	Ø Д
12	0,05	915-1370	± 0,5	4
13	0,05	250-358	± 0,3	3
14	0,1	45-63	± 0,1	3

Поз. 11

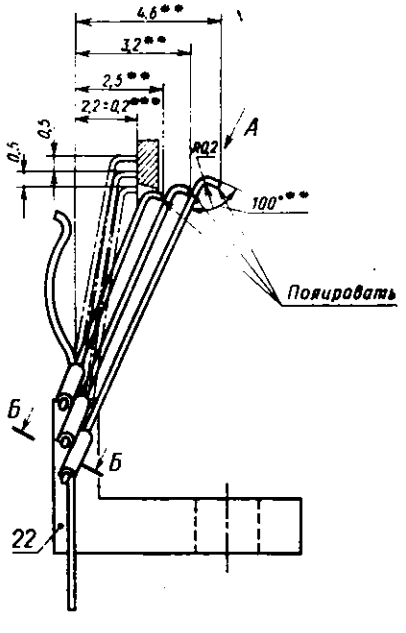


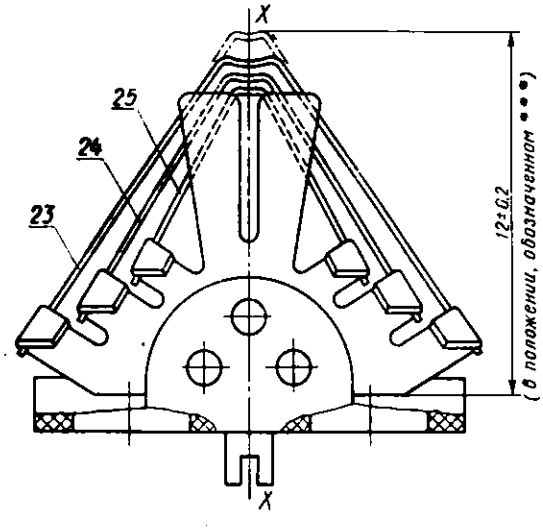
I
увеличено



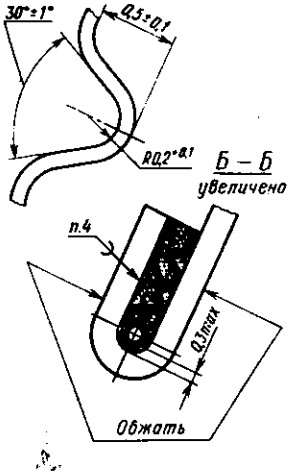
▽6

Поз. 2
увеличено





Вид А
увеличено



1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Щетки поз. 23, 24, 25 должны быть ровными, не иметь волнистости и следов перегиба.
3. Рабочие поверхности щеток в положении, указанном на чертеже пунктиром, должны лежать на оси Х-Х. Смещение их не более 0,1 мм.
4. Щетки в местах заделки опаять припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом и промыть спиртом-ректификатом. Концы щеток должны выступать из-под отбортовок не более 0,3 мм.

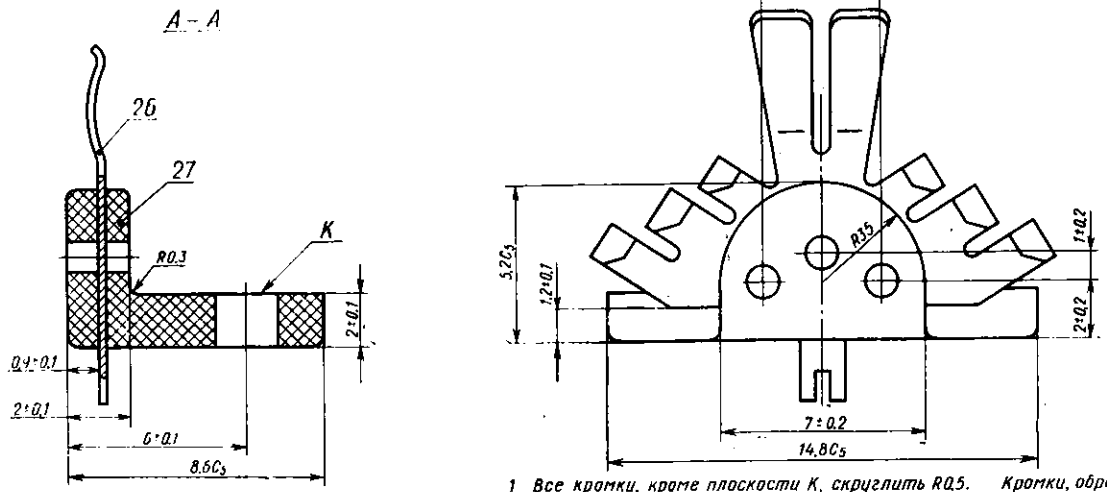
Рис. 11.9

Лист 3

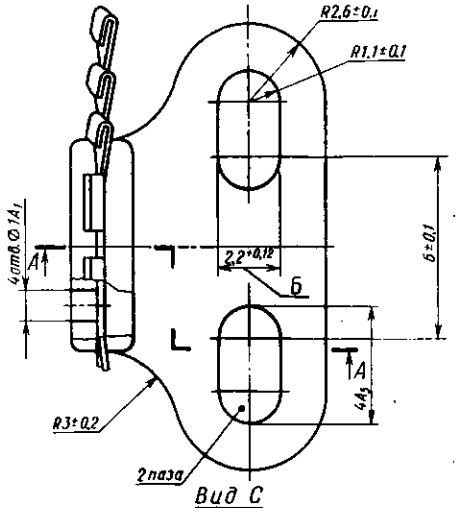
22 - кронштейн (сб.); 23 - щетка (золотомедный сплав ЗлМ-900, проволока); 24 - щетка (золотомедный сплав ЗлМ-900, проволока); 25 - щетка (золотомедный сплав ЗлМ-800); 26 - щеткодержатель (латунь Л62); 27 - пресс-материал АГ-4В;

Поз. 22
увеличено

▽7 поверхности из пресс-материала



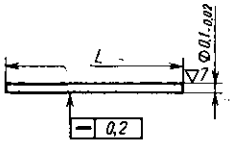
1 Все кромки, кроме плоскости К, скруглить R0,5. Кромки, образуемые пазами Б, допускается скруглять R0,2 max.
2 Термостабилизация по инструкции.
3. В местах снятия облоя допускается чистота поверхности пресс-материала ▽5 и частичное нарушение покрытия детали поз. 26 с последующим лужением припоем ПОС 61.



Вид С
с неотогнутыми концами

Поз. 23,24,25

▽4 (▽)

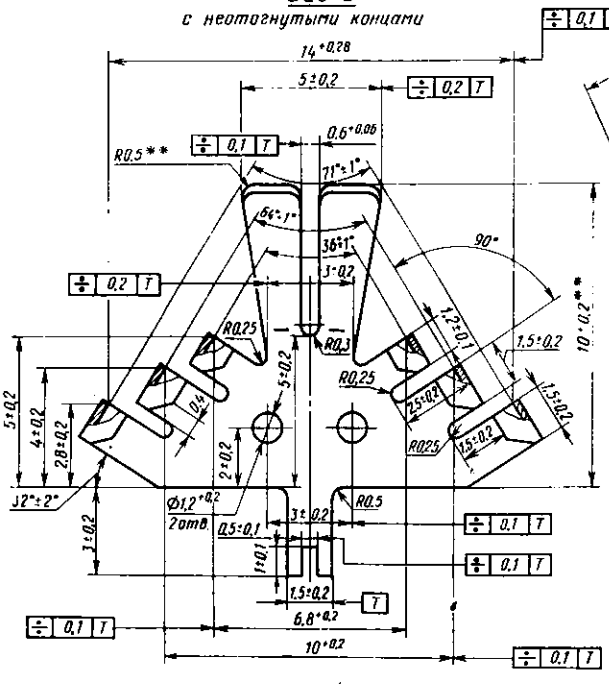


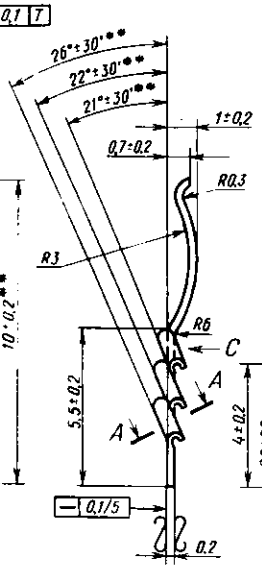
№ позиции	L
23	30±0,2
24	25±0,2
25	19±0,2

Щетка должна быть ровной, не иметь волнистости и следов перегиба.

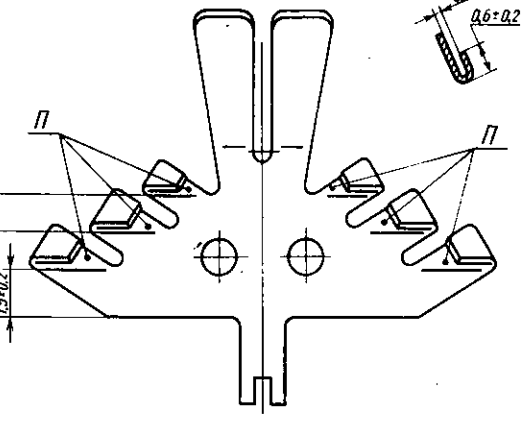
Поз. 26

▽5 (▽)





Вид С



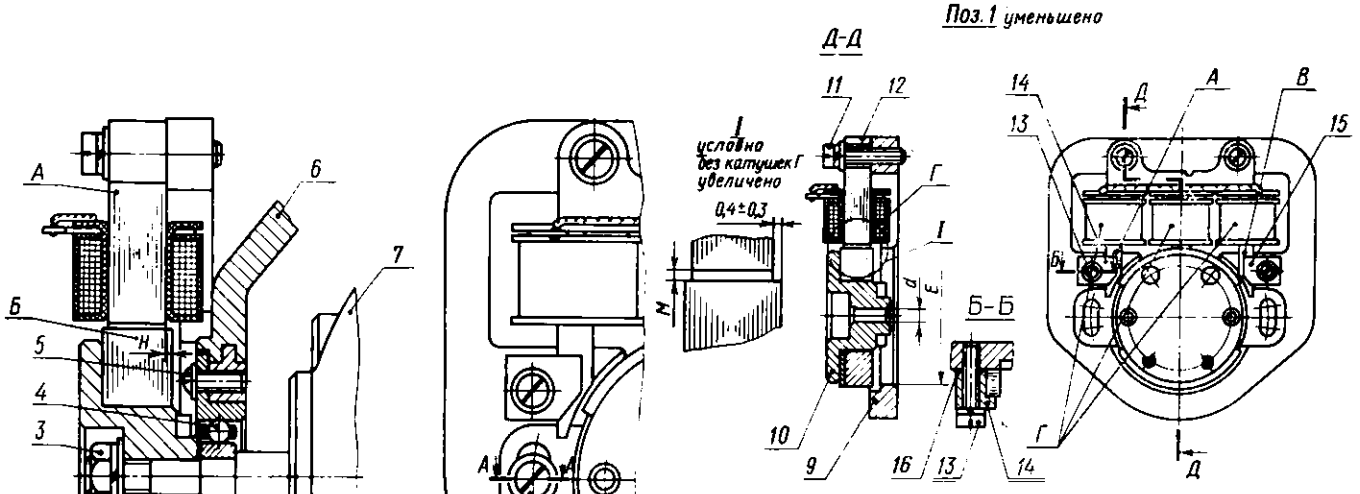
А – А

1 ** Допуски обеспечить инструментом.
2. Внутренний радиус гибки 0,1 мм
3. Неплоскостность поверхностей П не более 0,1 мм.

Рис. 11.9

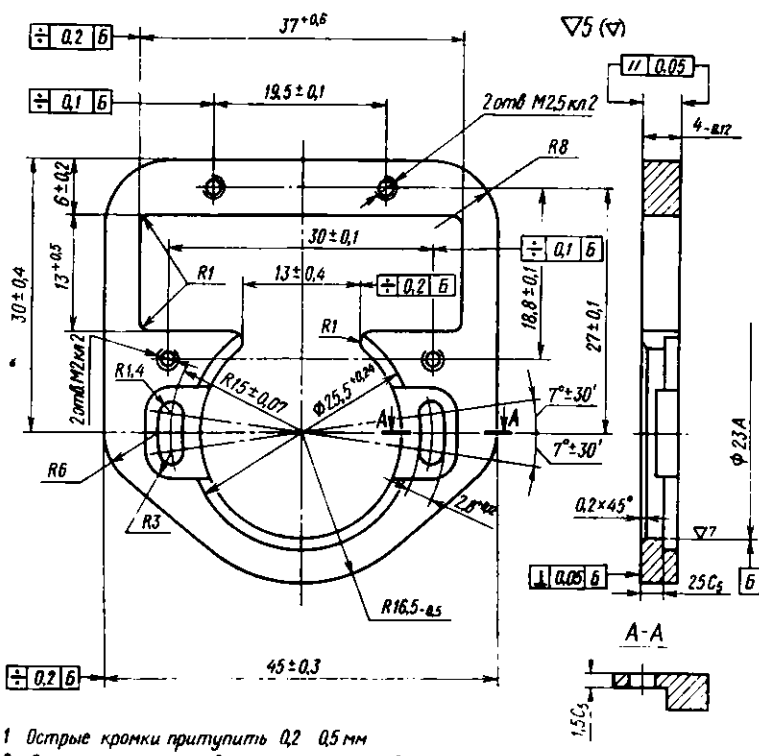
Лист 4

Поз. 1 уменьшено



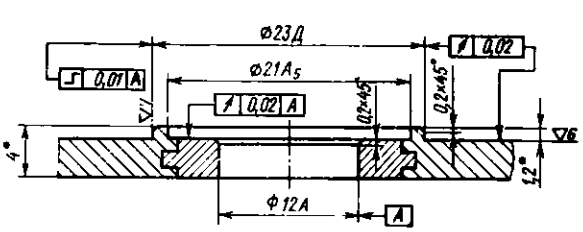
1. Зазор М устанавливать в пределах 0,2...0,25 мм (в нулевом положении и при поворотах якоря на 25°...28°) в приспособлении, обеспечивающем соосность диаметров d и E в пределах 0,02 мм. Зазор должен быть одинаковым между левым А и правым В стержнями. Допустимое отклонение не более 0,02 мм
2. Прокладки поз. 16 ставить по мере надобности, обеспечивая технологический зазор между кронштейном поз. 9 и уголками поз. 14 и 15 в пределах 0,1...0,3 мм. Перекос уголков поз. 14 и 15 в месте технологического зазора при затяжке винтами поз 13 должен быть в пределах допуска на технологический зазор.
3. Прижатие статора индукционного датчика уголками поз. 14 и 15 допускается по одной линии .

Поз. 9 увеличено

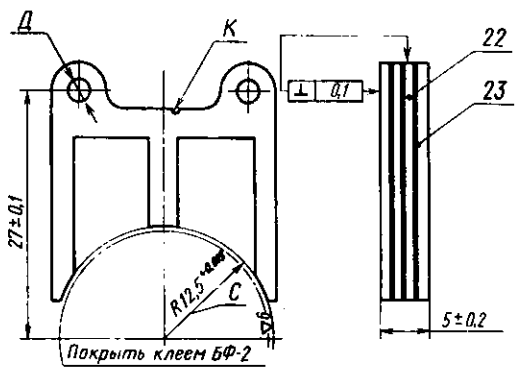


1. Острые кромки притупить 0,2...0,5 мм
2. Допускается изготовление из алюминиевого сплава АЛ2 способом литья под давлением без отступлений от требований чертежа
3. Покрытие Ан.Окс.хр.

Элементы узла поз 6 повернуто



Поз. 17 увеличено



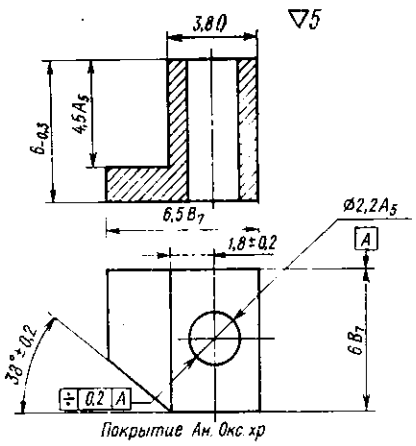
1. Пакет склеивать в специальном приспособлении.
2. Пакет набирать так, чтобы метки К на пластинах совпадали
3. Смещение контуров отверстий ФД по толщине пакета не более 0,05 мм.
4. Прокладки изоляционные поз. 23 ставить через четыре пластины.
5. Размер С до нанесения покрытия

Рис. 11.10
на 3 листах.
Лист 1

Индукционный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем:

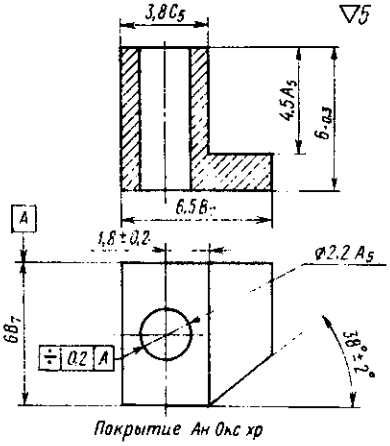
1 - индукционный датчик с кронштейном (сб.); 2 - шайбы (латунь Л62 Т-0,2-0,03; 0,5-0,08); 3 - гайка (сталь А12), 4 шарикоподшипник А140023. 5 винт М2×3-4 шт.; 6 - вилка карданова подвеса (сб.); 7 - гироузел (сб.); 8 - винт М2,6×3-2 шт.; 9 - кронштейн (алюминиевый сплав Д16А-Т); 10 - якорь (сб); 11 - винт М2,6×12-2 шт; 12 - статор (сб.); 13 - винт М2×10-2 шт.; 14 - уголок (алюминиевый сплав Д1А-Т); 15 уголок (алюминиевый сплав Д1А-Т), 16 - прокладки (латунь Л62-Т, Т=0,2-0,03);

Поз.14 увеличено



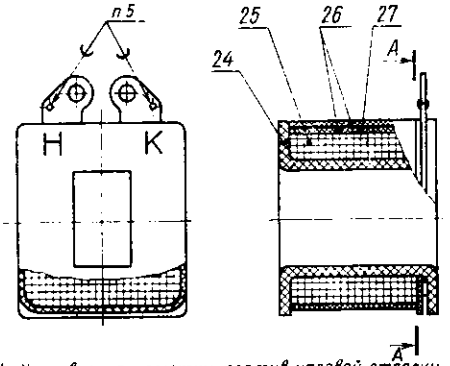
Покрытие Ан. Окс. хр

Поз.15 увеличено



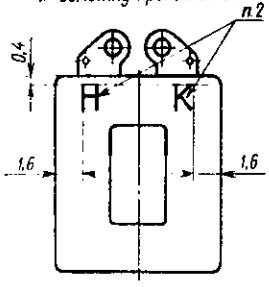
Покрытие Ан Окс хр

Поз.18 и 19 увеличено

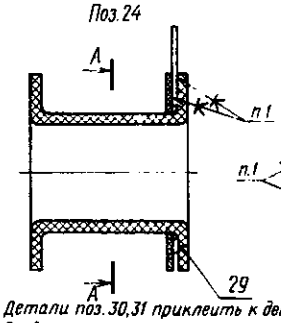


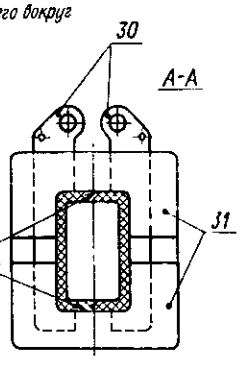
№ позиции	18	19
Провод	ПЭВ-1	ПЭВ-1
Диаметр провода по меди	0,07	0,08
Число витков	1550	1800
Омическое сопротивление, Ом	180±27	180±27

1. Направление намотки против часовой стрелки, если смотреть по направлению стрелки Б
2. Намотку катушки производить по специнструкции.
3. Начало обмоточного провода изолировать лакотканью поз. 28.
4. Конец обмоточного провода закрепить ниткой.
5. Провод обмоточный паять припоем ПОС61 по специнструкции, обернув его вокруг вывода 1...2 раза. Пайку пломбировать по инструкции.
6. Концы обертки изоляционной поз. 26 закрепить клеем БФ-4.
7. Обмотку пропитать лаком МЛ-92.



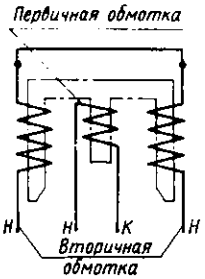
Поз. 24



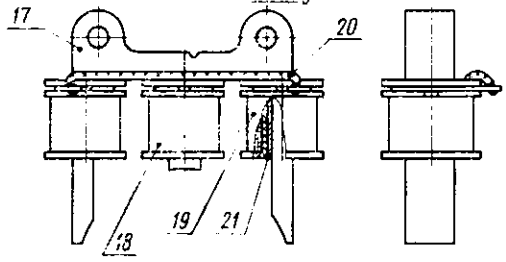


1. Детали поз. 30,31 приклеить к детали поз. 29 клеем БФ-4.
2. Буквы нанести эмалью по инструкции.

Схема

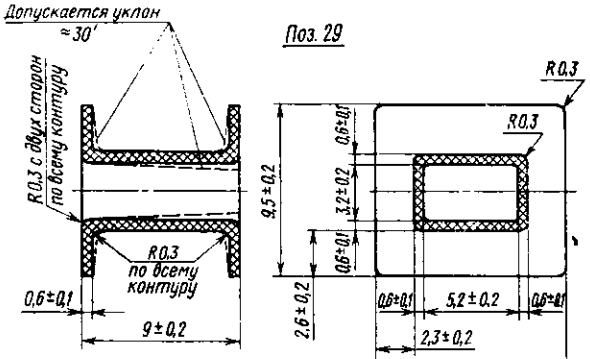


Поз.12 увеличено

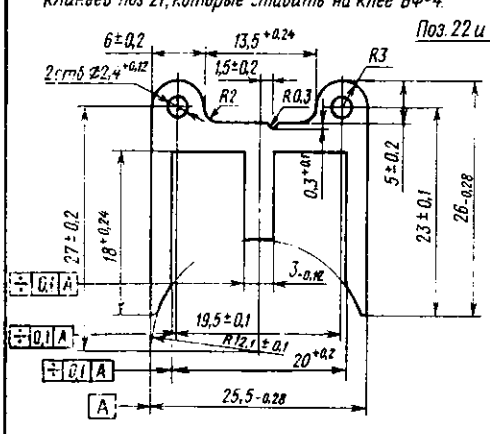


1. Катушки поз. 18 и 19 ставить на клее БФ-4
2. Плотную посадку катушек осуществить при помощи клиньев поз 21, которые ставить на клее БФ-4.

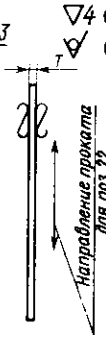
Поз. 29



Поз. 22 и 23



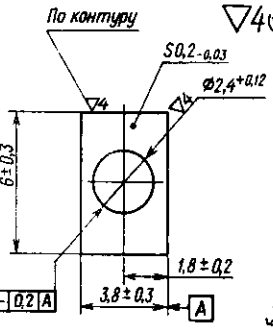
▽4 (▽) для поз. 22
(▽) для поз. 23



№ позиции	T
22	0,35±0,04
23	0,1±0,015

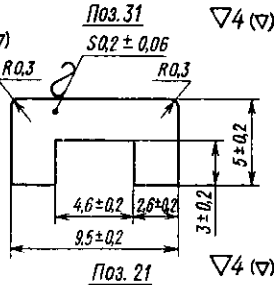
1. Вмятины не допускаются.
2. Прогиб пластин в свободном состоянии на плите не более 0,2 мм
3. Пластины покрыть клеем БФ-2 с двух сторон.

Поз.16 увеличено



Покрытие Хим. Пас

Поз.31



Поз. 21

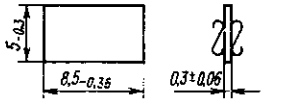
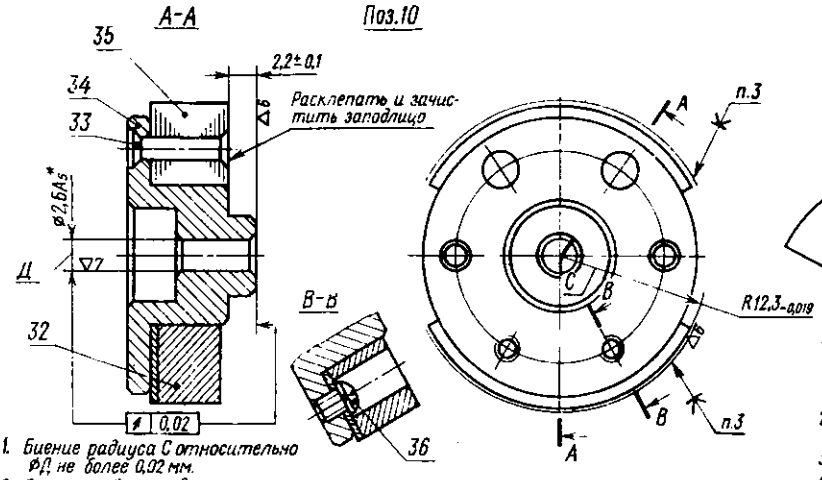
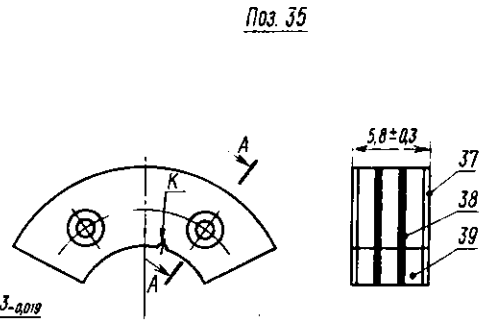


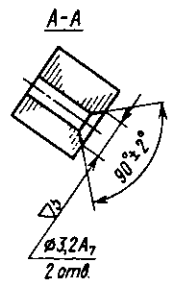
Рис. 11.10

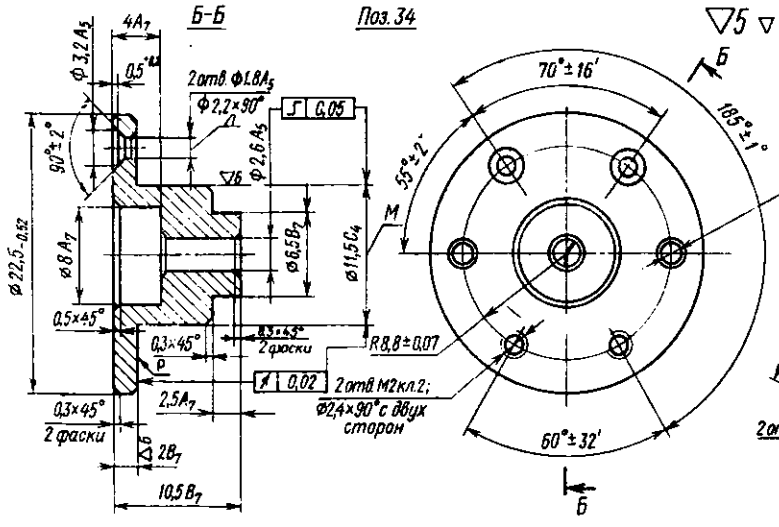
Лист 2

17-пакет статора (сб.); 18-катушка (сб.); 19-катушка (сб.); 20-провод монтажный МГШВ 5×0,14 мм², l=0,035 м; 21-клин (гетинакс В, л 0,3); 22-пластина (сталь 342, н 0,35); 23-прокладка изоляционная (электропрессшпан, л 0,1); 24-каркас катушки с выводами (сб.); 25-провод (см табл поз 18 и 19), 26-обертка изоляционная 4,5±0,4×7,5±0,2, T=0,1 (лакоткань ЛШ 1), 27-этикетка (бумага); 28-лакоткань ЛШ 0,1×5×2,5; 29-каркас катушки (стеклополиамидная 68); 30-вывод (латунь Л62); 31-прокладка (гетинакс В);

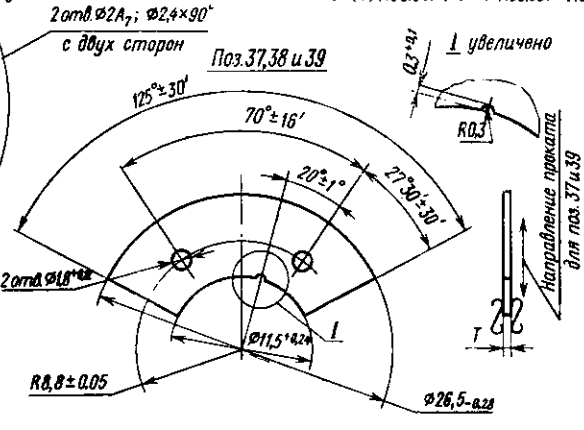




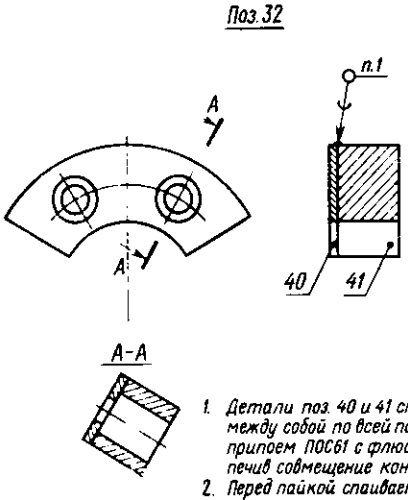


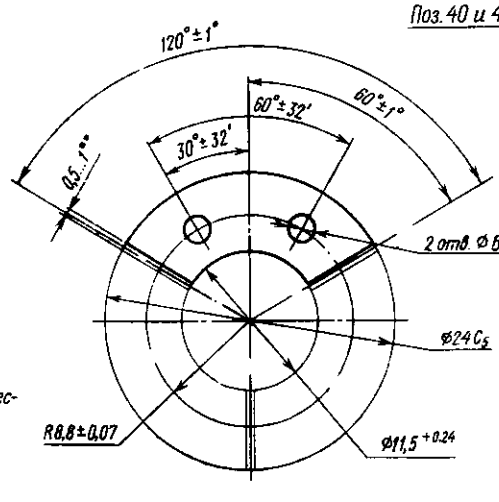


▽5 (▽) поз.37; ▽4 (▽) поз.39; ▽ поз.38



№ поз.	Т
37	0,5±0,05
38	0,1±0,015
39	0,35±0,04





▽4 (▽)



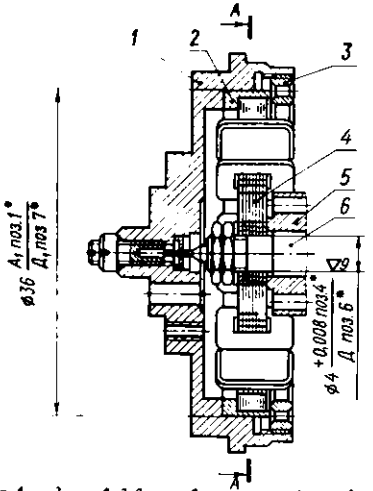
№ поз.	Т	Б
40	0,5-0,07	2,4А5
41	5-0,25	4,2А7

1 ** Размер обеспечить инструментом.
2 Острые кромки притупить 0,2 ... 0,3 мм.
3 Покрытие 0,9 оплавленное для детали поз. 40.

Рис. 11 10

Лист 3

32 - пластина с грузом (сб.); 33 - заклепка (латунь Л62); 34 - фланец (алюминиевый сплав Д1-Т); 35 - пакет якоря (сб.); 36 - винт М2×3 - 2 шт.; 37 - пластина якоря (сталь 342); 38 - прокладка изоляционная (электропрессшпан); 39 - пластина якоря (сталь 342); 40 - пластина (латунь ЛС59-1Т, л. 0,5); 41 - груз (свинец СОЛ)



1. Места выхода проводов из отверстий основания датчика поз.1 изолировать трубкой из фторопласта 4Д.
2. Выводные провода собрать в жгут при помощи специальных крученых шелковых ниток
3. Гайку поз 3 пломбировать эпоксидным компаундом ЭД-5 К2

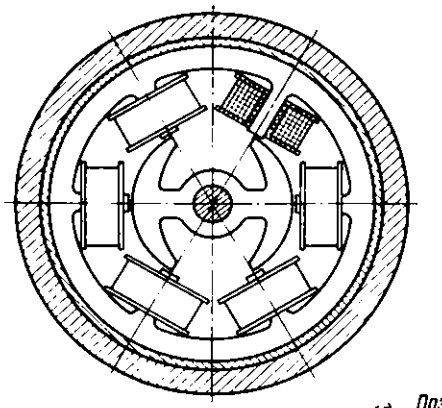
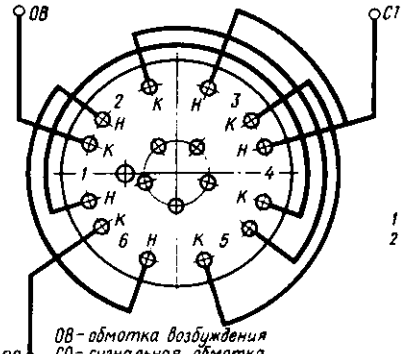
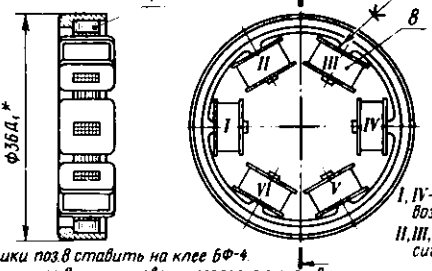


Схема монтажная



ОВ – обмотка возбуждения
СО – сигнальная обмотка
СТ – средняя точка

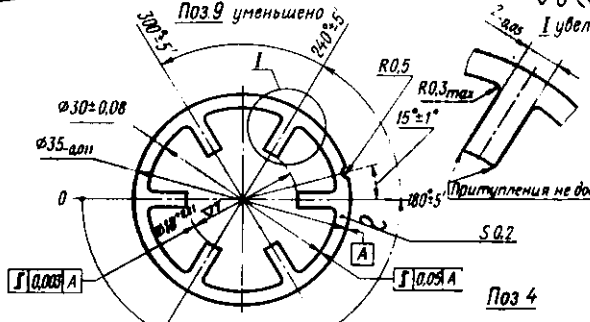
Поз.2 уменьшено



I, IV – катушки возбуждения
II, III, V, VI – катушки сигнальные

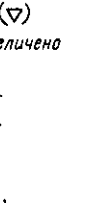
1. Катушки поз.8 ставить на клее БФ-4
2. Катушки поз 8 монтировать согласно схеме Монтажные соединения паять припоем ПОС61 с бескислотным флюсом (пайка условно не показана). Места соединения катушек изолировать трубкой из фторопласта 4Д

Поз.9 уменьшено

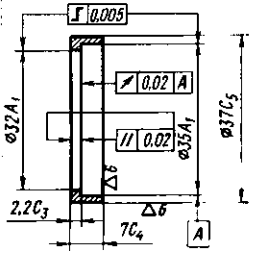


▽5 (▽)

I увеличено

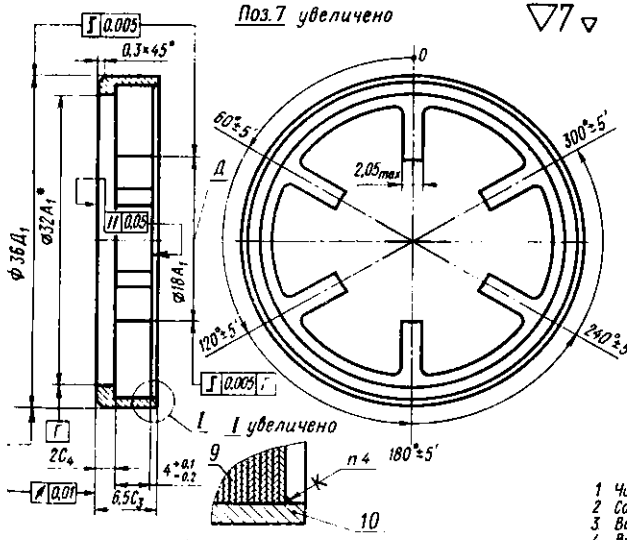


Поз.10 уменьшено



▽7 (▽)

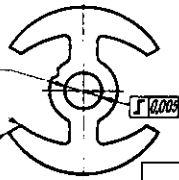
Поз.7 увеличено



▽7 ▽

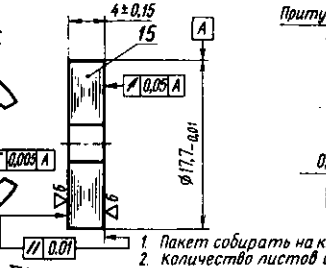
1. Количество листов определяется размером пакета
2. При сборке пакета каждый последующий лист разворачивать относительно предыдущего на один зубец
3. Допускается механическая обработка ФД с чистотой поверхности не ниже ▽8
4. Пломбировать эпоксидным компаундом ЭД-5 К2 в шести точках равномерно по окружности

Поз 4



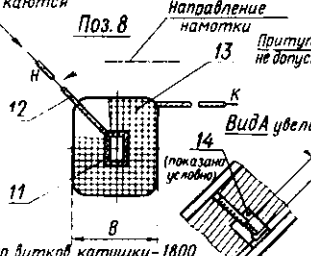
1. Термообработка по специнструкции
2. Заусенцы не допускаются

▽5 (▽)



1. Пакет собирать на клее БФ-2
2. Количество листов определяется размером пакета.
3. Заусенцы не допускаются

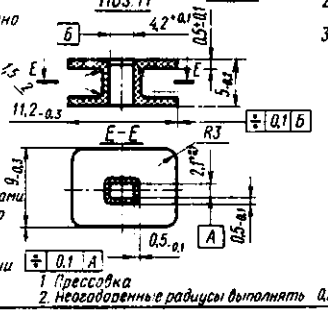
Поз 8



Вид А увеличено

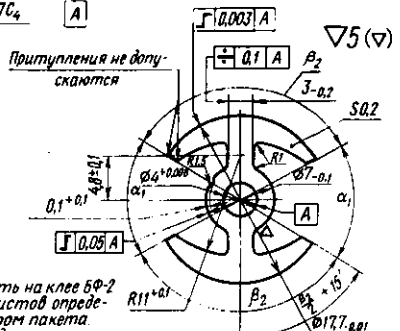
1. Число витков катушки – 1800
2. Сопротивление катушки 370±12% Ом при t=20°С
3. Выступание намотки по размеру В не более 1 мм
4. Выводные провода Н и К крепить шелковыми нитками
5. Наличие короткозамкнутых витков проверять по специнструкции
6. Пропитать термореактивным составом КП-18 и лакировать эмалью ОЗП-4173-1 по специнструкции

Поз.11



1. Прессовка
2. Неоговоренные радиусы выполнять 0,2мм

Поз.15

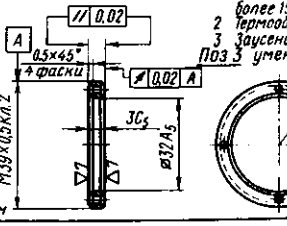


▽5 (▽)

Притупления не допускаются

1. Углы α_1 и α_2 должны быть 60°±20'. Допустимая разница между α_1 и α_2 не более 3', между углами β_1 и β_2 не более 15'
2. Термообработка по специнструкции
3. Заусенцы не допускаются

Поз.3 уменьшено



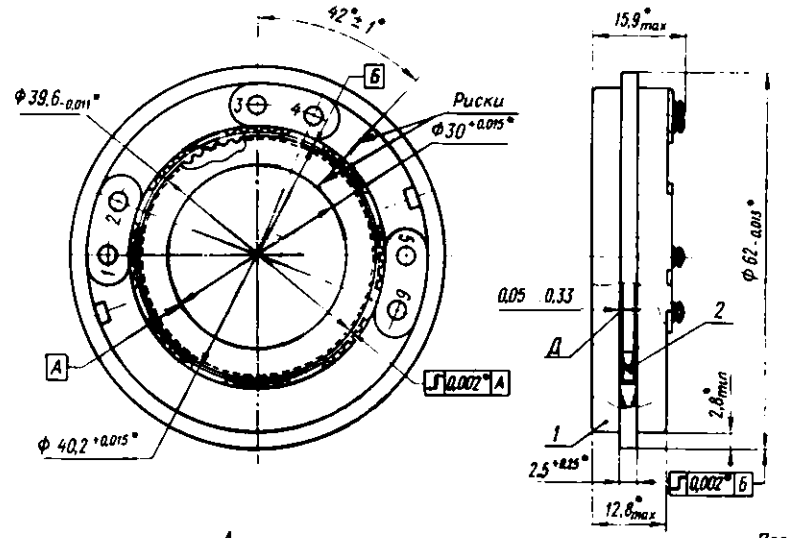
▽6 (▽)

Покрытие Ан 6кс.хр

Рис. 11.11

Сдвоенный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем:

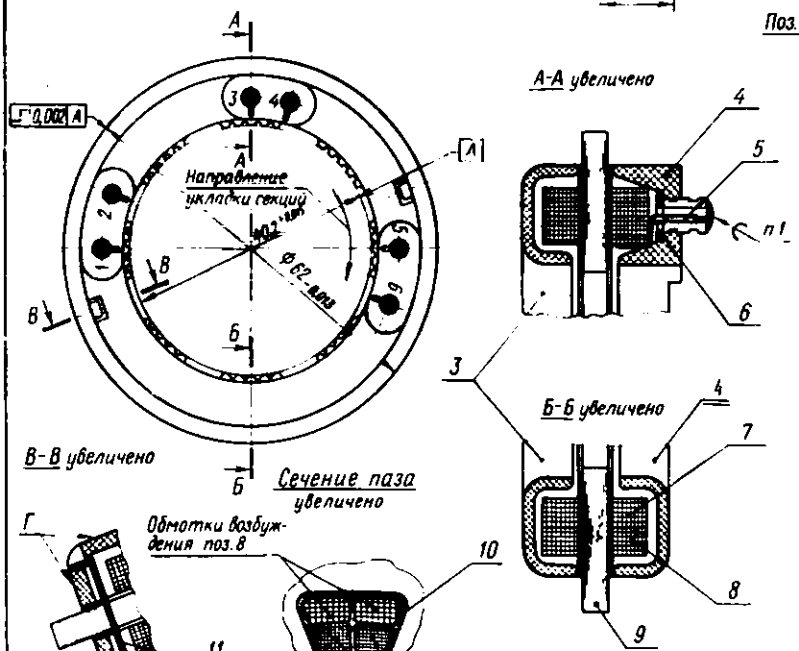
1 – основание датчика (алюминиевый сплав В95 Т1); 2 – пакет статора с катушками (сб.); 3 – гайка специальная (алюминиевый сплав В95-Т1); 4 – пакет статора (сб.); 5 – рама гироузла (алюминиевый сплав В95 Т1); 6 – ось гироузла (сталь Ш Х15П); 7 – пакет статора (сб.); 8 – катушка (сб.); 9 – лист статора (сплав 50Н, л. 0,2), 10 – обойма (латунь Л62); 11 – каркас (пресс-материал К-21-22); 12 – провод ГФ 100, S = 0,03 мм², 13 – провод ПЭВ Ф 0,05; 14 – бумага конденсаторная КОН-1, 15 – лист якоря (сплав 50Н, л. 0,2)



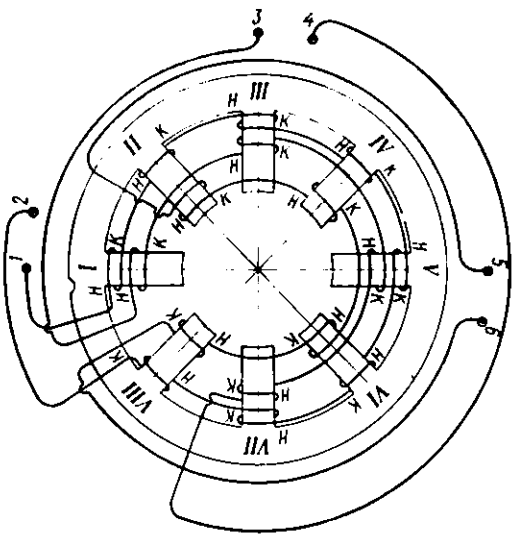
Электрическая схема



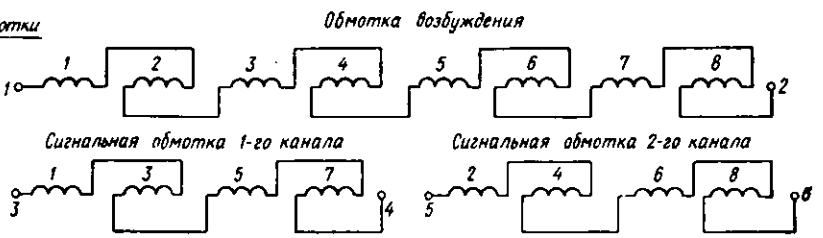
1. Сборка датчика показана условно.
2. При проверке по ТУ ротор и статор устанавливать в приспособление по посадке $\frac{A_1}{G_1}$, обеспечив размер Д. Несоосность посадочных мест ^{G_1} в приспособлении под статор и ротор должен быть не более 0,005 т.м.
3. На статоре и роторе по методике технических условий нанести риски шириной 1 мм max. Риски нанести с двух сторон: со стороны выводов статора эмалью ПФ-115 (голубой), с обратной стороны эмалью ПФ-115 (желтой). Допускается смещение рисок ±1 мм.



Монтажная схема



Электрическая схема



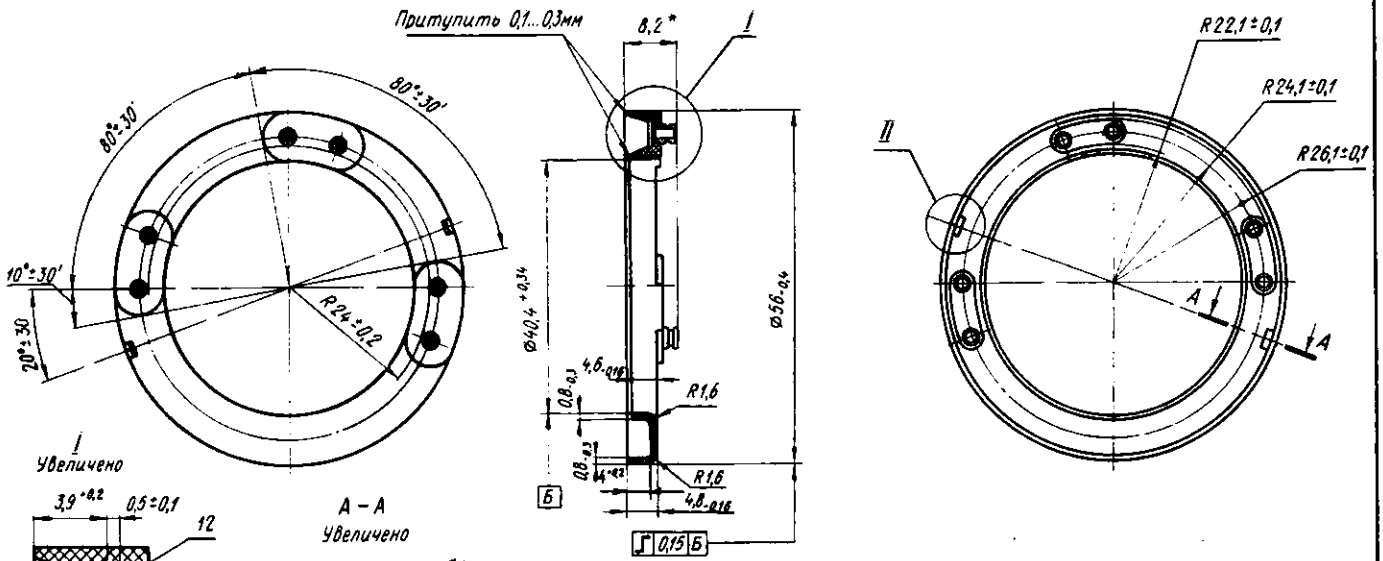
Обмоточные данные	Обмотка 1-2	Обмотка 3-4	Обмотка 5-6
Диаметр провода	0,21	0,1	0,1
Число секций	8	4	4
Число витков в секции	52	300	300
Сопротивление в Ом, при t = 20°С	8 ± 0,8	110 ± 11	110 ± 11

1. Лаять припоем ПОС61. Места пайки выводных проводов поз 5 с обмоточным проводом изолировать пленкой конденсаторной в 3...4 слоя
2. Лобовые части обмоток и выводные провода обвязать нитками
3. Прокладки поз 6 и пазовую изоляцию поз 10 ставить на клее ВК-9
4. Колпачки поз. 3 и 4 крепить лентой поз 11. Концы ленты подрезать. Выступание их за поверхности Г не допускается. Перед установкой колпачков на лобовые части обмоток убедиться в отсутствии нарушения изоляции, забоин и вмятин на проводе. Проверку производить при увеличении 16 ×
5. Номера секций соответствуют номерам полюсов
6. Катушки поз 7 и 8 и колпачки поз 3 и 4 ставить на клее ВК-9

Рис. 11.12	Датчик импульсов
на 4 листах. Лист 1	1 - статор (сб.); 2 - ротор (сб.); 3 - колпачок (пресс-материал АГ-4С), 4 - колпачок (сб.); 5 - провод МГСТФ1, S = 0,07 мм², 6 - прокладка (картон электроизоляционный ЭВ, л. 0,3); 7 - катушка (сб.); 8 - катушка (сб.); 9 - пакет статора (сб.); 10 - картон электроизоляционный ЭВ, л. 0,15; 11 - лента стеклянная, Т = 0,08;

Поз 4

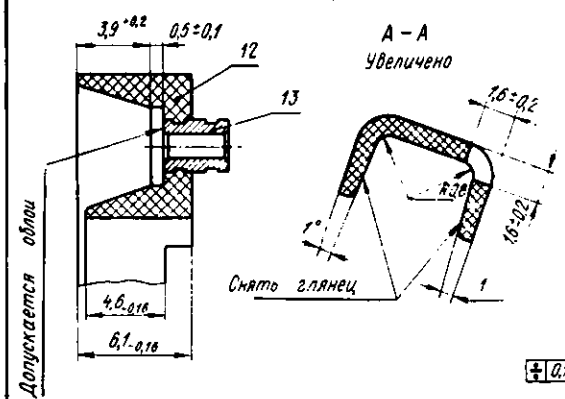
▽ 7 поверхности из пресс-материала



I
Увеличено

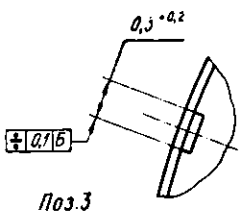
A – A
Увеличено

Допускается снятие глянца на внутреннем торце

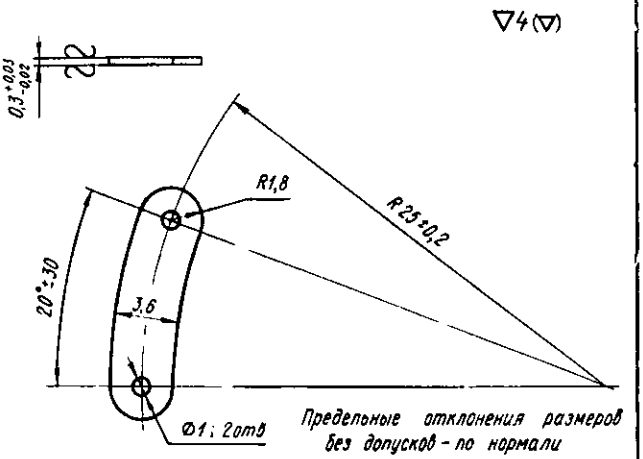


Поз. 6
Увеличена

▽4 (▽)

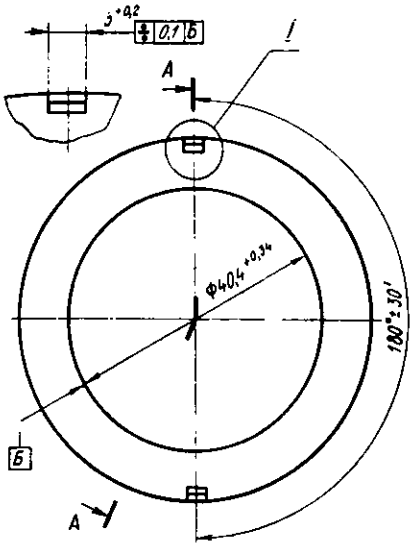


Поз.3



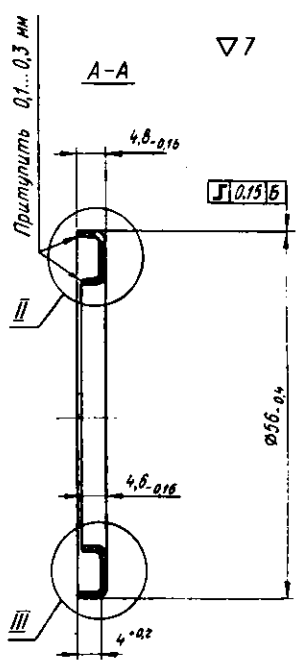
Предельные отклонения размеров без допусков – по нормали

I
Увеличено



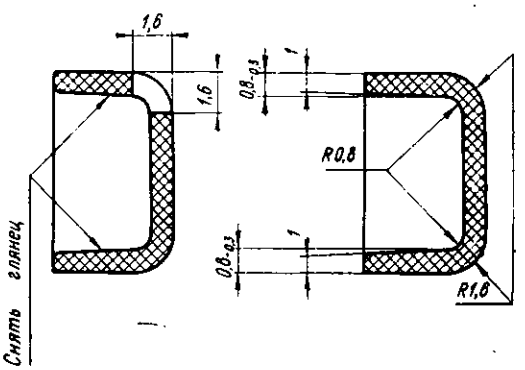
▽7

A–A



II
Увеличено

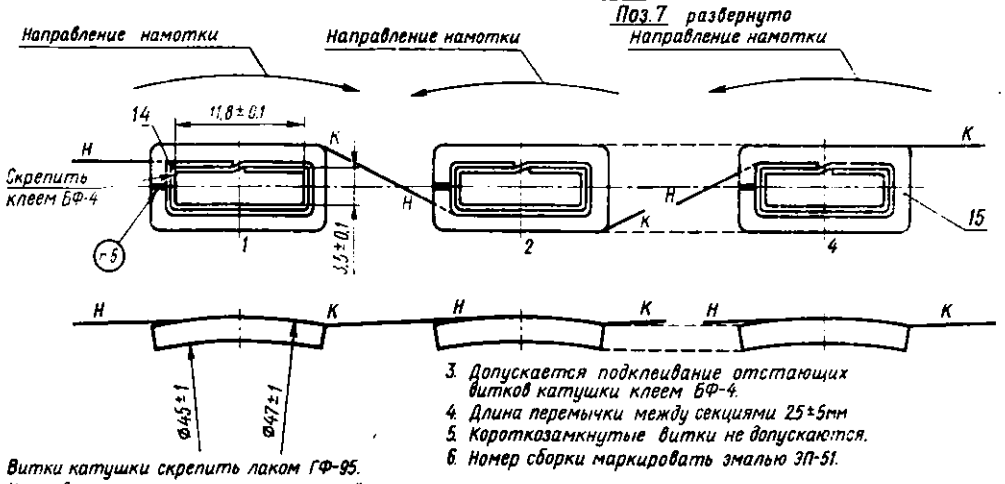
III
Увеличено

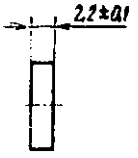


Допускается снятие глянца на внутреннем торце

Рис 11 12 Лист 2	12 колпачок (пресс материал АГ 4С). 3 ролик (латунь ЛС59)

Поз. 7 развернуто

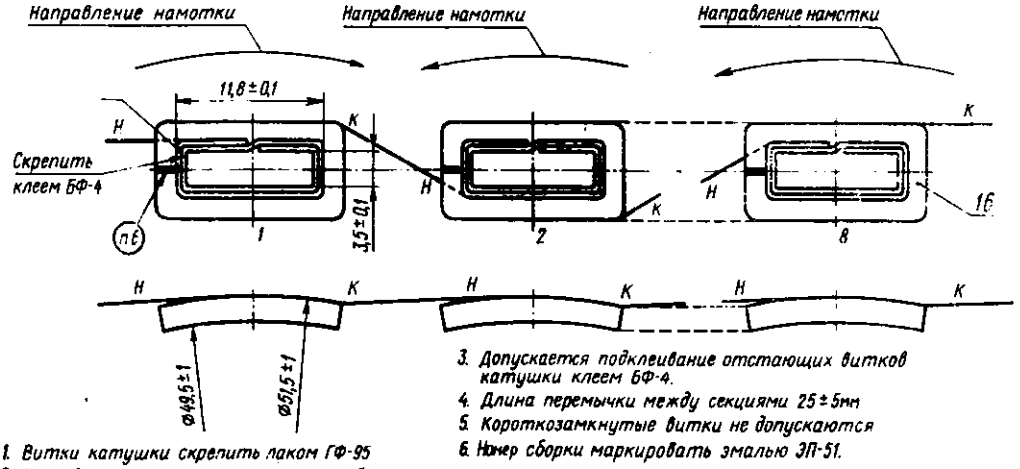


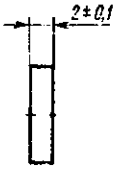


1. Витки катушки скрепить лаком ГФ-95.
2. Направление намотки нечетных секций — по часовой стрелке, четных секций — против часовой стрелки.
3. Допускается подклеивание отстающих витков катушки клеем БФ-4.
4. Длина перемычки между секциями 25 ± 5мм
5. Короткозамкнутые витки не допускаются.
6. Номер сборки маркировать эмалью ЭП-51.

Обмоточные данные
Провод ПЭТВ – Ф0,1.
Число секций – 4.
Число витков в секции – 300.
Сопротивление при t=20°С 110±11Ом

развернуто

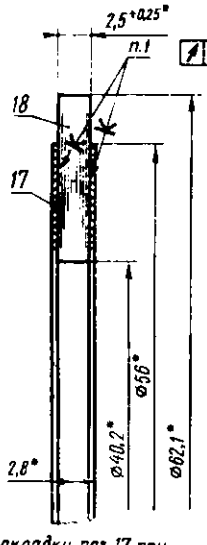




1. Витки катушки скрепить лаком ГФ-95
2. Направление намотки нечетных секций — по часовой стрелке, четных секций — против часовой стрелки.
3. Допускается подклеивание отстающих витков катушки клеем БФ-4.
4. Длина перемычки между секциями 25 ± 5мм
5. Короткозамкнутые витки не допускаются
6. Номер сборки маркировать эмалью ЭП-51.

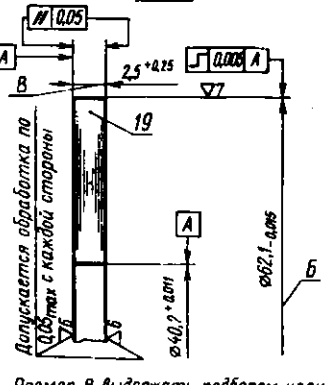
Обмоточные данные
Провод ПЭТВ – Ф0,21.
Число секций – 8.
Число витков в секции – 52.
Сопротивление при t=20°С 8 ± 0,8 Ом.

Поз. 9



Прокладки поз. 17 приклеить клеем БФ-4.

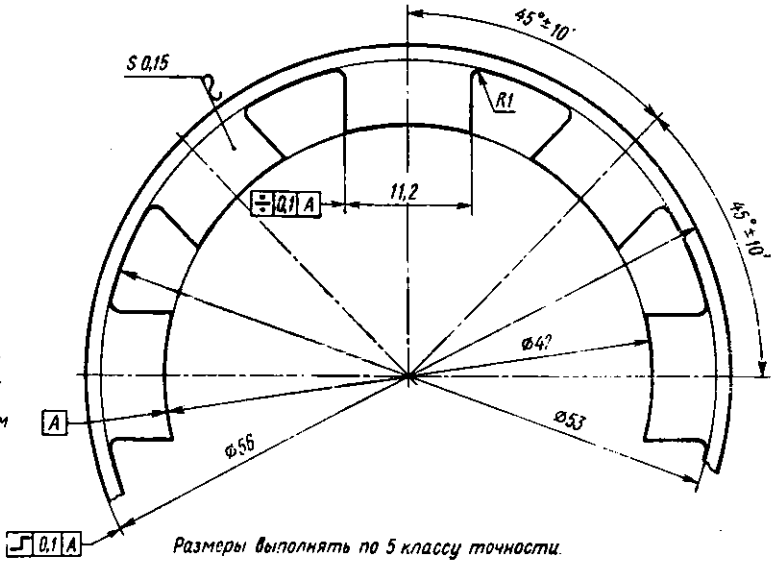
Поз. 18



1. Размер В выдержать подбором количества пластин (ориентировочно-13).
2. При сборке пакета каждую пластину смещать относительно другой в одном направлении на один большой зуб.
3. Пакет клеить клеем БФ-4.
4. Диаметр Б выполнить методом электроэрозионной обработки. Чистота обработки по специнструкции.

Поз. 17

▽3 (▽)



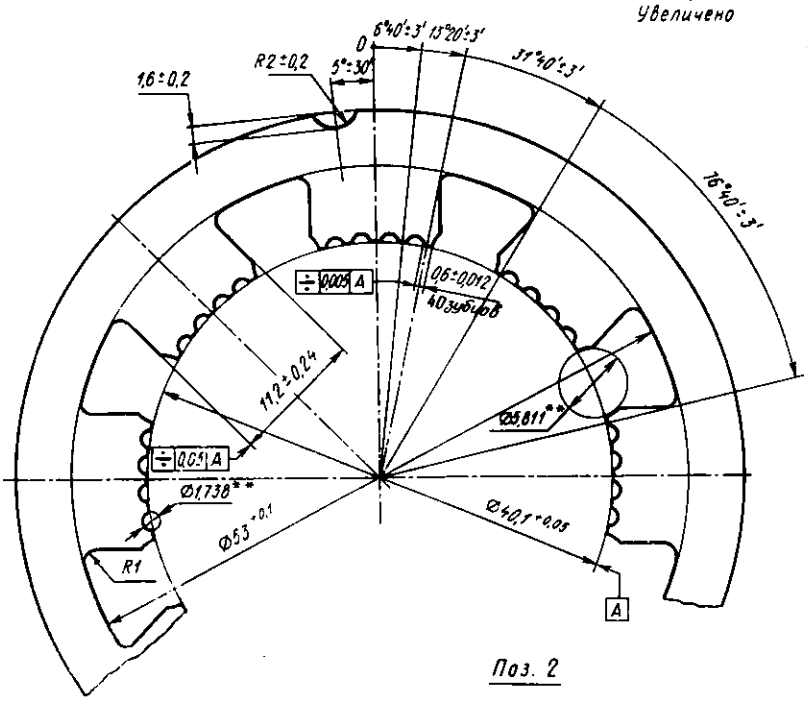
Размеры выполнять по 5 классу точности.

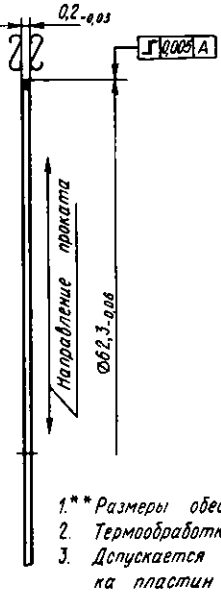
Рис. 11. 12

Лист 3

14 - картон электроизоляционный ЭВ, л. 0,15; 15 - провод ПЭТВ, Ф 0,1, l = 80 м; 16 провод ПЭТВ, Ф 0,21; 17 - прокладка статора (картон электроизоляционный ЭВ, л. 0,15); 18 - пакет статора (сб.); 19 - пластина статора (сплав 50НХС, лента 0,2); 20 - пластина ротора (сплав 50НХС, лента 0,2);

Поз. 19
Увеличено

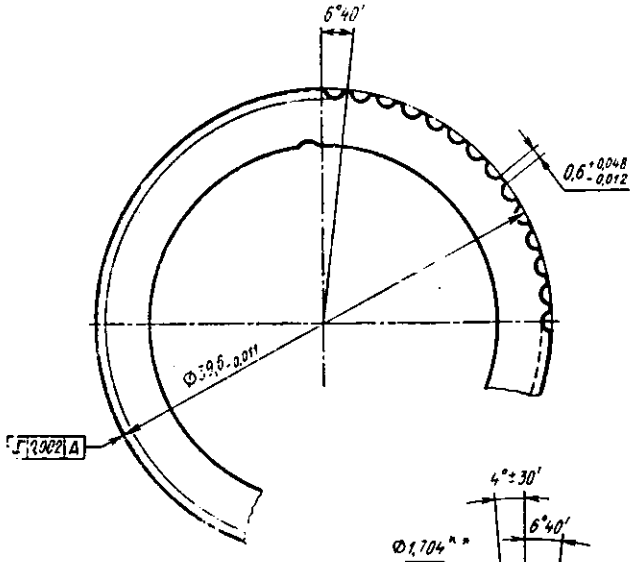


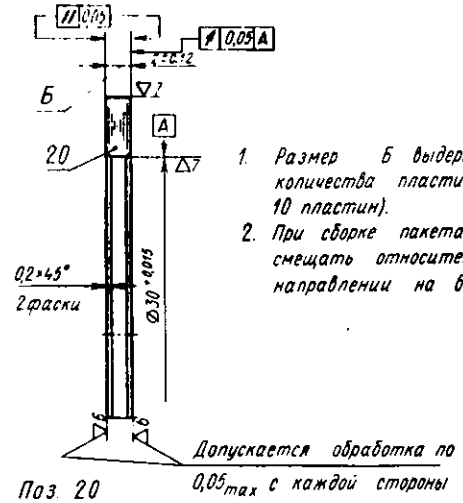


▽4 (▽)

1.** Размеры обеспечить инструментом.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Допускается механическая обработка пластин после термообработки.
4. Допуск на шаг и любую сумму шагов для малых зубцов ±3'.
5. Покрыть клеем БФ-4.

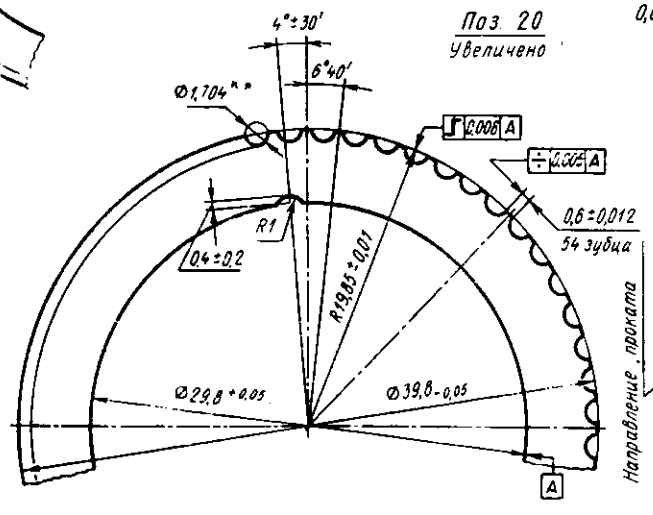
Поз. 2

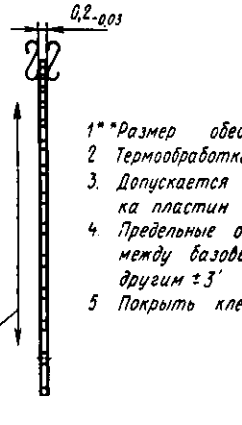




1. Размер Б выдержать подбором количества пластин (ориентировочно 10 пластин).
2. При сборке пакета каждую пластину смещать относительно другой в одном направлении на 6 зубцов.

Поз. 20
Увеличено



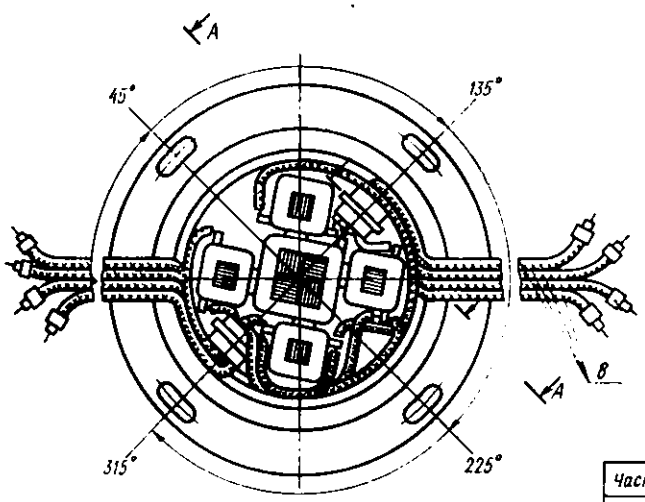


▽4 (▽)

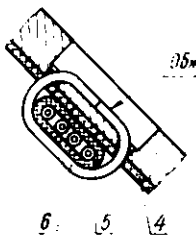
1.** Размер обеспечить инструментом
2. Термообработка по специнструкции.
3. Допускается механическая обработка пластин после термообработки.
4. Предельные отклонения размера между базовым зубцом и любым другим ±3'
5. Покрыть клеем БФ-4.

Рис. 11.12

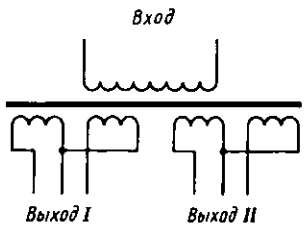
Лист 4

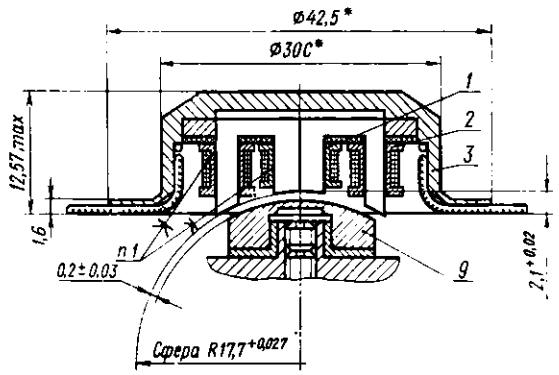


А-А увеличено



Электрическая схема

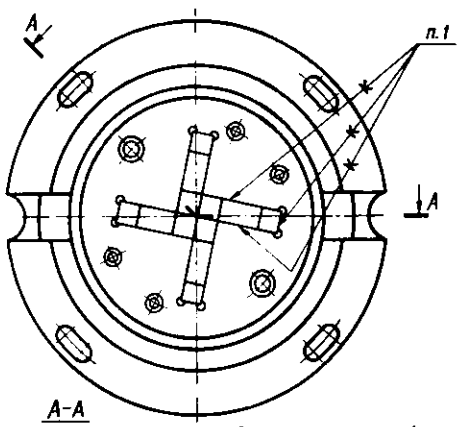




Частота	10 кГц
Напряжение возбуждения	10 В
Рабочий угол рассогласования ротора	2°
Остаточное напряжение не более	4 мВ
Крутизна выходного напряжения не менее	0,45 в/град
Несимметричность выходного напряжения не более	2%
Нелинейность выходного напряжения не более	2%
Угол сдвига между входным и выходным напряжениями	90°
Влияние канала на канал в пределах угла 20°	1%

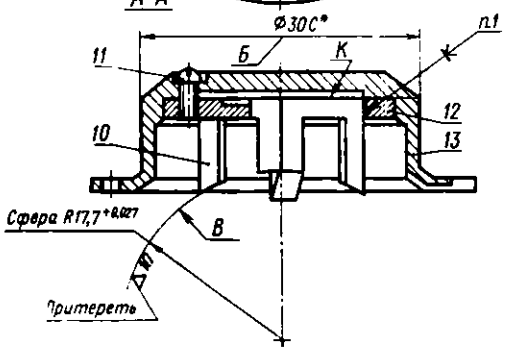
1. Катушки поз.1 и 2 ставить на полюсы сердечника поз 3 на клей ВК-9.
2. Монтаж вести проводами, согласно схеме соединения катушек. Паять припоем ПОС61. Лепестки катушек подогнуть к обмотке. Свободная длина выводных концов 120...150 мм.
3. На выводные концы проводов надеть полихлорвиниловые трубки поз.7.
4. Перед проверкой параметров произвести термическую стабилизацию в количестве трех циклов.
   Один цикл: Т = −60 ± 5°С − 2 ч
   Т = +100 ± 5°С − 2 ч

Поз.3

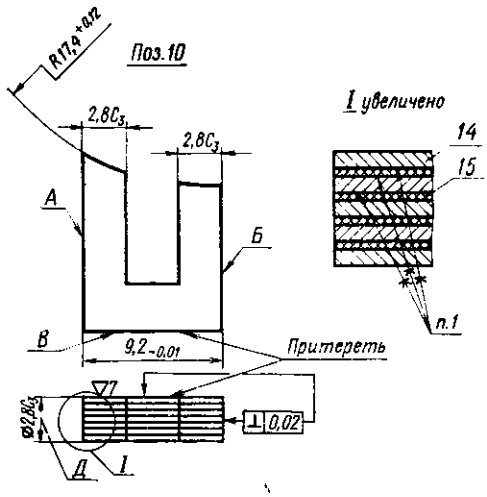


1. Пакет статора поз.10 склеить с корпусом поз.12 клеем ВК-9
2. Выступание или утопание пакета статора поз 10 относительно поверхности К корпуса поз.12 не более 0,02 мм.
3. Смещение центра сферы В относительно ⌀Б не более 0,01 мм Обработка сферы В электроэррозионным способом. Отклонение от сферичности шарового притира не более 0,003 мм
4. Замыкание пластин пакета статора не допускается, проверять визуально при увеличении 16*

А-А



Поз.10



1. Размер Д обеспечить набором пластин поз 14 и прокладок поз 15.
2. Пакет склеить по специнструкции. Усилие сжатия пакета при склеивании (1,5...2)·10³ Н/м².
3. Поверхности А и Б зачистить от наплывов клея резинкой. Допускается притирать поверхность В, чистота обработки ▽7.
4. Замыкание пластин на поверхностях А и Б не допускается. Проверять визуально при увеличении 16*.

Рис. 11.13
на 3 листах.
Лист 1

Двухкоординатный датчик угла трансформаторного типа с подвижным якорем:
1 - катушка обмотки возбуждения (сб.); 2 - катушка сигнальной обмотки (сб.) - 4 шт.; 3 - сердечник (сб); 4 - прокладка (бумага кабельная К-120); 5 - трубка 230Т; 6 - бандаж (латунь Л62, проволока Ф 0,8); 7 - трубка полихлорвиниловая; 8 - провод МГТФЭ, S = 0,07 мм²; 9 - ротор (сплав 50НХС); 10 - пакет статора (сб.); 11 - винт М2·5-2 шт.; 12 - корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 13 - стакан (сплав 50Н); 14 - пластина (сплав 50НХС, лента 0,2); 15 - прокладка (картон ЭВ, л 0,1);

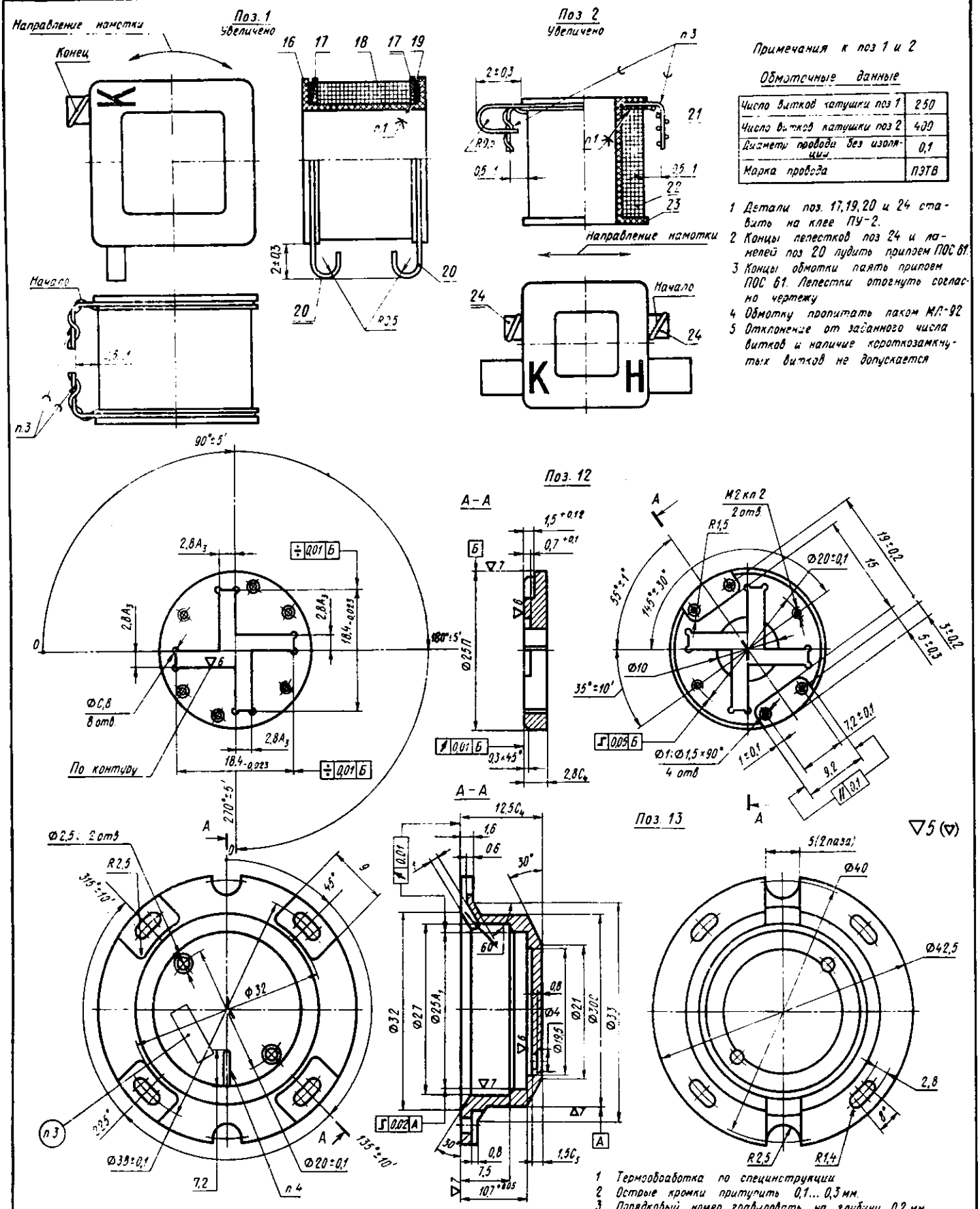
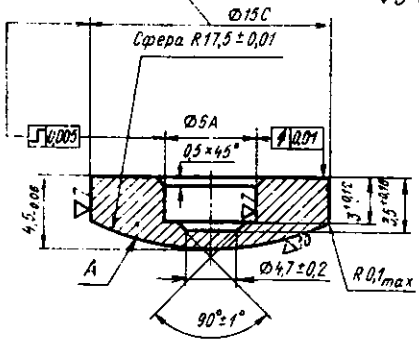


Рис. 11.13

Лист 2

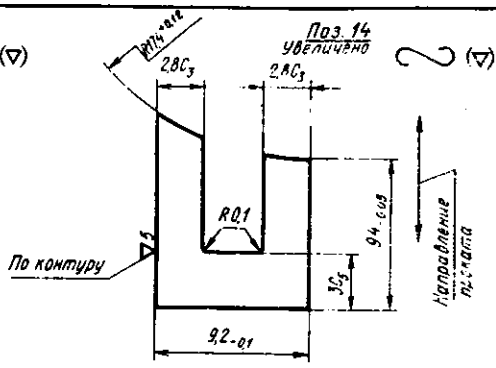
16 - каркас (смола полиамидная 68); 17 - прокладка (бумага кабельная К-80); 18 - обмотка (провод ПЭТВ); 19 - прокладка (картон ЭВ, п.0,1); 20 - панель (латунь Л62-ТП, лента 0,1×10), 21 - прокладка (бумага кабельная К-80); 22 - обмотка (провод ПЭТВ); 23 - каркас (смола полиамидная 68); 24 - лепесток (латунь Л62-ПТ, лента 0,1×10);

Поз. 9
Увеличено



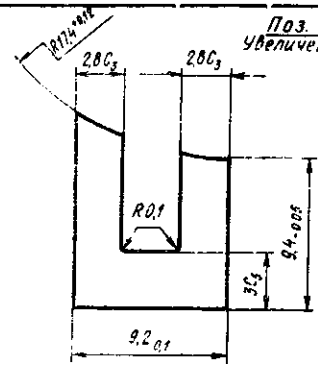
1. Острые кромки притупить 0,2...0,3 мм.
2. Несовпадение центра сферы А с осью Ф Б не более 0,01 мм.
3. Отклонение сферы от сферичности не более 0,003 мм.

Поз. 14
Увеличено



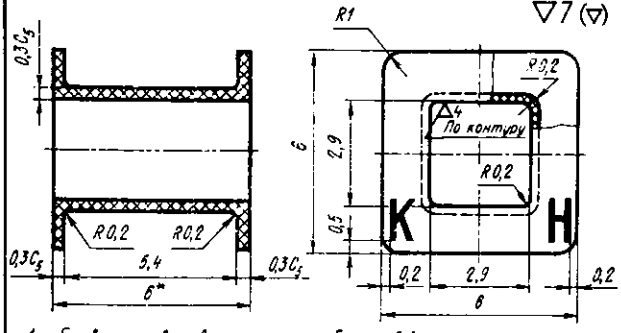
1. Термообработка по инструкции.
2. Заусенцы не допускаются.
3. Направление проката контролировать выборочно.
4. Нанести один слой клея БФ-2 толщиной не более 0,01 мм.

Поз. 15
Увеличено



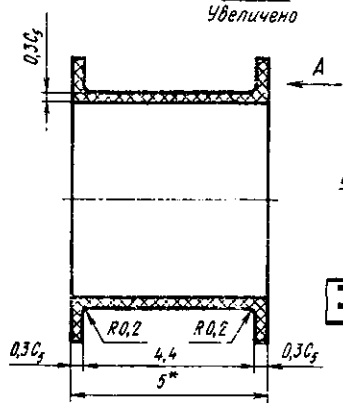
1. Размеры обеспечить инструментом.
2. Нанести один слой клея БФ-2 толщиной не более 0,01 мм.

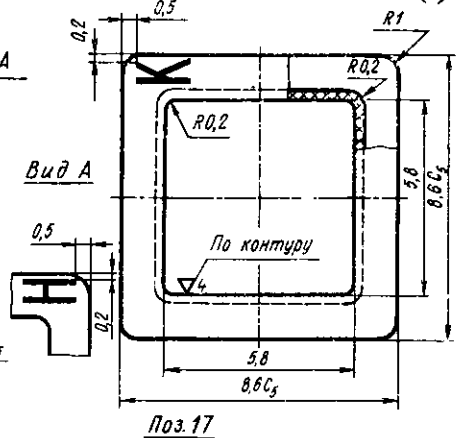
Поз. 23
Увеличено



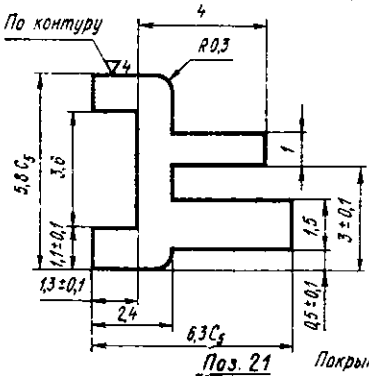
1. Буквы гравировать на глубину 0,1 max мм. Чистота поверхности букв ▽4.
2. Допускается применение материала АГ-4В.

Поз. 16
Увеличено

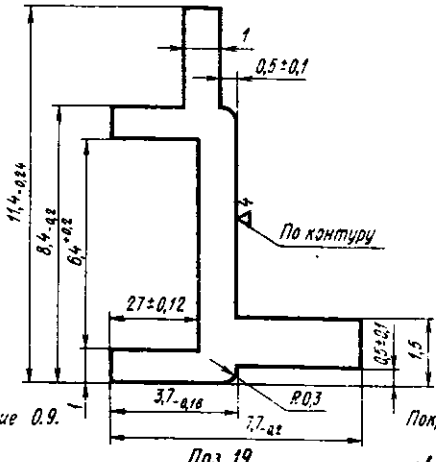




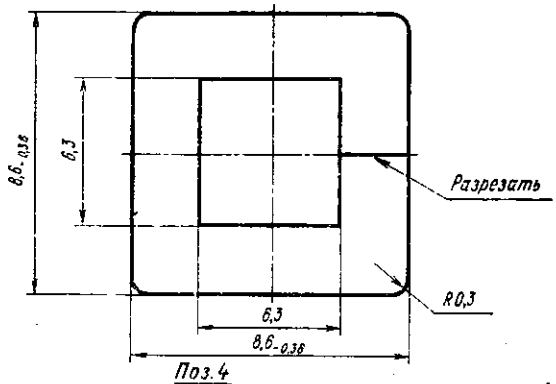
Поз. 24
Увеличено



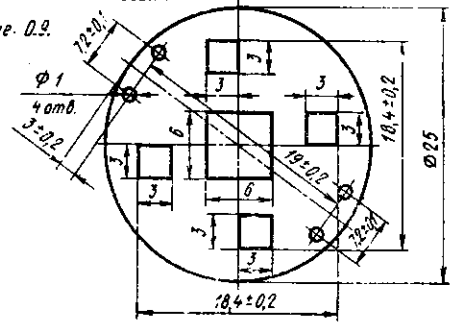
Поз. 20
Увеличено



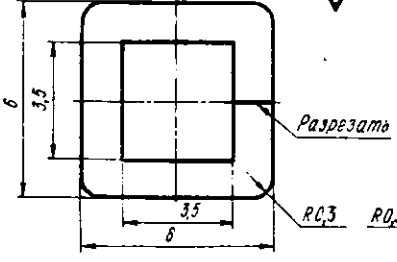
Поз. 17
Увеличено



Поз. 4
Увеличено



Поз. 21
Увеличено



Поз. 19
Увеличено

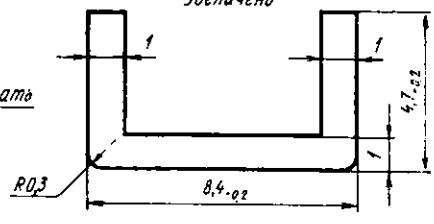
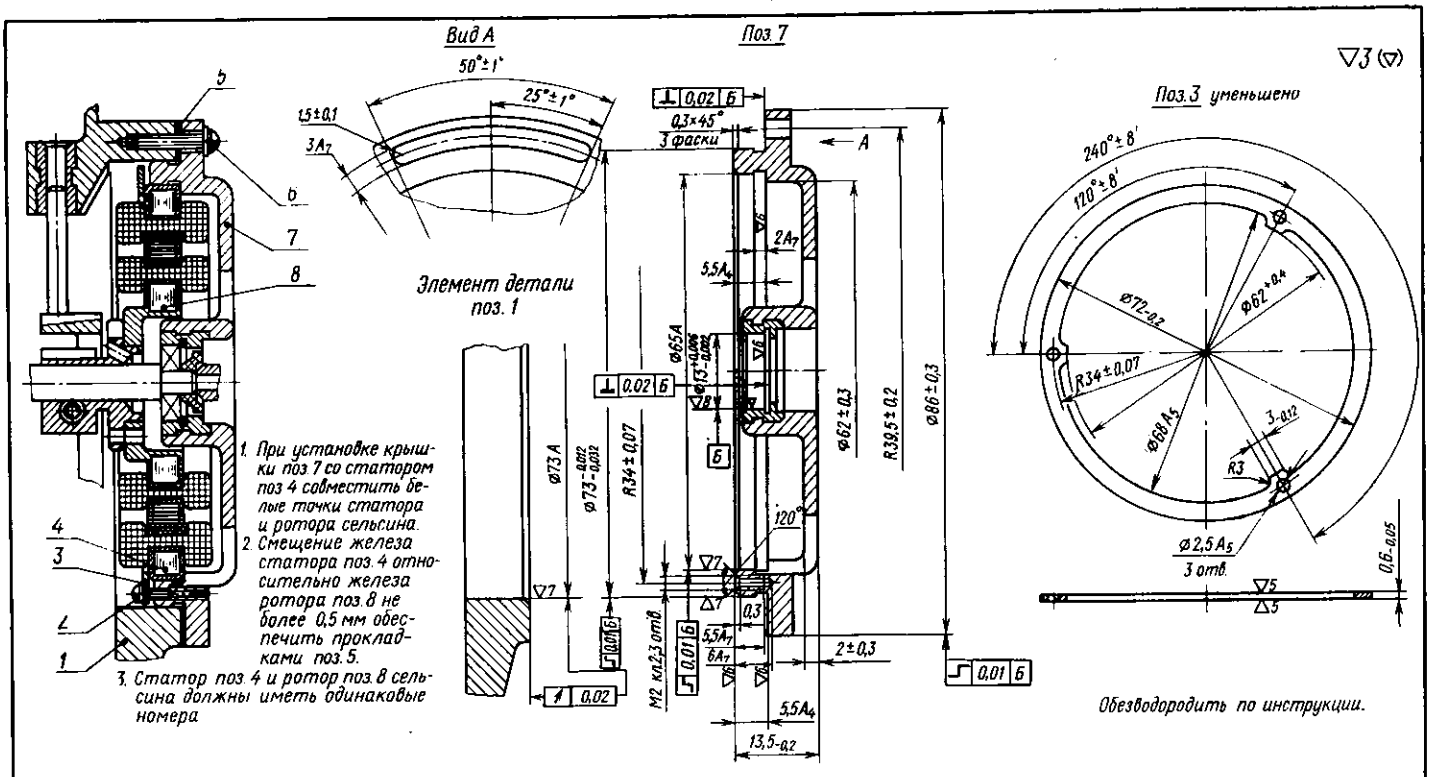
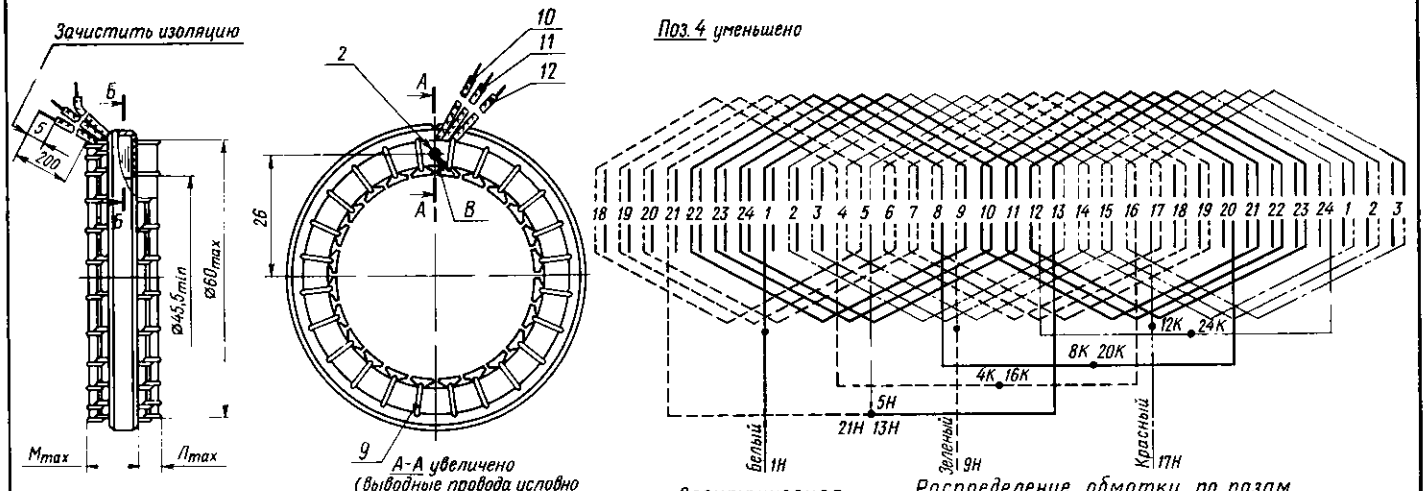
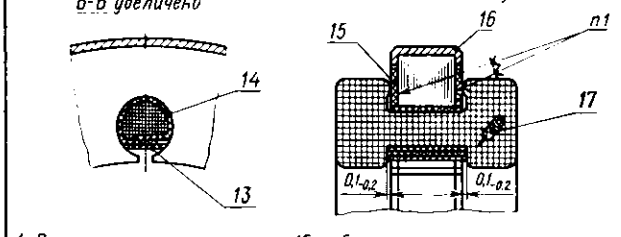


Рис. 11.13

Лист 3







1. Пластины изоляционные поз. 15 и обертку изоляционную поз. 14 приклеить лаком ЭФ по инструкции, согласно эталону на изоляционную обклейку.
2. Обмотку выполнять по инструкции. Пазы нумеровать против часовой стрелки, если смотреть со стороны выводных проводов, т.е. со стороны неразвальцованного, отмеченного риской, торца оправы.
3. Места соединения концов обмоточных и выводных проводов паять припоем ПОС61. Места спая обмоточных проводов изолировать трубками поз. 17. Места спая выводных проводов с обмоточными изолировать поливинилхлоридной изоляцией с выводных проводов путем сдвига её на место спая
4. Против первого паза, отмеченного риской нанести точку Ø5 с двух сторон эмалью АМ любого цвета

Обмоточные данные

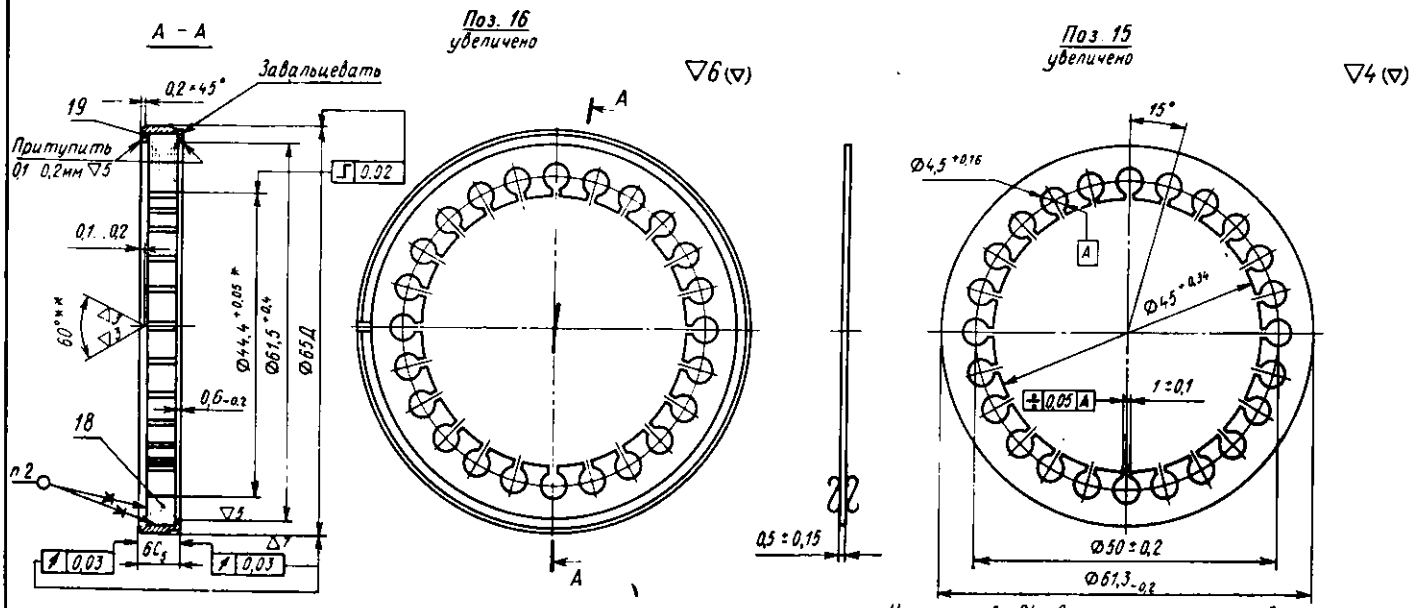
Обозначение	Вариант а	Вариант б
Тип обмотки	Трехфазная двухслойная двухполюсная	
Провод обмотки	ПЭВ1 Ø0,14 мм, l=251 м	ПЭВ1 Ø0,1 мм, l=705 м
Число секций в фазе	2	2
Число катушек в секции	4	4
Число витков в катушке	65	175
Шаг обмотки	1-11	1-11
Сопротивление между каждой парой выводных проводов обмотки при t=20°С, Ом	190±29	1000±150
Размер М	10,5	12
Размер Л	4,5	6

Рис 11 14 — Плоский сельсин:

с 4 листа

Лист

следящая рама с деталями (сб); 2 - винт М2-5-3 шт., 3 - прижим (сталь 65, лента 0,6); 4 - статор сельсина (сб.); 5 - прокладки Т-0,5-0,01; 0,15-0,03; 0,3-0,04 (латунь Л62 Т); 6 - винт М2-4-4 шт., 7 - крышка (сб), 8 - ротор сельсина (сб), 9 - нитки экстра №10; 10 - провод монтажный МГШВ, S=0,14 мм², l=0,285 м; 11 - провод монтажный МГШВ, S=0,14 мм², l=0,215 м; 12 - провод монтажный МГШВ, S=0,14 мм², l=0,285 м; 13 - клин (картон электроизоляционный ЭВ, л. 0,3); 14 - обертки (картон электроизоляционный ЭВ л. 0,1); 15 - пластина изоляционная (текстолит В4 л. 0,5) - 2 шт.; 16 - пакет статора в оправе (сб.); 17 - трубка поливинилхлоридная;

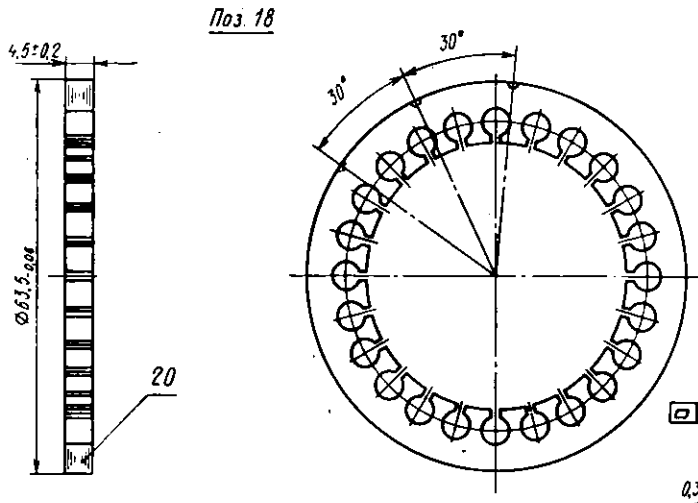


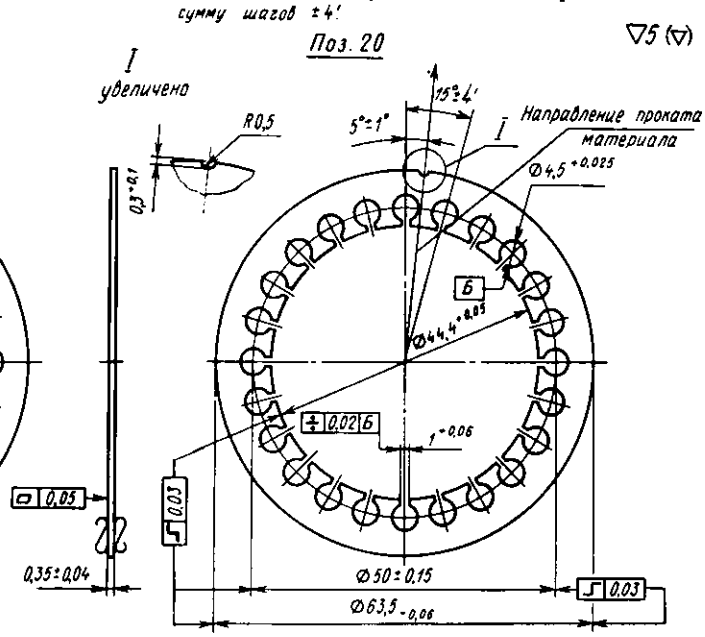
▽6 (▽)

▽4 (▽)

1.** Угловое смещение риски от оси паза не более 1°
2. Пакет поз 18 ставить на клее БФ-4 по инструкции
3. При хранении поверхность детали поз 19 смазать маслом МК-22.

Число пазов - 24. Допуск на шаг и любую сумму шагов ±4'

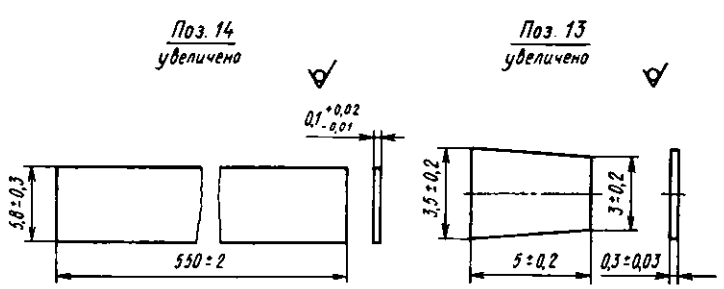


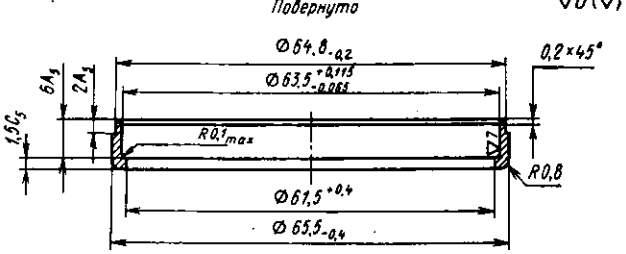


▽5 (▽)

1. Максимальное количество пластин - 15.
2. Несовпадение контуров пазов пластин по толщине пакета не более 0,05 мм.
3. Метки расположить веером через 30°.
4. Пакет склеить БФ-2 по инструкции.
5. Внешний вид пакета должен соответствовать эталону.

1. Число пазов - 24. Допуск на шаг и на любую сумму шагов ±4'.
2. Наличие вмятин не допускается.
3. Покрыть клеем БФ-2 с двух сторон по инструкции.





▽6 (▽)

Покрытие Ан. Окс. хр.

Рис. 11.14

Лист 2

18 - пакет статора (сб); 19 - оправа (алюминиевый сплав АМцА-М, п.1,5); 20 - пластина статора (сталь 342, п.0,35);

Поз. 8

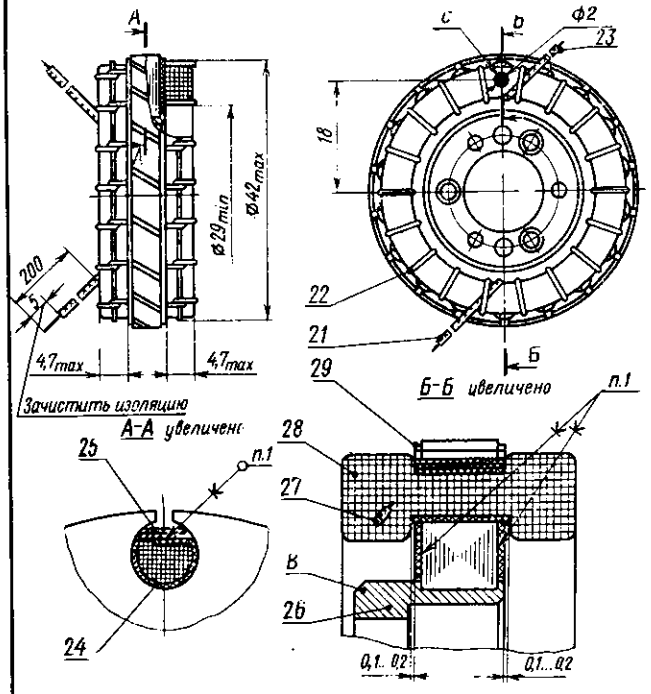
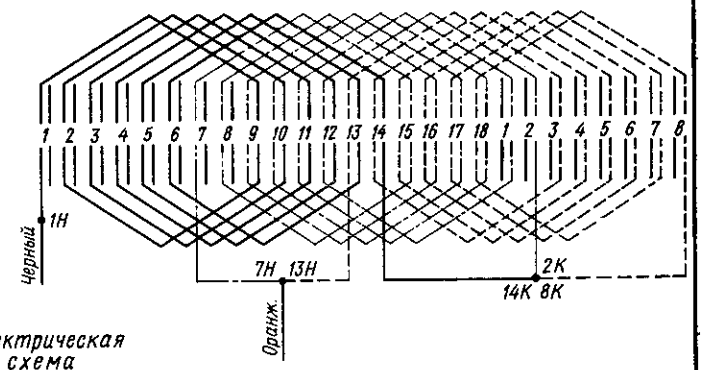
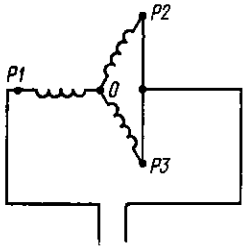


Схема обмотки



Электрическая схема



Распределение обмотки по пазам

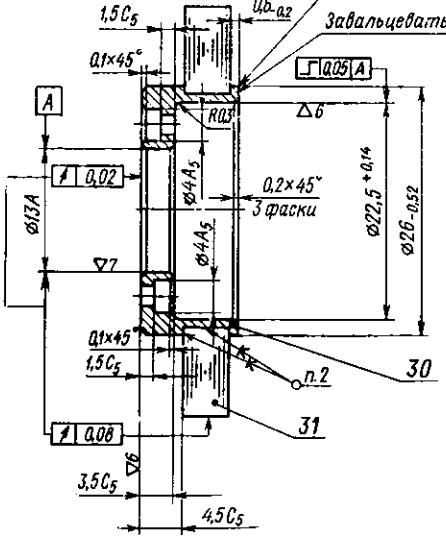
1Н-9→2-10→3-11→4-12→5-13→6-14К
7Н-15→8-16→9-17→10-18→11-1→12-2К
13Н-3→14-4→15-5→16-6→17-7→18-8К

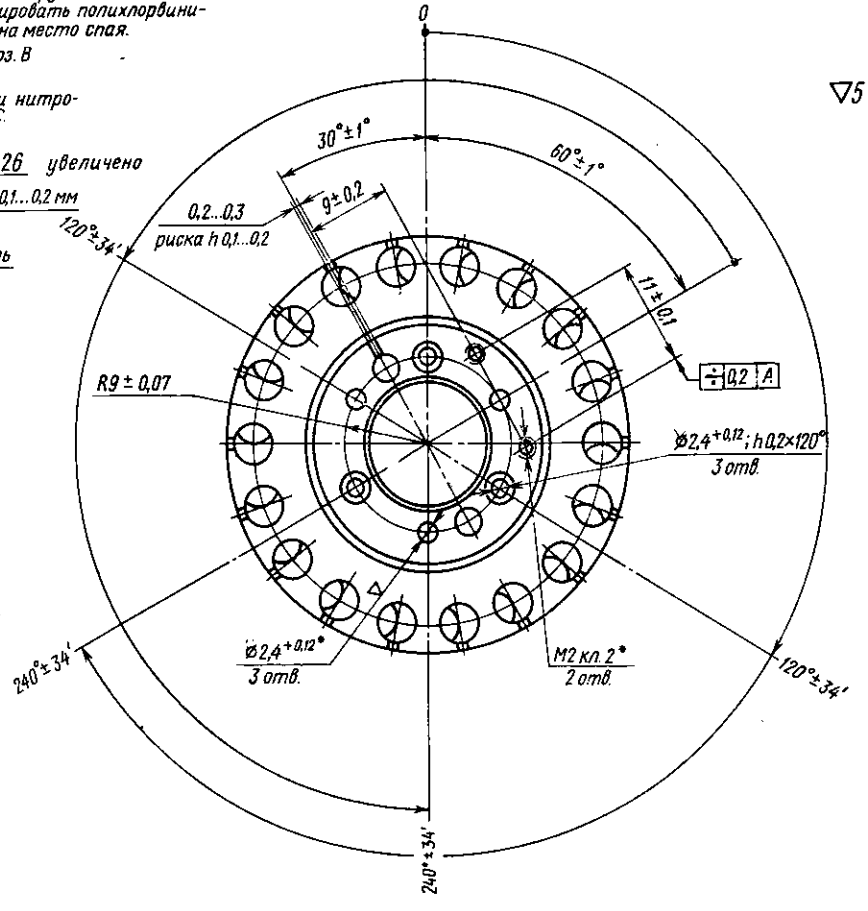
Обмоточные данные

Тип обмотки	Трехфазная двухслойная двухполюсная
Провод обмотки	ПЭВ-1 Ø0,18; l=122 м
Число секций в фазе	1
Число катушек в секции	6
Число витков в катушке	50
Шаг обмотки	1-9
Сопротивление между концами обмотки при t=20°С в Ом	36±5,4

1. Пластины изоляционные поз. 29 и обертку изоляционную поз. 24 приклеить лаком ЭФ по инструкции согласно эталону на изоляционную обклейку.
2. Обмотку выполнять по инструкции. Пазы нумеровать по часовой стрелке, если смотреть со стороны выводных проводов, т.е. со стороны неразвальцованного и отмеченного риской торца оправы.
3. Место соединения концов обмоточных и выводных проводов паять припоем ПОС61. Места спая обмоточных проводов изолировать трубками поз. 27. Места спая выводных проводов с обмоточными изолировать полихлорвиниловой изоляцией с выводных проводов путем сдвига ее на место спая.
4. При хранении незащищенные поверхности детали поз. В смазать маслом МК-22.
5. Против первого паза, отмеченного риской, нанести нитроэмалью ДМ белого цвета с двух сторон метку С.

Поз. 26 увеличено





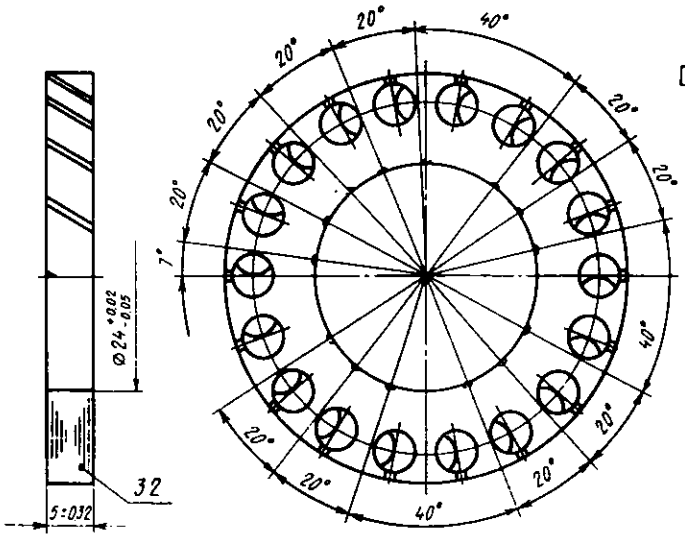
1. Угловое смещение риски от оси паза не более 1°
2. Пакет поз. 31 ставить на клее БФ-4 по инструкции.
3. При хранении незащищенные поверхности детали поз 30 смазать маслом МК-22

Рис 11 14

лист

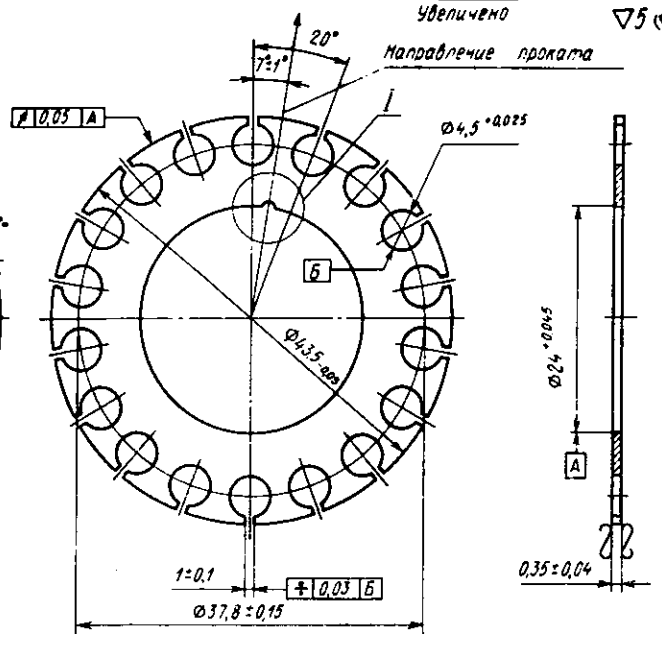
21 - провод монтажный МГШВ, S=0,14 мм², l=0,3 м, оранжевый; 22 - нитки экстра №10, черные; 23 - провод монтажный МГШВ, S=0,14 мм², l=0,3 м, черный; 24 - обертка изоляционная; 25 - клин (картон электроизоляционный ЭВ л. 0,3); 26 - пакет ротора в оправе (сб.); 27 - трубка полихлорвиниловая, l=0,01 м; 28 - провод обмоточный (см. табл. „Обмоточные данные"); 29 - пластина изоляционная (текстолит В4, л. 0,5) - 2 шт.; 30 - оправа (алюминиевый сплав Д1); 31 пакет ротора (сб);

Поз. 31



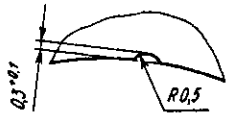
1. Максимальное число пластин - 16
2. Ось паза пакета должна идти по правой винтовой линии с углом подъема 30°± 2°.
3. Метки расположить веером через 20° и 40°
4. Допускаемое смещение контура паза от оси паза по толщине пакета не более 0,05 мм
5. Пакет склеить БФ-2 по инструкции
6. Внешний вид пакета должен соответствовать эталону

Поз. 32
Увеличено

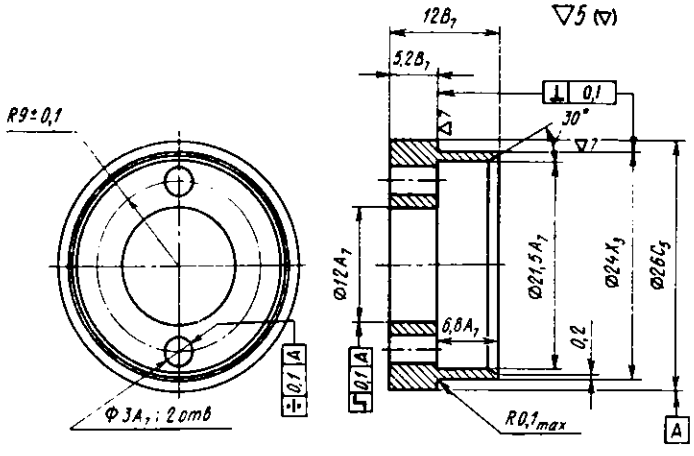


1. Число пазов – 18 Допуск на шаг и на любую сумму шагов ± 4'.
2. Наличие вмятин и раковин не допускается
3. Допускаемый прогиб пластин в свободном состоянии на плите 0,3 мм
4. Покрыть клеем БФ-2 с двух сторон по инструкции

I
Увеличено

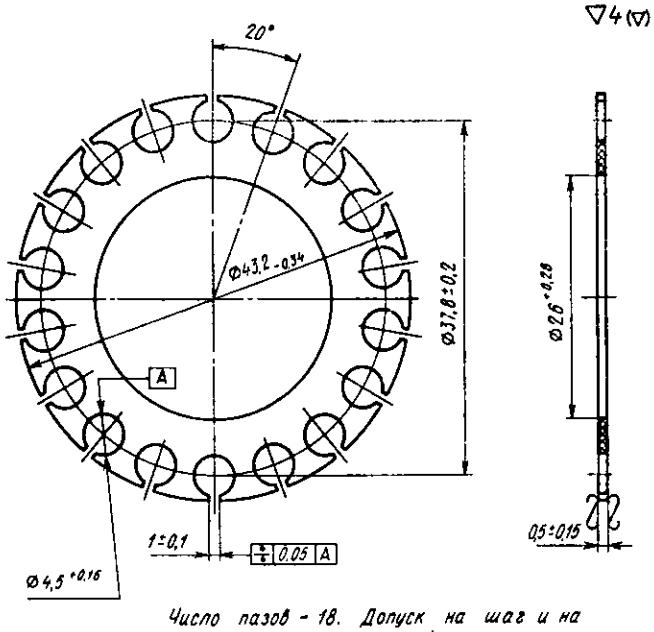


Поз. 30



Покрытие Ан. Окс. хр.

Поз. 29



Число пазов - 18. Допуск на шаг и на любую сумму шагов ± 15'.

Поз. 25
Увеличено

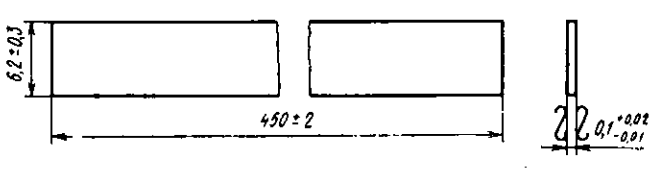
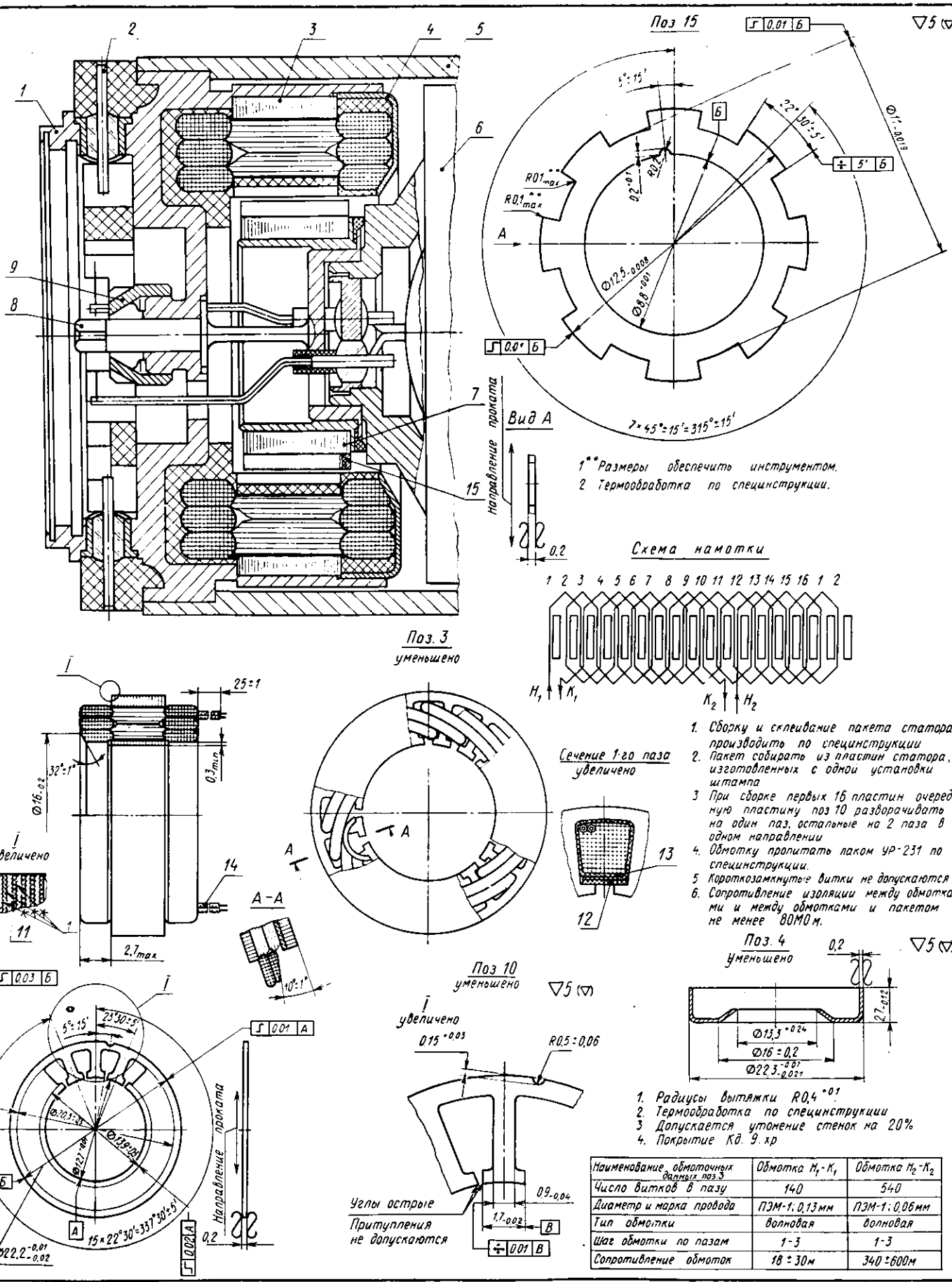


Рис. 11.14

Лист 4

32 - пластина ротора (сталь 3412, л. 0,35) - 16 шт



1** Размеры обеспечить инструментом.
2 Термообработка по специнструкции.

1. Сборку и склеивание пакета статора производить по специнструкции
2. Пакет собирать из пластин статора, изготовленных с одной установки штампа
3. При сборке первых 16 пластин очередную пластину поз 10 разворачивать на один паз, остальные на 2 паза в одном направлении
4. Обмотку пропитать лаком УР-231 по специнструкции.
5. Короткозамкнутые витки не допускаются
6. Сопротивление изоляции между обмотками и между обмотками и пакетом не менее 80МОм.

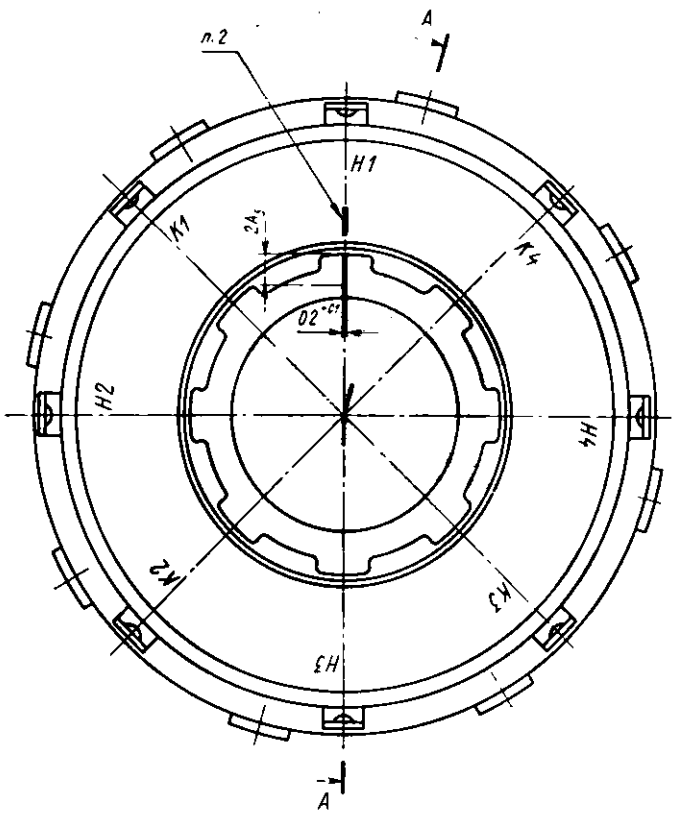
1. Радиусы вытяжки R0,4 +0,1
2. Термообработка по специнструкции
3. Допускается утонение стенок на 20%
4. Покрытие Кд. 9. хр

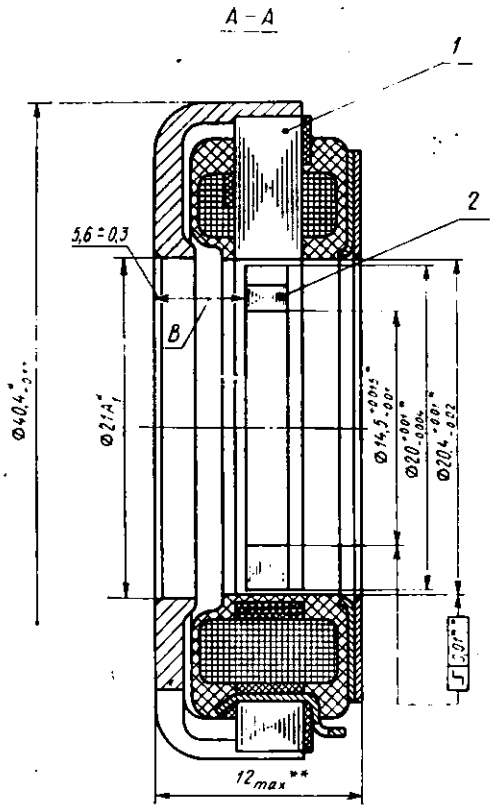
Наименование обмоточных данных поз.3	Обмотка H_1-K_1	Обмотка H_2-K_2
Число витков в пазу	140	540
Диаметр и марка провода	ПЭМ-1; 0,13мм	ПЭМ-1; 0,06мм
Тип обмотки	Волновая	Волновая
Шаг обмотки по пазам	1-3	1-3
Сопротивление обмоток	18 ± 30м	340 ± 600м

Рис. 11.15

Датчик угла трансформаторного типа с восьмиполюсным подвижным якорем:

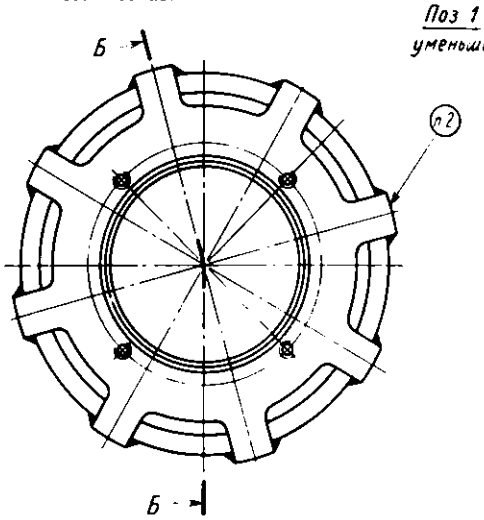
1 - крышка (сталь А12); 2 - изолятор (сб); 3 - статор датчика угла (сб); 4 - экран (сплав 79НМ); 5 - корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 6 - поплавок (сб); 7 - ротор датчика угла (сб); 8 - торсион (бронза БрБ2-М); 9 - гайка конусная (сталь Х18Н10Т); 10 - пластина статора (сплав 79НМ); 11 - пластина статора (бумага конденсаторная КОН-2); 12 - клин (стеклотекстолит СГК41/ЭП); 13 - пленка ПЭТФ 0,02×7; 14 - провод ГФ, S=0,03 мм², l=100 м; 15 - пластина якоря (сплав 79НМ)



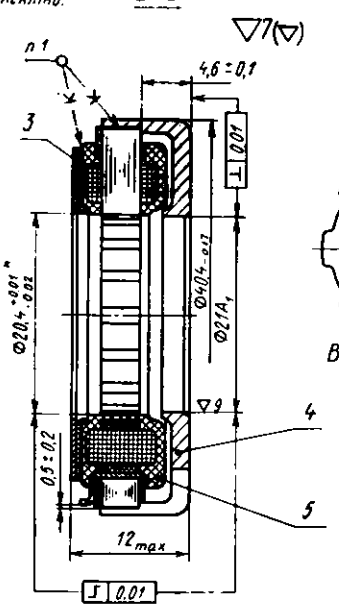


1 Сборка показана условно.
2. Риску гравировать глубиной 0,05...0,08 мм после проверки датчика.
3. Размер В и несоосность 0,01** мм обеспечить при установке датчика в приспособление и в прибор.
4 Статор поз 1 и ротор поз 2 поставлять на сборку комплектно.
5 Перед установкой в прибор произвести предварительное обезгаживание.

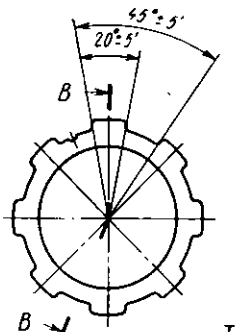
Поз 1
уменьшено



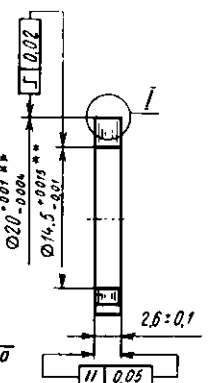
Б – Б



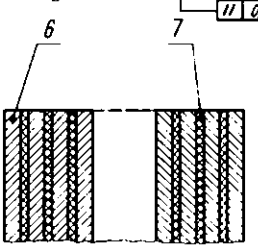
Поз. 2
уменьшено



В – В



I
увеличено



1. Обойму поз 4 и экран поз 3 приклеить к статору эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции
2. Порядковый номер гравировать по специнструкции глубиной 0,1 +0,1 мм

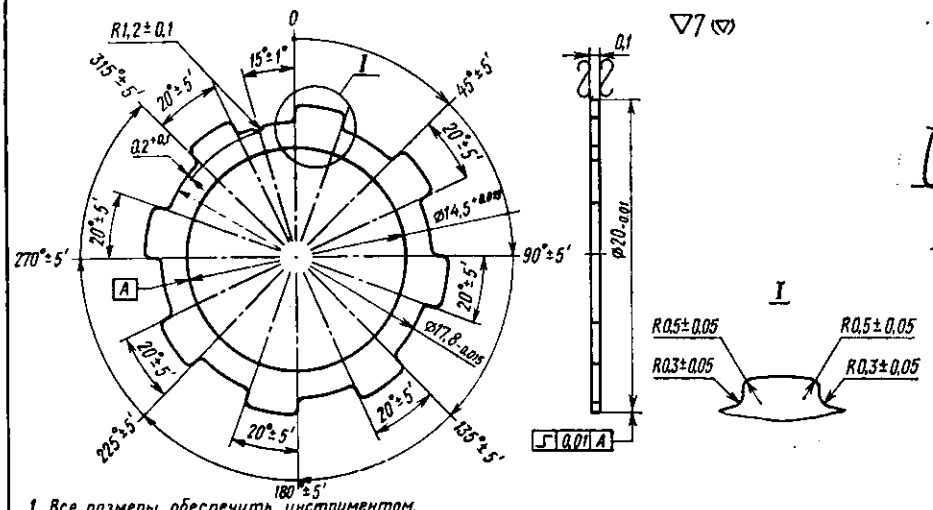
1** Размеры обеспечить инструментом.
2 Ротор собирать из пластин, штампованных с одной установки штампа.
3 Пластины ротора поз. 6 при установке очередной пластины в пакет, смещать на угол 45° в одном направлении.
4. Сборку производить по* специнструкции

Рис. 11.16
на 3 листах.
Лист 1

Датчик угла и момента:

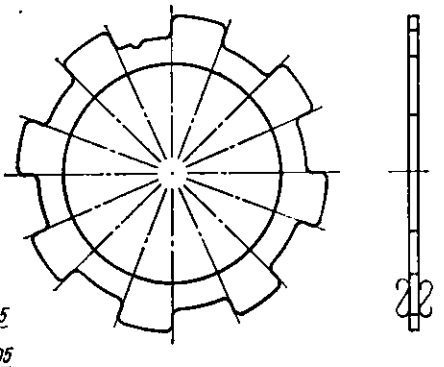
1 - статор с обоймой (сб), 2 - ротор (сб); 3 - экран (сплав 50Н, л 0,2); 4 - обойма (алюминиевый сплав Д1-Т); 5 - статор с заливкой (сб); 6 - пластина ротора (сплав ЭП264); 7 - пленка изоляционная (конденсаторная бумага КОН-1, Т = 0,005);

Поз.6 увеличено



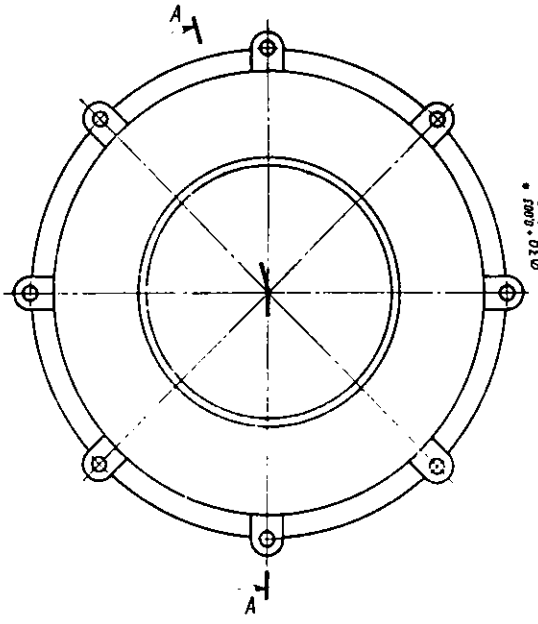
1. Все размеры обеспечить инструментом.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Деформация детали не допускается.
4. Хранить в специальной таре

Поз.7 увеличено

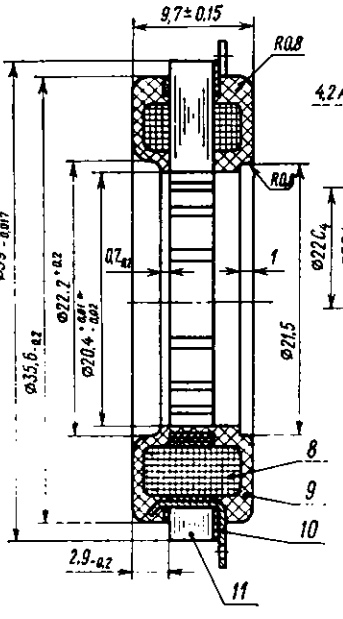


1. Все размеры детали поз.7 аналогичны размерам детали поз.6.
2. Покрыть эпоксидной эмалью ЭП-91 по специнструкции.

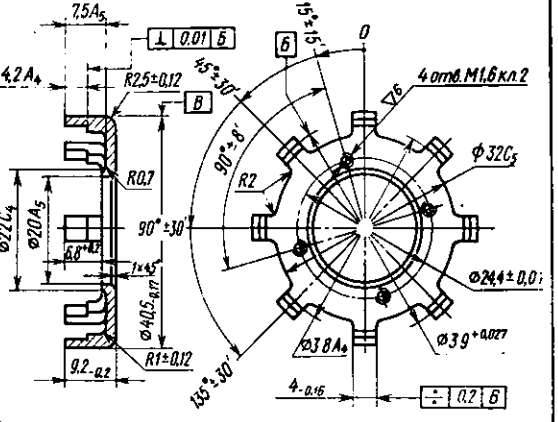
Поз.5 увеличено



A-A



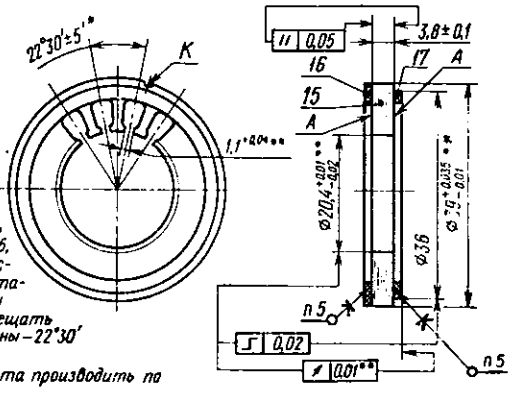
Поз.4 уменьшено



1. Термическая стабилизация по специнструкции.
2. Покрытие Ан.Окс хр.

1. Статор поз.8 залить компаундом ЭК-6 по специнструкции.
2. Радиусы заливки, не указанные в чертеже, R0,3...0,5.
3. Выход обмотки статора на поверхность заливки не допускается.
4. Трещины в компаунде не допускаются
5. На компаунде допускаются раковины любого диаметра глубиной не более 1мм и общей площадью не более 3мм²

Поз.11 уменьшено

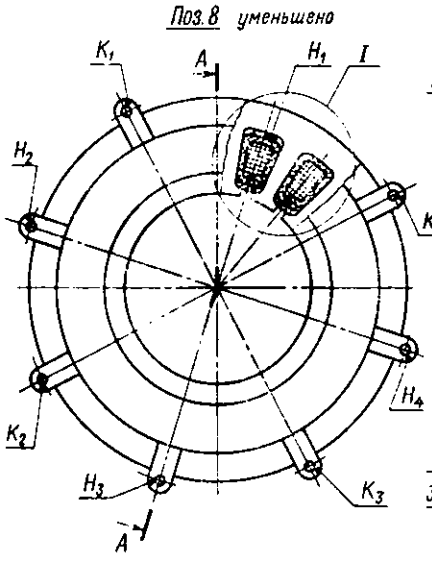


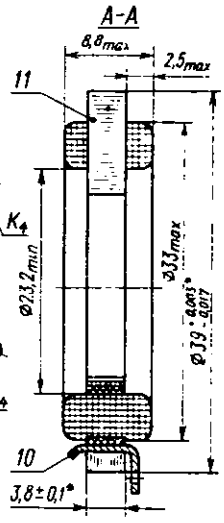
1** Размеры обеспечить инструментом.
2. Пакет статора собирать из пластин статора поз.15, штампованных с одной установки штампа. При установке очередной пластины поз.15 в пакет метку К смещать на величину шага пластины – 22°30' в одном направлении.
3. Сборку и склеивание пакета производить по специнструкции.
4. Поверхности пазов и торцовые поверхности А пакета покрыть эпоксидной эмалью ЭП-91 по специнструкции.
5. Кольца поз.16 и поз.17 приклеить эмалью ЭП-91 и просушить.

Рис. 11.16

Лист 2

8 - статор (сб.); 9 - компаунд ЭД-6-К4; 10 - лапель (латунь Л62-Н, Т×0,3); 11 - пакет статора (сб.); 12 - бумага конденсаторная (КОН-1 0,03×5-30); 13 - обмотка (см. таблицу на чертеже); 14 - пленка (фторопласт-4, 0,05×4,5×170); 15 - клин (фторопласт-4, Т=0,6); 16 - кольцо (фторопласт-4 17 - кольцо 1 (фторопласт-4, лента 0,4);





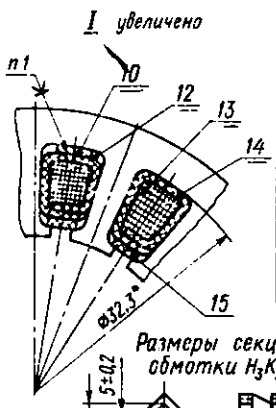
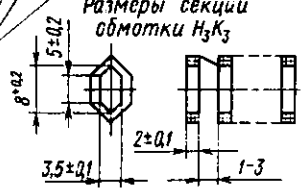


Таблица обмоточных данных

Наименование обмотки поз. 13	Число секций	Число витков в секции	Марка провода	Диаметр провода	Сопротивл. Ом
H_1K_1 - обмотка возбуждения ДУ	8	65	ПЭВ-2	0,11	30±15%
H_2K_2 - обмотка сигнальная ДУ	8	200	ПЭВ-2	0,06	330±15%
H_3K_3 - обмотка управления ДМ	16	140	ПЭВ-2	0,06	330±15%
H_4K_4 - обмотка возбуждения ДМ	8	150	ПЭВ-2	0,06	250±15%

Размеры секций обмотки H_3K_3



Размеры секций обмоток H_1K_1, H_2K_2; H_4K_4

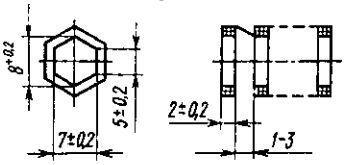
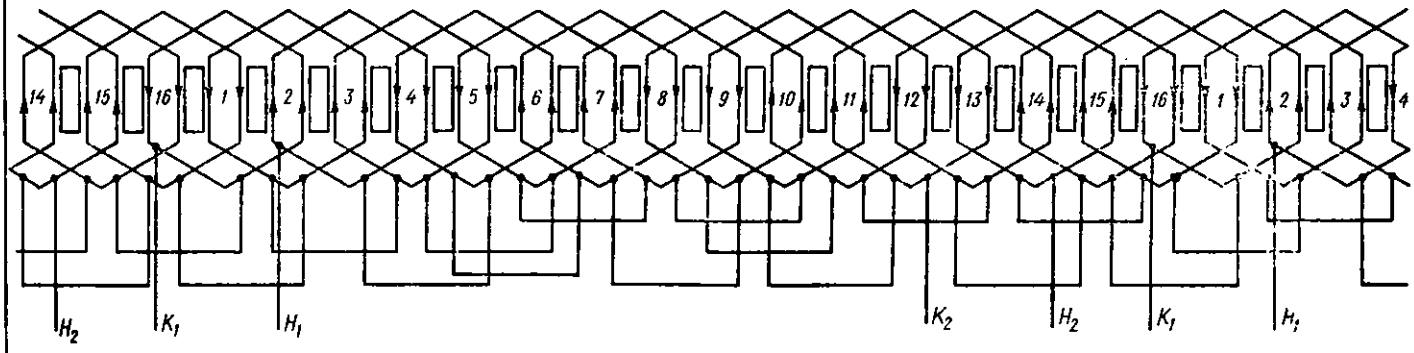
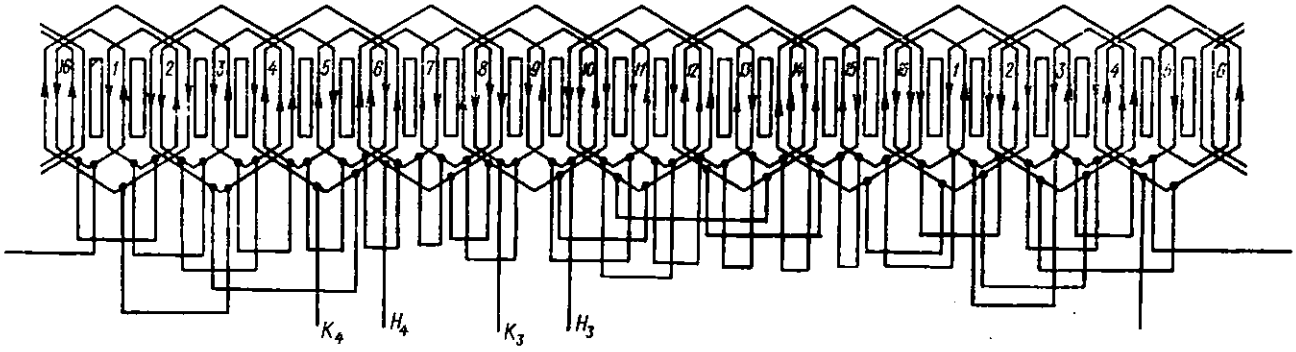


Схема укладки обмотки в пазы





1. Ламели поз. 10 обернуть конденсаторной бумагой поз. 12 и приклеить эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции, после чего в пазы уложить пленку поз. 14.
2. Намотку секций производить согласно таблице по шаблонам
3. К ламелям поз. 10 прикрепить технологические бирки с обозначением выводных концов
4. Секции укладывать по схеме, начиная с 10 паза. Отсчет пазов вести по часовой стрелке, если смотреть со стороны ламелей
5. На дно паза уложить обмотку H_3K_3, поверх ее уложить обмотку H_2K_2. Затем уложить обмотку H_4K_4, на нее уложить обмотку H_1K_1.
6. Выводные концы на схеме показаны против тех пазов, в которых устанавливаются ламели.
7. Допускается подгонка клина по пазу.
8. Статор с обмоткой пропитать лаком МЛ-92 по специнструкции.
9. Концы ламелей после пайки выводов обмоток покрыть компаундом ЭК-115 по специнструкции.
10. Правильность намотки проверять по специнструкции.
11. Паять припоем ПОССу 61-0,5 с бескислотным флюсом по специнструкции.

Рис. 11.16

Лист 3

ГЛАВА 12

ДАТЧИКИ МОМЕНТА

Датчики моментов постоянного или переменного токов используются для наложения на гироскоп коррекционных, разгрузочных, компенсационных противодействующих и испытательных моментов. Конструкция и требования к датчикам определяются их назначением. Основным параметром датчика является крутизна его характеристики (отношение развиваемого момента к напряжению или току, поданному в его управляющие обмотки).

Датчики коррекционных моментов, называемые обычно коррекционными моторами, управляются каким-либо датчиком угла и накладывают на трехстепенный гироскоп коррекционный момент, заставляющий ось фигуры гироскопа прецессировать к какому-то определенному положению: к вертикали места, к горизонтальному положению или к положению, перпендикулярному плоскости наружной рамы. К датчикам такого типа не предъявляют строгих требований по стабильности крутизны, ибо точность прихода оси гироскопа к заданному положению от нестабильности крутизны практически не зависит. Для коррекции авиагоризонтов и гировертикалей, для межрамочной коррекции чаще всего применяются двухфазные индукционные моторы с короткозамкнутым ротором или статором, а иногда электромагнитные датчики с перемещающимся грузом.

Для компенсации малых остаточных моментов помех, для обеспечения заданной скорости дрейфа прецизионных гироплатформ необходимы датчики с крутизной, строго сохраняющей стабильность в заданном диапазоне моментов, температур, рабочих углов. Перечисленным требованиям наиболее полно удовлетворяют датчики магнитоэлектрического типа, построенные на взаимодействии постоянных токов в рамках с полем постоянных магнитов. Установка магнита на подвижную или неподвижную часть прибора определяется конструктивными соображениями: сокращением количества токоподводов к подвижной системе и уменьшением момента инерции.

Многорамочные датчики этого типа позволяют использовать датчик одновременно для создания компенсационных, противодействующих, демпфирующих и испытательных моментов.

В трехстепенных гироскопах с ограниченными рабочими углами используются двухкомпонентные датчики момента, накладывающие на гироскоп коррекционные моменты по обеим осям карданова подвеса.

Вместо разгрузочных моторов с редукторами для стабилизации точных платформ применяют мощные датчики момента постоянного тока, позволяющие повысить устойчивость и точность стабилизации.

Рис. 12.1. Соленоидный датчик момента с перемещающимся грузом. На крышке гироузла *2* авиагоризонта закреплены два соленоида *6* и *7*, якори *10* которых могут перемещаться вдоль осей карданова подвеса, создавая при этом моменты вокруг осей кардана. Соленоид *6* создает момент вокруг оси *У—У*, а соленоид *7* — вокруг оси *Х—Х*. Каждый соленоид имеет две катушки, величина токов в которых определяется положением жидкостного переключателя *3*. Переменный ток в данной конструкции необходим для того, чтобы предотвратить разложение токопроводящей жидкости в жидкостном переключателе. Якорь *10* из магнитомягкого железа может свободно перемещаться внутри бронзовой трубки *14*, но при одинаковых токах в обеих катушках соленоида устойчиво удерживается в среднем положении. При таком нейтральном положении груза гироскоп тщательно балансируется.

Отклонение оси фигуры гироскопа от вертикали заставляет жидкостный переключатель изменить соотношение токов в катушках соленоидов и вызвать смещение якоря-груза в сторону катушки с бо́льшим током.

По соответствующей оси карданова подвеса возникает коррекционный момент. Для надежного функционирования датчика необходимо исключить затирание грузика в трубке и уменьшить трение, так как трение создает зону нечувствительности датчика.

Рис. 12.2. Датчик момента переменного тока с наружным короткозамкнутым ротором. Применяется для коррекции авиагоризонтов и гировертикалей, а также для коррекции курсовых гироскопов. В отличие от электромагнитного почти не имеет зоны нечувствительности и создает момент по величине, практически не зависящий от поворота ротора относительно статора.

Датчик момента этого типа представляет собой двухфазный индукционный двигатель, в роторе которого одна обмотка возбуждения и две обмотки управления уложены так, что магнитная ось обмотки возбуждения перпендикулярна магнитной оси обмоток управления. Для образования вращающегося магнитного потока и момента токи в обмотках возбуждения и управления должны быть сдвинуты по фазе лучше всего на 90°, но можно и на 120°. Управляющие обмотки включаются в схему встречно, каждая из обмоток создает противоположные моменты. Вторая обмотка возбуждения включается в схему прибора согласно с первой и используется для форсирования коррекции при запуске.

Пакет статора набран из пластин электротехнической стали, пазы которых при заливке заполнены алюминиевым сплавом и образуют короткозамкнутую обмотку в виде «беличьего колеса».

Вращающийся магнитный поток ротора индуктирует ток в стержнях обмотки статора, создавая момент, зависящий от величины тока в обмотках управления. Обмотка возбуждения находится под стабильным напряжением переменного тока.

Для сглаживания зубцового эффекта и стабилизации момента при повороте ротора в пакете статора пазы располагают по винтовой линии.

Рис. 12.3. Датчик момента переменного тока с внутренним короткозамкнутым ротором. Принцип действия и конструкция аналогичны предшествующему, но обмотки здесь уложены на наружном статоре. Выбор варианта конструкции определяется минимальным количеством токоподводов к подвижной части прибора. Момент, развиваемый датчиком моментов переменного тока с короткозамкнутым ротором и статором, сохраняется при неограниченном угле поворота, но зависит от стабильности напряжения возбуждения и температуры. Обычно крутизна датчика не более 0,4 $\frac{\text{Н·М}}{\text{В}}$.

Рис. 12.4. Датчик момента постоянного тока с двухполюсным магнитом-ротором. Используется в гироскопических приборах для создания стабильного момента, обеспечивающего, например, заданную скорость коррекции гироплатформы или компенсацию остаточных моментов помех.

Рабочий угол поворота ограничен несколькими градусами, в пределах которых крутизна почти неизменна.

Ротор *2* датчика имеет двухполюсный магнит *15*, магнитный поток которого замыкается по кольцевому ярму *14*, выполненному из магнитомягкой стали Э12; корпус *16* выполнен из немагнитной стали 2Х18Н9. Две катушки *5* статора уложены на цилиндрической поверхности корпуса *3* и залиты эпоксидным компаундом. Статор *1* при сборке вставляется в кольцевой зазор между ротором *13* и ярмом *14* так, чтобы рабочие стороны рамок, параллельные оси вращения датчика, оказались против полюсов магнита. Взаимодействие токов в обмотках статора с магнитом ротора создает момент, пропорциональный току.

Крутизна датчика 73 $\frac{\text{Н·М}}{\text{А}}$.

Рис. 12.5. Датчик момента постоянного тока с шестиполюсным магнитом-ротором. Используется в датчиках угловых скоростей с электрической пружиной для создания противодействующего, компенсационного и испытательного моментов.

На поплавке *3* двухстепенного гироскопа приклеен шестиполюсный магнит *18* с балансировочной шайбой *17*.

Магнитный поток этого магнита замыкается по кольцевому ярму *2* из магнитомягкой стали, закрепленному также на корпусе поплавка *3*. В рабочем зазоре между магнитом *18* и ярмом *2* размещены восемь прямоугольных катушек *6, 7, 8*, наклеенных на цилиндрическую поверхность основания *1* так, что две рабочие стороны каждой рамки, параллельные оси вращения, располагаются против соседних разноименных полюсов магнита. Полюс магнита перекрывает рабочее сечение рамок. Это обеспечивает стабильную крутизну датчика при повороте ротора на рабочий угол в несколько градусов.

На обмотки *II, IV, VII* в зависимости от выбранного диапазона скоростей подается усиленный и выпрямленный ток датчика угла. Этот ток, пропорциональный измеряемой угловой скорости объекта, формирует выходной сигнал прибора.

Обмотку *V* применяют для компенсации моментов помех, а обмотки *I, III, VI, VIII* — для наложения на прибор испытательного момента. По реакции прибора на этот момент оценивается работоспособность прибора.

Рис. 12.6. Датчик момента постоянного тока с составным шестиполюсным магнитом-статором. Отличается от датчика, приведенного выше (см. рис. 12.5), составной конструкцией узла магнита *1*, позволяющей обеспечить при минимальном технологическом отходе на всех полюсах одинаковую и высокую индукцию за счет направленной кристаллизации магнитов при их отливке. Узел магнита собирается в специальном приспособлении. Магниты (поз. *6*) склеиваются со втулкой (поз. *5*) и между собой по спецконструкции. Соседние полюса разноименны.

Рис. 12.7. Датчик момента постоянного тока с подвижной рамкой. Плоскость подвижной катушки *16* датчика лежит в плоскости вращения, а ее боковые рабочие стороны расположены в рабочем зазоре, образованном двумя неподвижными подковообразными магнитами *8*.

В рамке уложены две обмотки: рабочая и демпфирующая. Силы взаимодействия токов в рамках с магнитами, суммируясь, создают момент.

Рис. 12.8. Двухкоординатный датчик момента постоянного тока. Предназначен для наложения на трехстепенный гироскоп коррекционных моментов по двум осям карданова подвеса.

Четырехполюсный магнит *4* с магнитопроводом *2* закреплен неподвижно в корпусе прибора, а две пары катушек *5* и *6*, образующие крестообразный ротор, закреплены на внутренней раме гироскопа и вместе с ней могут поворачиваться вокруг двух осей карданова подвеса. Внешние рабочие стороны четырех катушек *8* располагаются в рабочих зазорах, образованных полюсами магнита *4* и внутренней цилиндрической поверхностью магнитопровода *2*.

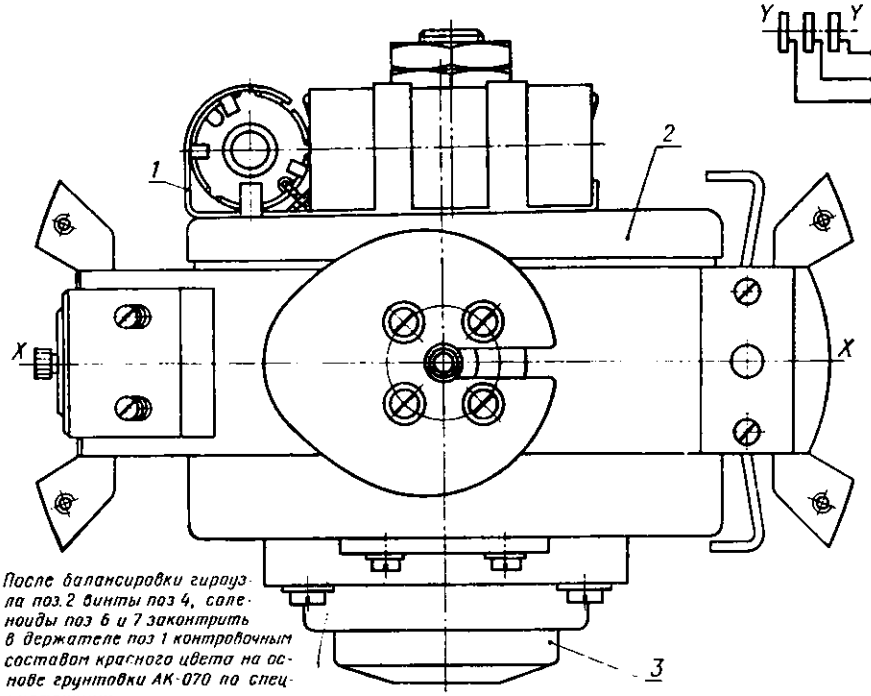
Силы взаимодействия токов с магнитом в двух противоположных катушках вертикальны и противоположны, а моменты их складываются, так как соседние полюса магнита разноименны. Рабочие углы ограничены несколькими градусами.

Рис. 12.9. Датчик момента постоянного тока коллекторного типа. Используется для наложения разгрузочного момента по оси стабилизации гироплатформ. Развивается момент до 0,3 Н·м.

Ток в обмотках ротора подводится при помощи четырех попарно закороченных щеток *30* и 33-х пластин коллектора *15*, приклеенных на роторе *1*. В пазах пакета статора *10* уложено восемь магнитов *9* навстречу одноименными полюсами. В собранном датчике поток каждого магнита замыкается через пакет ротора *12* и его обмотки. Токи в обмотках ротора, взаимодействуя с магнитным потоком статора, создают момент. Схема датчика обеспечивает одновременную работу всех обмоток при неограниченном угле поворота ротора.

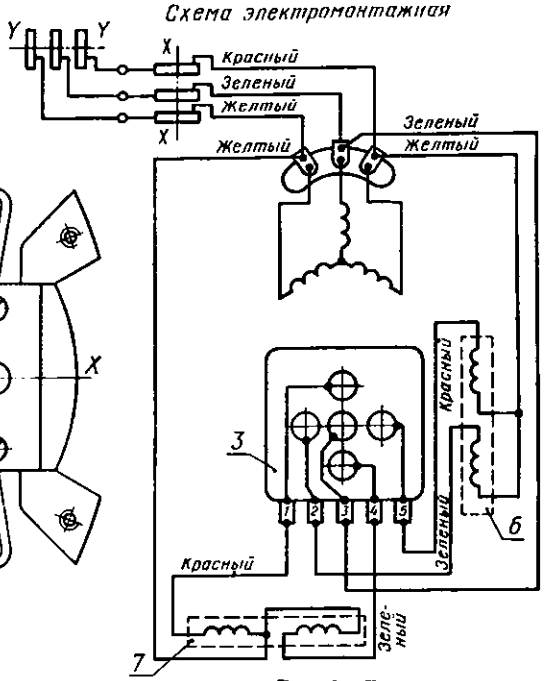
Шунтирующее кольцо *7* на статоре *2* замыкает потоки магнитов *9*, сохраняя их интенсивность намагничивания до сборки с ротором. Съем кольца до сборки с ротором приведет к уменьшению крутизны датчика.

Винт *8* используется для съема кольца *7* после сборки с ротором.

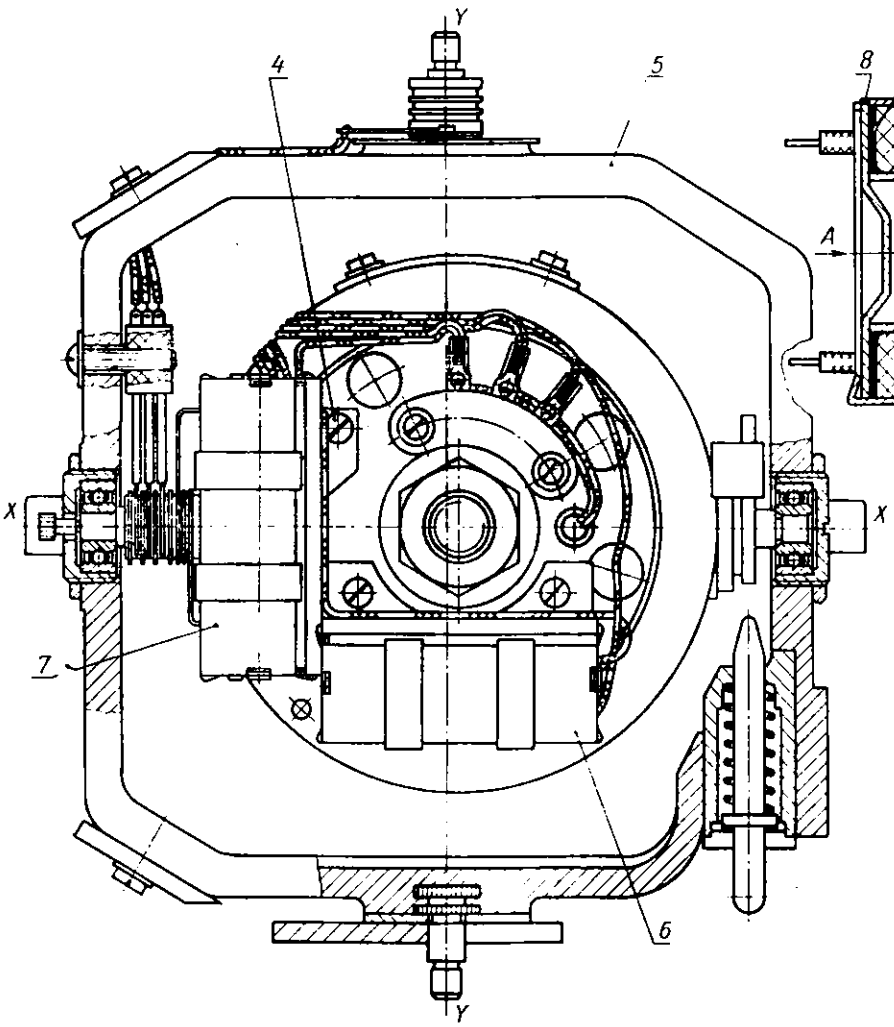


После балансировки гироузла поз. 2 винты поз. 4, соленоиды поз. 6 и 7 законтрить в держателе поз. 1 контровочным составом красного цвета на основе грунтовки АК-070 по специнструкции.

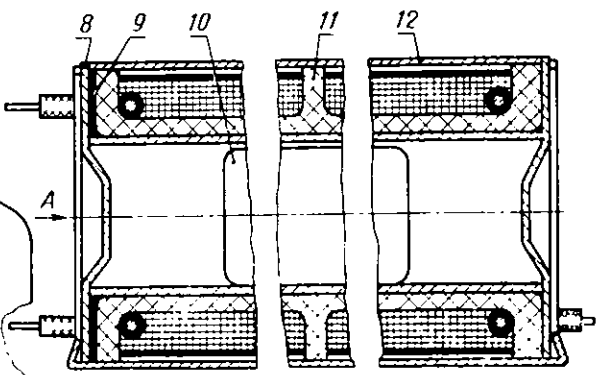
Схема электромонтажная



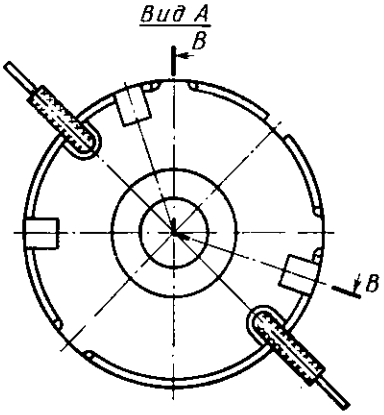
Поз. 6 и 7 увеличено



В – В



Вид А

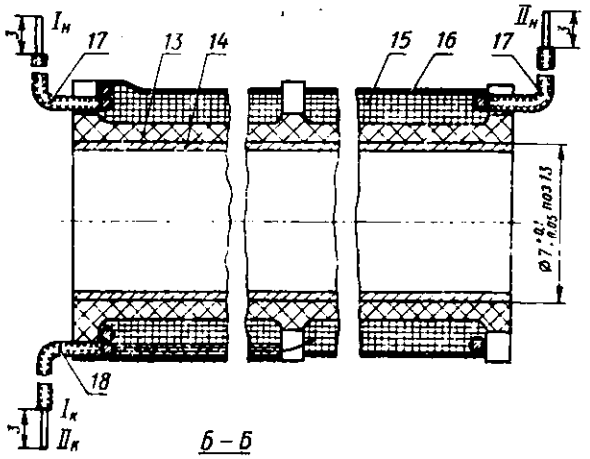


1. Якорь поз. 10 должен свободно, без заеданий, перемещаться в трубке поз. 14.
2. Осевой люфт катушки соленоида поз. 11 устраняется шайбами поз. 9

Рис. 12.1
на 2 листах.
Лист 1

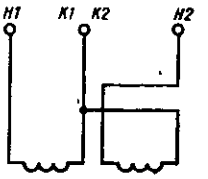
Соленоидный датчик момента с перемещающимся грузом:
1 - держатель соленоида (сталь 30, лента С); 2 - гироузел (сб.), 3 - жидкостный переключатель (сб.), 4 - винт М12×4 - 4 шт.; 5 - рама с деталями (сб.), 6 - соленоид (сб.), 7 - соленоид (сб.), 8 - щечка (латунь Л62, лента мягкая), 9 - шайба (электропрессшпан ЭВ); 10 - якорь (железо Армко 3); 11 - катушка соленоида; 12 - кожух (сталь электротехническая);

Поз. 11

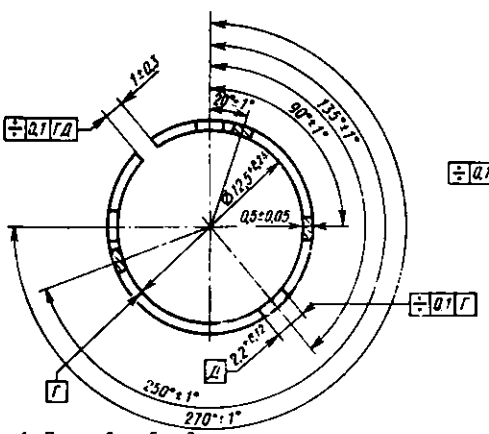


1. Число витков одной катушки - 2800.
2. Намотка катушек должна производиться в одну сторону.
3. Выводные провода поз.17 обернуть один раз вокруг втулки поз.13 и привязать нитками, подпаять к каждому из них начала обмоток Н1 и Н2 припоем ПОС 40. Места спая обернуть изоляционной оберткой поз. 16.
4. Выводной провод поз.18 обернуть один раз вокруг обмотки и привязать нитками, подпаять припоем ПОС 40 к концам катушек К1, К2. Места спая обернуть изоляционной оберткой поз. 16.

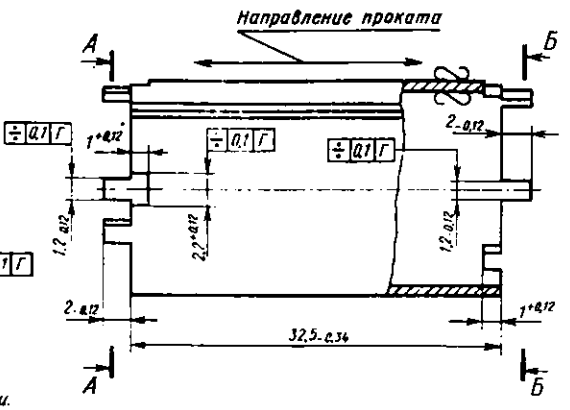
Электрическая схема



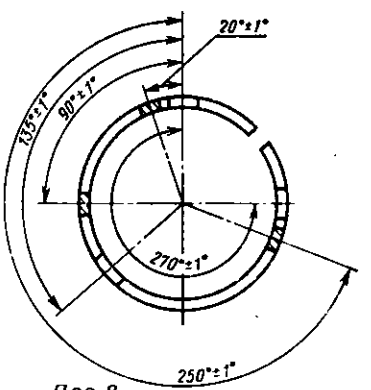
Б – Б



Поз. 12
уменьшено

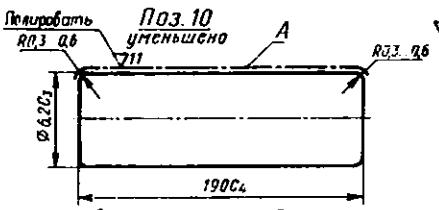


А – А



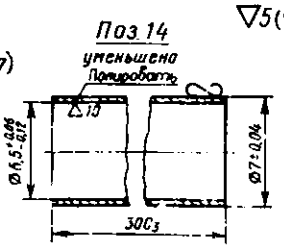
1. После вырубки деталь отжечь по инструкции.
2. Покрытие Ц.15.хр. После нанесения покрытия термически обработать по инструкции.

Поз. 10
уменьшено

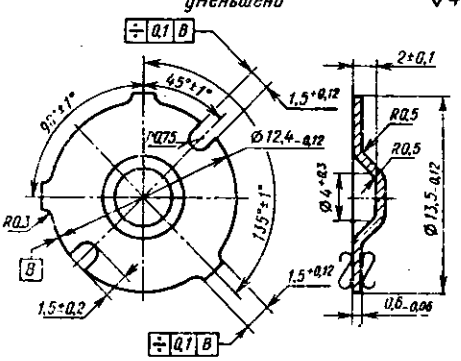


1. На поверхности якоря не допускаются царапины, забоины и риски.
2. Покрытие Х.50 твердое.
3. Поверхность А полировать до и после нанесения покрытия.

Поз. 14
уменьшено

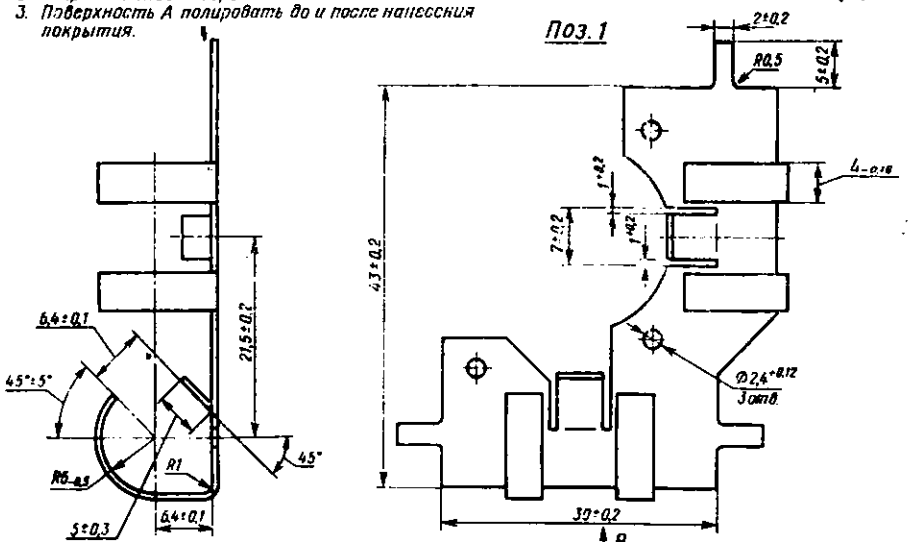


Поз. 8
уменьшено

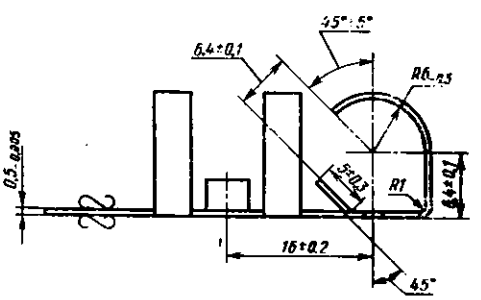


1. В пазах острые кромки скруглить 0,1...0,2 мм.
2. Покрытие Н.9.

Поз. 1



Вид В

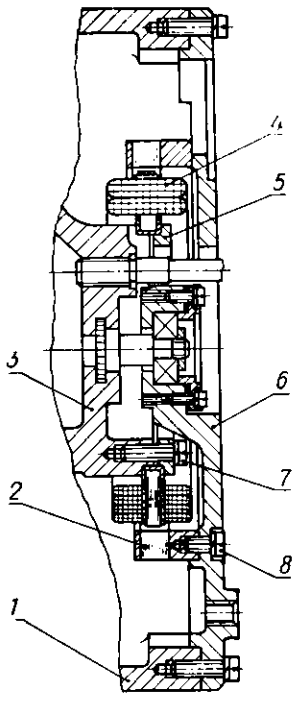


1. Размеры обеспечить инструментом.
2. Покрытие Ц.15.хр.

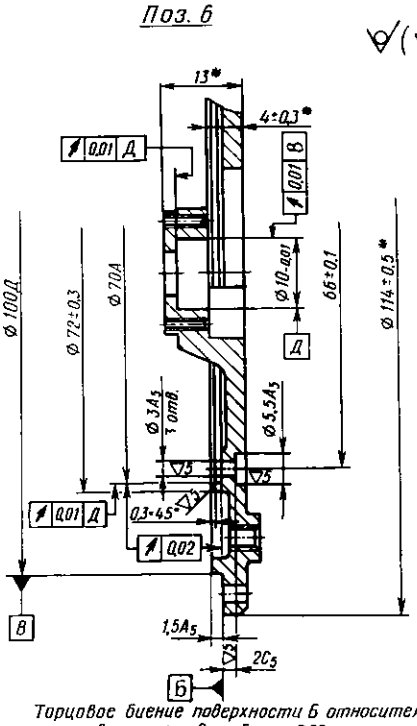
Рис. 12.1

Лист 2

13 - втулка (пресс-материал К-21-22); 14 - трубка (бронза БрОФ4-0,25); 15 - провод ПЭЛ-1, ⌀0,07; 16 - обертка изоляционная; 17,18 - провода монтажные

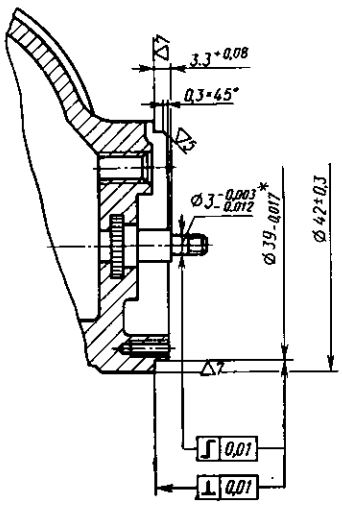


Элементы узла
Поз. 6

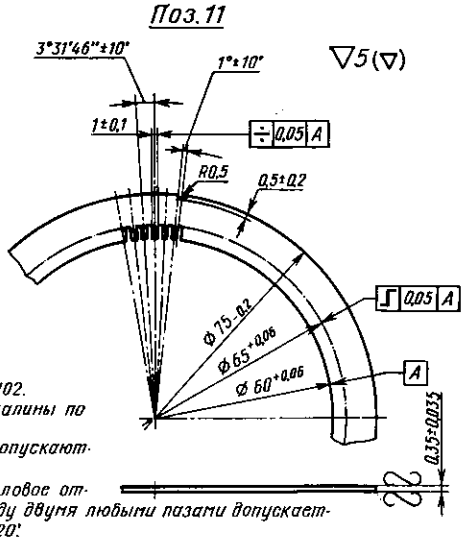


Торцовое биение поверхности Б относительно оси поверхности В не более 0,02 мм.

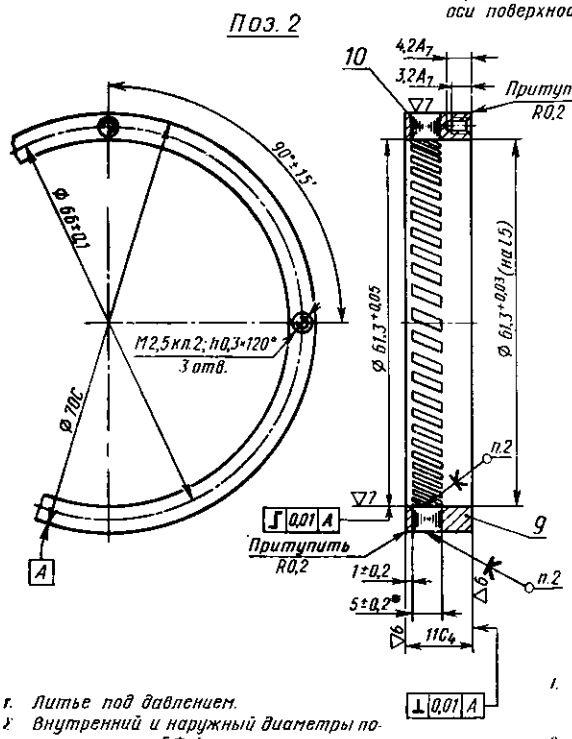
Элементы узла
Поз. 3



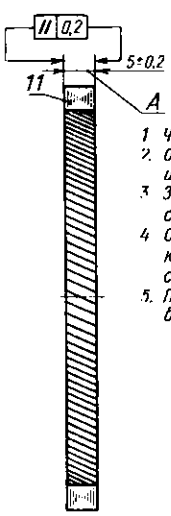
Поз. 11



Поз. 2

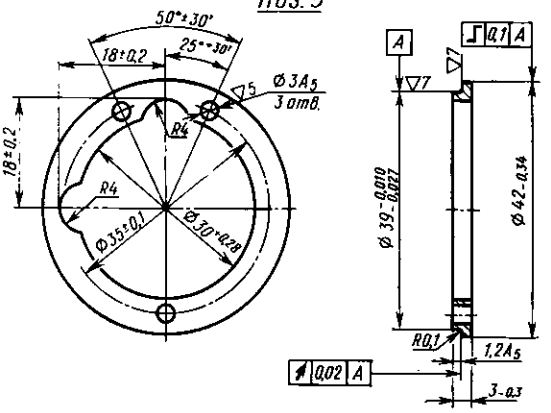


Поз. 10



1. Число пазов - 102.
2. Отжечь без окалины по инструкции.
3. Заусенцы не допускаются.
4. Суммарное угловое отклонение между двумя любыми пазами допускается не более ±20'.
5. Покрыть с двух сторон клеем БФ-2 толщиной не более 0,01 мм по специнструкции.

Поз. 5



1. Литье под давлением.
2. Внутренний и наружный диаметры покрыть клеем БФ-4 с красителем по специнструкции. Толщина слоя не более 0,01 мм.
3. Момент статора с эталонным ротором должен быть не менее 10^{-3} Н·м

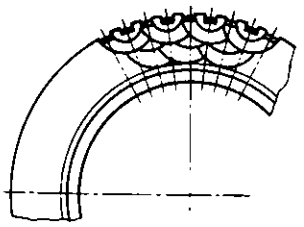
1. Размер А обеспечить набором пластин статора поз. 11.
2. Сборку пакета производить в приспособлении с наклоном пазов на одно зубцовое деление.
3. Пакет просушить по специнструкции.

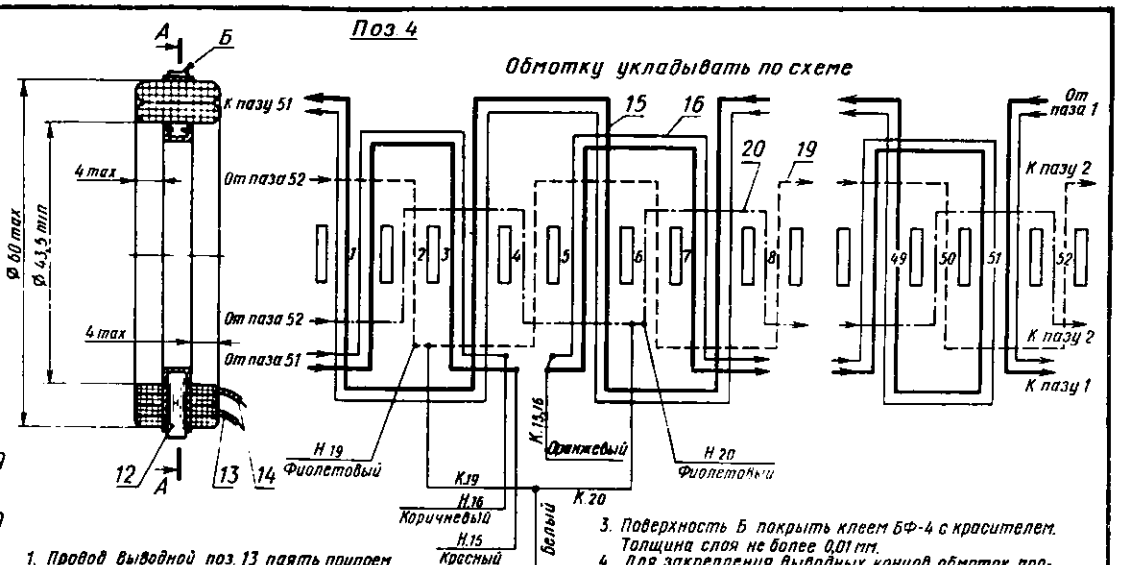
Покрытие Ан. Окс. хр.

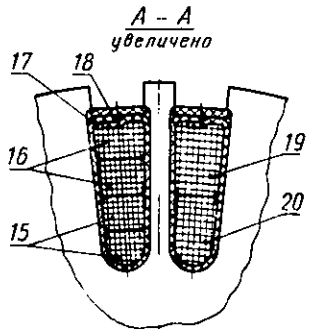
Рис 122
на 2 листах
Лист 1

Датчик момента переменного тока с наружным короткозамкнутым ротором:
1 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - статор корректора (сб.); 3 - рама с осями (сб.); 4 - ротор корректора (сб.); 5 - кольцо (алюминиевый сплав Д1А-Т); 6 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 7 - винт М2,6×9 - 3 шт.; 8 - винт М2×5 - 3 шт.; 9 - каркас (алюминиевый сплав АЛ2); 10 - пакет статора (сб.); 11 - пластина статора (сталь Э4А); 12 - пакет ротора (сб.); 13 - провод выводной ПЭЛШО; 14 - провод выводной ПЭЛШО; 15 - обмотка возбуждения I (провод ПЭВ-2 Ø 0,25, L = 19 м; 16 - обмотка возбуждения II (провод ПЭВ-2), Ø 0,08, L = 152 м;

Поз 4

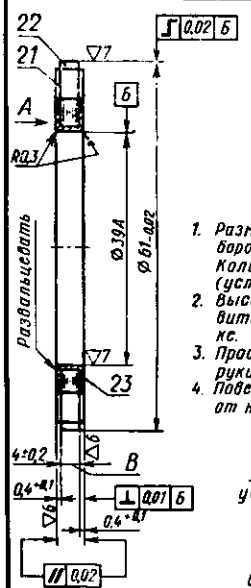




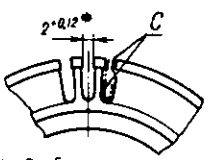


1. Провод выводной поз. 13 паять припоем ПОССу61-0,5 с флюсом ЛТИ по специнструкции к двум выводам обмоток возбуждения поз. 15 и 16. Место пайки изолировать конденсаторной бумагой в 4-5 слоев.
2. Провод выводной поз. 14 паять припоем ПОССу61-0,5 с флюсом ЛТИ по специнструкции к двум выводам управляющих обмоток поз. 19 и 20.
3. Поверхность Б покрыть клеем БФ-4 с красителем. Толщина слоя не более 0,01 мм.
4. Для закрепления выводных концов обмоток пропустить их один раз через паз.
5. Обмотку ротора пропитать лаком МЛ-92 по специнструкции.
6. Разность сопротивлений между управляющими обмотками поз. 19 и 20 должна быть не более 10 Ом.

Поз. 12



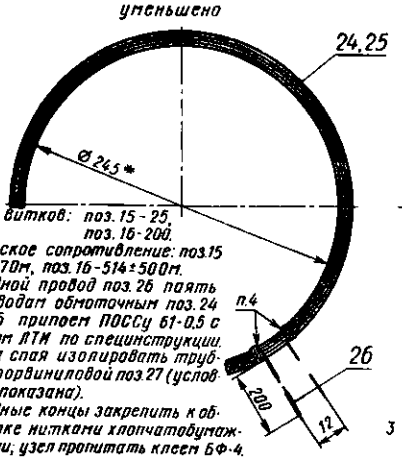
Вид А



1. Размер В обеспечить набором высечек ротора. Количество высечек - 12 (условно).
2. Высечки торцовые ставить на бакелитовом лаке.
3. Просушить по специнструкции.
4. Поверхность С зачистить от наплывов лака.

Поз. 15 и 16

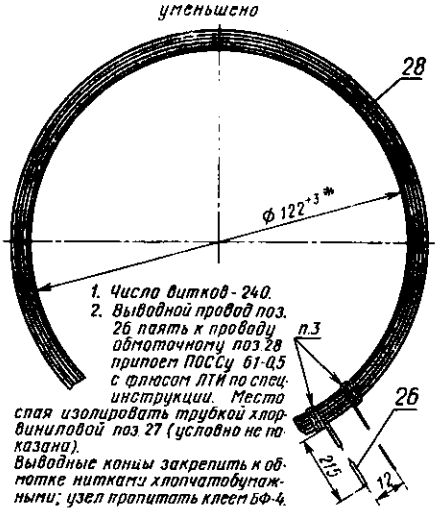
уменьшено



1. Число витков: поз. 15 - 25, поз. 16 - 200.
2. Омическое сопротивление: поз. 15 - 6,5 ± 0,7 Ом, поз. 16 - 514 ± 50 Ом.
3. Выводной провод поз. 26 паять к проводам обмоточным поз. 24 или 25 припоем ПОССу 61-0,5 с флюсом ЛТИ по специнструкции. Места спая изолировать трубкой хлорвиниловой поз. 27 (условно не показана).
4. Выводные концы закрепить к обмотке нитками хлопчатобумажными, узел пропитать клеем БФ-4.

Поз. 19 и 20

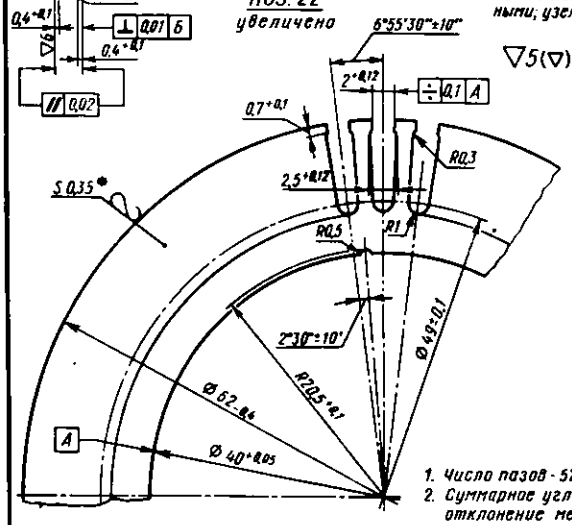
уменьшено



1. Число витков - 240.
2. Выводной провод поз. 26 паять к проводу обмоточному поз. 28 припоем ПОССу 61-0,5 с флюсом ЛТИ по специнструкции. Место спая изолировать трубкой хлорвиниловой поз. 27 (условно не показана).
3. Выводные концы закрепить к обмотке нитками хлопчатобумажными; узел пропитать клеем БФ-4.

Поз. 22

увеличено

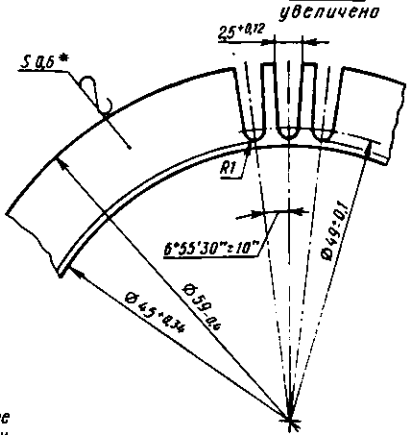


▽5(▽)

1. Число пазов - 52.
2. Суммарное угловое отклонение между двумя любыми пазами допускается не более ±20".
3. Отжечь без окалины по специнструкции.
4. Заусенцы не допускаются.
5. Покрыть с двух сторон клеем БФ-2 ровным слоем толщиной не более 0,01 мм.

Поз. 21

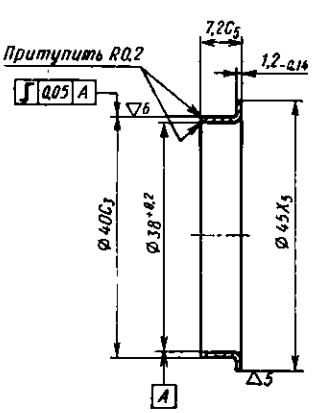
увеличено



▽4(▽)

1. Число пазов - 52.
2. Суммарное угловое отклонение между двумя любыми пазами не более ±20".

Поз. 23



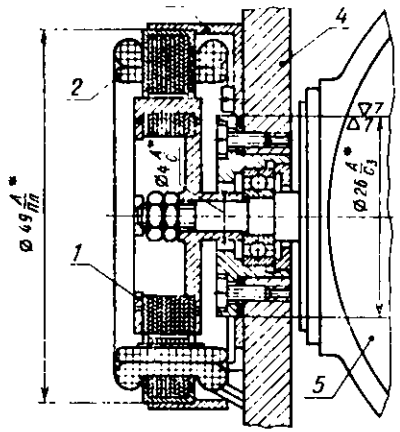
(▽)

Покрытие Хим.Пас.

Рис. 12.2

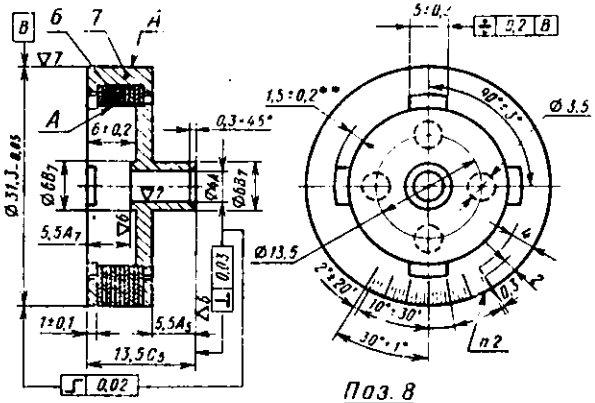
Лист 2

17 - лента (электропрессшпан ЗВ); 18 - клин (фибра ФТ); 19 - обмотка управляющая I (провод ПЭВ-2, Ф 0,07, l = 96 м); 20 - обмотка управляющая II (провод ПЭВ-2, Ф 0,07, l = 96 м); 21 - пластина изоляционная (фибра КГФ, л. 0,5); 22 - пластина ротора (сталь 34А); 23 - обойма (латунь Л62); 24 - провод ПЭВ-2, Ф 0,25, l = 19 м (для поз. 15); 25 - провод ПЭВ-2, Ф 0,08, l = 152 м (для поз. 16); 26 - провод выводной ПЭЛШО; 27 - трубка хлорвиниловая; 28 - провод ПЭВ-2, Ф 0,07, l = 96 м

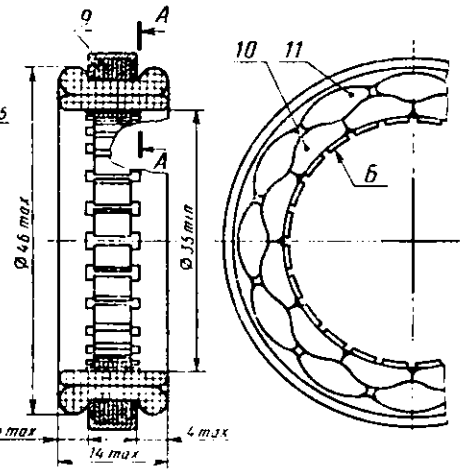


Статор корректора поз. 2 ставить на клее АК-20.

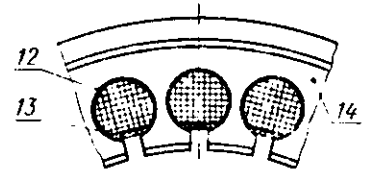
Поз. 1



Поз. 2

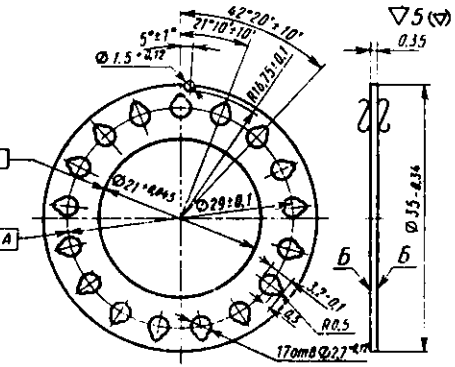


А – А
увеличено



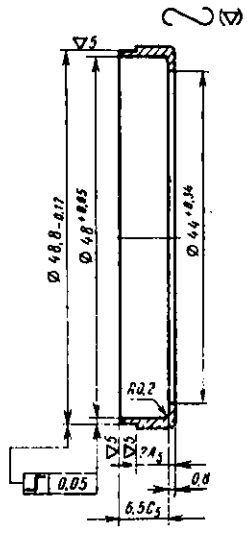
1. Для закрепления выводных концов пропустить их один раз через паз.
2. Обмотки пропитать по специнструкции
3. Покрыть поверхность Б клеем БФ-4 по специнструкции. Толщина слоя не более 0,01 мм

Поз. 8

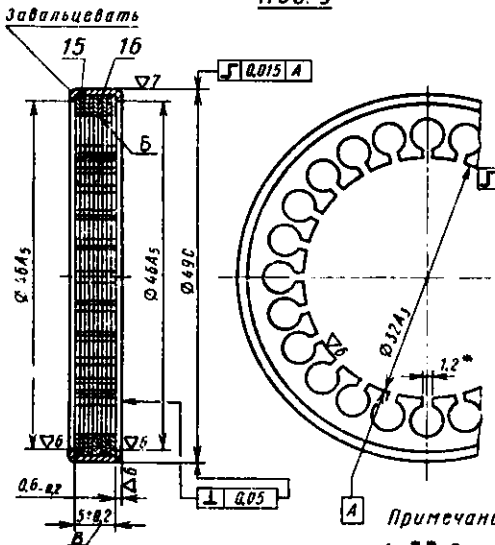


1. Заусенцы не допускаются.
2. Отжечь без окалины.
3. Покрыть поверхности Б клеем БФ-2 по специнструкции. Толщина слоя не более 0,02 мм.

Поз. 15



Поз. 9

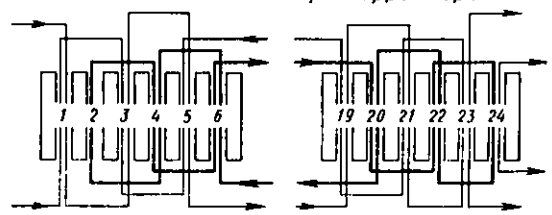


1. Размер В обеспечить подбором пластин статора.
2. Количество пластин показано условно.
3. После склейки пластин снять фаску 0,5×45° под завальцовку обоймы статора.
4. Покрыть поверхность Б клеем БФ-4 по специнструкции. Толщина слоя не более 0,2 мм.

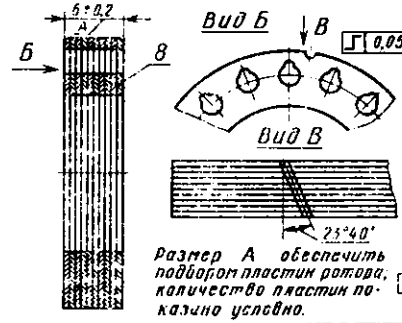
Примечания к поз. 1

1. ** Размер обеспечить инструментом.
2. Деления гравировать на глубину $0{,}2^{+0{,}1}$
3. Поверхности А покрыть клеем БФ-4 с красителем по специнструкции. Толщина слоя не более 0,02 мм.

Схема намотки статора корректора

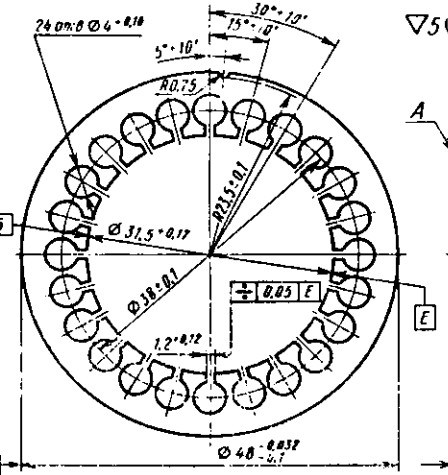


Поз. 6



Размер А обеспечить подбором пластин ротора; количество пластин показано условно.

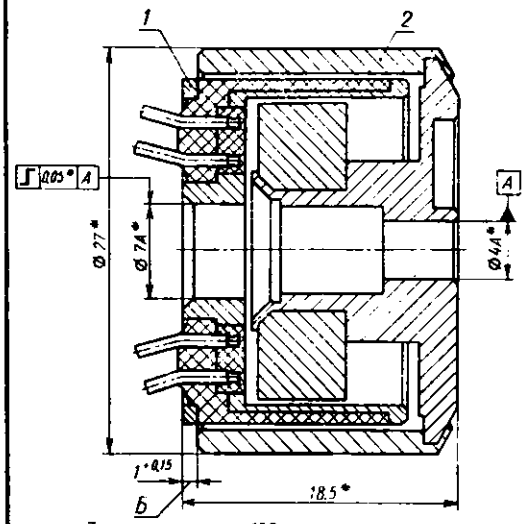
Поз. 16

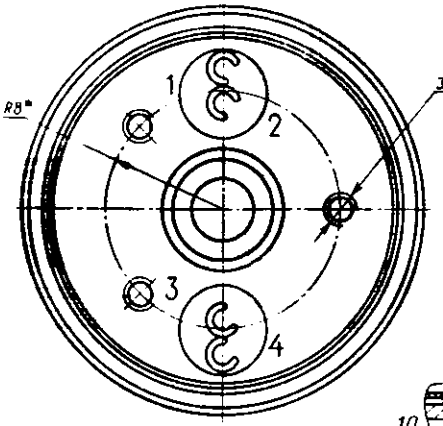


1. Термообработка по специнструкции
2. Заусенцы не допускаются
3. Покрыть поверхность А клеем БФ-2 по специнструкции. Толщина слоя не более 0,02 мм

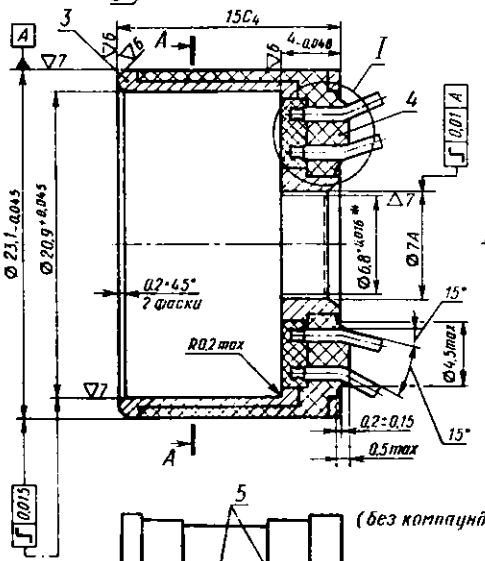
Рис. 12.3

Диапазон момента переменного тока с внутренним короткозамкнутым ротором:
1 - ротор корректора (сб); 2 - статор корректора (сб); 3 - обойма (алюминиевый сплав Д1-Т); 4 - рама с осями (сб); 5 - гироузел (сб); 6 - пакет ротора (сб); 7 - основание (алюминиевый сплав АЛ3); 8 - пластина ротора (сталь 342); 9 - пакет статора (сб); 10 - управляющая обмотка (провод ПЭВ-2, Ф 0,07); 11 - основная обмотка (провод ПЭВ-2, Ф 0,08); 12 - изоляция пазовая (электропрессшпан ЭВ); 13 - клин (фибра Ф1, п. 0,8); 14 - прокладка изоляционная (фибра КГФ, п. 0,5); 15-обойма статора (латунь ЛБ2-М); 16 - пластина статора (сталь 342) - 15 шт

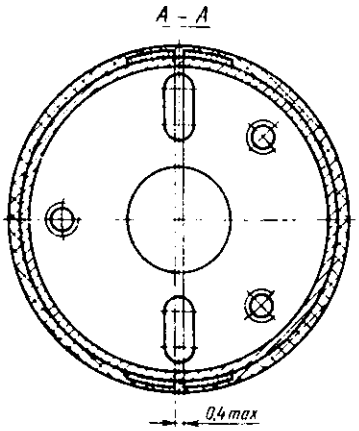




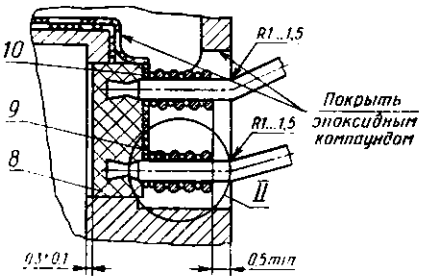
1. *Сборка датчика показана условно*
2. *Размер Б и несоосность не более 0,05 мм обеспечить при установке датчика в прибор.*
3. *При установке ротора поз 2 в прибор пользоваться немагнитным инструментом.*



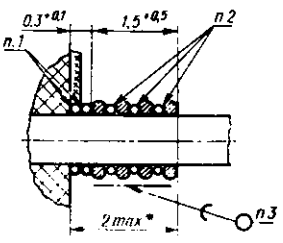
Поз 1



I
(до заливки компаундом)
увеличено



II
(до пайки)
увеличено



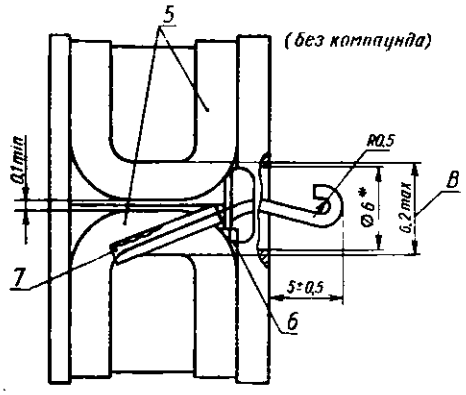
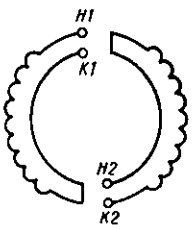


Схема электрическая

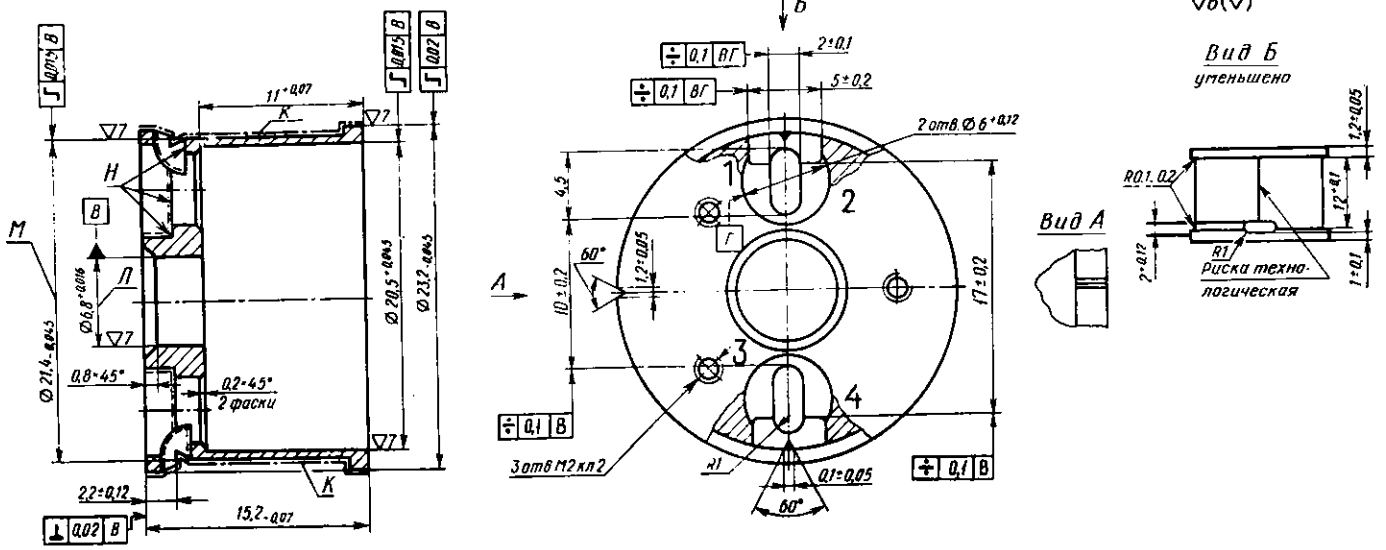


1. *Клемму поз.12 обмотать одним-двумя витками провода обмоточного с изоляцией (допускается нарушение изоляции).*
2. *Обожженный конец обмоточного провода обмотать между витками спирали поз.9 (не менее трех витков).*
3. *Паять припоем ПОС 61 с флюсом КЭЦ по специнструкции.*

1. *Катушки поз 5 подбирать так, чтобы разность их сопротивлений не превышала 0,5 Ом. Катушки выставить на корпусе относительно рисок в зоне размера В.*
2. *Катушки поз. 5 и колодки клеммные поз. 8 ставить на клее БФ-4.*
3. *Короткозамкнутые витки в катушках не допускаются.*
4. *Выводные концы катушек изолировать от катушек, корпуса и снаружи прокладками поз. 6 и 7. Прокладки ставить на клее БФ-4.*
5. *Спирали поз 9 и 10 надеть на клеммы клеммной колодки поз 8. Выводные концы катушек, зачищенные и облуженные, уложить между витками спирали, спираль слегка прижать к колодке и опаять припоем ПОСУу61 Ø5с флюсом ЛТИ. После монтажа выводные концы не должны иметь натяжения.*
6. *Статор залить эпоксидным компаундом. Чистота поверхности после заливки компаундом ▽6.*

Рис. 12.4 *на 3 листах.* *Лист 1*	*Датчик момента постоянного тока с двухполюсным магнитом-ротором:* *1 - статор (сб.); 2 - ротор (сб.); 3 - корпус (алюминий АД1); 4 - компаунд Д1-ТС; 5 - катушка (провод ПЭВ-2) - 2 шт; 6 - бумага КОН-1, 0,007, 2,5*10; 7 - бумага КОН-1, 0,007, 2,5*5; 8 - колодка клеммная (сб.) - 2 шт.; 9 спираль (серебро Ср999, проволока Ø 0,2); 10 - спираль (серебро Ср999, проволока Ø 0,2);*

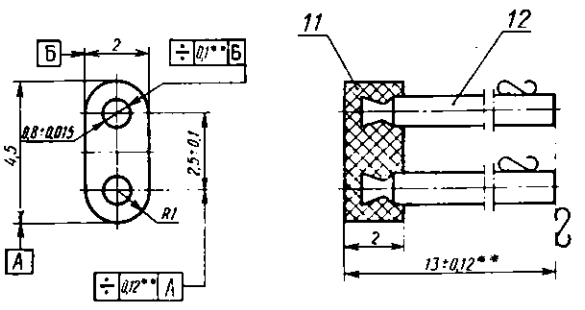
Поз. 3



1. Острые кромки притупить 0,1... 0,2 мм.
2. Заусенцы, задиры, стружка, металлическая пыль и другие загрязнения не допускаются.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали
4. Поверхность К покрыть винифлексовым лаком, сохранив эксцентриситет 0,02 мм поверхности Ø М относительно Ø Л. Допускается затекание винифлексового лака на поверхности Н.
5. Поверхность К после нанесения покрытия проверить на пробой напряжением 500 В переменного тока в течение 0,5 мин.

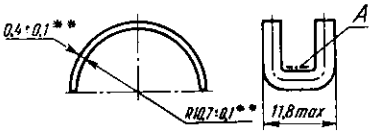
Поз. 8

▽7 Поверхности из пресс-материала

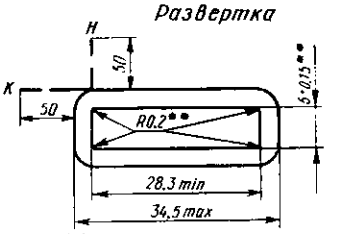


1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Клеммы поз. 12 после прессовки облудить припоем ПОССу 61-0,5.
3. Клеммы поз. 12 должны выдерживать испытания на пробой напряжением 500 В переменным током в течение 1 мин.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали

Поз. 5

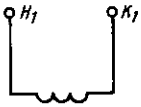


Развертка



1. ** Размеры обеспечить инструментом
2. Прямолинейная поверхность А не менее 5 мм**. Непрямолинейность не более 0,1 мм**.
3. Витки катушки скрепить лаком ГФ 95.
4. Начало и конец катушки должны быть обозначены маркировочными бирками
5. Направление намотки по часовой стрелке, если смотреть с вогнутой стороны
6. В катушке после формовки короткозамкнутые витки не допускаются.

Схема электрическая

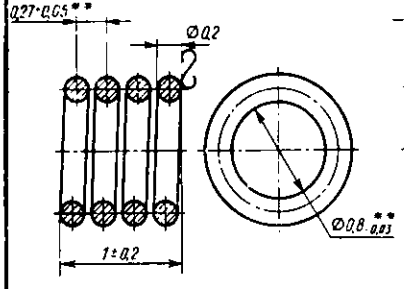


Данные катушки

Марка провода ПЭВ-2.
Диаметр провода по меди 0,06 мм.
Число витков - 120.
Сопротивление 56±6 Ом

Поз. 9

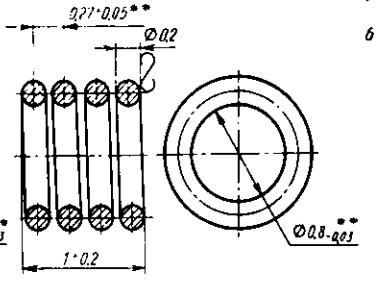
▽3(▽)



1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Число витков - 4±0,25
3. Навивка левая
4. Покрытие 0,9 оплавленное

Поз. 10

▽3(▽)

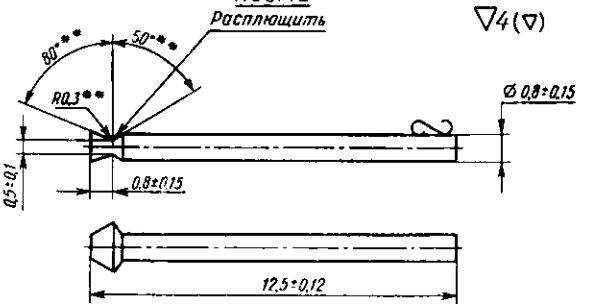


1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Число витков - 4±0,25.
3. Навивка правая
4. Покрытие 0,9 оплавленное

Поз. 12

▽4(▽)

Расплющить



1. ** Размеры обеспечить инструментом.
2. Покрытие 0,9 оплавленное

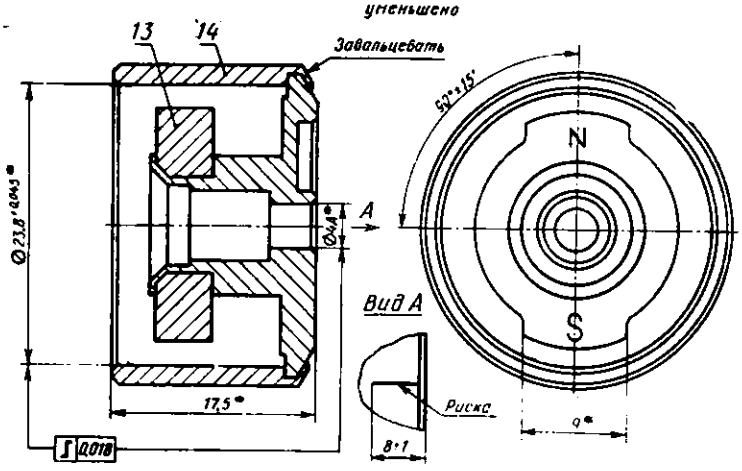
Рис. 12.4

Лист 2

11 - пресс-материал АГ-4С; 12 - клемма (медь М1, проволока Ø 0,8);

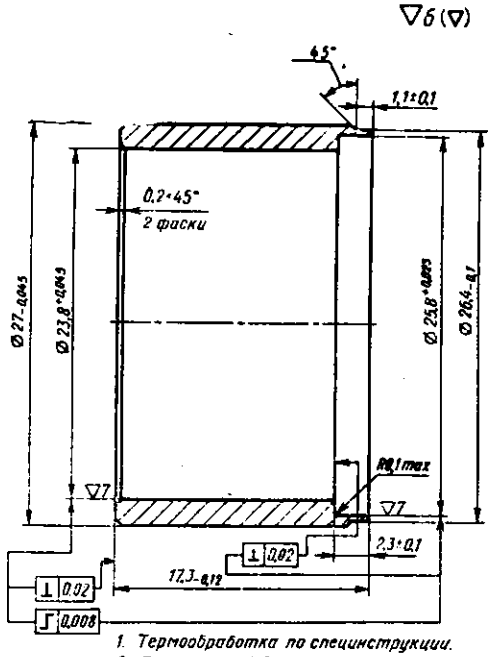
Поз. 2

уменьшено



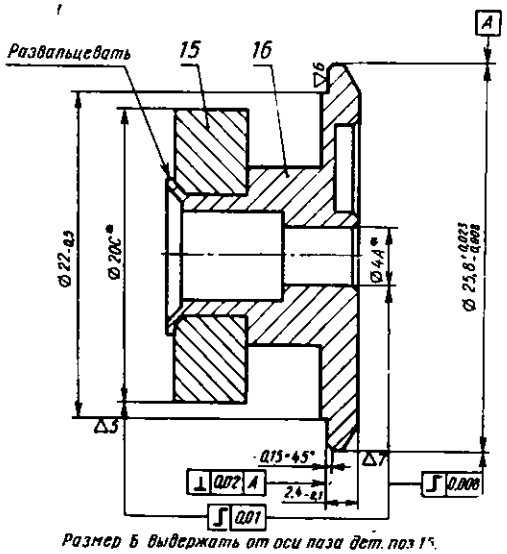
1. Деталь поз. 14 ставить до упора.
2. Ротор поз. 13 намагнитить.
3. При сборке и установке ротора пользоваться немагнитным инструментом.
4. Риску нанести электрогравой глубиной 0,1...0,2 мм.

Поз. 14

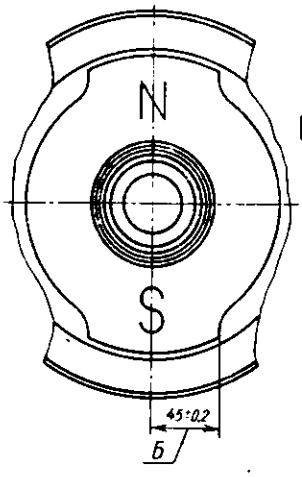


1. Термообработка по специнструкции.
2. Покрытие Кд 3хр.

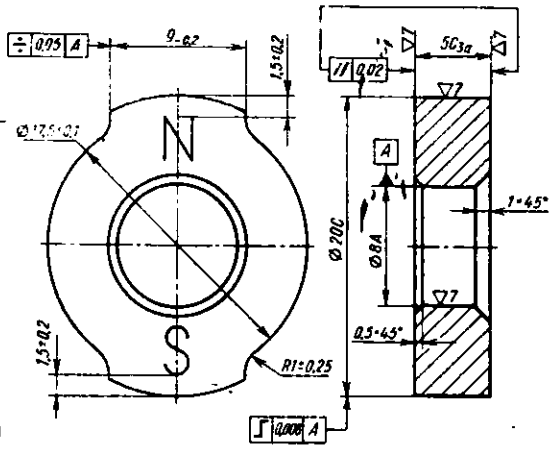
Поз. 13



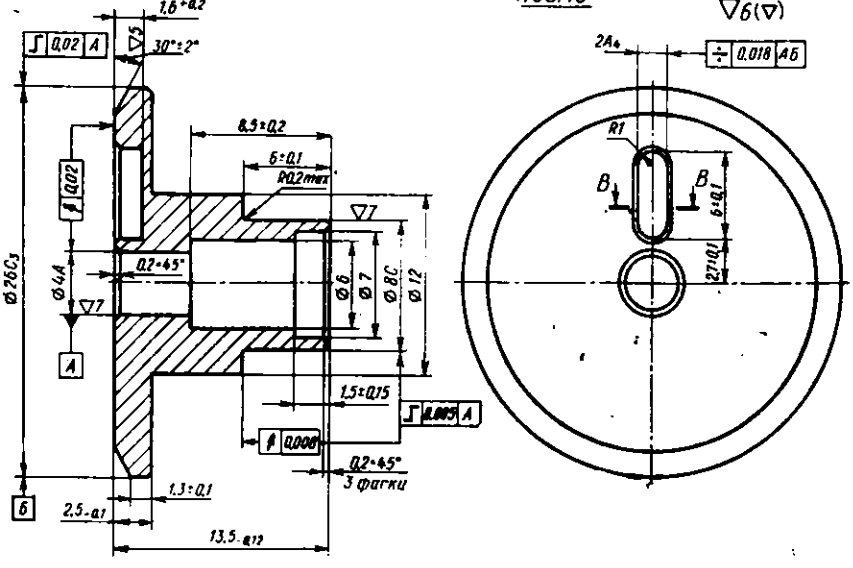
Размер Б выдержать от оси паза дет. поз. 15.



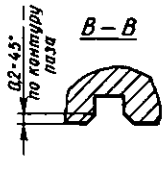
Поз. 15



Поз. 16



1. Внутренние дефекты: раковины, трещины, выявленные рентгеном и методом магнитной дефектоскопии, не допускаются.
2. Магнит должен иметь остаточную индукцию B_r не менее 1,1 Тл, коэрцитивную силу H_c не менее 45 кА/м, остаточный магнитный поток Φ_n не менее 24 мкВб.
3. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
4. После проверки магнитных свойств магнит размагнитить.



Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали.

Рис. 12.4

Лист 3

13 - ротор (сб.); 14 - ярмо (сталь 312); 15 - магнит (сплав ЮНДК24Б); 16 - корпус (сталь 2Х18Н9)

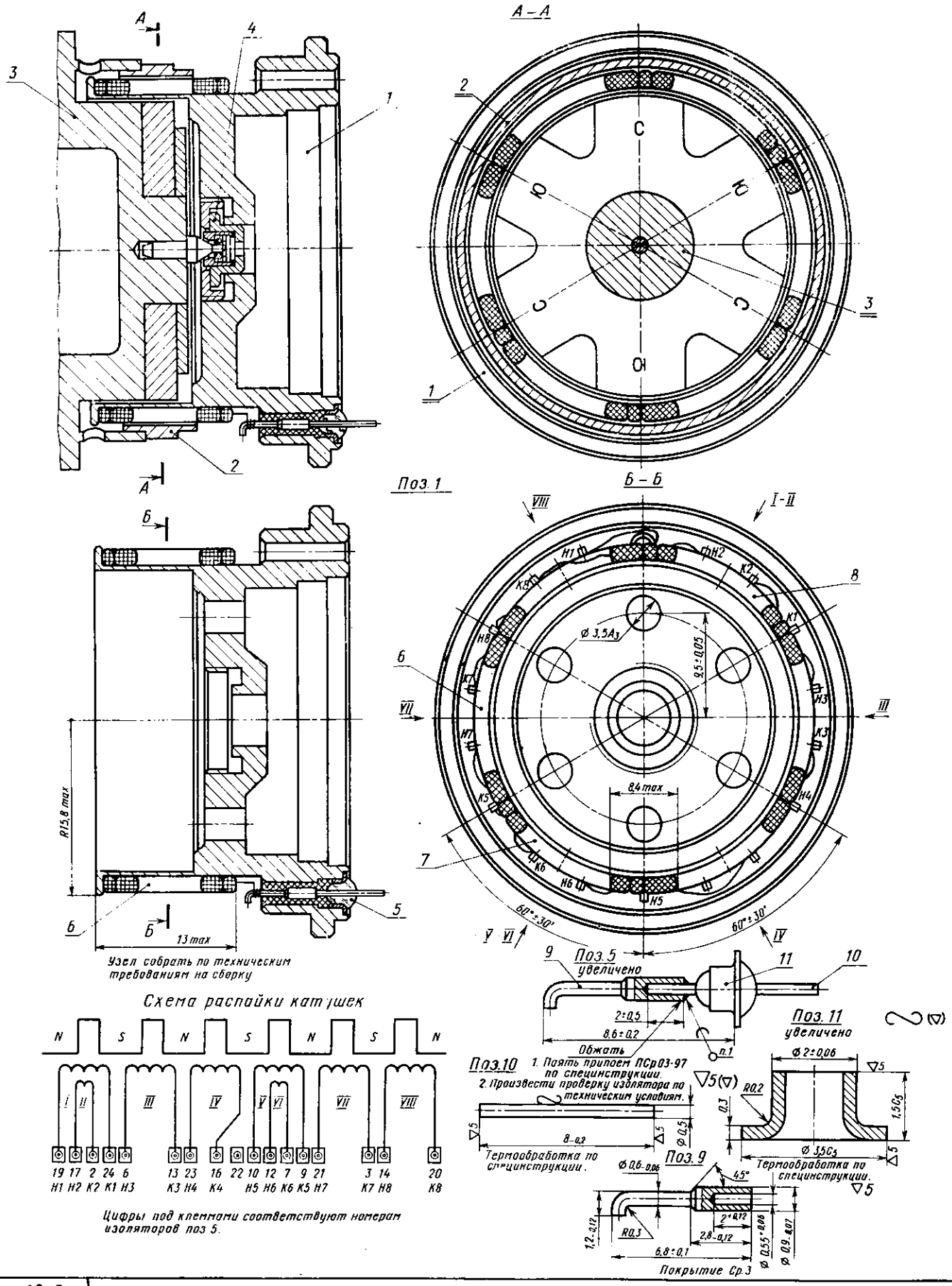
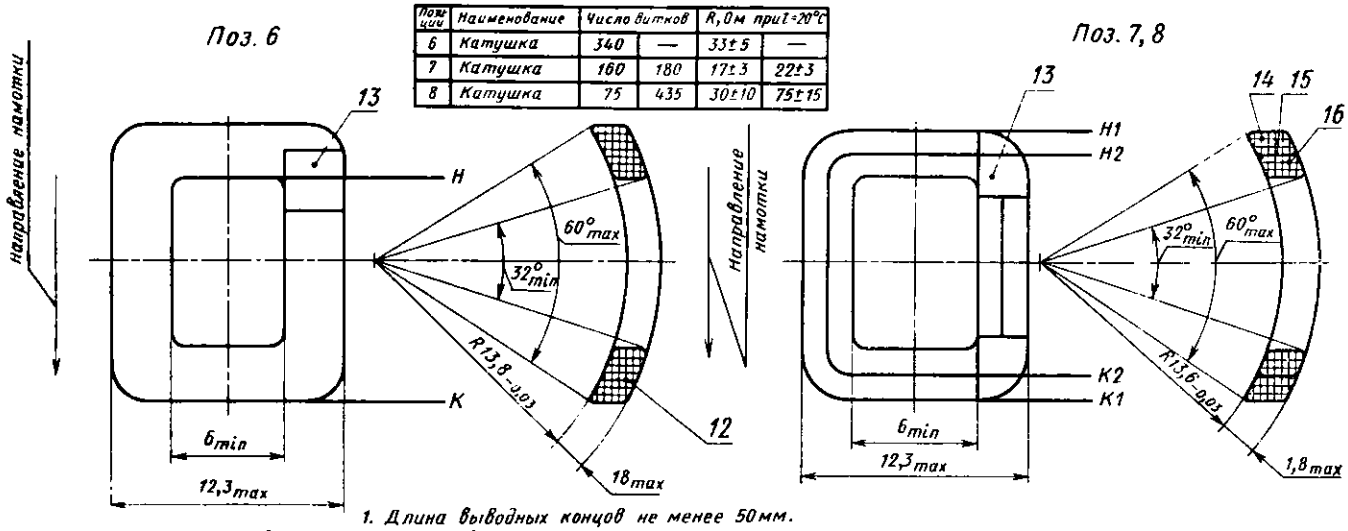
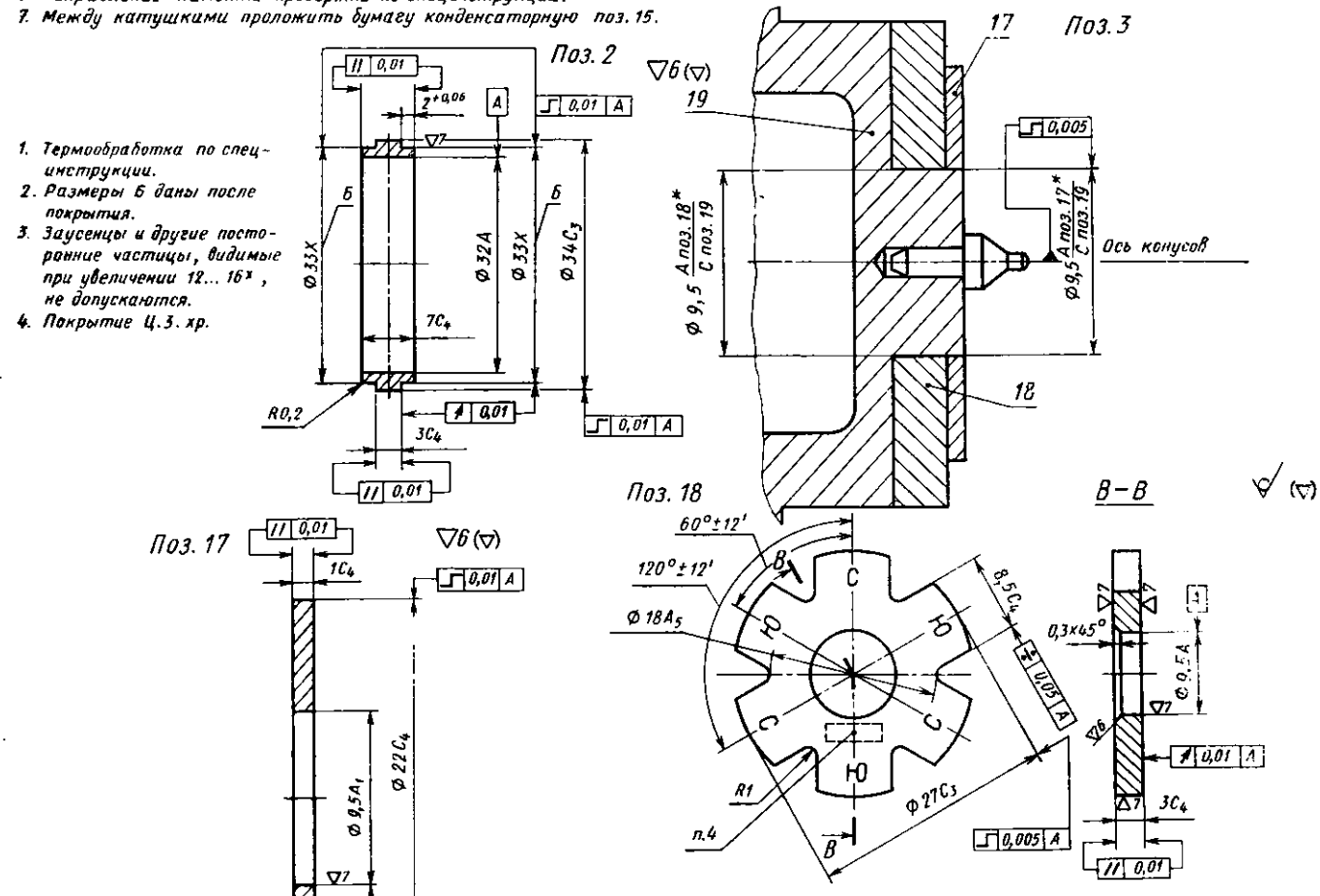


Рис. 12.5 на 2 листах. Лист 1	Датчик момента постоянного тока с шестиполюсным магнитом-ротором: 1 основание (алюминиевый сплав Д16 Т); 2 - ярмо (сталь 312); 3 - поплавок (сб.); 4 - узел подшипника (сб.); 5- герметический ввод (сб.); 6 - катушка (сб.); 7 - катушка (сб.); 8 - катушка (сб.); 9 - проводник (латунь Л62-Т антимагнитная); 10 - проводник (сплав 29НК, проволока Ø 0,5); 11 - втулка (сплав 29НК);

Позиция	Наименование	Число витков		R, Ом при t=20°С	
6	Катушка	340	—	33±5	—
7	Катушка	160	180	17±3	22±3
8	Катушка	75	435	30±10	75±15



1. Длина выводных концов не менее 50 мм.
2. Катушку мотать в специальной оправке с лаком УР-231 по специнструкции.
3. Радиус скругления внутреннего контура R0,5.
4. Под выводные концы подложить и приклеить лаком УР-231 бумагу конденсаторную поз. 13.
5. Короткозамкнутые витки не допускаются. Проверять по специнструкции.
6. Направление намотки проверять по специнструкции.
7. Между катушками проложить бумагу конденсаторную поз. 15.

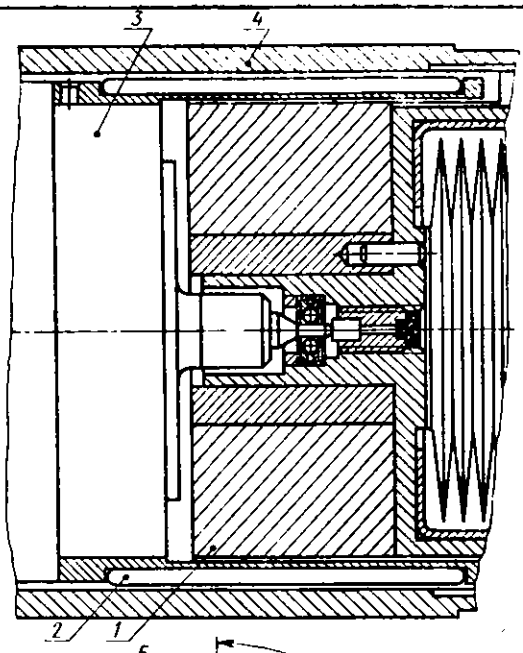


1. Литье. Магнитные свойства заготовок должны соответствовать техническим условиям.
2. Намагнитить по специнструкции и стабилизировать по техническим условиям.
3. Буквы нанести электроиглой.
4. Маркировать порядковый номер электроиглой.
5. Транспортировать и хранить в железном кольце.

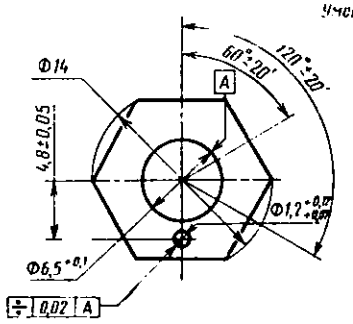
Рис. 12.5

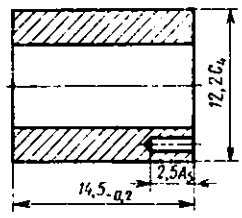
Лист 2

12 - провод ПЭВ-1, Ø 0,09; 13 - бумага конденсаторная КОН-2, 0,012×3,5×3; 14 - провод ПЭВ-1, Ø 0,09 (для поз. 7); провод ПЭВ-1, Ø 0,05 (для поз 8); 15 - бумага КОН-2, 0,01×1,9×200; 16 - провод ПЭВ-1, Ø 0,08 (для поз. 7); провод ПЭВ-1, Ø 0,07 (для поз. 8); 17 - шайба (бронза БрКМц3-1); 18 - магнит (сплав ЮНДК24Б); 19 - корпус поплавка (алюминиевый сплав Д16-Т)



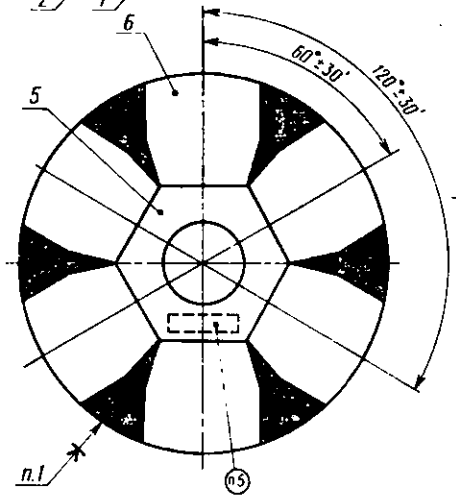
Поз. 5
Уменьшено



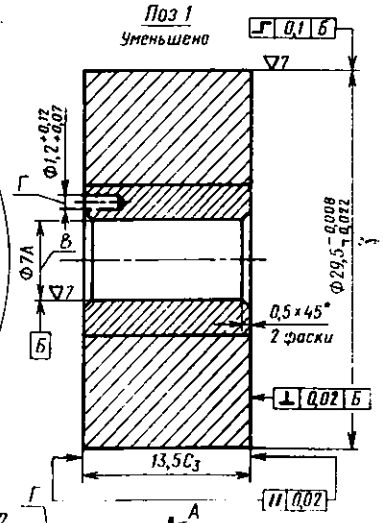


▽5

1. Термообработка по специнструкции.
2. Пескоструить.
3. Допускается изготавливать из стали 310.
4. Защиту от коррозии производить по инструкции.

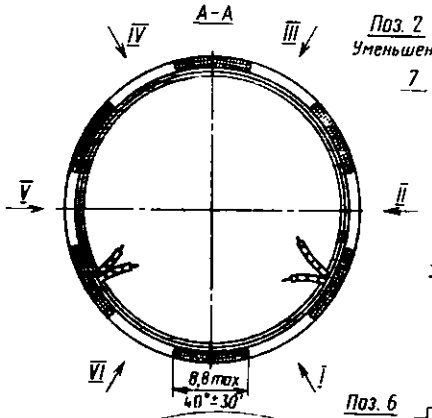


Поз 1
Уменьшено

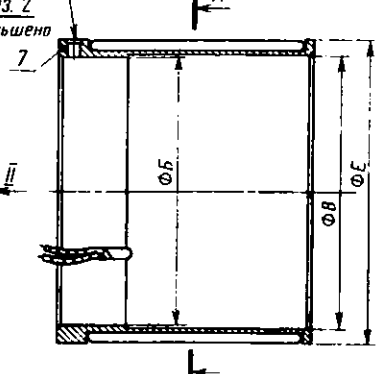


▽6 (▽)

1. Магниты поз. 6 собирать на клее по специнструкции.
2. Намагничивание и стабилизацию магнитов производить по инструкции.
3. Несовпадение оси полюса магнита поз. 6 относительно осей отверстия Ф В и Ф Г не более ±0,1 мм.
4. Внешний вид магнита, контролировать согласно утвержденному эталону.
5. Маркировать порядковый номер электроглой.
6. Защиту от коррозии производить по специнструкции.
7. За северный полюс считать магнит поз. 6, находящийся над отверстием Ф Г
8. Транспортировать и хранить с технологическим железным кольцом, установленным вдоль всей длины магнита.

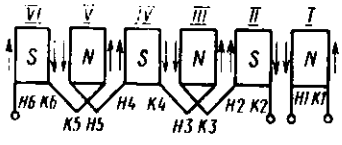


Поз. 2
Уменьшено



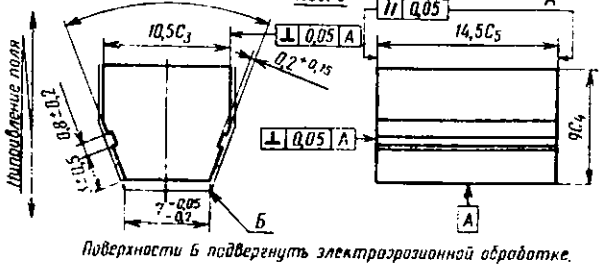
▽4

Схема соединения катушек



1. Сборку и контроль узла катушек производить по специнструкции
2. Выступание катушек и лака за ФЕ не допускается.
3. Сопротивление изоляции между катушками I и II, между катушками I, II и каркасом поз. 7 должно быть не менее 80 МОм при напряжении 500 В при нормальных условиях. Места контактирования с каркасом – поверхность Г.
4. Проверить прочность изоляции при напряжении 500 В (амплитудное значение) и мощности источника питания 0,5 кВА в течение одной минуты при нормальных условиях.
5. Биение ФБ относительно ФВ должно быть не более 0,06 мм

Поз. 6

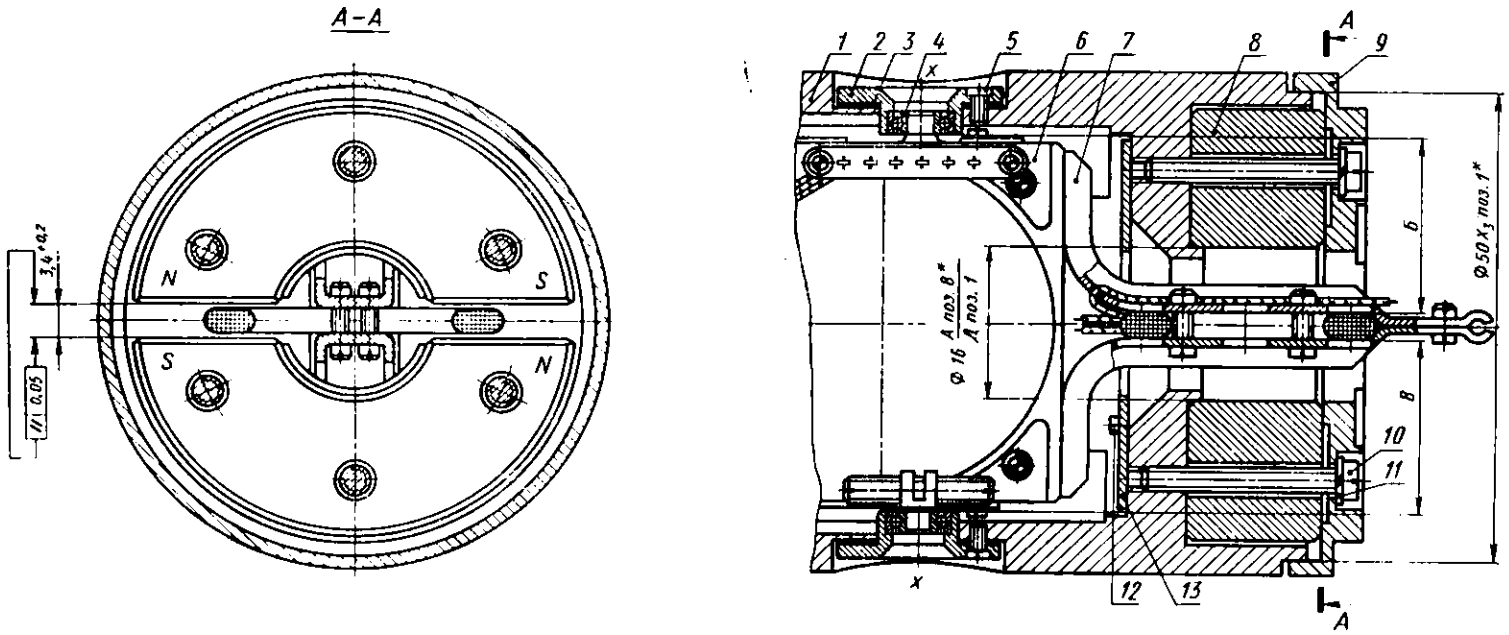


Поверхности Б подвергнуть электроэрозионной обработке.

Рис. 12.6

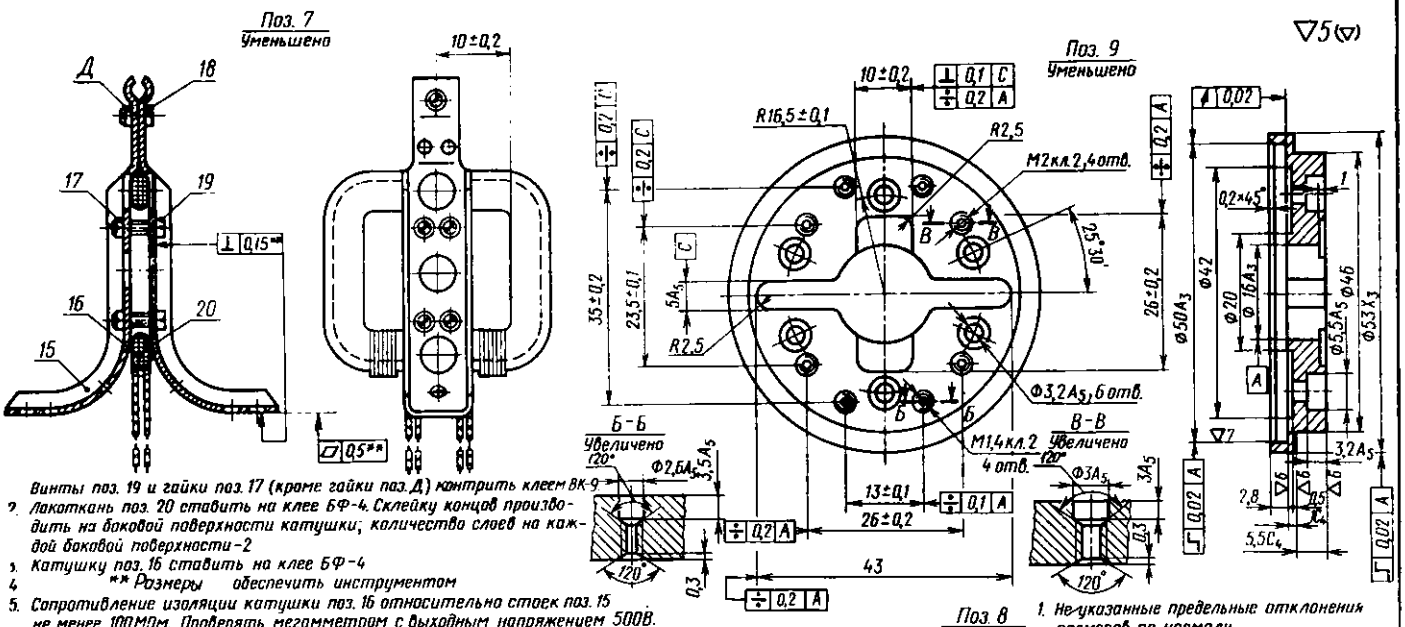
Датчик момента постоянного тока с составным шестиполюсным магнитом-статором:

1 - узел магнита (сб); 2 - узел катушек (сб); 3 - гироузел (сб.); 4 - корпус (сталь Э); 5 - втулка (сталь Э); 6 - магнит (сплав ЮНДК25БА); 7 - каркас (алюминиевый сплав АМг-2)



1. Разность размеров В и Б должна быть не более 0,2 мм (измерять по всей длине катушки, свободной от ниток).
2. Магниты поз. 8 комплектовать парами с разностью магнитных потоков не более 3 мкВб.
3. Винт поз 12 ставить на нитроклее АК-20.
4. Момент электрической пружины должен быть не менее 0,016 Н·м при токе 35 мА, подаваемом в катушку поз. 16.
5. Сопротивление изоляции должно быть не менее 80 МОм при напряжении 500 В.
6. При сборке обеспечить зазор между узлом катушки и магнитом не менее 0,3 мм, во всей зоне движения катушки.
7. Попадание ферромагнитных частиц в зазор между катушкой и магнитом не допускается.
8. Датчик работает в лигроине.

Рис. 12.7 на 2 листах. Лист 1	Датчик момента постоянного тока с подвижной рамкой: 1 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - пробка (сталь 2Х13); 3 - прокладка (латунь Л62-Т); 4 - подшипник 2А2000083К; 5 - винт специальный (латунь ЛС59-1Т); 6 - гироузел (сб.); 7 - узел катушки (сб.); 8 - магнит (сплав ЮНДК24); 9 - фланец (алюминиевый сплав Д1-Т); 10 - винт М2,6×20; 11 - шайба; 12 - винт М1,4×5-3 шт.; 13 - кольцо (сталь Э); 14 - винт М2×5 - 4 шт.; 15 - стойка (магниевый сплав МАВ-М, л.0,8);

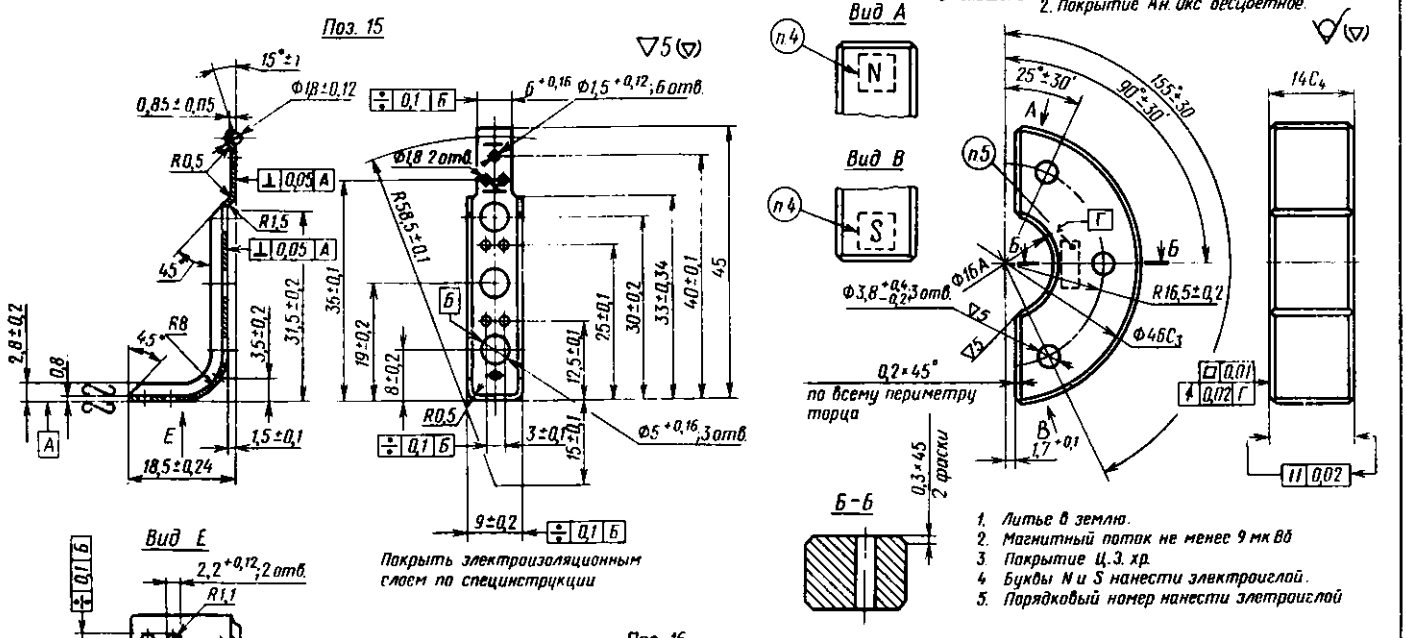


Винты поз. 19 и гайки поз. 17 (кроме гайки поз. Д) контрить клеем ВК-9

2. Лакоткань поз. 20 ставить на клее БФ-4. Склейку концов производить на боковой поверхности катушки; количество слоев на каждой боковой поверхности – 2
3. Катушку поз. 16 ставить на клее БФ-4
4. ** Размеры обеспечить инструментом
5. Сопротивление изоляции катушки поз. 16 относительно стоек поз. 15 не менее 100 МОм. Проверять мегомметром с выходным напряжением 500В.

Поз. 8
Уменьшено

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали
2. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

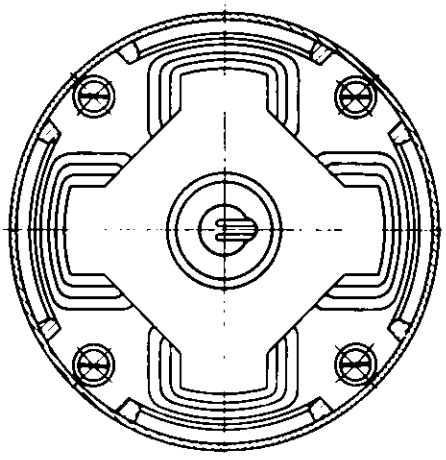


1. Литье в землю.
2. Магнитный поток не менее 9 мк Вб
3. Покрытие Ц. 3. хр.
4. Буквы N и S нанести электроиглой.
5. Порядковый номер нанести электроиглой

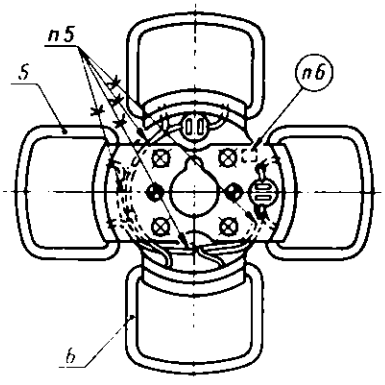
1. Направление намотки катушек I и II по часовой стрелке
2. Маркировать меткой Ф1,5±0,5 эмалью белого цвета А-11.
3. Число витков: катушки I n_1=1100, катушки II n_2=200
4. Сопротивление обмотки: катушки I R_1=300±10% Ом, катушки II R_2=80±15% Ом.
5. Катушку мотать на специальной оправке
6. ** Размеры обеспечить инструментом.
7. Короткозамкнутые витки не допускаются.
8. Намотку катушек производить на эпоксидном компаунде ЭК-11.
9. Проверить сопротивление изоляции, которое должно быть между катушками не менее 80 Ом при напряжении 500В.
10. Проверить прочность изоляции при напряжении 500В между катушками.
11. Прокладку поз 22 сложить вдвое и проложить по всему периметру соприкосновения катушек I и II.
12. Начало обмоток I и II изолировать от остальных витков обмоток прокладками поз. 23.
13. Паять припоем ПОС 61 с флюсом КЭЦ по специнструкции
14. Выводные концы провода поз. 26 обвязать ниткой в один ряд (12...15 витков). Нитки пропитать клеем АК-20

Рис 12

16 катушка (сб.), 17 гайка М1,4 – 5 шт.; 18 винт М1,4 – 4; 19 винт М1,4×7 – 4 шт.; 20 лакоткань ЛШСС 0,1×10×18; 21 трубка из винилита Л×5; 22 прокладка (бумага конденсаторная КОН-2, 0,012×4×55; 23 прокладка (бумага конденсаторная КОН-1 и ПР-1-25Г – 5 Б 24 провод ПЭМ-1 Ф0,08 – 10,5 м 25 провод ПЭМ-1 Ф0,07 – 27 м 26 провод ПЭЛШО Ф0,18 – 7[illegible] м



Поз. 3



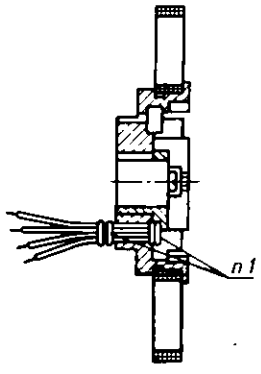
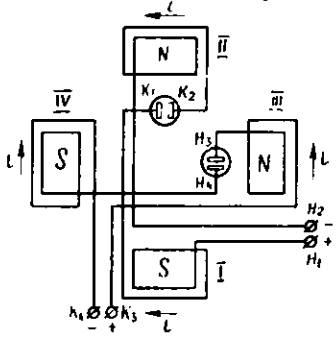
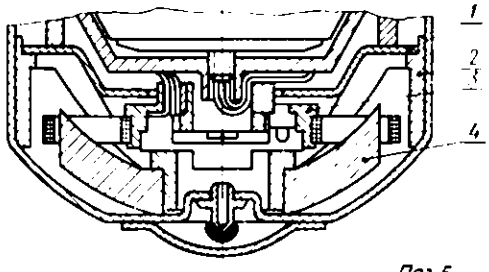


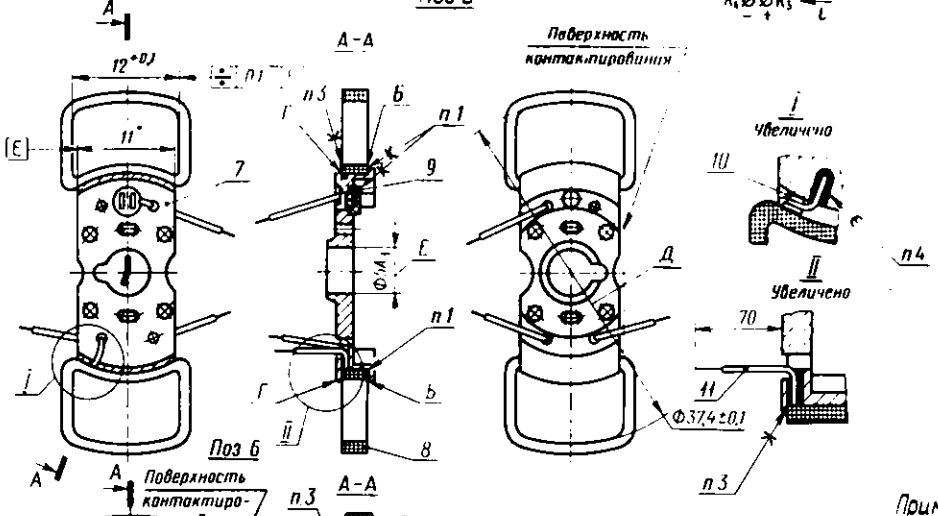
Схема соединения катушек



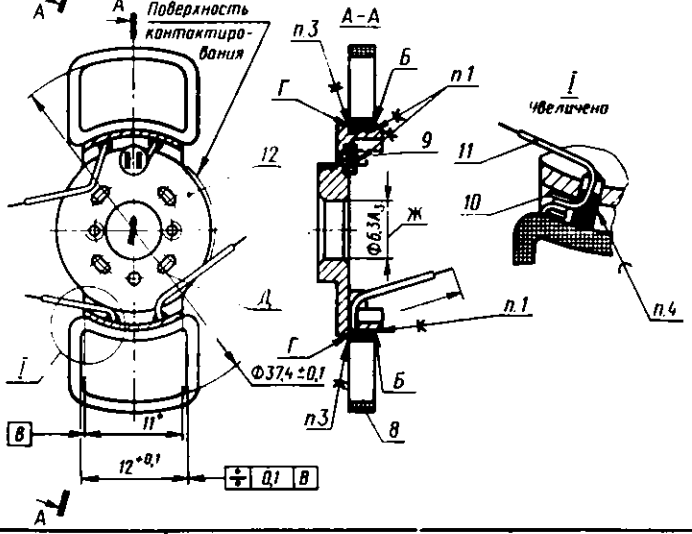


1. Концы выводные одвязать х/б нитками. Узел пропитать клеем ВК-9.
2. Правильность распайки катушек проверить с помощью магнитного компаса. При подаче на катушки постоянного тока 1,5 .5 В компас должен показать полярность, указанную на схеме. Компас подносить со стороны переходников поз 9.
3. Суммарное сопротивление катушек по каждому каналу 60 Ом ± 15%.
4. Взаимное влияние канала на канал не более 2% в пределах угла ± 2°. Проверку производить на технологическом имитаторе при токе не более 0,2 А. Имитатор с катушками сбалансировать по каждой оси с точностью $5 \cdot 10^{-6}$ Н·м. После установки магнита перемещение катушек допускается только в пределах ± 3°. Обеспечить упорами имитатора.
5. После настройки и проверки узла провода, лежащие в пазах каркаса поз. 7 и 12, залить компаундом ЭК-115.
6. Настроенный и проверенный узел поз 3 маркировать попарно с магнитом поз 4. На сборку узлы поставлять комплектно.

Поз 5



Поз 6



Примечания к поз. 5 и 6

1. Переходники поз. 9 и катушки поз. 8 приклеить к каркасам поз. 7 и 12 клеем ВК-9. Катушки должны плотно прилегать к верхнему бурту Б. Зазор и перекос не допускаются.
2. После приклеивания катушек проверить Ф Д на базе Ф Е (Ф Ж).
3. Зазор между катушками и нижним буртом Г залить клеем ВК-9.
4. Выводные концы поз 11 паять к проводу обмоточному приоем ПОС 61 с флюсом КЭ.
5. Места пайки выводных концов изолировать бумагой конденсаторной поз. 10 в 4 слоя с клеем БФ-4. Выводные концы приклеить к каркасам поз. 7 и 12 клеем ВК-9.
6. Сопротивление изоляции токоведущих цепей относительно каркасов поз 7 и 12 не менее 80 МОм в нормальных условиях.

Рис. 12.8
на 2 листах.
Лист 1

Двухкоординатный датчик момента постоянного тока:
1 - экран (сталь 3), 2 магнитопровод (сталь 38); 3 узел катушек (сб); 4 - магнит (сплав ЮНДК 24); 5 - катушка (сб);

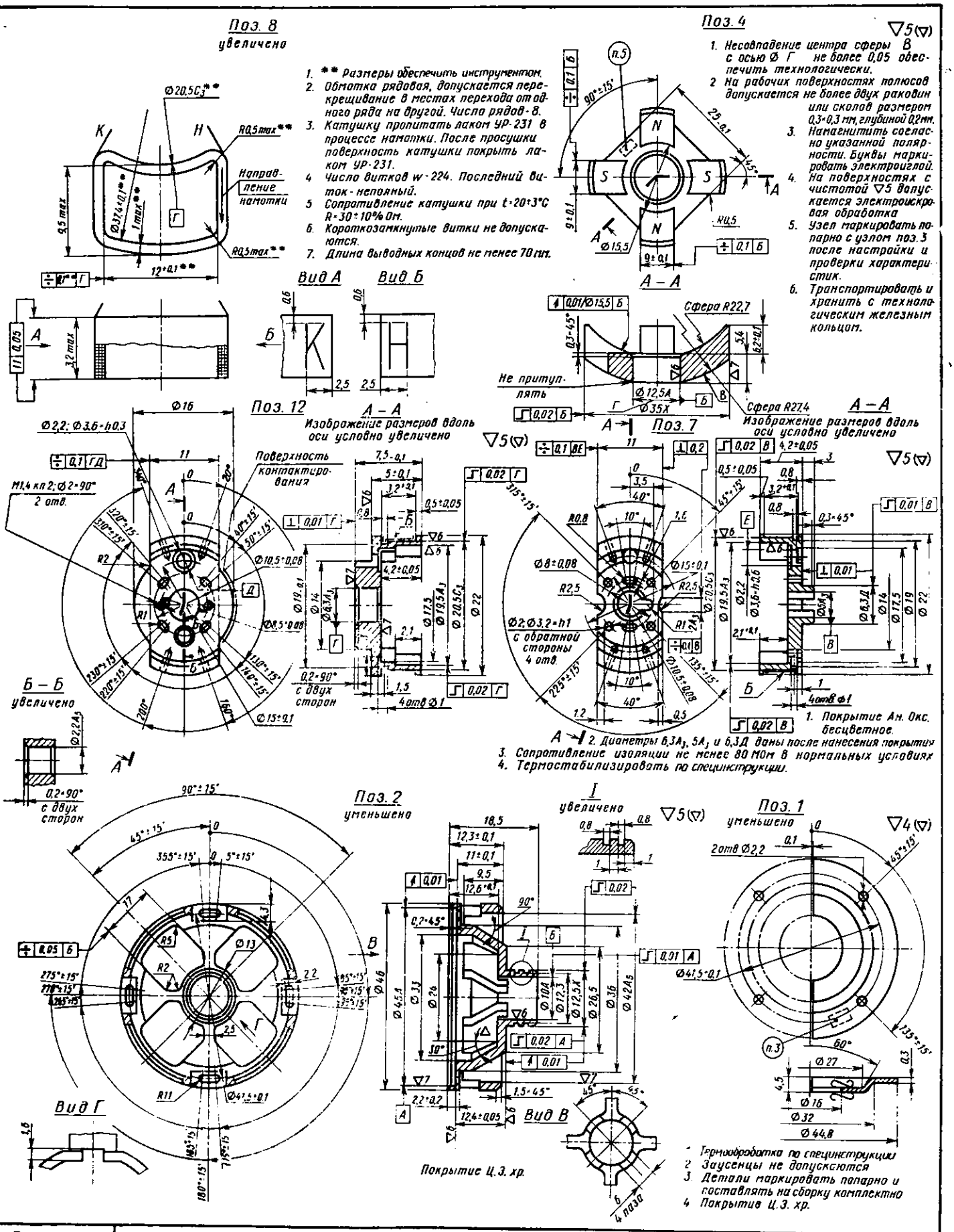
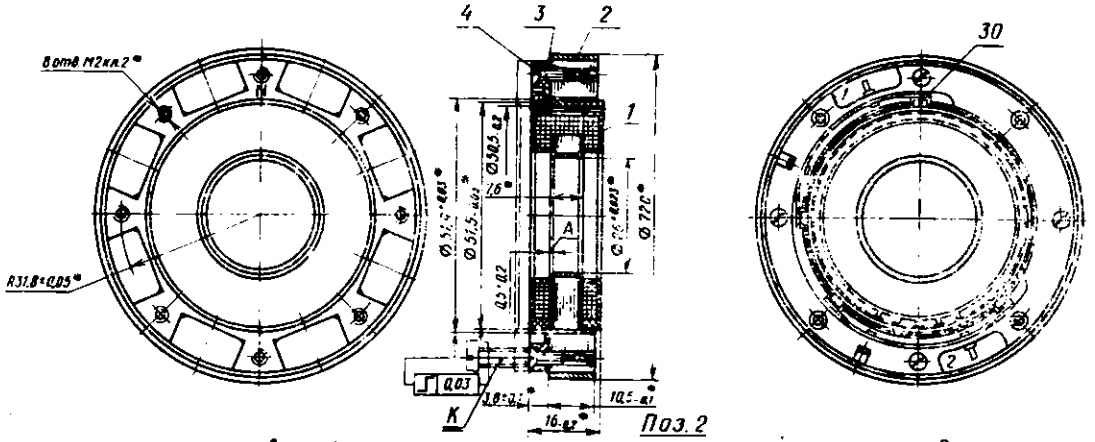


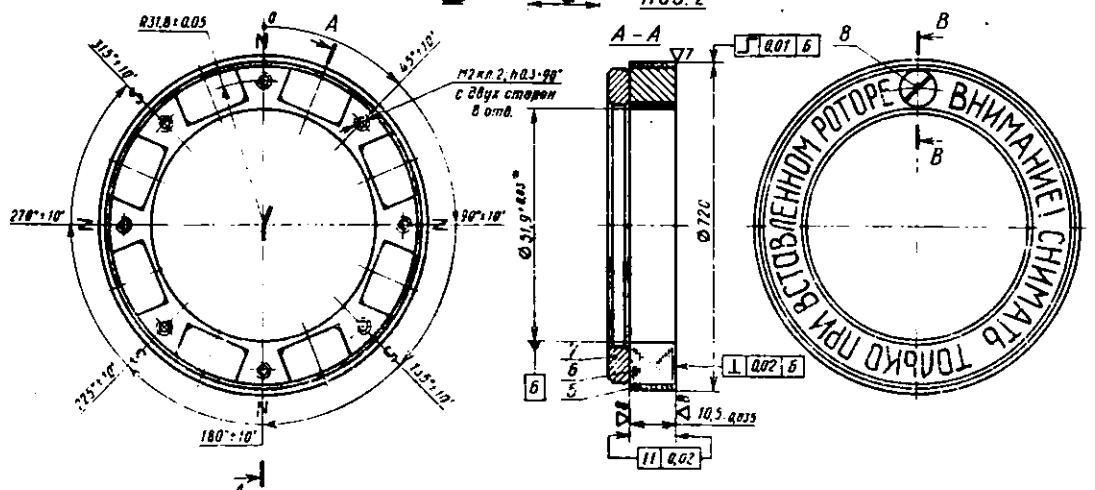
Рис. 12.8

Лист 2

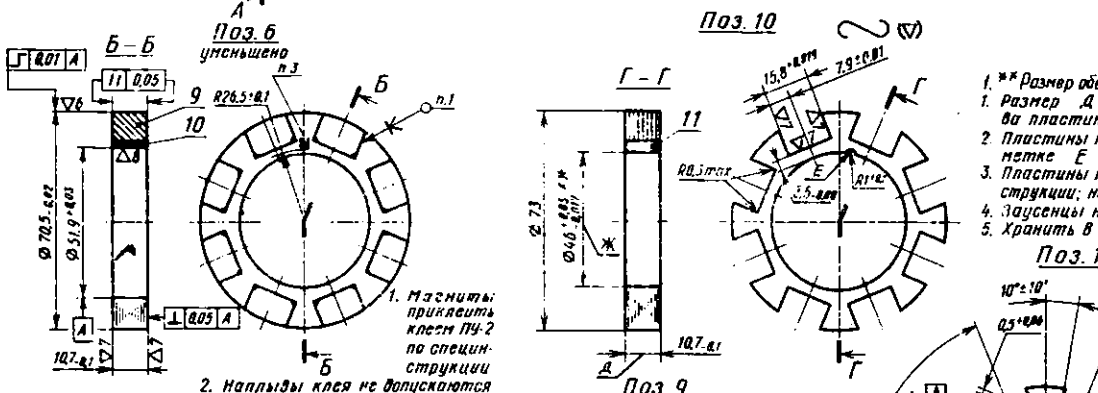
б - катушка (сб.); 7 - каркас (алюминиевый сплав АМг2с); 8 - катушка (провод ПЭВ-1, Ø 0,07, l 10 м; 9 переходник (сб.); 10 бумага конденсаторная КОН-1; 11 - провод ГФ-100П, S - 0,03 мм²; 12 - каркас (алюминиевый сплав АМг2с)



1. Сборка датчика показана условно.
2. Размер А выдержать при установке датчика в прибор.
3. Шунтирующее кольцо с винтом К, показанные тонкой линией, снимать только при восстановлении ротора поз.1.
4. Сопротивление постоянному току ротора R=15±1½ Ом.
5. Сопротивление изоляции между каждой пластиной коллектора и пакетом ротора должно быть не менее 20 МОм.

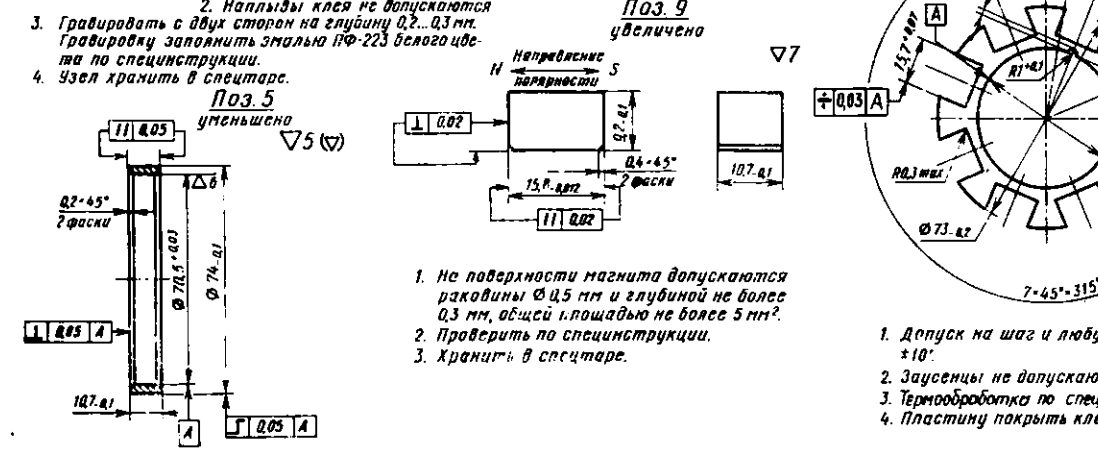


1. Обойму статора поз.5 приклеить по специнструкции.
2. Статор намагнитить по специнструкции.
3. Винт поз.8 до упора не завинчивать. После намагничивания поставить шунтирующее кольцо поз.7, как показано на чертеже.
4. Шунтирующее кольцо поз.7 до установки ротора не снимать.



1. Магниты приклеить клеем ПУ-2 по специнструкции
2. Наплывы клея не допускаются
3. Гравировать с двух сторон на глубину 0,2...0,3 мм. Гравировку заполнить эмалью ПФ-223 белого цвета по специнструкции.
4. Узел хранить в спецтаре.

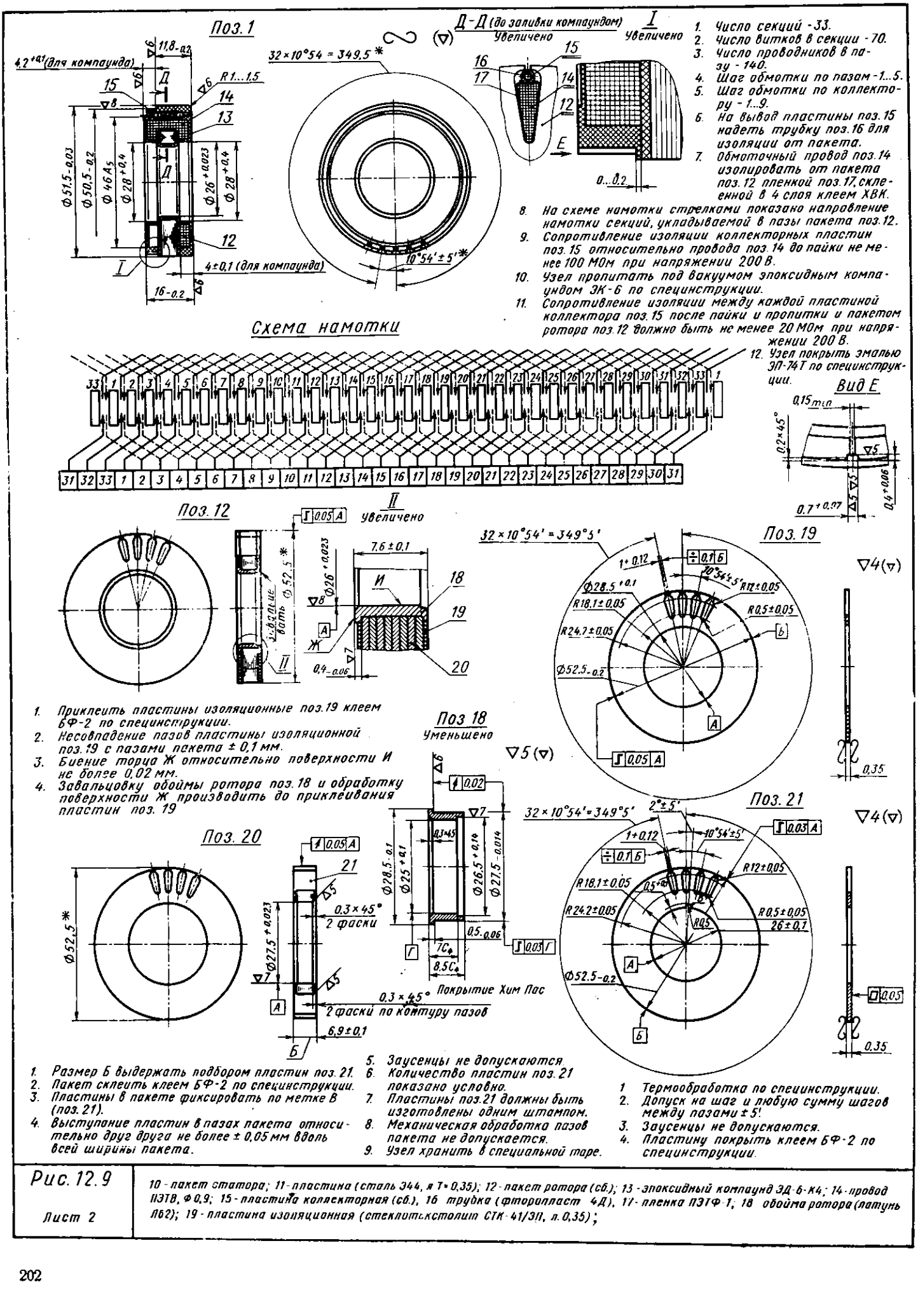
1. ** Размер обеспечить инструментом.
1. Размер Д выдержать подбором количества пластин поз.11.
2. Пластины поз.11 фиксировать в пакете по метке Е на Ø Ж.
3. Пластины поз.11 склеить клеем БФ-2 по специнструкции; наплывы клея не допускаются.
4. Заусенцы не допускаются.
5. Хранить в специальной таре.



1. Не поверхности магнита допускаются раковины Ø 0,5 мм и глубиной не более 0,3 мм, общей площадью не более 5 мм².
2. Проверить по специнструкции.
3. Хранить в спецтаре.

1. Допуск на шаг и любую сумму шагов между пазами ±10'.
2. Заусенцы не допускаются.
3. Термообработка по специнструкции.
4. Пластину покрыть клеем БФ-2 по специнструкции.

Рис. 12.9 на 3 листах. Лист 1	Датчик момента постоянного тока коллекторного типа: 1 - ротор (сб); 2 - статор (сб); 3 щеткодержатель (сб.); 4 винт М2-6-8 шт.; 5 - обойма статора (сплав 36НКТЮ); 6 - пакет с магнитами (сб.); 7 кольцо шунтирующее (сталь 3); 8 винт М4-10; 9 - магнит (сплав ЮНДК24);



1. Число секций - 33.
2. Число витков в секции - 70.
3. Число проводников в пазу - 140.
4. Шаг обмотки по пазам - 1...5.
5. Шаг обмотки по коллектору - 1...9.
6. На вывод пластины поз. 15 надеть трубку поз. 16 для изоляции от пакета.
7. Обмоточный провод поз. 14 изолировать от пакета поз. 12 пленкой поз. 17, склеенной в 4 слоя клеем ХВК.
8. На схеме намотки стрелками показано направление намотки секций, укладываемой в пазы пакета поз. 12.
9. Сопротивление изоляции коллекторных пластин поз. 15 относительно провода поз. 14 до пайки не менее 100 МОм при напряжении 200 В.
10. Узел пропитать под вакуумом эпоксидным компаундом ЭК-6 по специнструкции.
11. Сопротивление изоляции между каждой пластиной коллектора поз. 15 после пайки и пропитки и пакетом ротора поз. 12 должно быть не менее 20 МОм при напряжении 200 В.
12. Узел покрыть эмалью ЭП-74Т по специнструкции.

1. Приклеить пластины изоляционные поз. 19 клеем БФ-2 по специнструкции.
2. Несовпадение пазов пластины изоляционной поз. 19 с пазами пакета ± 0,1 мм.
3. Биение торца Ж относительно поверхности И не более 0,02 мм.
4. Завальцовку обоймы ротора поз. 18 и обработку поверхности Ж производить до приклеивания пластин поз. 19

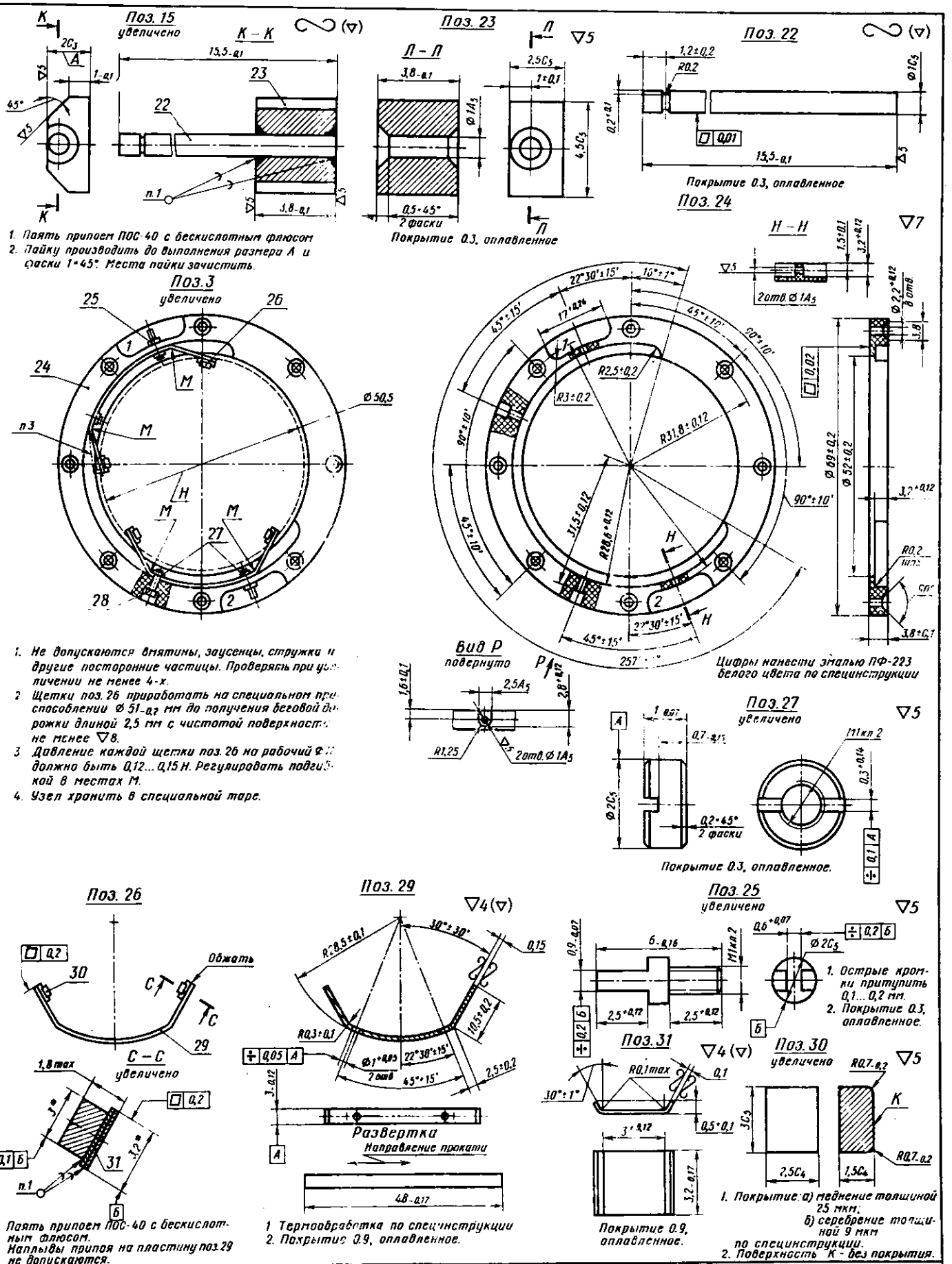
1. Размер Б выдержать подбором пластин поз. 21.
2. Пакет склеить клеем БФ-2 по специнструкции.
3. Пластины в пакете фиксировать по метке В (поз. 21).
4. Выступание пластин в пазах пакета относительно друг друга не более ± 0,05 мм вдоль всей ширины пакета.
5. Заусенцы не допускаются.
6. Количество пластин поз. 21 показано условно.
7. Пластины поз. 21 должны быть изготовлены одним штампом.
8. Механическая обработка пазов пакета не допускается.
9. Узел хранить в специальной таре.

1. Термообработка по специнструкции.
2. Допуск на шаг и любую сумму шагов между пазами ± 5'.
3. Заусенцы не допускаются.
4. Пластину покрыть клеем БФ-2 по специнструкции.

Рис. 12.9

Лист 2

10 - пакет статора; 11 - пластина (сталь 344, я Т = 0,35); 12 - пакет ротора (сб.); 13 - эпоксидный компаунд ЭД-6-К4; 14 - провод ПЭТВ, Ф 0,9; 15 - пластина коллекторная (сб.), 16 трубка (фторопласт 4Д), 17 - пленка ПЭТФ-1; 18 обойма ротора (латунь Л62); 19 - пластина изоляционная (стеклотекстолит СТК-41/ЗП, л. 0,35);



1. Паять припоем ПОС-40 с бескислотным флюсом
2. Пайку производить до выполнения размера А и фаски 1×45°. Места пайки зачистить.

Покрытие 0,3, оплавленное

1. Не допускаются вмятины, заусенцы, стружка и другие посторонние частицы. Проверять при увеличении не менее 4-х.
2. Щетки поз. 26 приработать на специальном приспособлении Ø 51$_{-0,2}$ мм до получения беговой дорожки длиной 2,5 мм с чистотой поверхности не менее ▽8.
3. Давление каждой щетки поз. 26 на рабочий ... должно быть 0,12... 0,15 Н. Регулировать подгибкой в местах М.
4. Узел хранить в специальной таре.

Цифры нанести эмалью ПФ-223 белого цвета по специнструкции

1. Паять припоем ПОС-40 с бескислотным флюсом.
2. Наплывы припоя на пластину поз. 29 не допускаются.

1. Термообработка по специнструкции
2. Покрытие 0,9, оплавленное.

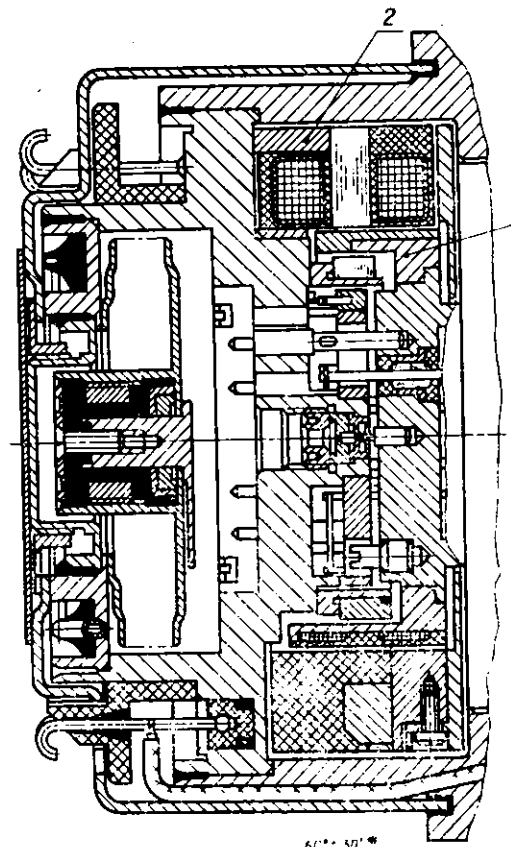
1. Острые кромки притупить 0,1... 0,2 мм.
2. Покрытие 0,3, оплавленное.

1. Покрытие: а) меднение толщиной 25 мкм;
б) серебрение толщиной 9 мкм по специнструкции.
2. Поверхность К – без покрытия.

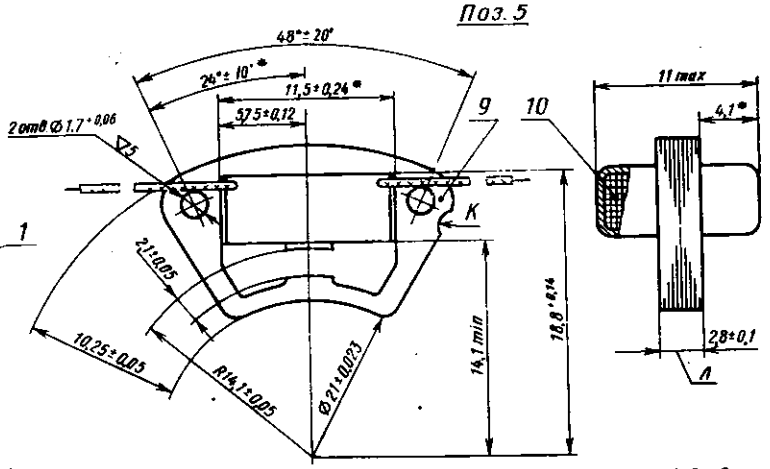
Рис. 12.9

Лист 3

20 пакет ротора (сб.); 21 пластина (сталь 344, л. Т=0,35); 22 - вывод (медь М1-Т); 23 - пластина (медь М1-Т); 24 - корпус (пресс-материал АГ 4В); 25 штырь (латунь Л62-М, 26 щетка в сборе (сб.); 27 - гайка (латунь Л62); 28 винт М1×3; 29 пластина (бронза Бр.Б2-Т, л. 0,2); 30 щетки (электрографитный полуфабрикат №6); 31 прокладка (медь М1, л. 0,1)

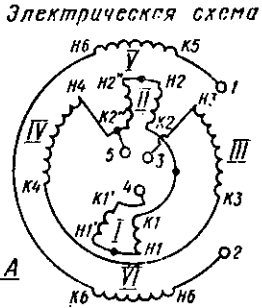


Поз. 5

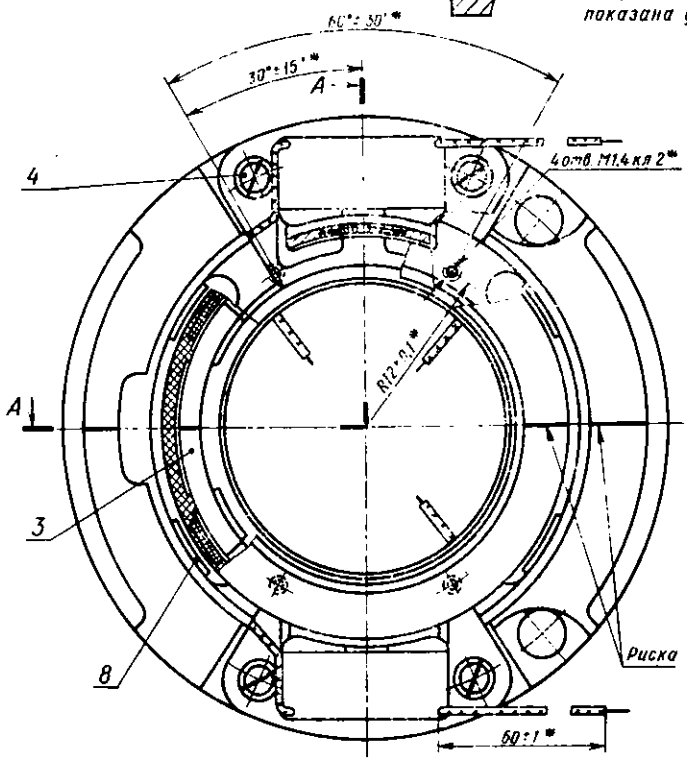


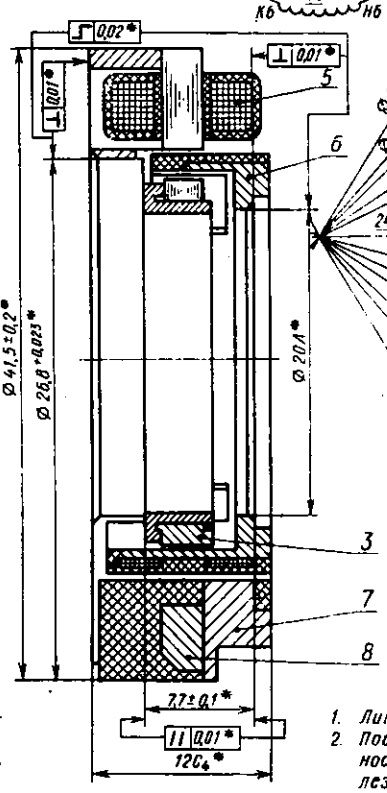
1. Листы электромагнита поз.9 при сборке ставить высечкой К в одну сторону согласно чертежу.
2. Размер А выдержать подбором количества пластин. Листы поз. 9 склеить эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции.
3. Катушку поз.10 ставить на эпоксидном компаунде ЭК-115 по специнструкции.
4. Смещение листов электромагнита поз. 9 относительно друг друга по всему периметру не более ± 0,05 мм.

Электрическая схема

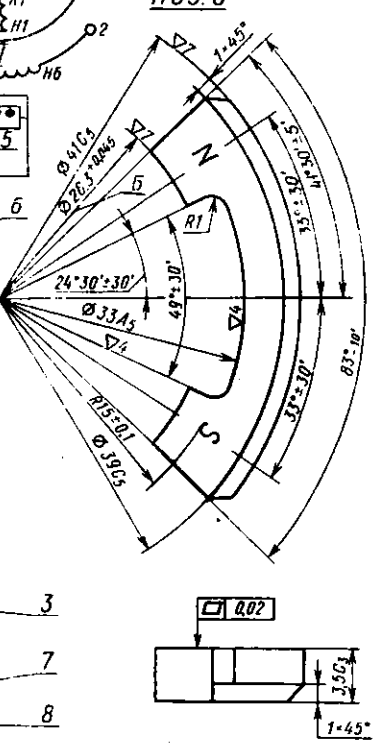


Сборка датчика показана условно





Поз. 8



1. Магнит поз 8 и ярмо поз 3 приклеить клеем ПУ-2 по специнструкции, при этом риску на ярме совместить с риской на корпусе.
2. Размер 7,7 ± 0,1, эксцентриситет 0,02, параллельность торцов 0,01, совпадение рисок на роторе поз 1 и статоре поз. 2 обеспечить при установке узла в прибор и при проверке датчика по ТУ.

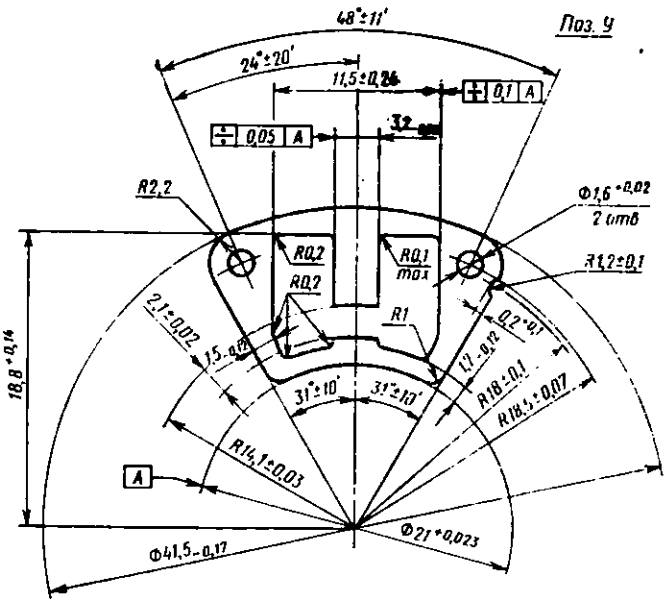
1. Литье в землю.
2. После намагничивания на поверхность Ø Б установить железное ярмо на всю длину.

Рис. 12.10
на 3 листах.
Лист 1

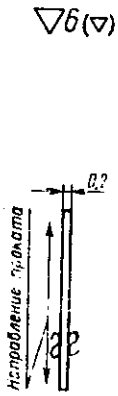
Датчик угла и момента:

1 - ротор ДУМ-Р(сб); 2 - статор ДУМ-Р(сб); 3 - ярмо (сталь 312) - 2 шт.; 4 - винт М1,4 - 5 - 4 шт.; 5 - статор ДУ(сб.); 6 - кольца ротора (сб); 7 - корпус (алюминиевый сплав Д16); 8 - магнит (сплав ЮНДК24);

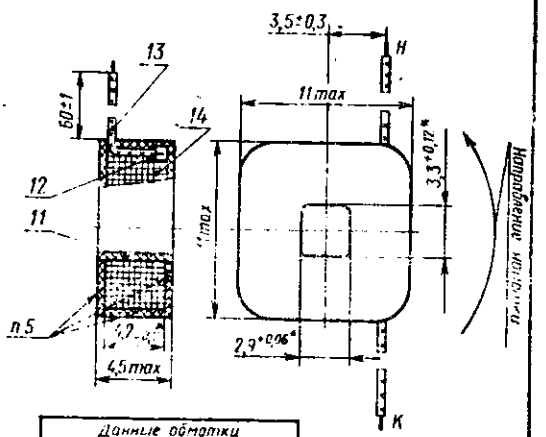
Поз. 9



Термообработка по специнструкции.



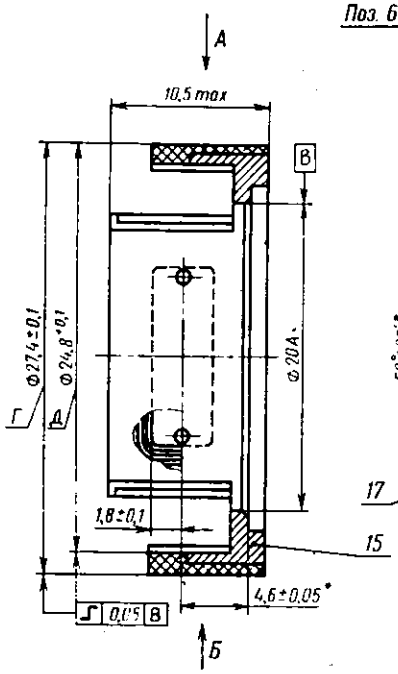
Поз. 10



Данные обмотки			
Проволока		Кол. витков	Сопротивление, Ом
Марка	Ф по меди		
ПЭВ	0,05	2000	408±15%

1. Катушки мотать с пропиткой лаком Э-4100.
2. Выводы катушки припаять к выводным проводам поз 13 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Места пайки изолировать бумагой конденсаторной поз. 12. Выводные провода привязать к обмотке нитками (условно не показаны).
3. На выводные концы надеть бирки H и K.
4. Короткозамкнутые витки не допускаются.
5. Обмотку катушки покрыть эпоксидным компаундом ЭК-115 в спецприспособлении.

Поз. 6



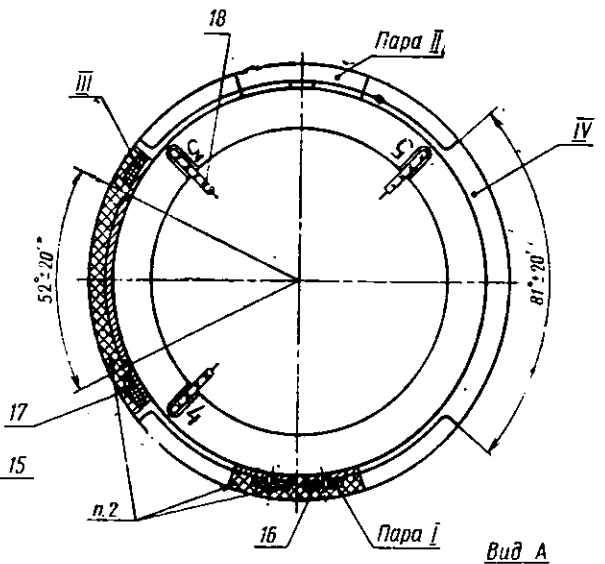
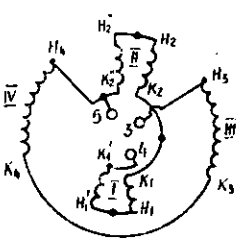
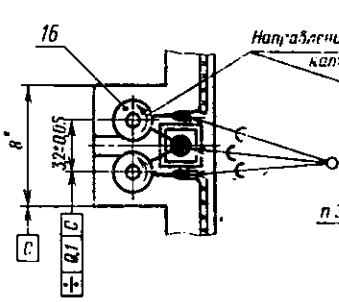


Схема соединений катушек.



1. Направление намотки катушек в паре I должно быть таким, как и в паре II (на пару II смотреть по стрелке А, на пару I - по стрелке Б).
2. Катушки поз. 16 и 17 залить эпоксидным компаундом ЭК-115 в спецприспособлении. Выступание катушек за Ф Г и Д не допускается.
3. Электромонтаж выполнять проводом поз. 18. Пайку концов катушек поз 16 между собой производить на фольге поз 19, изолированной от кольца ротора поз. 15 конденсаторной бумагой поз 20, припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Конденсаторную бумагу поз. 20 приклеить к кольцу ротора поз 15 эпоксидным компаундом ЭК-115.
4. Сопротивление изоляции между кольцом ротора поз 15 и выводом 5 должно быть не менее 100 МОм при напряжении 500В.

Вид А



Вид Б

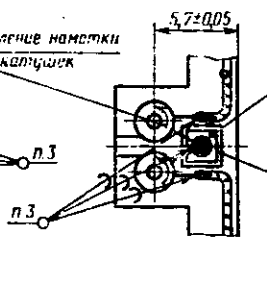
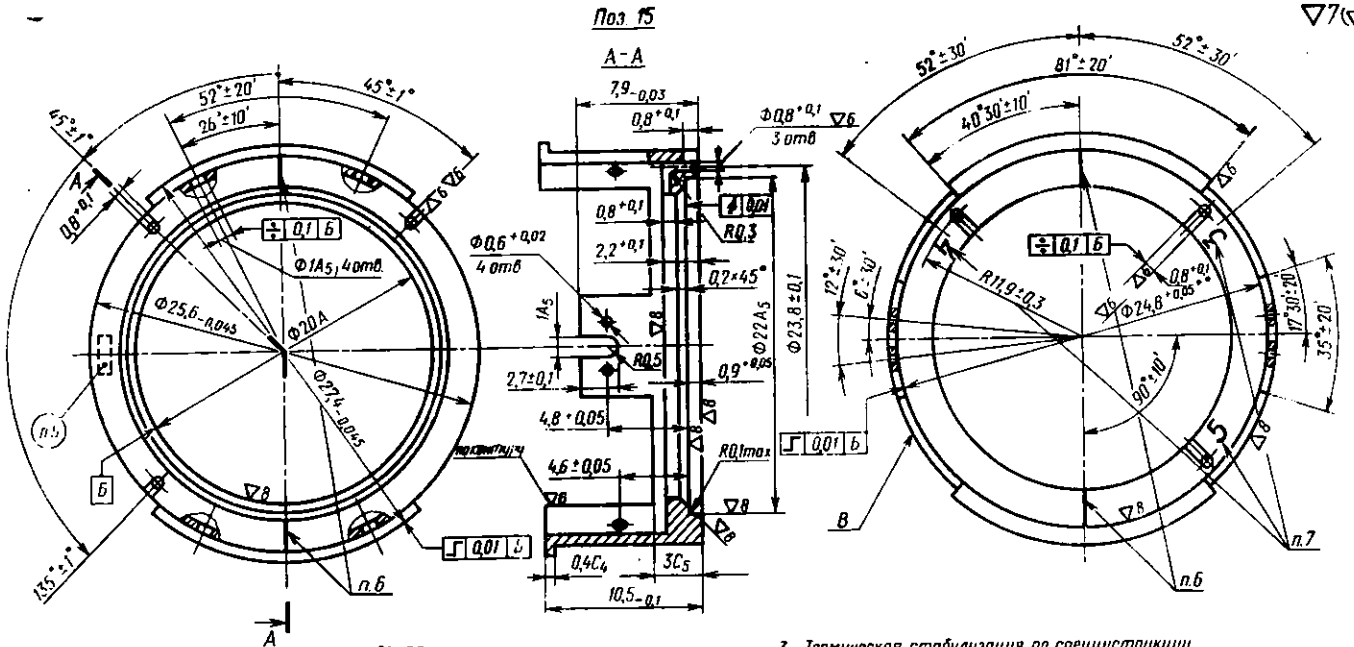


Рис. 12.10

Лист 2

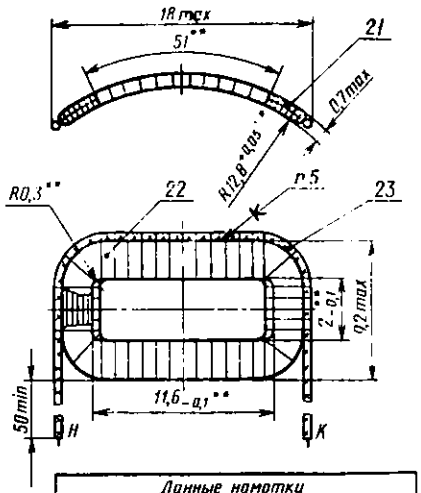
9 - лист электромагнита (сталь 344, п.0,2) - 28 шт ориентировочно; 10 - катушка (сб.) - 2 шт; 11 - каркас (смола полиамидная 68) - 2 шт; 12 - бумага конденсаторная КОН-1, 0,01×10; 13 - провод ГФ-100М, S=0,03 мм², l=13 м; 14 - провод ПЭВ, ⌀0,05, l=75 м; 15 - кольцо ротора (алюминиевый сплав АМг2с); 16 - катушка ДУ (сб.) - 4 шт.; 17 - катушка ДМ (сб.) - 2 шт.; 18 - провод ГФ-100М, S=0,03 мм²; 19 - фольга 0,02×2×2 (сплав СрМ960-1); 20 - бумага конденсаторная КОН-1;

Поз. 15

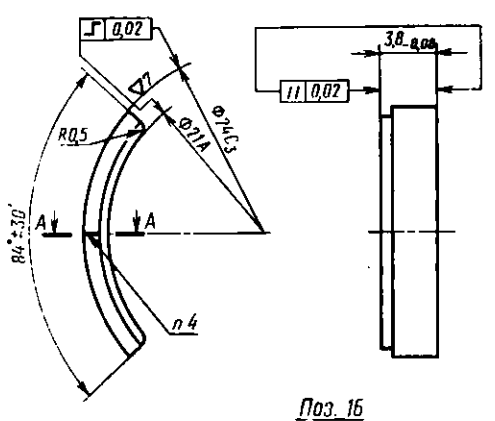


1. Острые кромки притупить на 0,1...0,2 мм.
2. Нанести электроизоляционное покрытие на поверхность В по специнструкции. Сопротивление изоляции в нормальных условиях не менее 80 МОм при напряжении 500В. Изоляционный слой должен выдерживать испытание на пробой переменным напряжением 250В, частотой 50Гц в течение 1 мин при мощности источника питания не менее 0,5 кВ·А.
3. Термическая стабилизация по специнструкции.
4. Заусенцы, острые кромки, задиры, стружка и посторонние частицы, видимые при увеличении 12-16*, не допускаются
5. Порядковый номер гравировать на глубину $0{,}2^{+0{,}1}$
6. Гравировать две риски шириной 0,15±0,05 на глубину $0{,}2^{+0{,}1}$
7. Цифры гравировать на глубину $0{,}2^{+0{,}1}$

Поз. 17



Поз. 3

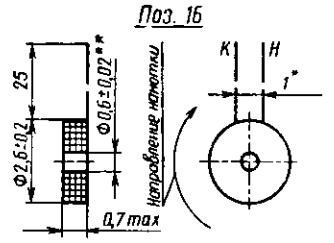


1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Заусенцы, острые кромки, задиры стружка и посторонние частицы, видимые при увеличении 12-16*, не допускаются.
4. Риску гравировать шириной 0,15±0,05 глубиной $0{,}2^{+0{,}1}$.
5. Покрытие Хим Пас.

Данные намотки			
Марка провода	Ф провода по меди	Кол. витков	Сопротивление
ПЭВ-1	0,06	190	39,5±15%

1. **Размеры обеспечить инструментом.
2. Направление намотки по часовой стрелке, если смотреть с богнутой стороны.
3. Мотать с пропиткой лаком ЭЛ-4100.
4. Концы проводов поз. 23 зачистить от изоляции на длине 3 мм, не повредив жил, и подпаять к концам провода поз. 21 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Места пайки изолировать бумагой конденсаторной КОН-1 (условно не показана).
5. Короткозамкнутые витки не допускаются.
6. Провод выводной поз. 23 по всей длине, прилегающей к катушке, приклеить лаком ЭЛ-4100.

Поз. 16



1. Катушку наматывать на лаке ЭЛ-4100.
2. Короткозамкнутые витки не допускаются.
3. **Размер обеспечить инструментом.

Данные намотки			
Марка провода	Ф провода по меди	Кол. витков	Сопротивление, Ом
ПЭВ-4	0,015	1500	680±15%

Рис. 12.10

Лист 3

21 - провод ПЭВ-1, Ф 0,06, l = 3 м; 22 - нитки крученые шелковые 0,15 м; 23 - провод ГФ-100М, S = 0,03 мм², l = 0,15 м

Рис. 12.10. Датчик угла и момента. В датчике конструктивно скомпоновано два датчика угла трансформаторного типа с подвижными рамками и четырехполюсный датчик момента постоянного тока. Четыре сигнальных катушки *16* датчика угла и две катушки *17* датчика момента заливаются эпоксидным компаундом на рабочей поверхности ∅ 25,6 кольца ротора *6*. Ротор *1* крепится на подвижной части гироприбора.

Статоры *5* двух датчиков угла закрепляются винтами *4* на корпусе *7*. На том же корпусе эпоксидным компаундом закрепляются два магнита *8*. Потоки магнитов замыкаются через два ярма *3*, закрепленные на внутренней неподвижной части датчика. В рабочем зазоре между полюсами магнитов *8* и ярмом *3* расположены рабочие стороны подвижных катушек *17* датчики момента. Катушки *III* и *IV* соединены последовательно, при подаче в них тока через клеммы 3 и 5 (см. схему) моменты обеих катушек суммируются. Две пары *I* и *II* катушек датчика угла соединены последовательно и суммарное выходное напряжение датчика угла снимается с клемм 4 и 5 (см. лист 1, электрическая схема).

ГЛАВА 13

БАЛАНСИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для приведения тяжести подвижной системы на ось ее вращения, чтобы избежать создания постоянно действующих относительно этой оси моментов, применяют статическую балансировку. Статической балансировке подвергаются подвижные системы как двухстепенных, так и трехстепенных гироскопов. В последних центр тяжести обычно стремятся совместить с неподвижным центром пересечения трех взаимно перпендикулярных осей (в случае необходимости создания астатических гироскопов). В поплавковых гироскопических приборах стремятся привести к оси вращения поплавкового гироузла (ГУ) не только центр тяжести, но и центр давления, т. е. балансируют поплавковый гироузел относительно поперечной оси (по дифференту) и регулировкой массы обеспечивают нулевую плавучесть.

Статическое уравновешивание является завершающей операцией технологического процесса сборки прибора и представляет по существу процесс компенсации геометрических погрешностей всего процесса механической обработки и сборки прибора.

Процесс статического уравновешивания состоит в определении величины и места положения неуравновешенной массы и уравновешивания ее тем или иным способом.

Широкое применение нашли следующие методы статического неуравновешивания:

1. Метод сравнения. Сравнивается момент неуравновешенности с моментом, создаваемым компенсирующим грузом.

2. Метод непосредственного измерения. Измеряется момент с помощью каких-либо весов или моментомера.

3. Расчетный метод. Рассчитывается момент неуравновешенности по измеренной угловой скорости ухода гироскопа.

Статическое уравновешивание узлов и деталей приборов производится на специальных установках путем подрезки или спиливания свинцовых грузов, запайки олова на балансировочные пластины, перемещения балансировочных винтов или гаек, закрепленных на узле, и других устройств.

При изменении температуры окружающей среды балансировка может быть нарушена. Поэтому в прецизионных приборах применяются устройства, сохраняющие балансировку при изменении температуры.

Схемы существующих установок для статического уравновешивания по характеру опор подвижной системы можно разделить на следующие виды: а) на ножах; б) в неподвижных шарикоподшипниках; в) в шарикоподшипниках с вибрирующим основанием; г) в реверсивно-вращающихся шарикоподшипниках; д) на упругом подвесе.

Уравновешивание на ножах применяется лишь для узлов с открытыми выступающими цапфами. Точность балансировки на ножах невысока. Уравновешивание на неподвижных технологических подшипниках применяется для узлов с подшипниковыми опорами; точность его также невысока. Для повышения точности в установках с технологическими подшипниками создают вибрации с помощью монтажа электродвигателя с неуравновешенной массой на основании установки. Вибрация превращает трение покоя в трение движения. Еще большее увеличение точности достигается в установках с шарикоподшипниками, наружные кольца которых вращаются или качаются в противоположные стороны. Точность статического уравновешивания в этом случае определяется разностью моментов трения двух шарикоподшипников. Минимальное трение получается в установках с упругим подвесом, но применение этих установок ограничено прочностью упругого подвеса, поэтому их применяют для балансировки в жидкости.

Рис. 13.1. (лист 13.1). Устройство со свинцовыми грузами и перемещающимися винтами для балансировки гироузла. Статическая балансировка ГУ относительно оси *У—У* производится подрезкой свинцовых грузов *2* или за счет напаивания припоя ПОС 61 на соответствующий груз. Груз *11* припаивается к латунной пластине *10* и крепится на крышке гироузла винтами.

Для осуществления более точной статической балансировки перемещают винты *5* в специальном кронштейне *4*, закрепленном на корпусе гироузла.

Рис. 13.2. Устройство со свинцовыми грузами, перемещающимися винтами и термобиметаллическим компенсатором для балансировки гироузла. Грубая балансировка осуществляется грузом *4*.

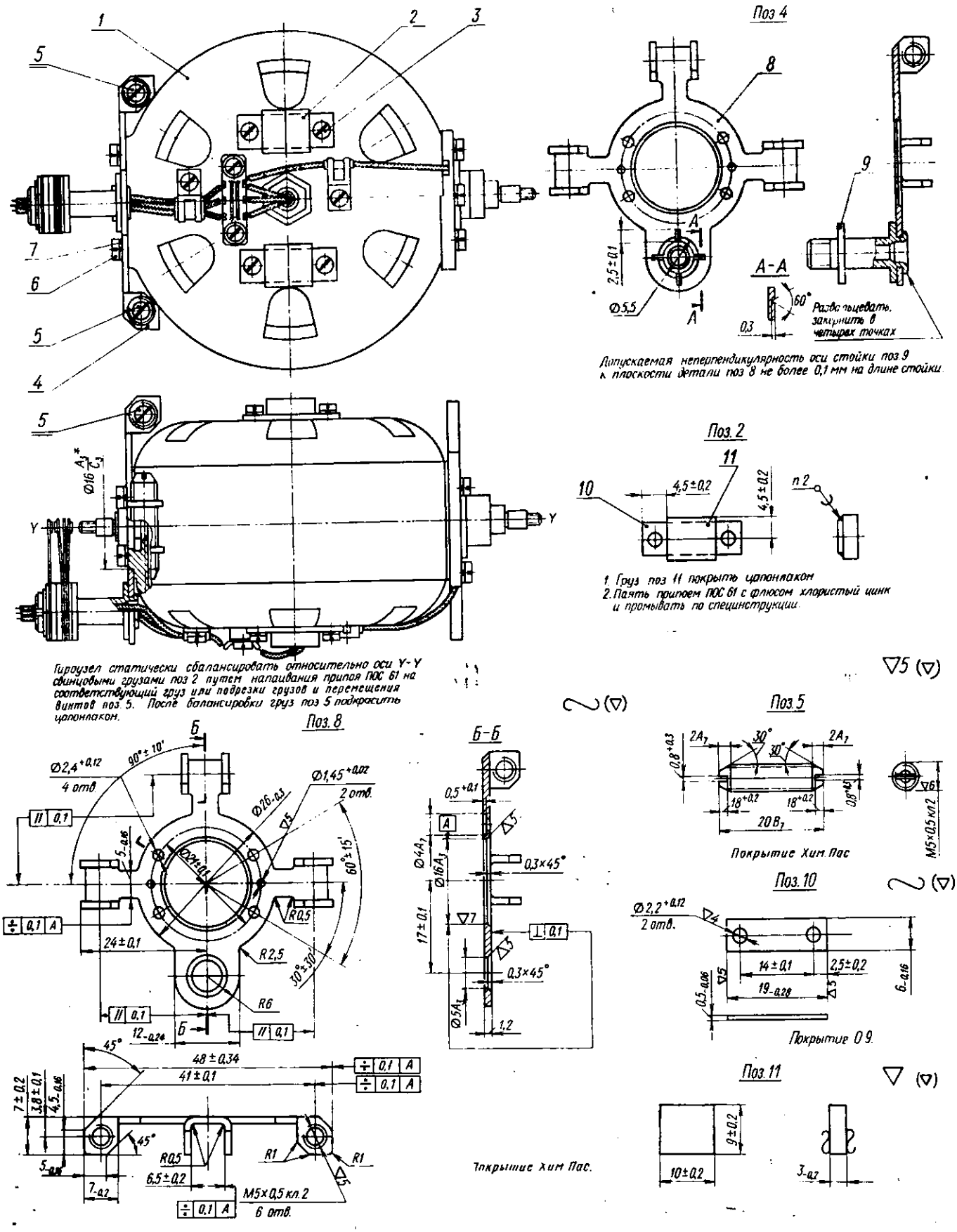


Рис. 13.1 *Устройство со свинцовыми грузами и перемещающимися винтами для балансировки гироузла:*

1 – корпус гиромотора с деталями (сб); 2 – балансировочный груз (сб.) – 4 шт.; 3 – винт М2×5, 8 шт.; 4 – кронштейн со стойкой (сб); 5 – балансировочный винт (латунь Л62); 6 – винт М2×5 – 4 шт.; 7 – шайба пружинная; 8 – кронштейн (латунь Л62-Т); 9 – стойка (латунь ЛС59); 10 – пластина (латунь Л62-Т); 11 – груз (свинец С2)

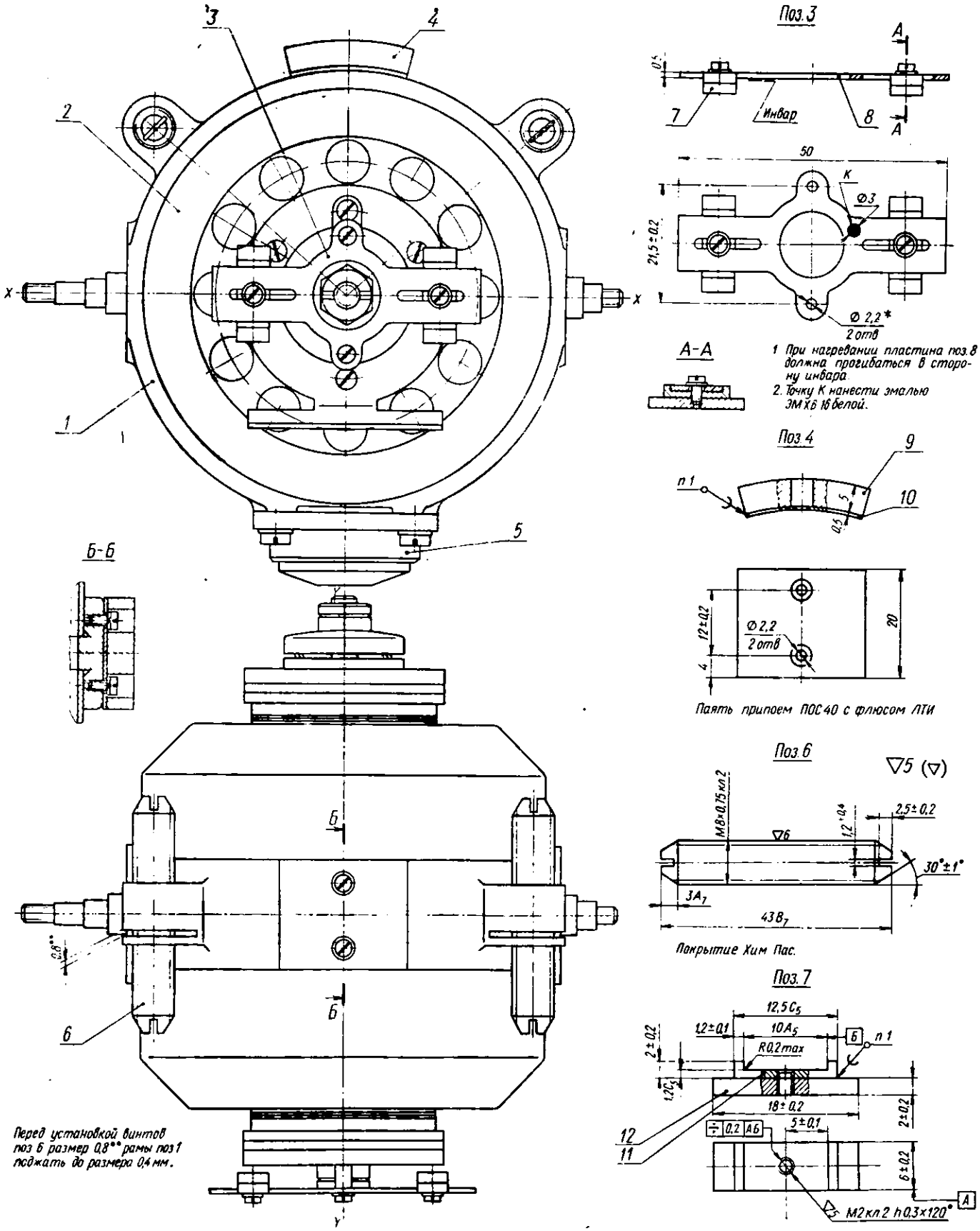
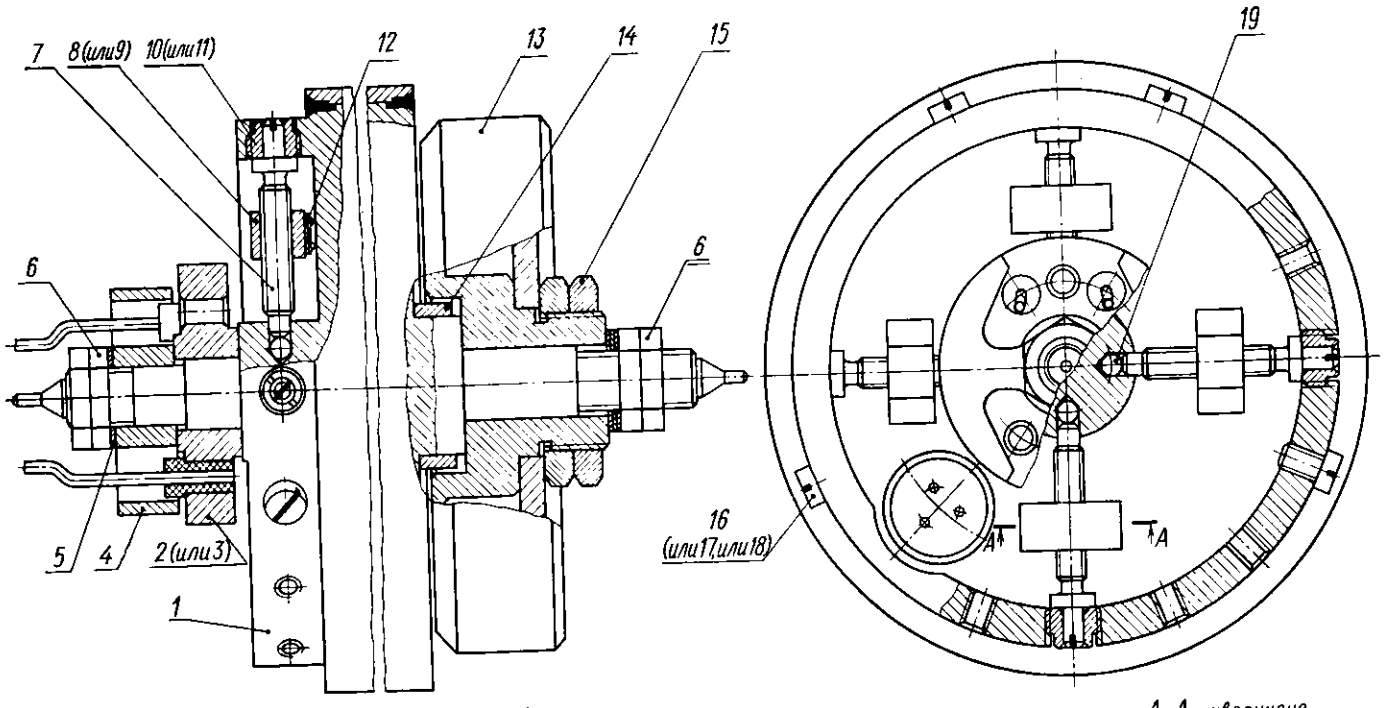


Рис. 13.2

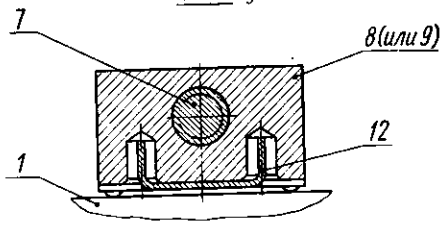
Устройство со свинцовыми грузами, перемещающимися винтами и термобиметаллическим компенсатором для балансировки гироузла:

1-рама с осями (сб), 2-крышка (сталь ЭИ 702), 3-биметалл с грузом (сб), 4-груз балансировочный (сб); 5-переключатель с панелью (сб), 6-винт балансировочный (латунь ЛС59-1), 7-пластина с грузом (сб), 8-пластина (термобиметалл ТБ-72), 9-груз (свинец С2); 10-пластина (латунь ЛС59-1М); 11-пластина (латунь ЛС59-1М); 12-груз (свинец С2)

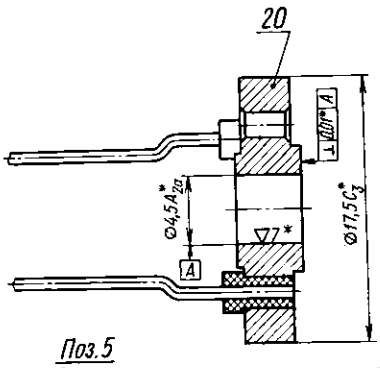


1. Балансировку и проверку производить после вакуумирования узла.
2. Балансировка обеспечивается подбором распределителя поз. 2 (или 3), шайб поз. 5, втулок поз. 10 (или 11), гаек поз. 8 (или 9); установкой в случае необходимости шайбы поз. 14 и винтов поз. 16 (или 17, или 18). Допускается проточка латунного кольца поз. 21 распределителя поз. 3 или оправы поз. 20 распределителя поз. 2, а также шайбы поз. 14. Одновременно допускается замена гаек поз. 15.
3. Шайбу поз. 14 ставить на эпоксидном компаунде ЭК-115 по специнструкции.
4. Втулки поз. 10 и винты поз. 16 (или 17, или 18) после окончательной балансировки контрить эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции

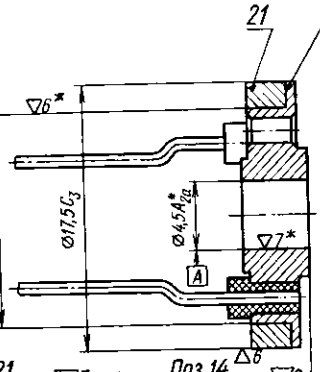
А-А увеличено



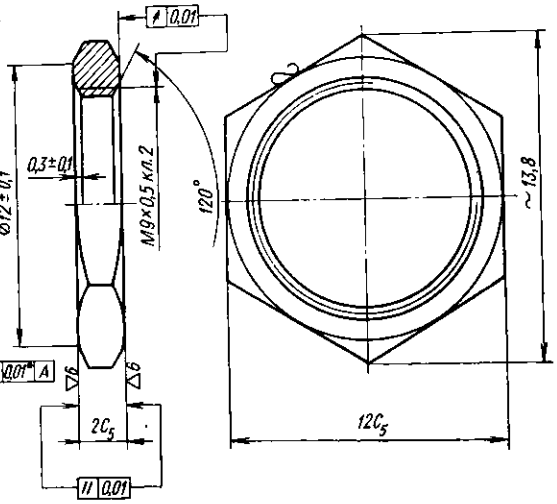
Поз. 2



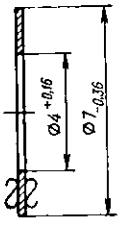
Поз. 3



Поз. 15
увеличено



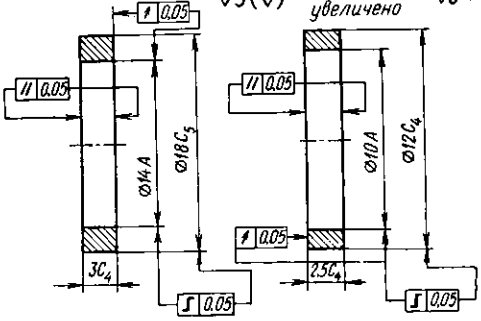
Поз. 5
увеличено



▽4 (▽)

T
0,05
0,10
0,20

Поз. 21



▽5(▽)

Поз. 14
увеличено

▽6

Торцовое биение не более 0,01 обеспечивается технологически.

Рис. 13.3
На 2 листах.
Лист 1

Балансировочные устройства гироузла двухстепенного поплавкового гироскопа:
1 - гироузел (сб.); 2 - распределитель (сб.); 3 - распределитель (сб.), 4 - пакет якоря (сб.); 5 - шайба (латунь Л62-Т); 6 - гайка (латунь ЛС59-1); 7 - винт специальный (латунь ЛС59-1Т антимагнитная); 8 - гайка (алюминиевый сплав Д1А-Т); 9 - гайка (латунь ЛС59-1Т антимагнитная); 10 - втулка (латунь ЛС59-1Т); 11 - втулка (алюминиевый сплав В95-11). 12 - пружина (бронза БрБ2-1, лента 0,15); 13 - узел магнита (сб.); 14 - шайба (латунь ЛС59-1 антимагнитная); 15 - гайка специальная (алюминиевый сплав Д1-Т, латунь ЛС59-1 антимагнитная, по 2 шт.); 16 - винт М2×3 (латунь ЛС59 антимагнитная); 17 - винт М2 (латунь ЛС59 антимагнитная);

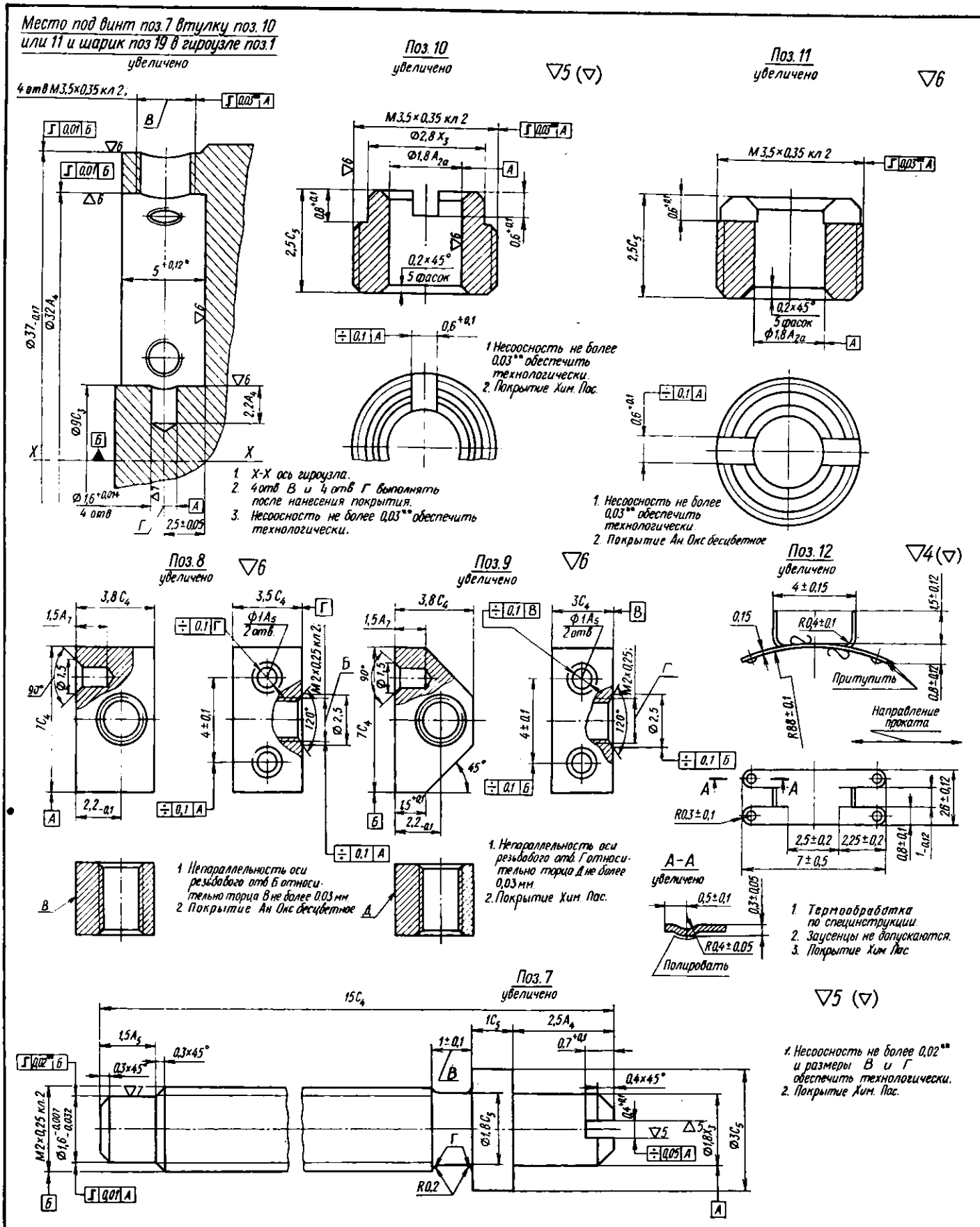
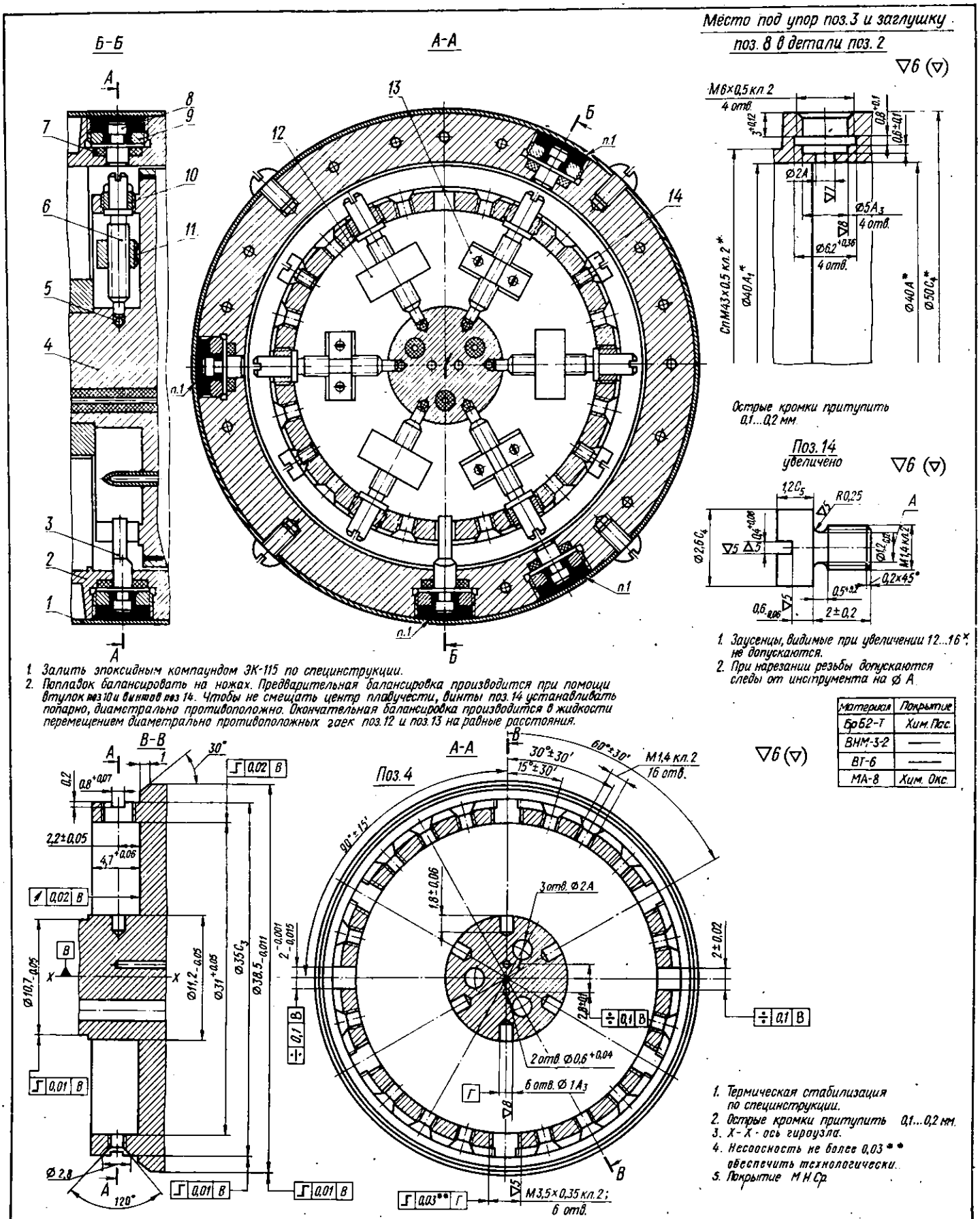


Рис. 13.3 Лист 2

Балансировочные устройства гироузла двухстепенного поплавкового гироскопа:

18 – винт М2×5 (латунь ЛС59 антимагнитная); 19 – шарик Ø 1,588 (сталь ШХ15); 20 – оправа распределителя (алюминиевый сплав Д17); 21 – кольцо (латунь ЛС59-1 антимагнитная); 22 – оправа распределителя (алюминиевый сплав Д17)



1. Залить эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции.
2. Поплавок балансировать на ножах. Предварительная балансировка производится при помощи втулок поз.10 и винтов поз.14. Чтобы не смещать центр плавучести, винты поз.14 устанавливать попарно, диаметрально противоположно. Окончательная балансировка производится в жидкости перемещением диаметрально противоположных гаек поз.12 и поз.13 на равные расстояния.

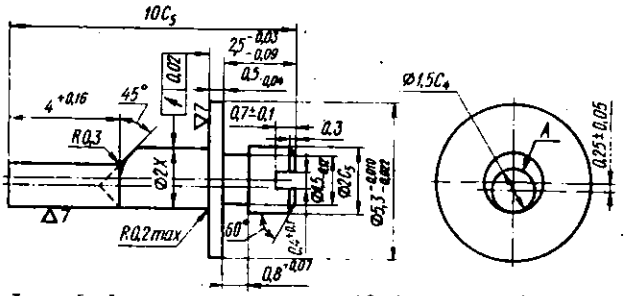
1. Заусенцы, видимые при увеличении 12...16×, не допускаются.
2. При нарезании резьбы допускаются следы от инструмента на ⌀ А.

1. Термическая стабилизация по специнструкции.
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
3. Х-Х - ось гироузла.
4. Несоосность не более 0,03 ** обеспечить технологически.
5. Покрытие М Н Ср.

Рис. 13.4
на 2 листах
Лист 1

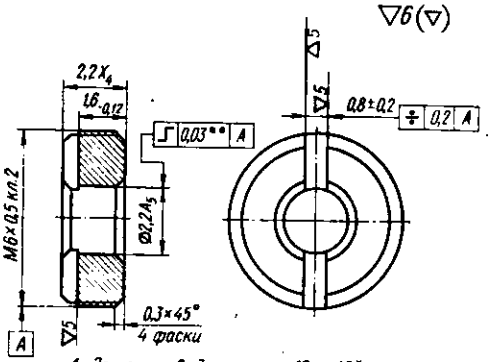
Балансировочное устройство поплавкового двухстепенного гироскопа, позволяющее производить точную балансировку в окончательно собранном приборе:
1-кожух (сплав 79НМ); 2-корпус (алюминиевый сплав Д16Т); 3-упор (сплав 36НХТЮ); 4-поплавок (алюминиевый сплав В95-Т); 5-шарик ⌀1 (сталь ШХ15); 6-винт специальный (ЛС59-1Т)-6 шт.; 7-кольцо уплотнительное (резина НО-68-1); 8-заглушка (сплав 36НХТЮ)-3 шт.; 9-гайка (сталь Х18Н9Т); 10-втулка (титановый сплав ВТ6, магниевый сплав МА8, тяжелый сплав ВНМ-3-2 по 2 шт., алюминиевый сплав Д16Т-6 шт.);

Поз. 3
увеличено



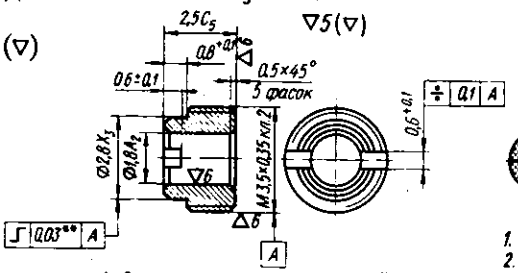
1. Термообработка по специнструкции. Твердость НКС 30 43
2. Положение шлица относительно Ø A допускается любое.
3. Заусенцы, видимые при 12 ...16[x] увеличении, не допускаются.

Поз. 9
увеличено



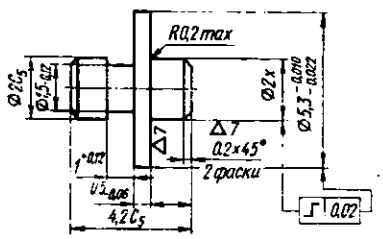
1. Заусенцы, видимые при 12 ...16[x] увеличении не допускаются.
2. Несоосность не более 0,03[**] обеспечить технологически.

Поз. 10
увеличено



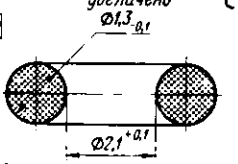
1. Заусенцы, видимые при 12 ...16[x] увеличении, не допускаются.
2. Несоосность не более 0,03[**] обеспечить технологически.

Поз. 8
увеличено



Степень магнитности должна быть не выше 3 группы по специнструкции.

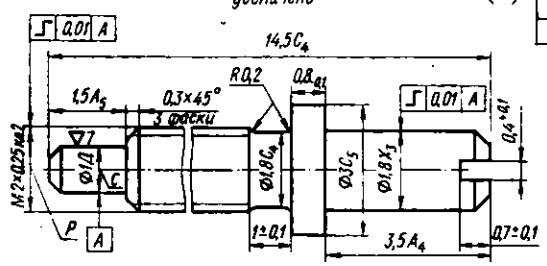
Поз. 7
увеличено



1. Формовка
2. Чистота поверхности ▽10 (для инструмента)
3. Допуски обеспечить инструментом

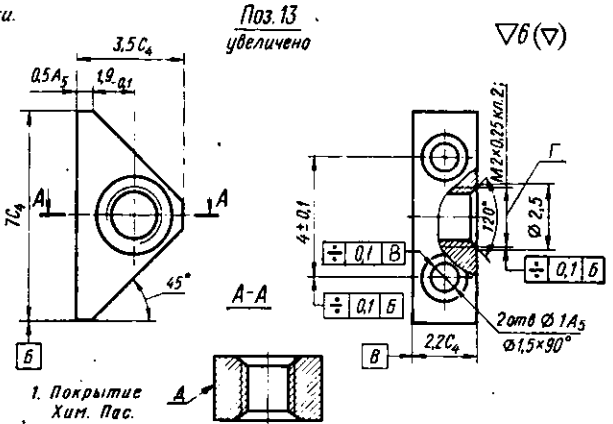
Материал	Покрытие
ВТ-6	—
МА-8	Хим. Окс
ВНМ-3-2	—
Д-16Т	Ан Окс

Поз. 6
увеличено



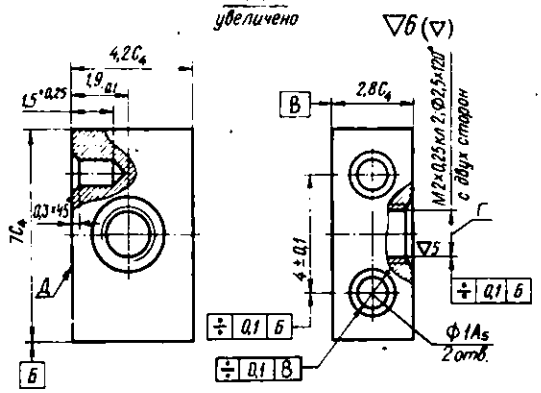
1. Несоосность резьбы Р к Ø С обеспечить технологически.
2. Заусенцы, видимые при 12 ...16[x] увеличении, не допускаются.
3. Покрытие Хим Пас.

Поз. 13
увеличено



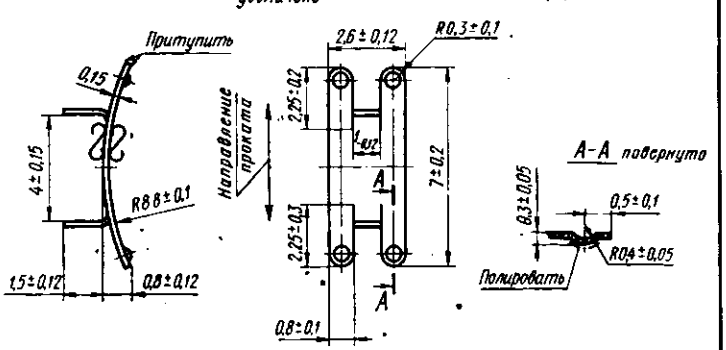
1. Покрытие Хим. Пас.
2. Заусенцы, видимые при 12...16[x] увеличении, не допускаются
3. Непараллельность оси резьбового отв Г относительно торца Д, не более 0,03 мм.

Поз. 12
увеличено



1. Заусенцы, видимые при 12...16[x], не допускаются
2. Непараллельность оси резьбового отв Г относительно торца Д не более 0,03 мм
3. Покрытие Ан Окс хр

Поз. 11
увеличено



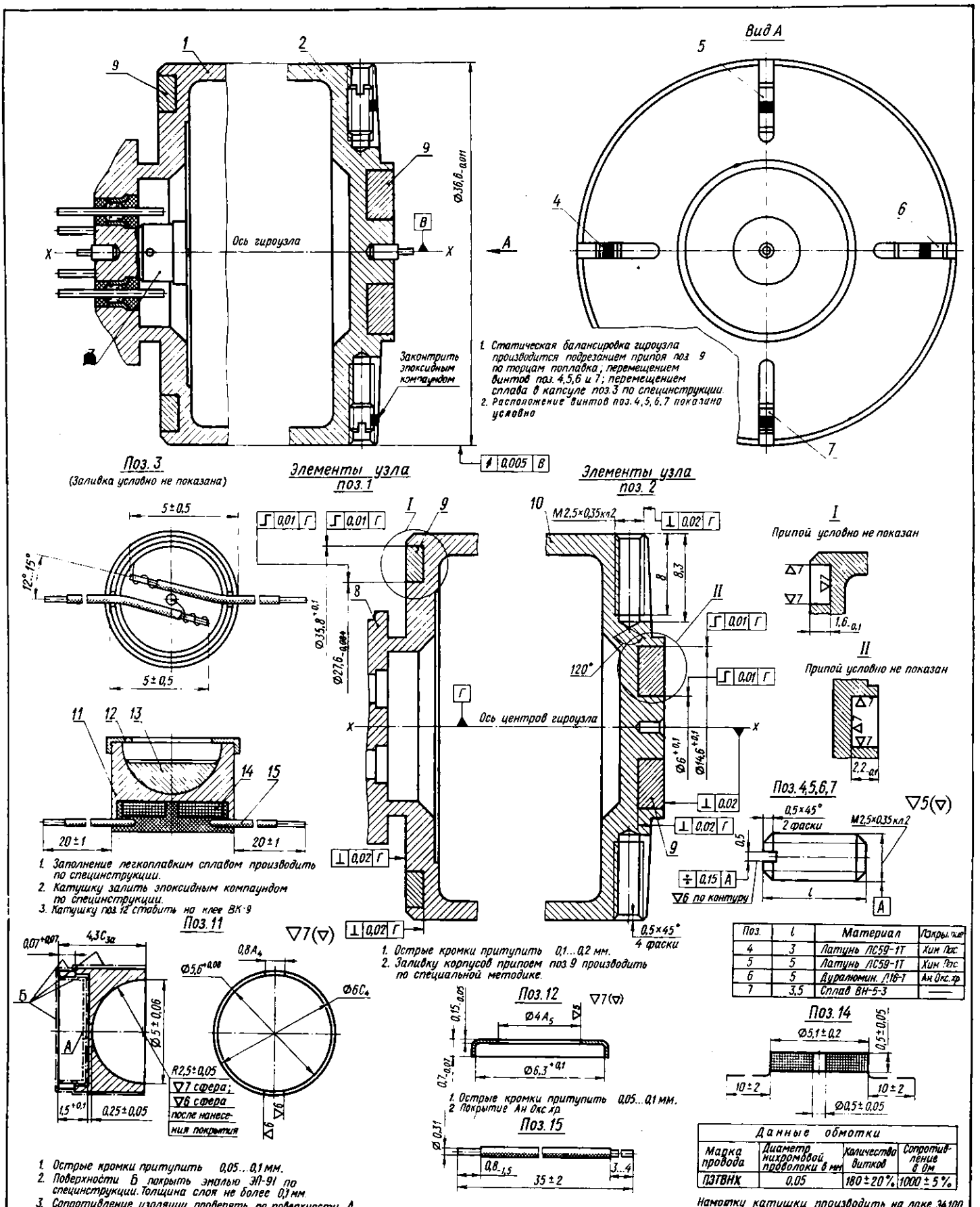
1. Термообработка по специнструкции.
2. Заусенцы, видимые при 12...16[x] увеличении, не допускаются.
3. Покрытие Хим Пас

Рис. 13.4

Балансировочное устройство поплавкового двухстепенного гироскопа, позволяющее производить точную балансировку в окончательно собранном приборе:

11 – пружина (бронза БрБ2-Т)-6 шт.; 12 – гайка (алюминиевый сплав Д16Т)- 3 шт.; 13 – гайка (латунь ЛС59-1)-3 шт.; 14 – винты (бронза БрБ2-Т; тяжелый сплав ВНМ-3-2; титановый сплав ВТ6; магниевый сплав МА8)

Лист 2



Поз.	l	Материал	Покрытие
4	3	Латунь ЛС59-1Т	Хим Пас
5	5	Латунь ЛС59-1Т	Хим Пас
6	5	Дуралюмин. Д16-Т	Ан Окс хр
7	3,5	Сплав ВН-5-3	—

Данные обмотки			
Марка провода	Диаметр нихромовой проволоки в мм	Количество витков	Сопротивление в Ом
ПЭТВНК	0,05	180 ± 20 %	1000 ± 5 %

Рис. 13.5 Устройство со свинцовыми грузами, перемещающимися винтами и балансировочной капсулой для балансировки гироузла поплавкового двухстепенного гироскопа:

1 – корпус гироузла с гермовводами (сб); 2 – корпус с балансировочными винтами гироузла (сб); 3 – капсула балансировочная (сб); 4,5 – винты (латунь ЛС59-1Т); 6 – винт (алюминиевый сплав Д16-Т); 7 – винт (тяжелый сплав ВН-5-3); 8 – корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 9 – припой ПОС 61; 10 – корпус (алюминиевый сплав Д16-Т); 11 – корпус (алюминиевый сплав Д16); 12 – крышка (алюминиевый сплав Д16); 13 – легкоплавкий сплав с основой индий-олово; 14 – катушка (сб); 15 – вывод (провод ПЭТ – Ф 0,31)

Точная балансировка относительно оси *X—X* гироузла осуществляется балансировочными винтами *6*, перемещающимися в резьбовых отверстиях бобышек корпуса гироузла. Эти бобышки имеют разрезы, которые позволяют контрить винты. В гироузле имеется балансировочное устройство *3*, представляющее собой биметалл с грузом, которое дает возможность компенсировать изменение положения центра тяжести с изменением температуры. В этом устройстве пластины с грузом *7* перемещаются в прорезях пластины *8*. Пластина *8* изготовлена из термобиметалла ТБ-72 и должна быть поставлена таким образом, чтобы изгиб ее в соответствующую сторону скомпенсировал возникающий при изменении температуры дисбаланс.

Рис. 13.3. Балансировочные устройства гироузла двухстепенного поплавкового гироскопа. Данная конструкция поплавкового гироскопа предусматривает широкие возможности для его балансировки. Для балансировки по дифференту устанавливаются латунные шайбы *5*, в случае необходимости — латунная шайба *14*. Гайки *15* изготавливаются из латуни и алюминиевого сплава, и при необходимости ставятся гайки из того или иного материала.

Балансировка относительно оси поплавкового узла осуществляется установкой вариантных винтов *16, 17, 18*, перемещением гаек *8* или *9* (латунных или дуралюминовых), подбором втулок *10* или *11* (также латунных или дуралюминовых) и подгибом проволочек в распределителе *2, 3*. Допускается проточка кольца *21* распределителя *3* или оправы *20* распределителя *2*.

Рис. 13.4. Балансировочное устройство поплавкового двухстепенного гироскопа, позволяющее производить точную балансировку в окончательно собранном приборе. Балансировкой на воздухе приводят центр тяжести к оси вращения. Предварительная балансировка осуществляется при помощи вариантных винтов *14* и втулок *10*, изготовляемых из сплавов ВТ6, МА8, ВНМ-3-2. Кроме того, винты могут быть бронзовыми, а втулки — дуралюминовыми. Винты *14* устанавливают попарно в диаметрально противоположные отверстия, чтобы не смещать центр плавучести.

Для окончательной балансировки в жидкости прибор имеет устройство типа резьбовых пар, отличающееся от ранее описанных устройств аналогичного типа тем, что оно содержит шесть резьбовых пар, расположенных под углом 60° друг к другу.

Каждая пара состоит из винта *6* и гайки *12* или *13*. Гайки с помощью пружин *11* прижимаются к торцу поплавка. Резьбовые пары расположены диаметрально противоположно, причем так, что напротив пары сгайкой *12* находится пара с гайкой *13*. Гайки изготовлены из материалов с разной плотностью (гайка *12* — из сплава Д16-Т, а гайка *13*—латунная). Масса этих гаек одинакова, а объем разный, вследствие чего они имеют разную выталкивающую силу. При перемещении диаметрально противоположных гаек в жидкости на одинаковые расстояния не происходит смещения центра тясти, а лишь смещается центр плавучести.

После окончательной балансировки, проводимой в приборе через отверстия в корпусе, эти отверстия герметично закрываются уплотнительным кольцом *7* и заглушкой *8*, которая контрится гайкой *9* и заливается эпоксидным компаундом ЭД-5-К2.

Такие балансировочные устройства при всех их пояснительных качествах имеют существенный недостаток, связанный с наличием взаимно перемещающихся трущихся тел в рабочей жидкости, так как при трении продукты износа загрязняют рабочую жидкость. Кроме того, с помощью резьбовых пар достигается точность балансировки порядка $2 \cdot 10^{-6}$ Н·см, тогда как требуется $(5—7)10^{-7}$ Н·см.

Балансировочные ампулы с легкоплавким сплавом исключают загрязнение рабочей среды и позволяют производить балансировку с большой точностью.

Рис. 13.5. Устройство со свинцовыми грузами, перемещающимися винтами, балансировочной капсулой для балансировки гироузла поплавкового двухстепенного гироскопа. Статическая балансировка поплавкого гироузла производится на воздухе подрезанием припоя ПОС 61 (поз. *9*), залитого по торцам корпусов *1* и *2*.

Статическая балансировка в жидкости производится перемещением винтов *4, 5, 6, 7*, которые отличаются между собой длиной и плотностью материала, из которого они изготовлены. Этой балансировкой приводят центр плавучести к оси вращения. Центр тяжести приводят к оси вращения в собранном приборе с помощью балансировочной капсулы *3*, которая не нарушает положение центра плавучести, так как находится внутри поплавка. Балансировочным элементом капсулы является легкоплавкий сплав *13*, расплавляемый при подаче питания на катушку *14*.

ГЛАВА 14

ТОКОПОДВОДЯЩИЕ УСТРОЙСТВА

Предназначены для подведения электрического тока к элементам прибора.

Неподвижные токоподводы в виде штепсельных разъемов различной конструкции подводят электрический ток от измерительной цепи к неподвижному корпусу или другому элементу. Для подведения электрического тока в герметичный корпус прибора применятся специальные гермовводы: герметичные штепсельные разъемы или одиночные гермовыводы.

Основное требование, предъявляемое к неподвижным токоподводам, — надежность контакта в условиях эксплуатации при многократных расстыковках разъема с сохранением для гермовводов требуемой герметичности полости.

Подвижные токоподводы подводят ток к электри-

ческим цепям подвижных элементов приборов, которые должны обладать надежностью контакта, минимальным моментом трения или сопротивления, виброустойчивостью.

Подвижные токоподводы могут иметь скользящие контакты в коллекторах, точечных токоподводах или неподвижные паяные контакты в упругих токоподводах. Каждый из перечисленных контактов имеет свои особенности. Коллекторы со щетками обеспечивают контакт при неограниченном повороте рамы гироскопа, но этот контакт не обладает абсолютной надежностью и создает к тому же значительный момент трения.

Для обеспечения надежности контактирования для коллектора и щеток используют сплавы драгоценных металлов: серебра, золота, платины, палладия, иридия, обладающих высокой коррозионной и эрозионной стойкостью. Для уменьшения моментов трения целесообразно снизить контактное давление щеток и уменьшить диаметр коллектора.

Дублирование щеток повышает надежность контактирования и виброустойчивость контакта.

Точечные контакты позволяют резко сократить момент трения за счет сведения радиуса трения к минимуму до десятых долей миллиметра, увеличением контактного давления повысить надежность контактирования, но точечные скользящие контакты обычно могут работать при ограниченных углах поворота рам гироскопа.

Упругие токоподводы обеспечивают надежный контакт, но пригодны для ограниченных углов поворота, кроме того, накладывают на гироскоп моменты тяжения, которые сводятся к минимуму снижением жесткости.

Рис. 14.1. Коллекторы из пресс-материалов с армированными контактными кольцами. Имеют до шести серебряных контактных колец диаметром 7—7,5 мм, которые собираются в форме для прессования. Гетинаксовые шайбы *2* фиксируют контактные кольца *4* и проводники, обеспечивают их взаимную изоляцию. Желобковая форма контактной поверхности колец лучше центрирует щетку, увеличивает площадь контакта.

Рис. 14.2. Коллектор нормализованный со щеточным узлом. Узел щеток набран в виде пакета щеткодержателей *8*, изолированных втулками *9* и текстолитовыми прокладками *10*. В каждом щеткодержателе впаяны по две щетки *12* из палладиевоиридиевого сплава, охватывающие с двух сторон кольца коллектора *3* с контактным усилием $8 \cdot 10^{-3}$—$15 \cdot 10^{-3}$ Н.

Дублирование щеток повышает надежность контактирования и виброустойчивость.

Рис. 14.3. Коллектор со щеточным узлом. Коллектор отличается от нормализованного, прежде всего, меньшим диаметром контактного кольца (∅ 2,5 мм) и тем, что изоляционные втулки *9* и *10*, а также основание коллектора *12* выполнены из органического стекла, не оставляющего после обработки ворса на обработанных поверхностях.

Спаренные щетки выполнены из ленты толщиной 0,15 мм, полученной вальцовкой из палладиевоиридиевой или платиноиридиевой проволоки ∅ 0,4 мм для обеспечения необходимой упругости. Контактная часть щетки ножевой конструкции создает высокое удельное давление, обеспечивает надежное контактирование. Узел щеток *2* отличается конструктивной простотой.

Рис. 14.4. Трехточечная контактная группа. Три жестких прямых пластины *20* с коническими серебряными контактами *19* изолированы втулкой *14*, прокладками *10*, шайбами *4*. Закреплены на стойке *12*, ввернутой в корпус гироузла *16*, и могут поворачиваться вместе с гироузлом вокруг оси *X—X*.

Конические контакты *19* выставлены на ось вращения с точностью 0,3 мм для уменьшения моментов трения. Три тонких изогнутых пластины *18* с плоскими серебряными контактами *17* изолированы прокладками *8*, *10*, втулкой *2* и шайбами *4* и установлены на раме *15*. За счет изгиба пластин *18* обеспечивается номинальное контактное давление, которое регулируется подгибкой пластин *7* и *9*.

Рис. 14.5. Пятиточечная контактная группа. Узел токоподводов *1* состоит из группы пластин *25* со сферическими серебряными контактами *24*, изолированных втулкой *13*, шайбами *23*, и закреплен на неподвижном фланце *3*. Контакты *24* установлены при сборке узла *1* на одну линию при помощи отверстий $\varnothing\ 1^{+0,07}$ на пластине *25* и затем совмещены с осью вращения *X—X*. Натяг одной пары должен быть не менее 0,15 Н.

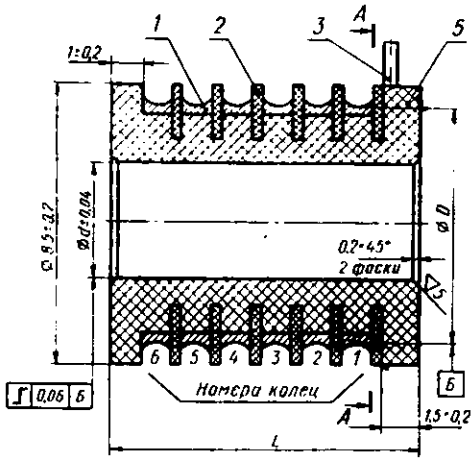
Узел подвижной контактной группы *8* с отогнутыми пластинами *13* и *14*, имеющими плоские серебряные контакты *19*, крепится на стойке *5*, ввернутой в гироузел *4*. Регулировка контактного усилия в пределах не менее 0,15 Н обеспечивается подгибкой пластин в контактной группе *8*.

Рис. 14.6. Закрытый коллектор со щетками. Выполнен в виде самостоятельного отдельного узла. Содержит контактную группу *15* с осью *33* карданова подвеса, шарикоподшипником *32*, контактными кольцами *26* и изоляционными деталями *25*, *28* и *30*, а также корпус контактной группы *11* с контактными пружинами *20*.

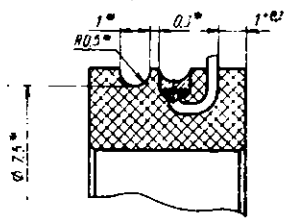
Корпус *12* крепится винтами на крышке *1* корпуса прибора, а ось *33* контактной группы *15* — к раме гироскопа.

Контактные пружины *20* выполнены из палладиевоиридиевой проволоки и свободно уложены в пазах корпуса *11* из пресс-материала. Такая конструкция придает щеткам высокую жесткость вдоль оси коллектора и возможность самоустанавливаться по контактному кольцу, обеспечивая одинаковое контактное давление с обеих сторон кольца, что способствует повышению виброустойчивости. Закрытая жесткая конструкция узла хорошо защищает контакты от случайных повреждений и загрязнений и удобна при сборке. Коллектор имеет диаметр 6 мм и при контактном усилии щеток 0,08—0,1 Н будет создавать значительный момент трения. Такие коллекторы можно ставить на осях следящих рам, на осях стабилизации, где трение не играет решающей роли.

Рис. 14.7. Узел токоподводов со спиральными волосками. Обеспечивает надежный контакт при малых моментах тяжения и углах поворота до 180°. Спиральные волоски — токоподводы *17* выполнены из бронзовой ленты сечением $0{,}4 \times 0{,}09$ мм. Внутренний конец волоска подпаивается к неподвижной контактной пластине *18* или *19*, а наружный — к

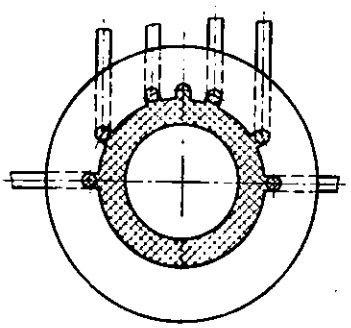


Вид коллектора с одним кольцом

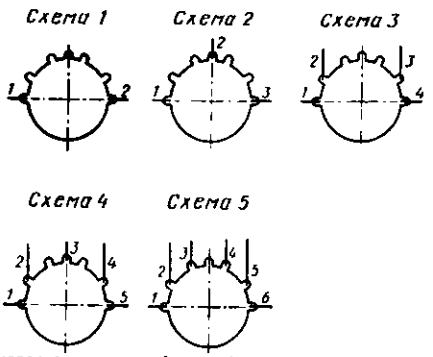


1. Сопротивление изоляции одного кольца относительно другого не менее 100 МОм.
2. Узел должен выдерживать пробивное напряжение в 500 В между закороченными кольцами и металлическим стержнем (Ø 3 или Ø 3,8), вставленным в отверстие коллектора
3. Поверхность колец не должна иметь вмятин и царапин.
4. После прессовки кольца поз. 1 полировать. ▽8

A - A



Схемы использования пазов шайбы и расположения проводов в прессовке

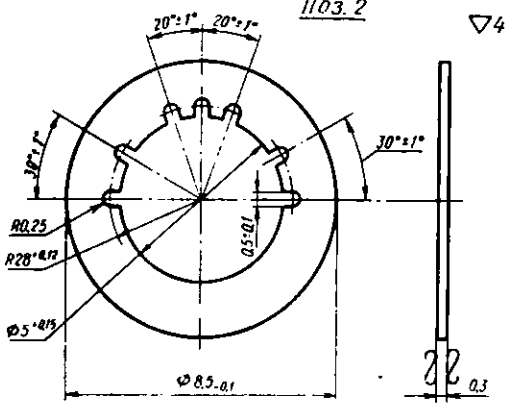


Номера используемых пазов, а следовательно и проводов каждой схемы соответствуют номерам колец коллектора

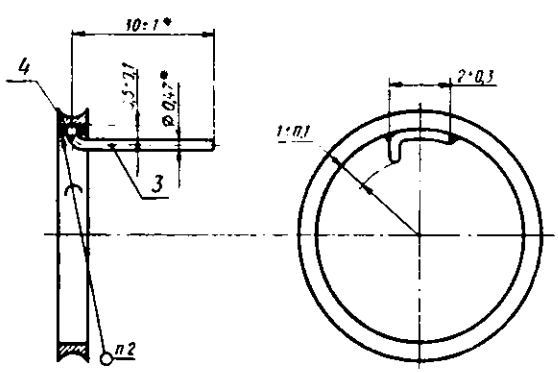
Nº кол-лектора	d, мм	Число колец	Nº схемы	L, мм Номинальное значение	L, мм Предельные отклонения
1	3	1			
2	3,8				
3	3	2	1	5,1	±0,15
4	3,8				
5	3	3	2	6,4	±0,18
6	3,8				
7	3	4	3	7,7	±0,18
8	3,8				
9	3	5	4	9,0	±0,22
10	3,8				
11	3	6	5	10,3	±0,22
12	3,8				

Поз. 2

▽4 (▽)



Поз. 1



1. Концы провода зачистить на длине 3...3,5 мм
2. Паять припоем ПОС 40 с флюсом хлористый цинк и промыть по специнструкции

Поз. 4

▽6 (▽)

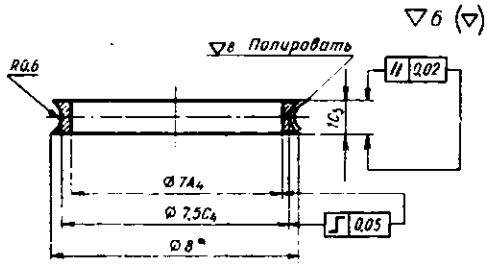
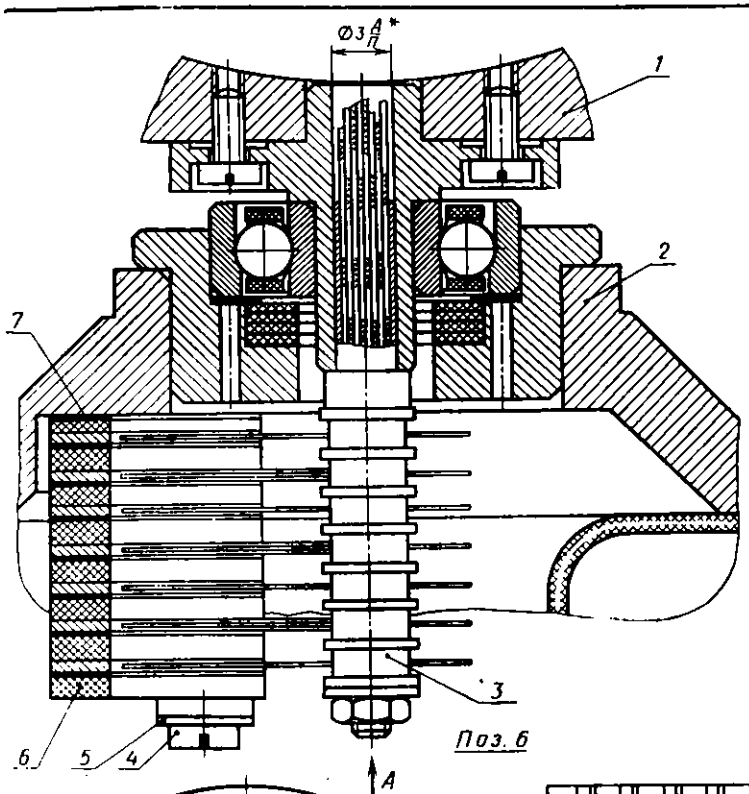


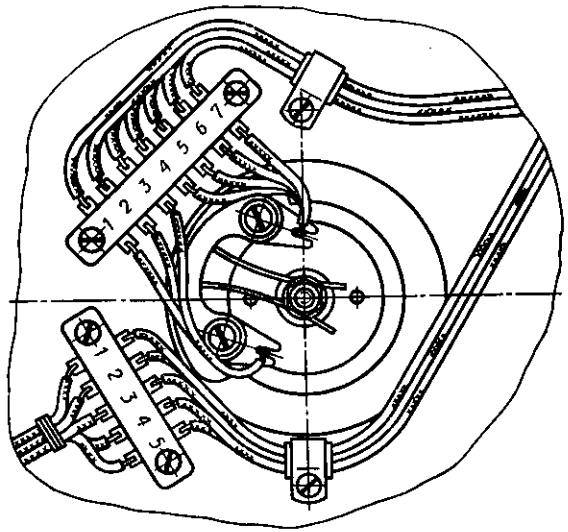
Рис. 14.1

Коллекторы из пресс-материалов с армированными контактными кольцами:

1 - контактное кольцо с проводником (сб) - 6 шт., 2 - шайба изоляционная (гетинакс 1) - 0...6 шт.; 3 - провод ПЭВ-2 - 1...6 шт.; 4 - кольцо контактное (сплав Срм 900) - 1...6 шт., 5 - втулка (пресс-порошок К-21-22)

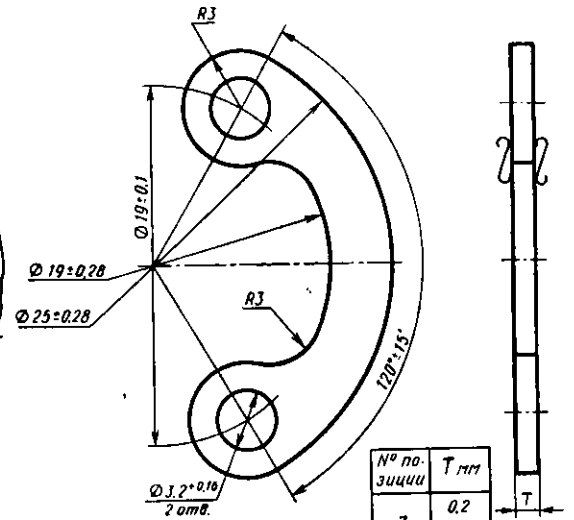


Вид А
уменьшено



Коллектор поз 3 ставить на клее БФ-4 и просушить по специнструкции.

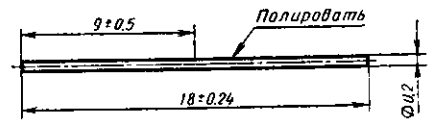
Поз. 7 и 10 ▽5 (▽)



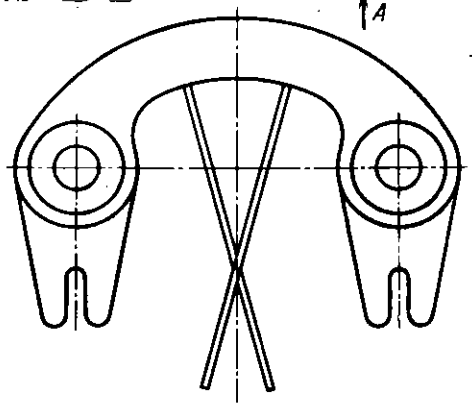
№ позиции	T мм
7	0,2
	0,3
10	1,5

Покрытие дет поз.7 Хим. Пас.

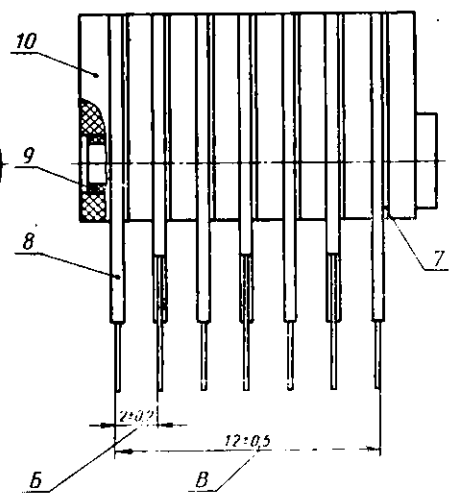
Поз. 12



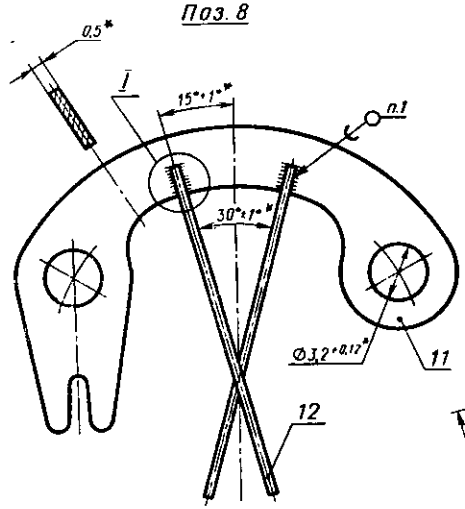
Поз. 6



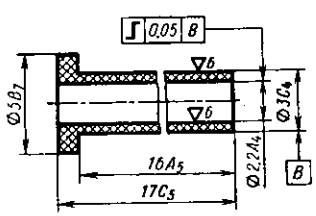
1. Размеры Б и В регулировать прокладками поз. 7.
2. Сборку производить на бакелитовом лаке и просушить по специнструкции.



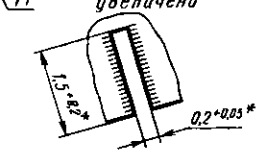
Поз. 8



Поз. 9 ▽5 (▽)



I увеличено



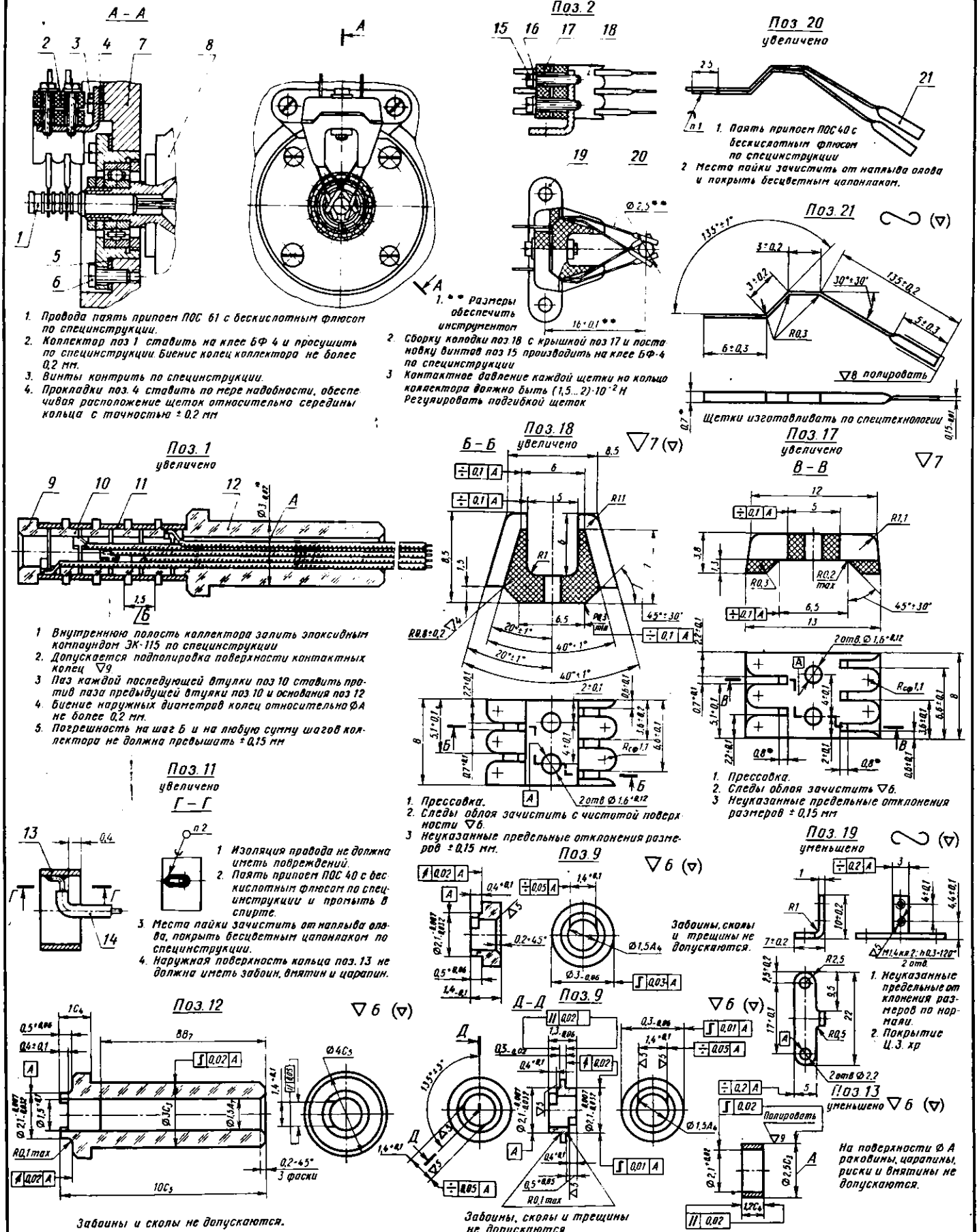
Примечания к поз 8

1. Обжать и паять припоем ПОС61 с флюсом ЛТИ.
2. Места пайки зачистить от наплыва олова.

Рис. 14.2

Коллектор нормализованный со щеточным узлом:

1 - карданов узел (сб.); 2 - фланец со втулкой (сб.); 3 - коллектор гироприбора (сб.); 4 - винт специальный (сталь 10); 5 - шайба; 6 - узел колодочки (сб.); 7 - прокладка (латунь ЛС59-1М, Т=0,2; 0,3); 8 - щеткодержатель со щетками (сб.); 9 - втулка (текстолит стержневой); 10 - прокладка (текстолит электротехнический А, л.1,5); 11 - щеткодержатель (латунь ЛС59-1М); 12 - щетка (палладиевоиридиевый сплав ПДИ-18, проволока)



1. Провода паять припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом по специнструкции.
2. Коллектор поз 1 ставить на клее БФ 4 и просушить по специнструкции. Биение колец коллектора не более 0,2 мм.
3. Винты контрить по специнструкции.
4. Прокладки поз. 4 ставить по мере надобности, обеспечивая расположение щеток относительно середины кольца с точностью ± 0,2 мм

1. ** размеры обеспечить инструментом
2. Сборку колодки поз 18 с крышкой поз 17 и постановку винтов поз 15 производить на клее БФ-4 по специнструкции
3. Контактное давление каждой щетки на кольцо коллектора должно быть $(1,5...2)\cdot10^{-2}$ Н. Регулировать подгибкой щеток

1. Паять припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом по специнструкции
2. Места пайки зачистить от наплыва олова и покрыть бесцветным цапонлаком.

1. Внутреннюю полость коллектора залить эпоксидным компаундом ЭК-115 по специнструкции
2. Допускается подполировка поверхности контактных колец ▽9
3. Паз каждой последующей втулки поз 10 ставить против паза предыдущей втулки поз 10 и основания поз 12
4. Биение наружных диаметров колец относительно Ø А не более 0,2 мм.
5. Погрешность на шаг Б и на любую сумму шагов коллектора не должна превышать ± 0,15 мм

1. Прессовка.
2. Следы облоя зачистить с чистотой поверхности ▽6.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров ± 0,15 мм.

1. Прессовка.
2. Следы облоя зачистить ▽6.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров ± 0,15 мм

1. Изоляция провода не должна иметь повреждений.
2. Паять припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом по специнструкции и промыть в спирте.
3. Места пайки зачистить от наплыва олова, покрыть бесцветным цапонлаком по специнструкции.
4. Наружная поверхность кольца поз. 13 не должна иметь забоин, вмятин и царапин.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали.
2. Покрытие Ц.3. хр

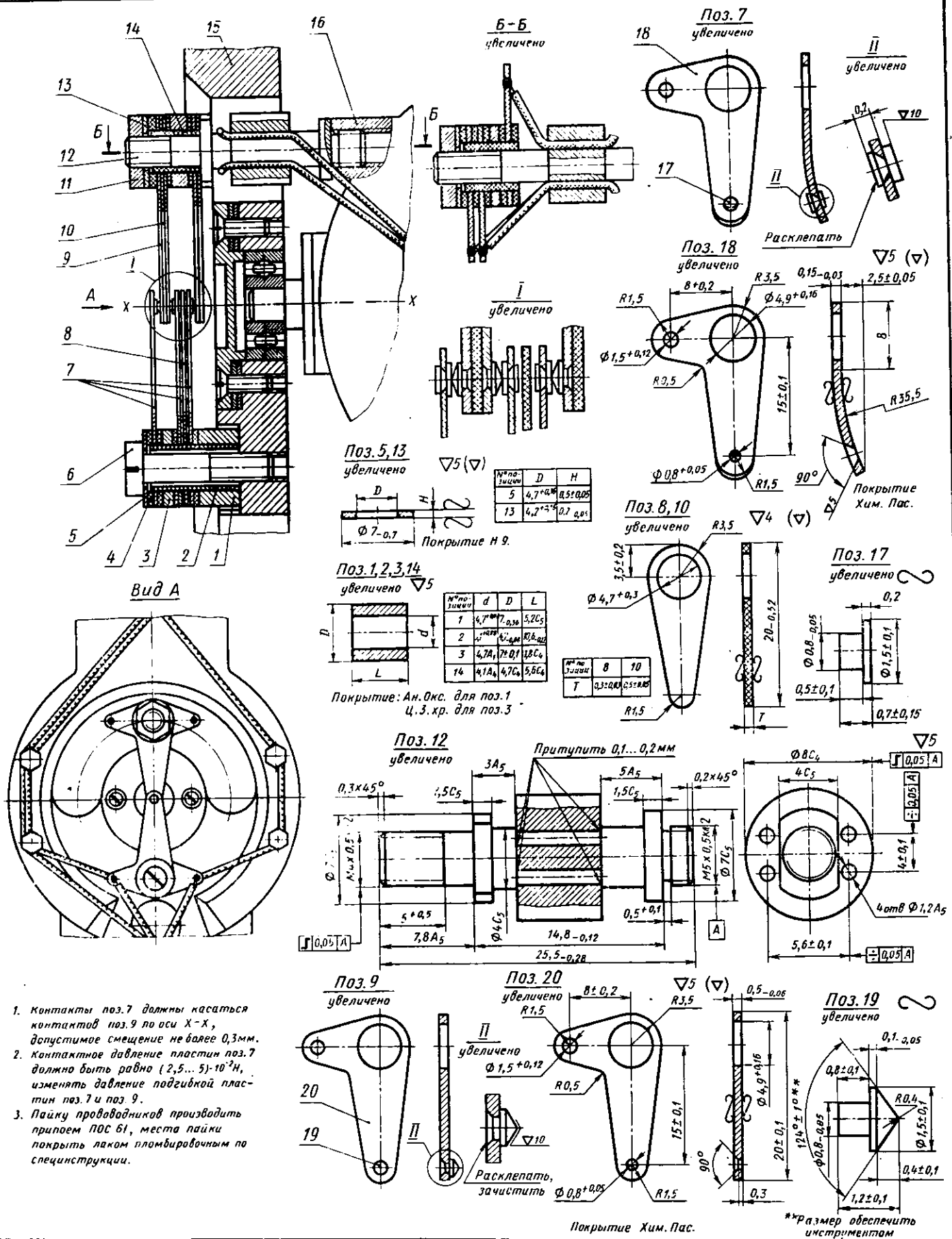
Забоины и сколы не допускаются.

Забоины, сколы и трещины не допускаются

Коллектор со щеточным узлом:

1 - коллектор (сб); 2 - колодка со щетками (сб); 3 - винт М2•5-2 шт.; 4 прокладка (алюминий АДТ, фольга, Т•0,05; 0,10; алюминий АДН, Т•0,5) - 11 шт.; 5 - прокладка (алюминий АДТ, фольга, Т•0,01; алюминий АДН, Т•0,4) - 20 шт.; 6 - винт М2•6 - 3 шт.; 7 - корпус (сталь 35Л); 8 - узел карданова подвеса (сб); 9 - втулка II (стекло органическое АГ) - 4 шт.; 10 втулка I (стекло органическое АГ) - 4 шт.; 11 кольцо с проводом (сб) - 5 шт.; 12 - основание (стекло органическое АГ); 13 - кольцо (платиноиридиевый сплав ПлИ-10) - 5 шт.; 14 - провод ПЭВ-2, Ø 0,31, L • 80; 15 - винт М1,4•7-2 шт.; 16 - шайба - 2 шт.; 17 - крышка (пресс-материал АГ-4В); 18 - колодка (пресс материал АГ-4В), 19 - кронштейн (сталь 10кп-Н); 20- узел щеток (сб.) 5 шт.; 21- щетка (платиноиридиевый сплав ПлИ-4,5, Ø 0,4 или палладиевоиридиевый сплав ПДИ-18, Ø 0,4) - 10 шт

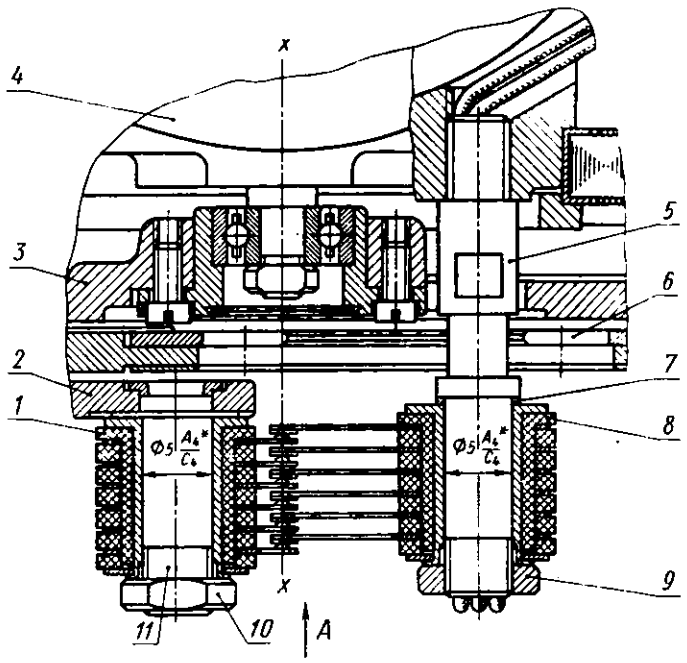
Рис. 14.3



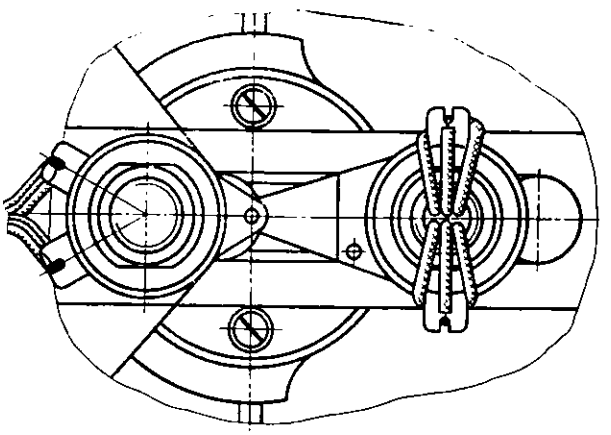
1. Контакты поз.7 должны касаться контактов поз.9 по оси Х-Х, допустимое смещение не более 0,3мм.
2. Контактное давление пластин поз.7 должно быть равно $(2,5...5)\cdot10^{-2}$Н, изменять давление подгибкой пластин поз.7 и поз.9.
3. Пайку проводников производить припоем ПОС 61, места пайки покрыть лаком пломбировочным по специнструкции.

Рис. 14.4

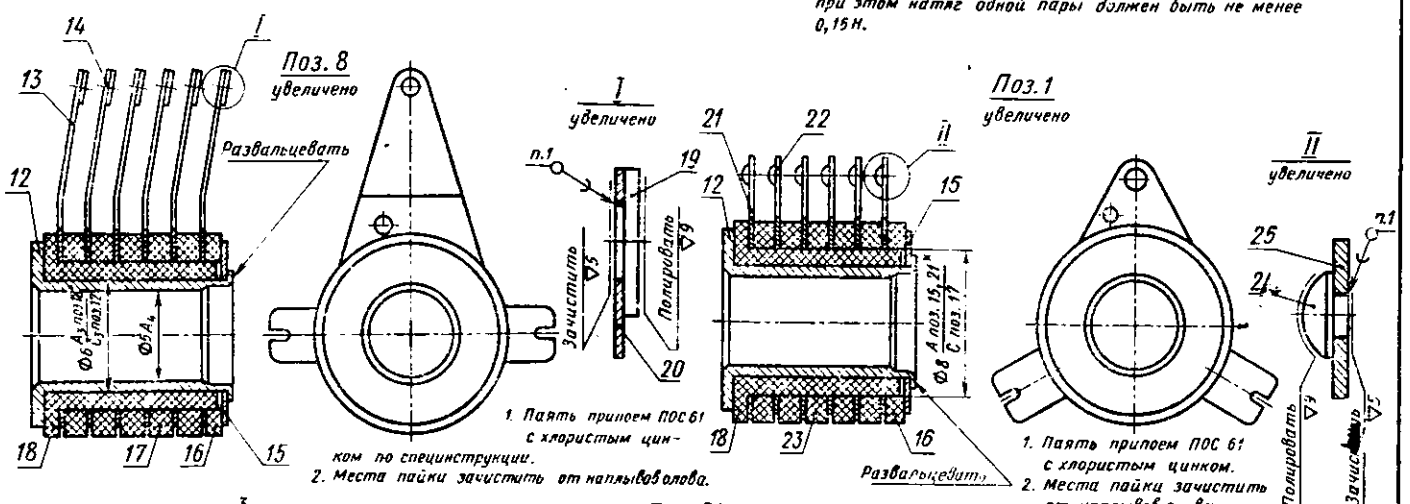
Трехточечная контактная группа:
1 - прокладка (алюминиевый сплав Д Т-1), 2 - втулка изоляционная (пресс-порошок К-18-2); 3 - шайба специальная (сталь 20); 4 - шайба специальная (гетинакс-1); 5 - шайба (латунь ЛС59-1); 6 - винт специальный (сталь 20); 7 - пластина с контактом I (сб); 8 - прокладка (гетинакс-1); 9 - пластина с контактом II (сб); 10 - прокладка (гетинакс-1); 11 - гайка (латунь ЛС59-1); 12 - стойка (алюминиевый сплав Д17); 13 - шайба (латунь ЛС59-1); 14 - втулка изоляционная (стекло органическое АГ-4); 15 - рама (сб); 16 - гироузел (сб); 17 - контакт I (серебро Ср999); 18 - контактная пластина (бронза БрКМЦ3-1); 19 - контакт II (серебро Ср999); 20 - пластина контактная (латунь ЛС59-1Т)



Вид А

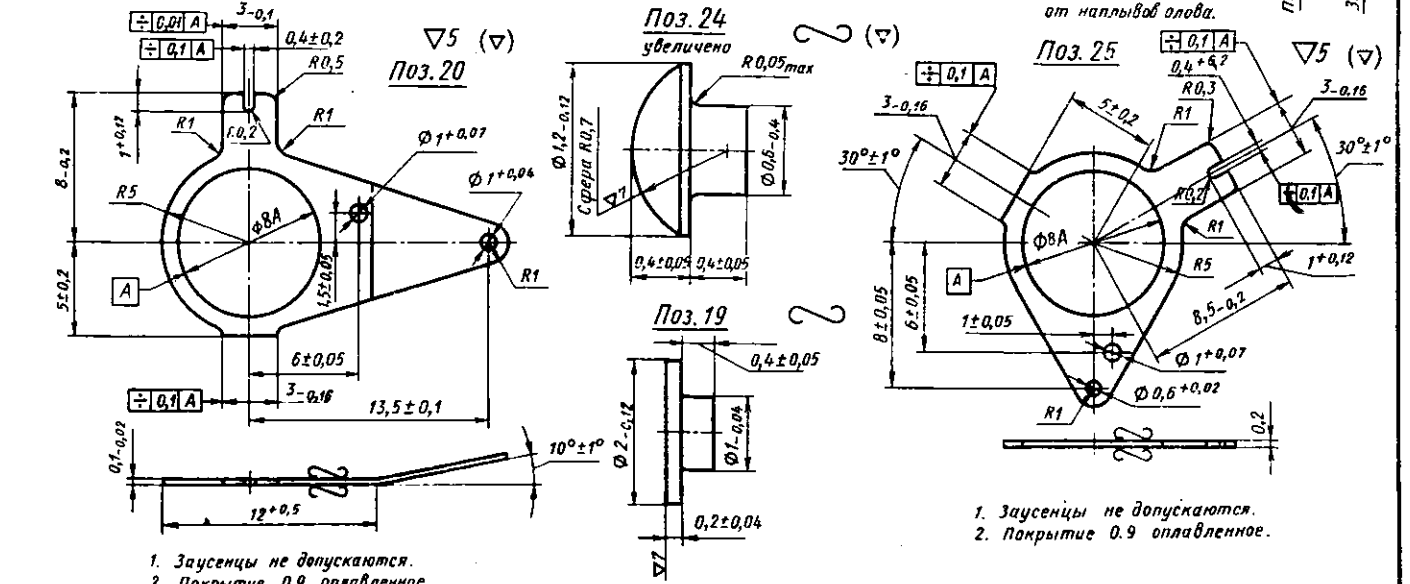


Торцевые контакты поз. 24 узла токоподводов поз. 1 должны обеспечивать надежное контактирование. Разрешается подгибка, без резких переходов, пластин плоских контактов в контактной группе поз. 8, при этом натяг одной пары должен быть не менее 0,15 Н.



1. Паять припоем ПОС 61 с хлористым цинком по специнструкции.
2. Места пайки зачистить от наплывов олова.

1. Паять припоем ПОС 61 с хлористым цинком.
2. Места пайки зачистить от наплывов олова.



1. Заусенцы не допускаются.
2. Покрытие 0.9 оплавленное.

1. Заусенцы не допускаются.
2. Покрытие 0.9 оплавленное.

Рис. 14.5

Пятиточечная контактная группа

1 - узел токоподводов (сб), 2 - кронштейн (алюминиевый сплав АЛ2); 3 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 4 - гироузел (сб); 5 - стойка (сталь ШХ15); 6 - планка (алюминиевый сплав Д1Т); 7 - шайба специальная (латунь Л62-Т); 8 - контактная группа (сб), 9, 10 - гайки специальные (латунь ЛС59 1); 11 - стойка (латунь Л62), 12 - втулка (латунь Л62), 13 - пластина с контактом левая (сб); 14 - пластина с контактом правая (сб); 15 - шайба специальная (латунь Л62-Т); 16 - шайба изоляционная (текстолит электротехнический А), 17 - шайба регулировочная (текстолит электротехнический А); 18 - втулка (текстолит электротехнический А); 19 контакт I (серебро Ср1 999); 20 пластина (бронза БрКпЦ3-1Т), 21 - узел пластины левой (сб); 22 - узел пластины правой (сб); 23 шайба регулировочная (текстолит электротехнический А); 24 - контакт II (серебро Ср1 999), 25 - пластина (бронза БрКпЦ3-1Т)

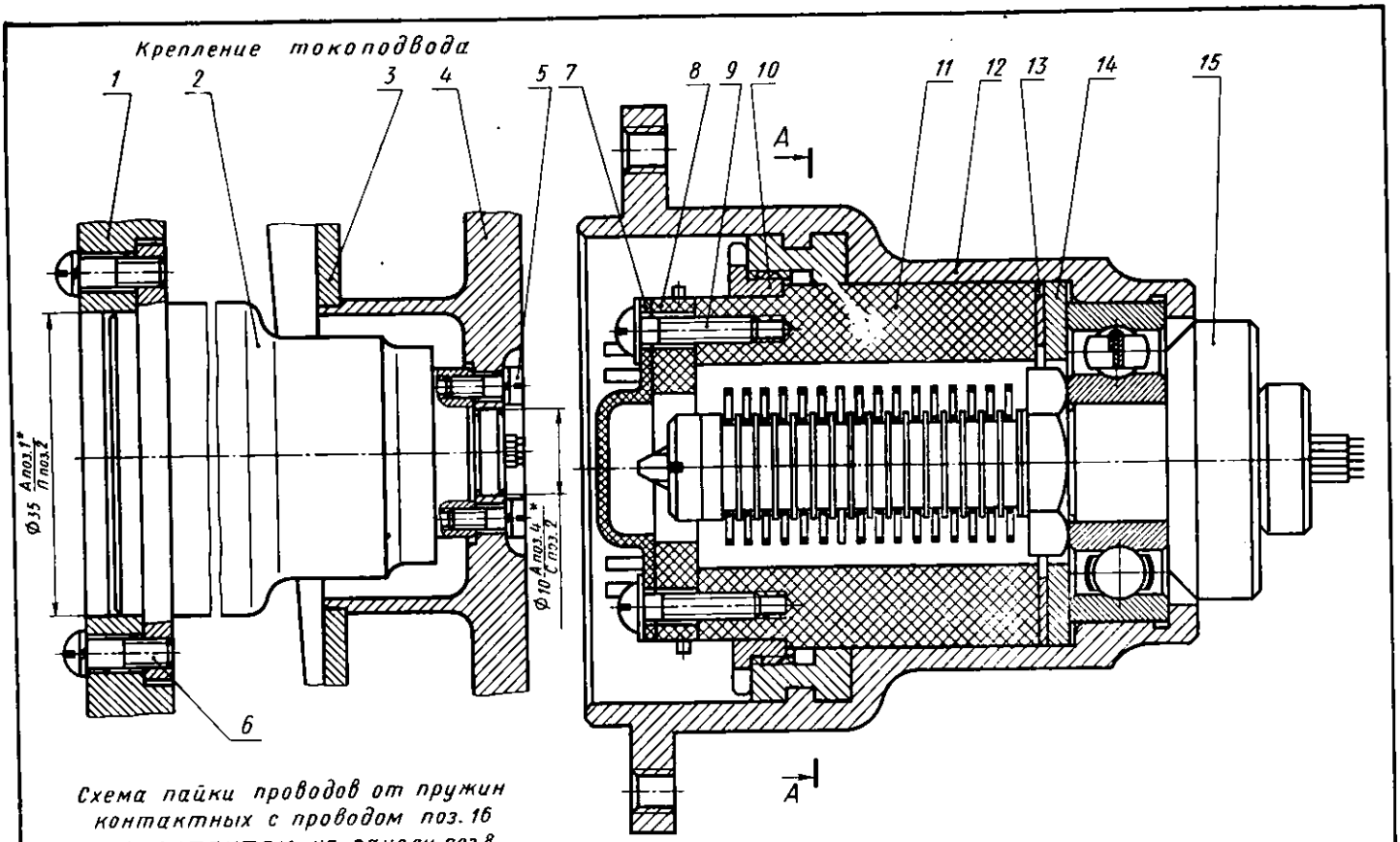
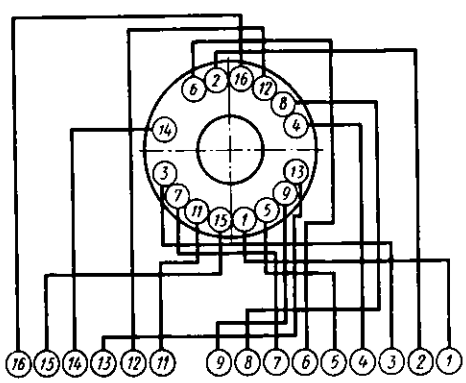
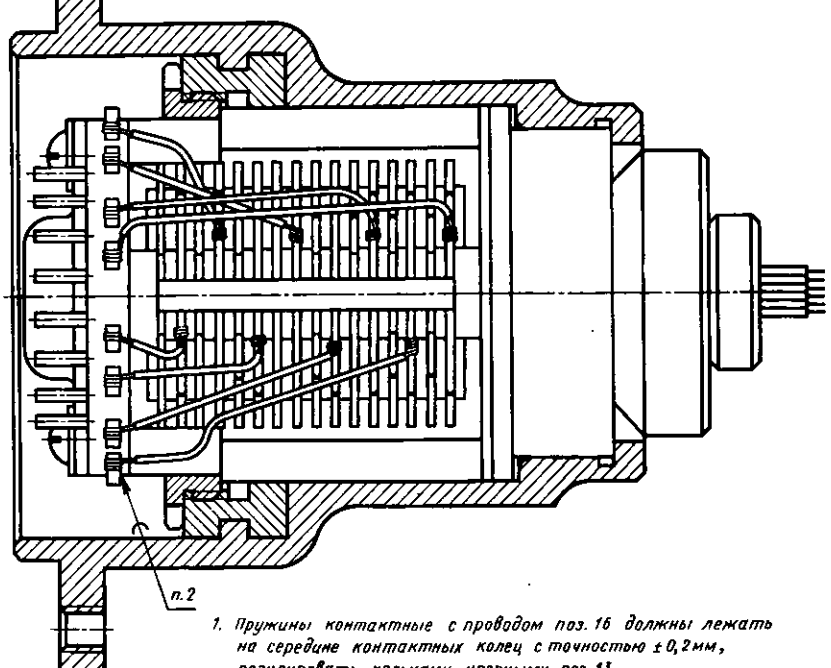


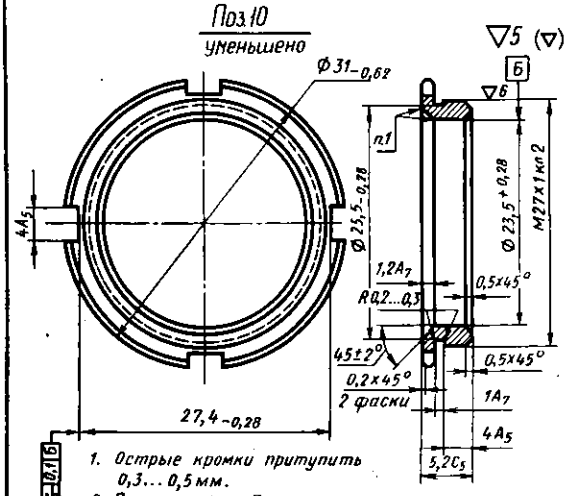
Схема пайки проводов от пружин контактных с проводом поз. 16 к контактам на панели поз.8



Вид Б
с разрезом по детали поз. 10 и сборки поз. 12



Поз.10
уменьшено

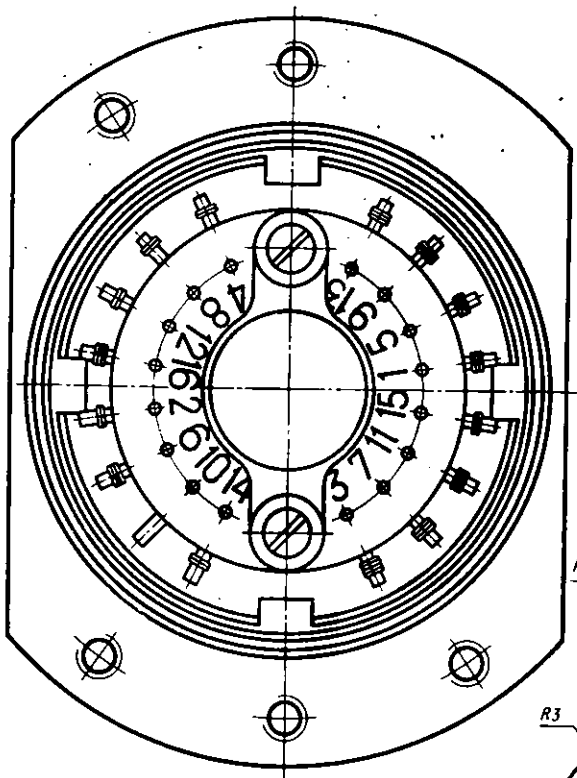


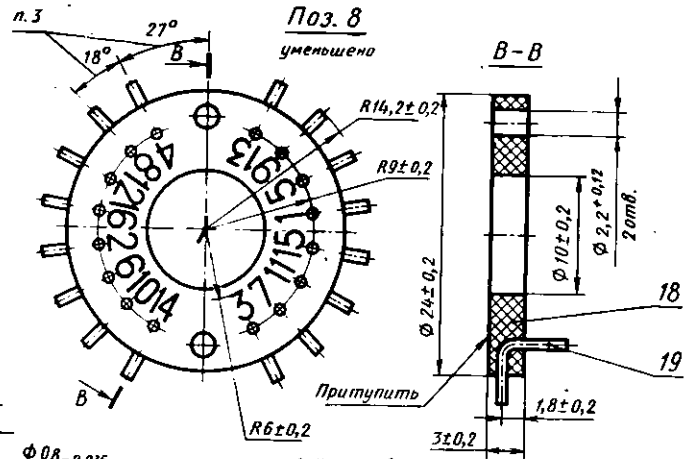
1. Острые кромки притупить 0,3... 0,5 мм.
2. Покрытие Хим Пас.

1. Пружины контактные с проводом поз. 16 должны лежать на середине контактных колец с точностью ±0,2 мм, регулировать кольцами упорными поз. 13.
2. Провода пружин контактных с проводом поз. 16 паять к контактам панели поз.8 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом. Места пайки пломбировать по специнструкции.
3. Винты поз.9 и гайку поз.10 контрить нитрозмалью ДМ красного цвета по специнструкции.

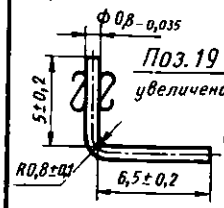
Рис. 14.6
на 4 листах.
Лист 1

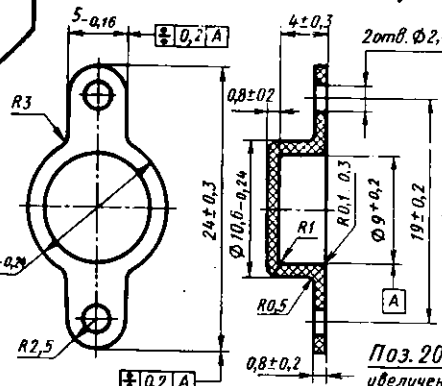
Закрытый коллектор со щетками:
1 - крышка (алюминиевый сплав АЛ2), 2 - токоподвод (сб.); 3 - кулачок (сталь 18Х2Н4ВА); 4 - рама (сб.); 5 - винт М2,6×8 - 4 шт.; 6 - винт М3×10 - 4 шт.; 7 - колпачок (смола полиамидная 68-Н); 8 - панель с контактами (сб.); 9 - винт М3×14 - 4 шт.; 10 - гайка зажимная (сталь ЭИ474); 11 - корпус контактной группы (пресс-материал К-18-2), 12 - корпус со втулкой (сб.); 13 - кольцо упорное (сталь 2Х13Н4Г9Н, Т - 0,5-0,05; 0,1-0,02; 0,3-0,02) - по 5 шт.; 14 - шайба (сталь 2Х13); 15 - группа контактная (сб.);

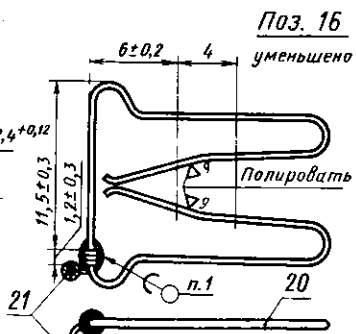




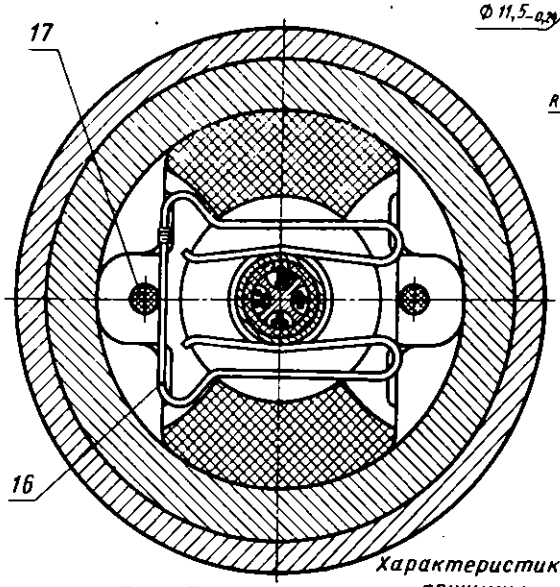
1. Цифры выпуклые, высота 0,2... 0,3 мм.
2. Заготовки контактов поз. 19 доработать до R14,2±0,2 мм.
3. Допуски на шаг или любую сумму шагов ±1°

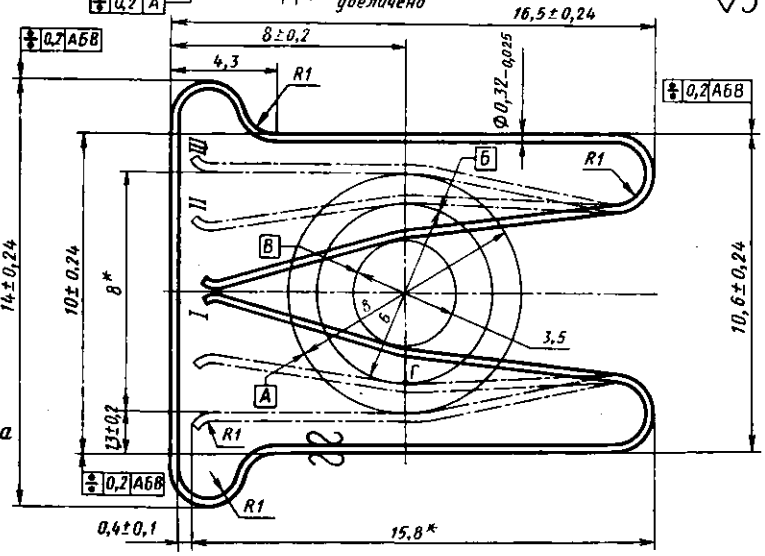






1. Паять провод поз. 21 к пружине поз. 20 припоем ПОС 61 по специнструкции по всей поверхности соприкосновения провода с пружиной контактной.
2. Места пайки зачистить от наплыва олова.





1. Допустимый прогиб пружины в свободном состоянии на плите $0{,}2_{max}$ (I – пружина в свободном состоянии; II – пружина в рабочем состоянии; III – пружина в напряженном состоянии).
2. Каждая ветвь пружины должна обеспечивать усилие $(8...10)\,10^{-2}$ Н в точке Г при переходе от состояния I к состоянию II.

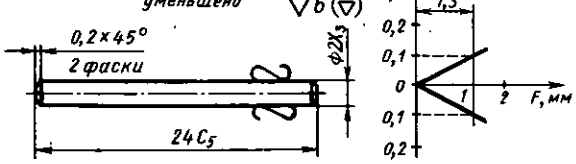
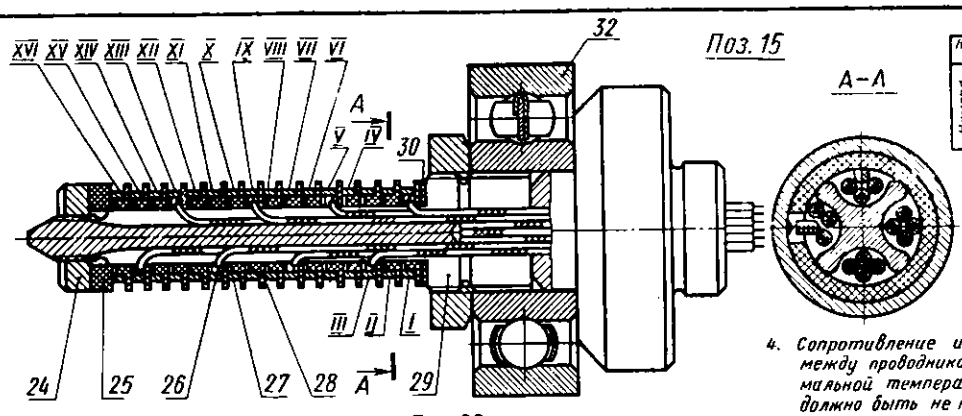
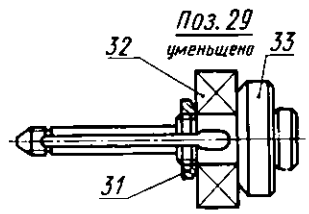


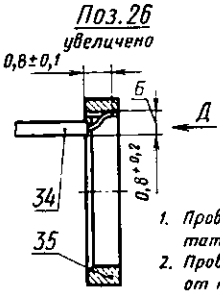
Рис. 14.6

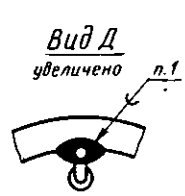
Лист 2

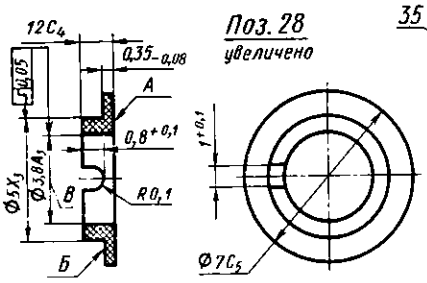
16 - пружина контактная с проводом (сб.); 17 - штифт изоляционный (стекло органическое СТ-1); 18 - панель (пресс-материал К-21-22); 19 - заготовка контакта (латунь Л62-Т); 20 - пружина контактная (палладиевая бронзовый сплав ПБИ-18, проволока Ø 0,32);

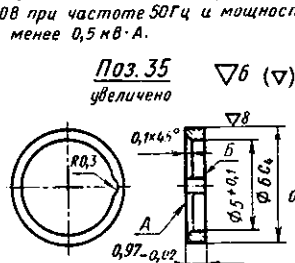


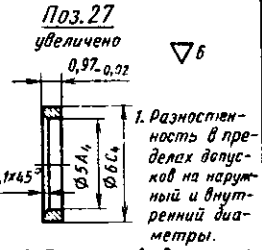


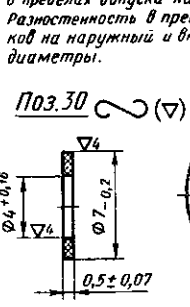


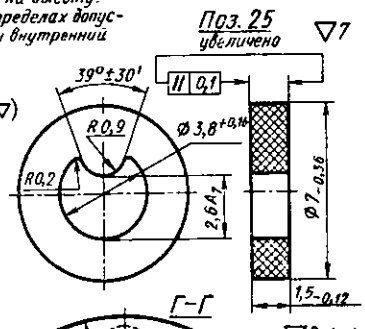












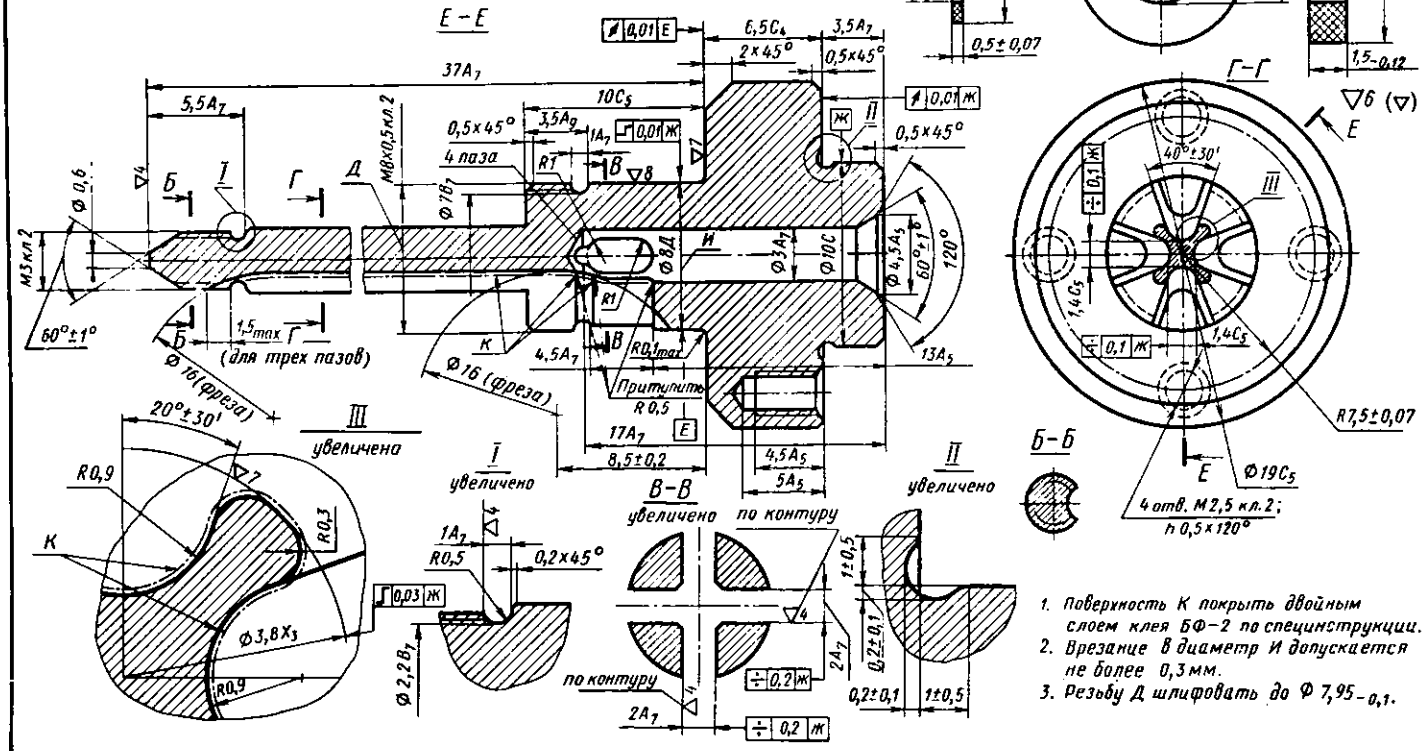


Рис. 14.6 Лист 3	21 - провод выводной МШВ, S=0,07мм², L=0,05 м, черный; 22 - втулка (сталь ЭИ474); 23 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 24 - гайка М3; 25 - втулка (пресс-материал АГ-4С); 26 - кольцо контактное с проводом (сб.); 27 - кольцо изоляционное (пресс-материал АГ-4В); 28 - кольцо (алюминиевый сплав Д1-1); 29 - ось с подшипником (сб.); 30 - шайба (гетинакс-1); 31 - гайка (сталь А12); 32 - шарикоподшипник А60018; 33 - ось (сталь ЭИ474), 34 - провод ПЭЛШО Ø 0,31; 35 - кольцо контактное (серебряно-палладиевый сплав СрПд-2);

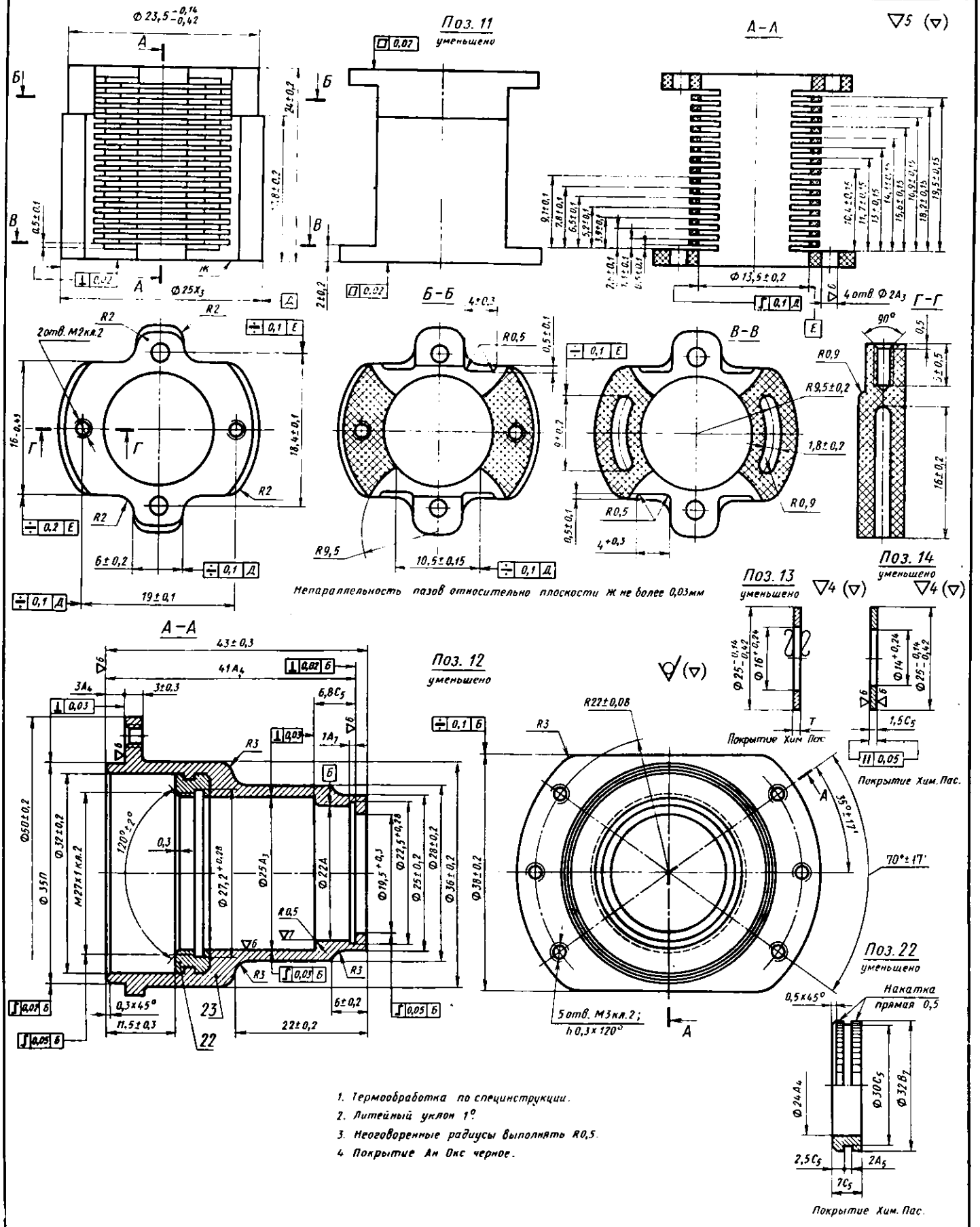


Рис. 14.6

Лист 4

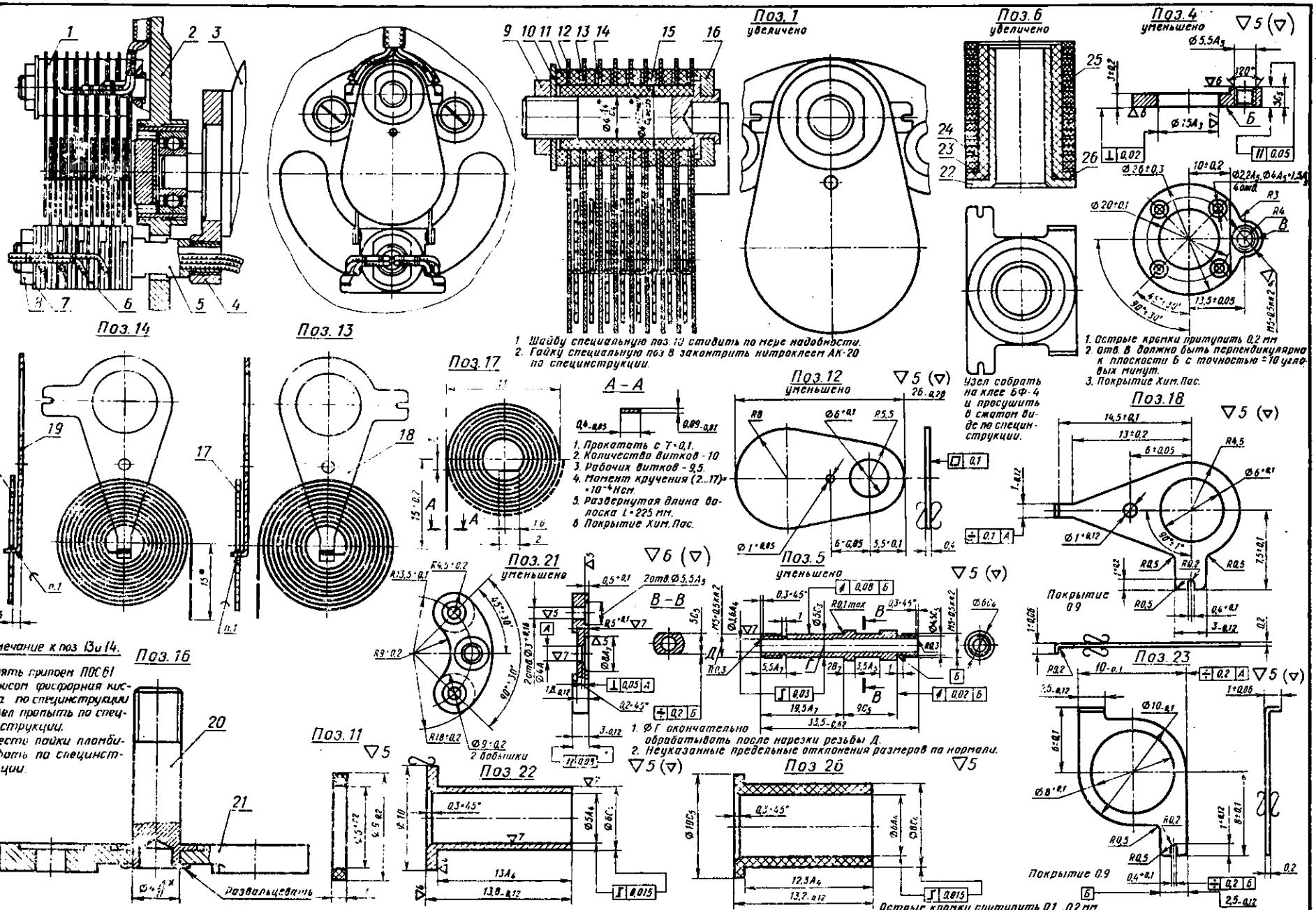


Рис. 14.7

Узел токоподводов со спиральными волосками: 1 - узел токоподводов (сб.); 2 - крышка корпуса (алюминиевый сплав АЛ2); 3 - гироузел (сб.); 4 - кольцо (латунь ЛС59-1Т); 5 - стойка (латунь ЛС59-1Т); 6 - контактная группа (сб.); 7 - шайба изоляционная (текстолит электротехнический А); 8 - гайка специальная (латунь ЛС59-1); 9 - гайка специальная (латунь ЛС59-1); 10 - шайба специальная (латунь ЛС59-1Т); 11 - шайба изоляционная (текстолит электротехнический А) - 9 шт.; 12 - прокладка (гетинакс электротехнический В) - 9 шт.; 13 - пластина с волоском I (сб) - 4 шт.; 14 - пластина с волоском II (сб.); 15 - втулка (текстолит); 16 - основание со стойкой (сб.); 17 - волосок (бронза Бр.ОЦ4-3Т) - 8 шт.; 18 - пластина левая (латунь Л62-М) - 4 шт.; 19 - пластина правая (латунь Л62-М) - 4 шт.; 20 - стойка (латунь Л62-М); 21 - основание (алюминиевый сплав Д1А-Т); 22 - втулка (латунь ЛС59-1); 23 - ламель правая (латунь Л-62-М) - 4 шт.; 24 - ламель левая (латунь Л62-М) - 4 шт.; 25 - шайба изоляционная (гетинакс электротехнический В) - 16 шт.; 26 - втулка изоляционная (текстолит)

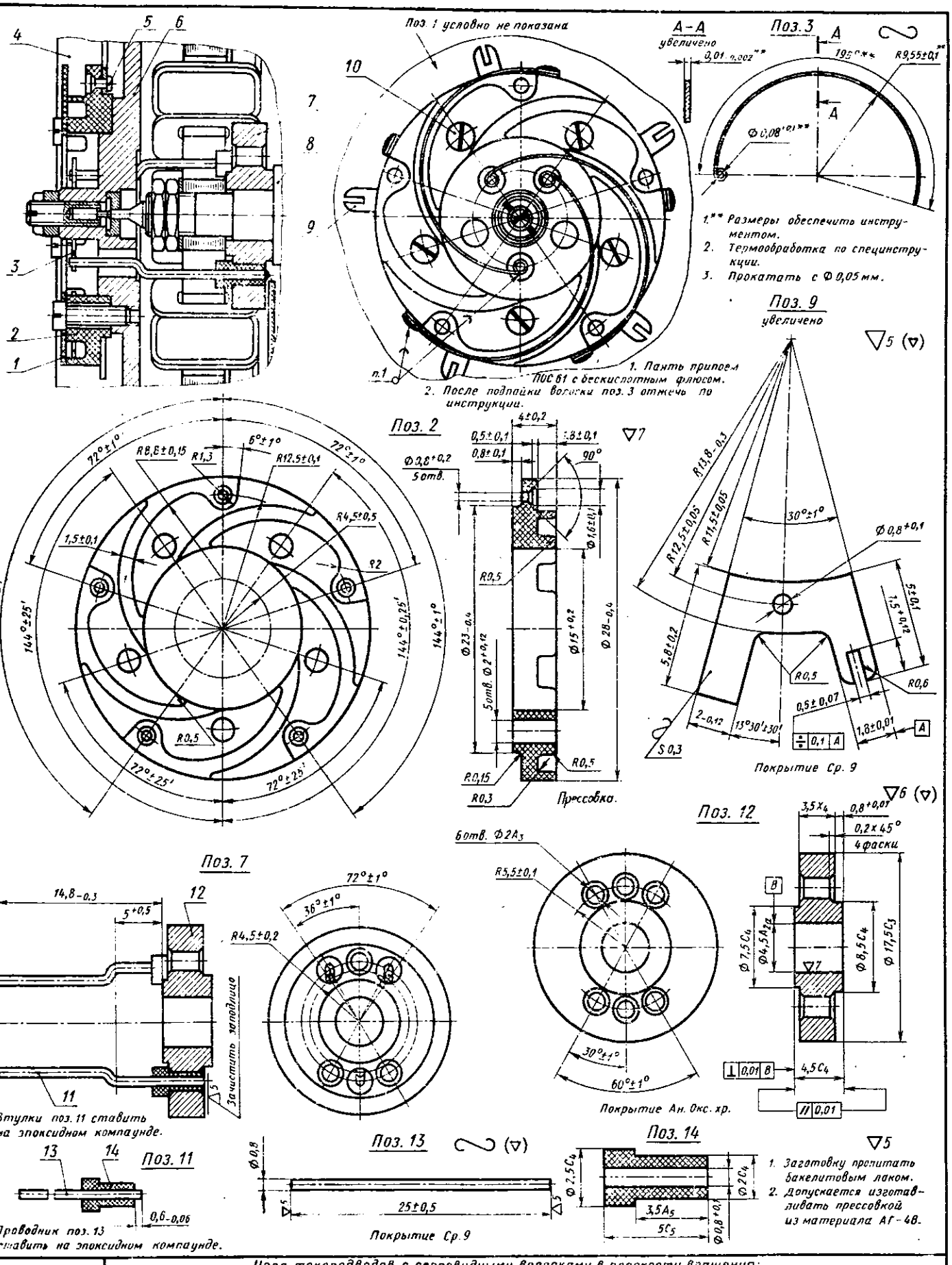
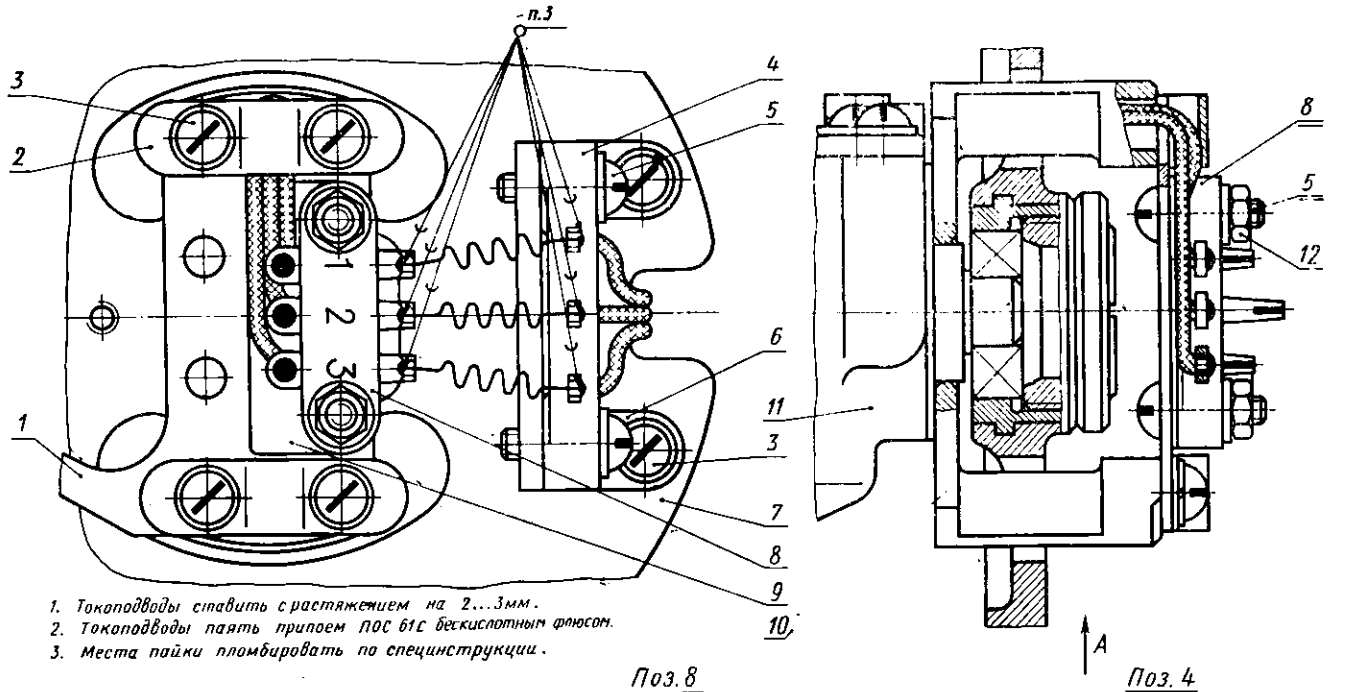


Рис. 14.8

Узел токоподводов с серповидными волосками в плоскости вращения:
1 - шайба (гетинакс В, л.0,5); 2 - панель (пресс материал АГ-4В); 3 - волосок (платиноиридиевый сплав ПлИ-10); 4 - корпус (алюминиевый сплав В95); 5 - заклепка (медь М1); 6 - основание датчика (алюминиевый сплав В95-Т1); 7 - распределитель (сб.); 8 - гироузел (сб.); 9 - панель (латунь Л62-М); 10 - винт М1,7×6-5 шт; 11 - втулка с проводником (сб.); 12 - втулка распределителя (алюминиевый сплав Д1-Т); 13 - проводник (латунь Л62-М); 14 - втулка (текстолит)



1. Токоподводы сплавить с растяжением на 2...3мм.
2. Токоподводы паять припоем ПОС 61С бескислотным флюсом.
3. Места пайки пломбировать по специнструкции.

Вид А

Поз. 8

Поз. 4

Цифры выпуклые высотой 0,2... 0,3мм

Цифры выпуклые высотой 0,2... 0,3мм

▽5 (▽)

Поз. 15, 16

Направление проката

Покрытие Ср. 9.

№по-зиции	Размер А
16	4±0,2
17	6,2±0,2

Поз. 14

▽4 (▽)

1Наличие трещин не допускается.

2Покрытие Ср. 9.

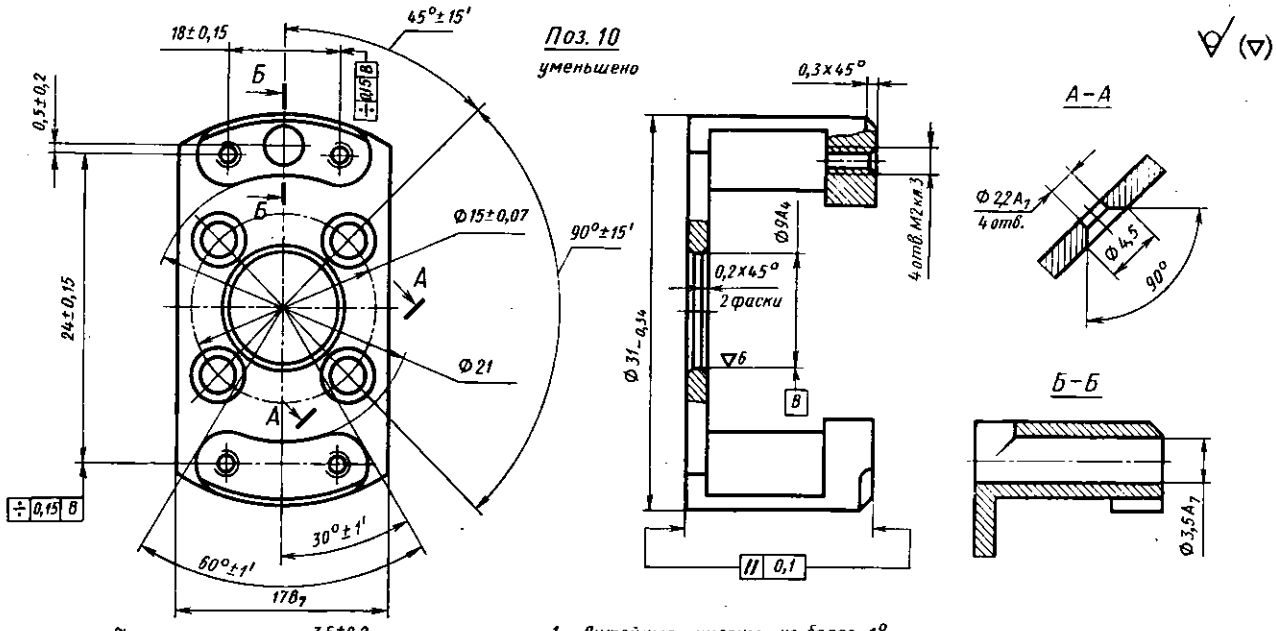
▽5 (▽)

Покрытие Ср. 9.

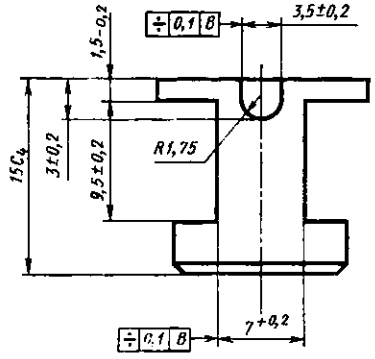
№по-зиции	Размер А
18	12,5-0,24
19	14,8-0,24

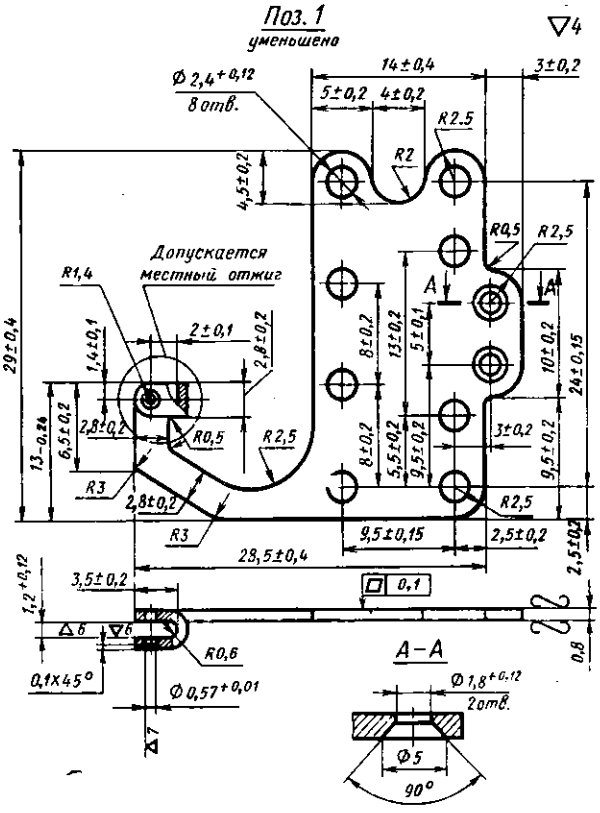
Рис. 14.9
на 2 листах.
Лист 1

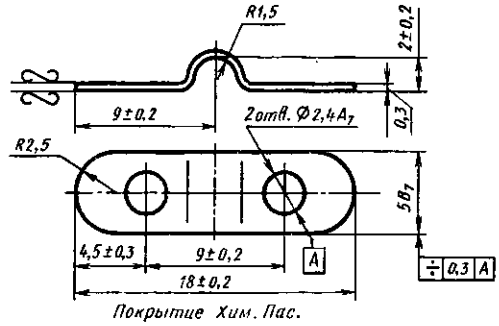
Узел токоподводов со змейковыми волосками:
1 - коромысло (сталь 2Х13Н4Г9); 2 - пластина (латунь Л62 М); 3 - винт М2×4 - 6 шт.; 4 - колодка с контактами (пресс-материал К-21-22); 5 - винт М2×7-4 шт.; 6 - кронштейн (сталь 10); 7 крышка со стойками (сб.); 8 - колодка с контактами (пресс-материал К-21-22); 9 - прокладка (гетинакс); 10 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 11 - корпус гиромотора (сб.); 12 - гайка М2-2 шт.; 13 - винт М2×7-3 шт.; 14 - токоподвод (бронза БрОФ6,5-0,15М); 15,16,17,18 - контакты (латунь Л62-М).



1. Литейные уклоны не более 1°.
2. Поверхность детали должна соответствовать эталону.
3. Острые кромки притупить 0,1... 0,2 мм.
4. Литейные радиусы, не оговоренные особо, выполнять R 0,5.
5. Покрытие по специнструкции.







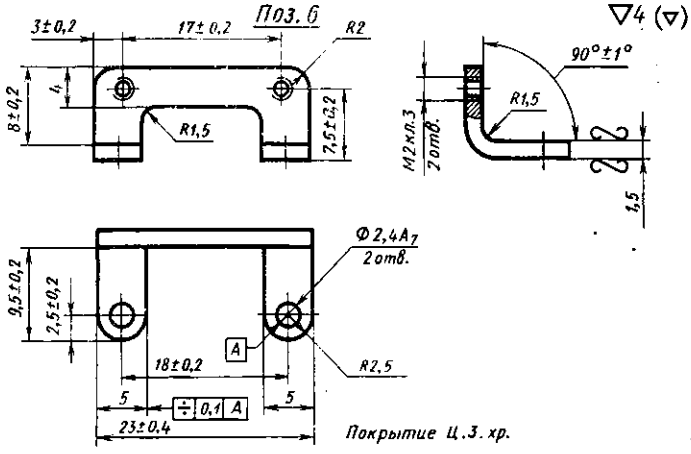


Рис. 14.9

Лист 2

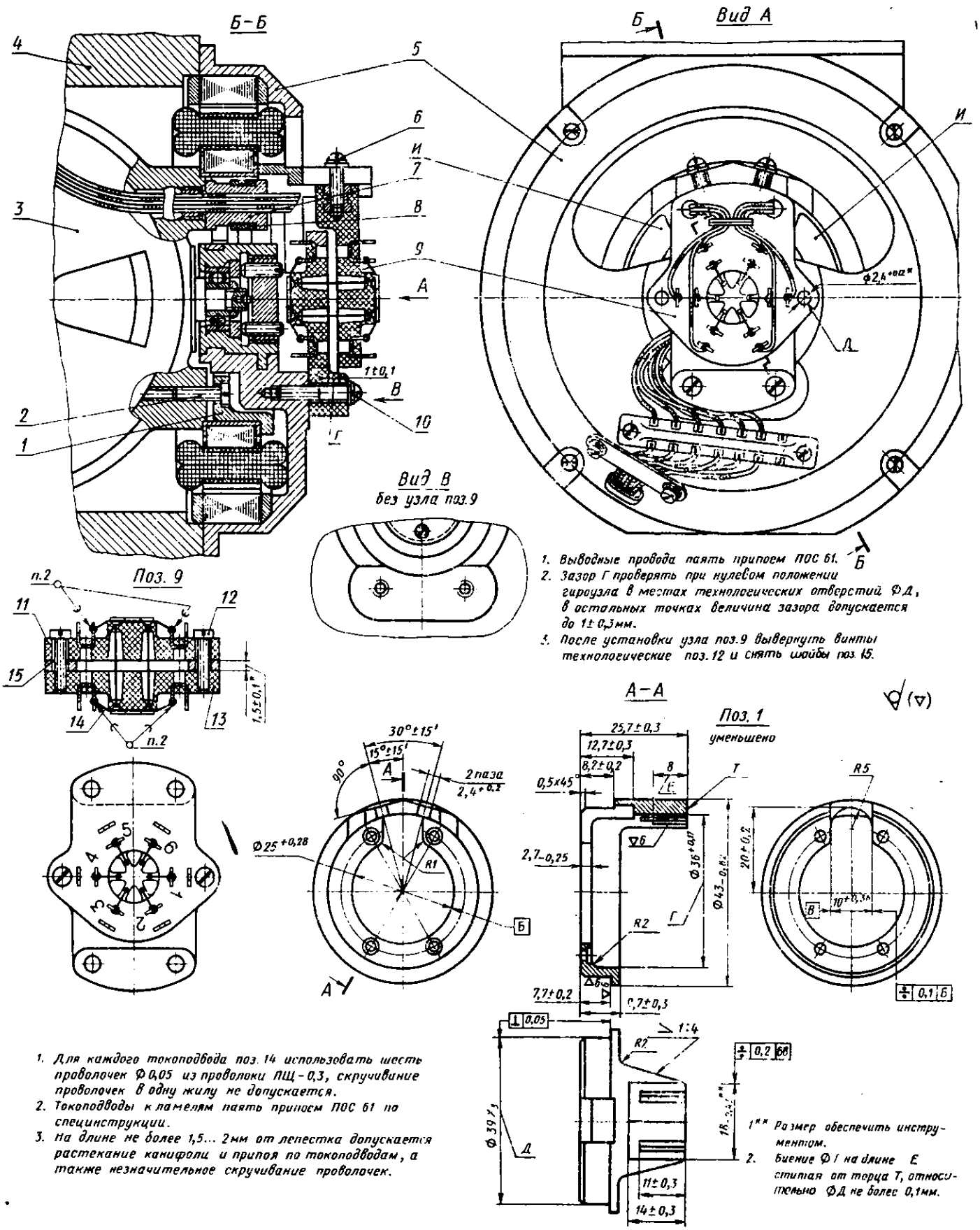


Рис. 14.10
на 2 листах.
Лист 1

Проволочный токоподвод:
1 - прижим (алюминиевый сплав АЛ2); 2 - винт М2×8-3 шт.; 3 - гироузел (сб.); 4 - рама карданова подвеса (сб.); 5 - крышка со статором (сб.); 6 - винт М2×7 - 2 шт.; 7 - стойка (сталь 4Х13); 8 - амортизатор (резина НО-68-1); 9 - токоподвод (сб.); 10 - винт М2×12 - 2 шт.; 11 - колодка (сб.); 12 - винт М2×8 - 2 шт.; 13 - колодка (сб.); 14 - токоподвод (проволока ПШ-0,3); 15 - шайба (алюминиевый сплав Д1) - 2 шт.

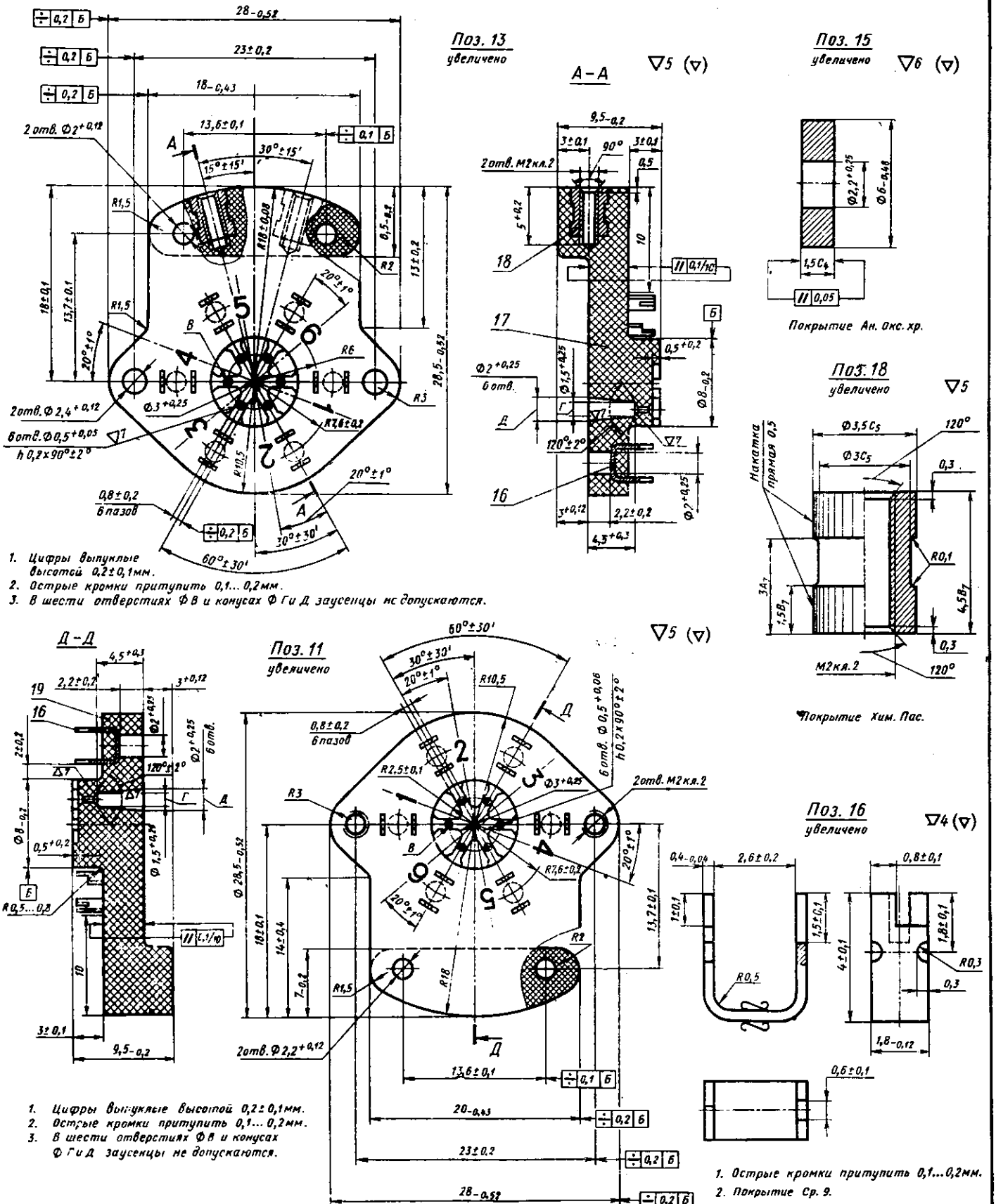


Рис. 14.10

16 - лепесток (латунь Л62-Т); 17 - колодка (пресс-материал К-21-22); 18 - втулка (латунь ЛС59-1); 19 - колодка (пресс-материал К-21-22)

Лист 2

подвижной ламели *23* или *24*. Пакет ламелей *23*, *24*, изолированных друг от друга втулкой *26* и шайбами *25*, собирается на стойке *5*, ввернутой в кольцо *4*, закрепленное на гироузле *3*. Пакет пластин *18*, *19*, изолированных втулкой *15*, шайбами *11*, прокладками *12* крепится на неподвижной стойке *20*.

Прокладки *12*, разделяя волоски, предотвращают возможность их взаимного замыкания при ударных и вибрационных перегрузках.

Отверстие ∅ 1 в пластинах *18*, *19* и прокладке *12* используется при сборке для центрирования волосков по оси кардана.

Рис. 14.8. Узел токоподводов с серповидными волосками в плоскости вращения. Такие токоподводы применяются при рабочих углах в несколько градусов. Обеспечивают надежный контакт при малых моментах сопротивления. Волосок *3* из платиноиридиевого сплава толщиной 0,01 мм оказывает незначительное сопротивление повороту гироузла и допускает высокую плотность тока. Один конец волоска подпаян к проводнику *13* распределителя *7*, закрепленного на гироузле *8*, а второй — к неподвижной ламели *9*. Волоски размещены в спиральных канавках изоляционной панели *2*, не касаясь ее, и защищены от случайных повреждений при сборке и при ударных перегрузках.

Рис. 14.9. Узел токоподводов со змейковыми волосками. Работает при ограниченных рабочих углах, используется чаще всего в двухстепенных гироскопах, где жесткость волосков может быть учтена при регулировке прибора. Бронзовый ленточный токоподвод *14* с сечением 0,1×1,5 мм подпаян одним концом к контактам *15*, *16* подвижной контактной колодки *8*, жестко закрепленной на корпусе гиромотора *11*, а другим концом — к контактам неподвижной колодки *4*, которая установлена на крышке *7*.

Рис. 14.10. Проволочный токоподвод. Собранный токоподвод *9* состоит из подвижной колодки *11*, закрепляемой на гироузле *3*, и неподвижной колодки *13*, закрепляемой на крышке *5*. Каждый токоподвод состоит из шести нескрученных проволочек ∅ 0,05 мм, концы которых до установки в прибор подпаиваются к лепесткам *16* обеих колодок *11*, *13* при обеспеченном при пайке зазоре между колодками 1,5 мм.

После установки собранного токоподвода *9* в прибор шайбы *15* и винты *12* удаляются, а между колодками зазор уменьшается до 1 мм, чтобы образовать свободное провисание токоподводов *14* и уменьшить их момент сопротивления и возможность обрыва.

ГЛАВА 15

АРРЕТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Арретирующие устройства предназначены для приведения в исходное положение рам гироскопа или сохранения этого положения перед запуском прибора.

Рис. 15.1. Электромеханический дистанционный арретир трехстепенного гироскопа. На чертеже изображено разарретированное положение рам гироскопа. Арретирование происходит следующим образом. Снимается напряжение с клемм 1—3. Усилием пружины *19* выдвигается якорь *16* вместе с осью *17*, которая осью *29* соединена с узлом рычага *31*. Это перемещение поворачивает рычаг *31* до соприкосновения упора *37* с поверхностью спирального кулачка *12*.

Момент, создаваемый давлением упора *37* на поверхность кулачка, заставляет прецессировать гироскоп относительно оси внутренней рамы *4* до соприкосновения с упором и потери степени свободы.

Дальнейшее действие момента поворачивает гироскоп относительно оси наружной рамы до попадания упора *37* в паз кулачка *12*. Наружная рама заарретирована.

При перемещении узла рычага *31* пружина *27* освобождает рычаг *13*, который под действием пружины *59* начинает давить на ось *11*. Ось, перемещаясь во втулках *6* и *9*, сжимает пружину *7* и передает это давление на поверхность спирального кулачка *2*, поворачивает гироузел *1* до момента попадания конца оси *11* в паз кулачка *2*. Арретирование закончено. В арретирующем устройстве предусмотрена дистанционная сигнализация положениями «Заарретировано» и «Разарретировано», а также переключение обмоток электромагнита.

Для этого в конструкции узла арретира предусмотрены контактные группы. В положении «Заарретировано» выступ рычага *13* замыкает контактную группу III, клеммы *4*, *5*, при этом выдается сигнал «Заарретировано». В этом положении контактная группа II разомкнута. В положении «Разарретировано» рычаг *13* опускается и контакты контактной группы III размыкаются, а выступы детали *34*, укрепленной на рычаге *31*, замыкают контакты контактной группы II. Выдается сигнал «Разарретировано».

Контактная группа I, клеммы *5*, *1*, служат для переключения катушек К1 и К2 (см. схему).

Наибольшее усилие электромагнит должен развивать при быстром процессе разарретирования в момент подачи на клеммы 1—3 напряжения. Это обеспечивается за счет наименьшего суммарного сопротивления катушек (наибольшая величина тока). Поэтому в положении «Заарретировано» контакты контактной группы I, клеммы *5*, *1*, замкнуты, катушки включены параллельно и имеют малое омическое сопротивление.

В положении «Разарретировано» необходимо иметь малое потребление мощности, так как в этом положении электромагниту необходимо длительно уравновешивать усилие пружины *19*, поэтому при разарретировании выступ рычага *31* размыкает контакты контактной группы I, клеммы *5*, *1*, и катушки К1 и К2 включаются последовательно. Потребление мощности при этом минимальное.

Рис. 15.2. Пусковое устройство авиагоризонта. Оно предназначено для грубого приведения следящей рамки авиагоризонта в горизонтальное положение с целью сокращения времени готовности прибора. Устройство состоит из кнопки *17*, в которую заармирована втулка *18*, оси *12*, шарикоподшипника *3* и пружины *8*. При нажатии кнопки ось *12*, перемещаясь во втулке *13*, подается вперед, подшипник давит на торец опорного кольца *4* с кулачковым профилем. Связанная с опорным кольцом следящая рама *5* приводится в горизонтальное положение. Возвратная пружина *8* служит для удержания кнопки в отведенном положении, при котором подшипник кнопки не касается торцовой поверхности опорного кольца *4* следящей рамы. Шарикоподшипник *3* крепится на оси *12* шплинтом *1*. Для увеличения жесткости пружины *8* под нее устанавливаются рессора *10* и подрессорник *11*.

Рис. 15.3. Электромеханический транспортировочный арретир. Обычно такие арретиры применяют в приборах одноразового пользования. После окончательной сборки, регулировки и приемки прибора на соответствие требованиям ТУ прибор арретируется. Для этого кронштейн арретира *8* повертывается до попадания сферического конца оси арретира *13* в отверстие фланца с втулкой *2*, при этом якорь *33* электромагнита *16*, войдя в уступ кронштейна *8*, станет удерживать его, и гироузел *3* будет заарретирован. Ось арретира *13* смонтирована в конусе *14* и до закрепления, находясь в свободном состоянии, может перемещаться винтами *10* до положения, при котором главная ось гироскопа будет взаимно перпендикулярна с осями карданова подвеса гироскопа и правильно ориентирована относительно базовых крепежных отверстий корпуса прибора.

При подаче напряжения на электромагнит *16* его якорь *33* притягивается к сердечнику *48*, при этом кронштейн арретира под действием пружины *7* отклоняется до упора с амортизатором *9*, освобождая гироузел. Кронштейн арретира *8* жестко укреплен на ручке арретира *28*, которая при повороте отогнутым концом приподнимает упор *61* контактной пластины *60*, перемещая ее в верхнее положение до соприкосновения с контактом пластины *55*. Выдается сигнал «Разарретировано».

Рис. 15.4. Механический арретир авиагоризонта. Предназначен для первоначального восстановления главной оси гироскопа в вертикальное положение при запуске прибора и для быстрого приведения прибора в рабочее положение в полете при больших отклонениях оси гироузла от вертикали.

Во время полета пользоваться арретиром разрешается только при горизонтальном положении самолета.

Арретирующее устройство состоит из трех кулачков, толкателей, защелки арретира, рабочей и возвратной пружин и сигнализирующего бленкера.

На продольной внутренней оси карданова подвеса расположен кулачок *12*, который прикреплен к корпусу гиромотора. Профиль кулачка состоит из двух симметричных ветвей, очерченных по логарифмической спирали. Кулачок имеет вырез, в который входит толкатель, фиксирующий гироузел в заарретированном положении. Такого же типа кулачок *8*, но бо́льшего размера расположен на поперечной оси карданова подвеса, прикрепленного к наружной раме прибора.

В полых шейках направляющей тяги *36* проходит тяга со втулкой *7*, на конце которой укреплена втулка *35*, запирающая свободно сидящий стакан *20*. Задняя торцовая поверхность стакана *20* служит рабочей поверхностью защелки арретира. Во втулке *17*, в которой скользит направляющая тяга, закреплены оси *22*, собачки *24* защелки. Собачки прижимаются к стакану *20* пружинами *23*.

Рабочая пружина *19* арретира одним торцом упирается в направляющую тяги *9*, а вторым — в дно стакана *20*. Возвратная пружина *18* упирается с одной стороны во втулку *17*, а с другой — в дно стакана *20*. Обе пружины имеют предварительный натяг.

На тяге *34* закреплена коническая втулка *5*, выполняющая функции кулачка сигнализационного устройства арретира.

На промежуточной оси установлены скрепленные вместе сигнализационный бленкер *30* и рычаг *25*. Рычаг прижимается к конической втулке пружиной *26*.

На конце тяги *34* закреплена ручка *1* с надписью «Арретир тянуть». На раме карданова подвеса против кулачка *12* расположен толкатель *13* с возвратной пружиной *14*.

Взаимодействие частей арретирующего устройства лучше всего можно проследить при арретировании работающего прибора.

Предположим, что гироузел повернулся вокруг обеих осей карданова подвеса и необходимо привести его в нормальное положение относительно корпуса прибора. Для этого с помощью ручки *1* тяга арретира вытягивается вперед. Втулка *35*, закрепленная на другом конце тяги, двигаясь вместе с тягой, продвигает вперед стакан *20*, заставляя его скользить между собачек, сжимая рабочую и возвратную пружины арретира.

Под действием пружины направляющая тяги *36* с закрепленным на ней кулачком *38* будет продвигаться вперед, пока толкатель не упрется в кулачок *8*. Вытягивание ручки арретира до упора втулки *5* в крышку прибора вызывает продвижение вперед стакана *20*, при этом происходит дальнейшее сжатие рабочей и возвратной пружин арретира. В конце хода тяги со втулкой *7* стакан *20* продвинется вперед настолько, что собачки *24* захватят стакан за его задний торец и не позволят стакану двигаться назад.

Обе пружины арретира при данном отклонении гироузла максимально сжаты. Дальнейшее арретирование происходит под действием усилия рабочей пружины арретира. Это усилие через направляющую тягу *36* и толкатель детали *38* прикладывается к кулачку *8* в точке соприкосновения толкателя с кулачком и стремится повернуть кулачок вокруг его оси.

Момент, приложенный к внешней оси карданова подвеса, вызывает прецессионный поворот гироузла вокруг внутренней оси. Гироузел будет поворачиваться до тех пор, пока ось вращения гироскопа не совместится с внешней осью карданова подвеса. В этом положении гироскоп утратит одну степень

свободы, гироскопический момент исчезнет, рама под давлением толкателя будет поворачиваться вокруг внешней оси карданова подвеса до тех пор, пока толкатель не войдет в вырез кулачка.

Как только толкатель войдет в вырез кулачка *8* и зафиксирует раму в определенном положении относительно корпуса прибора, наклонная плоскость кулачка *38* подойдет к толкателю *13* и нажмет на него, выдвигая его внутрь рамы. Толкатель *13* подойдет к кулачку *12* и нажмет на него, заставляя его вращаться вокруг оси внутренней рамы до тех пор, пока толкатель не войдет в вырез кулачка.

Теперь гироузел приведен в нормальное положение и зафиксирован относительно корпуса прибора. Во время арретирования гироузла толкатель продвигается в вырез кулачка *8* вперед, не изменяя положение рамы.

В начале движения тяги *34* коническая втулка *5* заставит кулачок *28* скользить по ней и вращаться вокруг оси *31*, при этом в окне прибора покажется бленкер. В конце хода тяги рычаг перейдет на цилиндрическую втулку *5*, бленкер полностью появится в окне, сигнализируя о том, что прибор заарретирован.

Для разарретирования прибора нужно нажать на ручку *1* арретира, вдвигая тягу *34* в прибор, при этом тяга скользит в стакане *20*, а грибок разводит собачки в стороны. Как только собачки соскользнут с торца стакана, возвратная пружина *18* прижмет стакан к грибку. Сила возвратной пружины через стакан, грибок, тягу и закрепленную на тяге втулку приложена к направляющей тяге *36* и передвигает ее назад.

Кулачок *38* вместе с направляющей тяги *36* отходит назад, освобождая толкатель *13*. Толкатель выходит из выреза в кулачке *8* и освобождает раму. Одновременно под действием возвратной пружины *14* толкатель *13* выходит из выреза в кулачке *12*, освобождая гироузел. Пружина *26* заставляет кулачок *28* скользить по конусу втулки *5*. Бленкер поворачивается и убирается за крышку прибора. Разарретирование происходит мгновенно.

Рис. 15.5. Электрический арретир. Система ускоренного восстановления к вертикали (электрическое арретирование).

Система ускоренного восстановления предназначена для быстрого, но грубого (с точностью $\pm 2°$) приведения платформы к направлению вертикали.

Чувствительными элементами системы ускоренного восстановления являются механические маятники крена и тангажа У1, У2 со специальными контактными группами. Средние контакты маятников соединены между собой общим проводом и выведены на штепсельный разъем прибора к клемме *7*, которая соединена с кнопкой арретира. Управляющие обмотки 7—8 разгрузочных двигателей Д4 и Д3 включены между крайними контактами соответственно маятника крена У1 и маятника тангажа У2 и имеют средние точки, которые подключены к фазе III.

Отклонение платформы прибора от направления вертикали приводит к замыканию среднего контакта соответствующего маятника с одним из крайних. При включении системы ускоренного восстановления клемма 7 штепсельного разъема от кнопки арретира будет находится под напряжением фазы I. При этом одна из секций управляющей обмотки соответствующего разгрузочного двигателя окажется под максимальным напряжением фаз I и III.

На время действия системы ускоренного восстановления разгрузочные двигатели частично изменяют свои функции в приборе. Кроме компенсации возмущающих моментов, они при включении маятников У1 и У2 создают моменты, вызывающие прецессию соответствующего гироскопа до упора и движение платформы по направлению к вертикали. При завале платформы, например в плоскости крена, и при включении системы ускоренного восстановления по обмотке управления 7—8 разгрузочного двигателя Д4 проходит ток и ампер-витки этой обмотки создают момент, вызывающий прецессию гироскопа М1.

Вследствие прецессии гироскопа на другую управляющую обмотку 9—10 поступает ток с управляющего потенциометра П1, величина которого пропорциональна углу отклонения гироскопа от нулевого положения, при этом величина момента разгрузочного двигателя определяется разностью токов в его управляющих обмотках.

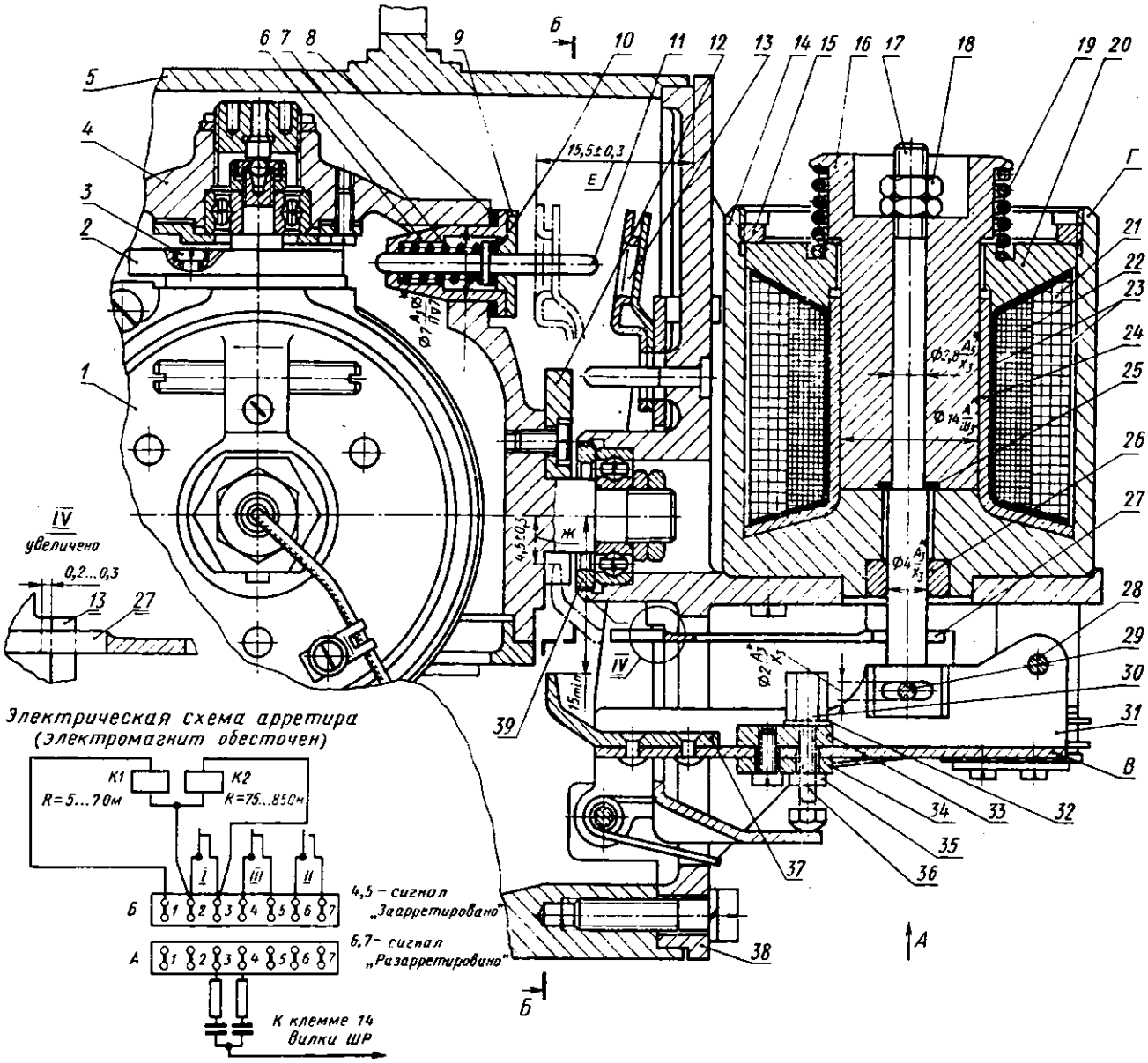
Ток, протекающий по обмотке 7—8, всегда превышает максимальную величину тока обмотки 9—10 из-за балластных сопротивлений R1 и R2 в цепи питания обмотки 9—10.

Поэтому разгрузочный двигатель имеет избыточный момент по обмотке 7—8 под действием которого гироскоп продолжает прецессировать до упора.

После того как гироскоп ложится на упор, система теряет степень свободы, и разгрузочный двигатель поворачивает платформу в положение, близкое к вертикали. Наклон платформы в плоскости крена вызывает замыкание контактов маятника У1 и включение разгрузочного двигателя Д4, наклон платформы в плоскости тангажа вызывает замыкание контактов маятника У2 и включение разгрузочного двигателя Д3. Реверс двигателей Д3 и Д4 происходит за счет включения через контакты маятников соответствующей секции управляющей обмотки 7—8.

Характер работы двигателей Д4 и Д3 в системе ускоренного восстановления отличается от работы этих же двигателей в системе силовой разгрузки: в системе силовой разгрузки двигатели М5 и М6 работают в заторможенном режиме, т. е. являются моментными моторами, а в системе ускоренного восстановления они выполняют функцию моторов отработки, так как поворачивают платформу до положения, близкого к направлению вертикали.

Резисторы R5, R6, R7 и R8 по 3 кОм каждое, включенные параллельно каждой контактной паре маятников У1 и У2, служат для уменьшения искрообразования.



1. Арретир на чертеже показан в разирретированном поясжении – под током, при этом контактная группа I разомкнута, контактная группа II замкнута, контактная группа III разомкнута.
2. В арретире в момент подачи напряжения 17В контакты I группы должны разомкнуться, контакты II группы должны замкнуться. При снятии напряжения контакты III группы должны замкнуться.
3. При подаче напряжения 17В на катушку К1 (клеммы 1 и 2) арретир должен сработать, при срабатывании катушки К2 (клеммы 1 и 3) якорь муфты поз.16 должен удерживать пружину поз. 19 в сжатом состоянии.
4. Положение нормально-замкнутой контактной группы III регулировать так, чтобы при ее размыкании (в положении „Разарретировано") зазор между контактами был 0,4... 0,6 мм.
   Положение нормально-разомкнутой контактной группы II регулировать так, чтобы при замыкании контактов (в положении „Разарретировано") зазоры между отжимаемыми пластинами с контактами и их ограничителями были 0,2... 0,4 мм.
   Регулировку производить прокладками поз. 48.
5. Размер Д регулировать прокладками поз. 25. Рычаг поз. 13 в положении Е до установки узла арретира в изделие должен удерживаться технологическим приспособлением. Осевой люфт рычага поз. 31 должен быть 0,02... 0,08 мм. Регулировать прокладками поз. 58.
6. Размер Ж регулировать втулкой поз. 30, прокладками поз. 32.
7. При втянутом якоре обеспечить с помощью винта поз. 36 дополнительный ход рычага поз. 13, создавая между ним и винтом поз. 36 зазор 0,1... 0,2 мм, а также зазор 0,2... 0,3 мм между деталями поз. 13 и поз. 27 (см. выносной элемент IV) путем смещения пружины поз. 27 при её креплении.
8. Гайку поз. 39 в стыке с крышкой поз. 38 закернить в любых двух точках через 180°.

Рис. 15.1
на 5 листах
Лист 1

Электромеханический дистанционный арретир трехстепенного гироскопа:
1 - гироузел (сб); 2 - кулачок (сталь У10А), 3 - винт М2-5; 4 - рама (сталь 35Л); 5 - корпус (сб); 6 - втулка (бронза БрАЦ9-2), 7 - пружина (проволока стальная II); 8 - прокладка (алюминий АД1, фольга); 9 - втулка (латунь Л62-Т); 10 - прокладка; 11 ось (сталь ЭИ-74); 12 - кулачок (сталь 4Х13);

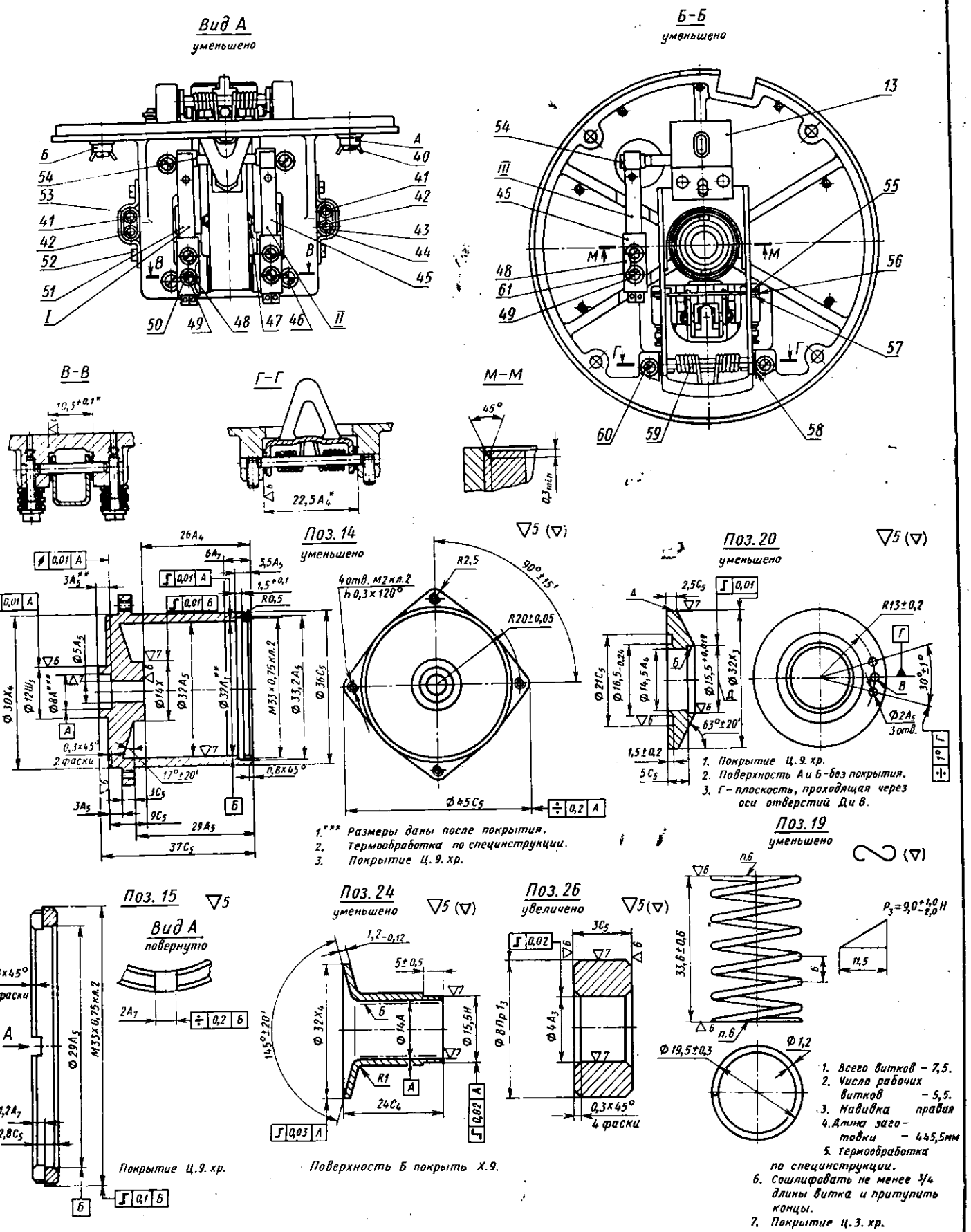


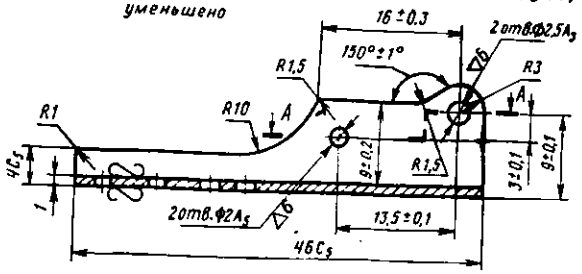
Рис. 15.1

Лист 2

13 - рычаг II с ловителем (сб.); 14 - корпус электромагнита (сталь низкоуглеродистая 312); 15 - гайка специальная (сталь низкоуглеродистая 3); 16 - якорь (сталь 3); 17 - ось (бронза БрАМц9-2); 18 - гайка М2,6-2 шт; 19 - пружина (проволока стальная П); 20 - крышка (сталь низкоуглеродистая 3); 21 - провод ПЭВ-2, ⌀0,15, L=85 м; 22 - провод ПЭВ-2, ⌀0,38, L=34м; 23 - лакоткань ЛШССО 1×150-200; 24 - втулка II (латунь Л62-М); 25 - прокладка (сталь 65ГС);

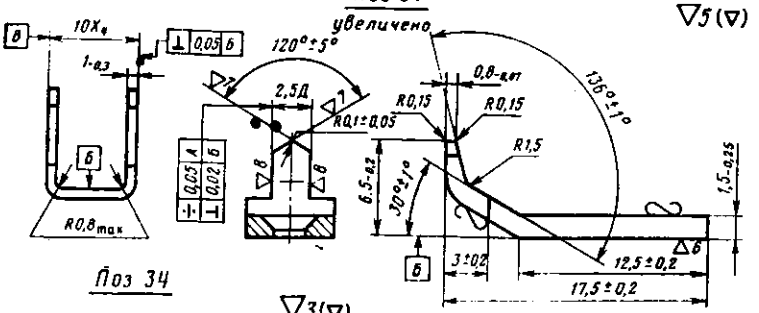
Поз 31

уменьшено

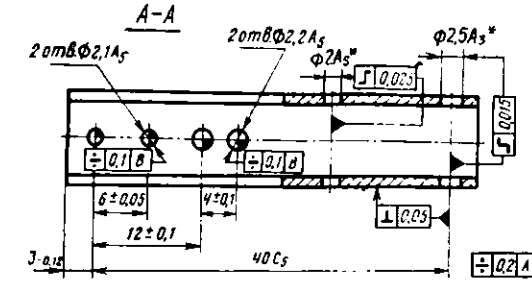


Поз 37

увеличено

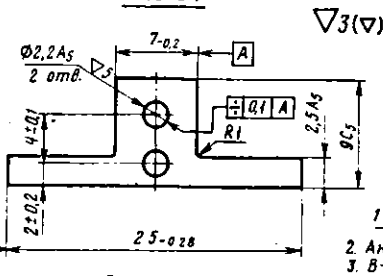


А–А

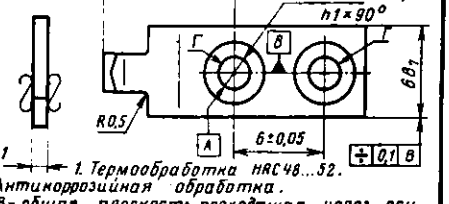


Антикоррозийная обработка по специнструкции.

Поз 34



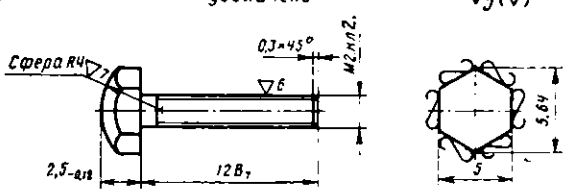
Покрытие Ц.3.хр.



1. Термообработка HRC 48...52.
2. Антикоррозийная обработка.
3. В – общая плоскость, проходящая через оси двух отверстий.

Поз 36

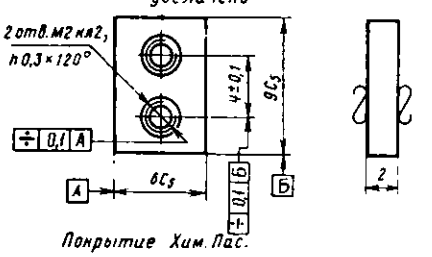
увеличено



1. Твердость HRC...32. 2. Покрытие Ц.9.хр.

Поз 33

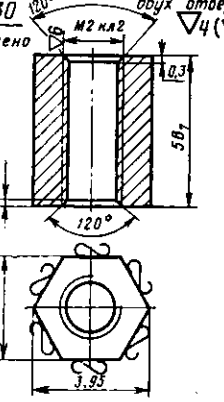
увеличено



Покрытие Хим.Пас.

Поз 30

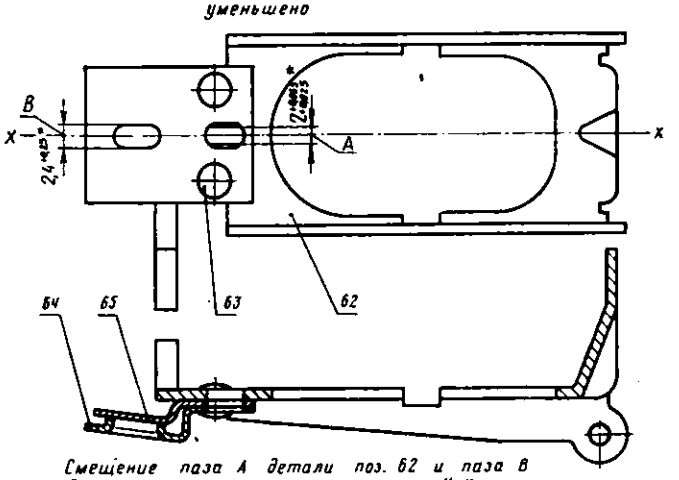
увеличено



Покрытие Хим.Пас.

Поз 13

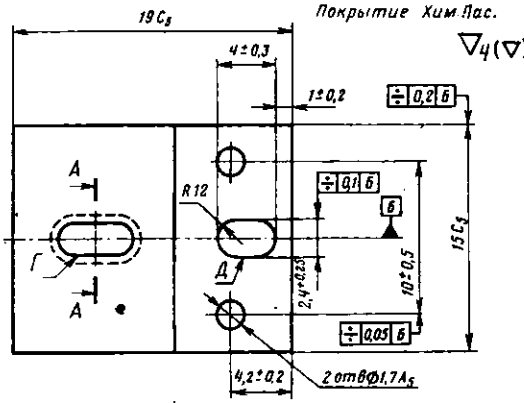
уменьшено

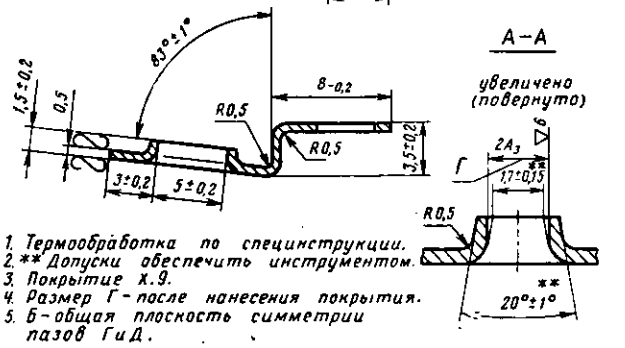


Смещение паза А детали поз. 62 и паза в детали поз. 64 относительно оси Х–Х не более 0,05 мм.

Поз 64

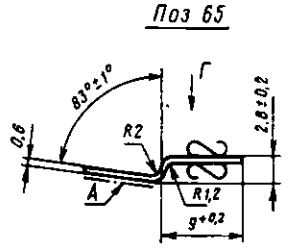
увеличено



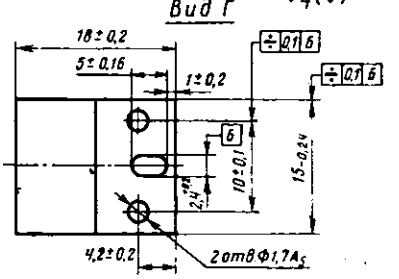


1. Термообработка по специнструкции.
2. ** Допуски обеспечить инструментом.
3. Покрытие х.9.
4. Размер Г – после нанесения покрытия.
5. Б – общая плоскость симметрии пазов Г и Д.

Поз 65



Вид Г



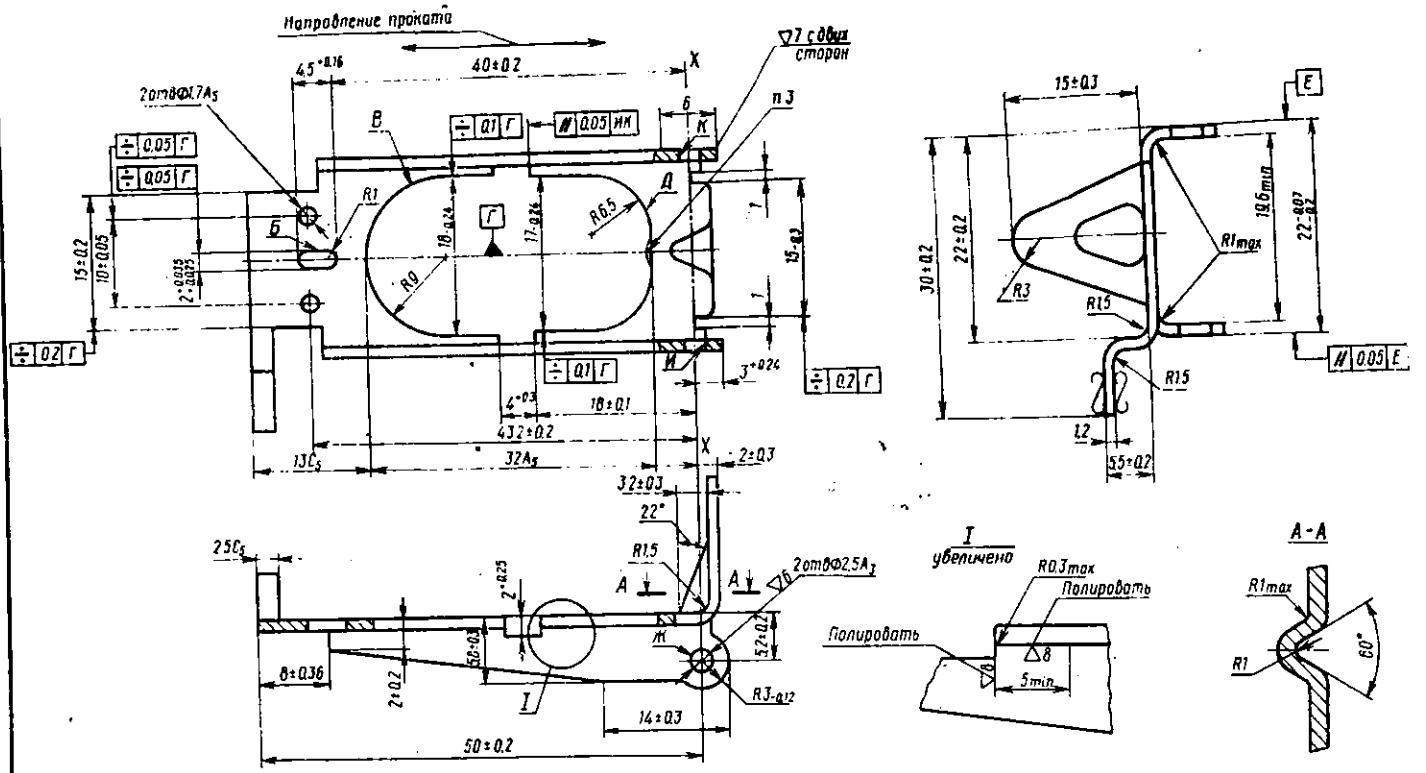
1. Твердость HRC 52...56.
2. Поверхность А цементировать с одной стороны на глубину 0,15...0,3 мм.
3. Покрытие Ц.3.хр.

Рис. 15.1

Лист 3

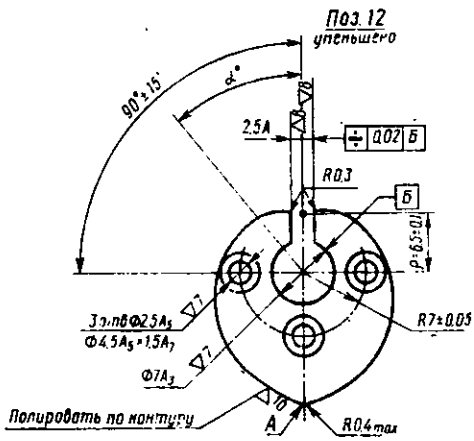
26 – втулка (бронза БрАЛц9-2); 27 – пружина (сталь У8А); 28 – ось рычага 1 (сталь ЭИ474); 29 – ось 1 (сталь ЭИ474); 30 – втулка (латунь ЛС59-1Т); 31 – рычаг (сталь 1Х18Н9Т); 32 – шайба; 33 – планка (латунь Л62-Н); 34 – переключатель (сталь 10); 35 – гайка М2; 36 – болт специальный (сталь 45); 37 – упор (сталь 3Х13); 38 – крышка с пальцем (сб.); 39 – гайка специальная (сталь ЭИ474); 40 – винт М2×6;

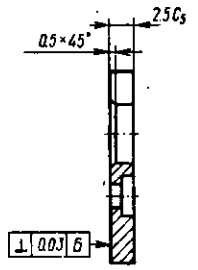
Поз. 62



1 Антикоррозийная обработка по специнструкции
2 При выдавливании ребра жесткости допускается выпучивание 3а 1 мм
3 Сверление двух отв ФЖ на базе паза Б.
4 Неперпендикулярность паза Б к оси Х-Х не более 0,02 мм
5 Г - общая плоскость симметрии пазов Б, В и Д.
6 Ось Х-Х - общая ось отверстий И, К

Поз. 12
уменьшено

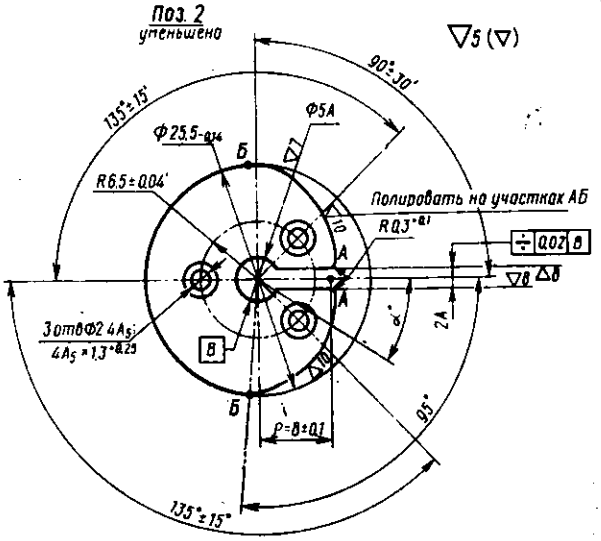


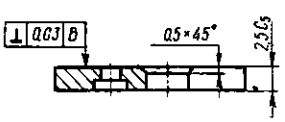


α°	P мм ±0,1	α°	P мм ±0,1	α°	P мм ±0,1
0	6,500	65	8,655	130	11,580
5	6,645	70	8,865	135	11,350
10	6,785	75	9,074	140	12,090
15	6,949	80	9,251	145	12,320
20	7,090	85	9,485	150	12,670
25	7,249	90	9,703	155	12,930
30	7,430	95	9,890	160	13,210
35	7,610	100	10,150	165	13,550
40	7,735	105	10,370	170	13,950
45	7,939	110	10,580	175	14,290
50	8,102	115	10,780	180	14,500
55	8,290	120	11,090		
60	8,487	125	11,310		

1 Твердость HRC 52 56
2 Антикоррозийная обработка по специнструкции
3 Острые кромки по контуру кулачка притупить 0,1 0,2 мм
4 Смещение скругления А от оси не более ±1°
5 Контур кулачка - логарифмическая спираль Подъем спирали на 180° - 8 мм
6 На спирали не допускаются вмятины, царапины, риски
7 Допустимое отклонение от теоретического профиля спирали 0,15 мм

Поз. 2
уменьшено





α°	P мм ±0,1	α°	P мм ±0,1
0	8,00	50	10,50
5	8,25	55	10,75
10	8,50	60	11,00
15	8,75	65	11,25
20	9,00	70	11,50
25	9,25	75	11,75
30	9,50	80	12,00
35	9,75	85	12,25
40	10,00	90	12,50
45	10,25	95	12,75

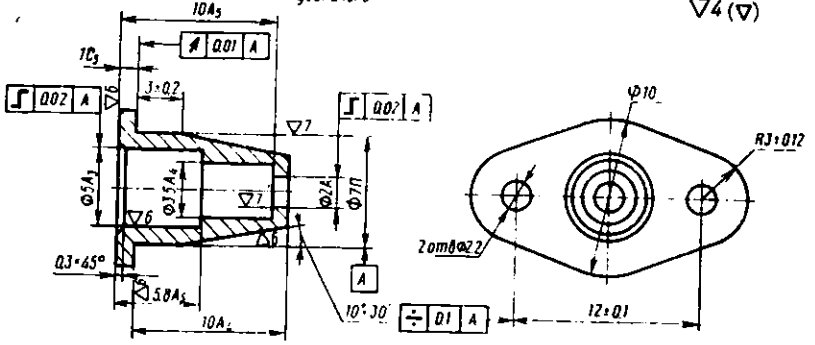
1 Твердость HRC 52 56
2 Антикоррозийная обработка по специнструкции
3 Острые кромки притупить 0,1 0,2 мм
4 На участках 95°АБ - спираль Архимеда. Подъем спирали на 180° - 18 мм.
5 На спиралях не допускаются вмятины, царапины, риски. Отклонения от теоретического профиля не более 0,1 мм.

Рис. 15.1

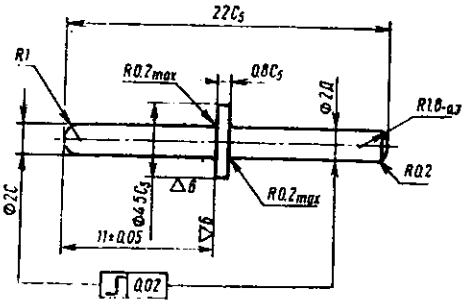
Лист 4

41 - резистор ОМЛТ-0-0,25-220±20%; 42 - конденсатор К-53-4-20-1±30%; 43 - трубка хлорвиниловая; 44 - лакоткань ЛШСС 0,1×8×40; 45 - контактная группа II (сб.); 46 - винт М2×9; 47 - шплинт; 48 - прокладка (гетинакс электротехнический В); 49 - шайба; 50 - винт М2×14; 51 - контактная группа I (сб.); 52 - винт М2×4;

Поз 6
увеличено

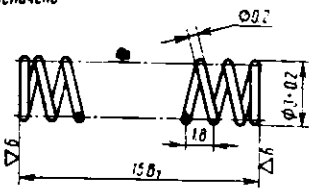


Поз 11
увеличено



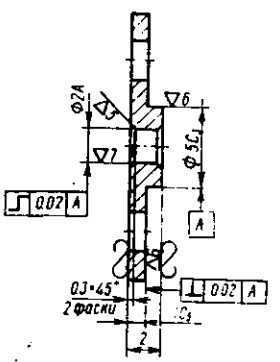
1 Твердость HRC 48 52.
2 Полировать

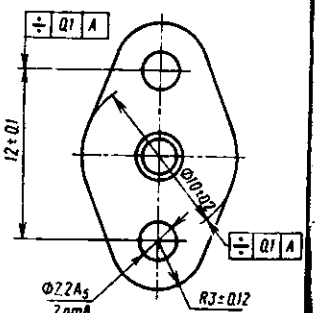
Поз 7
увеличено



1 Термообработка по специнструкции
2 Число витков - 10
3 Число рабочих витков - 8
4 Навивка - правая.
5 Длина заготовки - 128 мм
6. Покрытие Кд 3. хр.

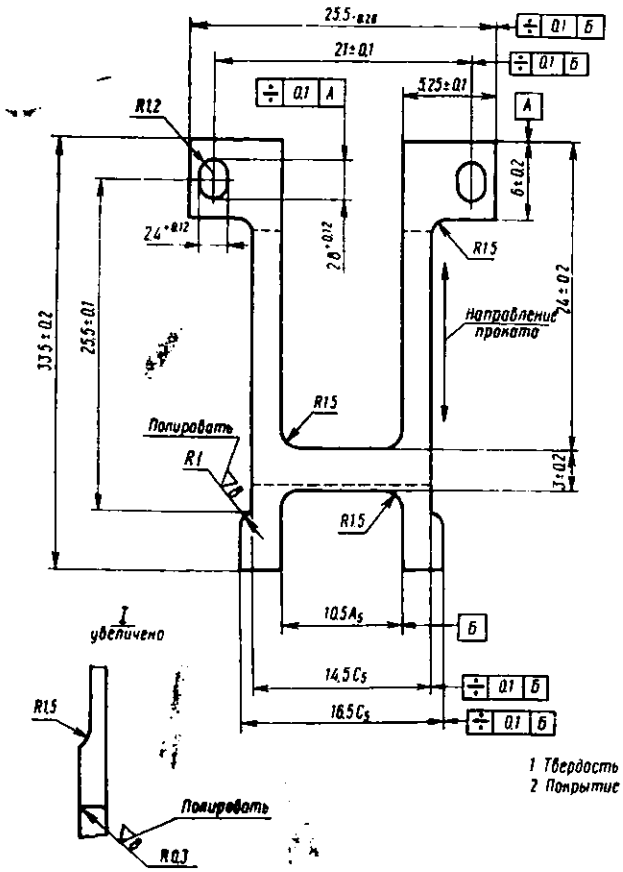
Поз. 9
увеличено

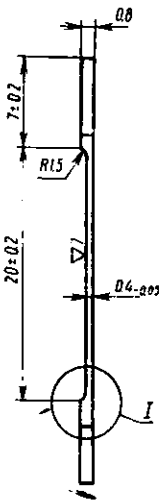




Покрытие Хим Пас.

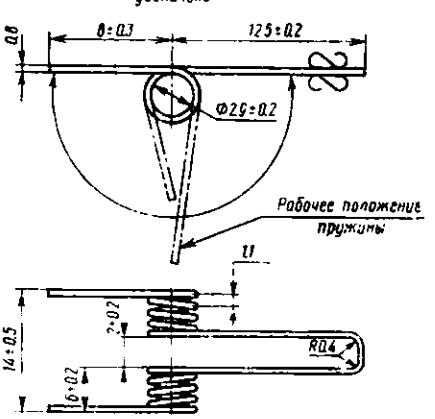
Поз. 27





1 Твердость HRC 42 45
2 Покрытие Х 25

Поз 59
увеличено



1 Длина заготовки - 160 мм
2 Число витков - 12

3 Термообработка по специнструкции
4 Покрытие Кд 3 хр

Рис. 15.1

Лист 5

53 - скоба (сталь 20 кп); 54 - втулка хлорвиниловая; 55 - шайба; 56 - шайба пружинная; 57 - винт М2 - 5; 58 - прокладка; 59 - пружина (проволока стальная П); 60 - винт М2 - 4; 61 - винт М2 - 10; 62 - рычаг (сталь 1х18Н9Т); 63 - заклепка; 64 - ползун (бронза Бр.62-Т); 65 - пластина (сталь 10)

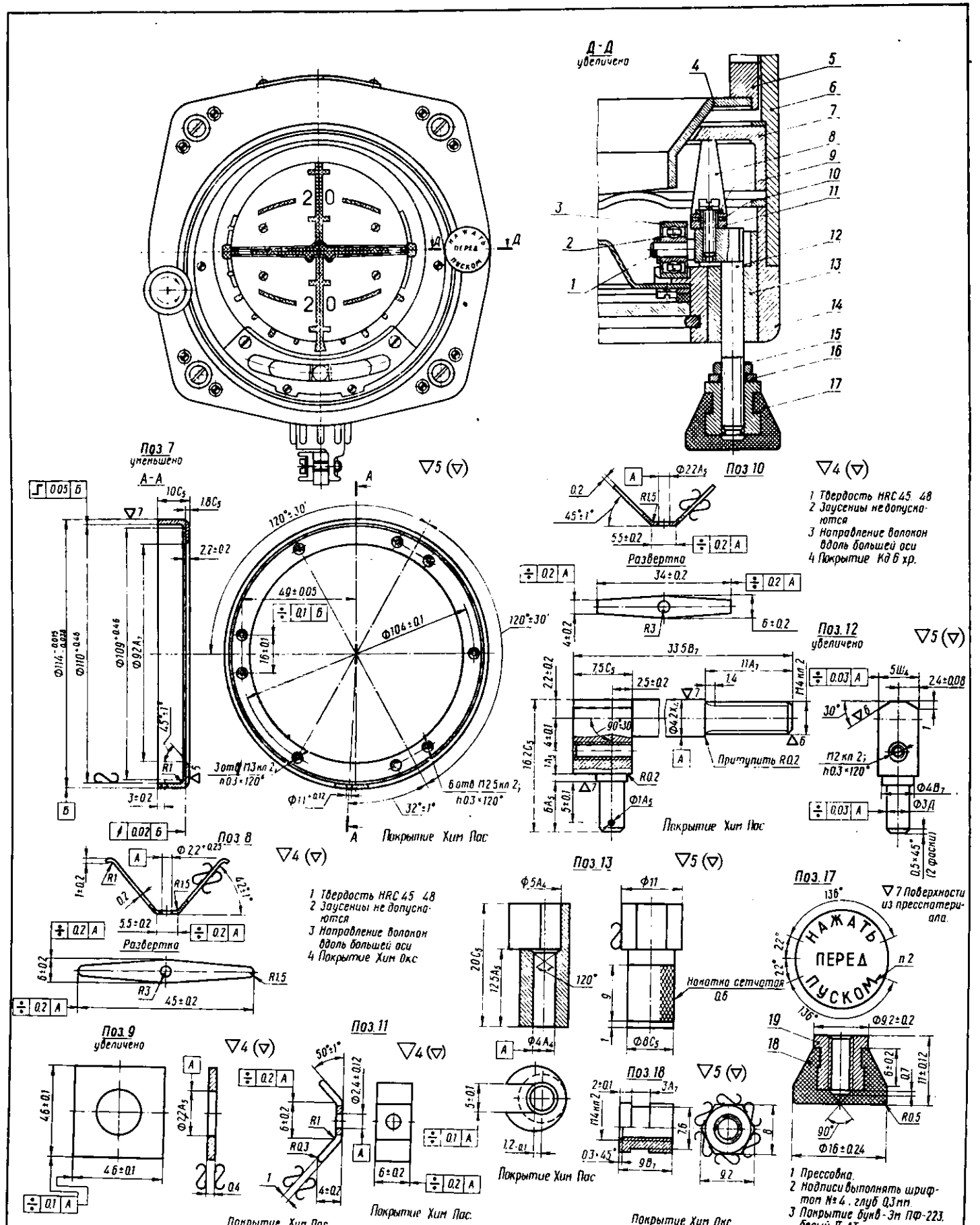
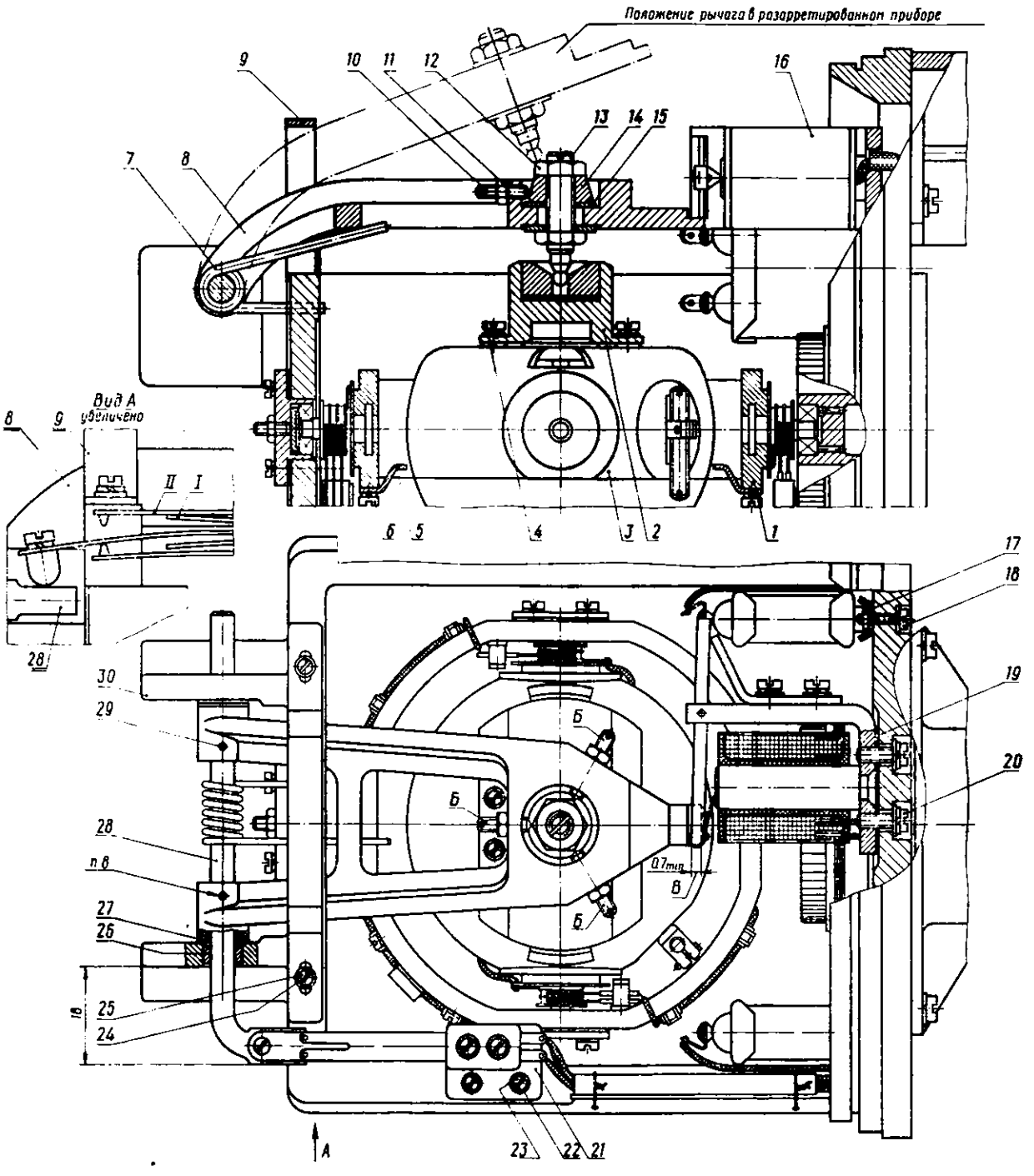
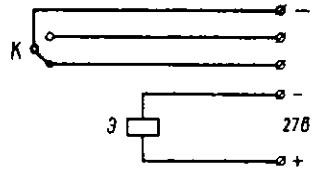


Рис. 15.2

Пусковое устройство авиагоризонта:
1 - штлинт (латунь Л62); 2 - шайба (сталь 10); 3 - шарикоподшипник В23; 4 - кольцо опорное (сталь 3Х13); 5 - рама следящая (алюминиевый сплав АЛ3), 6 - корпус (алюминиевый сплав АЛ3); 7 - кольцо (сталь 3Х13); 8 - пружина (сталь 65); 9 - прокладка (латунь ЛС59-1Т); 10 - рессора (сталь 65Г); 11 - подрессорник (латунь ЛС59-1), 12 - ось (сталь 4Х13), 13 - втулка (латунь ЛС59-1); 14 - фланец (алюминиевый сплав АЛ3); 15 - гайка М4; 16 прокладка регулировочная (латунь Л62-Т), 17 - кнопка (сб); 18 - пресс-материал К-21-22; 19 - втулка (латунь ЛС59-1)



Электрическая схема арретира (в положении „Заарретировано")



К- контактная сигнальная группа.
Э- катушка электромагнита разарретирования.

1. Провода паять припоем ПОС 61 с канифолью
2. Размер В выдерживать прокладками поз 19
3. Осевой люфт арретира поз 13 должен быть в пределах 0,02 0,09 мм. Регулировку люфта производить шайбами поз 27
4. Зазор между верхним ограничителем I и пластиной II в разарретированном состоянии должен быть не менее 0,3 мм
5. Допускается прогиб амортизатора поз 9 при установке его на корпус
6. Трущиеся детали механизма смазать тонким слоем масла ОКБ-122-16
7. Винты Б после окончательной установки оси арретира поз 13 контрить по инструкции
8. Сверлить 2 отв Ф 1,5 по детали поз 6 развернуть под конические штифты (конусность 1:50), установить штифты, кернить в одной-двух точках.

Рис. 15.3
на 4 листах.
Лист 1

Электромеханический транспортировочный арретир:
1 - рама с коллектором (сб.); 2 - фланец со втулкой (сб.); 3 - гироузел (сб.), 4 - винт М3×5; 5 - упор (сталь 20); 6 - винт М3×6; 7 - пружина (проволока стальная П); 8 - кронштейн арретира (алюминиевый сплав АЛ2), 9 - амортизатор (сталь 10-П-НП-ПМ-НО); 10 - винт М2,6×10 - 3 шт., 11 - гайка М2,6; 12 - гайка специальная (сталь 20); 13 - ось арретира (сталь 4Х13); 14 - конус (сталь 20); 15 - шайба специальная (сталь 10-П-НП-ПМ-НО) - 2 шт;

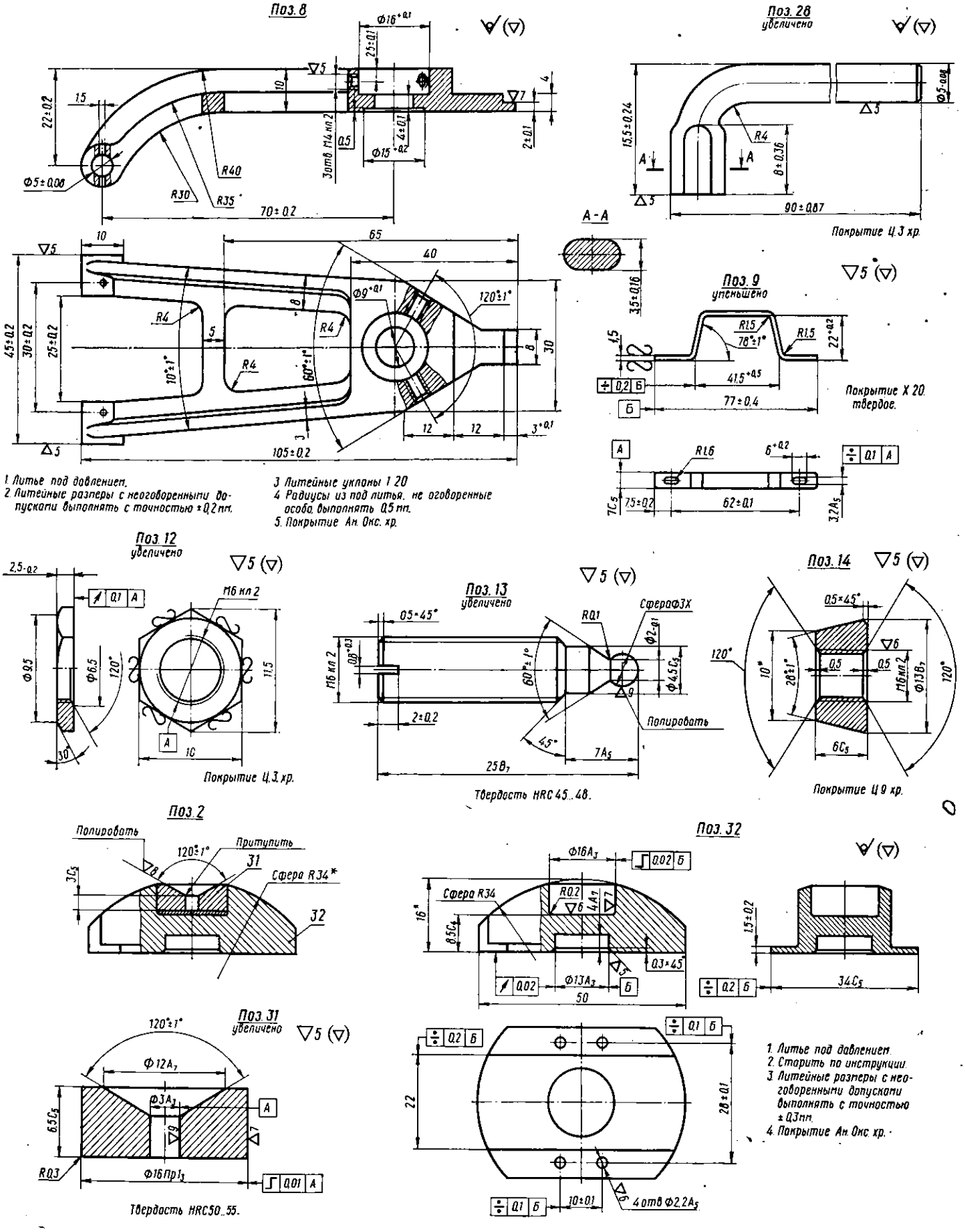
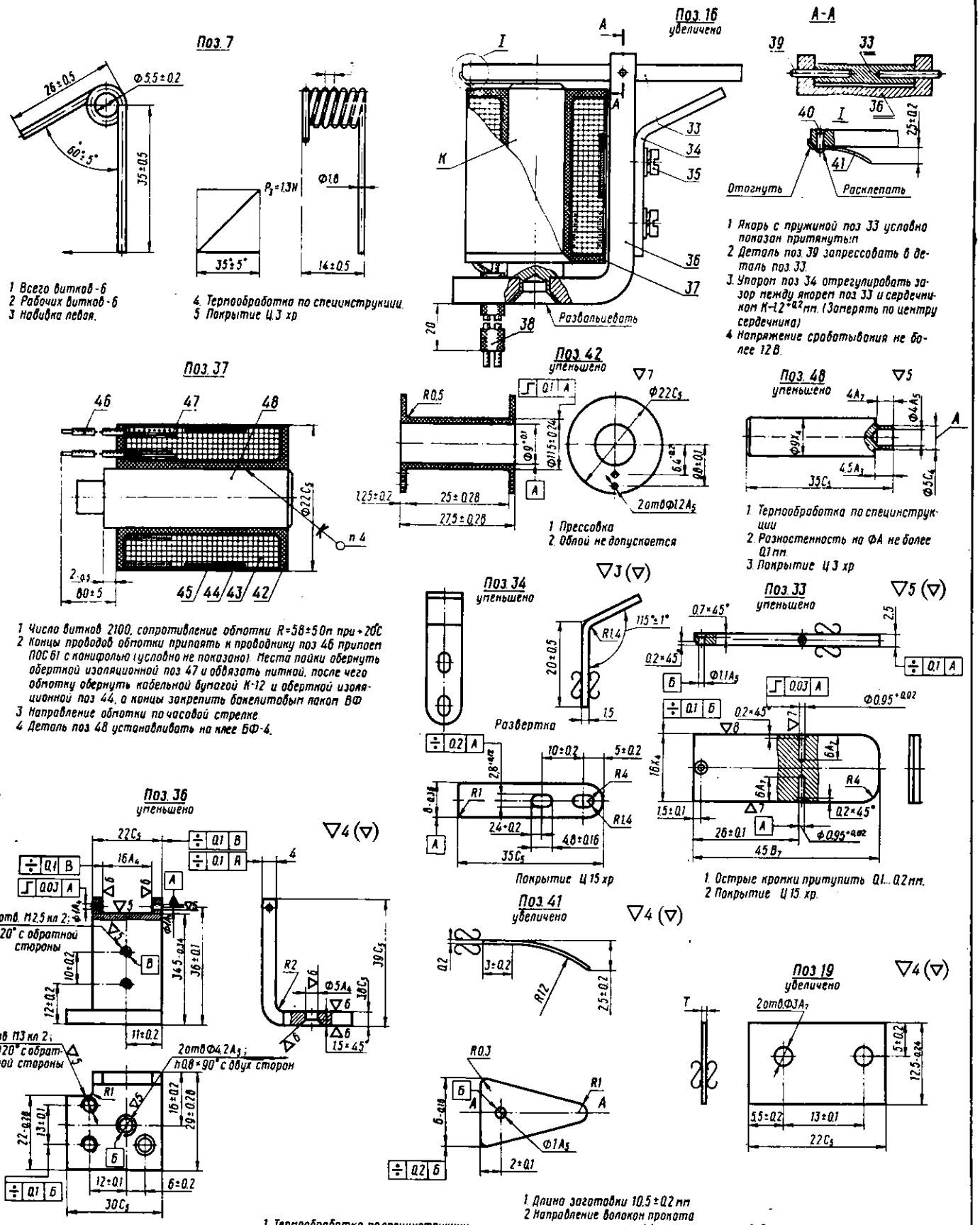


Рис. 15.3

Лист 2

16-электромагнит (сб.); 17-гайка-2 шт.; 18-винт М2,6×7-2 шт.; 19-прокладка (латунь Л62-Т, Т=0,3; 0,18); 20-винт М2,6×10; 21-контактная группа (сб.); 22-шайба-2 шт.; 23-винт М2×10; 24-шайба; 25-винт М3×8-2 шт.; 26-втулка (латунь ЛС59-1Т)-2 шт.; 27-шайба регулировочная (латунь Л62-Т, Т=0,05; 0,1; 0,5); 28-ручка арретира (сталь А12); 29-штифт; 30-корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 31-втулка (сталь 4Х13);



1 Всего витков - 6
2 Рабочих витков - 6
3 Навивка левая.
4. Термообработка по специнструкции.
5 Покрытие Ц 3 хр

1 Якорь с пружиной поз 33 условно показан притянутым
2. Деталь поз 39 запрессовать в деталь поз 33.
3. Упорот поз 34 отрегулировать зазор между якорем поз 33 и сердечником К-1,2 +0,2 мм. (Заперять по центру сердечника)
4 Напряжение сраатывания не более 12В.

1 Число витков 2100, сопротивление обмотки R=58±5 Ом при +20С
2 Концы проводов обмотки припаять к проводнику поз 46 припоем ПОС 61 с канифолью (условно не показано). Места пайки обернуть обертной изоляционной поз 47 и обвязать ниткой, после чего обмотку обернуть кабельной бумагой К-12 и обертной изоляционной поз 44, а концы закрепить бакелитовым лаком БФ
3 Направление обмотки по часовой стрелке.
4 Деталь поз 48 устанавливать на клее БФ-4.

1 Прессовка
2. Облой не допускается

1 Термообработка по специнструкции
2. Разностенность на ФА не более 0,1 мм.
3 Покрытие Ц 3 хр

1 Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2 Покрытие Ц 15 хр.

1 Термообработка по специнструкции
2. Покрытие Ц 15 хр

1 Длина заготовки 10,5 ± 0,2 мм
2 Направление волокон проката параллельно линии АА.
3 Покрытие Хим Пас.

1. Заусенцы не допускаются.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 15.3

Лист 3

32 - фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 33 - якорь (сталь 10-П-НП-ПМ-НО); 34 - упор (сталь 10-П-НП-ПМ-НО); 35 - винт М2,6*7-2 шт.; 36 - кронштейн электромагнита (сталь 3А); 37 - катушка электромагнита (сб.); 38 - трубка хлорвиниловая; 39 - штифт цилиндрический - 2 шт.; 40 - заклепка; 41 - пружина якоря (бронза Бр.КМц3-1Т); 42 - каркас (фенопласт К-21-22 коричневый); 43 - провод ПЭЛ; 44 - обертка изоляционная (лакоткань электроизоляционная ЛШ-1); 45 - этикетка (бумага писчая); 46 - провод МШВ Ф 0,3; 47 - обертка изоляционная 1 (лакоткань электроизоляционная ЛШ-1);

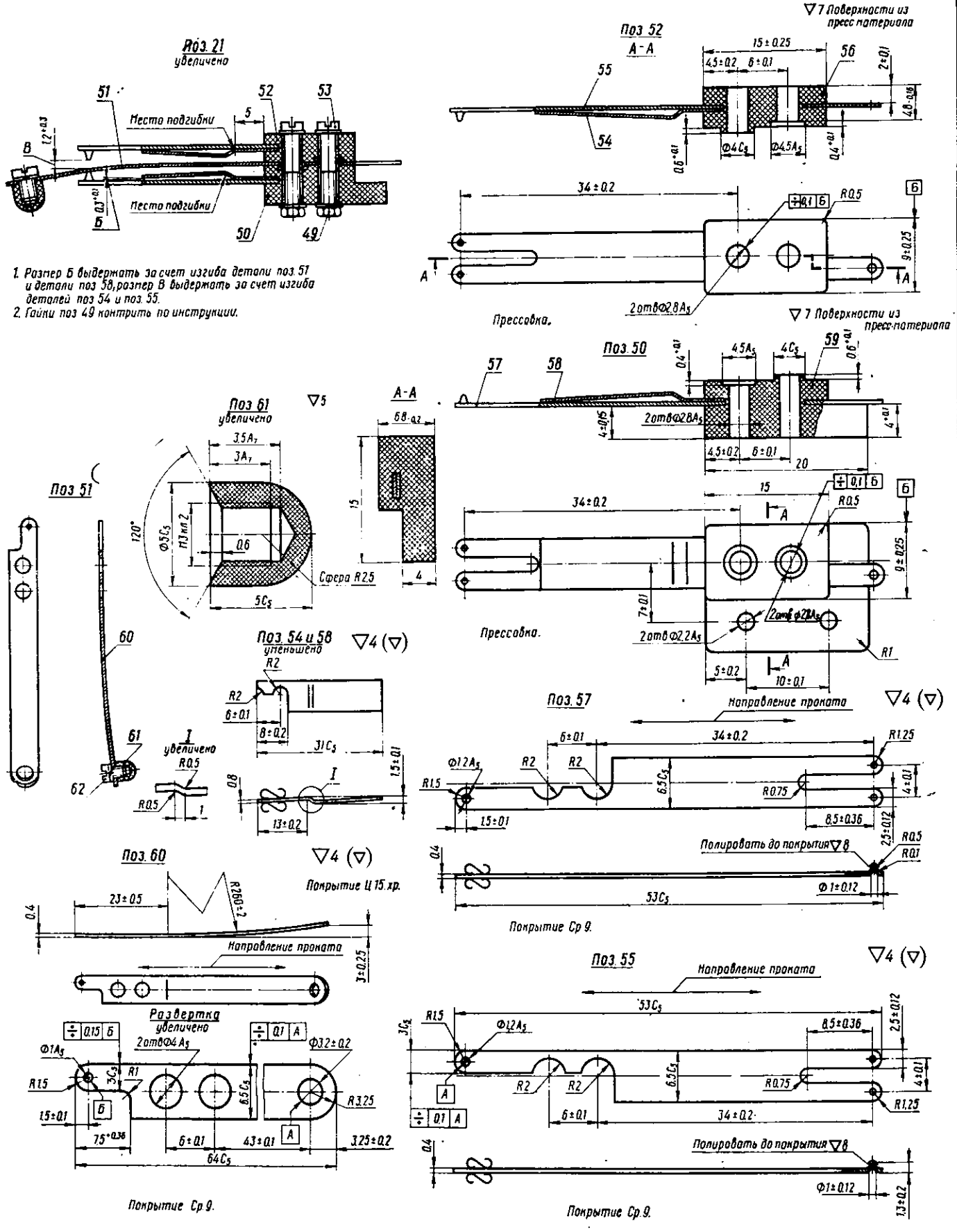


Рис. 15.3	48 - сердечник (сталь 10 низкоуглеродистая); 49 - гайка М2,6 - 2 шт.; 50 - колодочка I (сб); 51 - контакт средний (сб); 52 - колодочка II (сб.); 53 - винт М2,6*18 - 2 шт.; 54 и 58 - ограничители (сталь 10-П-НП-ПМ-Н0); 55 - пластина II (бронза Бр КМц3-1Т); 56 - основание II (фенопласт К-21-22 коричневый); 57 - пластина I (бронза Бр КМц3-1Т); 59 - основание I (фенопласт К-21-22 коричневый); 60 - пластина контактная (бронза Бр КМц3-1); 61 - упор II (эбонит электромеханический); 62 - винт М3*4.
Лист 4	

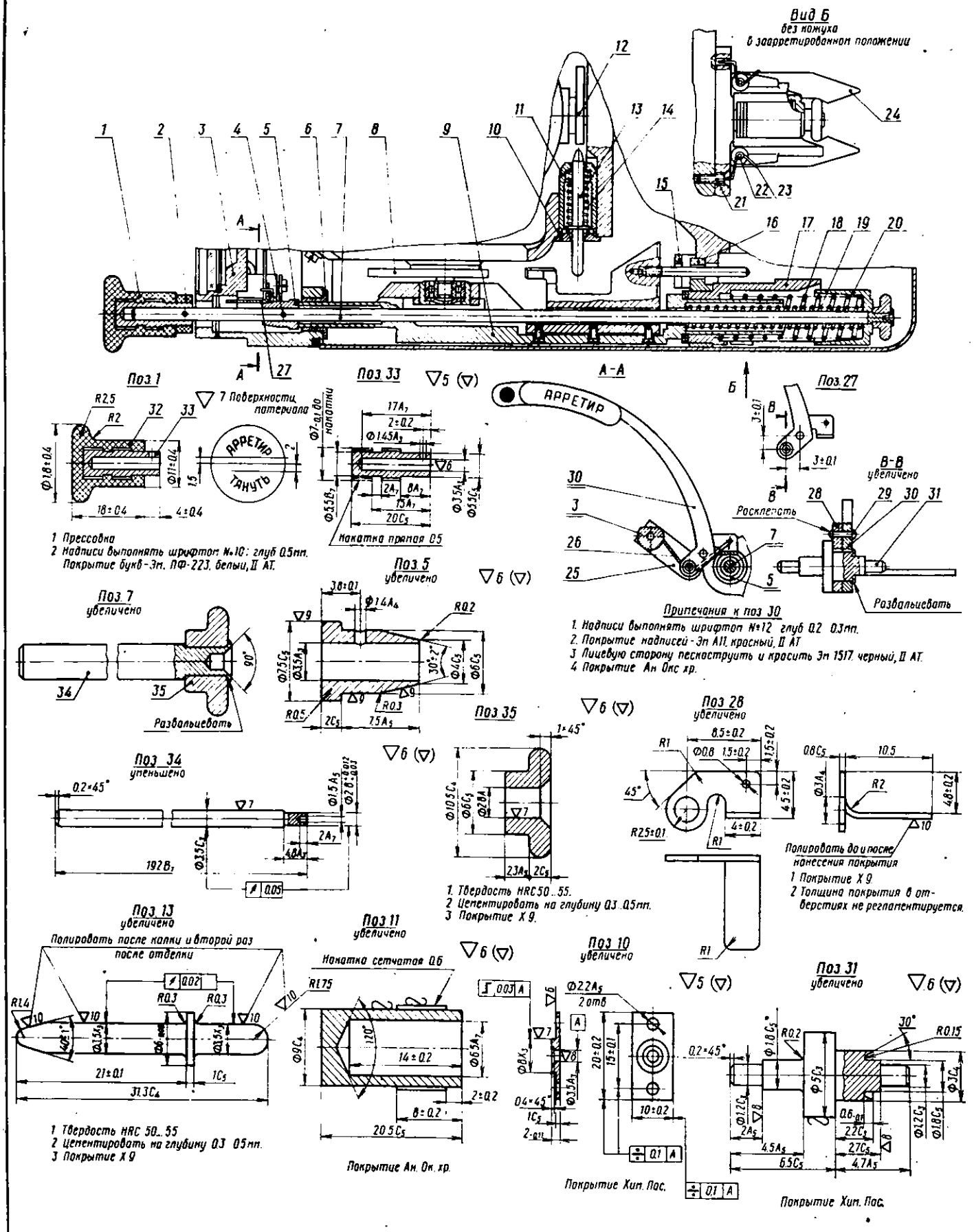
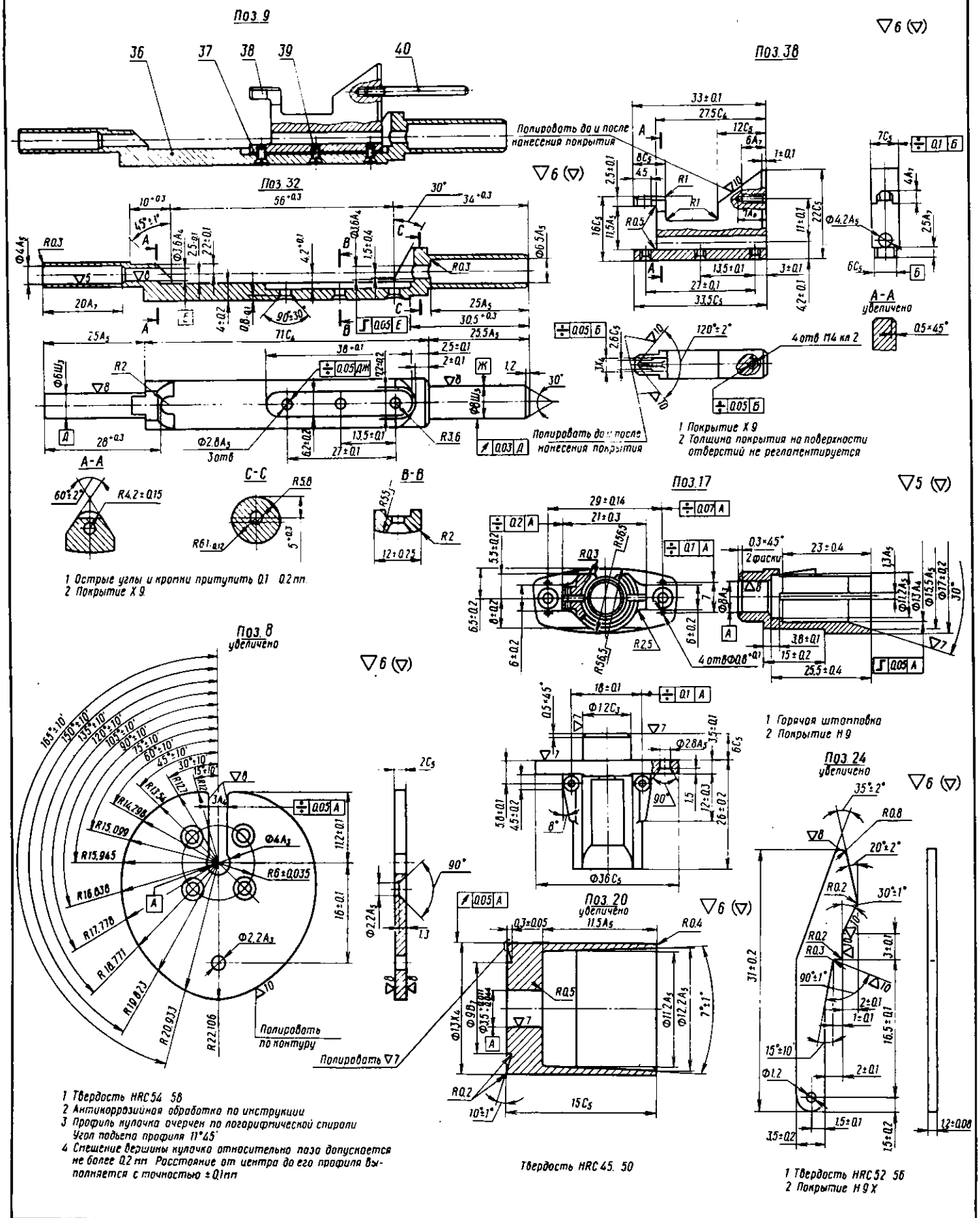


Рис. 15.4
на 2 листах
Лист 1

Механический арретир авигоризонта.

1 ручка (сб.); 2 - втулка (резина 2871); 3 - крышка корпуса (алюминиевый сплав АЛ2); 4 - штифт конический 2 шт.; 5 - втулка (сталь 4Х13), 6 - втулка (латунь Л62); 7 - тяга со втулкой (сб.); 8 - кулачок большой (сплав 4Х13), 9 - направляющая тяга (сб.); 10 - крышка (бронза БрКМц3-1); 11 - втулка (алюминиевый сплав Д1-Т); 12 - кулачок (сталь 4Х13); 13 - толкатель (сталь 10); 14 пружина (проволока стальная П); 15 - глобан (бронза БрКМц3-1); 16 - втулка (латунь ЛС59-1); 17 - втулка (Х18Н9Т); 18 - пружина (проволока стальная П); 19 - пружина (проволока стальная П); 20 - стакан (сталь 4Х13); 21 - винт М2,6-7-2 шт;



1 Острые углы и кромки притупить 0.1...0.2 пп
2 Покрытие Х.9

1 Покрытие Х.9
2 Толщина покрытия на поверхности отверстий не регламентируется

1 Твердость HRC 54...58
2 Антикоррозийная обработка по инструкции
3 Профиль кулачка очерчен по логарифмической спирали. Угол подъема профиля 11°45'
4 Смещение вершины кулачка относительно паза допускается не более 0.2 пп. Расстояние от центра до его профиля выполняется с точностью ±0.1 пп

1 Горячая штамповка
2 Покрытие Н.9

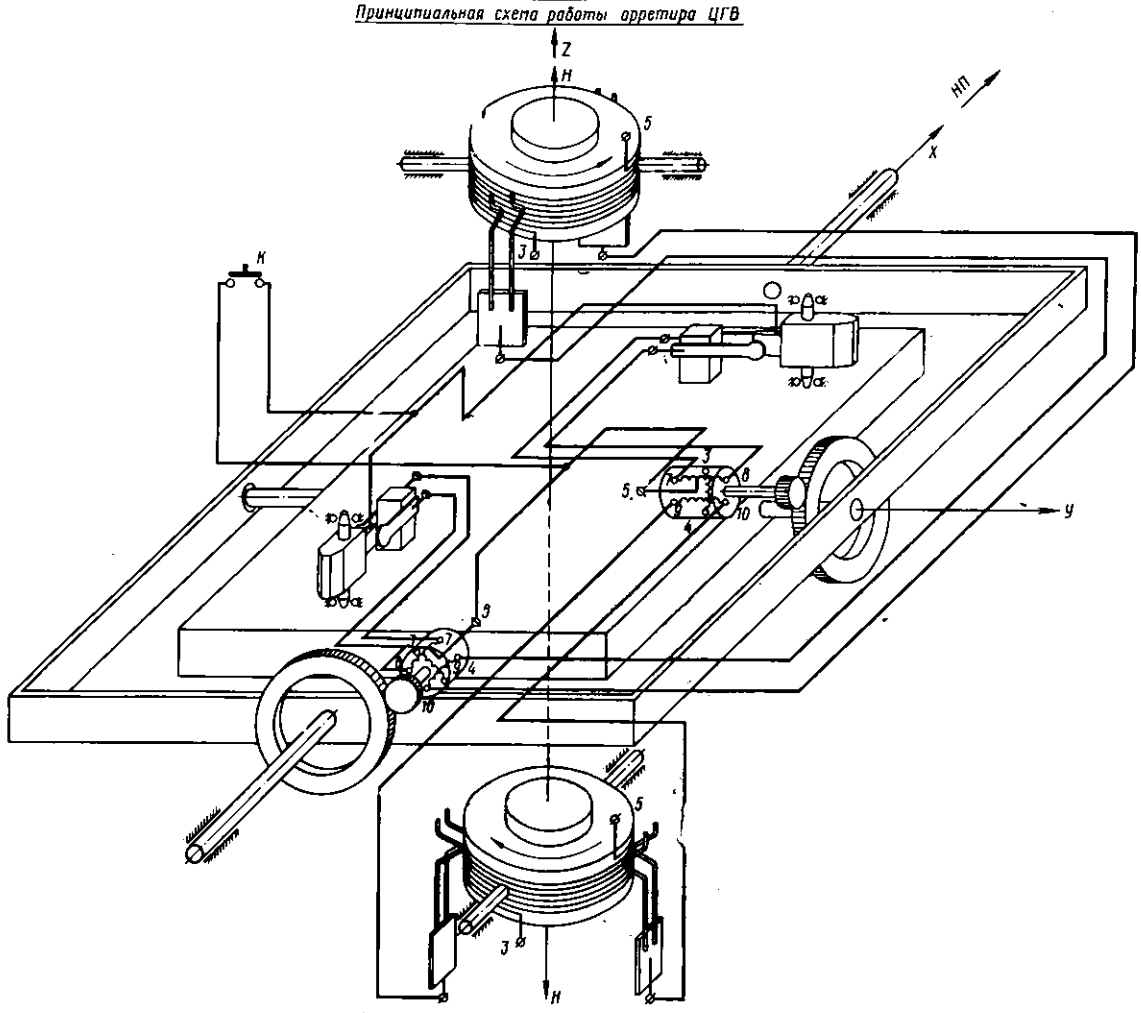
1 Твердость HRC 52...56
2 Покрытие Н.9.Х

Рис. 15.4

Лист 2

22 - ось (сталь ЭИ474); 23 - пружина (проволока стальная П); 24 - собачка (лента стальная У8А); 25 - рычаг (латунь ЛС62); 26 - пружина (проволока П); 27 - ось с деталями (сб.); 28 - кулачок (сталь 30); 29 - заклепка, 30 - бленкер (алюминиевый сплав Д1А-Т); 31 - ось (сталь 4Х13); 32 - ручка (пресс-порошок К-20-2); 33 - втулка (латунь ЛС59-1); 34 - тяга (сталь 4Х13); 35 - втулка (сталь 10); 36 - направляющая тяга (латунь ЛС59-1); 37 - прокладка (латунь Л62); 38 - кулачок (сталь 10); 39 - винт (сталь А12); 40 - шпилька (сталь 4Х13)

Принципиальная схема работы арретира ЦГВ



Ш

Адрес цепи	Цепи питания	Номер клетки
Фаза I	36В, 400Гц	3
Фаза II	36В, 400Гц	4
Фаза III	36В, 400Гц	5
	Цепи управления	
ВК-53РБ Фаза I	Поперечная коррекция	6
Кнопка-арретир	Арретир	7
Фаза I	Продольная коррекция	18

Электрическая схема гироскопической части ЦГВ

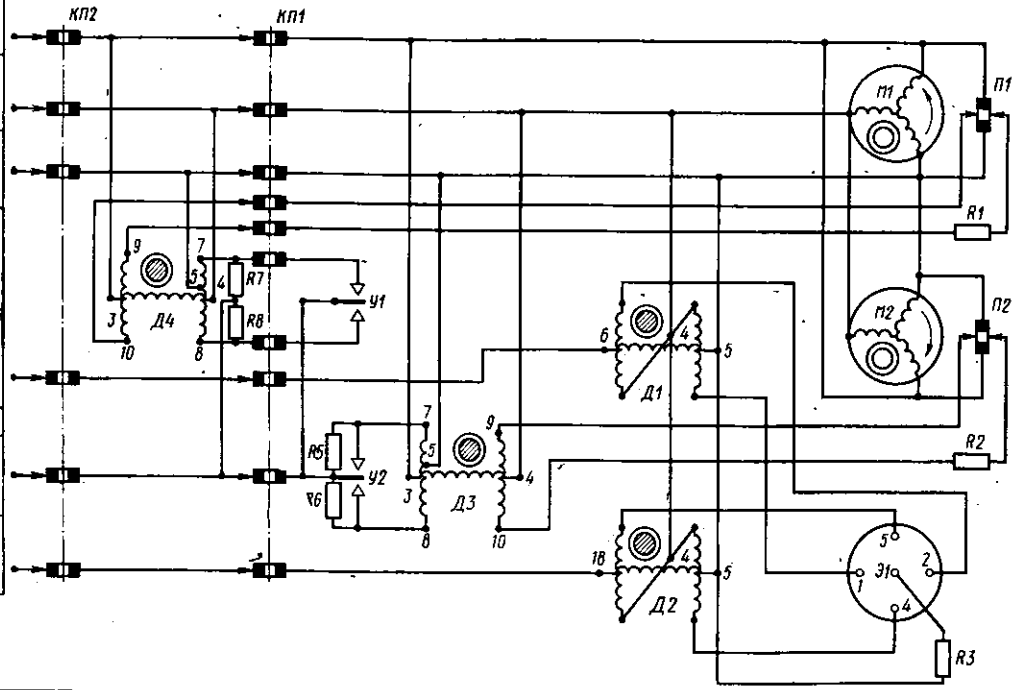


Рис. 15.5

Электрический арретир (система ускоренного восстановления к вертикали): М1, М2 – гиромоторы; Д1, Д2-корректионные двигатели; Д3, Д4 – разгрузочные двигатели; Э1- жидкостной переключатель; У1, У2 – маятники системы ускоренного восстановления; Ш- штепсельный разъем; П1, П2-управляющие потенциометры; КП1, КП2-коллекторные кольца

ГЛАВА 16

ОТСЧЕТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Отсчетными устройствами снабжаются показывающие гироскопические приборы, которые располагаются на приборной доске пилота или на рабочем столе штурмана. Они предназначены для наглядной индикации положения самолета в пространстве, для отсчета углов крена, тангажа и курса, а также для определения направления угловой скорости разворота и совместно с указателем скольжения для оценки правильности разворотов самолета.

Шкалы и экраны у большинства гироприборов окрашивают в черный матовый цвет, а деления, цифры и индексы наносят белой или цветными красками или покрывают светомассой постоянного действия для отсчета показаний в темноте. Отсчетные устройства снабжают минимально необходимым числом цифр, индексов, делений и подписей для того, чтобы не рассеивать внимание экипажа в полете. Подвижные индексы связаны с элементами гироприбора передаточными механизмами.

Рис. 16.1. Отсчетное устройство указателя поворота и скольжения. Конструктивная компоновка в одном приборе указателя скольжения и указателя поворота вызвана необходимостью совместного определения направления разворота самолета и скольжения для совершения правильного разворота. Отсчетное устройство указателя поворота состоит из шкалы *8*, закрепленной на корпусе прибора винтами *9*, и стрелки, закрепленной на оси с платинкой *15* винтами *3*. Поворот гироузла *1* передается стрелке через передаточно-множительный кривошипно-кулисный механизм, состоящий из вилки *14*, кулисы, закрепленной с помощью втулки *16* на оси с платинкой *15*, и стойки *21* с пальцем кривошипа, связанной через платинку *10* с гироузлом.

Ось *15* со стрелкой *4*, втулкой *16* и вилкой *14* свободно поворачивается во втулке *13*, закрепленной на глобане *18*. В прорезь вилки *14* вводится палец стойки *21* кривошипа. Передаточное отношение механизма примерно 2 : 1.

Шкала прибора и основание стрелки окрашены в черный цвет. Средняя часть стрелки покрыта белой нитроэмалью, а конец стрелки и неподвижный индекс на шкале *8* покрыты светящейся массой постоянного действия. Для более точного отсчета ширина подвижного и неподвижного индексов одинакова.

Указатель скольжения прибора (креноскоп *10*) представляет собой прозрачный стеклянный баллон с шариком черного цвета. Для обеспечения демпфирования шарика баллон заполнен толуолом — прозрачной бесцветной жидкостью, имеющей низкую температуру замерзания. Сторона баллона, обращенная внутрь прибора, покрыта светящейся массой. Баллон в средней части охвачен двумя пояскаами-индексами из эмалированной медной проволоки, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном диаметру шарика. Индексы входят в пазы прорези шкалы. Указатель скольжения закреплен скобами, винтами и гайками к шкале прибора. Лицевая сторона прибора закрыта стеклом *5*, резиновой прокладкой *7*, закрепленными в корпусе прибора разрезным пружинным кольцом *6*.

Рис. 16.2. Отсчетное устройство гирополукомпаса ГПК-48. Пилотажный прибор, предназначенный для отсчета углов разворота и кратковременного выдерживания заданного курса с периодическим введением поправок от других компасов.

Отсчетное устройство гирополукомпаса состоит из цилиндрической картушки *7*, закрепленной на внешней раме карданова узла винтами *8* с прокладками *9*, и экрана с индексом *3*, закрепленного вместе со стеклом *4*, и прокладкой *6* в окне корпуса прибора кольцевым зажимом.

Картушка и экран прибора окрашены в черный цвет. Большие деления картушки, цифры и индекс экрана покрыты светящейся массой постоянного действия, а малые деления шкалы — белой эмалевой краской. Отсчет показаний прибора производится по делениям картушки, стоящим против индекса экрана. Прибор снабжен шторкой *15*, кинематически связанной с арретирующим устройством прибора. Средняя часть лицевой стороны шторки окрашена красной нитроэмалью, а остальная ее часть — черной. В заарретированном положении прибора в окне экрана (отверстие ∅ 5 мм) появляется красный цвет, при разарретировании прибора шторка опускается и красный цвет исчезает, что свидетельствует о рабочем состоянии прибора.

Рис. 16.3. Отсчетное устройство гирополукомпаса ГПК-52.

Гирополукомпас навигационный ГПК-52 благодаря его повышенной точности, кроме задач, выполняемых гирополукомпасом ГПК-48, позволяет выдерживать направление полета по ортодромии.

Отсчетное устройство гирополукомпаса ГПК-52 состоит из круглой плоской шкалы *2*, закрепленной на вертикальной оси карданова подвеса, и кольца с индексом *1*, закрепленного на корпусе прибора. Шкала и кольцо окрашены в черный цвет. Большие деления шкалы, цифры, буквы и индекс покрыты светящейся массой постоянного действия, малые деления шкалы белого цвета оставлены без покрытия.

Показания прибора отсчитываются по взаимному расположению шкалы и индекса.

Установка шкалы прибора на заданный курс производится включением с пульта управления двигателя ДИД-0,5 с редуктором, который разворачивает шкалу относительно наружной рамы карданова подвеса. Скорость разворота шкалы изменяется в широких пределах в зависимости от угла поворота ручки на пульте управления. Переменная скорость разворота шкалы позволяет оператору быстро и точно совместить заданное деление шкалы с индексом прибора, либо при заданном курсе установить на нулевое деление для упрощения отсчета отклонений от заданного курса.

При выполнении разворота на новый заданный курс следует восстановить на шкале прибора существующий курс, а затем разворотом самолета обес-

печить на шкале прибора значение нового заданного курса.

Рис. 16.4. Отсчетное устройство авиагоризонта АГИ-1. Представляет собой комбинацию авиагоризонта и указателя скольжения и измеряет неограниченные углы крена, тангажа и скольжение.

Отсчетное устройство состоит из ползуна с индексом *21* самолета, шкалы кренов *1* с креноскопом, связанных с корпусом прибора, и сферической шкалы *3*, связанной с гироузлом *17*, которая неподвижна относительно земли.

Ползун с индексом *21* при помощи шестерен *23*, *20* и синусного кулачкового механизма связан с ручкой *19* и при повороте ручки может перемещаться вдоль пластины *22* для компенсации изменений угла атаки самолета, вызванных изменением центровки самолета, скорости и высоты полета.

Сферическая шкала *3* закреплена на фланцах *6*, установленных на полуосях гироузла. Верхняя половина шкалы окрашена в коричневый цвет земли, нижняя — в голубой цвет неба. Линия раздела двух цветных полусфер является линией приборного горизонта. На верхней коричневой части сделаны надписи «Спуск», на нижней голубой — «Подъем». На сферической шкале в вертикальной плоскости нанесена центральная окружность, выполняющая функцию подвижного отсчетного индекса кренов, а по горизонтальным делениям, нанесенным на этой окружности через 20°, производится отсчет углов тангажа. Функцию отсчетного индекса тангажа выполняет индекс-самолетик. Отсчет кренов в плоскости, перпендикулярной продольной оси самолета, и тангажа по вертикальной шкале исключает карданные ошибки. При любых эволюциях самолета сферическая шкала неподвижна относительно земли за счет свойств гироскопа, а индекс-самолетик и шкала кренов поворачиваются вместе с самолетом.

Скольжение оценивается по смещению шарика креноскопа относительно центральных индексов. Креноскоп *35* и его крепление выполнено так же, как в указателе поворота.

Рис. 16.5. Отсчетное устройство авиагоризонта АГБ. Представляет собой комбинацию авиагоризонта и указателя скольжения и измеряет ограниченные углы крена и тангажа без карданных ошибок, а также скольжение.

Отсчетное устройство авиагоризонта состоит из узла самолетика *6*, шкалы кренов *9*, связанных с корпусом прибора, шкалы тангажа *50* и индекса горизонта *48*, связанных с гироскопом. Шкала тангажа с отсчетным индексом крена закреплена на наружной раме гироскопа и при крене самолета остается неподвижной относительно земли, а узел самолетика *6* и шкала кренов *9* поворачиваются на угол крена вместе с самолетом, позволяя отсчитать угол крена.

Индекс горизонта *48* связан с гироузлом кривошипно-кулисной передачей. Ось *43* кулисы установлена на миниатюрных шарикоподшипниках *42*, смонтированных на наружной раме гироскопа *36*. Стойка *44*, являющаяся пальцем кривошипа, закреплена в гироузле *37* и введена в паз кулисы, реализованный в стальной планке *31*. При подъеме самолета гироузел со стойкой *44* остается неподвижным относительно земли, а ось *43* кулисы поднимается, в результате чего индекс горизонта *48* опускается относительно узла самолетика *6* и шкалы тангажа *50*, позволяя индицировать значение угла тангажа.

Для компенсации изменяющихся углов атаки самолета узел самолетика *6* связан с ручкой *13* спаренным при помощи центральной шестерни и двух шестерен *11* кулачковым синусным механизмом. При повороте ручки *13* с помощью шестерни *12* механизм заставляет узел самолетика *6* поступательно перемещаться по пазам направляющих *7*.

Сигнализационный бленкер *18* закреплен на пусковой ручке *10*. При повороте ручки против хода стрелки часов бленкер оказывается в видимой части шкалы прибора, при этом блокируется цепь выключателя поперечной коррекции для того, чтобы ускорить при запуске прибора восстановление гироскопа к вертикали. При обратном повороте ручки бленкер уходит из поля зрения и нормальная работа выключателя коррекции восстанавливается.

Все шкалы и элементы на лицевой части прибора окрашены в черный матовый цвет, а отсчетные индексы, цифры и деления покрыты светомассой постоянного действия. На бленкере помимо пятна, покрытого светомассой, сделано красное пятно, указывающее нерабочее состояние прибора. Креноскоп выполнен таким же, как в указателе поворота и авиагоризонта АГИ-1.

Рис. 16.6. Отсчетное устройство комбинированного авиагоризонта АГК-47Б. Представляет собой комбинацию авиагоризонта, указателя поворота и указателя скольжения и измеряет ограниченный крен, неограниченный тангаж с карданными ошибками, а также направление разворота и скольжение самолета.

Отсчетное устройство собственно авиагоризонта состоит из узла шкал *1* крена и тангажа, закрепленного на наружной раме трехстепенного гироскопа, индекса-самолетика *5*, связанного с гироузлом трехстепенного гироскопа зубчатой парой с передаточным отношением 1 : 1, ползуна с планкой горизонта *16*, связанной с корпусом прибора.

При горизонтальном полете индекс-самолетик *5* совпадает с планкой горизонта.

При подъеме самолета узел шкал *1* и индекс-самолетик *5* неподвижны относительно земли, а планка горизонта опускается относительно индекс-самолетика и шкалы тангажа, позволяя индицировать угол тангажа. При больших углах тангажа индекс-самолетик уходит из поля зрения и отсчет ведется только по шкале тангажа *19* и планке горизонта.

При крене планка горизонта вместе с корпусом поворачивается относительно земли на угол крена, а индекс-самолетик, связанный с неподвижным гироузлом зубчатой парой, поворачивается относительно земли на двойной угол крена или на угол крена относительно повернутой планки горизонта, индицируя правильное направление крена по шкале кренов *21*.

Ползун с планкой горизонта *16* связан зубчатой парой и синусным кулачковым механизмом с ручкой *7*. При повороте ручки ползун с планкой *16* поступательно перемещается вдоль пластины *14*, компенсируя изменения углов атаки самолета.

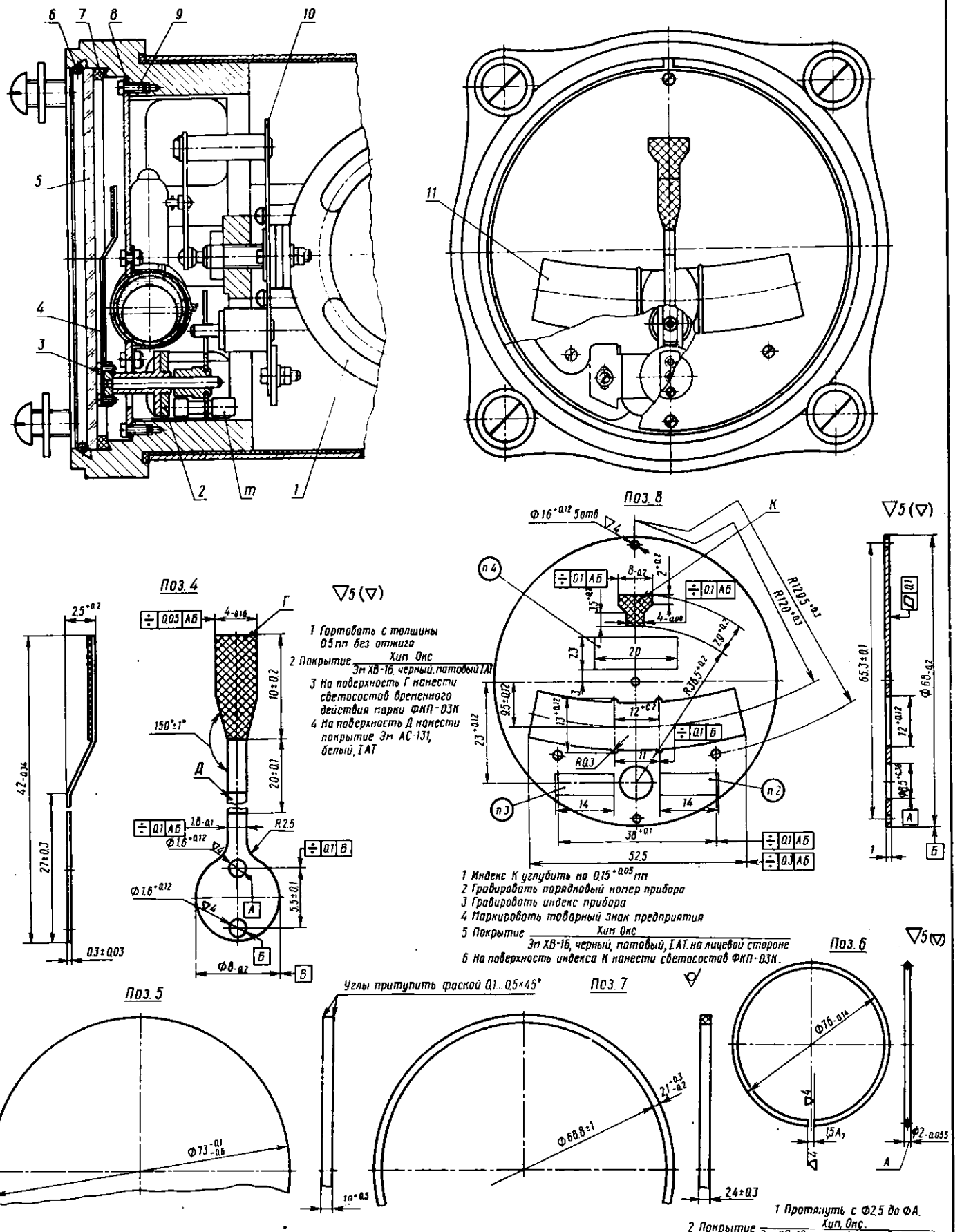
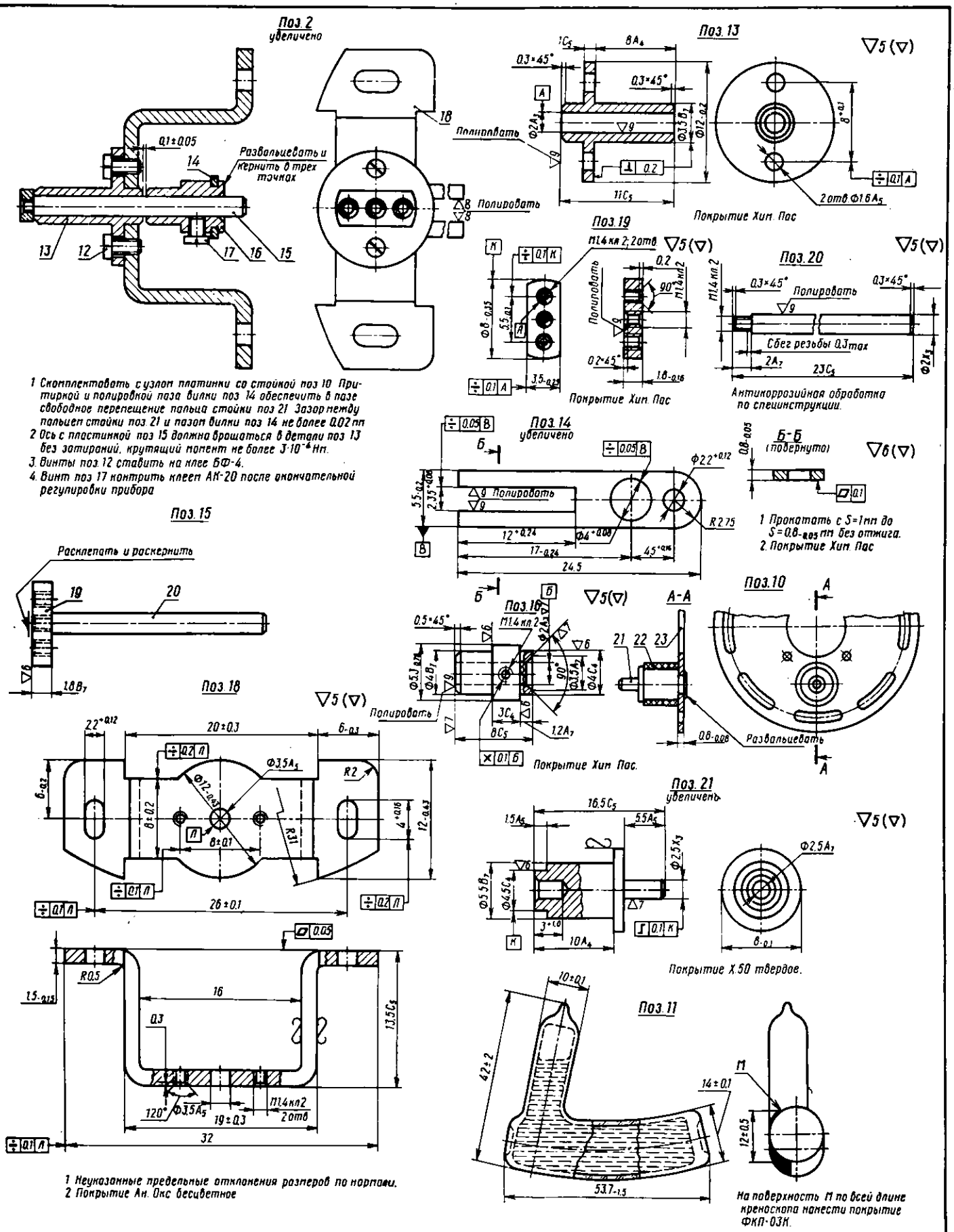


Рис. 16.1
на 2 листах
Лист 1

Отсчетное устройство указателя поворота и скольжения: 1-гироузел (сб.); 2-глобан (сб.); 3-винт М1,4×3-2шт.; 4-стрелка (алюминиевый сплав Д1А-М); 5-стекло; 6-кольцо пружинное (латунь Л62-М); 7-прокладка (резина); 8-шкала (алюминий АДМ); 9-винт М1,4×5-5шт.; 10-платина со стойкой (сб.); 11-креноскоп (сб.);

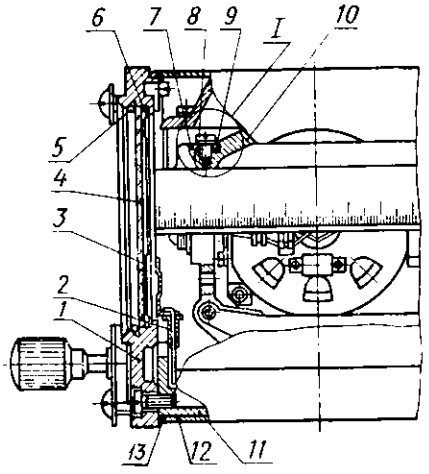


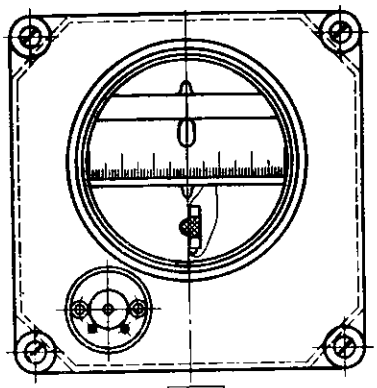
1. Скомплектовать с узлом платинки со стойкой поз. 10. Притиркой и полировкой паза вилки поз. 14 обеспечить в пазе свободное перепещение пальца стойки поз. 21. Зазор между пальцем стойки поз. 21 и пазом вилки поз. 14 не более 0,02 мм.
2. Ось с пластинкой поз. 15 должна вращаться в детали поз. 13 без затираний, крутящий момент не более $3 \cdot 10^{-4}$ Нм.
3. Винты поз. 12 ставить на клее БФ-4.
4. Винт поз. 17 контрить клеем АК-20 после окончательной регулировки прибора.

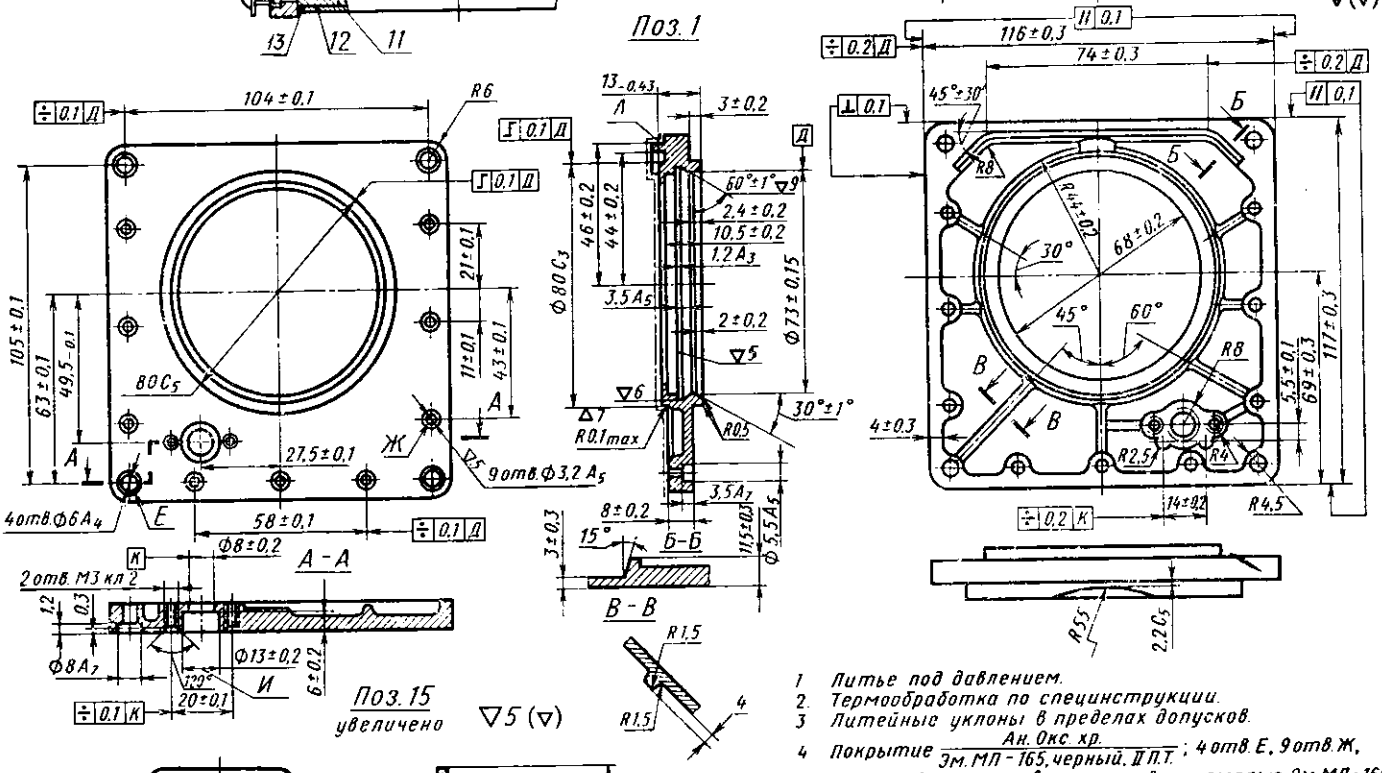
1. Прокатать с S=1 мм до $S = 0{,}8^{-0{,}05}$ мм без отжига.
2. Покрытие Хим. Пас.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по нормали.
2. Покрытие Ан. Окс. бесцветное.

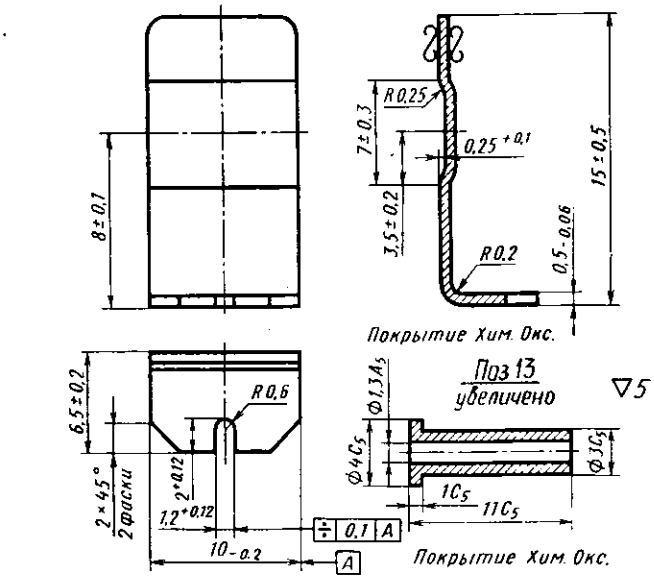
Рис. 16.1 Лист 2	12 – винт М1,4×3 – 2 шт.; 13 – втулка (бронза Бр.0Ф6,5-Т); 14 – вилка; 15 – ось с пластинкой (сб.); 16 – втулка (латунь ЛС59-1); 17 – винт М1,4×2; 18 – глобан (алюминий АДН); 19 – пластинка (латунь ЛС59-1Т); 20 – ось стрелки (сталь У8А); 21 – стойка с пальцем (сталь 50); 22 – амортизатор (резиновая смесь 23-9А); 23 – пластинка (алюминиевый сплав Д1А-Т).

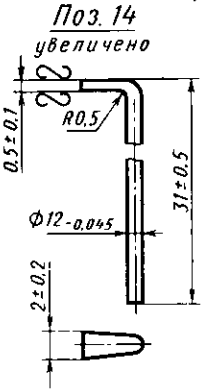


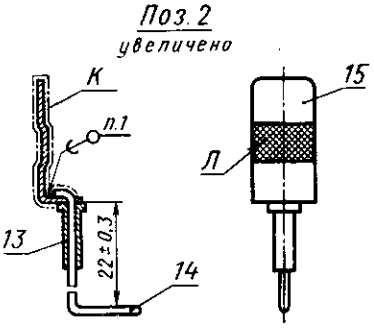




1. Литье под давлением.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Литейные уклоны в пределах допусков.
4. Покрытие $\frac{\text{Ан. Окс. хр.}}{\text{Эм. МЛ-165, черный, II П.Т.}}$; 4 отв. Е, 9 отв. Ж, Ф И, и поверхности Л, не покрывать эмалью Эм. МЛ-165 черный, II. П.Т.







1. Паять припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом.
2. На поверхность К нанести покрытие Эм. ХВ-16, черный, полуматовое, I. А.Т.
3. На поверхность Л нанести покрытие Эм. ПФ-223, красный.

Рис. 16.2 на 2 листах. Лист 1

Отсчетное устройство гирополукомпаса ГПК-48: 1-передняя стенка корпуса (алюминиевый сплав АЛ3); 2-стойка со шторкой (сб); 3-экран с индексом (сб); 4-стекло; 5-кольцевой зажим (латунь ЛС59-1); 6-прокладка (картон ЭВ); 7-картушка (алюминий АДМ); 8-винт М2×4-12 шт.; 9-прокладка (латунь ЛС59); 10-рама (алюминиевый сплав АЛ3); 11-корпус (алюминиевый сплав АЛ3); 12-прокладка (латунь Л62); 13-втулка (латунь ЛС59-1); 14-стойка (латунь Л62-1); 15-шторка (латунь Л62)

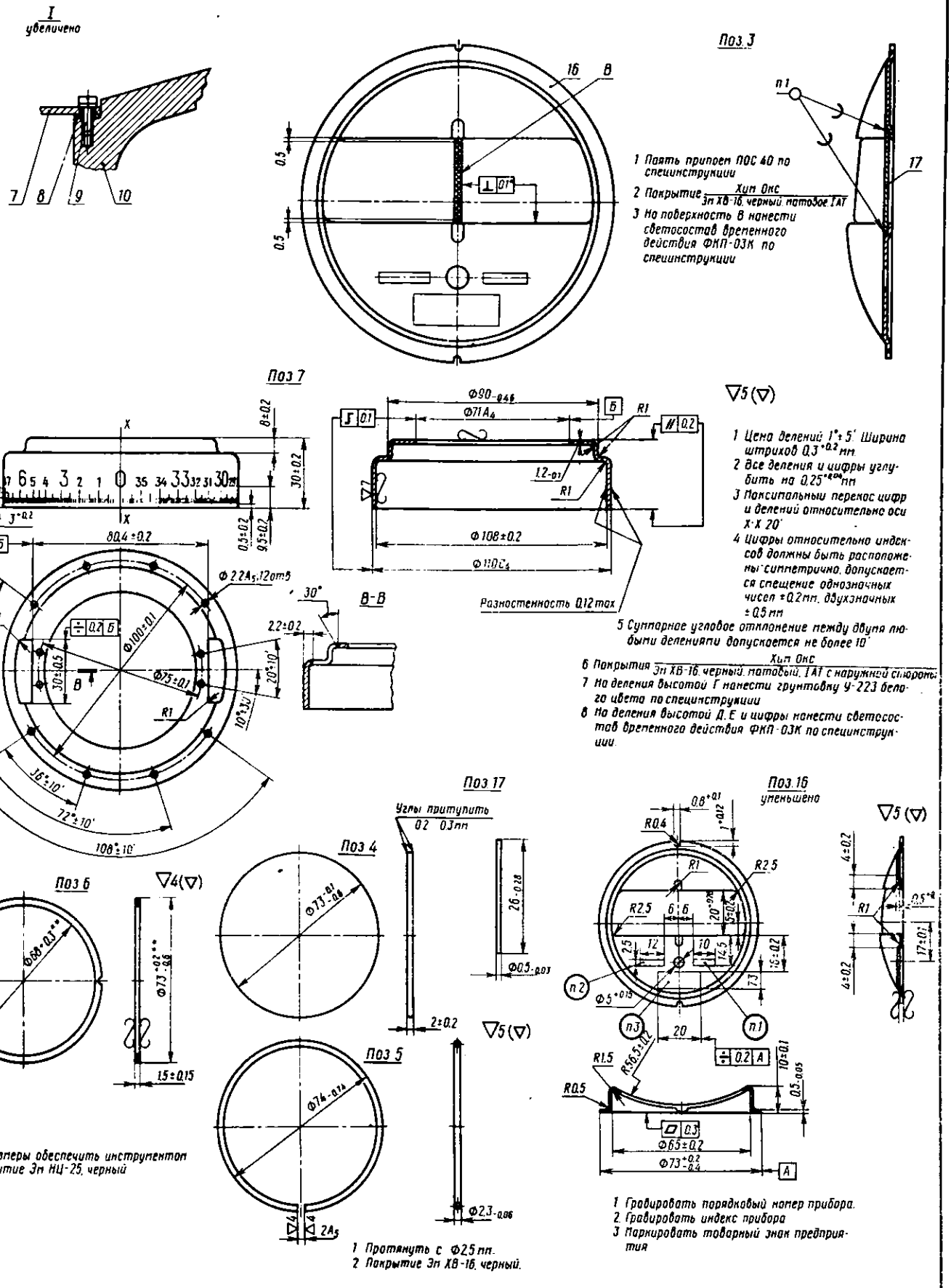


Рис. 16.2

Лист 2

16 – экран (латунь Л62-М); 17 – индекс (бронза Бр. КМц3-1)

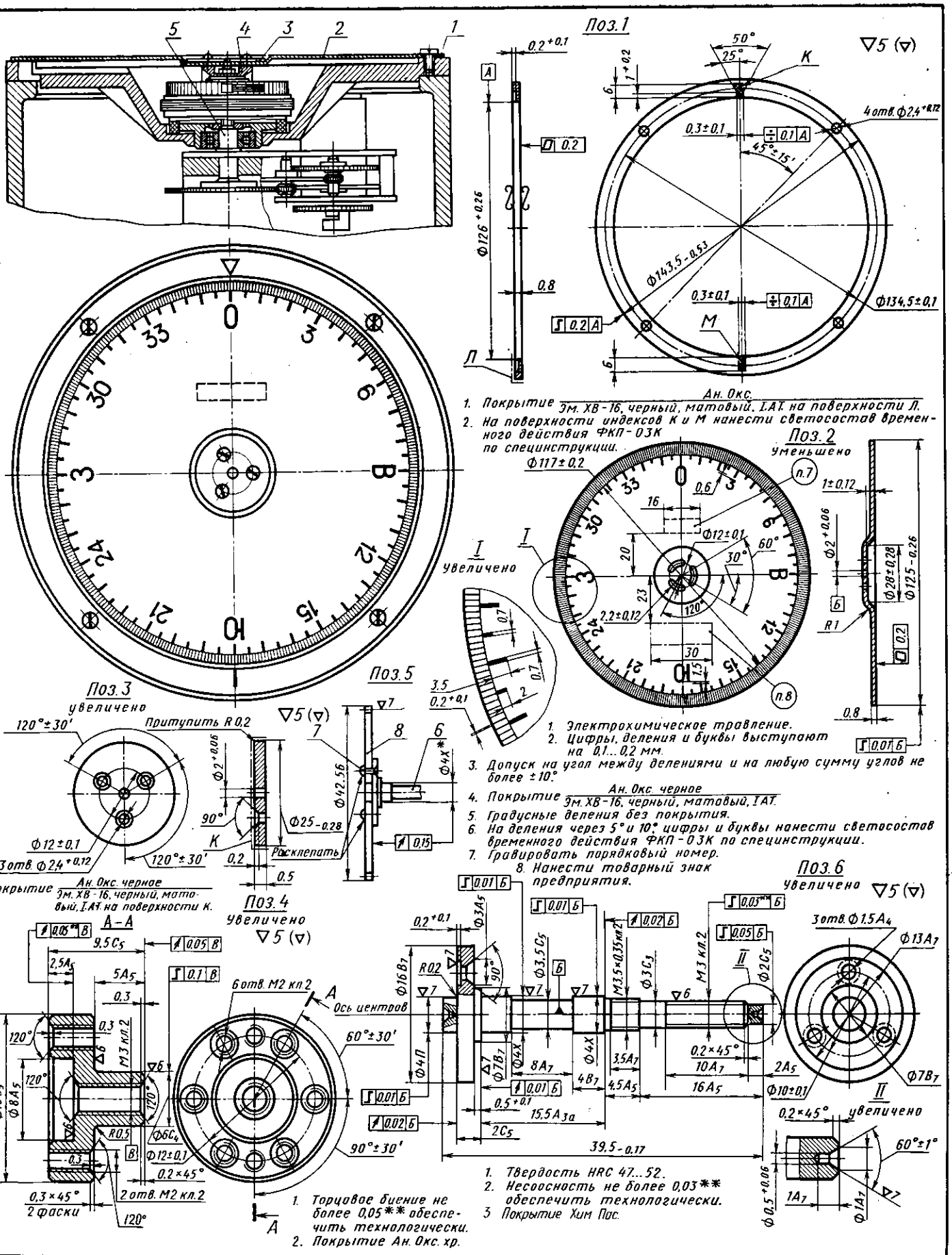
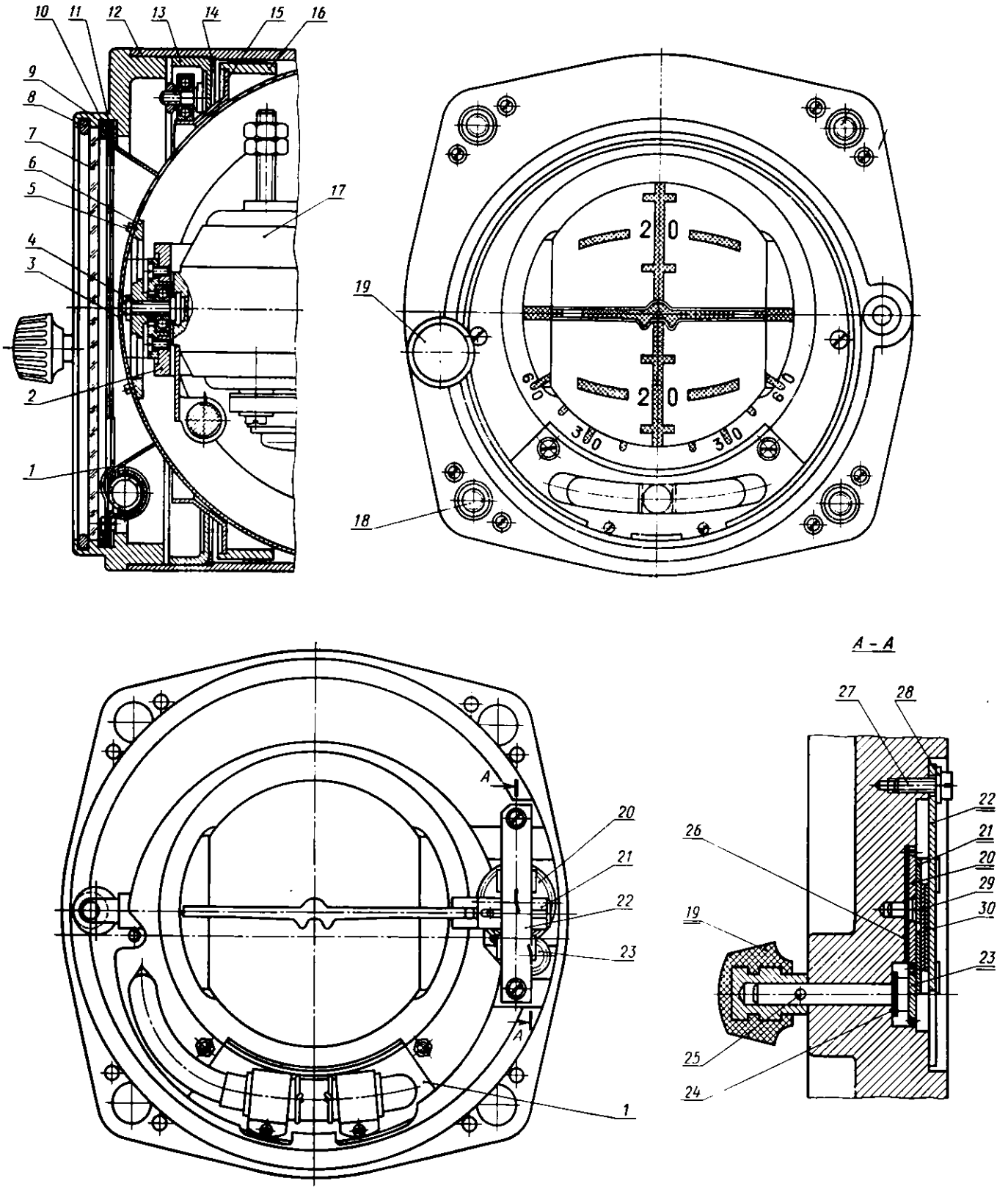


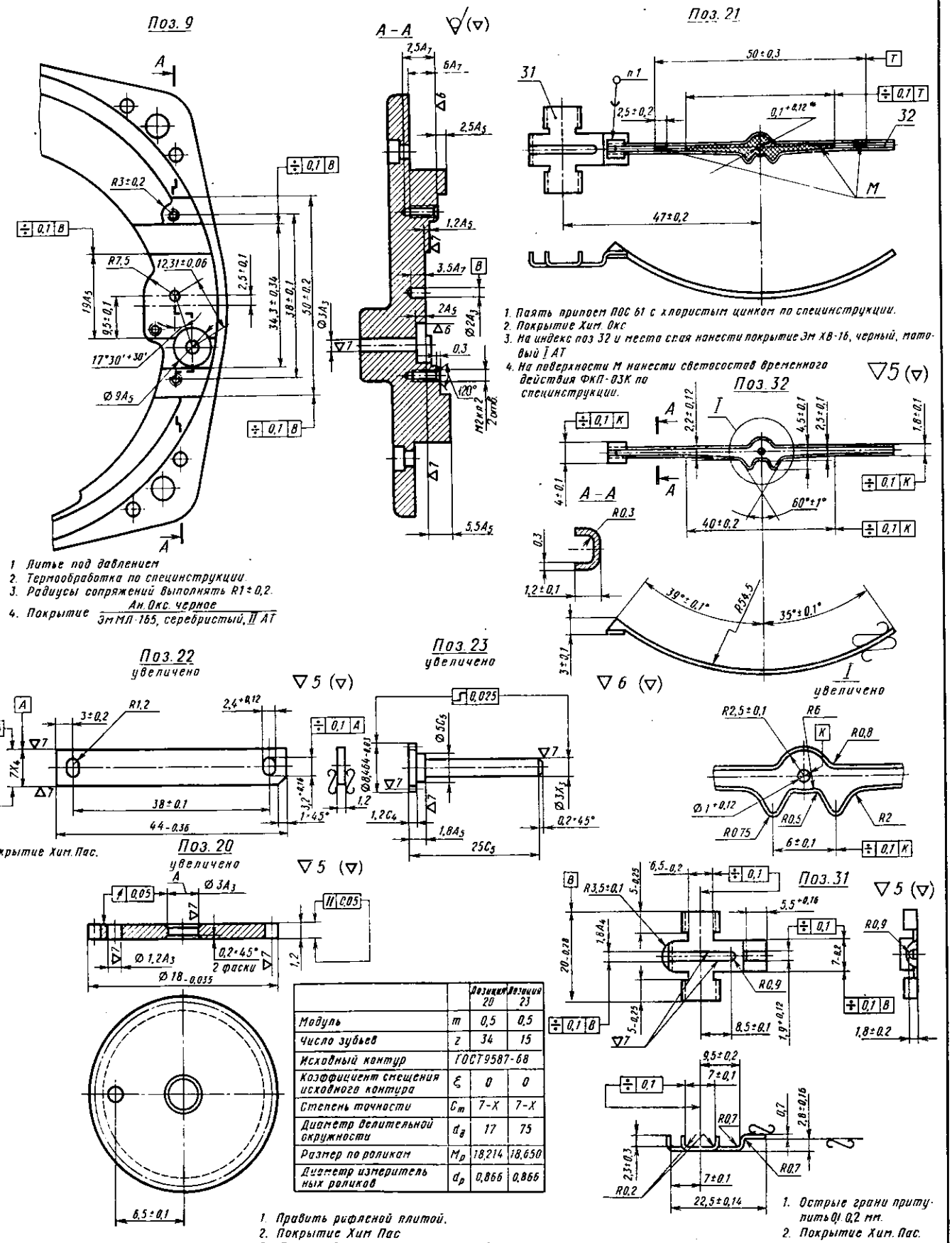
Рис. 16.3 Отсчетное устройство гирополукомпаса ГПК-52: 1 – кольцо с индексом (алюминиевый сплав Д1А-Т); 2 – шкала алюминий АДН); 3 – шайба (алюминиевый сплав Д1А-Т); 4 – втулка (алюминиевый сплав Д1-Т); 5 – ось (сталь 4Х13); 6 – ось (сталь 4Х13); 7 – заклепка – 3 шт; 8 – шестерня (латунь ЛС59-1)



1. Направляющие ползуна поз. 21 подогнуть по ширине пластины поз 22 так, чтобы при изменении направления движения свободный конец индекса перемещался без перекосов.
2. Ручка поз 19 должна вращаться без затираний.
3. Допускается подгибка индекса поз. 21
4. Зазор между бобышкой фланца и ручкой поз 19 - 0,02 ... 0,05 мм
5. Прокладки поз 24, 26 и 29 ставить по мере надобности, обеспечив плавное вращение ручки. Наличие одной из прокладок под каждой шестерней обязательно.
6. Трущиеся поверхности перед сборкой смазать тонким слоем масла ОКБ-122-7.

Рис. 16.4
на 4 листах
Лист 1

Отсчетное устройство авиагоризонта АГИ-1: 1- шкала с креноскопом (сб); 2- рама карданова подвеса (сб); 3- сферическая шкала (сб); 4- гайка М3; 5- винт М2×3 - 8 шт; 6- фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 7- стекло; 8- зажимное кольцо (латунь ЛС59-1); 9- фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 10- прокладка (резина 2671); 11- прокладка (электрокартон ЭВ)



1. Литье под давлением
2. Термообработка по специнструкции
3. Радиусы сопряжений выполнять R1 ± 0,2.
4. Покрытие Ан. Окс. черное / Эм МЛ-165, серебристый, II АТ

1. Паять припоем ПОС 61 с хлористым цинком по специнструкции.
2. Покрытие Хим. Окс
3. На индекс поз 32 и места слоя нанести покрытие Эм ХВ-16, черный, матовый I АТ
4. На поверхности М нанести светосостав временного действия ФКП-03К по специнструкции.

		Поз. 20	Поз. 23
Модуль	m	0,5	0,5
Число зубьев	z	34	15
Исходный контур		ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0	0
Степень точности	C_m	7-Х	7-Х
Диаметр делительной окружности	d_g	17	75
Размер по роликам	M_p	18,214	18,650
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,866	0,866

1. Править рифленой плитой.
2. Покрытие Хим Пас
3. Данные для контроля поз 20 и 23 по ГОСТ 9178-59.
4. Диаметр А развернуть после покрытия

1. Острые грани притупить 0,1–0,2 мм.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 16.4

Лист 2

12-кожух (алюминий АДМ); 13-кольцо с шарикоподшипниками (сб); 14-прокладка (сталь 1Х18Н9Т); 15-опорное кольцо (сталь 4Х13); 16-следящая рама (сб); 17-гироузел (сб.); 18-шпилька специальная (сталь А12); 19-ручка (сб.); 20-шестерня большая (латунь ЛС59-1);

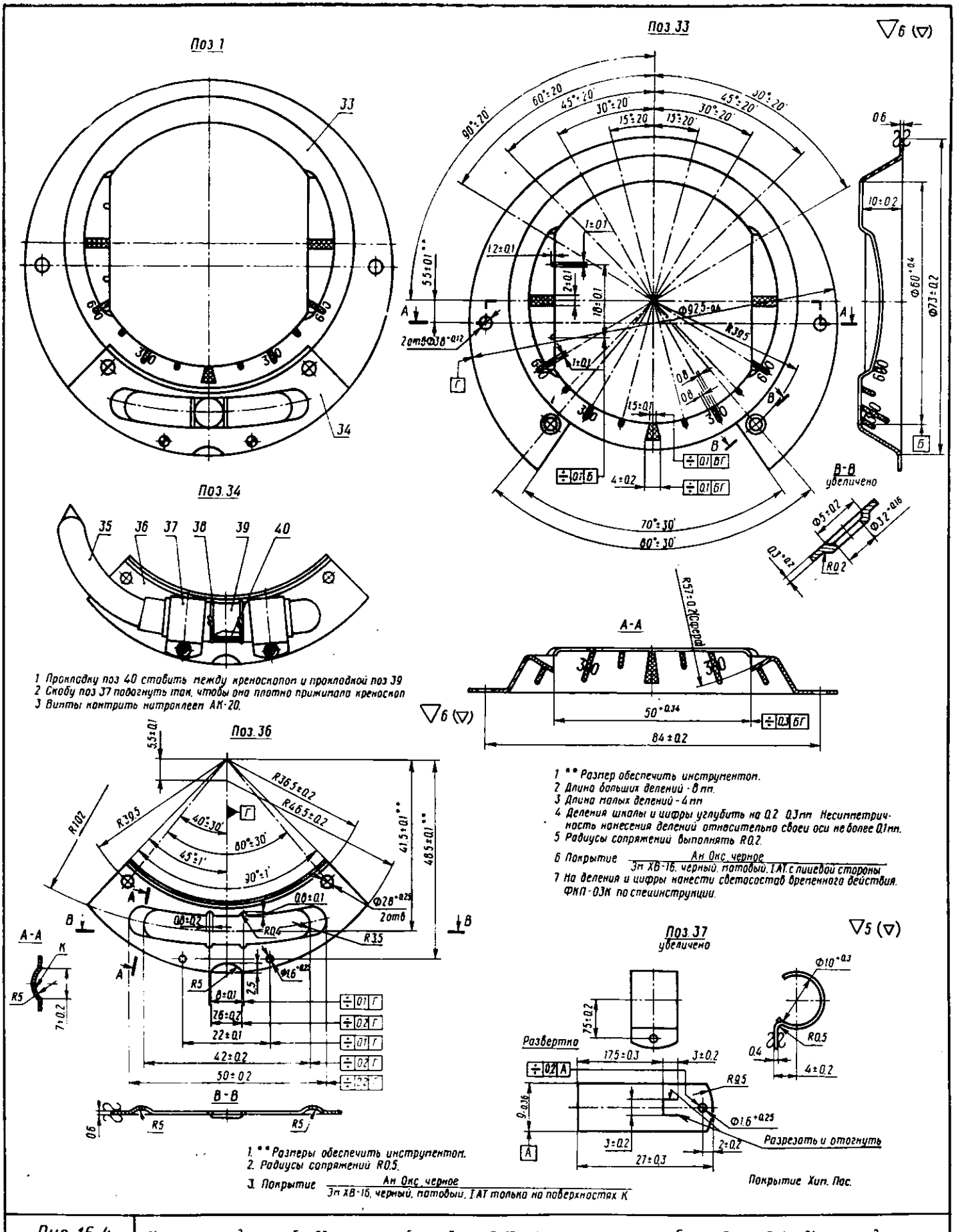


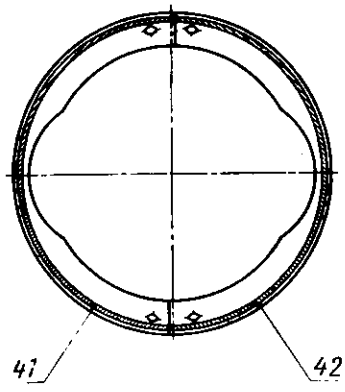
Рис. 16.4

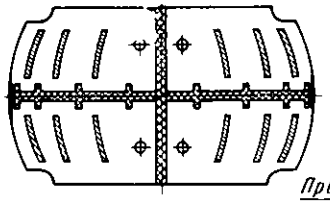
Лист 3

21- ползун с индексом (сб); 22-пластина (бронза Бр.КМц3-1Т); 23-шестерня малая (бронза Бр.КМц3-1); 24-прокладка (латунь Л62-1); 25-штифт конический; 26-прокладка (латунь Л62-Т); 27-винт М2×8-2шт.; 28-шайба-2шт.; 29-прокладка (бронза Бр.КМц); 30-пружина (бронза Бр.62,5); 31-ползун (латунь Л62-М); 32-индекс (латунь Л62-М3); 33-шкала (алюминий АДМ);

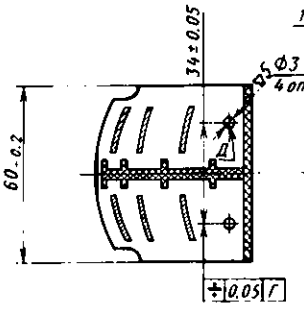
Поз. 3
уменьшено

Сборка показана условно

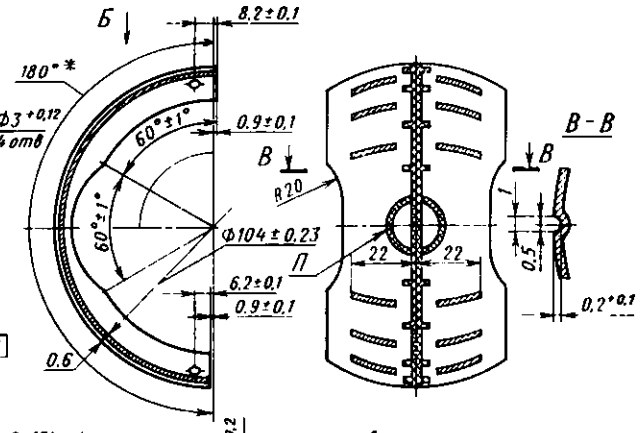


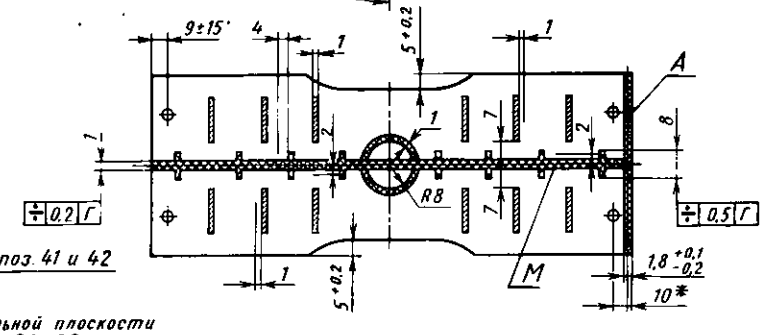


Вид Б



Поз. 41

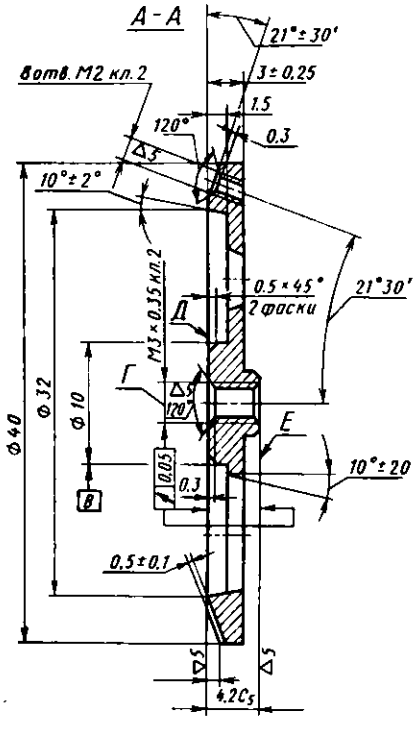




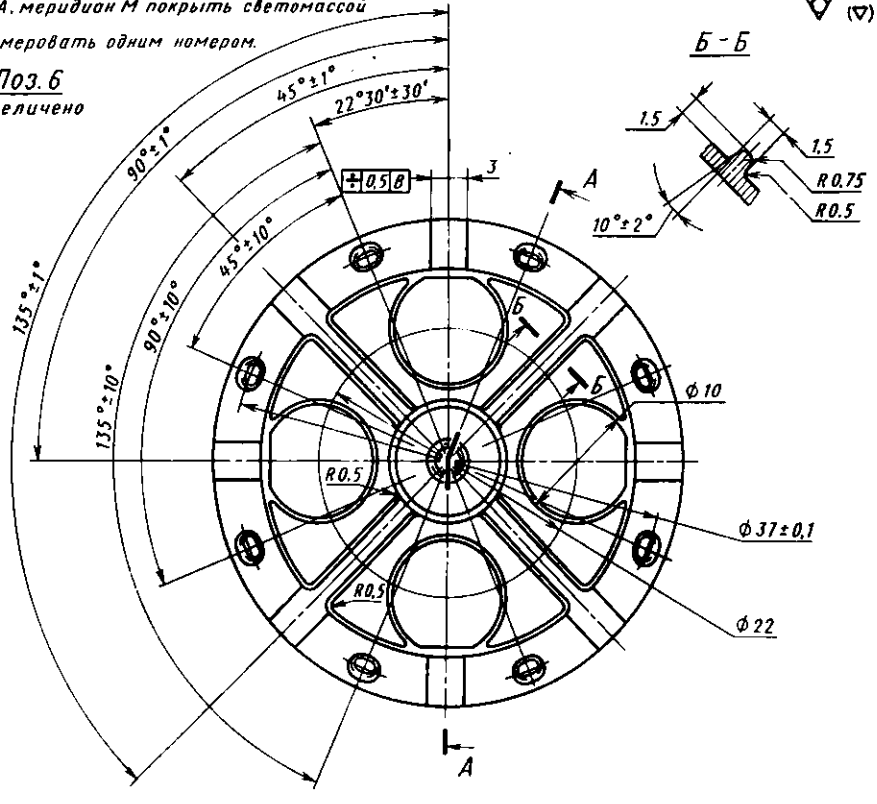
Примечания к поз. 41 и 42

1. Все размеры обеспечить инструментом.
2. Цена делений 10°±15'.
3. Деления, кратные 20°, должны лежать в диаметральной плоскости
4. Деления, цифры, полюс П, экватор А углубить на 0,1...0,2 мм.
5. Допускается выпуклость от гравировки с внутренней стороны картушки.
6. Инструмент для сверления 4 отв. ФД согласовать с инструментом для сверления детали поз. 6.
7. Снаружи шкалы: поз. 41 покрыть Эм. ХВ-16, голубой; поз. 42 - Эм. ХВ-16, коричневый.
8. Деления, цифры, надписи, полюс П, экватор А, меридиан М покрыть светомассой ФКП - 03К.
9. Детали поз. 41 и 42 подбирать попарно и нумеровать одним номером.

А-А



Поз. 6
увеличено



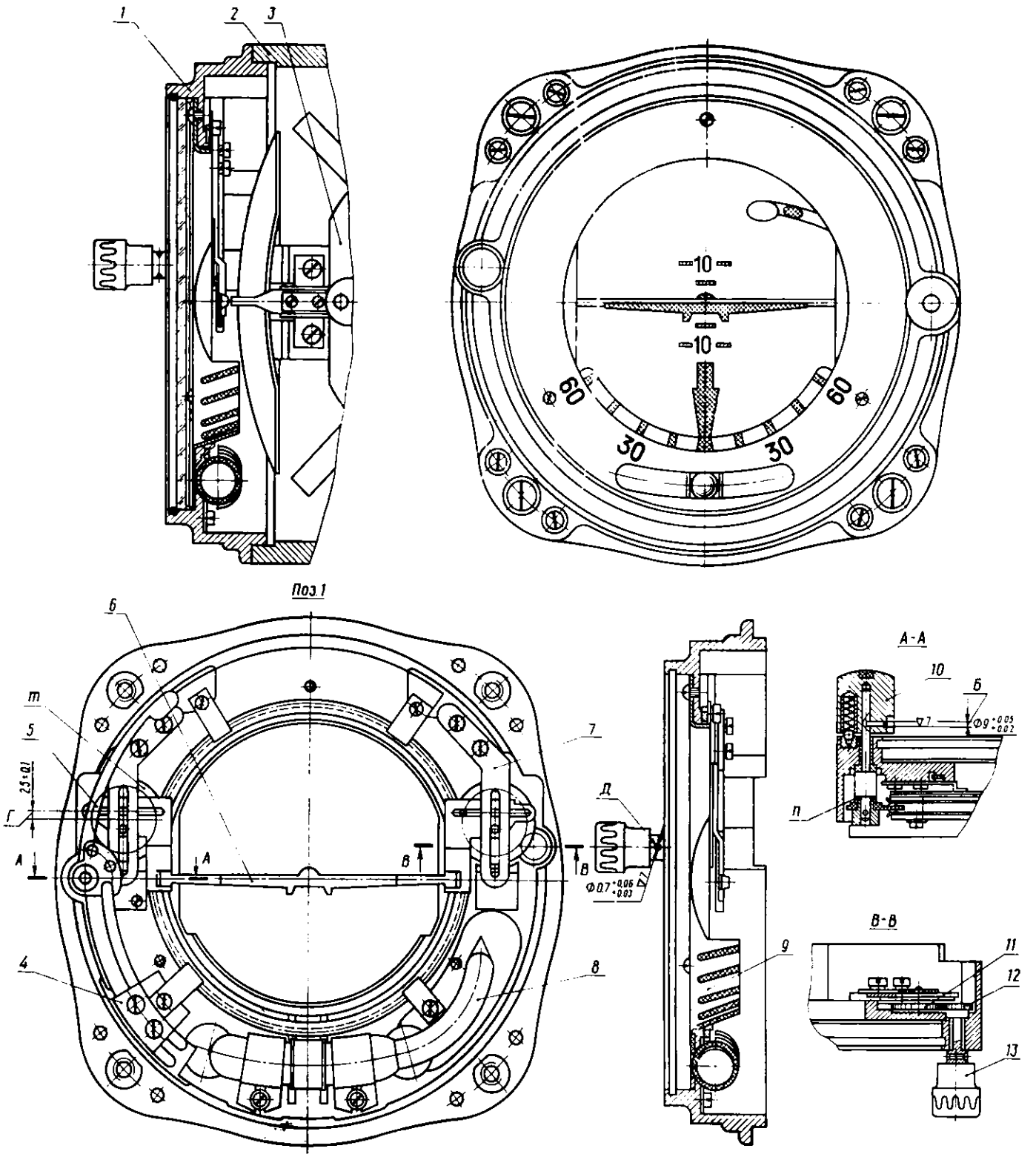
Б-Б

1. Литье под давлением.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Неоговоренные литейные радиусы R1.
4. Размеры без допусков выполнять с точностью ± 0,2 мм
5. Резьбу Г и поверхности Д и Е допускается обрабатывать после нанесения покрытия.
6. Покрытие Ан. Окс. хр.

Рис. 16.4

Лист 4

34 - щиток с креноскопом (сб.); 35 - креноскоп (сб.); 36 - щиток (алюминий АДМ); 37 - скоба креноскопа (бронза Бр.КМц3-1М); 38 - провод ПЭВ, Ф 0,47; 39 - прокладка (резиновая смесь 2959); 40 - прокладка (лакоткань электроизоляционная ДШ-1); 41 - шкала I (алюминий АДМ); 42 - шкала II (алюминий АДМ)

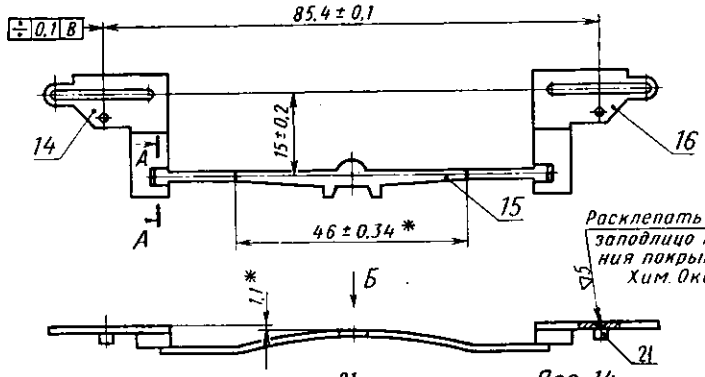


1 Сопряжение узла контактов поз 4 и втулки с бленкером поз 5 обеспечить регулировочными шайбами поз п или прокладками (условно не показаны)
2 Зацепления и трущиеся поверхности смазать смазкой ОКБ-122-7
3 При установке механизма перемещения силуэта-самолетика между осью вращения шестерни поз т и плоскостью симметрии паза (поз 14 и 16 узла поз 6) выдержать размер Г
4 Сверлить и развернуть отв Ф Б под штифт Ф1 и поставить штифт
5 Сверлить и развернуть отв Ф Д под штифт Ф0,8 и поставить штифт

Рис. 16.5
на 4 листах
Лист 1

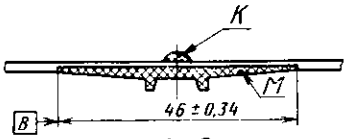
Отсчетное устройство авиагоризонта АГБ: 1- крышка передняя с деталями (сб.); 2- корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 3- карданов узел (сб.); 4- узел контактов (сб); 5- втулка с бленкером (сб); 6- узел самолетика (сб); 7- направляющая правая; 8- указатель скольжения (сб.); 9- шкала кренов (алюминий АДМ); 10- пусковая ручка (сб); 11- шестерня I с фланцем (сб.); 12- шестерня малая (бронза Бр. КМц 3-1); 13- ручка (сб.);

Поз. 6

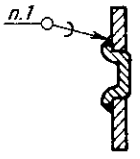


Расклепать и зачистить заподлицо после нанесения покрытия Хим. Окс.

Вид Б

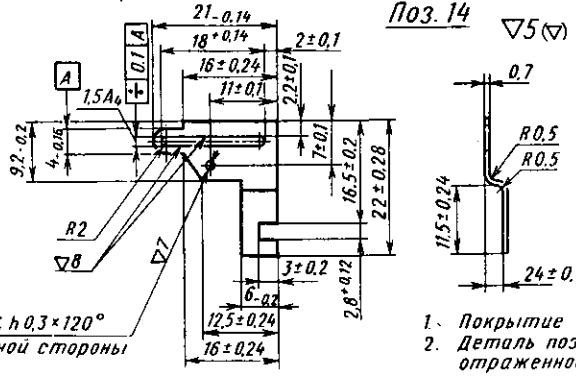


А - А
увеличено



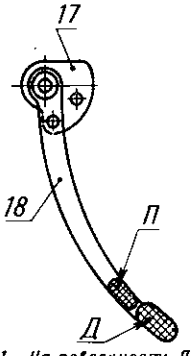
1. Паять припоем ПОС 61 с флюсом хлористый цинк по специнструкции.
2. Покрытие $\frac{\text{Хим. Окс. черный}}{\text{Эм. ХВ-16, черный, матовый}}$ только с лицевой стороны поз. 15 и наместах спая.
3. На поверхности К и М нанести светосостав временного действия ФКП-03К по специнструкции.

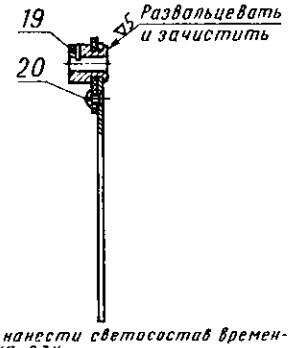
Поз. 14



1. Покрытие Хим. Пас.
2. Деталь поз. 16 имеет отраженное изображение.

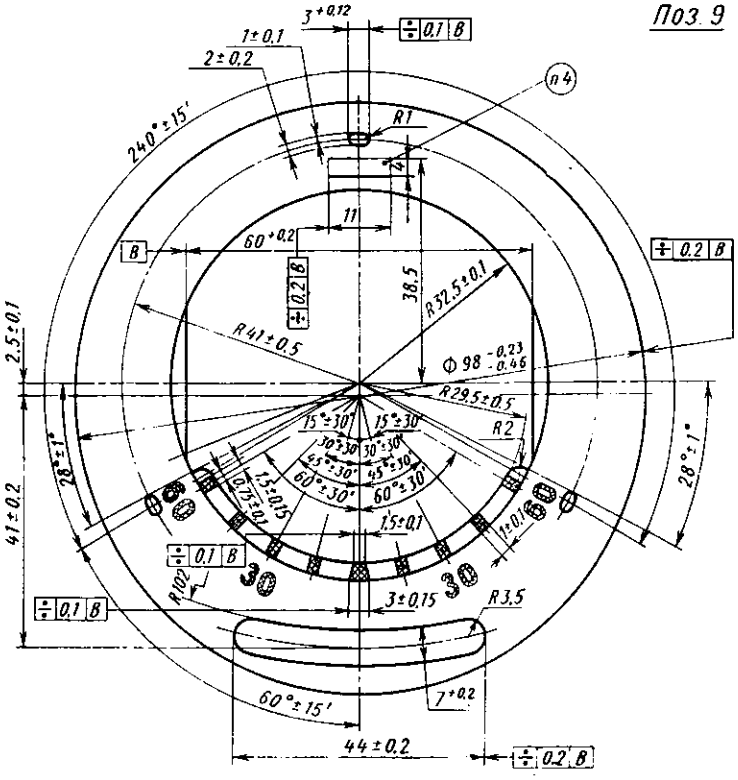
Поз. 5



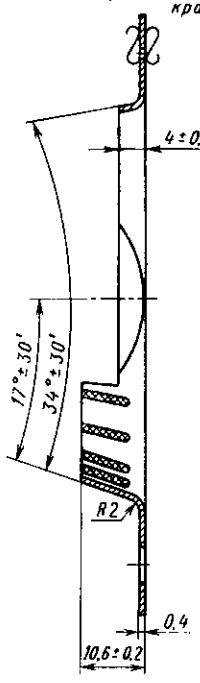


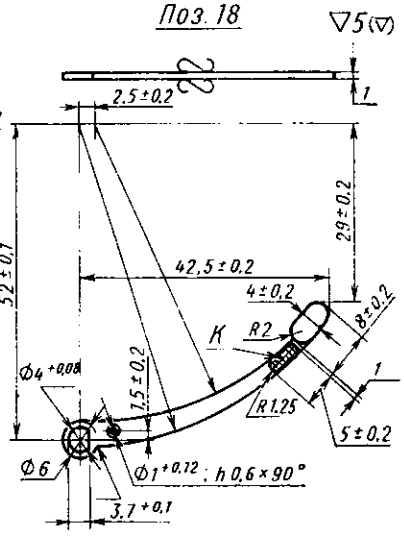
1. На поверхность П нанести светосостав временного действия ФКП-03К по специнструкции
2. На поверхность Д нанести эмаль ПФ-223 красного цвета.

Поз. 9



Поз. 18





1. На поверхности К произвести рифление (угол 90°, шаг 0,5 мм, глубина 0,1...0,2 мм).
2. Покрытие $\frac{\text{Ан. Окс. черное}}{\text{Эм. ХВ-16, черный, матовый.}}$ ГАТ. со стороны рифления

1. Длина делений 8 ± 0,3 мм.
2. Цифры и деления углубить на 0,2...0,3 мм
3. Несимметричность каждого деления относительно своей оси не более 0,1 мм.
4. Гравировать порядковый номер по инструкции.
5. Покрытие $\frac{\text{Ан. Окс черное}}{\text{Эм. ХВ-16, черный, матовый. ГАТ. с лицевой стороны}}$
6. На деления и цифры нанести светосостав временного действия ФКП-03К по специнструкции.

Рис. 16.5

Лист 2

14 - ползун левый (латунь Л62М); 15 - индекс самолетика (латунь Л62М); 16 - ползун правый (латунь Л62М); 17 - сектор с контактом (сб); 18 - бленкер сигнализационный (алюминиевый сплав Д1А-Т); 19 - втулка (сталь 2х13); 20 - заклепка; 21 - кронштейн (алюминиевый сплав АЛ2); 22 - пластина упорная (бронза Бр.Б2Т); 23 - шайба пружинная; 24 - винт специальный (латунь ЛС59-1) - 4 шт.; 25 - шайба; 26 - винт М1,4х4 - 2 шт.; 27 - задняя крышка (алюминиевый сплав АЛ2); 28 - шайба; 29 - винт; 30 - пластина упорная (бронза Бр.Б2Т); 31 - планка (сталь У8А); 32 - заклепка; 33 - планка (сталь У8А); 34 - направляющая (сталь У8А); 35 - корпус (сталь У8А); 36 - рама (алюминиевый сплав АЛ2);

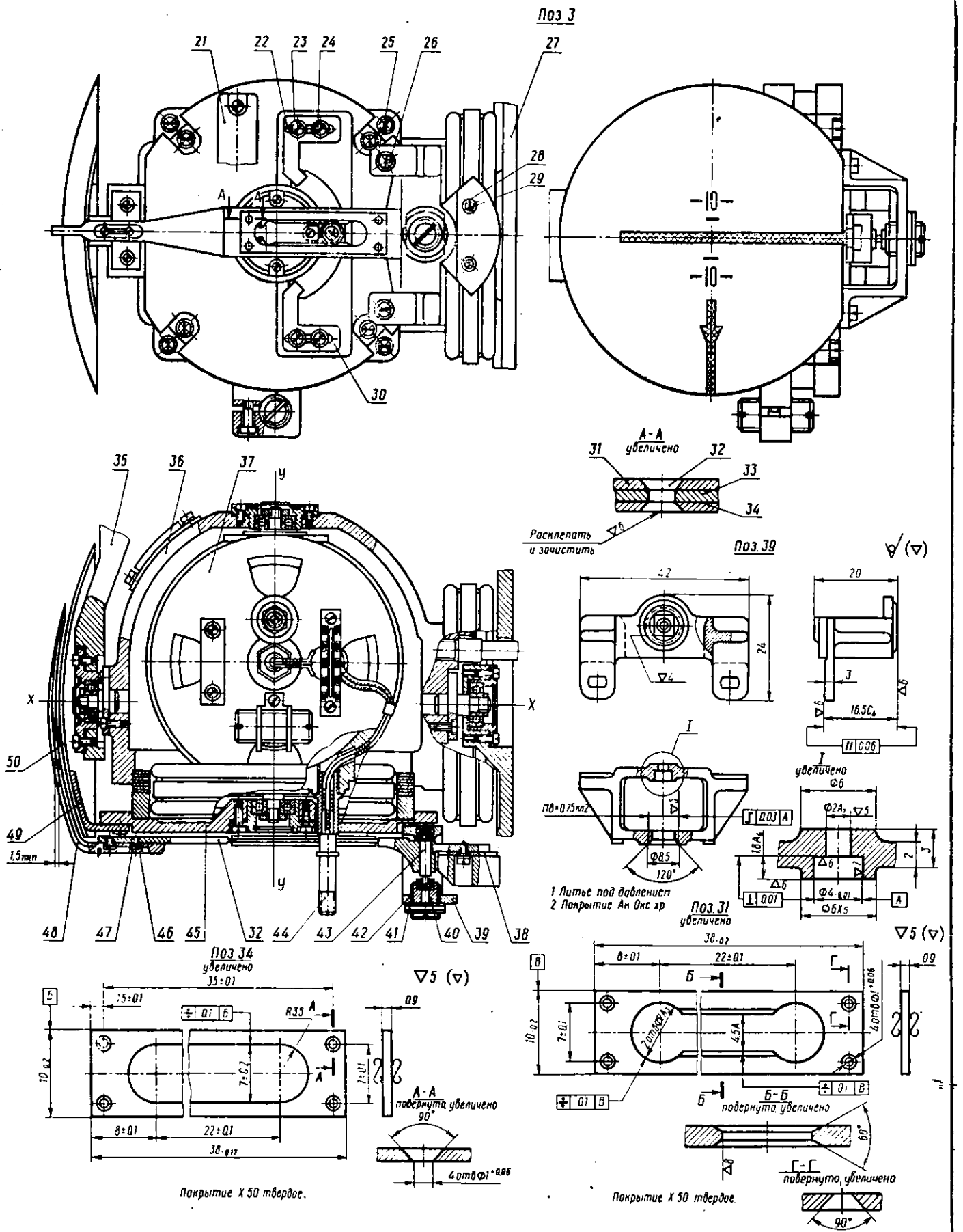


Рис. 16.5

Лист 3

37-гироузел (сб); 38-пластина (латунь Л62-Т); 39-стойка (алюминиевый сплав АЛ2); 40-пробка (бронза Бр.АМц 9-2); 41-гайка специальная (латунь ЛС59-1); 42-миниатюрный шарикоподшипник ОКБ-272; 43-ось (сталь ШХ15); 44-стойка (сталь ШХ15);

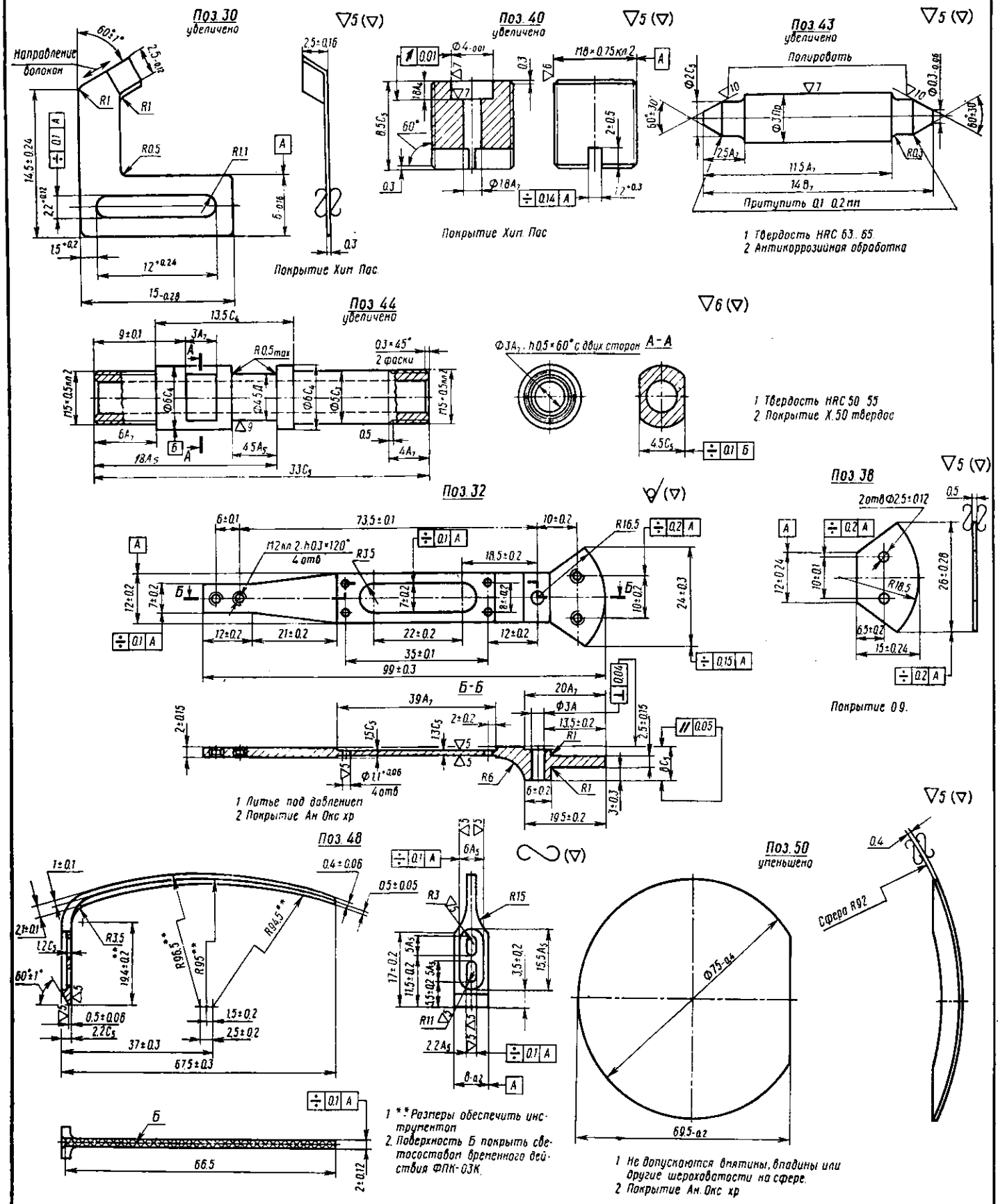
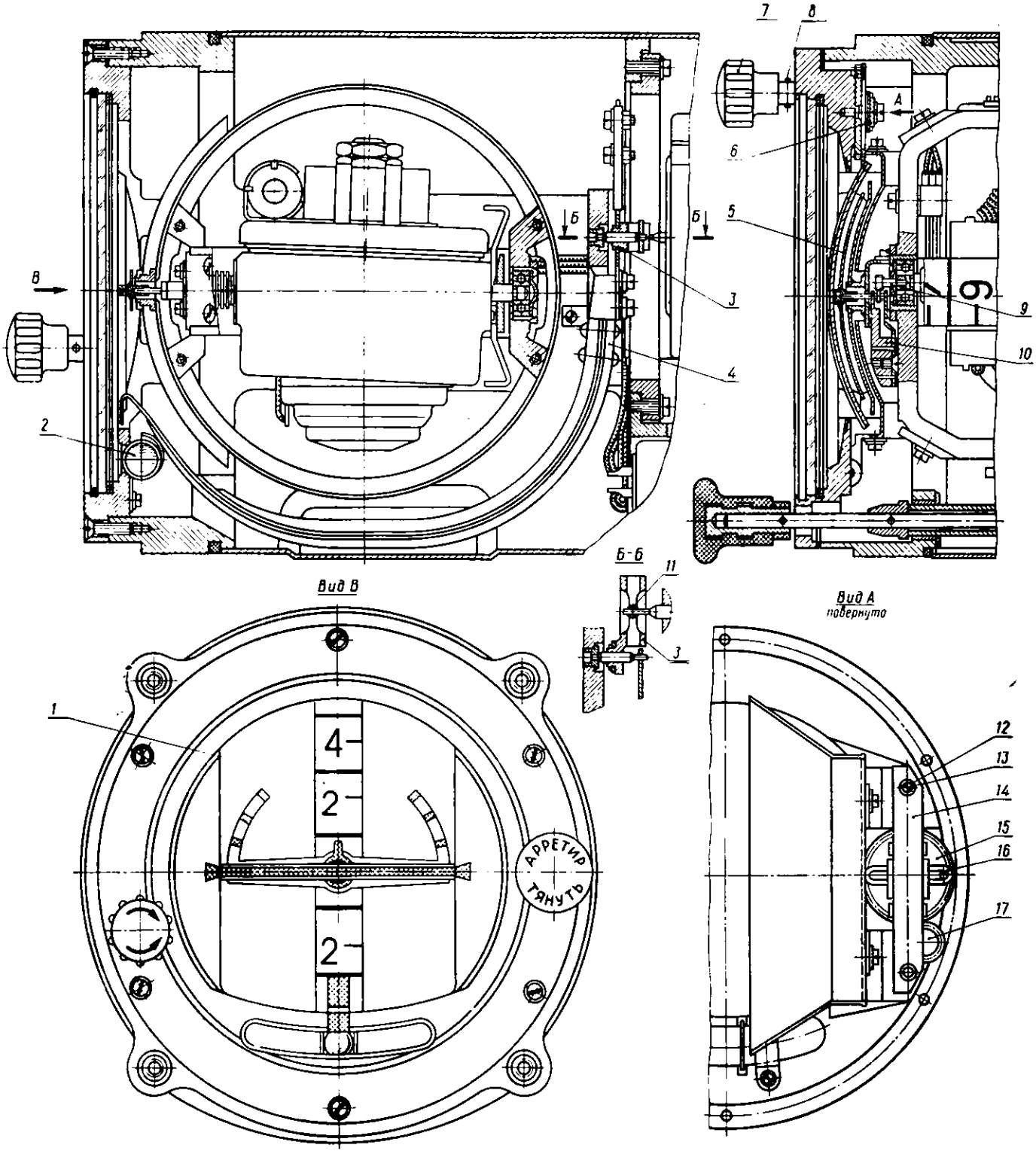


Рис. 16.5

Лист 4

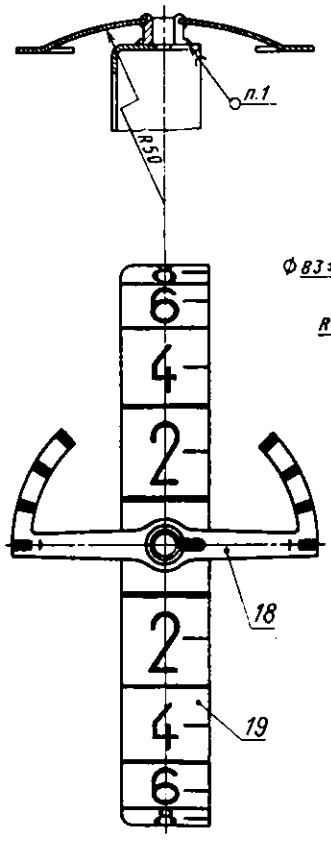
45-фланец со статором коллектора (сб.); 46-шайба; 47-винт М1,4х3-2шт.; 48-индекс горизонта (алюминиевый сплав Д1А-М); 49-угольник сферический (алюминиевый сплав Д1А-Т); 50-шкала тангажа (алюминиевый сплав Д1А-Т)



Шарик поз 11 должен перепещаться под тяжестью собственного веса в отверстии поводка поз 3 Зазор не более 0,03пп обеспечить доводкой отверстия поводка

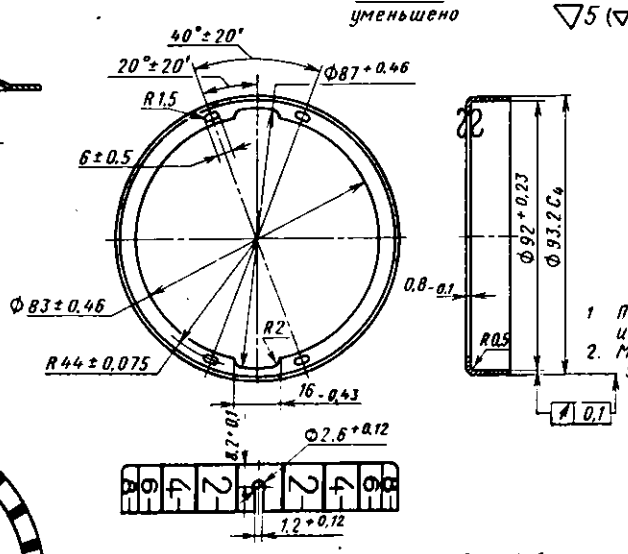
Рис. 16.6 на 4 листах Лист 1	Отсчетное устройство комбинированного авиагоризонта АГК-47Б: 1-узел шкал (сб); 2-креноскоп (сб); 3- поводок с осью (сб); 4-стрелка с переходником (сб); 5-индекс самолетик (сб); 6 пружина (бронза Бр КМц 3-1); 7-ручка (сб.); 8-штифт конический; 9-трибка II (бронза Бр Б2 круглая); 10 узел трибки (сб); 11-шарик; 12-шайба разрезная; 13-винт М2х6-2шт; 14-пластина (бронза Бр КМц 3-1); 15-шестерня с поводком (сб.); 16-ползун с планкой горизонта (сб.); 17-шестерня малая (бронза Бр. КМц 3-1):

Поз. 1



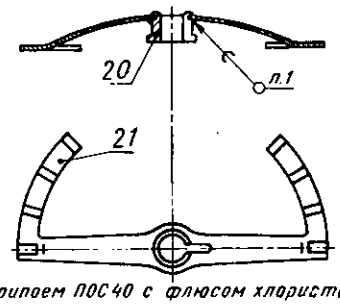
1. Паять припоем ПОС 61 с флюсом хлористый цинк по специнструкции.
2. Место под пайку в детали поз. 19 зачистить от покрытия.
3. Покрытие, Эм. ХВ-16, черный Т.АТ.
4. Вверх от 50° до 180° - покрытие Эм. ХВ-16, светло-коричневый, Т.АТ.
5. Вниз от 40° до 180° - покрытие Эм. ХВ-16, темно-голубой, Т.АТ.
6. На деления и цифры нанести светосостав временного действия ФПК-03К по специнструкции.
7. Внутреннюю поверхность детали не красить.

Поз. 19
уменьшено



1. Деления и цифры наносить по дуге 90° вверх и вниз от нуля до цифры 8 включительно. Цена делений 10°.
2. Допуск на шаг и любую сумму шагов ±15'.
3. Покрытие Хим. Окс черный.

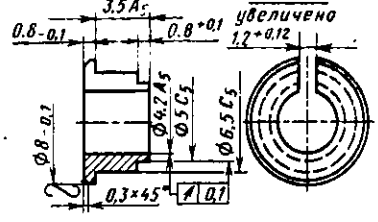
Поз. 18



1. Паять припоем ПОС 40 с флюсом хлористый цинк по специнструкции.
2. Место под пайку в детали поз 21 зачистить от покрытия.

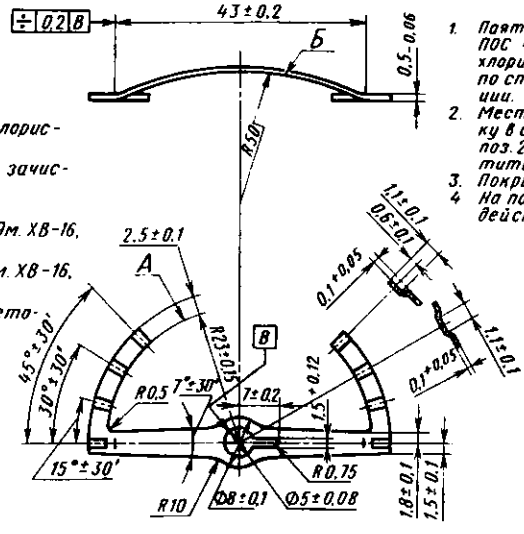
▽5 (▽)

Поз. 20
увеличено



Покрытие 0.9.

Поз. 21

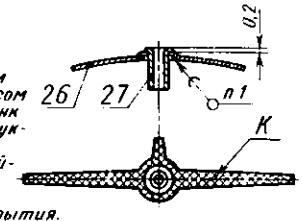


1. Размеры контура, кроме А и углов, определяющих положение делений, даны до изгиба по радиусу R50 поверхности Б
2. Покрытие Хим. Окс черный.

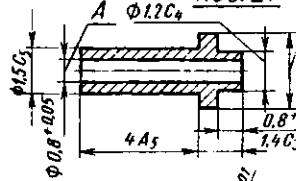
▽6

1. Паять припоем ПОС 40 с флюсом хлористый цинк по специнструкции.
2. Место под пайку в детали поз. 26 зачистить от покрытия.
3. Покрытие Эм. ХВ-16, черный, Т.АТ.
4. На поверхность К нанести светосостав временного действия ФПК-03К по специнструкции.

Поз. 5



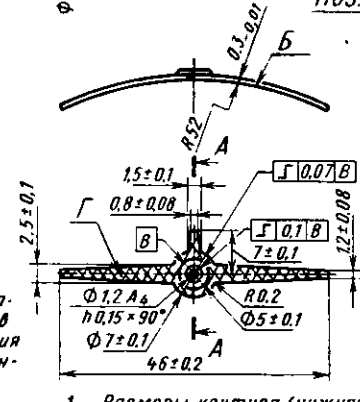
Поз. 27



1. Покрытие 0.9.
2. Отверстие ФА обрабатывать после нанесения покрытия.

▽6

Поз. 26

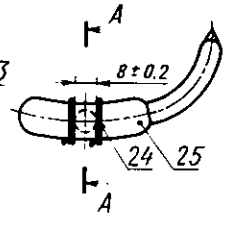


1. Размеры контура (нижняя проекция) даны до изгиба по радиусу R52
2. Покрытие Хим. Окс. черный.
3. На поверхности Г произвести рифление (угол 90°; шаг 0.8 мм; глубина 0.1...0,2 мм)

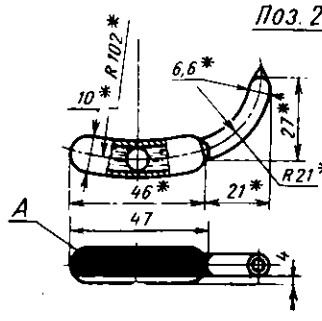
А-А
увеличено



Поз. 2
уменьшено

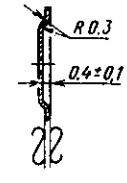


Поз. 25



На поверхность А нанести светосостав временного действия ФПК-03К по специнструкции, затем покрыть эмалью Эм. ХВ-16, черный, Т.АТ.

А А



▽5 (▽)

Рис. 16.6

Лист 2

18 - шкала поперечных кренов (сб.); 19 - шкала тангажа (латунь Л62, лента мягкая); 20 - втулка (латунь ЛС59-1, пруток); 21 - шкала поперечных кренов (латунь Л62); 22 - накладка (алюминий АДМ); 23 - прокладка (лакоткань ЛШ-1); 24 - проволока ПЭЛ-2, Ф 0,47;

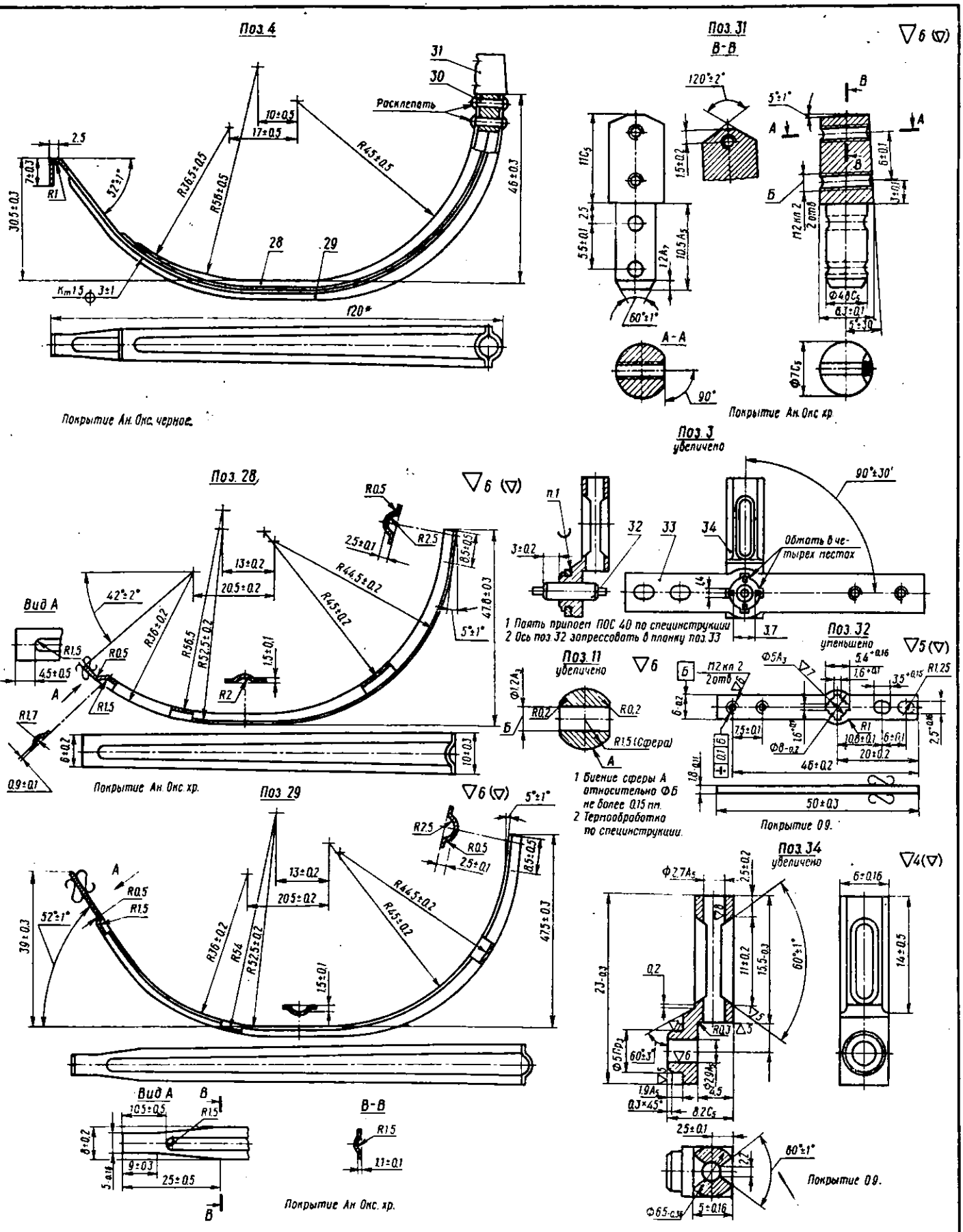
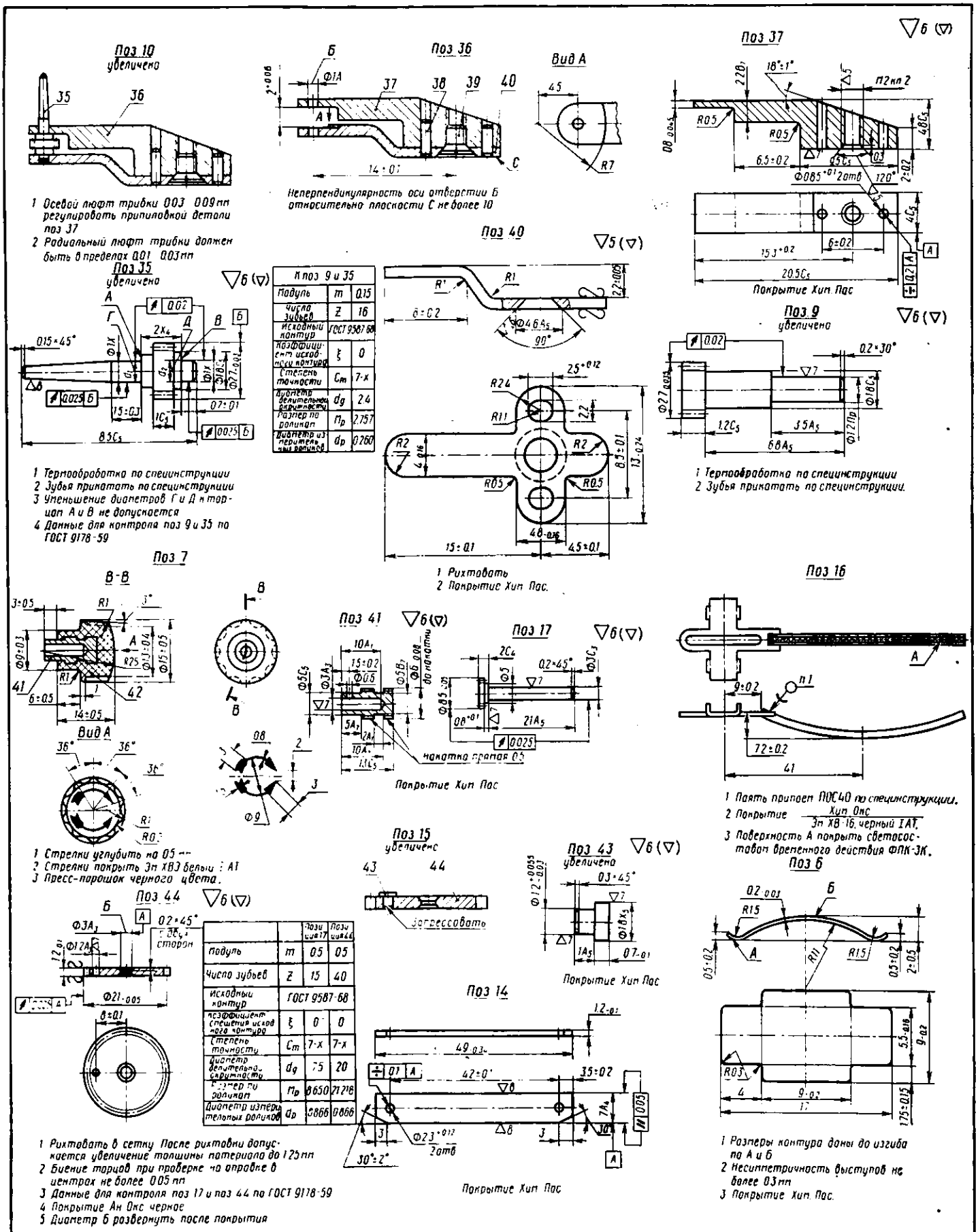


Рис. 16. 6	*25- креноскоп (сб.); 26- самолетик (латунь Л62); 27- футор (латунь ЛС59-1, проволока); 28- сектор верхний (алюминиевый сплав Д1А-Т); 29- сектор нижний (алюминиевый сплав Д1А-Т); 30- заклепка; 31- переходник (алюминиевый сплав Д1А-Т); 32- ось (сталь 4Х13, проволока); 33- планка (латунь Л62); 34- поводок (бронза Бр.КМц3-1); 35- трибка I (бронза Бр.Б2, круглая);*
Лист 3	



1 Осевой люфт трибки 0,03...0,09 мм регулировать прокладкой детали поз 37
2 Радиальный люфт трибки должен быть в пределах 0,01...0,03 мм

Неперпендикулярность оси отверстия Б относительно плоскости С не более 10

1 Термообработка по специнструкции
2 Зубья прикатать по специнструкции
3 Уменьшение диаметров Г и Д и торцов А и В не допускается
4 Данные для контроля поз 9 и 35 по ГОСТ 9178-59

N поз 9 и 35		
Модуль	m	0,15
Число зубьев	Z	16
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент исходного контура	ξ	0
Степень точности	Cm	7-х
Диаметр делительной окружности	dg	2,4
Размер по роликам	Mp	2,757
Диаметр измерительных роликов	dp	0,260

1 Рихтовать
2 Покрытие Хим Пас.

1 Термообработка по специнструкции
2 Зубья прикатать по специнструкции.

1 Стрелки углубить на 0,5 мм
2 Стрелки покрыть Эп ХВ3 белым ; АТ
3 Пресс-порошок черного цвета.

1 Паять припоем ПОС40 по специнструкции.
2 Покрытие Хим. Окс / Эп ХВ-16, черный ТАТ.
3 Поверхность А покрыть светосоставом времянного действия ФПК-3К.

		Поз 17	Поз 44
Модуль	m	0,5	0,5
Число зубьев	Z	15	40
Исходный контур		ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исход. ного контура	ξ	0	0
Степень точности	Cm	7-х	7-х
Диаметр делительной окружности	dg	7,5	20
Размер по роликам	Mp	8,650	21,218
Диаметр измерительных роликов	dp	0,866	0,866

1 Рихтовать в сетку. После рихтовки допускается увеличение толщины материала до 1,25 мм
2 Биение торцов при проверке на оправке в центрах не более 0,05 мм
3 Данные для контроля поз 17 и поз 44 по ГОСТ 9178-59
4 Покрытие Ан Окс черное
5 Диаметр 6 развернуть после покрытия

1 Размеры контура даны до изгиба по А и Б
2 Несимметричность выступов не более 0,3 мм
3 Покрытие Хим. Пас.

Рис. 16. 6

Лист 4

36 - узел глобана (6); 37 - глобан (бронза Бр АМц9-2); 38 - штифт 1×3 (сталь 2Х13); 39 - винт М2×4 (сталь 1Х17Н2); 40 - глобан (бронза Бр КМц3-1); 41 - втулка (латунь ЛС59-1); 42 - пресс-порошок К-20-2; 43 - поводок (сталь 4Х13, проволока); 44 - шестерня большая (алюминиевый сплав Д1А-Т)

Отсчетное устройство указателя поворота состоит из стрелки с переходником *4*, поводка с осью *3*, жестко связанных между собой и связанных с гироузлом двухстепенного гироскопа кривошипно-кулисной передачей. Палец кривошипа закреплен на гироузле и имеет шарик *11*, который может свободно перемещаться относительно пальца и в пазу поводка *34*, образованном отверстием $\varnothing$ 2,7, подогнанным по шарику *11* с зазором не более 0,03 мм. Отогнутый конец стрелки *4* является подвижным отсчетным индексом указателя поворота, и его смещение относительно неподвижного отсчетного индекса, нанесенного на нижней части передней крышки прибора, индицирует направление разворота самолета.

Указатель скольжения выполнен таким же, как и в авиагоризонте АГИ-1.

Деления на шкале крена *21* нанесены через 15°, а на шкале тангажа *19*—через 10°, а оцифрованы через 20°. Средняя часть шкалы *19* на 50° вверх и на 40° вниз от индекса самолетика окрашена в черный цвет. Верхняя часть шкалы *19* от 50° до 180° окрашена в коричневый цвет (цвет земли), а нижняя от 40° до 180° — в голубой (цвет неба).

При пикировании, когда самолетик уходит из поля зрения, видна коричневая часть шкалы, а при кабрировании — голубая.

Все деления цифры и отсчетные индексы покрыты светомассой постоянного действия.

ГЛАВА 17

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ НЕПОДВИЖНЫХ И ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Герметичность — это непроницаемость стенок, ограничивающих объем, для газов и жидкостей. Характеризуется герметичность количеством газа, проникающего в объем за единицу времени, т. е. произведением объема, занимаемого газом, на изменение в нем давления за единицу времени после прекращения откачки:

$$B=\frac{\Delta pV}{\Delta t},$$

где B — течь при стандартных условиях газ—воздух, внешнее давление $10\cdot10^4$ Па;

V — объем прибора, изолированный от откачки;

Δp — изменение давления в объеме за время Δt.

При этих условиях течь измеряется количеством воздуха, проникающего в единицу времени из атмосферы в вакуумный объем. Газ проникает внутрь прибора через места нарушения герметичности, именуемые течами.

Обеспечение герметичности неподвижных и подвижных соединений гироскопических приборов является особо важной и довольно сложной задачей, так как требования герметизации выдвигаются в основном в тех случаях, когда прибор или узел заполняются специальными средами — жидкостями или газами. Поэтому малейшая разгерметизация может привести к изменению параметров заполняющей среды, что ведет к погрешностям в показаниях приборов. Так разгерметизация поплавковых гироузлов, заполняющихся инертными газами, обычно при давлении меньшем, чем атмосферное, может вызвать увеличенный момент аэродинамических потерь, ухудшить условия работы гиромотора. Разгерметизация корпусов поплавковых приборов может привести к утечке жидкости, к попаданию в нее пузырьков воздуха, что вызовет появление вредных моментов по оси поплавкового ГУ.

Герметичность гироузлов поплавковых приборов чаще всего обеспечивается пайкой. Поэтому корпуса гироузлов изготавливают из материалов, которые легко паяются (например, латунь) или применяют покрытия, позволяющие обеспечить герметичную пайку. Так, рамы гироузлов, изготовленные из алюминиевого сплава В95-Т1, меднятся, а затем серебрятся (см. рис. 3.7). Применяется соединение деталей корпуса гироузла с помощью эпоксидного компаунда (см. рис. 3.10) и сваркой (см. рис. 3.8).

Герметичное соединение деталей корпуса прибора обеспечивается с помощью резиновых уплотнителей. При выборе марки резины уплотнителя необходимо учитывать среду (жидкость, газ) и температуру, при которой уплотнитель будет работать. Резины одних марок при работе в среде заполняющих поплавковые приборы жидкостей растворяются с выделением частиц, другие — набухают. Так как в приборах широко применяются детали из серебра (контакты), необходимо учитывать воздействие резин на эти детали.

Физико-механические свойства и условия работы некоторых резиновых смесей, рекомендуемых к использованию в производстве гироприборов, приведены в табл. 17.1.

Резины марок ИРП-1266, ИРП-1354, ИРП-1338, ИРП-1376 не дают соединений серы на серебре. Резина марки НО-68-1 оказывает коррозионное воздействие на поверхность из серебра, остальные марки резин образуют налет из серы на поверхности серебра.

Величина сжатия уплотнительных колец: в осевом направлении — 17—35%, в радиальном — 12,5—25%.

Назначение и виды резино-технических деталей из резин марок НО-68-1, 98-1, 4611, В-14, ИРП-1078, ИРП-1266, ИРП-1353 — уплотнительные детали подвижных и неподвижных соединений (колпачки, шайбы, кольца, прокладки, втулки), марки ИРП-1354 — уплотнительные детали неподвижных соединений, марки ИРП-1338 — уплотнительные детали неподвижных соединений и шприцевых деталей (трубки, шнуры и т. д.) марки ИРП-1376 — уп-

Таблица 17.1

Физико-механические свойства и условия работы некоторых резиновых смесей, рекомендуемых к использованию в производстве гироприборов летательных аппаратов

Марка	Технические условия	Физико-механические свойства			Температура хрупкости, °С	Условия работы					
						среда					интервал рабочих температур, °С
						жидкость				Газ	
		предел прочности при разрыве, Н/см²	относительное удлинение при разрыве, %	твердость по твердомеру		БЛП	БІП	ПФАМЦТ	ПМС-400		
НО-68-1	ТУ 38-005-1166—73	900	250	55÷70	—55	—0,9% белые хлопья	+1,3% грязные хлопья	—0,2% мутные хлопья	Вымыв 14,7%	Воздух, азот	—55 ÷ +100
98-1	ТУ 38-005-1166—73	500	160160	50÷65	—60	—2% мутно		—41% мутно	Вымыв 10,5%	Воздух, азот	—55 ÷ +100
4611	ТУ 38-005-1166—73	450	200	50÷65	—65					Воздух	—60 ÷ +80
В-14	ТУ 38-005-1166—73	1000	160	70÷77	—50	—0,7% мутно		—0,2%	—0,7%	Воздух	—45 ÷ +100
ИРП-1078	ТУ 38-005-1166—73	110	130	75÷85	—42			—0,3%		Воздух	—40 ÷ +150
ИРП-1266	ТУ 38-005-1166—73	25	100	35÷55	—65	+0,7%				Воздух, азот	—60 ÷ +250
ИРП-1338	ТУ 38-005-1166—73	65	300	55÷70						Воздух, азот	—50 ÷ +250
ИРП-1353	ТУ 38-005-1166—73	85	170	70÷84	—52			—0,35%			—60 ÷ +150
ИРП-1354	ТУ 38-005-1166—73	50	230	50÷65	—70	+3,4%		+2,8%	+17,6%	Воздух, азот	—50 ÷ +250
ИРП-1376	ТУ 38-005-1166—73	80	300	58÷68	—65	+0,8%	+0,56%	+0,55%		Воздух	—55 ÷ +150

Примечание. «+» — процент набухания; «—» — процент вымывания жидкостью.

лотнительные детали. Для надежности герметичности соединения с резиновыми уплотнителями места соединений опаивают или заливают эпоксидным компаундом.

Герметичность подвижных соединений обеспечивается герметическими вводами. К таким соединениям относится подача питания к подвижным элементам (например, подача питания к гиромотру поплавкового гироузла). Применяются герметические вводы различных конструкций. Широкое применение нашли стеклянные изоляторы, сваренные с деталями из сплава «Ковар». Этот сплав и стекло имеют близкие по значению тепловые коэффициенты линейного расширения, что позволяет обеспечить их герметичное соединение.

Герметичность соединений обычно проверяется гелиевыми течеискателями типа ПТИ-6.

Так как природа течей и характер течения газа могут быть различными, то и методы проверки указанным течеискателем отличаются.

Режимы течения газа в зависимости от давления в системе и ее размеров могут носить вязкостный, молекулярный и промежуточный между этими двумя режимами характер. В зависимости от режима течения газа определяется газовый поток через течь и соответствующий критерий герметичности.

$$d_{\min} = \frac{Q_{\min \text{ доп}}}{S_Q},$$

где $d_{\min}$ — величина критерия герметичности для данного прибора в мВ;

$Q_{\min \text{ доп}}$ — минимально допустимый газовый поток через течь;

S_Q — статическая чувствительность течеискателя.

По критерию герметичности выбирается метод проверки герметичности: метод обдува, метод гелиевой камеры, метод вакуумной камеры или метод щупа.

Результаты проверки с указанием использованного метода записываются в соответствующую техническую документацию.

Детали, узлы и приборы, предназначенные для проверки герметичности, должны иметь необходимые конструктивные элементы, приходить на проверку промытыми, хорошо просушенными и обезгаженными, так как наличие пленок и загрязнений временно перекрывает течи и снижает чувствительность течеискателя.

Рис. 17.1. Герметизация с помощью пайки гироузла двухстепенного гироскопа с жидкостным демпфированием. Заполнение производится через штуцер, который потом обжимается и опаивается. Подача питания к гиромотору производится через герметичные изоляторы *8*.

Корпус гироузла состоит из двух чашек *2* и *4* и стакана *3*, изготовленных из латуни. Герметичное соединение этих деталей между собой и с латунными полуосями рамки гироузла *1* обеспечивается пайкой. Трубка *6* припаивается к чашке *5*.

Особый интерес представляет герметичное обеспечение подачи питания к гиромотору, находящемуся внутри поплавкого гироузла. Для этой цели к чашке *7* припаивается изолятор *8*, представляющий собой шайбу *9* и три проводника *10*, изготовленных из сплава 29НК и сваренных со стеклом. Сплав 29НК и стекло имеют близкие по своей величине тепловые коэффициенты объемного расширения, что позволяет обеспечить их герметичное соединение. Выводные провода гиромотора и монтажные провода припаиваются к проводникам *10*.

Рис. 17.2. Герметизация крышки с корпусом гироприбора торцовыми резиновыми прокладками. Крышка *19* имеет сферическую поверхность и изготовлена из латуни. Монтажный провод проходит внутри коваровой втулки *13* стеклянного изолятора *18* и подпаивается к латунному выводу *15*. Изолятор припаивается к крышке благодаря имеющейся в нем коваровой втулке. К этой же крышке припаивается трубка *16* для заполнения и латунная ось *17*. Ось *17* служит для монтажа крышки *7*, закрывающей токоподводы. Крышка *7* крепится к оси *17* гайкой *11* со скобой *12*. Герметичность соединения крышек *4* и *7* с корпусом *1* обеспечивается резиновыми прокладками *3* и *5* (см. выноску I).

Монтажные провода, идущие от крышки *4*, соединяются в жгут нитками. Для предохранения проводов от повреждения при прохождении их через отверстие в крышке *7* предусмотрена резиновая втулка *8*, в которую вставляется латунная втулка *10* с натянутой на нее резиновой трубкой *9*.

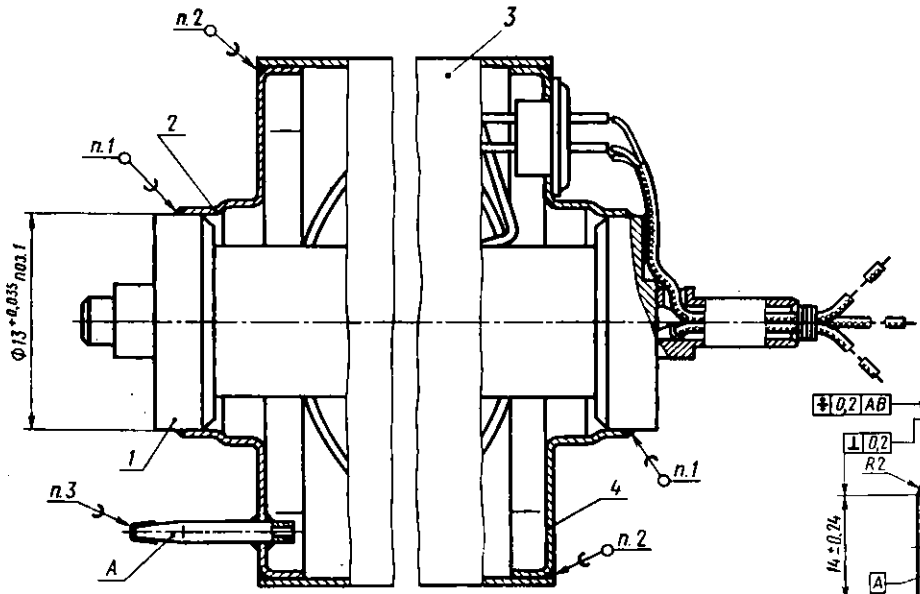
Рис. 17.3. Герметизация крышки с корпусом гироприбора кольцевым резиновым уплотнением и эпоксидным компаундом. Внутренняя полость прибора заполняется лигроином через штуцер *M*, после чего в этот штуцер вставляется заклепка *5* и опаивается. Герметичность соединения стакана *1*, фланца *2* и крышки *4* обеспечивается установкой резинового уплотнительного кольца *6* и заполнением эпоксидным компаундом ЭД-5-К2 мест, указанных в чертеже.

Для того чтобы подать внутрь корпуса прибора питание, не нарушая его герметичности, в этой конструкции применены стеклянные изоляторы *10* с коваровыми чашкой и проводником.

Рис. 17.4. Герметизация внутренней полости гироагрегата с помощью пайки и торцовой резиновой прокладки. Внутренняя полость гироагрегата заполняется азотом. Для обеспечения герметичного соединения между кожухом *1* и корпусом *2* положена резиновая прокладка *3*, которая при затягивании винтов *7* заполняет насечки поверхностей этих деталей. Нижний кожух *15* соединяется с кольцом *13* с помощью заклепок *8* и пайки.

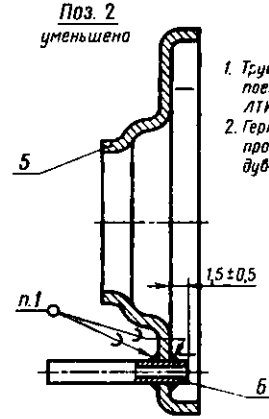
Питание внутрь прибора подается от штепсельной вилки *6* через стеклянные изоляторы *14*. Провод проходит внутри коваровой трубки изолятора и припаивается к контакту изоляционной втулки *9*.

Рис. 17.5. Герметизация корпуса гироприбора торцовыми резиновыми прокладками круглого сечения. Кожух *1* и крышка *2* образуют с корпусом *8* герметичное разъемное соединение с помощью резиновых прокладок *7*. При установке колец *6* эти прокладки разжимаются и резина заполняет канавки корпуса. Герметичный подвод питания осуществляется через стеклянные изоляторы *9*, конструкция которых аналогична показанной на рис. 17.4.



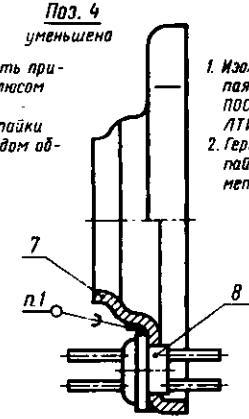
1. Чашки поз. 2,4 припаять к полуосям рамки гироузла поз. 1 по всему периметру припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.
2. Стакан поз. 3 припаять к чашкам поз. 2,4 по всему периметру припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ. Проверить герметичность пайки воздухом под давлением 0,1 кгс/см², подаваемым через трубку поз. А.
3. Внутреннюю полость гироузла заполнить водородом, после чего трубку поз. А обжать и опаять припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.

Поз. 2
уменьшено

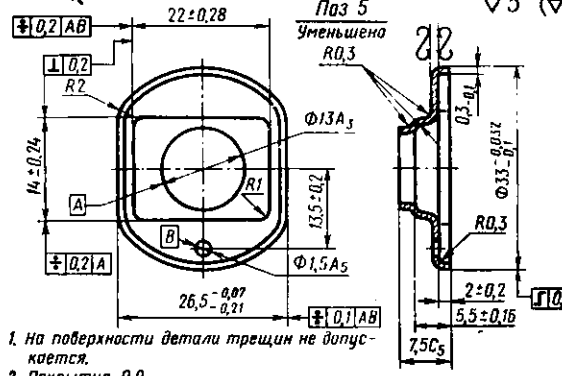


1. Трубку поз. 6 паять припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.
2. Герметичность пайки проверить методом обдува.

Поз. 4
уменьшено



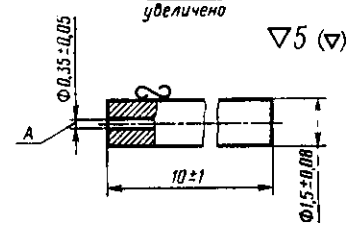
1. Изолятор поз. 8 паять припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.
2. Герметичность пайки проверить методом обдува.



1. На поверхности детали трещин не допускается.
2. Покрытие О.9.

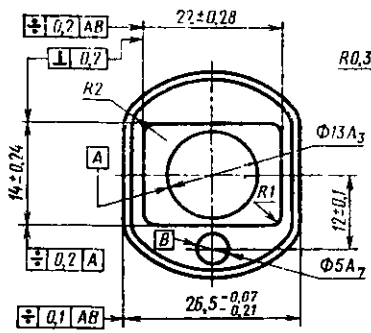
Поз 5
Уменьшено

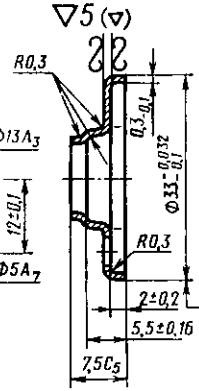
Поз. 6
увеличено



1. Покрытие О.9.
2. Диаметр А допускается без покрытия.

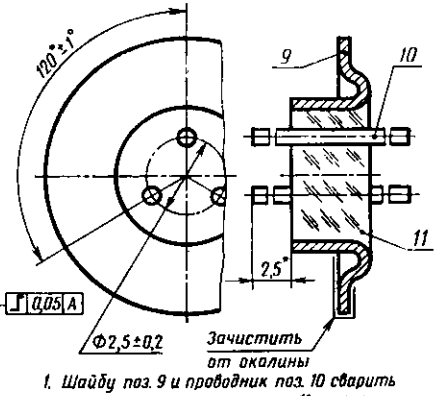
Поз. 7
уменьшено





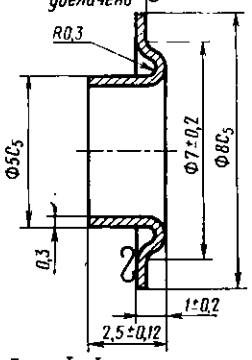
1. На поверхности детали трещин не допускается.
2. Покрытие О.9.

Поз. 8
увеличено



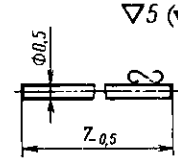
1. Шайбу поз. 9 и проводник поз. 10 сварить герметично со стеклом поз. 11 по специнструкции.
2. Покрытие М.33. О. 9.

Поз. 9
увеличено



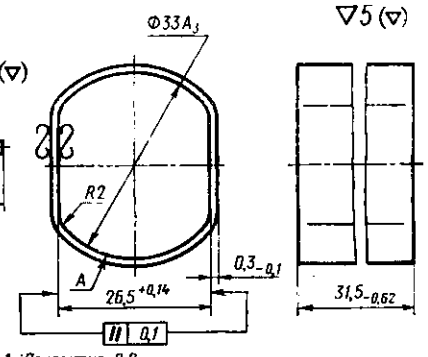
Термообработка по специнструкции

Поз. 10
увеличено



Термообработка по специнструкции

Поз. 3
уменьшено



1. Покрытие О.9.
2. Допуск на диаметр отверстия А дан для изготовления инструмента и контролю не подлежит.

Рис. 17.1

Пример герметизации с помощью пайки гироузла двухстепенного гироскопа с жидкостным демпфированием: 1 - гироузел (сб); 2 - чашка I с трубкой (сб); 3 - стакан (латунь Л62-М); 4 - чашка II с изолятором (сб.); 5 - чашка I (латунь Л62-М); 6 - трубка (латунь Л96); 7 - чашка II (латунь Л62-М); 8 - изолятор (сб.); 9 - шайба (сплав 29НК); 10 - проводник (сплав 29НК); 11 - стеклокрошка

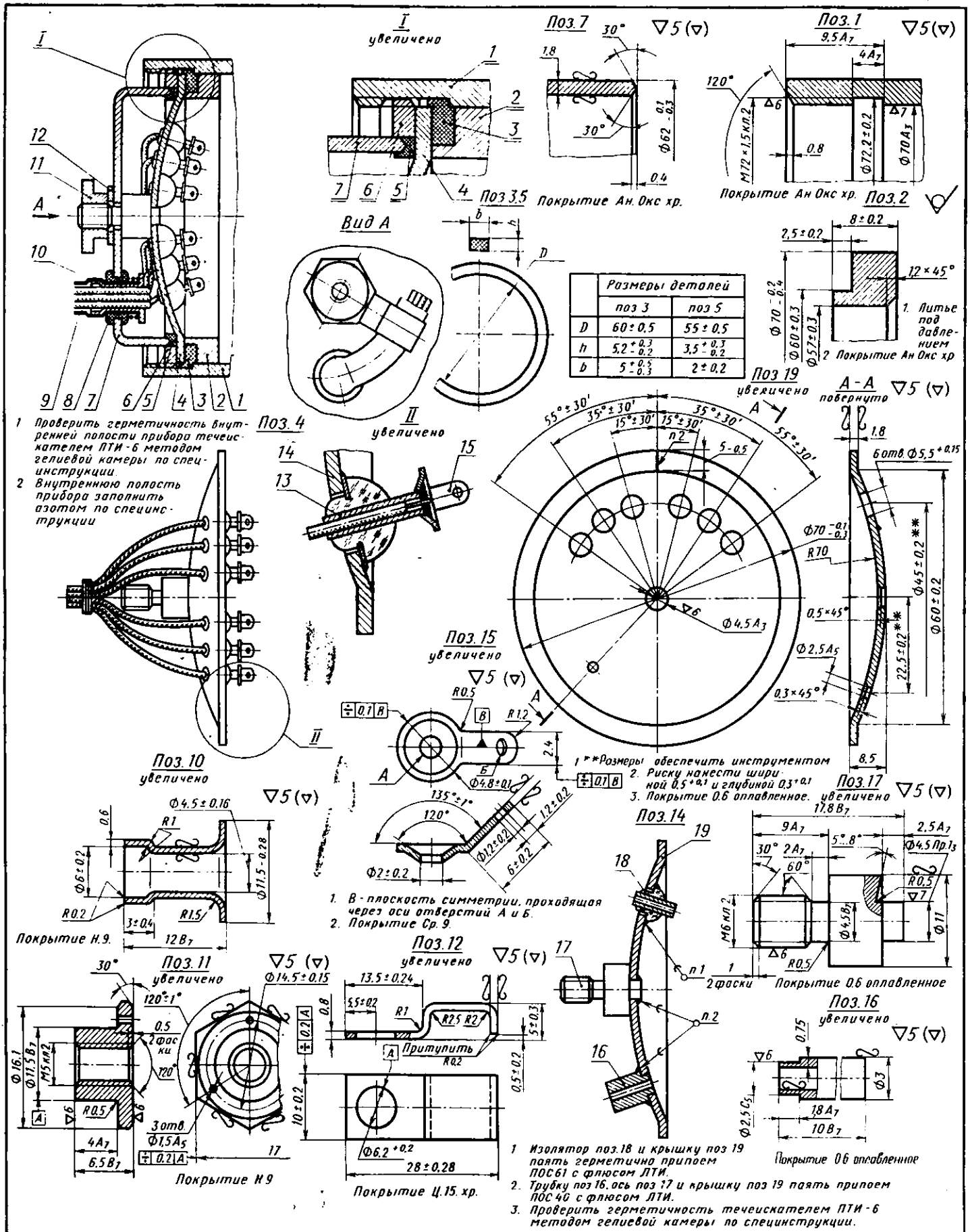
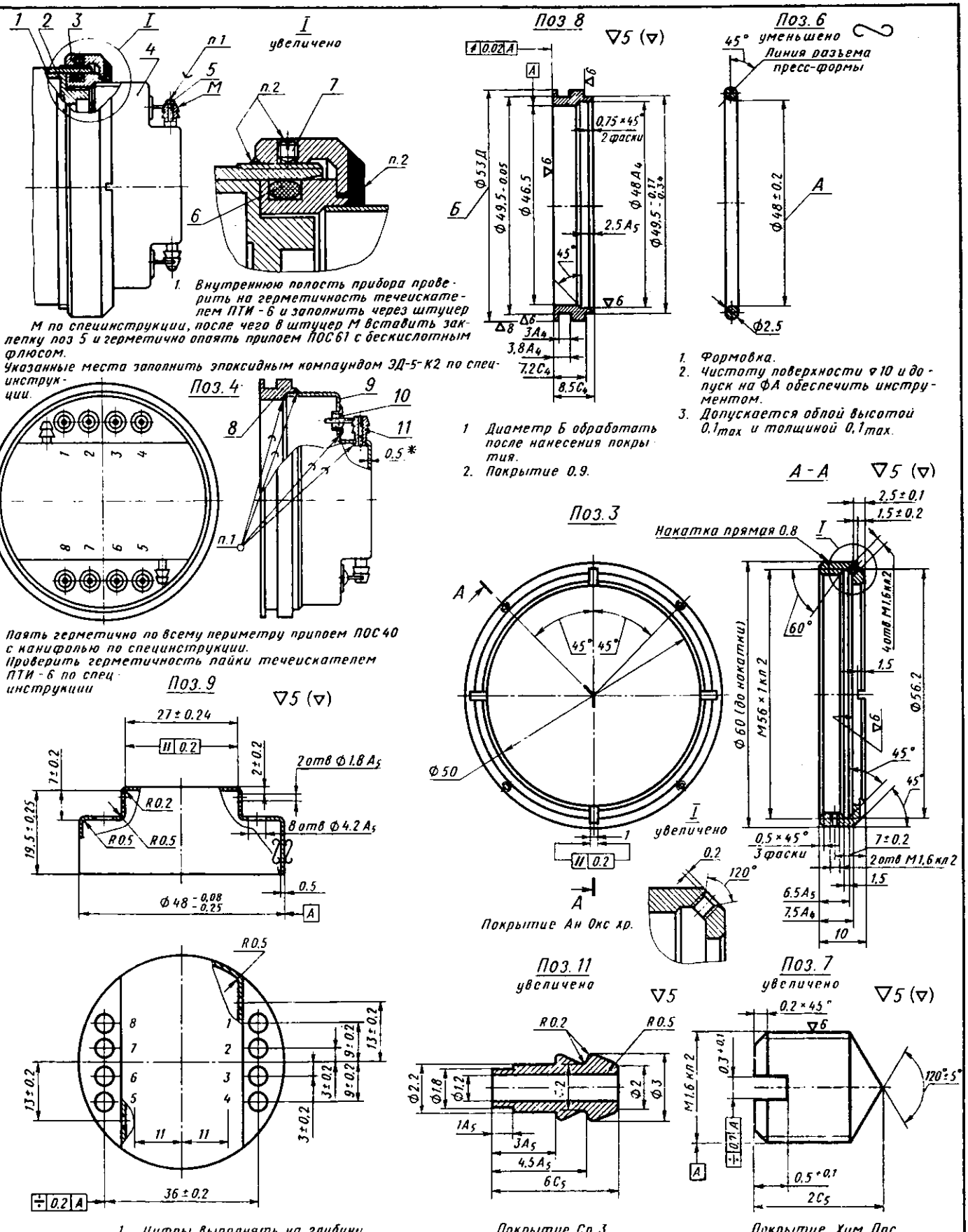


Рис. 17.2

Пример герметизации крышки с корпусом гироприбора торцевыми резиновыми прокладками: 1- корпус (алюминий АДМ); 2- кольцо (алюминиевый сплав АЛ2); 3- прокладка (резиновая смесь 4611); 4- крышка (сб.); 5- прокладка (резиновая смесь 4611); 6- крепежное кольцо (алюминиевый сплав Д1-1); 7- крышка (алюминиевый сплав Д1А-М); 8- втулка (резиновая смесь 4611); 9- трубка (резиновая смесь 4611); 10- втулка (латунь Л62); 11- гайки специальная (латунь ЛС59-1); 12- скоба (сталь 10); 13- втулка (сплав 29НК); 14- крышка (сб.); 15- вывод (латунь Л62-1М); 16- трубка (медь М3Т); 17- ось (латунь ЛС59-1); 18- изолятор (стеклянный); 19- крышка (латунь ЛС59-1М)



1. Внутреннюю полость прибора проверить на герметичность течеискателем ПТИ-6 и заполнить через штуцер М по специнструкции, после чего в штуцер М вставить заклепку поз 5 и герметично опаять припоем ПОС61 с бескислотным флюсом.
2. Указанные места заполнить эпоксидным компаундом ЭД-5-К2 по специнструкции.

1. Паять герметично по всему периметру припоем ПОС40 с канифолью по специнструкции.
2. Проверить герметичность пайки течеискателем ПТИ-6 по специнструкции

1. Диаметр Б обработать после нанесения покрытия.
2. Покрытие 0.9.

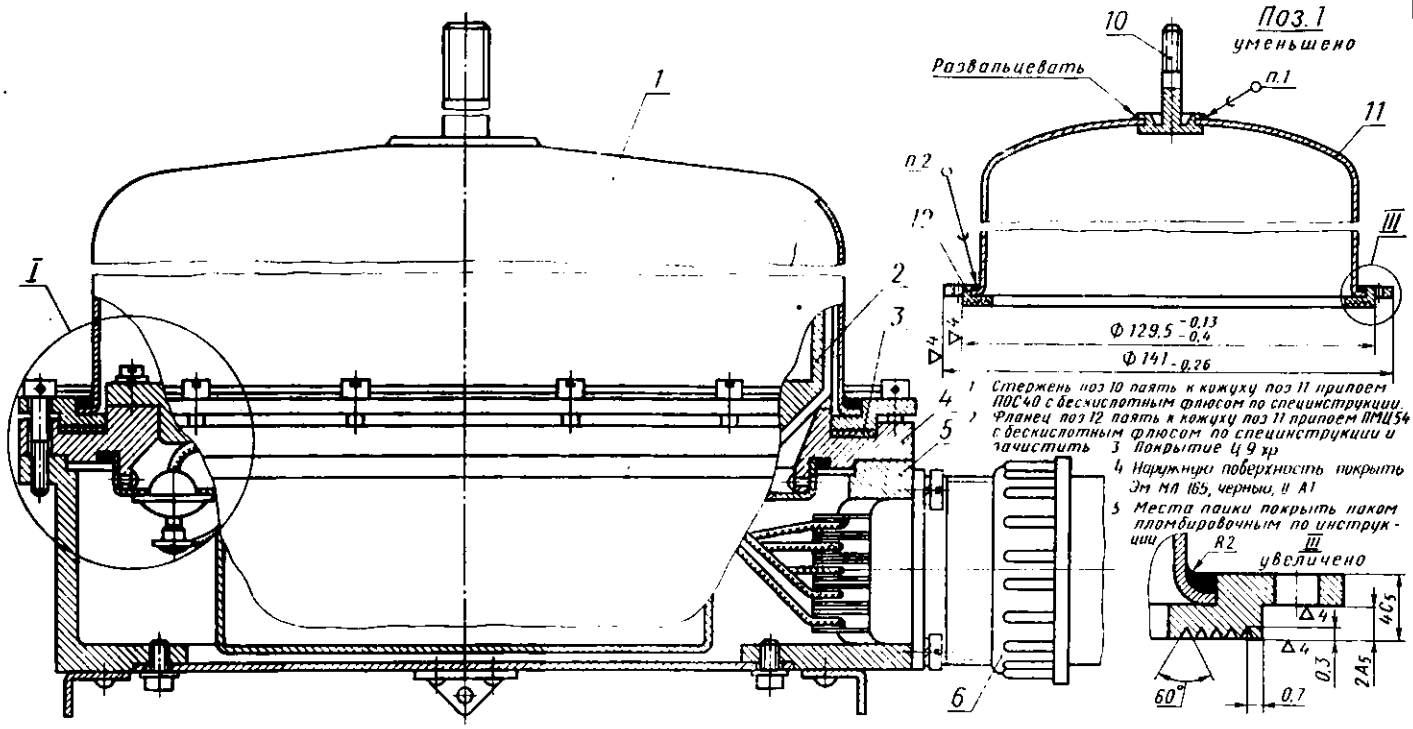
1. Формовка.
2. Чистоту поверхности ▽10 и допуск на ФА обеспечить инструментом.
3. Допускается облой высотой $0,1_{max}$ и толщиной $0,1_{max}$.

1. Цифры выполнять на глубину 0.2...0.3мм по специнструкции
2. Покрытие 0.9.

Покрытие Ср 3.

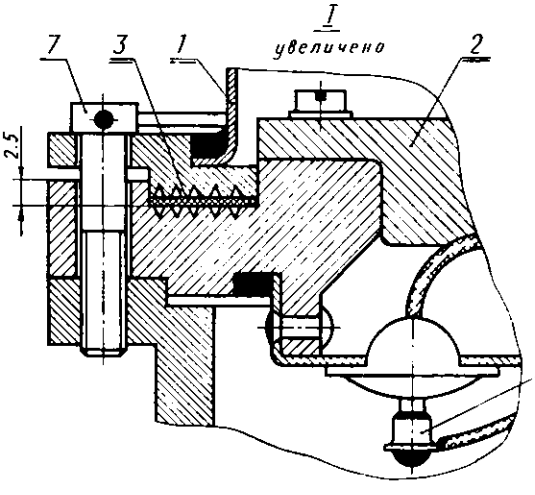
Покрытие Хим. Пас

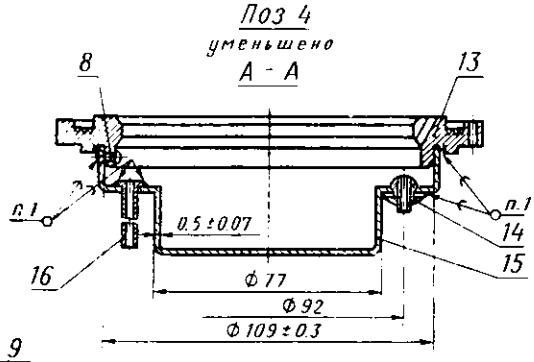
Рис. 17.3 Пример герметизации крышки с корпусом гироприбора кольцевым резиновым уплотнением и эпоксидным компаундом: 1-стакан (алюминиевый сплав В95); 2-фланец (алюминиевый сплав Д1); 3-кольцо резьбовое (алюминиевый сплав В95); 4-узел крышки (сб.); 5-заклепка; 6-кольцо уплотнительное (резина 98-1); 7-винт контровочный (латунь ЛС59-1Т); 8-кольцо (латунь ЛС59-1 антимагнитная); 9-крышка (латунь Л62-М антимагнитная, Т=0,5мм); 10-изолятор спектранный (сб.)-8шт; 11-штуцер (латунь Л62-М, проволока Ф3,5)-2шт

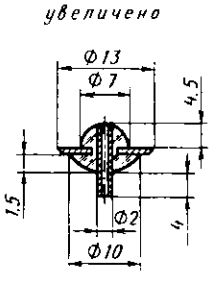


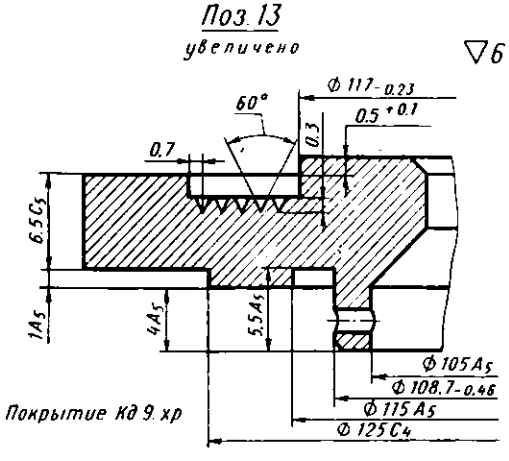
1. Стержень поз 10 паять к кожуху поз 11 припоем ПОС40 с бескислотным флюсом по специнструкции.
2. Фланец поз 12 паять к кожуху поз 11 припоем ПМЦ54 с бескислотным флюсом по специнструкции и зачистить.
3. Покрытие Ц 9 хр
4. Наружную поверхность покрыть Эм МЛ 165, черный, II А1
5. Места пайки покрыть лаком пломбировочным по инструкции

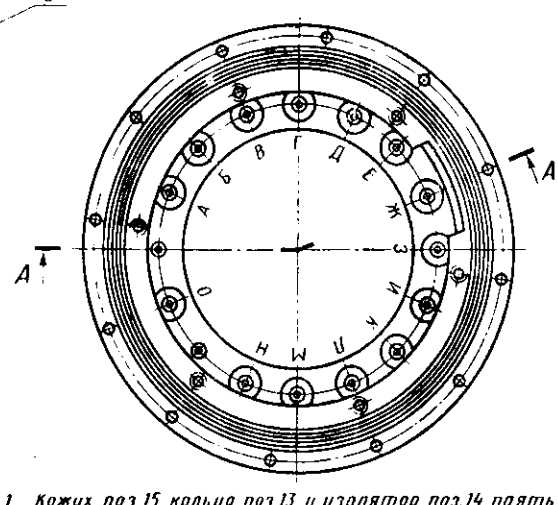
1. Проверить на герметичность по специнструкции
2. Гироагрегат заполнить азотом под давлением 0,1 МН/м² через трубку поз.16. После заполнения конец трубки обжать и опаять
3. Перед заполнением гироагрегат просушить и проверить сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 20 МОм в нормальных условиях.

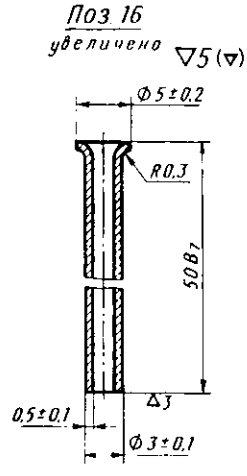












1. Кожух поз 15, кольцо поз 13 и изолятор поз.14 паять припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом по специнструкции. Заклепку поз.8 и трубку поз 16 расклепать и паять к кожуху поз 15 припоем ПОС40 с бескислотным флюсом.
2. Места пайки покрыть лаком пломбировочным по инструкции

1. Термообработка по специнструкции.
2. Травить по специнструкции.

Рис. 17. 4

Герметизация внутренней полости гироагрегата с помощью пайки и торцовой резиновой прокладки: 1 - кожух с фланцем (сб.); 2 - корпус (сб.); 3 - прокладка (резина 1452); 4 - кожух нижний собранный (сб); 5 - основание с угольником (сб.); 6 - вилка штепсельная ВШ - 14; 7 - винт пломбировочный М2,6×15 - 12 шт; 8 - заклепка (медь мм); 9 - контакт изолирующей втулки (сб.); 10 - стержень (сталь 20); 11 - кожух (сталь 10); 12 - фланец (сталь 20); 13 - кольцо (сталь 20); 14 - изолятор стеклянный (сб.); 15 - кожух нижний (сталь 10); 16 - трубка (красная медь М3-М)

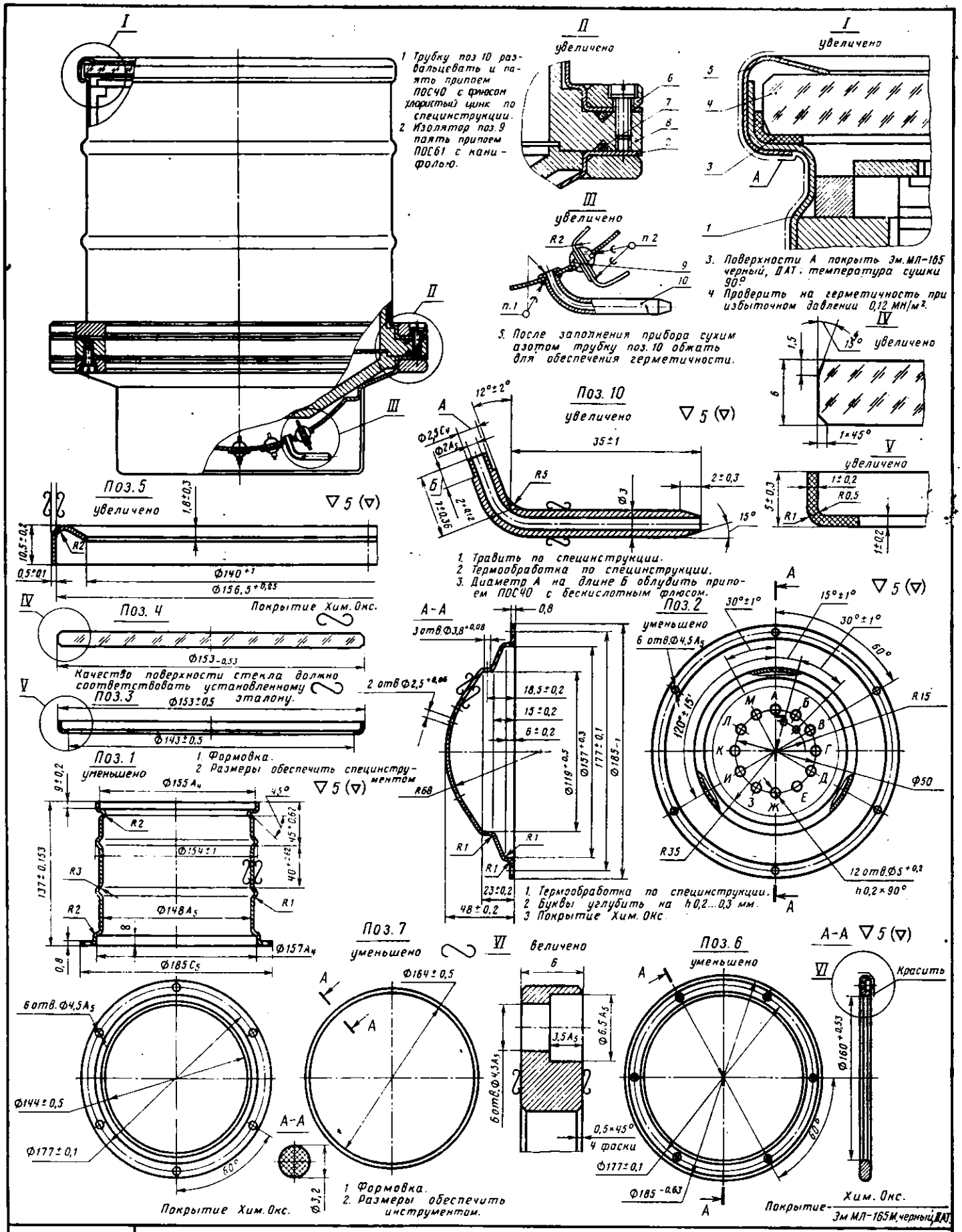


Рис. 17. 5 Герметизация корпуса гироприбора торцовыми резиновыми прокладками крупного сечения: 1- кожух (латунь Л62-М); 2- крышка кожуха (латунь Л62-М); 3- кольцо (резина); 4- стекло (стекло I сорта); 5- кольцо декоративное (латунь Л62-М); 6- кольцо (алюминиевый сплав Д1-Т); 7- прокладка (резиновая смесь); 8- корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 9- изолятор стеклянный (сб); 10- трубки (медь М2-М)

Особый интерес представляет собой герметичное соединение кожуха *1* со стеклом *4*, обеспечивающим возможность снятия показаний со шкалы прибора. Между кожухом и стеклом устанавливается резиновое кольцо *3*, затем кольцо *5* прижимает стекло и завальцовывается по выступу кожуха.

ГЛАВА 18

ДВИГАТЕЛИ С РЕДУКТОРАМИ

В гироскопических приборах двигатели с редукторами выполняют следующие функции.

1. Перемещают элементы отсчетных устройств или датчиков выходного сигнала с целью коррекции.

2. Перемещают следящие рамы для устранения карданных ошибок и для предотвращения выбивания трехстепенного гироскопа при сладывании рам карданова подвеса.

3. Создают разгрузочные моменты на осях силовых гиростабилизированных платформ.

4. Перемещают стабилизированные платформы в заданное положение по сигналам интегрирующих гироскопов.

5. Используются в механизмах задержки времени выключателя коррекции.

6. Осуществляют привод промежуточных колец реверсивно-вращающихся «трехколечных» шарикоподшипников карданова подвеса.

В гироскопических приборах чаще всего используются малогабаритные двухфазные индукционные двигатели типа ДИД-0,5 или двигатели-генераторы типа ДГ-0,5 с малым моментом инерции ротора, питающиеся переменным током частотой 400 Гц.

Редукторы используются для понижения частоты вращения выходного вала, которая колеблется от 360 град/с до 1 град/мин, и для увеличения момента, воздействующего на гироскоп или платформу.

При проектировании редуктора необходимо обеспечить большие передаточные отношения до 1 : 1000000 при малых габаритах редуктора, что обеспечивается использованием мелкомодульного эвольвентного зацепления с модулем 0,2; 0,3 мм.

Редуктор собирают на двух платах из листовой кремниевомарганцевой или алюминиевомарганцевой бронзы. Трубки и шестерни цапфами диаметром 0,8—2 мм устанавливают в отверстия плат по ходовой посадке 2-го или 3-го класса точности. Для обеспечения правильного зацепления мелкомодульных зубчатых колес необходимо координаты отверстий выдерживать с точностью до ±0,02—0,03 мм, а чистоту — по 8 классу (▽8) шероховатости поверхностей. Эти отверстия в платах делают при помощи калибровочных штампов, а сами платы — штамповкой-вырубкой.

Трибки и оси изготавливают из нержавеющей автоматной стали марки ЭИ474, которая хорошо обрабатывается резанием, принимает закалку с твердостью *HRC* 50, шлифуется и полируется до 10-го класса (▽ 10) и выше.

Быстроходные шестерни выполняют из листовой бронзы, латуни, а тихоходные иногда выполняют из алюминиевого сплава Д1-Т.

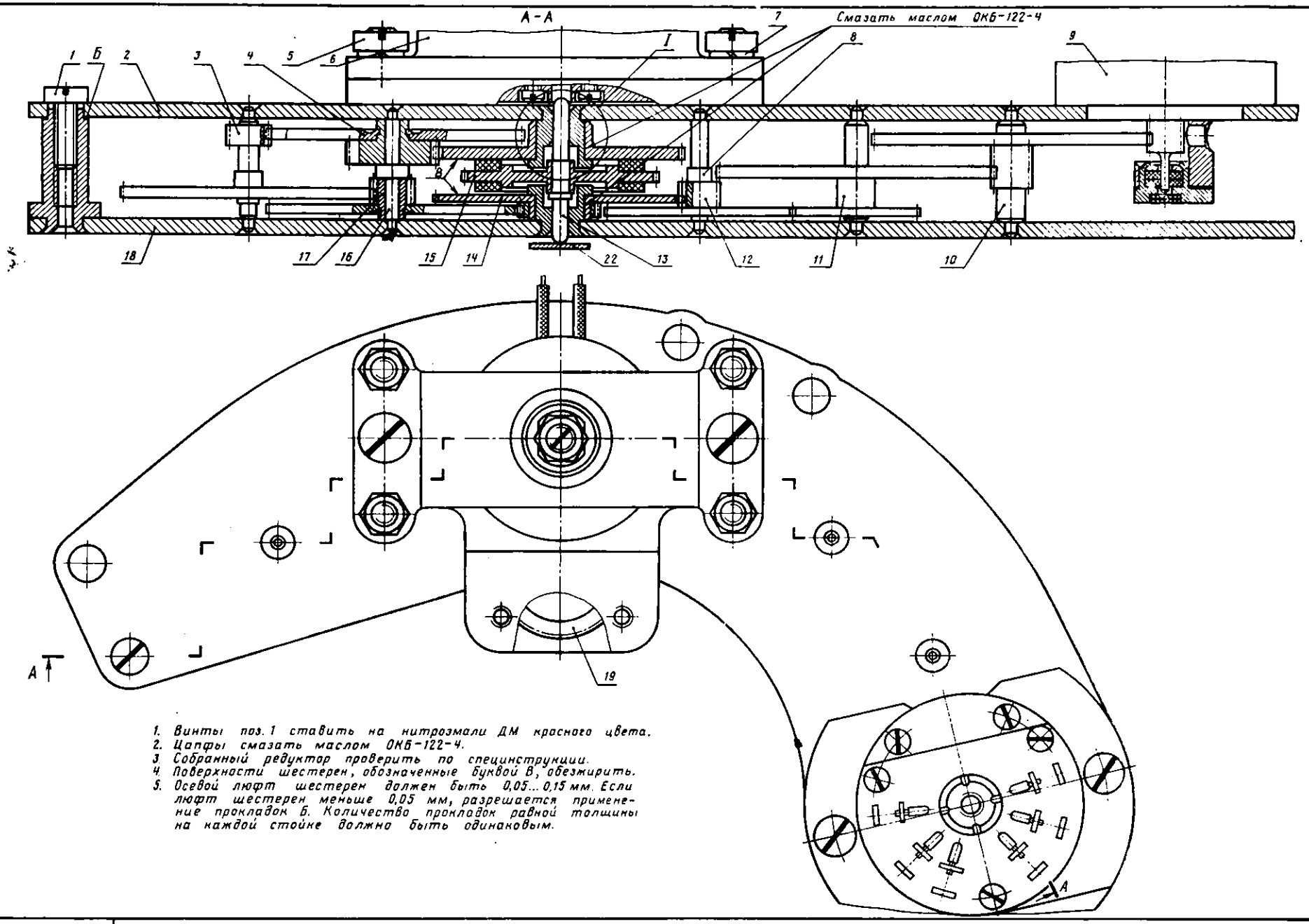
Основными предъявляемыми требованиями к двигателям с редуктором являются плавность и легкость хода, которые оцениваются напряжением трогания двигателя, не превышающим 0,5—2 В.

Рис. 18.1. Двигатель с двухступенчатым редуктором. Используется в курсовом гироскопе для отработки щеток курсового потенциометра, автоматического согласовывания их положения с датчиком магнитного курса, т. е. осуществляет магнитную коррекцию выходного сигнала по курсу. В рабочем режиме передаточное отношение редуктора 1 : 828000 и нормальная скорость согласовывания 1—5 град/мин. При запуске прибора или после выполнения фигур высшего пилотажа включением электромагнитного реле *6* перемещают вниз шестерню *15* с фрикционными кольцами и сцепляют ее с нижней быстроходной шестерней *14*, при этом кинематическая цепь редуктора сокращается, передаточное отношение редуктора становится 1 : 3150, а скорость выходного вала редуктора возрастает, обеспечивая большую скорость согласования — более 10 град/с. При выключенном электромагнитном реле *6* шестерня *15* с фрикционными дисками пружиной *22* поднимается и сцепляется с верхней шестерней, имеющей малую скорость. Привод осуществляется двигателем *9* типа ДИД-0,5.

Рис. 18.2. Двигатель с редуктором для отработки шкалы. Используется в гирополукомпасе ГПК-52 для отработки шкалы в заданное положение. Двигатель с редуктором закрепляется на наружной раме гироскопа, и его выходной вал зубчатой передачей соединяется с осью шкалы, совпадающей с осью наружной рамы. Рама перемещается в заданное положение при помощи двигателя *8* типа ДИД-0,5, включенного вручную с пульта управления. Пружина *13* осуществляет торможение, предотвращая поворот шкалы прибора по инерции после отключения двигателя.

Рис. 18.3. Двигатель с редуктором для отработки следящей рамы. Используется в авиагоризонте АГИ-1 для отработки креновой следящей рамы в горизонтальное положение, предотвращая выбивание гироскопа при перевороте самолета через крыло. Двигатель *2* типа ДИД-0,5 включается коммутатором, установленным на оси внутренней рамы гироскопа при отклонениях следящей рамы в сторону крена, сохраняя ее горизонтальность. Скорость отработки следящей рамы (более 120 град/с) превышает возможную скорость переворота самолета через крыло. Передаточное отношение редуктора 1 : 303.

Рис. 18.4. Двигатель с редуктором механизма задержки времени. Используется в выключателе коррекции ВК-53 для обеспечения заданного времени запаздывания в срабатывании реле, отключающего коррекцию. На выходной оси *19* редуктора устанавливают кольцевой коммутатор, замыкание контактных ламелей которого происходит при поворо-



1. Винты поз. 1 ставить на нитрозмали ДМ красного цвета.
2. Цапфы смазать маслом ОКБ-122-4.
3. Собранный редуктор проверить по специнструкции.
4. Поверхности шестерен, обозначенные буквой В, обезжирить.
5. Осевой люфт шестерен должен быть 0,05...0,15 мм. Если люфт шестерен меньше 0,05 мм, разрешается применение прокладок Б. Количество прокладок равной толщины на каждой стойке должно быть одинаковым.

Рис. 18.1
на 3 листах
Лист 1

Двигатель с двухступенчатым редуктором: 1- винт М2×6; 2- плата верхняя собранная (сб.); 3- трибка с шестерней (сб.); 4- шестерня собранная (сб.); 5- винт; 6- реле собранное (сб.); 7- шайба разрезная; 8- ось (сталь ЭИ474); 9- двухфазный индукционный двигатель ДИД-0,5 (сб.); 10- трибка с шестерней (сб.); 11- ось собранная (сб.); 12- трибка с шестерней (сб.); 13- ось (сталь 4Х13); 14- шестерня (латунь ЛС59-1); 15- шестерня (латунь ЛС59-1); 16- ось (сталь ЭИ474);

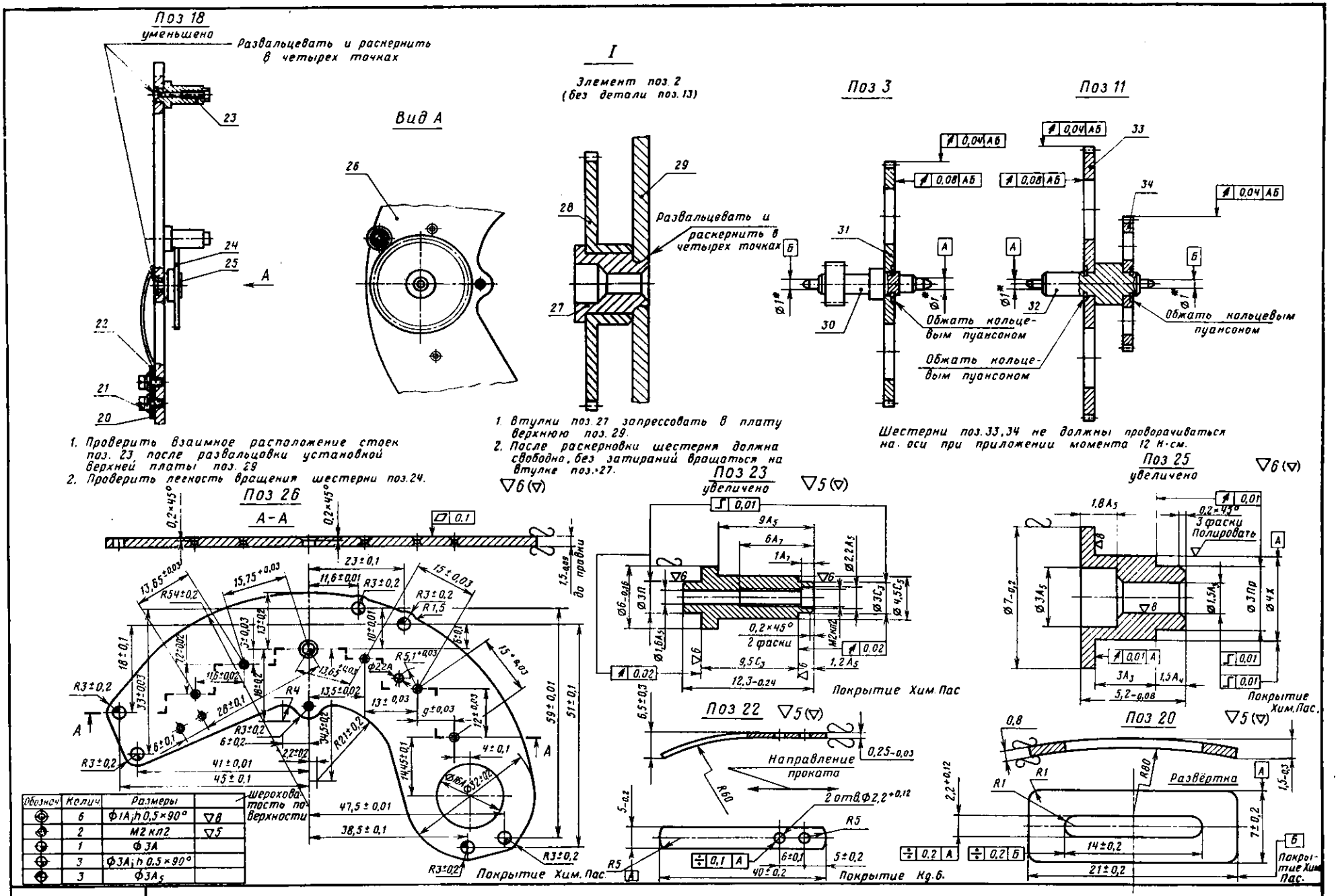
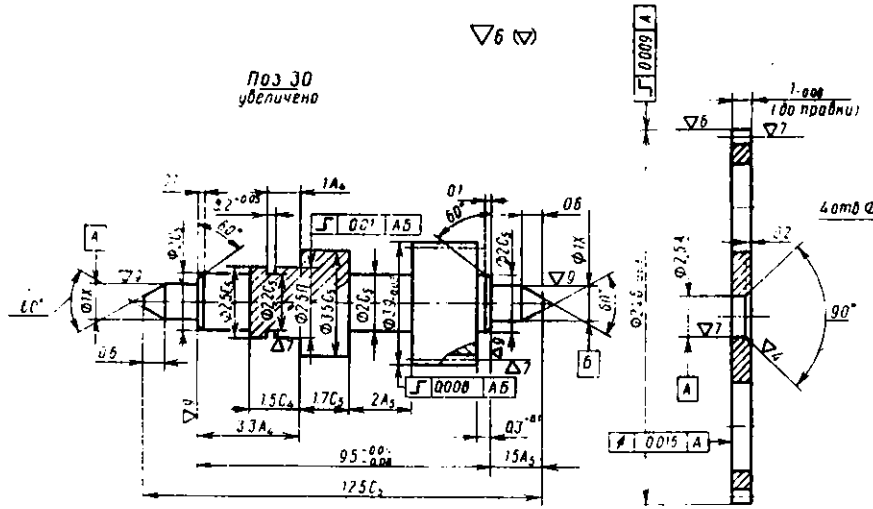


Рис. 18. 1

Лист 2

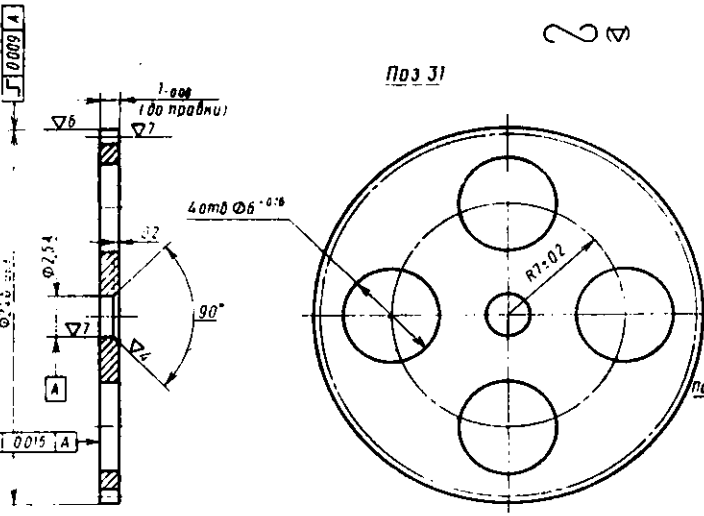
17- шестерня собранная (сб); 18- плата нижняя собранная (сб.); 19- трибка (сталь ЭИ474); 20- пластина (латунь ЛС59-1Т); 21- винт М2×4 -2шт ; 22- пружина (сталь У8А); 23- стойка (латунь Л62);

Поз 30
увеличено



Модуль	m	0,3
Число зубьев	Z	11
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	d_0	3,3
Размер по роликам	M_p	4,133
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

Поз 31

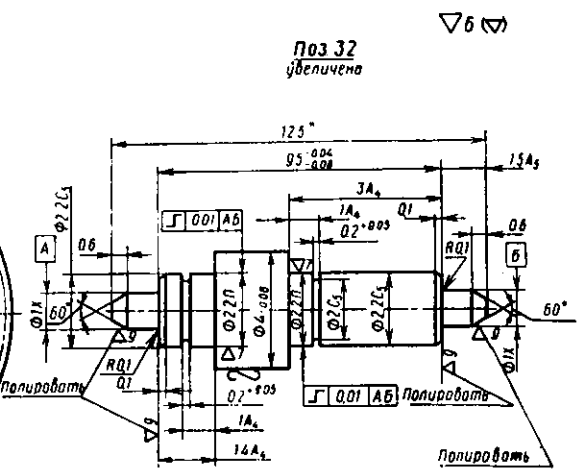


Модуль	m	0,3
Число зубьев	Z	80
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	d_0	24
Размер по роликам	M_p	24,930
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

1 Электрополировать
2 Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59

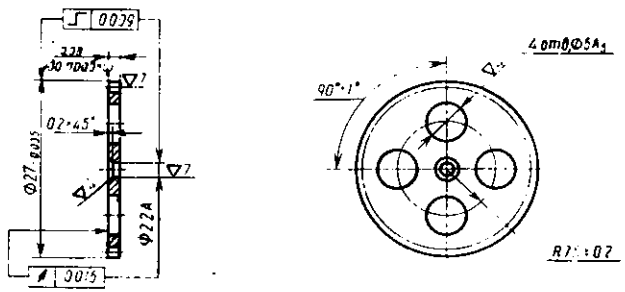
1 Править рифлением до нарезки зуба
2 Покрытие Хим Пас
3 Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59

Поз 32
увеличено



Покрытие Хим Пас

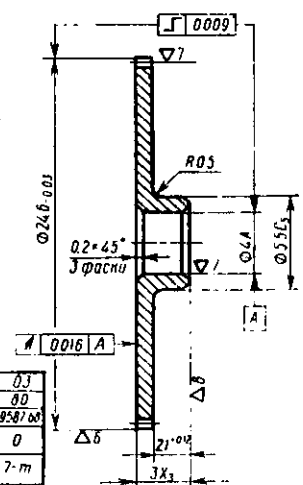
Поз 34



Модуль	m	0,3
Число зубьев	Z	89
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	d_0	26,4
Размер по роликам	M_p	27,628
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

1 Править рифлением до нарезки зубьев
2 Покрытие Хим Пас
3 Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59

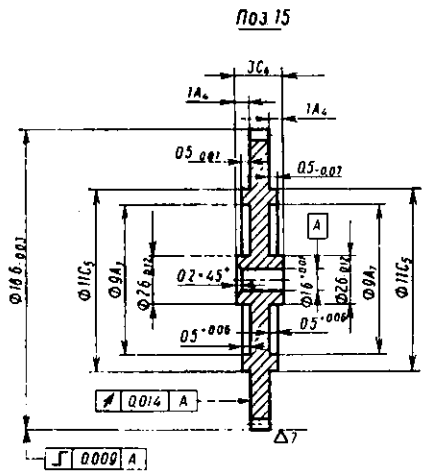
Поз 14



Модуль	m	0,3
Число зубьев	Z	80
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-т
Диаметр делительной окружности	d_0	24
Размер по роликам	M_p	24,930
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

1 Покрытие Хим Пас
2 Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59

Поз 15



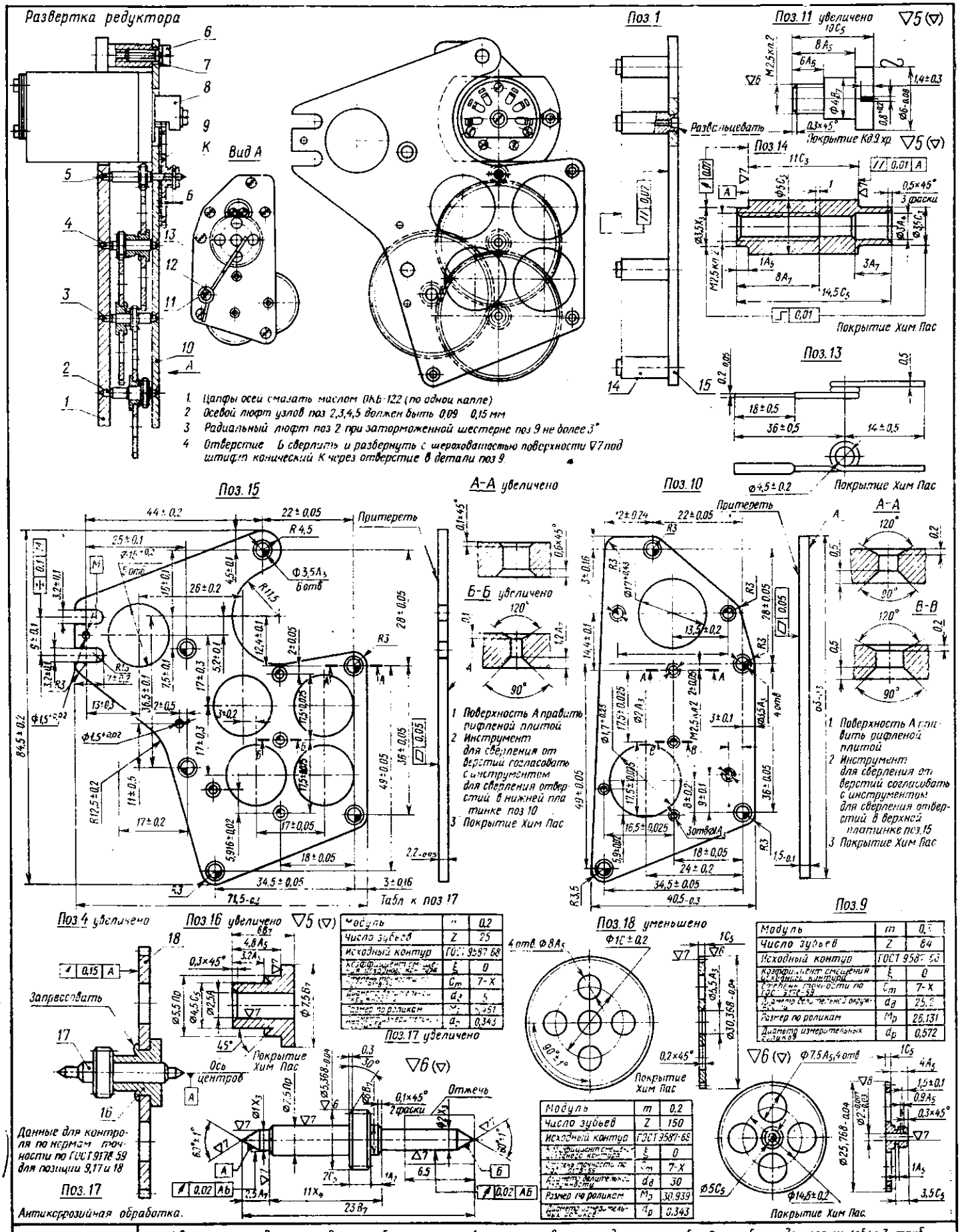
Модуль	m	0,3
Число зубьев	Z	61
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	d_0	18
Размер по роликам	M_p	18,925
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

1 Покрытие Хим Пас
2 Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59

Рис. 18. 1

Лист 3

24 — шестерня собранная (сб.); 25 - втулка (бронза Бр.КМц3-1); 26 - плата нижняя (бронза Бр КМц3-1); 27- втулка (бронза Бр.КМц3-1); 28 — шестерня (латунь ЛС59-1Т); 29- плата верхняя (бронза Бр. КМц3 1); 30- трибка (сталь Эи474); 31- шестерня (латунь ЛС59-1Т); 32 — ось (сталь Эи474); 33 - шестерня (латунь ЛС59-1); 34 - шестерня (латунь ЛС59-1)



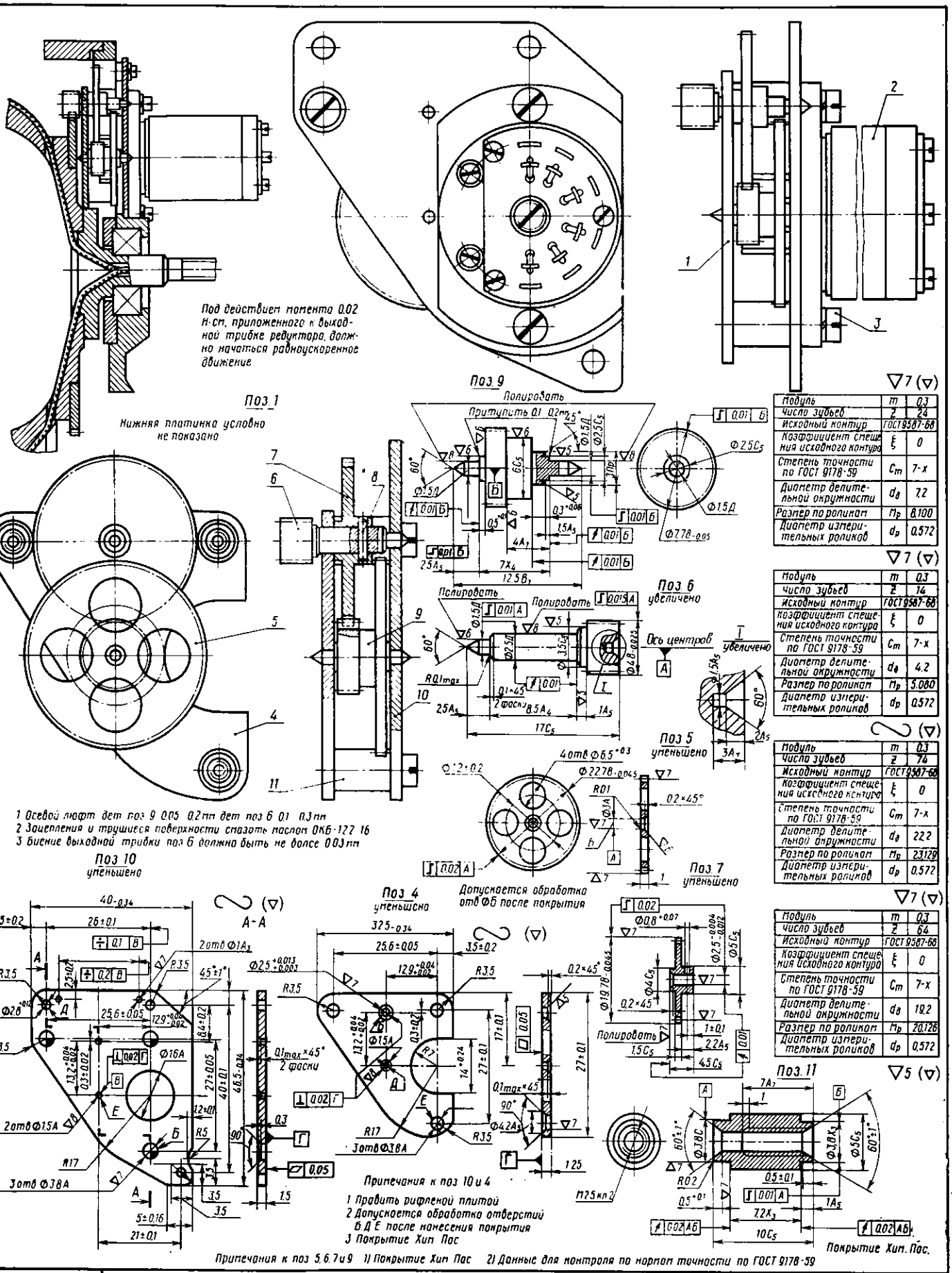
Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	25
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	5
Размер по роликам	$M_р$	5,251
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,343

Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	150
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	30
Размер по роликам	$M_р$	30,939
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,343

Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	64
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	25,6
Размер по роликам	$M_р$	26,131
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Рис. 18. 2

Двигатель с редуктором для отработки шкалы: 1- платинка верхняя с деталями (сб.); 2- трубка с деталями (сб.); 3- трубка с деталями (сб.); 4 - трубка с деталями (сб.); 5- трубка (сталь Э1474); 6- винт М2×6 - 4 шт; 7- шайба разрезная- 6 шт; 8- индукционный двигатель ДИД-0,5; 9- шестерня (латунь ЛС59-1); 10- платинка нижняя (бронза Бр.АМц 9-2Т); 11- винт специальный (сталь 20); 12- шайба; 13- пружина (бронза Бр.КМц 3-1); 14- стойка (латунь ЛС59); 15- платинка верхняя (бронза Бр. АМц 9-2Т); 16- втулка (латунь Л62); 17- трубка (сталь Э1474); 18- шестерня (латунь ЛС59)



Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	24
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	7,2
Размер по роликам	$M_р$	8,100
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	14
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	4,2
Размер по роликам	$M_р$	5,060
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	74
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	22,2
Размер по роликам	$M_р$	23,129
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	64
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	19,2
Размер по роликам	$M_р$	20,126
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,572

Припечания к поз 5, 6, 7 и 9 1) Покрытие Хим Пас 2) Данные для контроля по нормам точности по ГОСТ 9178-59

Рис. 18.3 Двигатель с редуктором для отработки следящей рамы: 1-редуктор (сб.); 2-двухфазный индукционный двигатель ДИД-0,5; 3-винт М2,5×6-3шт; 4-платинка верхняя (бронза Бр.АМц 9-2Т); 5-шестерня (бронза Бр.АМц 9-2Т); 6-трибка II (сталь ЭИ474); 7-шестерня (бронза Бр.АМц 9-2); 8-штифт конический; 9-трибка I (сталь ЭИ474); 10-платинка нижняя (бронза Бр.АМц9-2Т); стойка (латунь ЛС59-1Т)

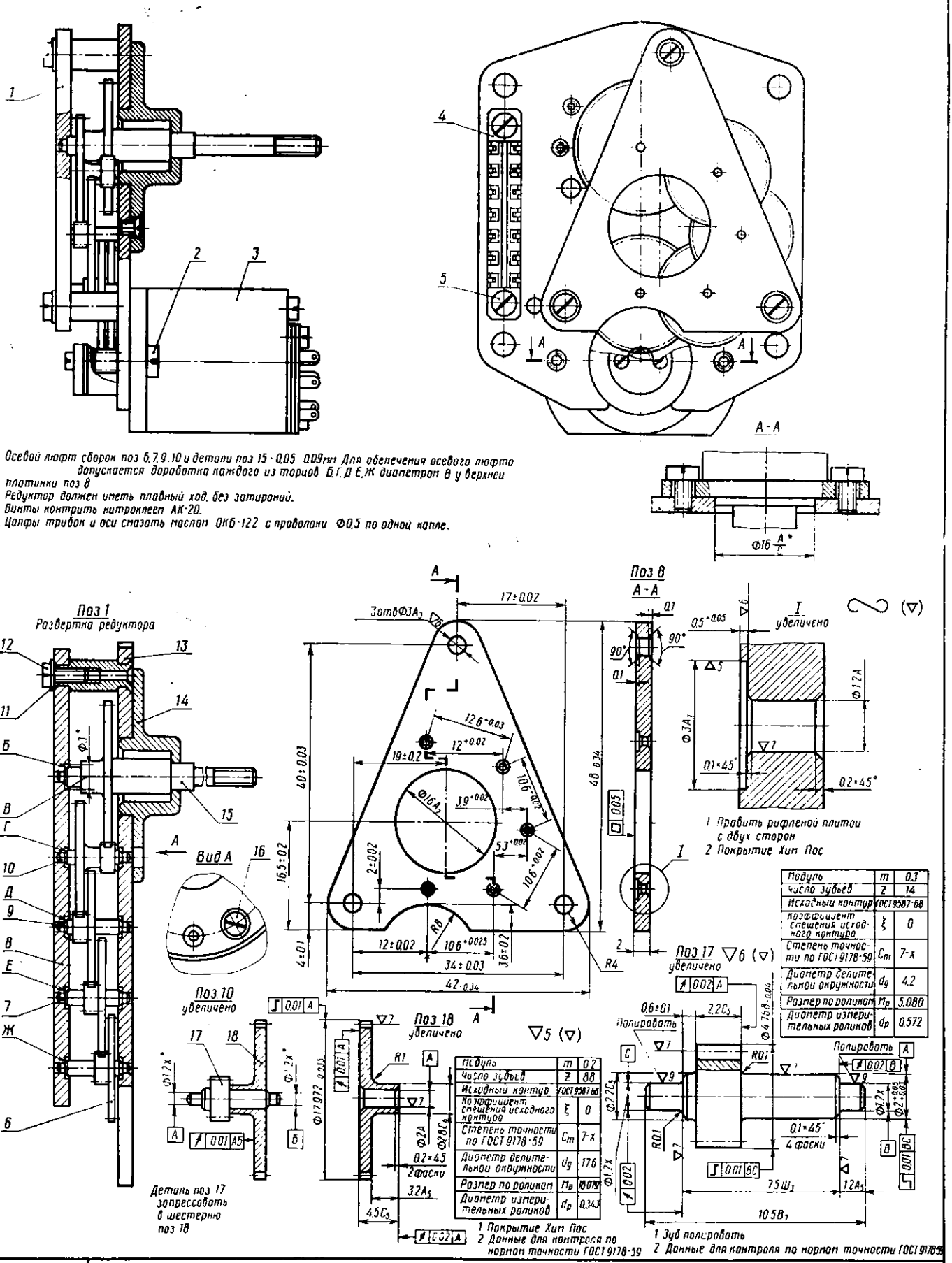
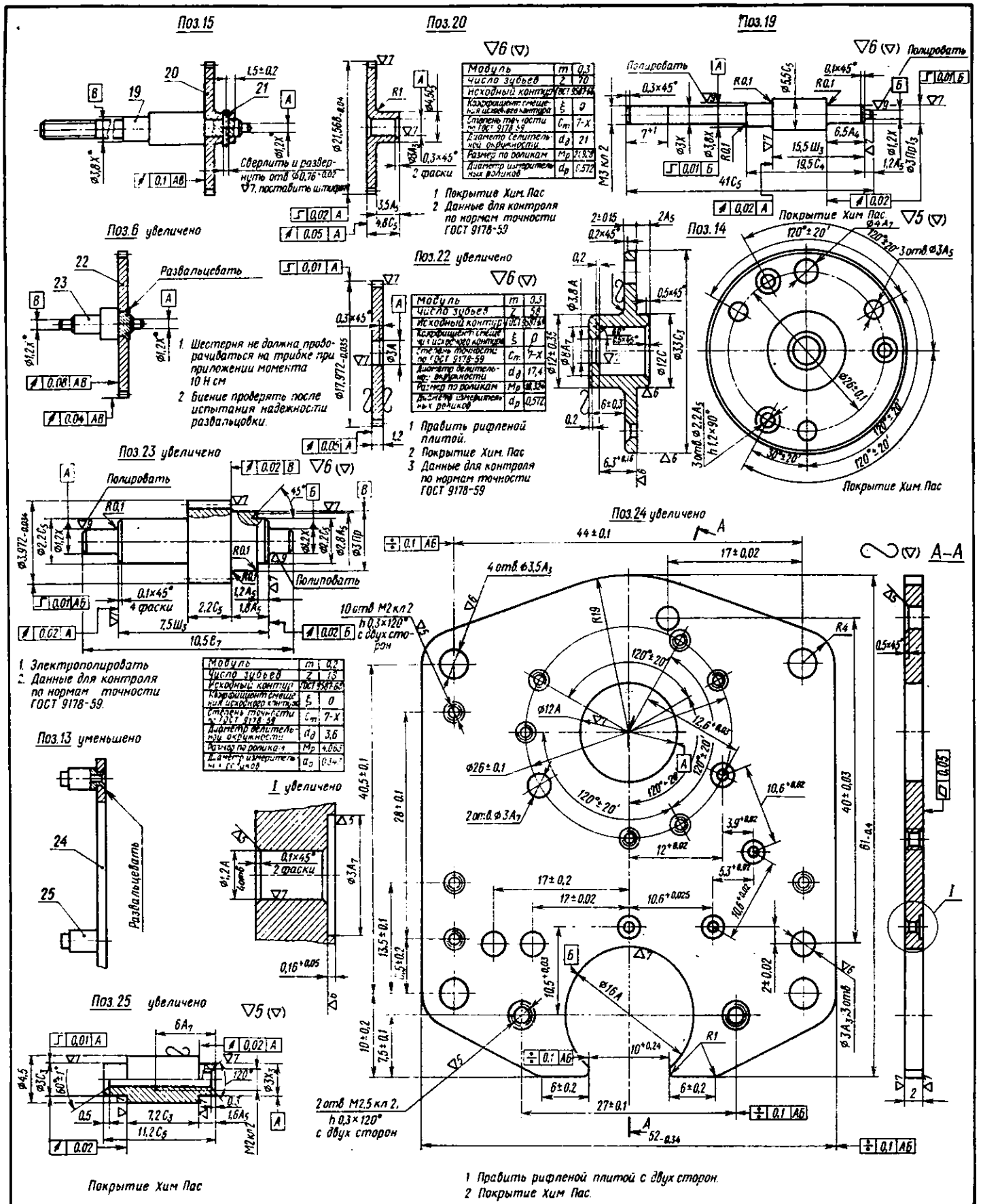


Рис. 18. 4
на 2 листах
Лист 1

Двигатель с редуктором механизма задержки времени : 1- редуктор (сб.); 2 - винт М2,6×5 - 2 шт ; 3 - двухфазный индукционный двигатель ДИД-0,5 (сб); 4 - колодка (сб.); 5 - винт М2×4 - 2шт ; 6 - трибка I с шестерней (сб.); 7 - трибка II с шестерней (сб.); 8 - платинка верхняя (бронза Бр КМц 3-1); 9 - трибка III с шестерней (сб.); 10 - трибка IV с шестерней (сб.); 11 - шайба ; 12 - винт ; М2×5 - 13 шт ; 13 - платинка нижняя со стойкой (сб.) ; 14 - втулка (бронза Бр. АМц 9-2);



Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	70
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	Cт	7-Х
Длина общей нормали	d_g	21
Размер по роликам	M_p	21,9-0,3
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

Модуль	m	0,3
Число зубьев	z	58
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	Cт	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	17,4
Размер по роликам	M_p	18,3-0,3
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,572

Модуль	m	0,2
Число зубьев	z	15
Исходный контур	ГОСТ 9587-68	
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	Cт	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	3,6
Размер по роликам	M_p	4,06-0,2
Диаметр измерительных роликов	d_p	0,344

Рис. 18. 4	15- ось с шестерней (сб.); 16- винт М2×4-3шт; 17- трибка IV (сталь ЭИ474); 18- шестерня (бронза Бр.КМц 3-1); 19- ось (сталь ЭИ474); 20- шестерня (бронза Бр.КМц3-1); 21- штифт; 22- шестерня (бронза Бр. ОФ); 23- трибка I (сталь ЭИ474); 24- платинка нижняя (бронза Бр.КМц 3-1Т); 25- стойка (латунь ЛС59-1М) - 3шт
Лист 2	

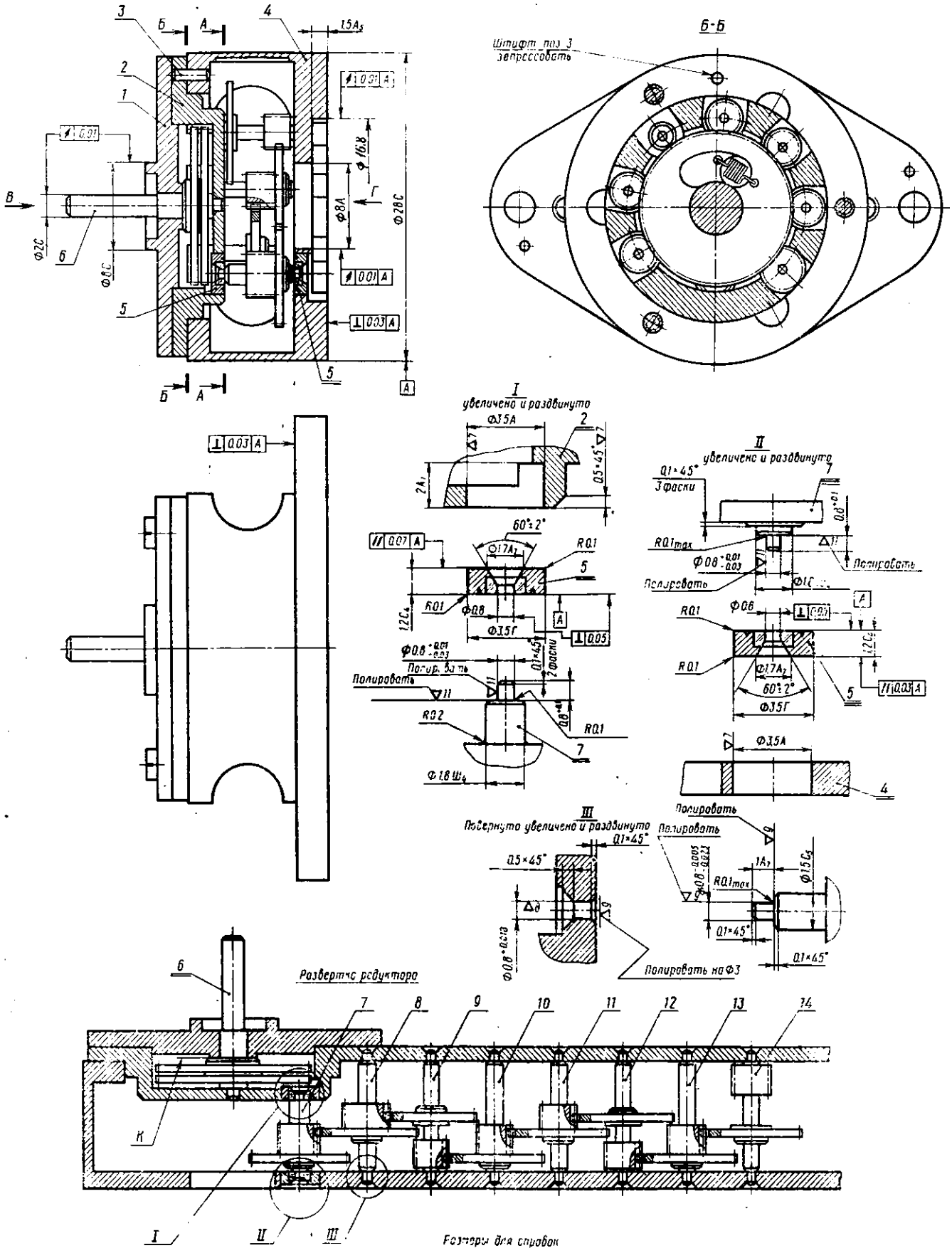


Рис. 18.5
на 4 листах
Лист 1

Универсальный редуктор

1- крышка (бронза Бр АМц9-2); 2 - плата (бронза Бр АМц9-2); 3- штифт, 4- корпус (бронза Бр АМц9-2), 5- подшипник с колпачком (сб) 6- трибка с шестерней (сб), 7- трибка с шестерней (сб), 8- трибка с шестерней (сб), 9- трибка с шестерней (сб), 10- трибка с шестерней (сб) 11- трибка с шестерней (сб), 12- трибка с шестерней (сб), 13- трибка с шестерней (сб), 14- трибка с шестерней (сб);

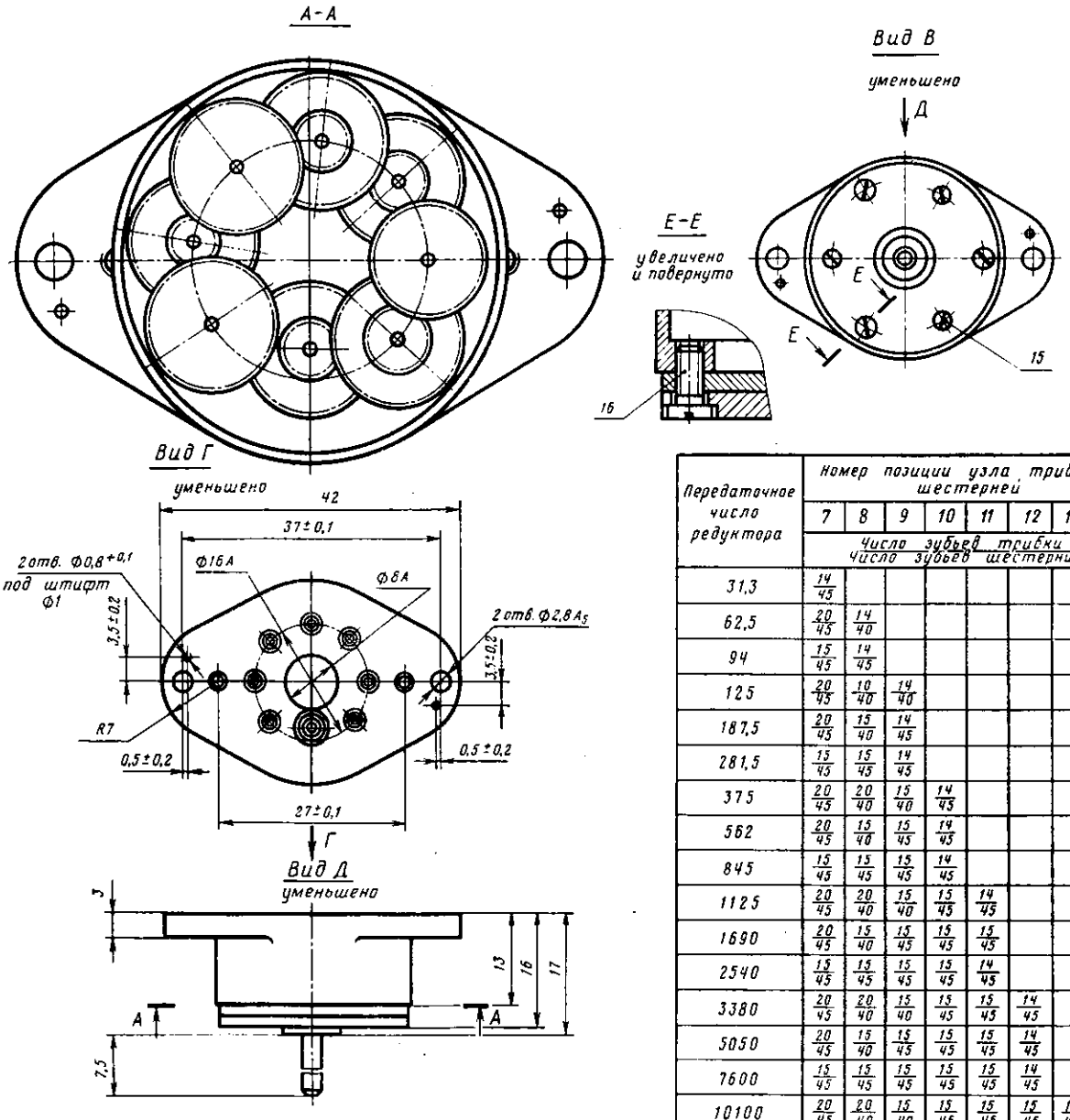


Таблица 1

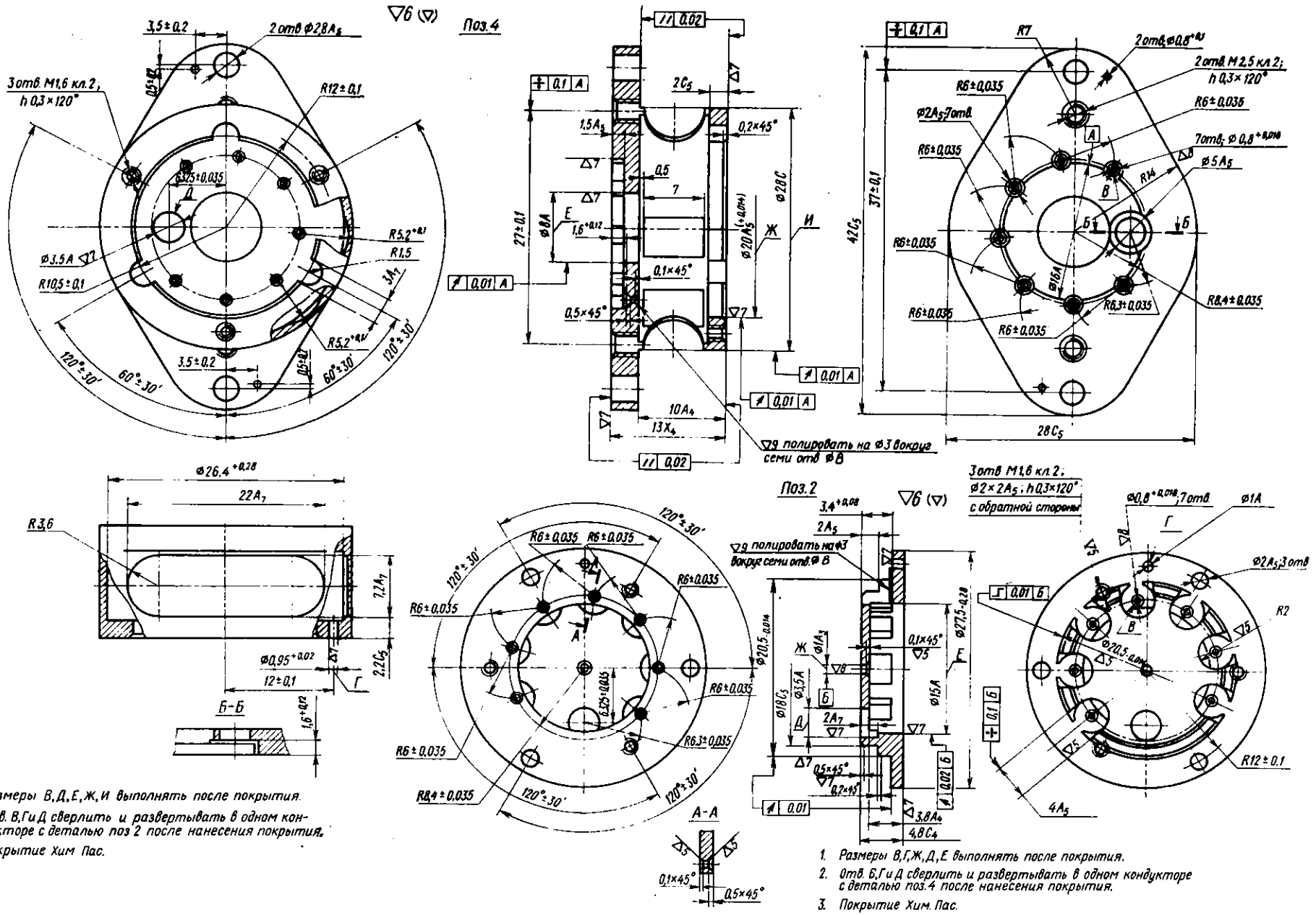
Передаточное число редуктора	Номер позиции узла трибки с шестерней								Напряжение трогания, В не более
	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Число зубьев трибки / Число зубьев шестерни								
31,3	14/45								0,5
62,5	20/45	14/40							
94	15/45	14/45							
125	20/45	10/40	14/40						
187,5	20/45	15/40	14/45						
281,5	15/45	15/45	14/45						
375	20/45	20/40	15/40	14/45					
562	20/45	15/40	15/45	14/45					
845	15/45	15/45	15/45	14/45					
1125	20/45	20/40	15/40	15/45	14/45				0,6
1690	20/45	15/40	15/45	15/45	15/45				
2540	15/45	15/45	15/45	15/45	14/45				
3380	20/45	20/40	15/40	15/45	15/45	14/45			
5050	20/45	15/40	15/45	15/45	15/45	14/45			
7600	15/45	15/45	15/45	15/45	15/45	14/45			
10100	20/45	20/40	15/40	15/45	15/45	15/45	14/45		
15200	20/45	15/40	15/45	15/45	15/45	15/45	14/45		
22800	15/45	15/45	15/45	15/45	15/45	15/45	14/45		
83077	12/50	12/48	12/48	12/48	15/48	15/45	14/45		

1. Винты поз. 15 поставлены в качестве заглушек, при необходимости разрешается их удалить.
2. Перед сборкой редуктора тщательно очистить отверстия в корпусе поз. 4, крышке поз. 1 и плате поз. 2 от стружки, все детали промыть в авиационном бензине, просушить сухим сжатым воздухом.
3. Трибку с шестерней поз. 7 подобрать по размеру цапфы Ф0,8 к камням с зазором 0,02...0,04 мм.
4. Осевой люфт выходного валика поз. 17, трибки с шестерней поз. 6 должен быть 0,04...0,14 мм; допускается притирка в детали поз. 1 торца К
5. Оси трибок шестерен смазать маслом ОКБ-122-4 по одной капле со стержня Ф0,5 по специнструкции.
6. При установке в редуктор узла поз. 6 шестерни узла поларнуть относительно друг друга на 8...10° от их взаимного положения при свободном состоянии пружины.
7. Редуктор должен проворачиваться без затираний. Проверять по напряжению трогания эталонного двигателя ДИД-0,5. Величина напряжения трогания согласно табл. 1.
8. Все винты контрить нитраклеем АК-20 по специнструкции.
9. Редуктор прикатать по специнструкции.
10. Все передаточные числа i по табл. 1 подсчитаны с учетом трибки z=18 двигателя.

Рис. 18.5

Лист 2

15 – винт специальный М1,7×0,35×4,2 (латунь ЛС59-1Т); 16 – винт специальный М1×0,35×4,2 (латунь ЛС59-1Т) – 3шт;



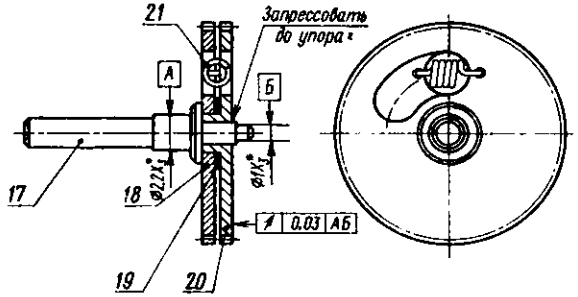
1. Размеры В, Д, Е, Ж, И выполнять после покрытия.
2. Отв. В, Г и Д сверлить и развертывать в одном кондукторе с деталью поз 2 после нанесения покрытия.
3. Покрытие Хим Пас.

1. Размеры В, Г, Ж, Д, Е выполнять после покрытия.
2. Отв. Б, Г и Д сверлить и развертывать в одном кондукторе с деталью поз. 4 после нанесения покрытия.
3. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 18.5

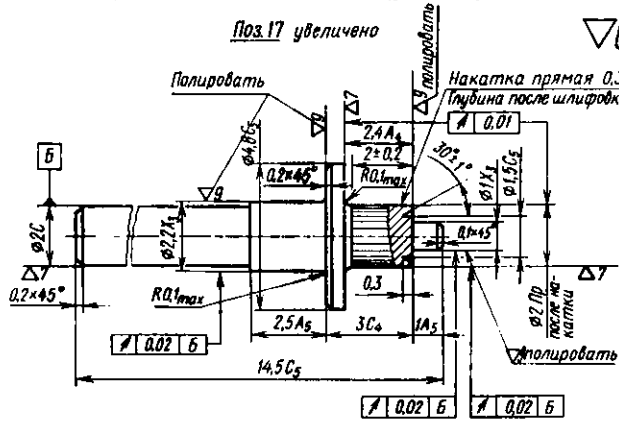
Лист 3

Поз. 6 уменьшено



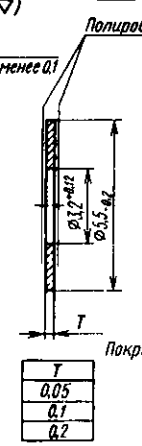
1. После поворота шестерни поз. 18 на угол 20° она должна свободно, без заедания, возвращаться в свое первоначальное положение под действием пружины поз. 21.
2. Поверхность трения смазать тонким слоем масла ОКБ-122-4
3. Осевой люфт шестерни поз. 18 должен быть 0,03... 0,07 мм. Люфт регулировать регулировочными шайбами поз. 19

Поз. 17 увеличено



Антикоррозийная обработка по специнструкции

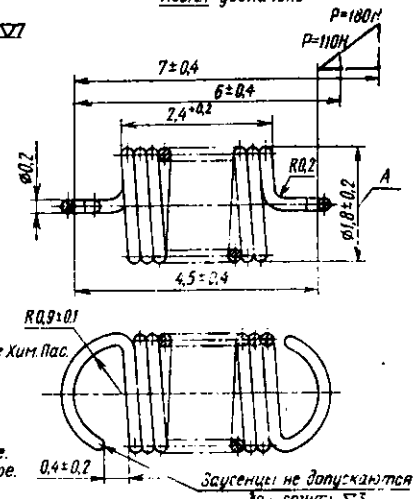
Поз. 19



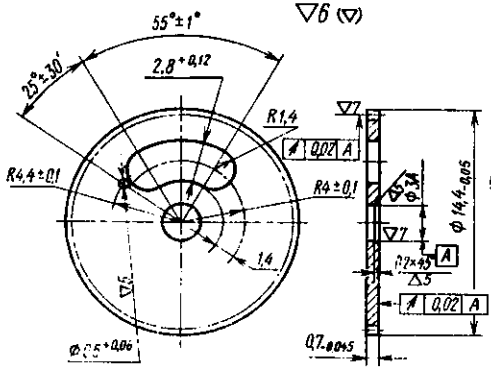
T
0,05
0,1
0,2

1. Вид пружины – растяжение.
2. Направление навивки – правое.
3. Число рабочих витков – 12
4. Длина развернутой пружины – 80 мм
5. Термообработка по специнструкции
6. Характеристику пружины в пределах допуска обеспечить изменением ФА

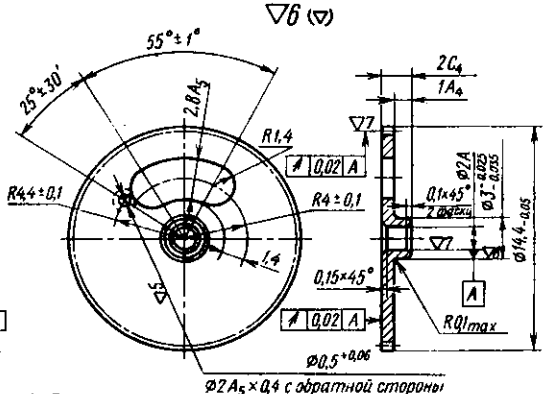
Поз. 21 увеличено



Поз. 18

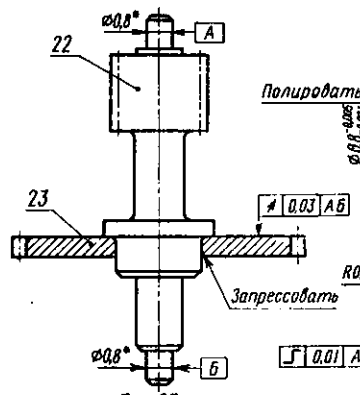


Поз. 20

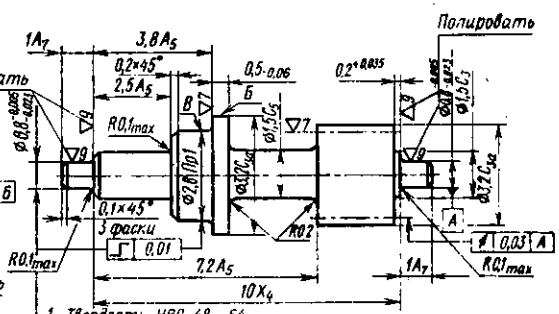


1. Покрытие Хим. Пас.
2. Данные для контроля по нормам по ГОСТ 9178-59 для поз. 18 и 20.

Поз. 14 увеличено



Поз. 22

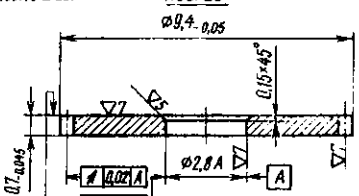


1. Твердость HRC 48...54
2. На поверхностях Б и В допускается след от зуборезного инструмента.
3. Антикоррозийная обработка по специнструкции
4. Данные для контроля по нормам точности по ГОСТ 9178-59

		Для поз. 18 и 20
Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	70
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	14
Размер по роликам	$M_р$	14,478
Диаметр измерительной окружности	$d_р$	0,343

		Для поз. 23
Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	45
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	9
Размер по роликам	$M_р$	9,470
Диаметр измерительных роликов	$d_р$	0,343

Поз. 23



1. Покрытие Хим Пас
2. Данные для контроля по нормам точности ГОСТ 9178-59.

		Для поз. 22
Модуль	m	0,2
Число зубьев	Z	14
Исходный контур		ГОСТ 9587-68
Коэффициент смещения исходного контура	ξ	0
Степень точности по ГОСТ 9178-59	C_m	7-Х
Диаметр делительной окружности	$d_д$	2,8
Размер по роликам		
Диаметр измерительных роликов		

Рис. 18.5

Лист 4

17 - валик (сталь 4Х13); 18 - шестерня (бронза Бр. АМц9-2Т); 19 - шайба регулировочная (бронза Бр.КМц3-1Т); 20 - шестерня (бронза Бр АМц9-2); 21 - пружина (проволока стальная П); 22 - трибка (сталь ЭИ474); 23 - шестерня (бронза Бр.АМц9-2Т).

те на определенный угол. После включения двигателя *3* типа ДИД-0,5 поворот коммутатора на рабочий угол до включения происходит за время, зависящее от скорости двигателя, которое и определяет запаздывание. Передаточное отношение редуктора 1 : 2824.

Рис. 18.5. Универсальный редуктор. Может быть использован для различного назначения. Редуктор рассчитан на привод от двигателя ДИД-0,5ТА и имеет при малых габаритах широкий диапазон передаточных отношений — от 1 : 31,3 до 1 : 33077. Передаточные отношения обеспечиваются соответствующим набором узлов трибки с шестерней. При высоких передаточных отношениях напряжение трогания двигателя с этим редуктором не более 0,6 В.

Редуктор собран на трех точеных деталях *1, 2, 4*, выполненных из алюминиевомарганцевой бронзы, которые стыкуются по Ø 20,5 и 15 мм, штифтуются штифтом *3* Ø 1 и скрепляются винтами М 1,7 (поз. *16*). Ось первой трибки с шестерней *7*, которая сцепляется с выходной трибкой двигателя и имеет наибольшую угловую скорость вращения, установлена на камневых подшипниках *5* для увеличения срока службы редуктора. Цапфы трибки подгоняют под камень с зазором 0,02—0,04.

На выходной оси *17* редуктора установлены две шестерни *18* и *20*. Шестерня *20* запрессована на ось *17*, а шестерня *18* может свободно поворачиваться относительно оси и связана с шестерней *20* пружиной *21*. При сборке редуктора шестерни *18* и *20* разводят на угол 8—10° и вводят в зацепление, чем устраняется боковой зазор в зацеплении последней пары редуктора, оказывающий доминирующее влияние на мертвый ход выходного вала.

Для повышения эффективности устранения полного зазора редуктора передаточное отношение последней пары целесообразно сделать максимальным, поэтому шестерни *20* и *18* имеют наибольшее число зубьев.

Редуктор с двигателем в приборе базируют на Ø 28 С, крепят двумя винтами М2,6 (М,5) и штифтуют двумя штифтами Ф 1.

Диаметр 8С на крышке *1* может быть использован для соосной базировки элемента со стороны выходного вала.

ГЛАВА 19

ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА, УПОРЫ, МУФТЫ

Тормозные устройства применяются в трехстепенных курсовых гироскопах для того, чтобы предотвратить быстрое вращение гироузла вокруг оси наружной рамы при завале внутренней рамы гироскопа на упор и для того, чтобы быстро восстановить нормальную работу прибора после выбивания гироскопа, так как лежащий на упоре гироскоп, потеряв одну степень свободы, перестает подчиняться закону прецессии и не поддается коррекции.

Конструкция тормозного устройства должна обеспечить максимально возможный момент трения при малой силе давления на трущуюся поверхность и отсутствие продуктов износа при трении. Поэтому одна деталь, изготовленная из металла, должна иметь достаточно высокий класс чистоты, а другую деталь необходимо изготовить из пробки, резины или пробко-резиновой композиции, имеющей высокий коэффициент трения.

Рис. 19.1. Тормозное устройство курсового гироскопа Г-3. При завале гироузла *3* вокруг оси *X—X* стойка *6*, закрепленная на гироузле, ложится на стержень *8* одного из двух аммортизаторов *5*, смонтированных в наружной раме *2*. При сжатии пружины *9* на гироскоп по оси *X—X* действует момент, заставляющий гироскоп прецессировать вокруг вертикальной оси, и когда буфер *14* коснется тормозного кольца *7*, закрепленного в корпусе прибора *4*, тормозной момент вокруг вертикальной оси заставит гироскоп прецессировать вокруг оси *X—X* в сторону восстановления из завала.

Рис. 19.2. Тормозное устройство гирополукомпаса ГПК-52. При завале гироузла *3* упор *5* ложится на одну из двух планок *11*, жестко скрепленных гайками *12* с двумя стойками *9*, сжимая пружины *10*. Стойки *9* могут свободно перемещаться в отверстиях планок *6*, закрепленных винтами *7* на наружной раме *2*. Тормозной момент вокруг вертикальной оси гироскопа создается трением пленки *11* по диаметру *Д* статора корректора *8*.

Рис. 19.3. Эксцентриковый упор поплавкового гироскопа. Ограничивает рабочий угол поворота поплавка *1* относительно корпуса *2*, предотвращая возможность обрыва или деформации токоподводов к поплавку. Упор *5* с эксцентриком концом Ø 1,5 введен в гнездо корпуса поплавка *1*. Поворотом упора *5* регулируется положение рабочей зоны поплавка. Уплотнительное кольцо *3*, втулка *4* обеспечивают герметичность корпуса прибора при повороте регулируемого упора *5*.

Рис. 19.4. Электромагнитная фрикционная муфта. Предназначается для изменения передаточного отношения редуктора. При обесточенной обмотке катушки *6* пружина *33* прижимает шестерню *13* фрикционным кольцом *21* к верхней шестерне, имеющей малую скорость вращения. При включении катушки *6* электромагнита якорь *4*, выполненный из магнитомягкой стали, втягивается, сближаясь со столом *3*, при этом шестерня с кольцом *13*, преодолевая усилие пружины *33*, сцепляется фрикционным кольцом *21* с нижней быстроходной шестерней редуктора. Передаточное число редуктора сокращается и скорость выходного вала редуктора возрастает. Магнитный поток, создаваемый током катушки *6*, замыкается по магнитопроводам *7, 8*, якорю *4*, столу *3*, выполненным из магнитомягкой стали с высокой магнитной проницаемостью, и рабочему зазору между якорем *4* и столом *3*.

Резьбовое соединение штока *37* с якорем *4* необходимо для обеспечения минимального гарантированного зазора между якорем *4* и столом *3* при прижатии к нижней шестерне *28* фрикционных ко-

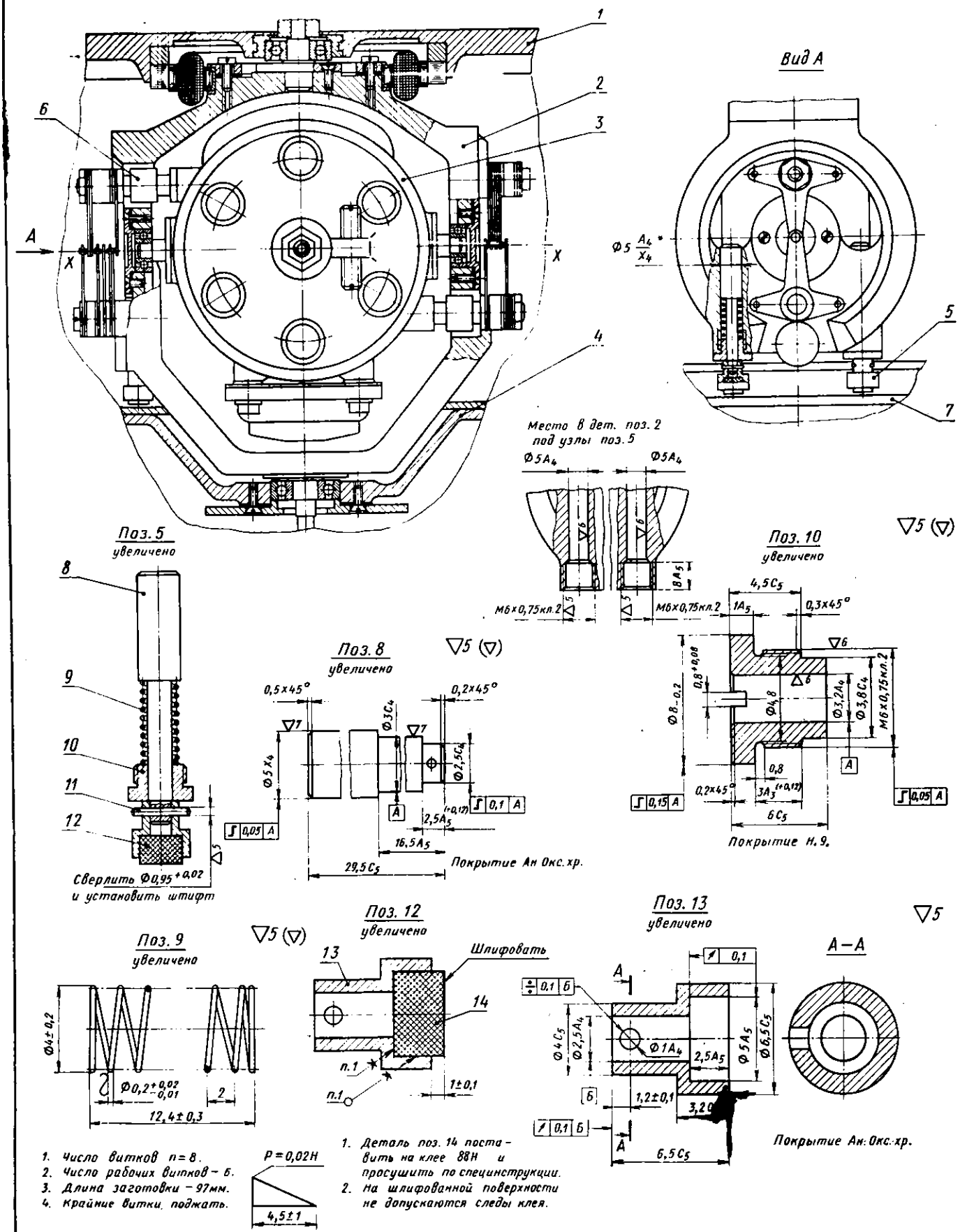
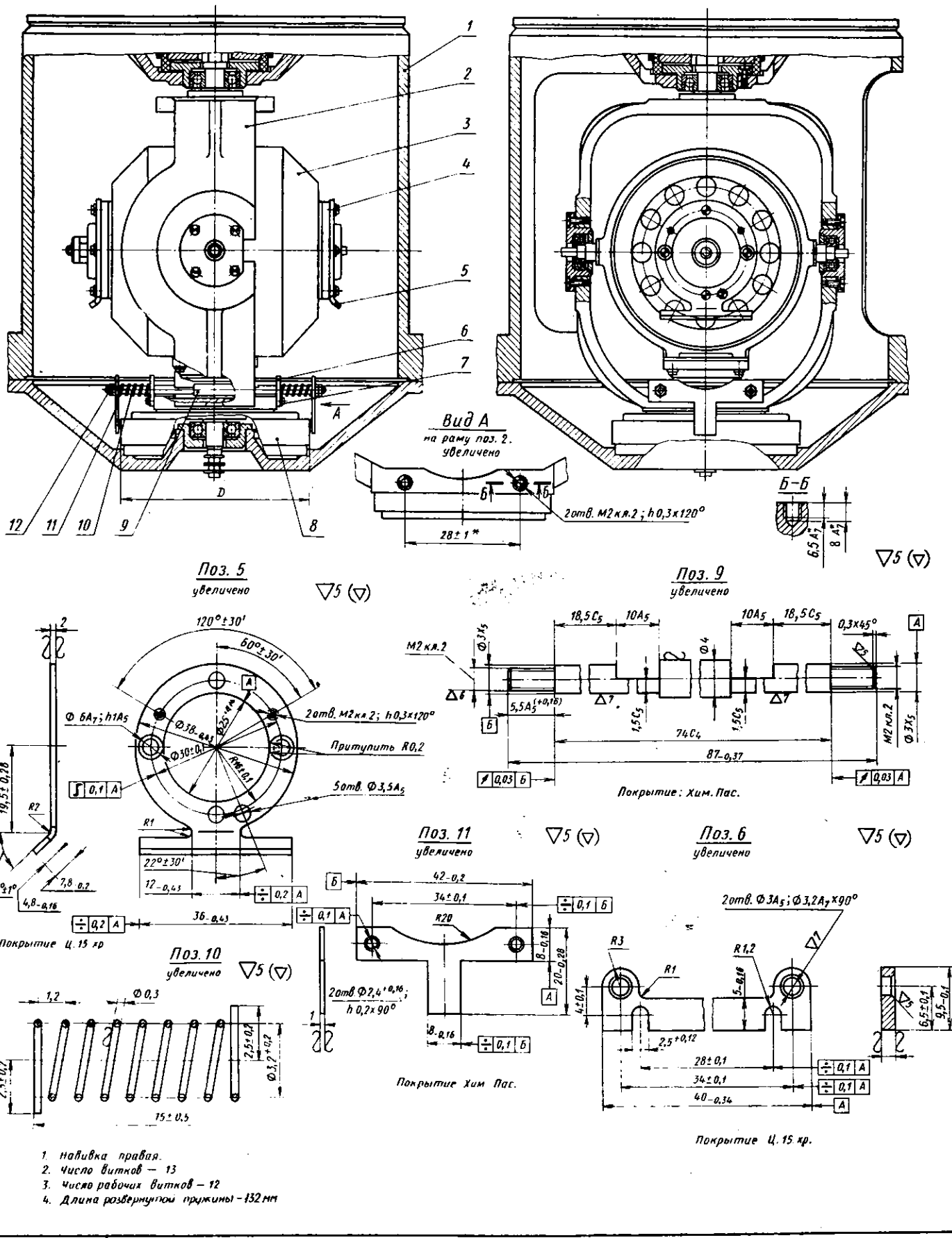
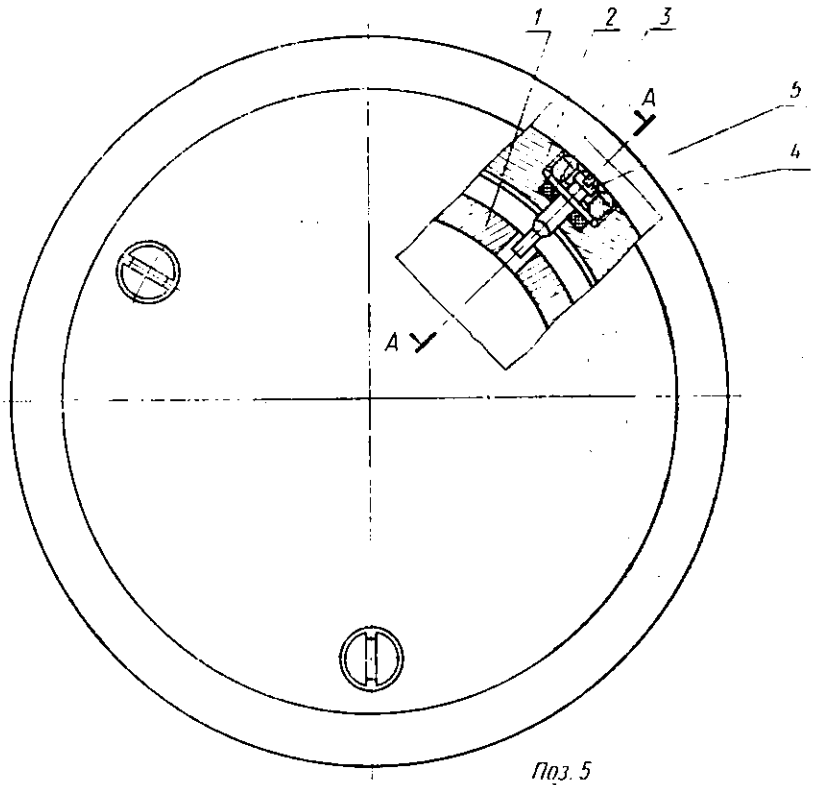


Рис. 19.1 Тормозное устройство курсового гироскопа Г-3: 1-плата собранная (сб.); 2-рама (алюминиевый сплав АЛ2); 3-гироузел (сб.); 4-корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 5-амортизатор собранный (сб.); 6-стойка (алюминиевый сплав Д1-Т); 7-тормозное кольцо (латунь ЛС59); 8-стержень (алюминиевый сплав Д1-Т); 9-пружина (стальная проволока П); 10-втулка (латунь ЛС59-1); 11-штифт цилиндрический; 12-амортизатор (сб.); 13-обойма (алюминиевый сплав Д1-Т); 14-буфер (пробка натуральная ВС)

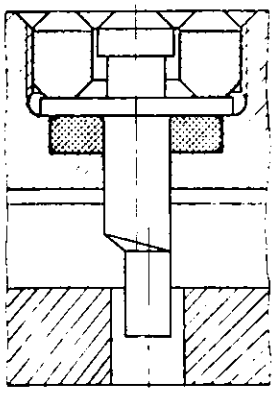


1. Наливка правая.
2. Число витков — 13
3. Число рабочих витков — 12
4. Длина развернутой пружины – 132 мм

Рис. 19. 2 Тормозное устройство гирополукомпаса ГПК-52 : 1- корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 2- рама (алюминиевый сплав АЛ2); 3- гироузел (сб.); 4- винт М3х5- 5 шт ; 5- упор (сталь 10); 6- планка (сталь 20) ; 7- винт М2,6х6 – 4 шт ; 8- статор корректора; (сб); 9- стойка (сталь ЭИ474) ; 10- пружина (бронза Бр.КМц-1Т); 11- планка (латунь ЛС59-1Т); 12- гайка М2 – 8 шт

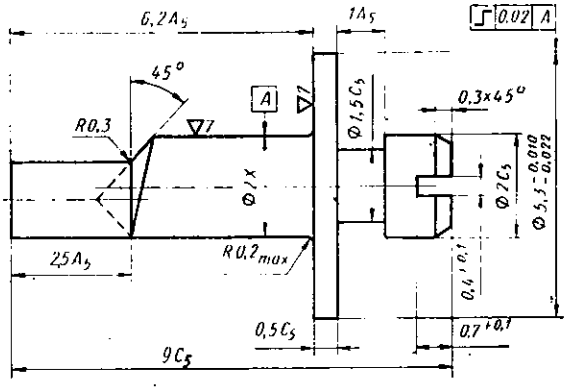


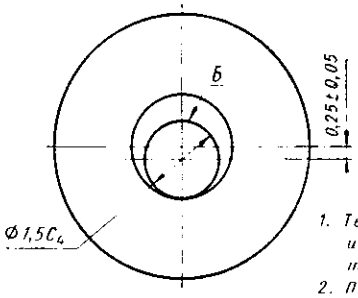
А–А
увеличено
повернуто



Поз. 5
увеличено

▽5 (▽)

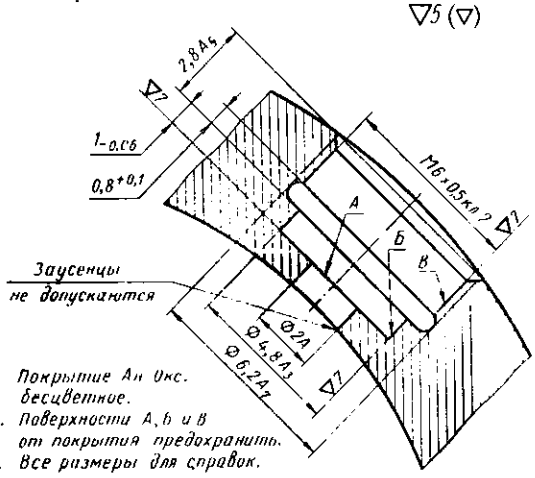




1. Термообработка по специнструкции; твердость HRC 30...40.
2. Положение шлица относительно Ф Б произвольное.
3. Антимагнитность должна быть не выше III гр. по специнструкции.

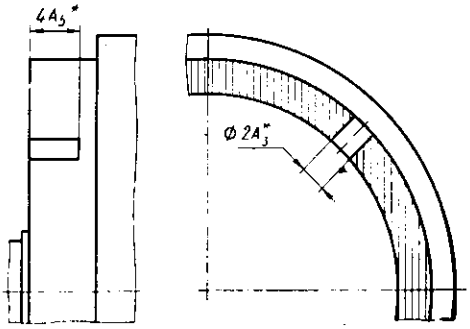
Место (гнездо) под элементы упора в детали поз. 2

▽5 (▽)



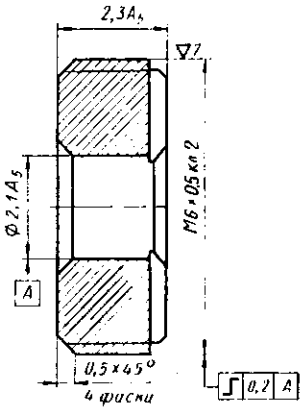
1. Покрытие Ан Окс. бесцветное.
2. Поверхности А, Б и В от покрытия предохранить.
3. Все размеры для справок.

Форма и размеры гнезда под упор в детали поз. 1



Поз. 4
увеличено

▽5 (▽)

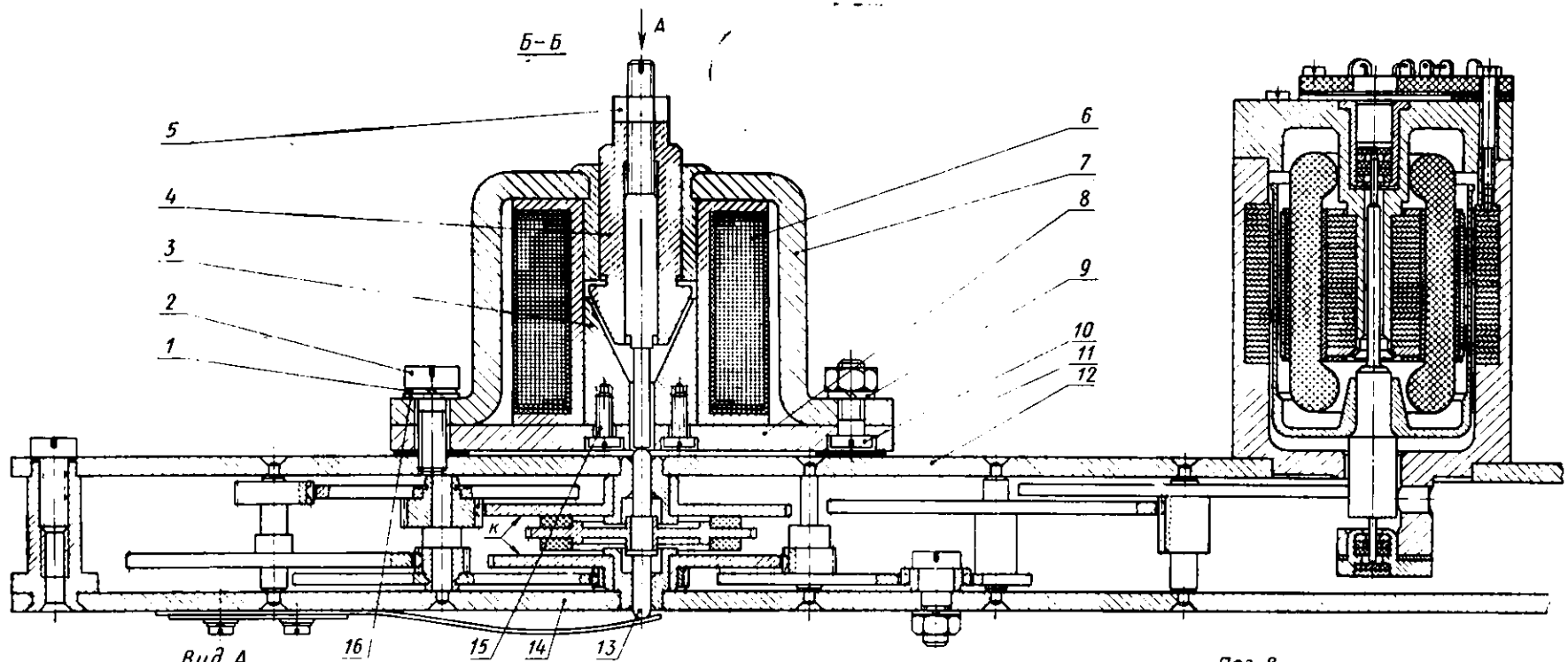


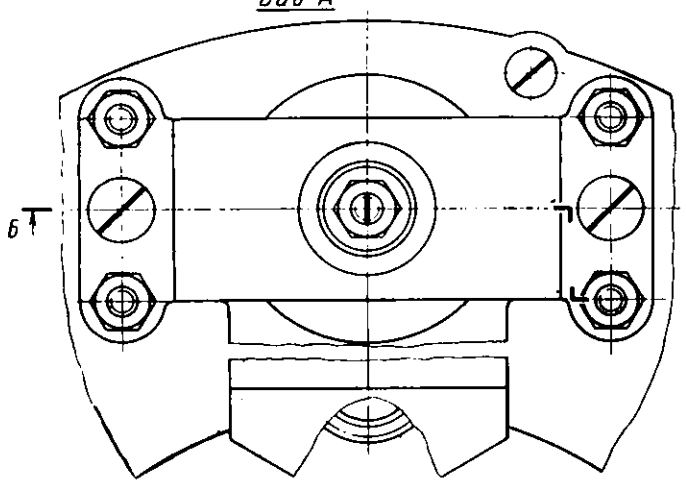
Покрытие Ср 3

Рис. 19.3

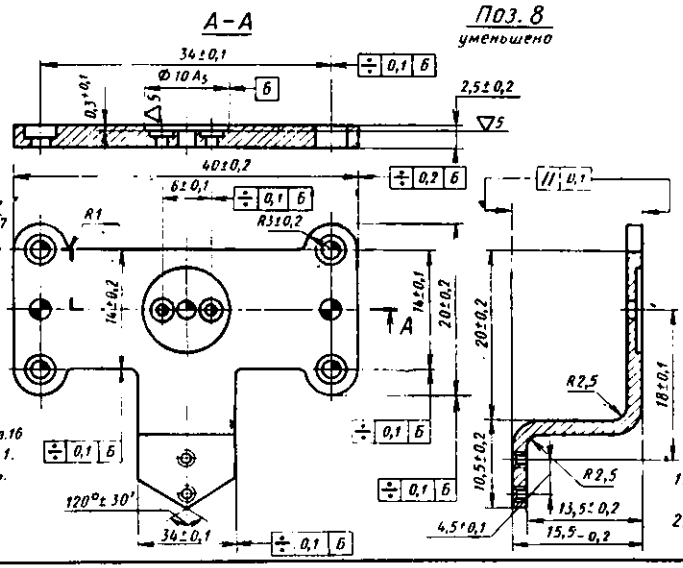
Эксцентриковый упор поплавкового гироскопа

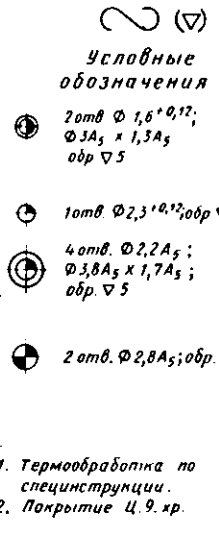
1 - поплавок (алюминиевый сплав В95 Т1), 2 - корпус (алюминиевый сплав В95 Т1), 3 - кольцо уплотнительное (резина НО 69 1), 4 - втулка (латунь ЛС59 1), 5 - упор (сплав 36НХТЮ)





1. Винты поз 15 ставить на нитроэмали ДМ красного цвета.
2. Узел поз 4 должен свободно проворачиваться во втулке поз 19 магнитопровода поз.7 и свободно перемещаться под тяжестью собственного веса
3. Выступание винта поз. 2 из плоты поз. 12 должен быть не более 0,2 мм. Регулировку производить прокладыванием шайб поз.16 под шайбу разрезную поз. 1.
4. Поверхности К обезжирить.





Условные обозначения

2 отв Ø 1,6+0,12; Ø3А5 х 1,5А5 обр ▽5

1 отв Ø2,3+0,12; обр ▽5

4 отв. Ø2,2А5; Ø3,8А5 х 1,7А5; обр. ▽5

2 отв. Ø2,8А5; обр. ▽5

1. Термообработка по специнструкции.
2. Покрытие Ц. 9. хр.

Рис. 19.4
на 3 листах
Лист 1

Электромагнитная фрикционная муфта

1- шайба разрезная; 2- винт М2,6×7 - 2 шт; 3 - стол (ст 3); 4 - якорь (сб); 5 - гайка М2,6; 6 - катушка (сб); 7- магнитопровод (сталь 3); 8- основание магнитопровода (сталь 3); 9- шайба разрезная; 10- винт М2×6 - 4 шт; 11- шайба (латунь ЛС59-1); 12- плата верхняя (сб); 13- шестерня с кольцом (сб); 14 - плата нижняя; 15 - винт М1,4×4 - 2 шт.; 16 - шайба;

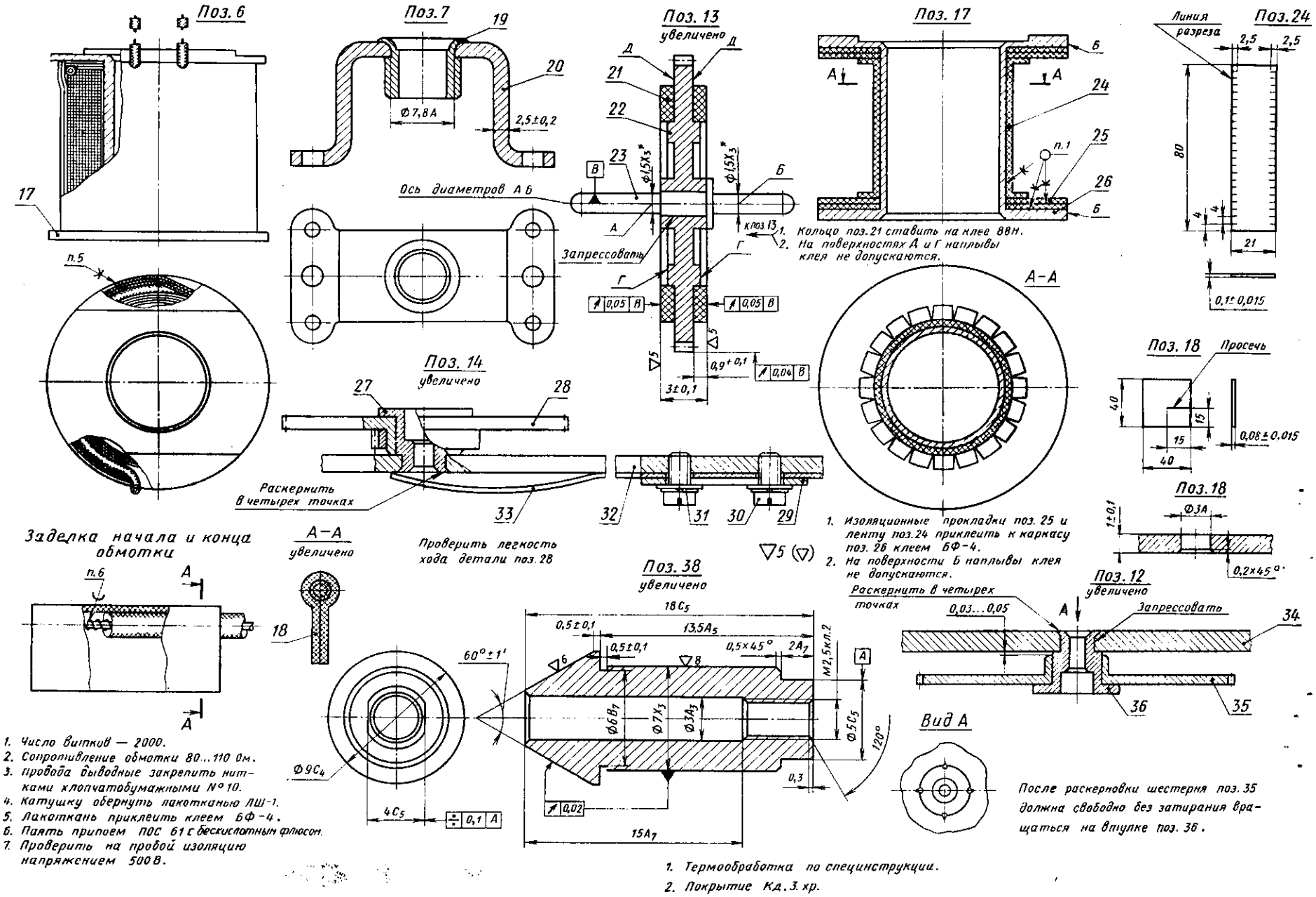


Рис. 19.4

Лист 2

17- каркас (сб.); 18- изоляция выводов (лакоткань ЛШ2); 19- втулка (бронза Бр.КМц 3-1); 20- магнитопровод (сталь Э); 21- кольцо (резина 38); 22- шестерня :(латунь ЛС59-1); 23- ось (сталь 4Х13); 23- лента изоляционная (лакоткань ЛШ-1); 25 прокладка изоляционная (лакоткань ЛШ-1); 26- каркас катушки (алюминиевый сплав АЛ2); 27- втулка (бронза Бр.КМц 3-1);

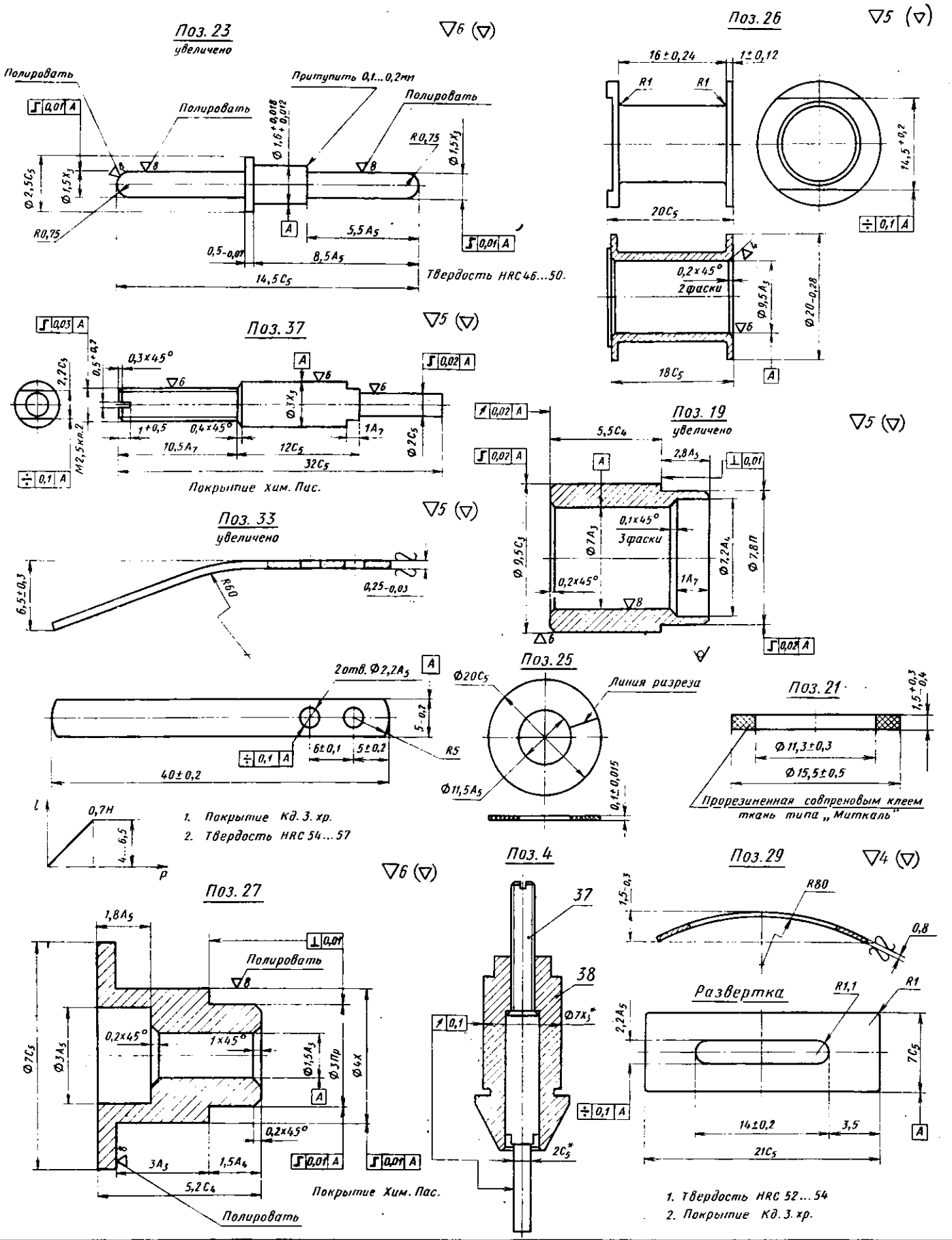
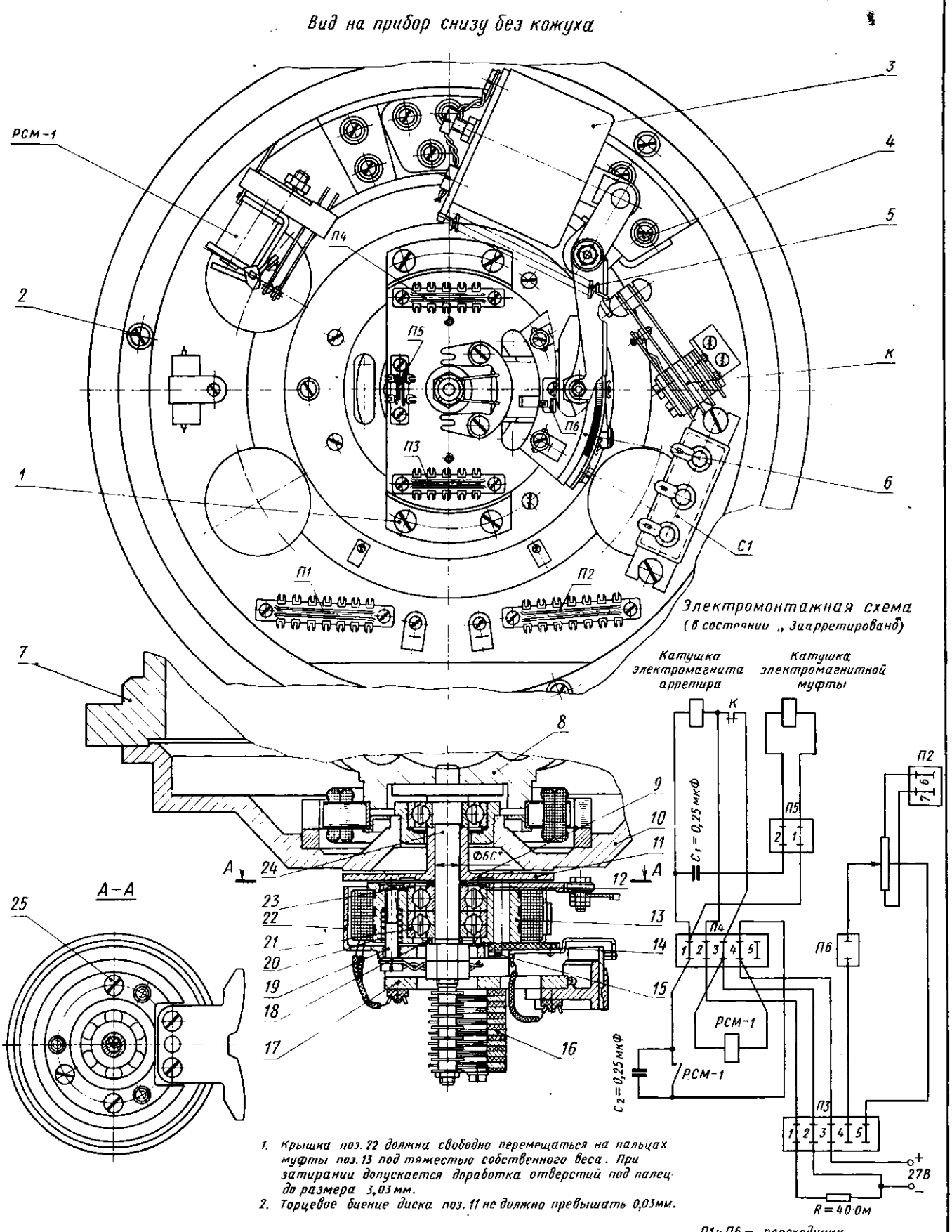


Рис. 194 Лист 3	28 - шестерня (сб); 29 - пружина (сталь У8А); 30 - винт М2×4 - 2 шт; 31 - шайба пружинная; 32 - плата нижняя (бронза БрКМц3-1); 33 - пружина (сталь У8А); 34 - плата верхняя (бронза БрКМц3-1); 35 - шестерня (латунь ЛС59-1); 36 - втулка (бронза БрКМц3-1); 37 - шток (латунь ЛС59-1); 38 - якорь (бронза БрКМц3-1)



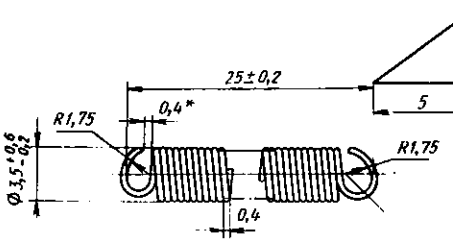
1. Крышка поз. 22 должна свободно перемещаться на пальцах муфты поз. 13 под тяжестью собственного веса. При затирании допускается доработка отверстий под палец до размера 3,03 мм.
2. Торцевое биение диска поз. 11 не должно превышать 0,03мм.

П1–П6 – переходники
К – контактная группа

Рис. 19.5
на 4 листах
Лист 1

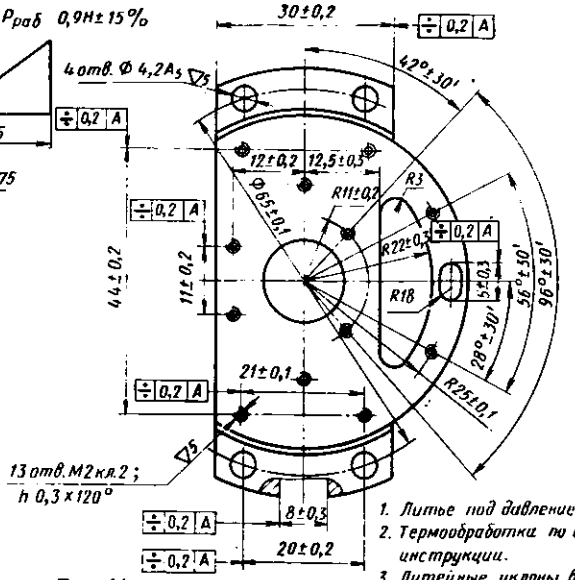
Электромагнитная муфта с предварительным ориентированием:
1- винт М4×7 - 4 шт.; 2 - винт М4×14 - 3 шт., 3 - электромагнит с кронштейном (сб.); 4 - винт М3×6 - 2 шт.; 5 - пружина (проволока стальная П); 6 - потенциометр (сб.); 7 - корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 8 - рама с осями (сб.); 9 - прокладка (латунь ЛС59-1Т); 10 - фланец со статором (сб.) 11 - диск (сталь Э); 12 - прокладка (латунь ЛС59-1Т); 13 - муфта электромагнитная (сб.); 14 - прокладка с держателем (сб.); 15 - винт М1,7×6; 16 - узел колодки (сб.); 17 - скоба (алюминиевый сплав АЛ9); 18 - шайба (сталь А12); 19 - винт; 20 - пружина (проволока стальная П); 21 - шарико-подшипник 7А26; 22 - крышка (сталь Э); 23 - крышка (сталь Э);

Поз. 5
увеличено

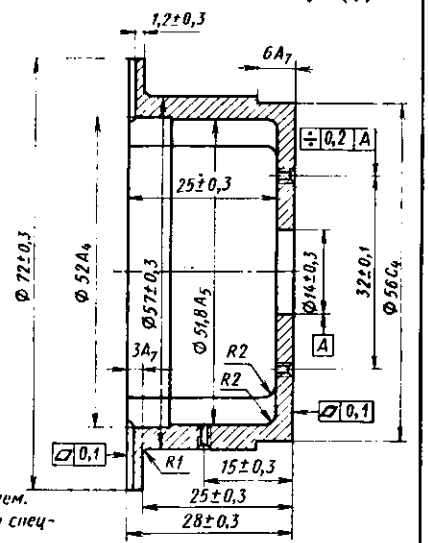


1. Рабочих витков – 102.
2. Навивка – правая, плотная
3. Длина заготовки – 560мм.
4. Покрытие Кд.3.хр.

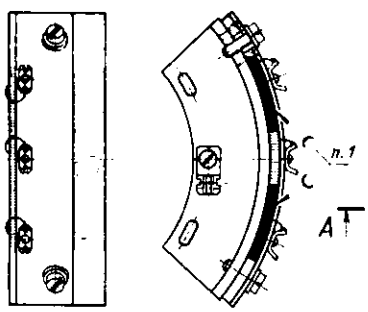
Поз. 17



1. Литье под давлением.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Литейные уклоны в пределах допуска.
4. Покрытие Ан. Окс. хр.

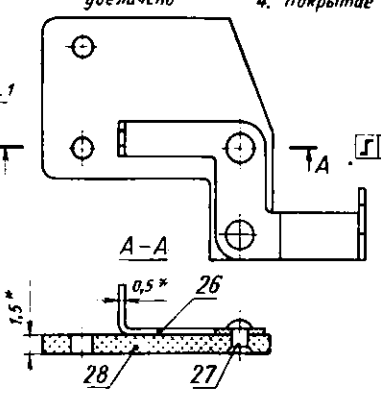


Поз. 6

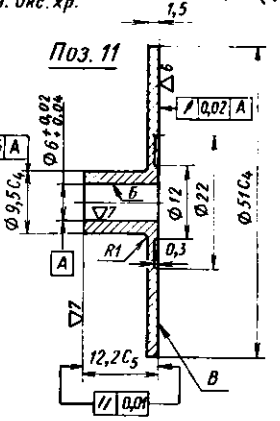


1. Витки закоротить по торцу пайкой припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом.
2. Наплывы олова не допускаются.

Поз. 14
увеличено

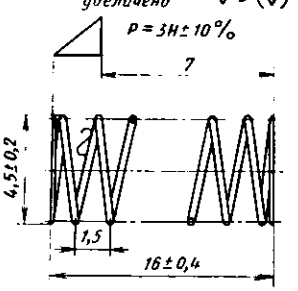


Поз. 11



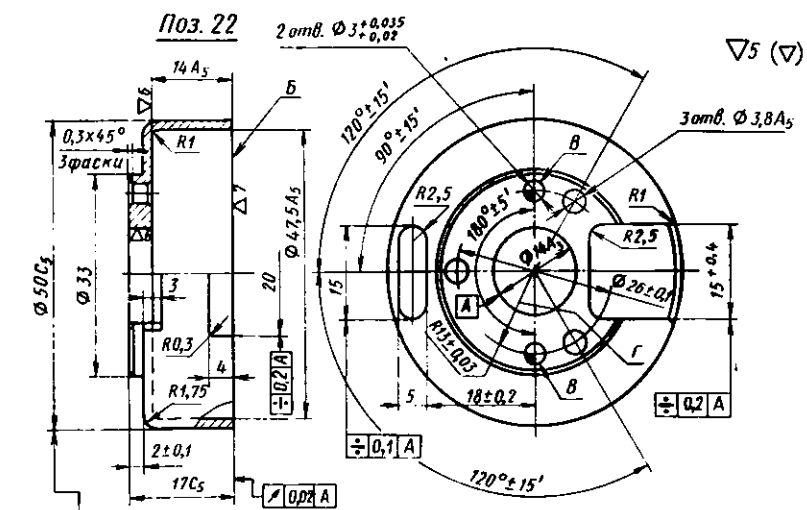
1. Меднить 0,01...0,02мм.
2. Поверхность Б от покрытия предохранить.
3. Поверхность В притереть после нанесения покрытия.

Поз. 20
увеличено



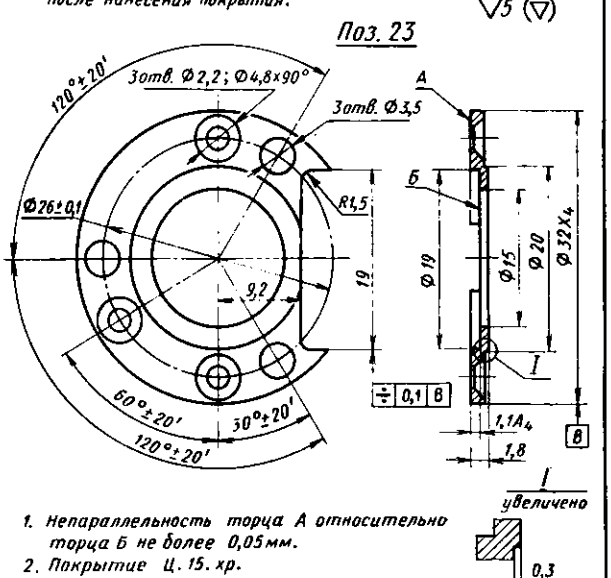
1. Всего витков – 10.
2. Рабочих витков – 12.
3. Навивка – правая.
4. Длина заготовки – 85мм.
5. Покрытие Кд.3.хр.

Поз. 22



1. Термообработка по специнструкции.
2. Радиус Г – для двух отверстий В.
3. Два отверстия в сверлить после нанесения покрытия.
4. Инструмент для изготовления отверстий В согласовать с инструментом для изготовления отверстий Ø3А в детали поз. 78.
5. Неперпендикулярность осей отверстий В относительно плоскости Б не более 0,02мм.
6. Покрытие Ц.9.хр.

Поз. 23



I увеличено

1. Непараллельность торца А относительно торца Б не более 0,05мм.
2. Покрытие Ц.15.хр.

Рис. 195
Лист 2

24-ось нижняя (сталь ЭИ474); 25-винт М2×6-3шт; 26-держатель (латунь Л62-1); 27-заклепка; 28-прокладка (гетинакс 1); 29-кронштейн; 30-шайба пружинная; 31-шайба; 32-винт М3×6-3шт.; 33-проволока (сталь 10 Ø0,5, ℓ=200); 34-винт М3×4; 35-электромагнит (сб); 36-сердечник (сталь 10); 37-качалка (сб); 38-угольник (сб.); 39-валик (сталь ЭИ474); 40-шплинт; 41-шайба; 42-гайка М3; 43-шайба;

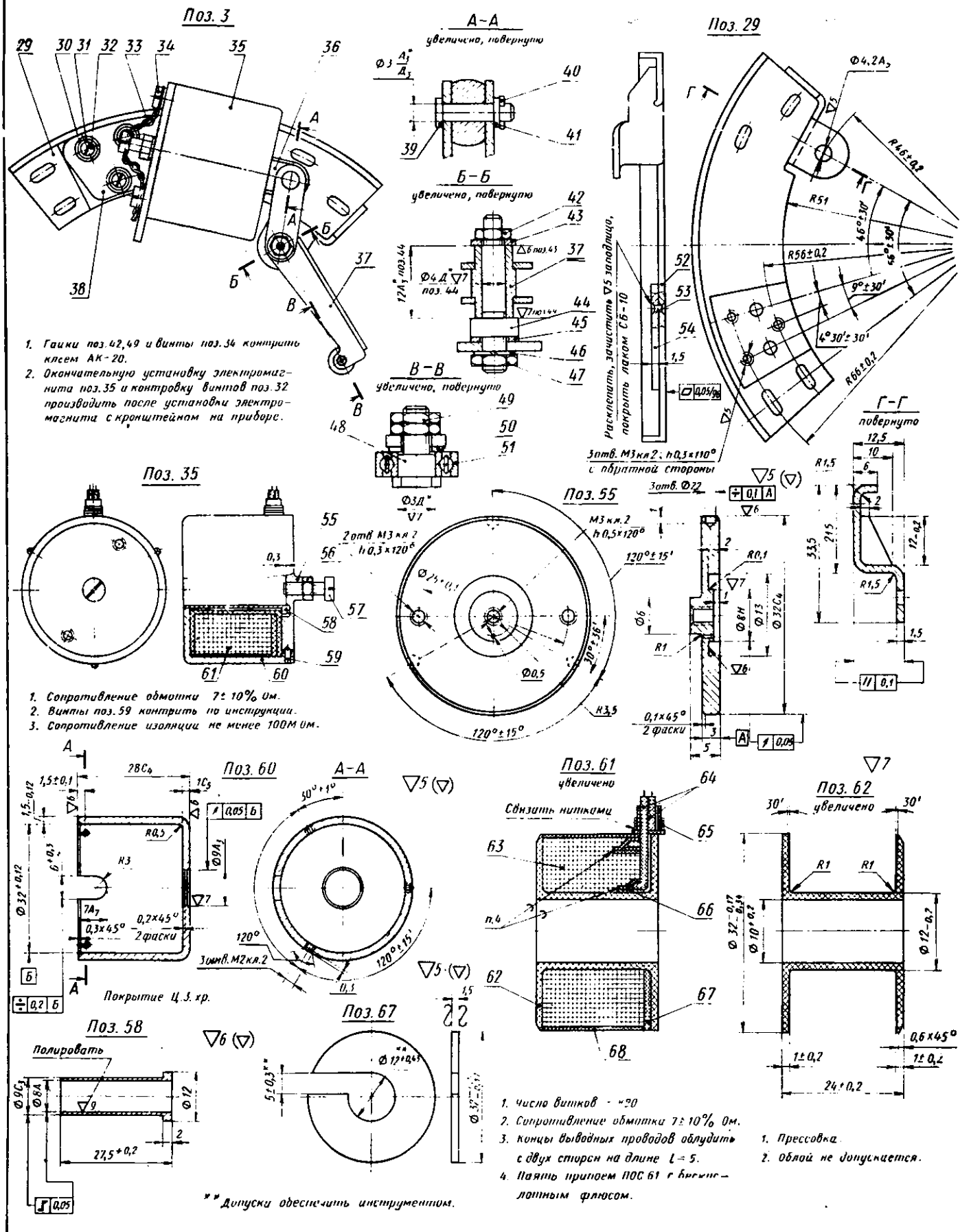


Рис. 19.5	44 – ось (сталь ЭИ474); 45 – шайба специальная (сталь 20); 46 – шайба пружинная; 47 – гайка М3; 48 – болт специальный (сталь ЭИ474); 49 – гайка М2; 50 – шайба; 51 – шарикоподшипник 26.000838К; 52 – кронштейн (сталь 10кп); 53 – заклепка; 54 – пластина (сталь 10кп); 55 – крышка (сталь 10); 56 – [illegible] М3; 57 – винт М3×10; 58 – втулка (бронза Бр.АМц 9-2); 59 – винт М2×3; 60 – стакан (сталь 10);
Лист 3	

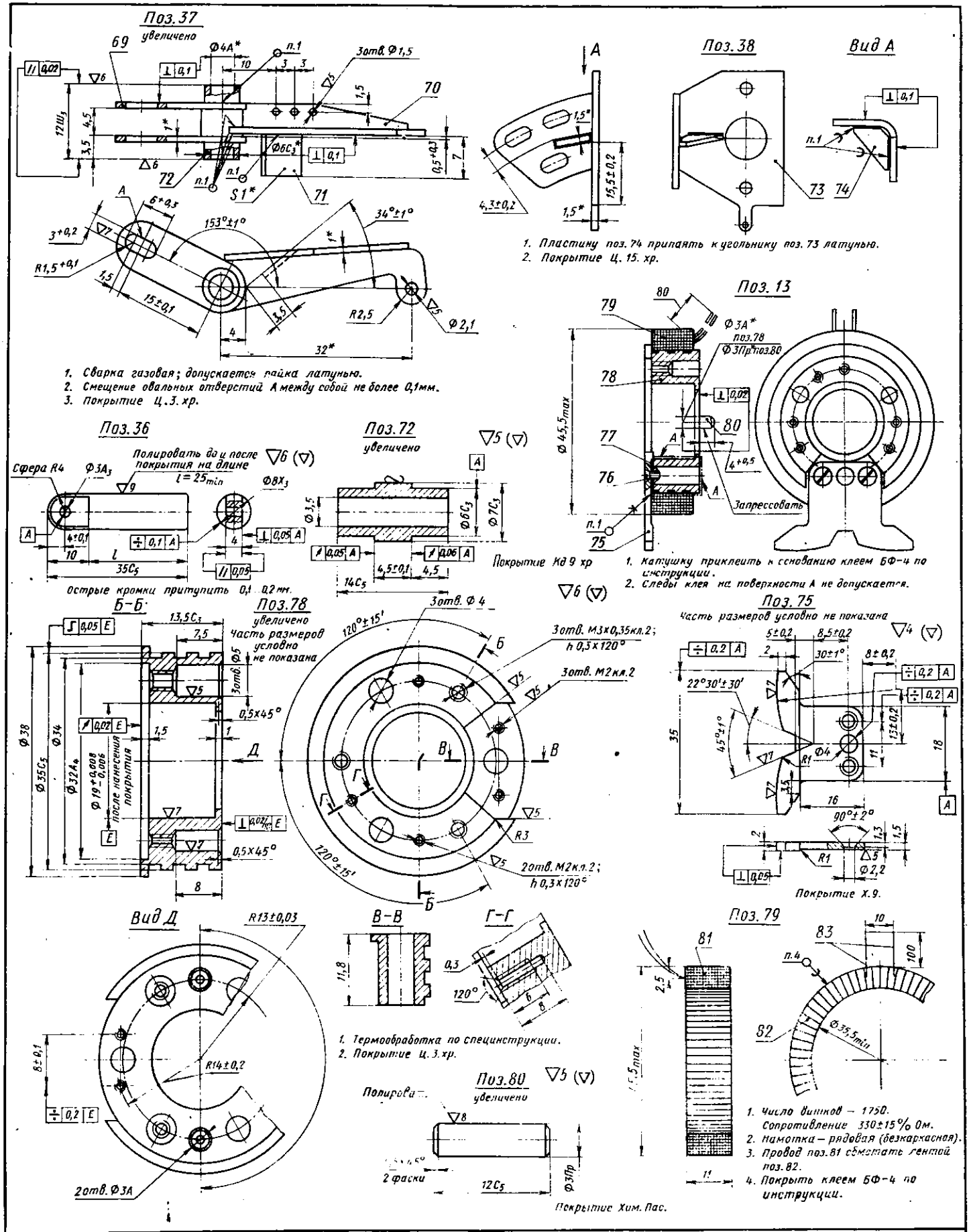


Рис. 19.5

Лист 4

61 - катушка (сб). 62 - катушка (пресс-материал К 21-22). 63 - провод ПЭВ-2, Ф 0,41, ℓ = 60 m; 64 - провод МГШВ, S = 0,35 мм²; ℓ = 250; белый; 65 трубка поливинилвиниловая, $\Phi_{вн}$ 3, ℓ = 5. 66 - лонотканъ ЛШ 1 0,1×15×18. 67 - шайба (электрокартон ЭВ), 68 - лонотканъ ЛШ 1 0,1×25×110; 69 ушко (сталь 10). 70 - поводок (сталь 10); 71 - пластина (сталь 10). 72 - втулка (сталь 10). 73 - уголъник (сталь 10). 74 - пластина (сталь 10); 75 - эксцентрик (бронза БрАМц9-2). 76 - винт М2×6. 77 - прокладка (сталь 18). 78 - основание (сталь 31. 79 - катушка (сб). 80 - полец (сталь ЭИ474) - 2 шт. 81 - провод ПЭВ. Ф 0,12 мм, ℓ = 350. 82 - лента ЛШ-1 0,1×20×500, 83 - провод МГШ, S = 0,05 мм², ℓ = 120 m

лец для обеспечения максимальной силы прижатия. В то же время гарантированный зазор необходим для того, чтобы не происходило залипание якоря *4* после выключения катушки *6*.

Рис. 19.5. Электромагнитная муфта с предварительным ориентированием.

Представлена конструкция электромагнитной муфты автомата курса.

В положении «выключено» напряжение постоянного тока 27 В не поступает в обмотки катушек электромагнита и электромагнитной муфты. В этом положении электромагнитная муфта *13* со щетками потенциометра, смонтированными на прокладке с держателем *14*, находится в состоянии «заарретировано», т. е. неподвижно связана с корпусом прибора *7*. При этом шарикоподшипник *51*, установленный на специальном болте *48*, через качалку *37*, связанную с сердечником *36* электромагнита арретира, находится в прорези эксцентрика *75*, прикрепленного винтами *76* к основанию муфты *78*.

Нижняя ось *24* внешней рамы гироскопа *8* может свободно поворачиваться на угол 360° относительно основания муфты из-за шарикоподшипников *21*.

В описанном положении «выключено» токосъемные щетки потенциометра находятся посредине рабочего участка потенциометра, и потенциал между отводом от средней точки потенциометра и щетками равен нулю (сигналы с автомата курса в автоматическую систему управления не поступают). Прибор работает как обычный гирополукомпас.

В положении «включено» происходит «разарретирование» муфты. Напряжение 27 В постоянного тока поступает на обмотку электромагнита арретира *3* и одновременно на обмотку электромагнитной муфты *13*. Электромагнит арретира и электромагнитная муфта одновременно срабатывают. Шарикоподшипник *51* выходит из прорези эксцентрика *75*, и муфта получает возможность свободно перемещаться относительно корпуса прибора и связанного с ним потенциометра. Одновременно крышка *22* (сердечник муфты) притягивается к диску *11*, неподвижно закрепленному на нижней оси внешней рамки гироскопа. Тем самым электромагнитная муфта оказывается неподвижно связанной с гироскопом. В этом случае при повороте корпуса прибора связанный с ним потенциометр *6* будет поворачиваться относительно щеток потенциометра, связанных с внешней рамой карданова подвеса гироскопа. Появится разность потенциалов между щетками и средней точкой потенциометра, которая, поступая в автоматическую систему управления, приведет ее в действие. Прибор начинает работать в режиме автомата курса. Повороты корпуса прибора относительно карданова угла гироскопа в этом случае ограничены углами ±8°, так как электромагнитная муфта имеет упоры, ограничивающие ход щетки по потенциометру. Рабочая дорожка потенциометра имеет угол ±6°, а далее участки потенциометра закорочены. С целью ограничения тока, протекающего через электромагнит арретира после срабатывания, в цепь электромагнита арретира подсоединена контактная группа «К», включающая последовательно с обмоткой арретира резистор с сопротивлением 40 Ом.

Для исключения ложных срабатываний арретира при недостаточно высоких напряжениях и надежного отпускания муфты при минимальных напряжениях питания в плюсовые цепи питания электромагнитной муфты и электромагнита арретира включено реле РСМ-1, нормально открытый контакт которого разрывает цепи при напряжении 4÷5 В.

ГЛАВА 20

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕЛЕ И КОМПЕНСАТОРЫ

Биметаллические реле и компенсаторы нашли применение в ряде гироскопических приборов в качестве чувствительных элементов в пусковых схемах, схемах терморегулирования, в балансировочных устройствах, устройствах регулирования, демпфирования и др. Работа биметаллических реле и компенсаторов построена на свойстве биметаллической пластины, состоящей из двух металлов с различными температурными коэффициентами линейного расширения, прогибаться при нагревании в сторону металла, имеющего меньший температурный коэффициент линейного расширения.

Рис. 20.1. Биметаллическое реле системы регулирования температуры. Биметаллическое реле *3* закреплено в корпусе гироприбора на кронштейне *2*.

Чувствительным элементом терморегулятора является термоэлемент *18*, на котором с помощью стержня *24* закреплена контактная шайба *23*, электрически изолированная от биметаллической пластины изоляционными шайбами *20* и *21* (см. поз. *7*).

Термоэлемент закреплен на плате с контактными пластинами *6* с помощью стойки *9* и регулировочного винта *5*.

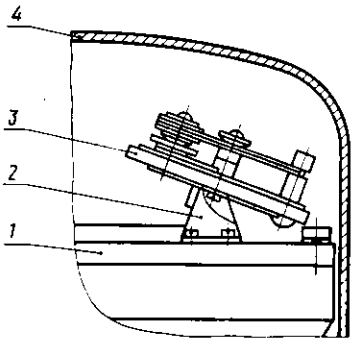
Термоэлемент до температуры +35—40° С имеет прогиб с выпуклостью вверх (см. поз. *18*), и контактная шайба *23* замыкает контакты *26* контактных пластин *12* и *13*, включенных последовательно с нагревательным элементом.

При температуре, превышающей +45° С, биметаллическая шайба со «щелчком» выгибается в другую сторону, контактная шайба *23* резко отходит от контактов *26* и нагревательный элемент обесточивается. Замыкание электрической цепи происходит при температуре не ниже +5° С.

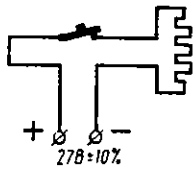
Температуру размыкания и замыкания контактов регулируют предварительным натягом термоэлемента *18* с помощью регулировочного винта *5*, который контрят с помощью пайки после получения заданного диапазона срабатывания.

Рис. 20.2. Биметаллическое реле времени. Состоит из двух биметаллических пластин: — с катушкой *1* и буксой *12*, закрепленных с помощью болтов *9* и гаек *7* на кронштейне *5*, изготовленном из пресс-материала АГ-4, обладающего хорошими электроизоляционными свойствами. Для электриче-

Расположение терморегулятора в корпусе прибора

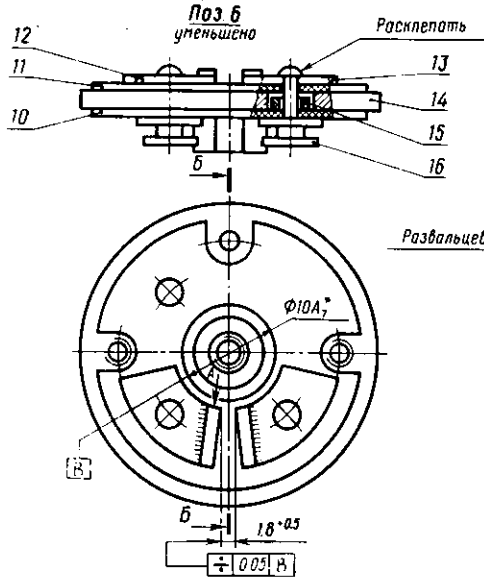


Электросхема включения терморегулятора



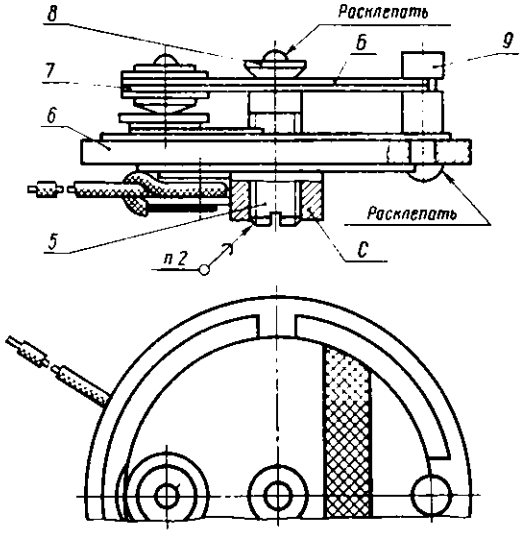
1 Максимальный ток, протекающий через контакты, 6,1А
2 Температура размыкания цепи обогрева +45°С max
3 Температура замыкания цепи обогрева +5°С min
4 Проверять по техническим условиям.

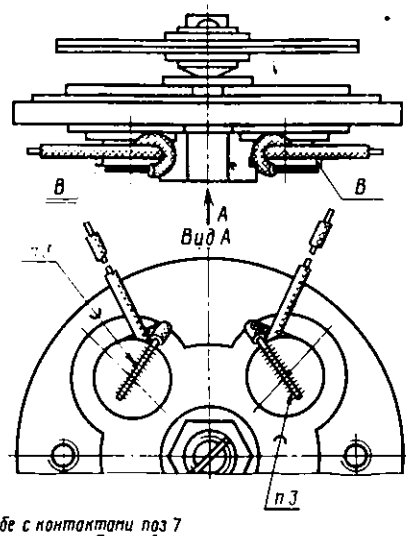
Поз 6
увеличено



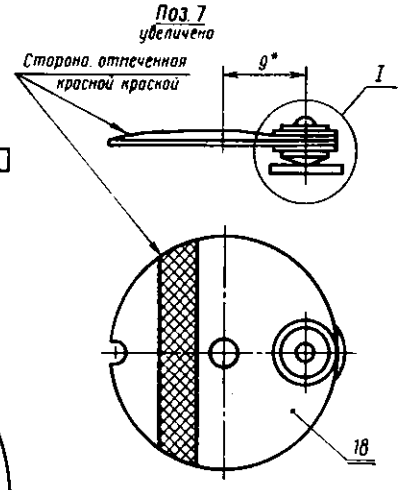
1 Клёпка должна быть плотной. При приложении усилия 0,5 Н по стрелке А контактные пластины поз 12 и 13 не должны проворачиваться
2 Сопротивление изоляции клемм при нормальных условиях должно быть не менее 20 МОм

Поз 3
увеличено



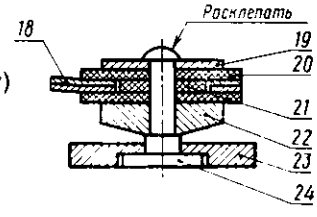


Поз 7
увеличено



1 После клепки винт поз 5 должен свободно вращаться в шайбе с контактами поз 7
2 Отрегулировать винтом поз 5 натяжение биметаллической пластинки Б и проверить на замыкание и размыкание электрическую цепь между клеммами В по ТУ. После регулировки винт поз 5 и гайку С опять припоем ПОС 61 и пломбировать цапонлаком.
3 Провод обернуть вокруг клеммы и паять припоем ПОС 40 с флюсом КЭЦ.

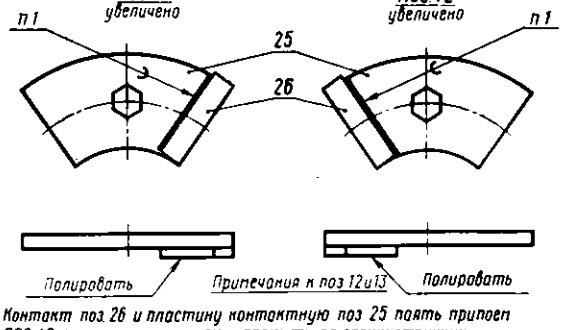
I
увеличено



1 Контактная шайба поз 23 должна покачиваться вокруг места крепления
2 Сопротивление изоляции между шайбой поз 19 и термоэлементом поз 18 должна быть не менее 20 МОм.

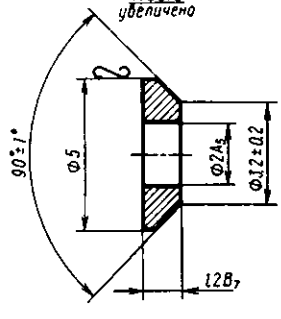
Поз 13
увеличено

Поз 12
увеличено



1. Контакт поз 26 и пластину контактную поз 25 паять припоем ПОС 40 с хлористым цинком и пропыть по специнструкции.
2. Качество пайки проверить по специнструкции.

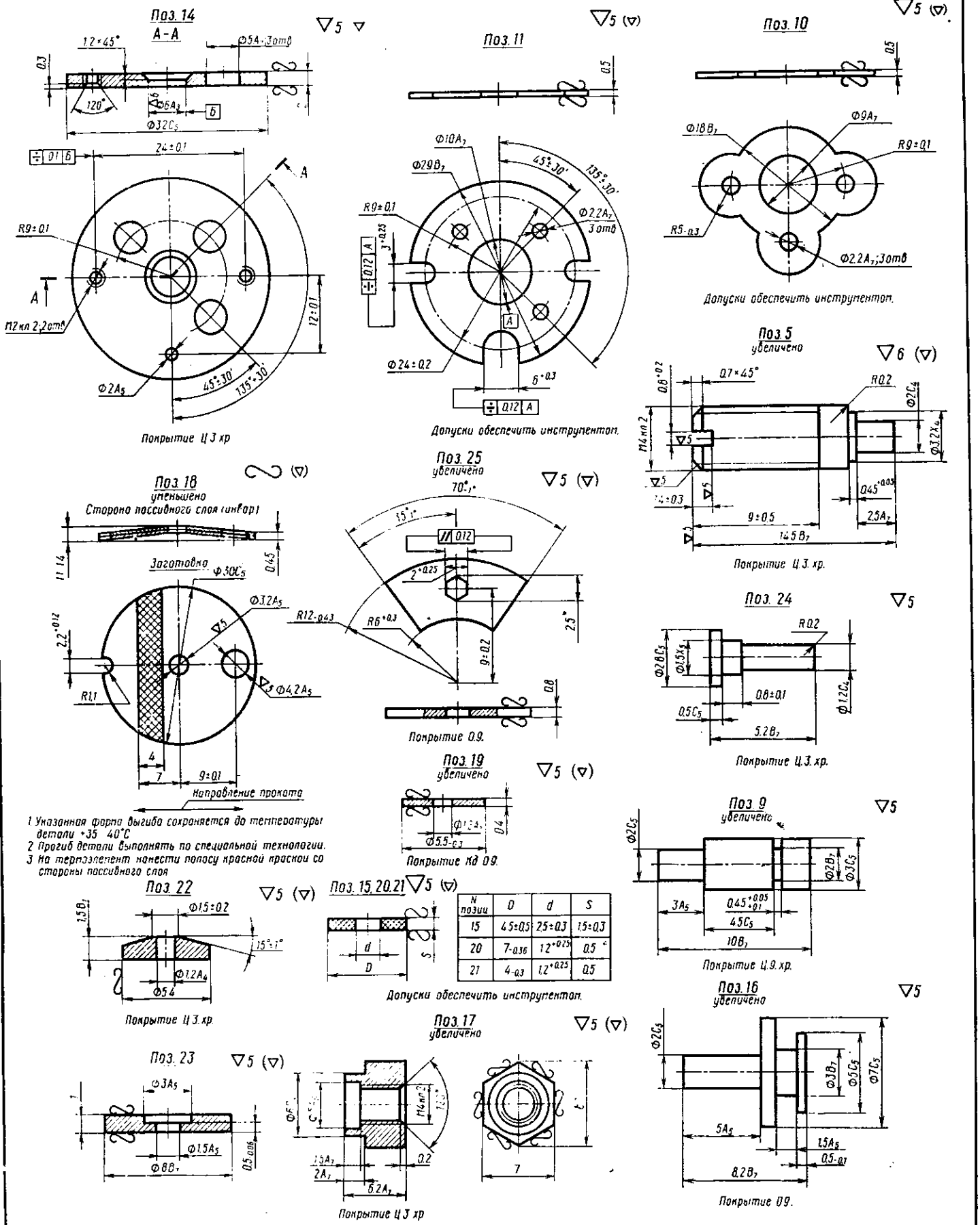
Поз 8
увеличено



▽5 (▽)

Покрытие Ц 9 хр.

Рис. 20.1 на 2 листах Лист 1	Биметаллическое реле системы регулирования температуры: 1-крышка корпуса (алюминиевый сплав АЛ2), 2-кронштейн (алюминиевый сплав Д16Т)-2 шт.; 3-биметаллическое реле (сб.); 4-верхний кожух (алюминиевый сплав Д16Т); 5-винт (сталь 10), 6-плата с контактными пластинами (сб.), 7-шайба с контактами (сб.); 8-шайба конусная (сталь 10); 9-стойка (сталь 10); 10-шайба изоляционная (слюда "Мусковит"); 11-шайба изоляционная (слюда "Мусковит"), 12-пластина контактная I (сб.), 13-пластина контактная II (сб.), 14-плата (сталь 10); 15-шайба (фарфор, сорт 1)-2 шт.; 16-клемма (латунь Л62)-2 шт.; 17-гайка контрольная (сталь 20К)

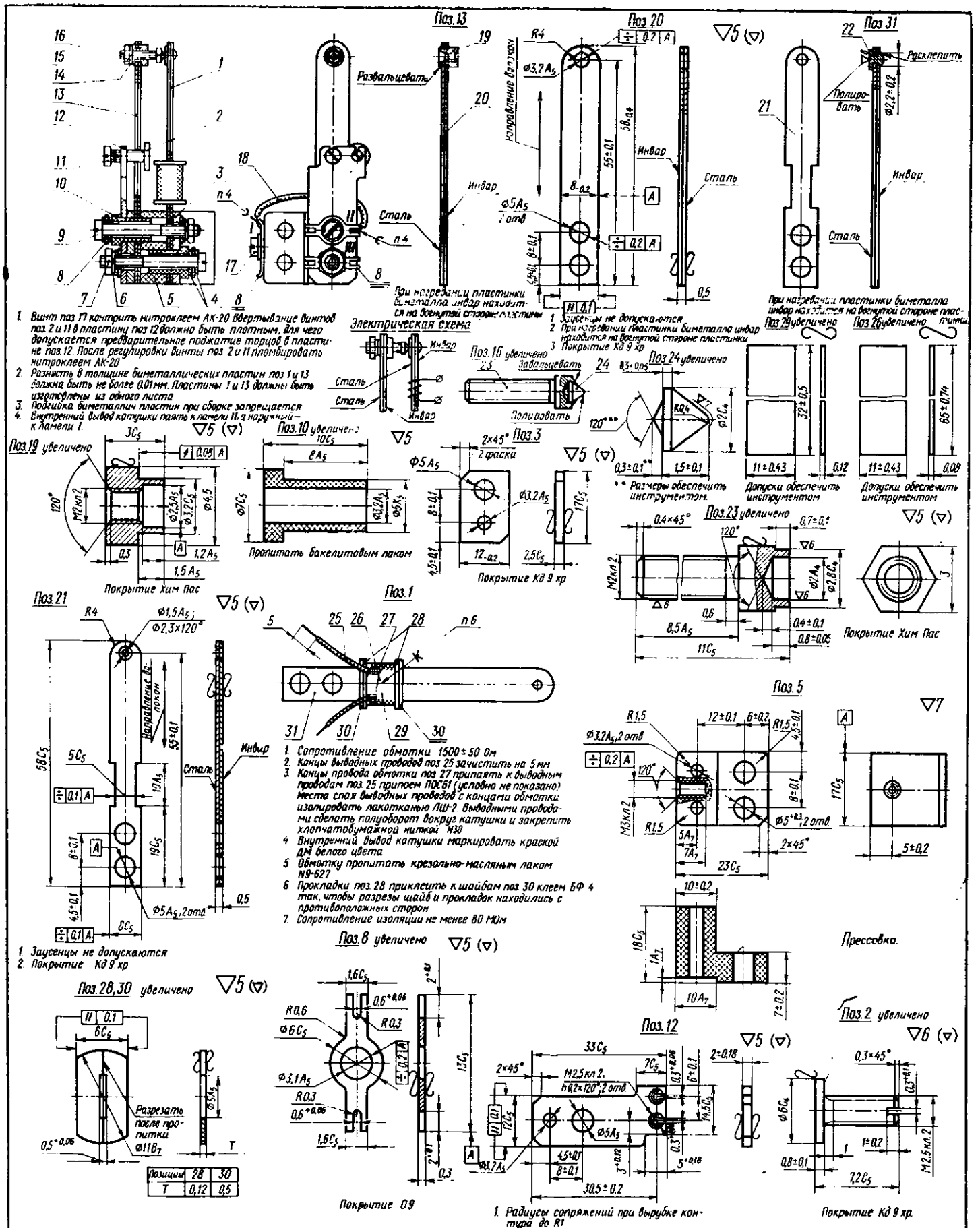


N позиции	D	d	S
15	4,5±0,5	2,5±0,3	1,5±0,3
20	7-0,36	1,2$^{+0,25}$	0,5
21	4-0,3	1,2$^{+0,25}$	0,5

Рис. 20.1

Лист 2

18- термоэлемент (термоэлемент ТБ31); 19- шайба опорная (сталь 10); 20- шайба изоляционная (слюда "Мусковит") - 2 шт ; 21- шайба изоляционная (слюда "Мусковит"); 22- шайба контактная (сталь 20); 23- шайба контактная (серебро Ср.М900); 24- стержень (сталь 20); 25- пластина контактная (латунь Л62-Т) - 2 шт ; 26- контакт 6×1,5×0,5 (серебро Ср.М900)-2 шт



1. Винт поз 11 контрить нитроклеем АК-20 Ввертывание винтов поз 2 и 11 в пластину поз 12 должно быть плотным, для чего допускается предварительное поджатие торцов в пластине поз 12. После регулировки винты поз 2 и 11 пломбировать нитроклеем АК-20
2. Разность в толщине биметаллических пластин поз 1 и 13 должна быть не более 0,01 мм. Пластины 1 и 13 должны быть изготовлены из одного листа
3. Подгибка биметаллич пластин при сборке запрещается
4. Внутренний вывод катушки паять к панели 11, а наружный – к панели 1.

При нагревании пластинки биметалла инвар находится на вогнутой стороне пластинки

1. Заусенцы не допускаются
2. При нагревании пластинки биметалла инвар находится на вогнутой стороне пластинки
3. Покрытие Кд 9 хр

* * Размеры обеспечить инструментом. Допуски обеспечить инструментом

1. Заусенцы не допускаются
2. Покрытие Кд 9 хр

1. Сопротивление обмотки 1500 ± 50 Ом
2. Концы выводных проводов поз 25 зачистить на 5 мм
3. Концы провода обмотки поз 27 припаять к выводным проводам поз 25 припоем ПОС61 (условно не показано) места спая выводных проводов с концами обмотки изолировать лакотканью ЛШ-2. Выводными проводами сделать полуоборот вокруг катушки и закрепить хлопчатобумажной ниткой №30
4. Внутренний вывод катушки маркировать краской ДМ белого цвета
5. Обмотку пропитать крезольно-масляным лаком №9-627
6. Прокладки поз 28 приклеить к шайбам поз 30 клеем БФ 4 так, чтобы разрезы шайб и прокладок находились с противоположных сторон
7. Сопротивление изоляции не менее 80 МОм

Позиции	28	30
T	0,12	0,5

1. Радиусы сопряжений при вырубке контура до R1
2. Покрытие Кд 15 хр

Рис. 20.2

биметаллическое реле времени: 1-биметаллическая пластина с катушкой (сб). 2-винт упорный (сталь 10). 3-пластина (латунь Л62Т). 4-шайба. 5-кронштейн (пресс-материал АГ-4). 6-шайба разрезная. 7-гайка П3. 8-панель (латунь Л62). 9-болт М3×22-2 шт; 10-втулка (текстолит); 11-винт М2,5×5. 12-пластина (сталь 10). 13-биметаллическая пластина I с буксой (сб); 14-шайба. 15-гайка М2. 16-винт с контактом (сб). 17-винт М3×5; 18-трубка (хлорвинил). 19-букса (латунь Л62-Т); 20-биметаллическая пластина I ТБ1423. 21-биметаллическая пластина II ТБ1423. 22-контакт (серебро Ср1900); 23-винт контакта (латунь АС59-1Т). 24-контакт (серебро Ср1900); 25-провод выводной, $\ell = 0{,}075$ м, $S = 0{,}05$ мм². 26-обертка (лакоткань электроизоляционная ЛШС). 27-провод намоточный ПЭК Ф 0,07, $\ell = 15$ м. 28-прокладка (текстолит электротехнический А). 29-изоляция (лакоткань ЛШС); 30-шайба (текстолит электротехнический А). 31-биметаллическая пластина с контактом (сб)

ской изоляции одной биметаллической пластины от другой используются текстолитовые втулки *10*.

На биметаллической пластине *1* помещена катушка (нагревательный элемент), обмотка которой выполнена из константанового провода, и серебряный контакт *22* (см. поз. *31*).

В буксу *19* (поз. *13*) ввертывается регулировочный винт с контактом *16*.

При подключении напряжения 27—36 В переменного или постоянного тока к выводным концам катушки обмотка катушки начинает нагреваться и нагревать биметаллическую пластину. Биметаллическая пластина начинает деформироваться.

По мере нагревания биметаллической пластины сила контактного нажатия, величина которой равна 0,25—0,3 Н в начальный момент, постепенно ослабевает благодаря тепловой деформации пластины, и через 40—120 с контакты размыкаются.

В рабочем режиме (катушка реле под напряжением) расстояние между контактами устанавливается в пределах от 0,4 до 0,8 мм.

Постоянство срабатывания биметаллического реле в заданном диапазоне температур от +50 до —60° С достигается перемещением упорного винта *2* и регулировочного винта *11*.

Для обеспечения стабильности срабатывания реле в заданном диапазоне температур установлены две биметаллические пластины.

При изменении окружающей температуры обе пластины изгибаются в ту или другую сторону, оставаясь параллельными друг другу. Вследствие этого контактное давление, установленное при регулировке времени срабатывания с помощью винта *16*, остается постоянным, а следовательно, и время срабатывания остается в заданных пределах.

ГЛАВА 21

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ТЕРМОЭЛЕМЕНТЫ И ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В поплавковых гироскопических приборах необходимо с высокой точностью поддерживать постоянство температуры жидкости. Это связано с тем, что с изменением температуры жидкость меняет плотность и вязкость, а с их изменением меняются характеристики прибора. Кроме того, с изменением температуры детали меняют свои линейные размеры, что может привести к появлению вредных моментов (затирания, смещения центра тяжести, центра давления и т. д.). Внутри полости прибора обычно устанавливается температура +80±0,1° С, тогда как температура окружающей среды, как правило, меняется в пределах от —60 до +50° С.

В поплавковых приборах имеются специальные обогревательные устройства, состоящие из термодатчика, усилителя и обогрева. В большинстве случаев усилитель, служащий для получения необходимой мощности обогревательного элемента, устанавливается вне прибора.

Рис. 21.1. Обогревательное устройство двухстепенного гироскопа. Обмотка форсированного обогрева *5* служит для быстрого доведения температуры до необходимого уровня, а обмотка рабочего обогрева *6* поддерживает температурный режим в процессе длительной работы прибора.

В качестве обмоток форсированного и рабочего обогревов служит провод из константана со стеклотканевой изоляцией (поз. *5, 6*). Обмотки рабочего и форсированного обогревов укладываются в пазы корпуса *3* (ширина паза 1,5 мм).

В качестве термодатчиков (форсированного и рабочего) обогрева используются проволочные сопротивления *7, 9*, уложенные в пазы корпуса *3* шириной 0,5 мм. Материалом этих сопротивлений служит никель, обладающий высоким температурным коэффициентом сопротивления.

В эти же пазы корпуса одновременно с термодатчиками укладываются константановые обмотки, выполняющие функции постоянных плеч форсированного и рабочего обогревов, и обмотки контрольного сопротивления. Все обмотки от внешней среды изолируются термоэкраном *4*.

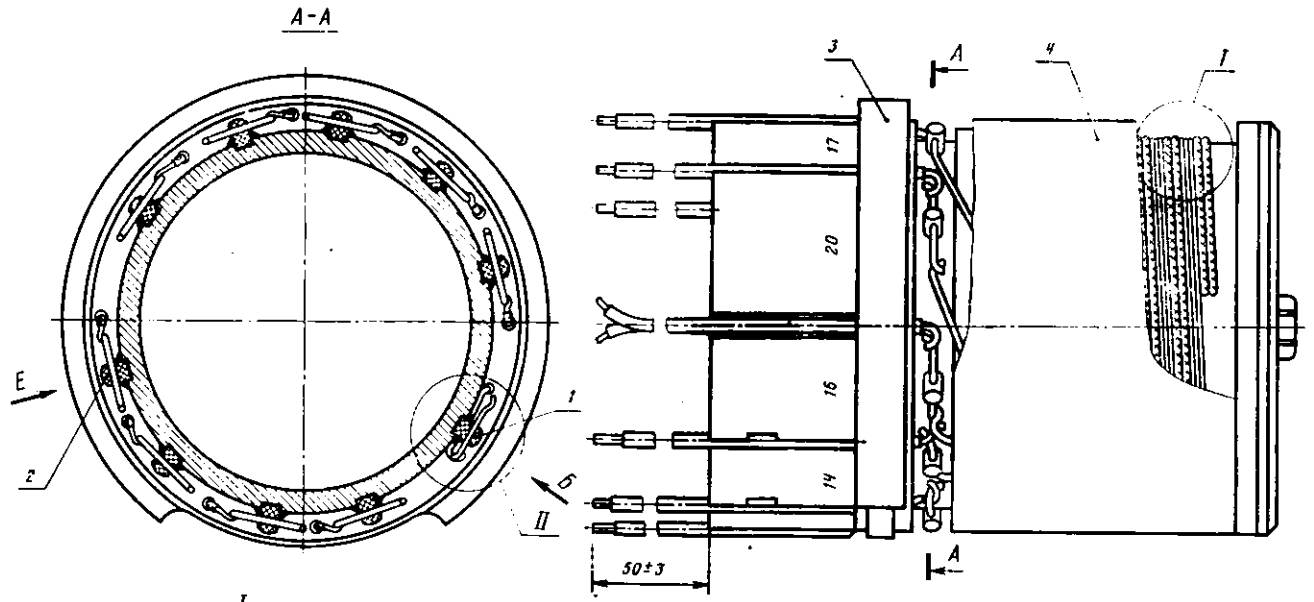
Система обогрева работает следующим образом. При включении прибора схема, состоящая из термодатчиков и постоянных сопротивлений на корпусе прибора и постоянных сопротивлений, находящихся в усилителе, будет разбалансирована. С усилителя будет идти ток в обогреватели до тех пор, пока не будет достигнута необходимая температура (т. е. сопротивление термодатчика не станет равно сопротивлению постоянного плеча). При этом реле усилителя отключает форсированный обогрев. Рабочий обогрев продолжает быть включенным, поддерживая температуру прибора в необходимом режиме.

Рис. 21.2. Проволочный нагреватель в стеклоткани, покрытой резиной. Ламели *5* служат для подпайки проводов, подводящих напряжение к спирали. Нагреватель *1* закрепляется с помощью клея ВК-9 на поверхности прибора, подлежащей нагреванию.

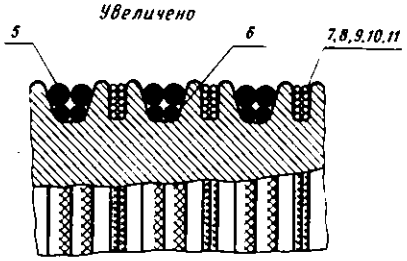
На рисунке приведен пример крепления обогревательного элемента на крышку корпуса трехстепенного поплавкового гироскопа.

Рис. 21.3. Нагреватель в стеклоткани, покрытой резиной с печатной обмоткой. В качестве сопротивления, обеспечивающего необходимую мощность, используется нагревательный элемент *10*, изготовленный из специального сплава с высоким удельным сопротивлением.

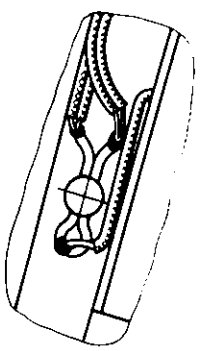
Этот элемент получен методом травления листа по фотоотпечатку обмотки.



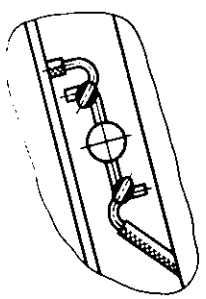
I
Увеличено



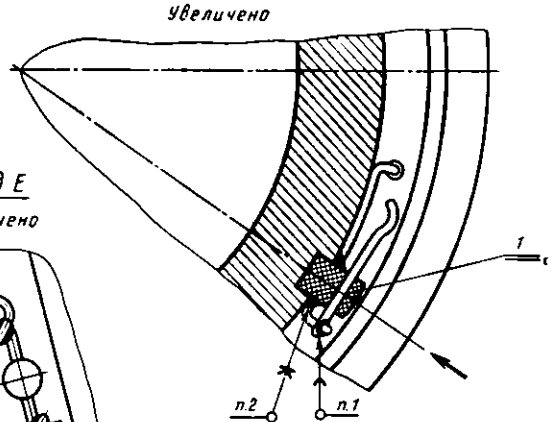
Вид Б
Увеличено



Вид Е
Увеличено



II
Увеличено



1. Паять припоем ПОС61 с бескислотным флюсом
2. Колодку поз.1 ставить на клее ВК-9.

Рабочий обогреватель			Форсированный обогреватель		
Провод	Колич. витков	Сопротивление при 20°С, Ом	Провод	Колич. витков п-двойн.	Сопротивление при 20°С, Ом
Поз.6	10 ± 1,5	22 ± 0,5	Поз.5	10 ± 1	7,5 ± 0,5

Поз	Обозначение	Сопротивление, Ом	Марка провода	Назначение	Температура окруж. среды, °С	Примечание
7	R1	605±15	Провод ПЭВНК-II Ф0,05	Термодатчик рабочего обогрева	20	
8	R2	805±10	Провод ПЭШОК Ф0,05	Постоянное плечо моста рабочего обогрева	20	
9	R3	300±15	Провод ПЭВНК-II Ф0,05	Термодатчик форсированного обогрева	20	
10	R4	405*10	Провод ПЭШОК Ф0,05	Постоянное плечо моста форсированного обогрева	20	
11	R5	795±5	Провод ПЭВНК-II Ф0,05	Контрольное термосопротивление	80±0,1	
5	31	7,5±0,5	Константан	Форсированный обогреватель	20	
6	32	22±0,5	Константан	Рабочий обогреватель	20	

Электрическая схема

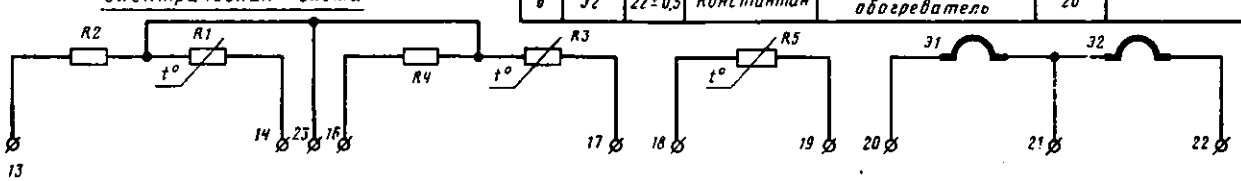
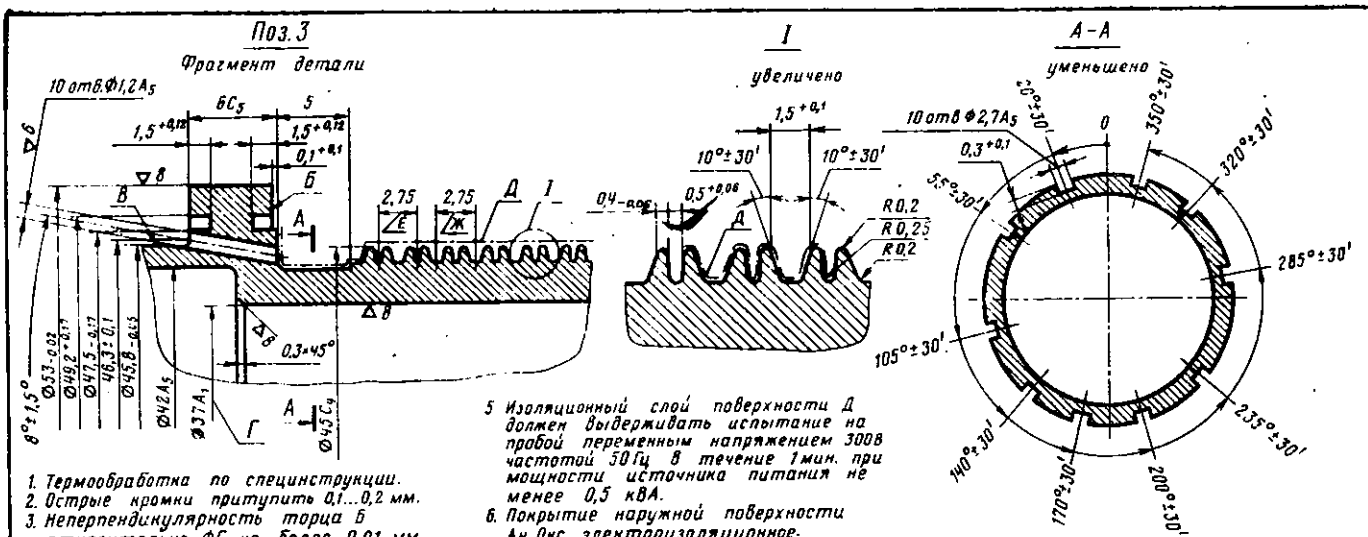


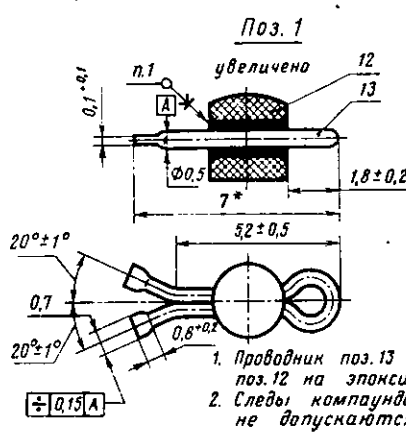
Рис. 21.1
на 2 листах.
Лист 1

Обогревательное устройство двухстепенного гироскопа:

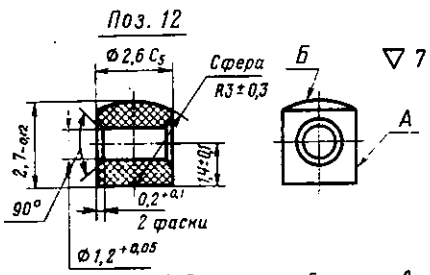
1 - колодка (сб.); 2 - колодки (сб.) - 9 шт.; 3 - корпус (алюминиевый сплав Д16); 4 - термоэкран (сб.); 5 - обмотка форсированного обогрева; 6 - обмотка рабочего обогрева; 7 - обмотка R1; 8 - обмотка R2; 9 - обмотка R3, 10 - обмотка R4; 11 - обмотка R5;



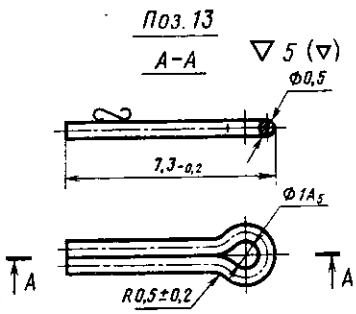
1. Термообработка по специнструкции.
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
3. Неперпендикулярность торца Б относительно ФГ не более 0,01 мм.
4. Е и Ж однозаходные винтовые канавки правые – полировать ▽8.
5. Изоляционный слой поверхности Д должен выдерживать испытание на пробой переменным напряжением 3008 частотой 50 Гц в течение 1 мин. при мощности источника питания не менее 0,5 кВА.
6. Покрытие наружной поверхности Ан.Окс. электроизоляционное.
7. Поверхность В покрыть М9.Ср9; поверхность Д покрыть эмалью ЭП-91 по специнструкции слоем толщиной не более 0,1 мм.



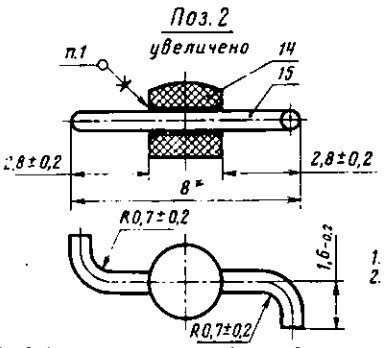
1. Проводник поз. 13 ставить в колодку поз. 12 на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2
2. Следы компаунда на проводнике поз. 13 не допускаются.



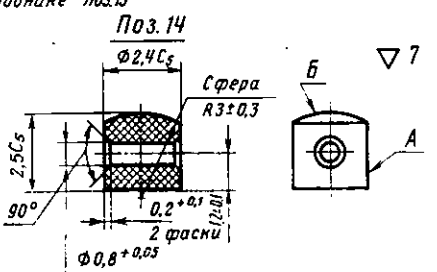
1. Пропитать бакелитовым лаком по специнструкции.
2. Несимметричность отверстия и поверхности Б относительно поверхности А не более 0,1мм.



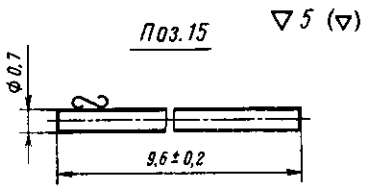
1. Термообработка по специнструкции.
2. Покрытие Ср. 9.



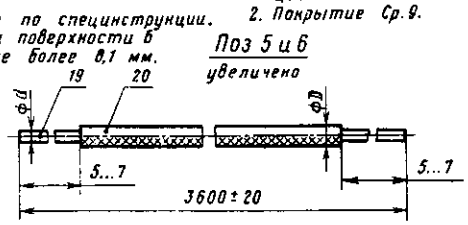
1. Проводник поз. 15 ставить в колодку поз. 14 на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2
2. Следы компаунда на проводнике поз. 15 не допускаются.



1. Пропитать бакелитовым лаком по специнструкции.
2. Несимметричность отверстия и поверхности Б относительно поверхности А не более 0,1 мм.



1. Термообработка по специнструкции.
2. Покрытие Ср. 9.



Поз.	Фd	ФD
6	0,28	0,45 max
5	0,5	0,6 max

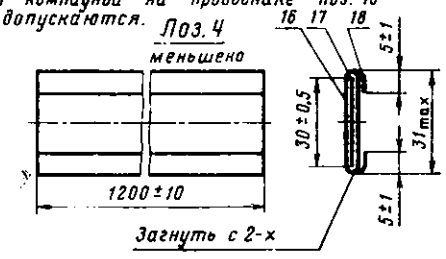
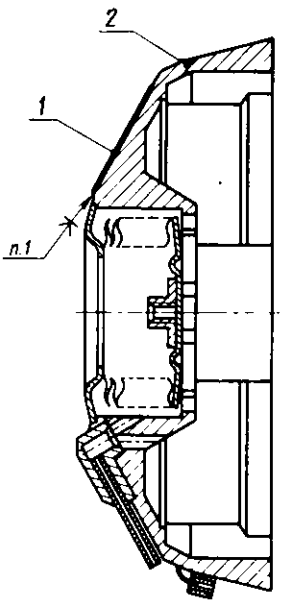
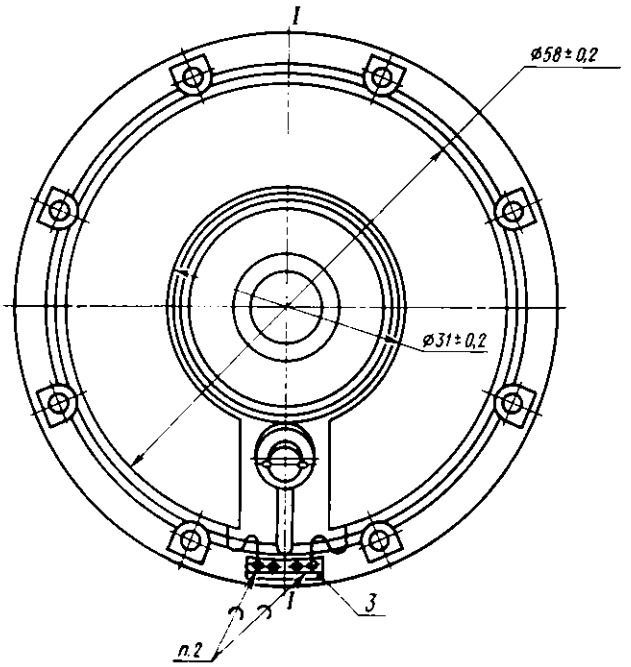


Рис. 21.1

Лист 2

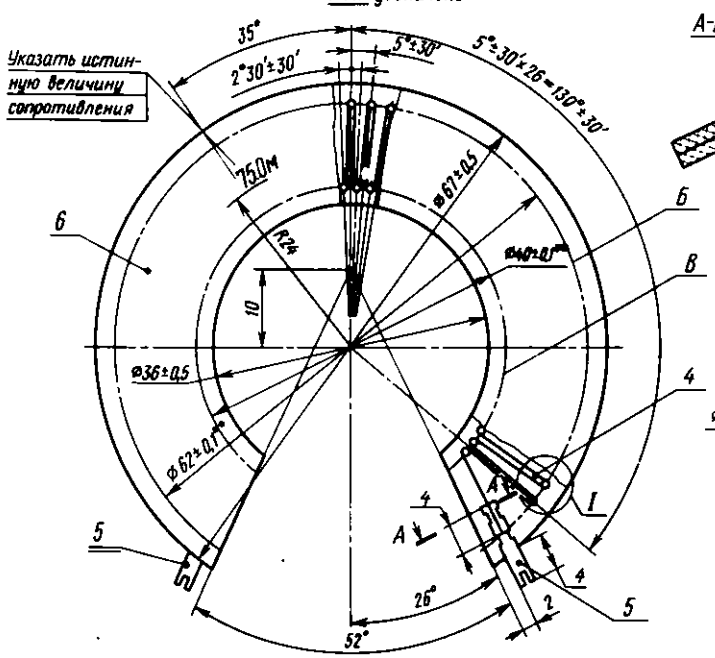
12 - колодка (текстолит); 13 - проводник (медь ММ, проволока Ф 0,5); 14 - колодка (текстолит) - 9 шт.; 15 - проводник (медь ММ, проволока Ф 0,5); 16 - лента (сплав 50Н); 17 - пленка ПЭТФ 0,025×50; 18 - фольга (алюминий АДМ); 19 - проволока (константан); 20 - нить стеклянная крученая НС-150/2



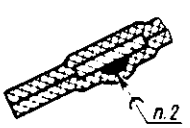


1. Нагреватель поз.1 клеить к крышке поз.2 клеем ВК-9. Следов клея на видимых поверхностях не допускается.
2. Выводные провода нагревателя поз.1 паять к колодке поз.3 припоем ПОС61 с бескислотным флюсом.

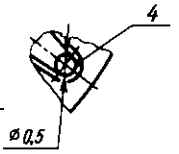
Поз.1 увеличено



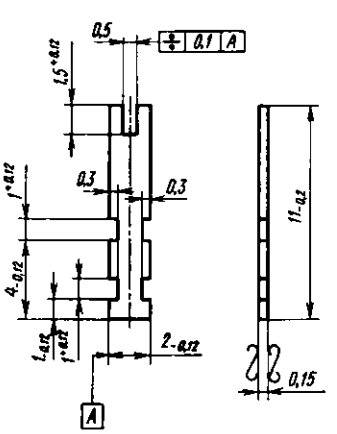
А-А увеличено



I увеличено



Поз.5 увеличено



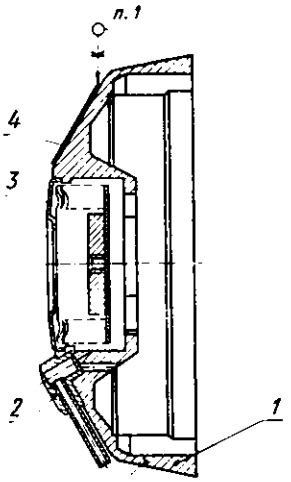
▽4 (▽)

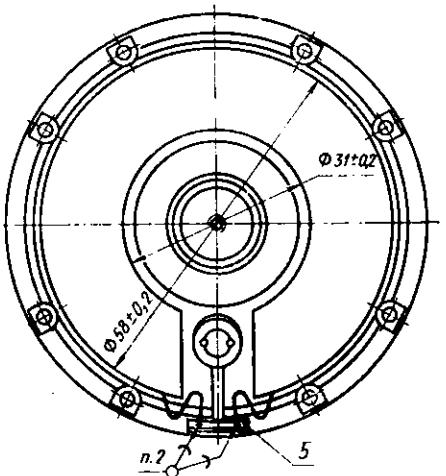
Покрытие Ср.9.

1.** Размеры обеспечить инструментом.
2. Лапель поз.5 паять с проводом поз.4 припоем ПСр-5 с бескислотным флюсом. В месте подпайки допускается утолщение на 0,3 мм.
3. По окружностям Б и В допускаются сквозные технологические отверстия Ф0,5 в кол. 103 max.
4. Сопротивление нагревателя 750м ± 2% подгоняется числом шагов провода поз.4.
5. Надпись выполнять эмалью черной ПФ-223 по специнструкции.

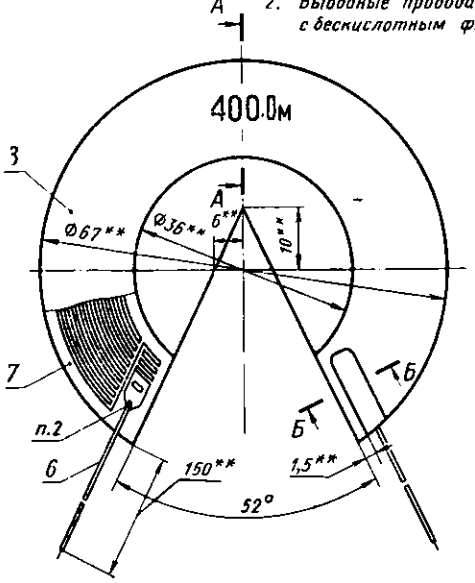
Рис. 21.2

Проволочный нагреватель в стеклоткани, покрытой резиной : 1 – нагреватель (сб.); 2 – крышка (алюминиевый сплав Д16); 3 – колодка (сб.); 4 – провод; 5 – ламель (латунь Л62); 6 – стеклоткань, покрытая резиной НТ-7

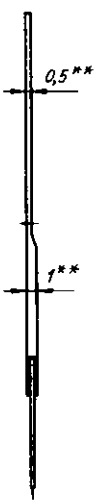




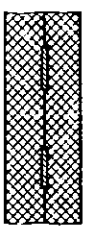
1. Нагреватель закрепить на крышке клеем ВК-9. Следов клея на видимых поверхностях не допускается.
2. Выводные провода нагревателя паять к колодке припоем ПОС 61 с весцислотным флюсом.



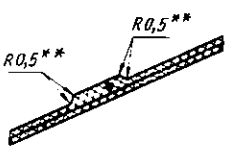
Поз. 4



А–А
увеличено

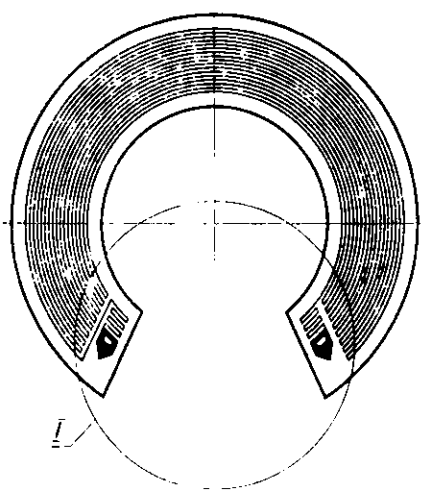


Б–Б
увеличено

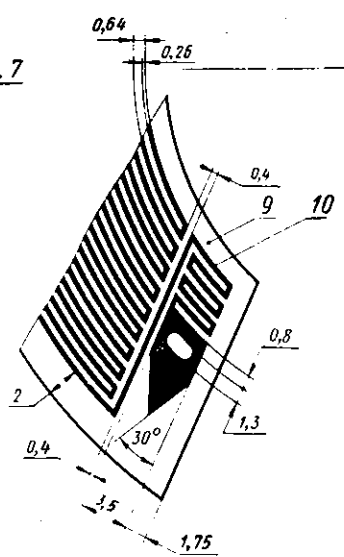


1.** Размеры обеспечить инструментом.
2. Провод приварить к нагревательному элементу по специнструкции.
3. Надпись выполнять эмалью черной ПФ-223 по специнструкции.

Поз. 7



I
увеличено



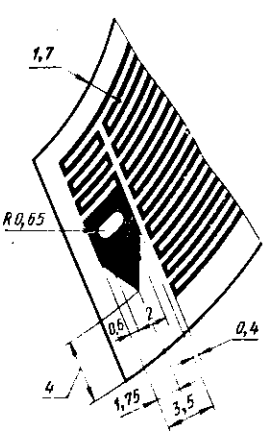


Рис. 21.3

Лист 1

Нагреватель в стеклоткани, покрытой резиной, с печатной обмоткой:

1-крышка (алюминиевый сплав Д16); 2-штуцер (сб.); 3-сильфон (сб); 4-нагреватель (сб.); 5-колодка (сб.); 6-провод МГТФ, S=0,07 мм²-2 шт.; 7-нагревательный элемент (сб.); 8-стеклоткань, покрытая резиной НТ-7, T=0,25; 9-прокладка (стеклоткань, покрытая резиной НТ-7, T=0,25); 10-нагревательный элемент (сплав НХ, T=0,022)

ГЛАВА 22

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРУЖИННЫЕ УСТРОЙСТВА

Узлы с механическими пружинами применяются для противодействия гироскопическому моменту в датчиках угловых скоростей. Цилиндрические измерительные пружины, работающие на растяжение, изготавливаются из стали ОВС со специальной термостабилизацией. Для устранения остаточных деформаций в материале и создания постоянных упругих качеств пружины подвергаются механическому старению путем циклических растяжений и сжатий. Конструкции пружин отличаются друг от друга способами крепления и регулировки усилий.

Рис. 22.1. Измерительное устройство с двумя цилиндрическими пружинами. В этом узле выпрямленные концы пружин *11* прижимаются к скобам *2* и *3* стальными пластинами *9*, имеющими специальный паз. Необходимое усилие пружин обеспечивается предварительным растяжением их при сборке.

Рис. 22.2. Измерительное устройство с двумя цилиндрическими пружинами с рычажной регулировкой натяжения.

Необходимое усилие и равенство усилий пружин достигается перемещением в резьбе стали *23* регулировочного винта *9*, который своим сферическим концом упирается в рычаг *16*, свободно поворачивающийся вокруг цапф стойки *21*. После получения необходимого усилия регулировочный винт *9* контрят винтом *10*. Стойки *20* с трубкой *19* служат упором при повороте рамки.

Рис. 22.3. Измерительное устройство с плоскими пружинами. Пружины *16* изготовлены из стальной ленты 3ГК. Концы пружин крепятся винтами *14* к плоскостям сухаря *7* и платы *5*, образуя пружинный узел, где центр перекрестия является центром изгиба. Возникающий гироскопический момент передается на пружины через палец *6*, который своим сферическим концом входит в паз сухаря. Для уменьшения момента трения сфера пальца и паз сухаря полируют до высокого класса чистоты. Противодействующий момент пружин регулируют перемещением узла платы *5* (вместе с пружинами *16* и сухарем *7*) вдоль вертикальной оси. Сухари в этих узлах изготавливаются из алюминиевого сплава В95-Т1 с последующим анодным оксидированием. Материал с малой плотностью выбран с целью облегчения балансировки его массы относительно оси вращения. При селективном подборе сухаря и пальца обеспечивают зазор не более 5—10 мкм для уменьшения зоны застоя прибора.

ГЛАВА 23

УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ОБЪЕМНЫХ РАСШИРЕНИЙ ЗАПОЛНЯЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Внутренняя полость поплавковых гироприборов заполняется жидкостью. Приборы могут работать в широком диапазоне изменения температуры окружающей среды. При этом жидкость изменяет свой объем. Для компенсации изменения объема жидкости с изменением температуры приборы имеют компенсационную камеру в виде мембранной коробки или сильфона. При понижении температуры сильфон разжимается и не дает возможности образоваться пузырю воздуха. При увеличении температуры сильфон сжимается, чем предохраняет прибор от разрушения.

Обычно узел сильфона изготавливают отдельной сборкой. Он представляет собой собственно сильфон, выполненный по нормали из полутомпака, одна сторона которого припаивается к элементу корпуса, а другая — к детали, образующей дно сильфона. На этой детали имеется стойка, которая позволяет сжимать сильфон для увеличения объема жидкости в полости при заполнении. Для того чтобы к этой стойке можно было подвести инструмент, в детали корпуса имеется отверстие, которое после заполнения может быть закрыто. Обычно небольшое отверстие остается для сообщения полости сильфона с окружающей средой.

Сильфон представляет собой упругую тонкостенную гофрированную трубку, деформирующуюся вдоль оси симметрии под действием разности давлений. Сильфоны по сравнению с мембранами обладают относительно большим прогибом, малой жесткостью, большой эффективной площадью и выдерживают большие давления.

Сильфоны из полутомпака марки Л80 могут работать:

а) при давлении:

наружном — $(1—20)\cdot 10^5$ Н/м^2;

внутреннем — $(1—10)\cdot 10^5$ Н/м^2;

б) при температуре от —60° до 100° С.

Допустимые среды — воздух, масло, бензин, лигроин, керосин. Агрессивные среды не допускаются.

Сильфоны имеют повышенный гистерезис — 3—5%. При работе сильфонов с термически обработанными пружинами точность характеристики сильфонов повышается.

Сильфоны делятся на однослойные и многослойные.

Те и другие изготавливают:

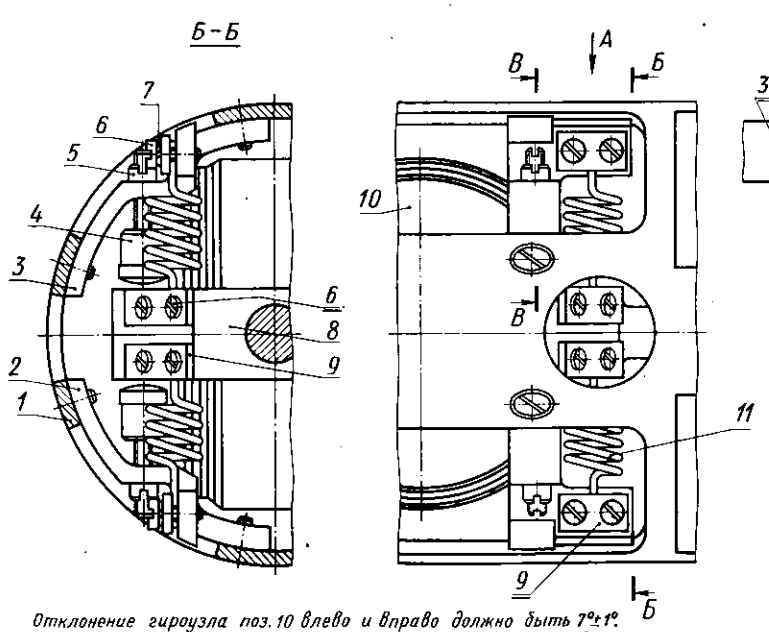
с наружным посадочным диаметром;

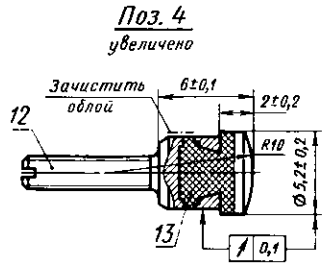
с внутренним посадочным диаметром;

с внутренним и наружным посадочными диаметрами.

С наружным посадочным диаметром и дном, а также с внутренним посадочным диаметром и дном бывают только однослойные сильфоны.

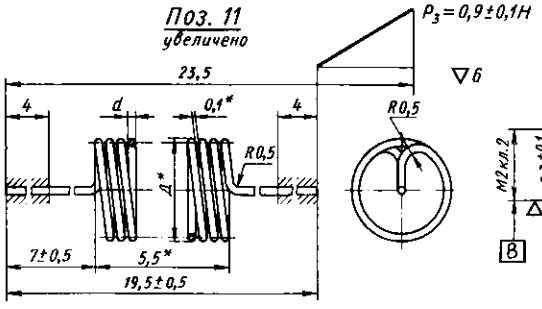
Сильфоны изготавливают из тонких бесшовных трубок. Полутомпаковые сильфоны соединяются с





Отклонение гироузла поз. 10 влево и вправо должно быть 7°±1°. Регулировку производить упорами поз. 4. После регулировки упоры поз. 4 законтрить гайками поз. 5.

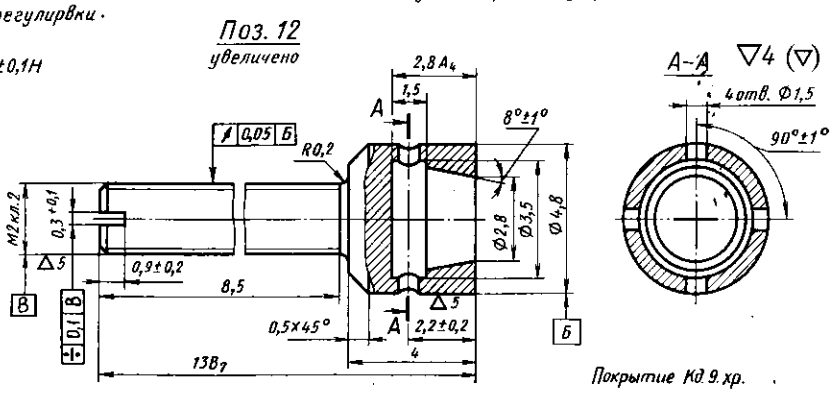
Вулканизировать упор поз. 13.

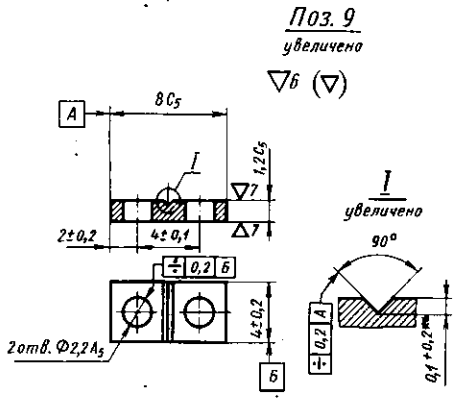


1. Старить механически 40000 циклов за 2 ч с амплитудой ± 1мм от положения предварительного растяжения на 4мм от свободного состояния.
2. Число рабочих витков – 13.

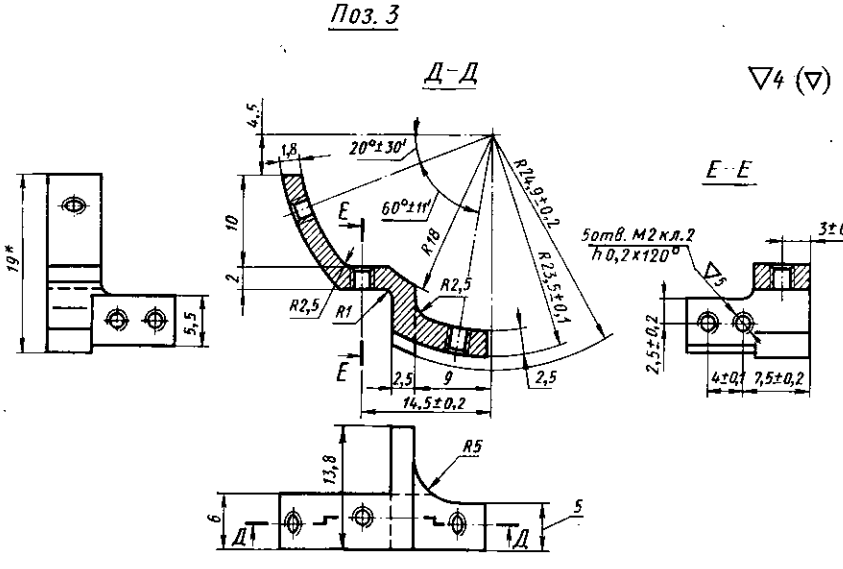
Зависимость Д от d

d мм	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34
Д мм	3,31	3,44	3,60	3,75	3,89



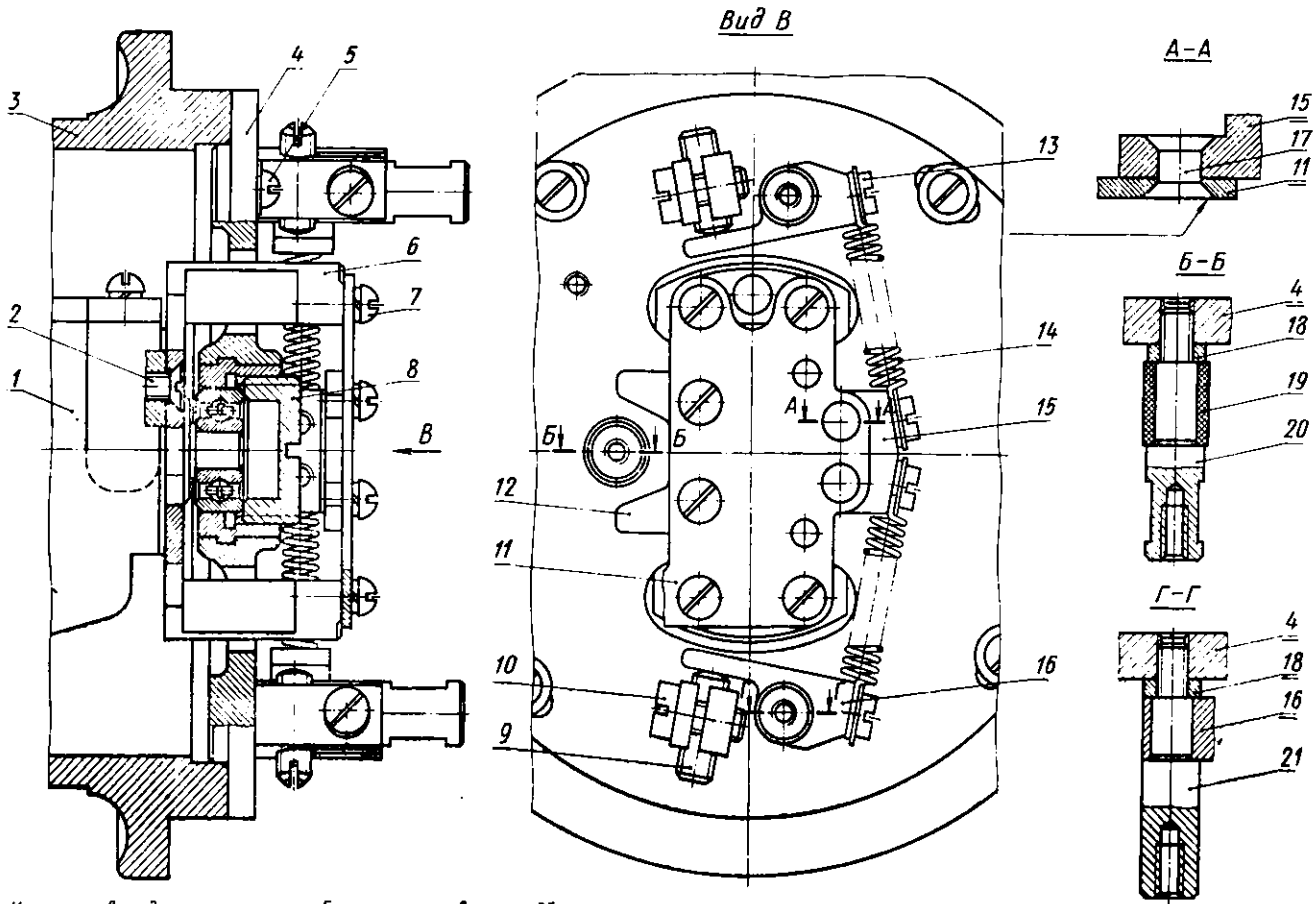


1.** Размер обеспечить инструментом.
2. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм.
3. Покрытие Хим. Пас.

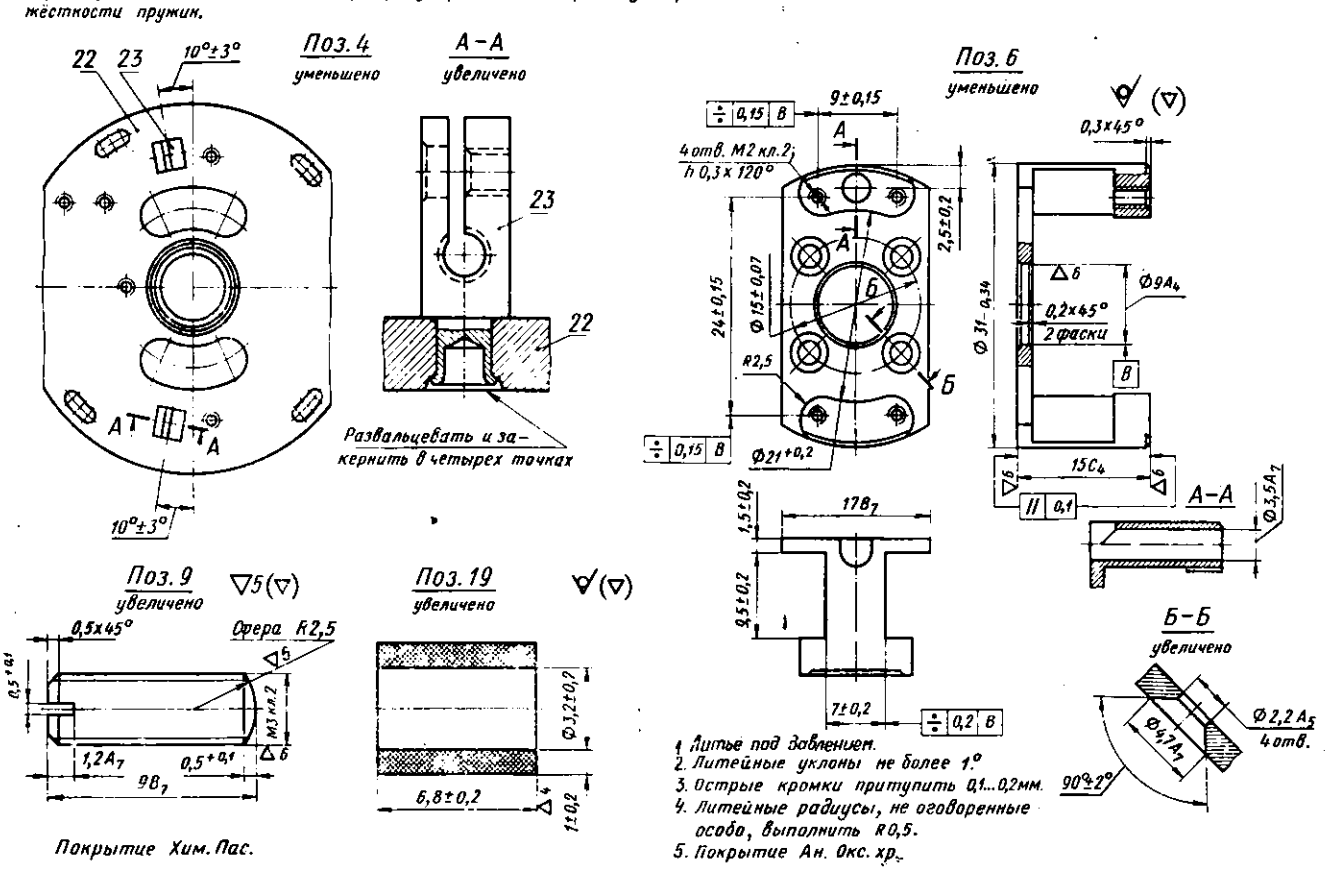


1. Острые кромки притупить 0,1...0,2 мм.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 22.1	Измерительное устройство с двумя цилиндрическими пружинами:
Лист 1	1-корпус (сталь 4Х13); 2-скоба правая (сталь 45); 3-скоба левая (сталь 45); 4-упор (сб.); 5-гайка М2-4 шт.; 6-винт М2х7-4 шт.; 7-шайба-4 шт.; 8-рамка (сталь 2Х13П); 9-пластина (сталь 4Х13); 10-гироузел (сб); 11-пружина (проволока стальная П); 12-винт упора (сталь А12); 13-упор (резина В14)



Крутизну выходного сигнала прибора регулировать подбором суммарной жёсткости пружин.



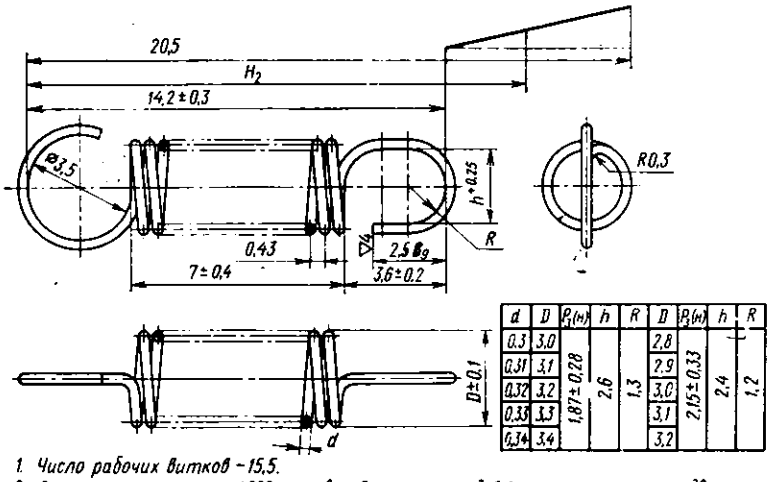
Покрытие Хим. Пас.

1. Литье под давлением.
2. Литейные уклоны не более 1°.
3. Острые кромки притупить 0,1...0,2мм.
4. Литейные радиусы, не оговоренные особо, выполнить R0,5.
5. Покрытие Ан. Окс. хр.

Рис. 22.2
на 2 листах
Лист 1

Измерительное устройство с двумя цилиндрическими пружинами с рычажной регулировкой натяжения: 1- сердечник (сб.); 2- винт М2х3-3шт; 3-корпус (сб.); 4- крышка со стойками (сб.); 5- винт М2х5-4шт; 6-фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 7-винт М2х5-8шт; 8-подпятник (сталь ЭИ474); 9- винт регулировочный (сталь ЭИ474); 10-винт М3х6-2шт); 11- коромысло (сталь 2Х13Н4Г9);

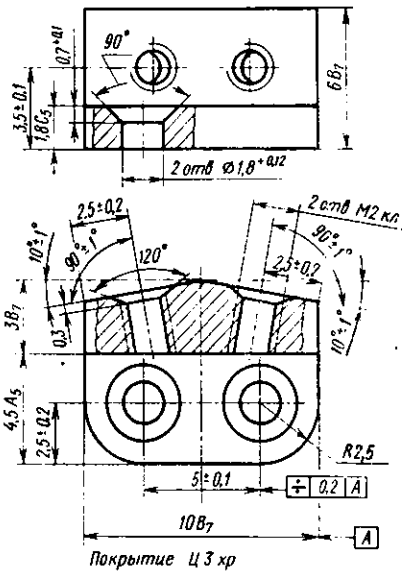
Поз. 14



d	D	P_3(н)	h	R	D	P_3(н)	h	R
0,3	3,0	1,87 ± 0,28	2,6	1,3	2,8	2,15 ± 0,33	2,4	1,2
0,31	3,1				2,9			
0,32	3,2				3,0			
0,33	3,3				3,1			
0,34	3,4				3,2			

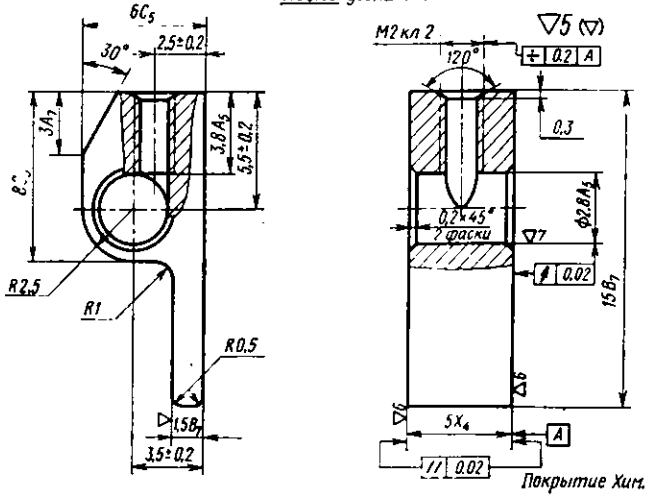
1. Число рабочих витков – 15,5.
2. Старить механически 4000 циклов за 2ч с амплитудой 1мм от положения предварительного растяжения Предварительное растяжение H_2 = 17мм.
3. Длина развернутой пружины 189 мм

Поз. 15 увеличено



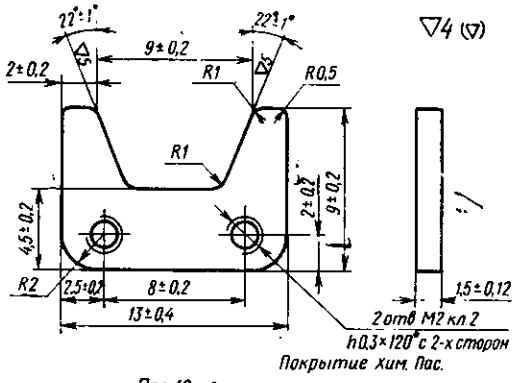
Покрытие Ц 3 хр

Поз. 16 увеличено



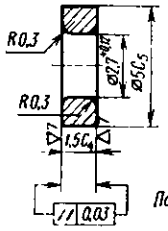
Покрытие Хим. Пас.

Поз. 12 увеличено



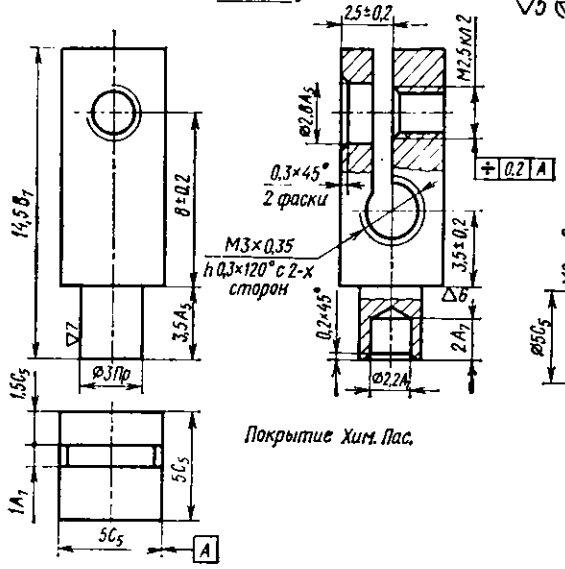
Покрытие Хим. Пас.

Поз. 18 увеличено



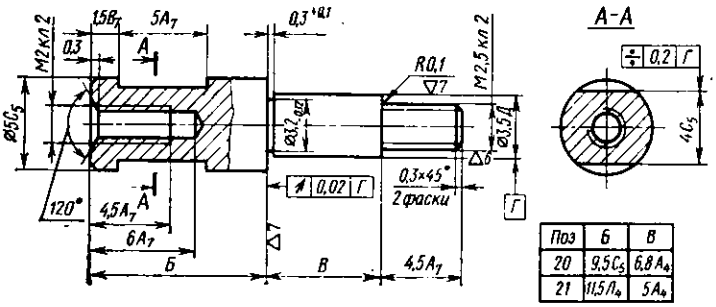
Покрытие Хим Пас

Поз. 23 увеличено



Покрытие Хим. Пас.

Поз. 20 и 21 увеличено



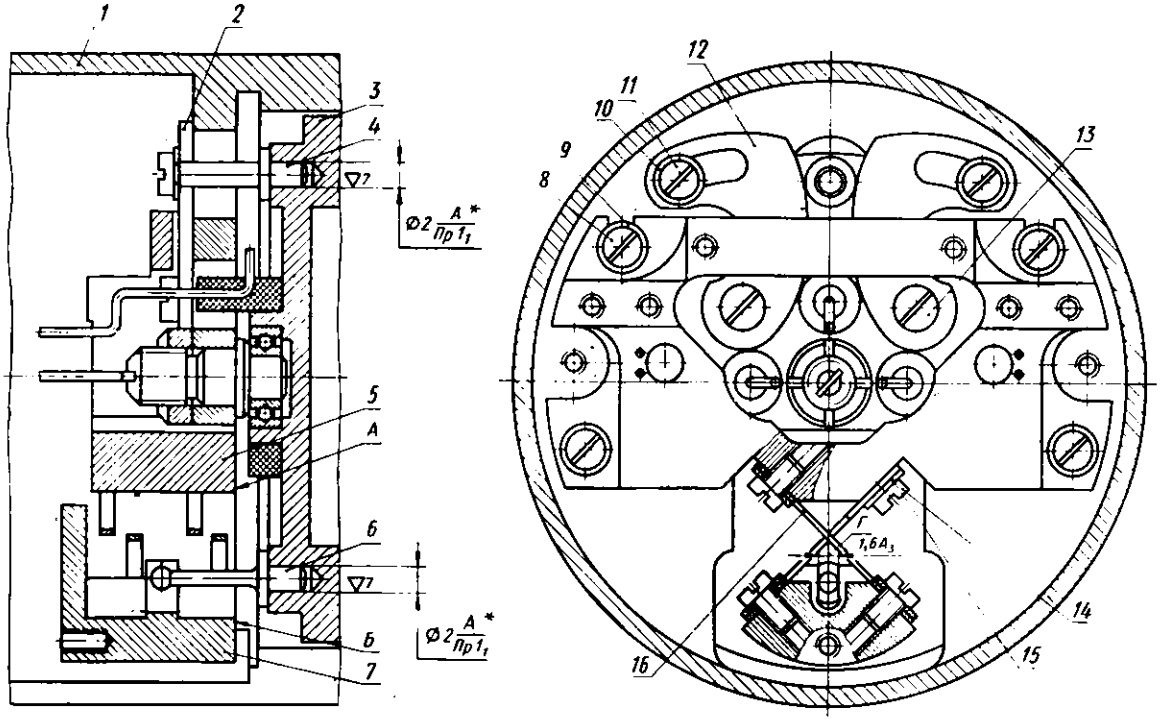
Поз	Б	В
20	9,5 C_5	6,8 A_4
21	11,5 Π_4	5 A_4

Покрытие Хим. Пас.

Рис. 22.2

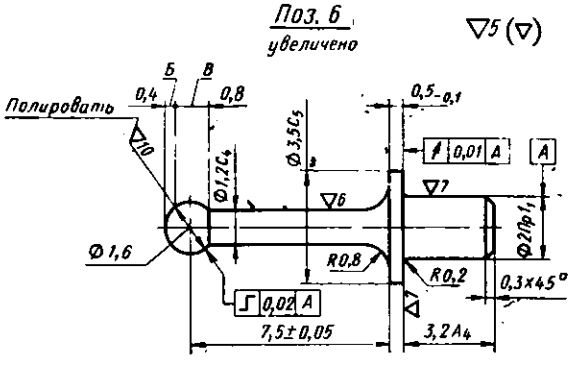
Лист 2

12 - упор (сталь 10); 13 - винт М2×4 - 4 шт; 14 - пружина (проволока стальная П); 15 - кронштейн (сталь 20); 16 - рычаг (латунь ЛС59-1); 17 - заклепка, 18 - шайба (сталь ЭИ474); 19 - трубка (резина 4611); 20 и 21 - стойки (сталь ЭИ474); 22 - крышка с втулкой (сб); 23 - стойка (латунь Л62)



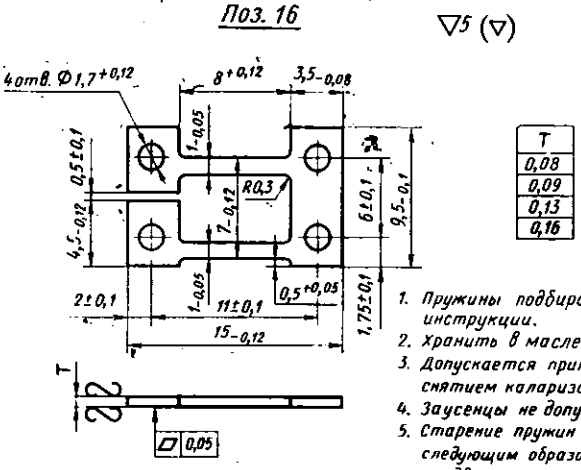
Торец А платы поз. 5 и торец Б сухаря поз. 7 должны находиться на одной плоскости, отклонение не более 0,02 мм.

Поз. 6
увеличено



1. Твердость HRC 58... 63.
2. Отклонение от геометрии сферы на участке Б не более 0,05 мм, на участке В не более 0,003 мм.
3. Комплектовать с деталью поз. 7, обеспечив зазор 0,004 ... 0,008 мм на участке В.
   Зазор определять по наименьшим фактическим размерам паза Д в детали поз. 7 и наибольшему фактическому диаметру сферы данной детали.
4. Хранить в масле ОКБ-122-16.

Поз. 16



T
0,08
0,09
0,13
0,16

1. Пружины подбирать по спец-инструкции.
2. Хранить в масле ОКБ-122-16.
3. Допускается притирка со снятием каларизованного слоя.
4. Заусенцы не допускаются.
5. Старение пружин производить следующим образом: пружины закрепляют неразрезанным концом и подвергают механическому старению на изгиб с амплитудой перемещения незакрепленного конца ± 1 мм. Количество циклов – 50 000, частота качания 20...35 Гц.
6. Покрытие Хим. Окс.

Поз. 4
увеличено

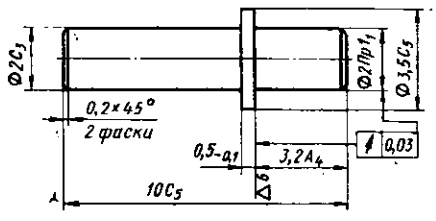
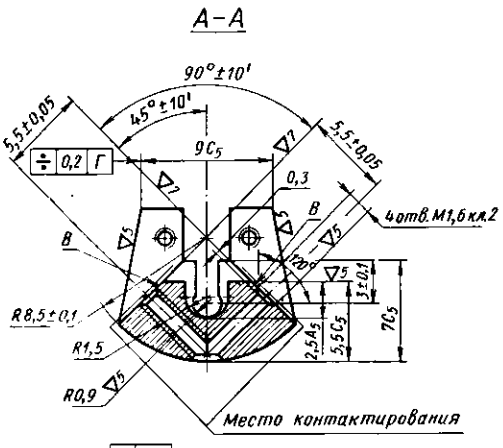
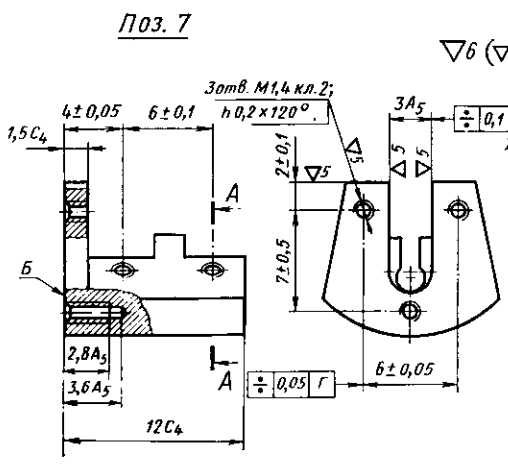
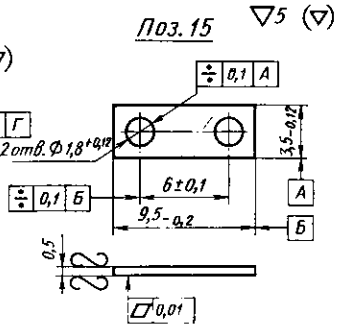


Рис. 22.3
на 2 листах
Лист 1

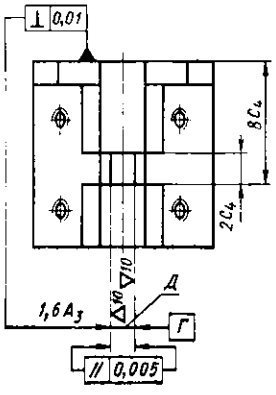
Измерительное устройство с плоскими пружинами:
1- корпус (алюминиевый сплав В95Т1); 2- плата (сталь Х18Н9Т); 3- крышка (алюминиевый сплав В95Т1); 4- упор (сталь Х18Н9Т); 5- плата (алюминиевый сплав АЛ2); 6- палец (сталь ШХ15); 7- сухарь (алюминиевый сплав В95Т1); 8,11- винты М2×4-4 шт.; 9,10- шайбы; 12- плата (сталь Х18Н9Т); 13- винт специальный (сталь Х18Н9Т)-2 шт.; 14- винт М1,6×3-4 шт; 15- накладка (сталь Х18Н9Т); 15- пружина (лента ЗПК).



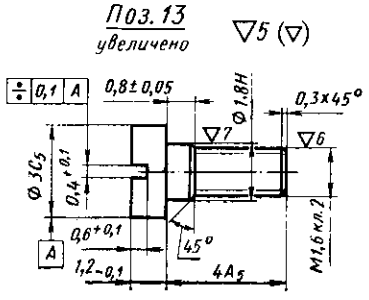




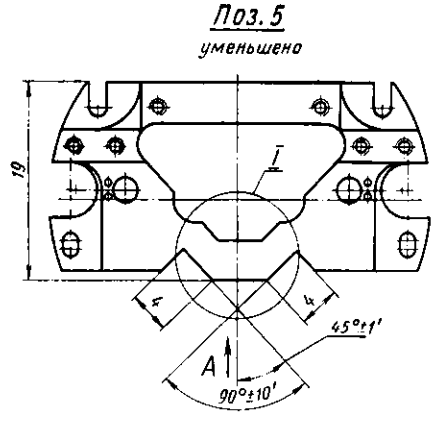
1. Заусенцы не допускаются
2. Покрытие Хим. Окс.

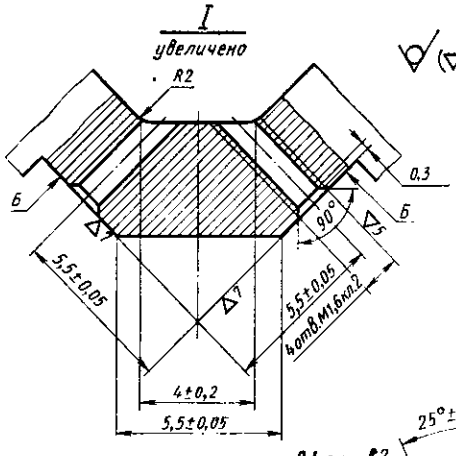


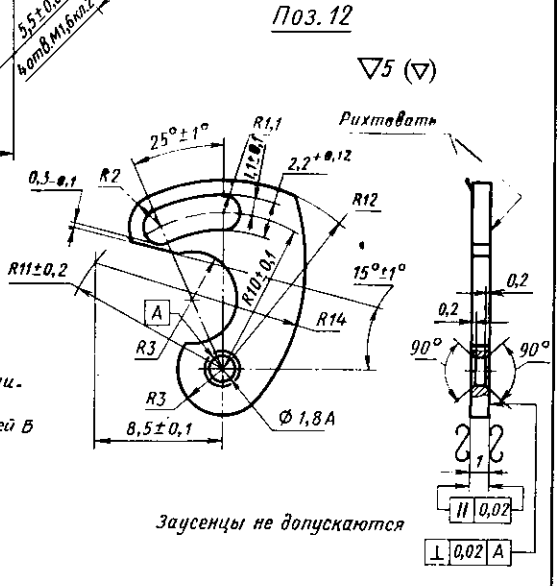
1. Термообработка по специнструкции.
2. Неперпендикулярность плоскостей В к плоскости Б не более 0,05мм.
3. Заусенцы не допускаются.
4. Комплектовать совместно с деталью поз 6 Зазор между пазом Д и сферой детали поз.6 - 0,004... 0,003мм
5. Покрытие Ан. Окс. точное.
6. Толщина анодной плёнки в пазе Д должна быть 30... 40 мкм. Размер Д дан после нанесения покрытия.



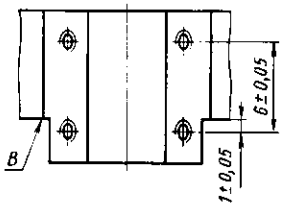
Заусенцы не допускаются







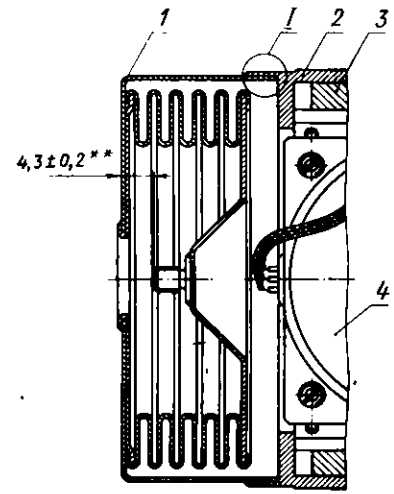
Заусенцы не допускаются



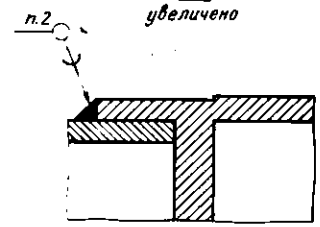
1. Литье под давлением.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Термическая стабилизация по специнструкции.
4. Заусенцы не допускаются.
5. Отклонение от перпендикулярности плоскостей В к плоскости В не более 0,03мм.
6. Покрытие Ан. Окс. точное.

Рис. 22.3

Лист 2

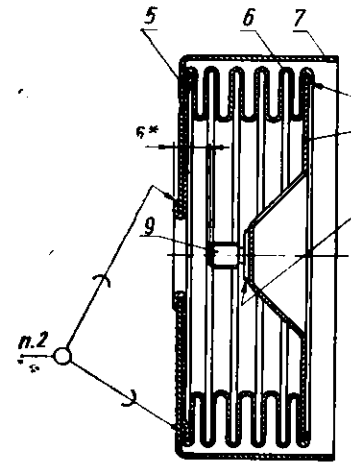


I
увеличено



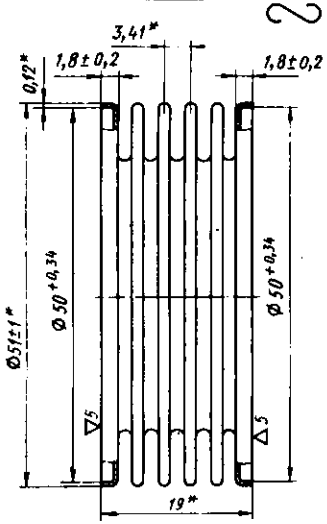
1.** Размер обеспечить инструментом при заполнении.
2. Паять герметично по всему периметру припоем ПОСК50-18 с бескислотным флюсом по специнструкции.
3. Проверить герметичность прибора по специнструкции.

Поз. 1



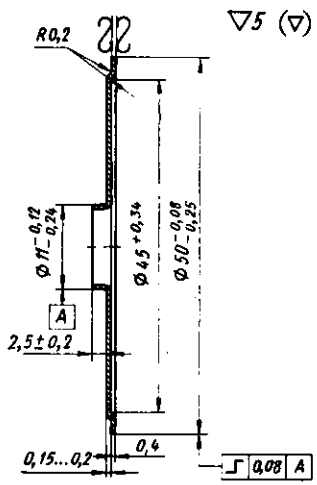
1. Сильфон поз. 6, пластину поз. 8, стойку поз. 9 паять припоем ПОС 40 с флюсом КЗЦ по специнструкции.
2. Пластинину поз. 5, сильфон поз. 6 и крышку поз. 7 паять припоем ПОС 61 с флюсом КЗЦ по специнструкции.
3 Проверить герметичность пайки в спецприспособлении, подавая воздух под давлением $0{,}08^{+0{,}02}$ мн/м² в отверстие пластины поз. 5.

Поз. 6



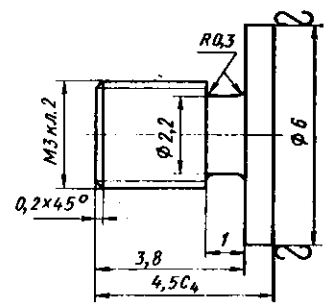
1. Общее число гофр — 6
2. Использован сильфон 51×15×0,12 в качестве заготовки.

Поз 5



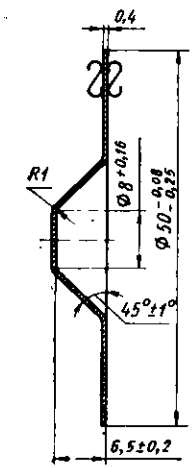
Покрытие 0.9.

Поз. 9
увеличено



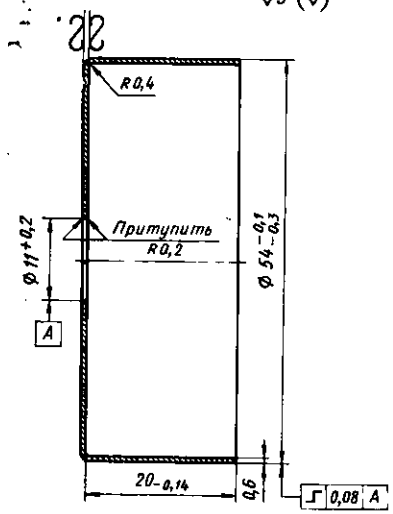
Покрытие 0.9.

Поз. 8



Покрытие 0.9.

Поз. 7



Покрытие 0.9.

Рис. 23.1

Лист 1

Сильфонный компенсатор в латунной крышке:

1-узел сильфона (сб.); 2-стакан (алюминиевый сплав В95); 3-корпус (алюминиевый сплав АЛ 2); 4-сгроузел (сб.); 5-пластина I (латунь Л62-М, лента Т0,4); 6-сильфон (полутомпак Л80, тип 1); 7-крышка (латунь Л62-М, лента Т=0,6); 8-пластина II (латунь Л62-М, лента Т=0,4); 9-стойка (латунь Л62)

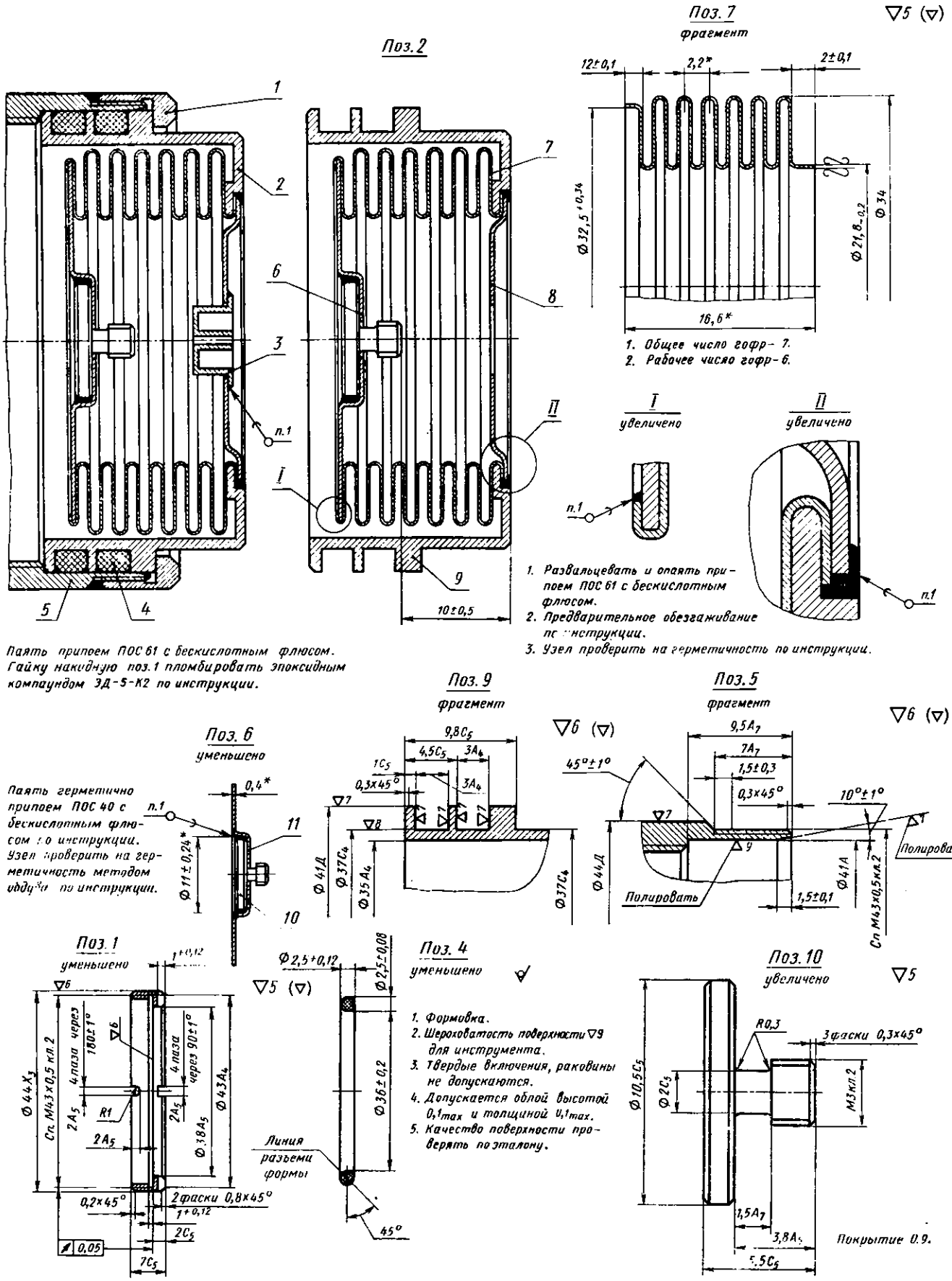
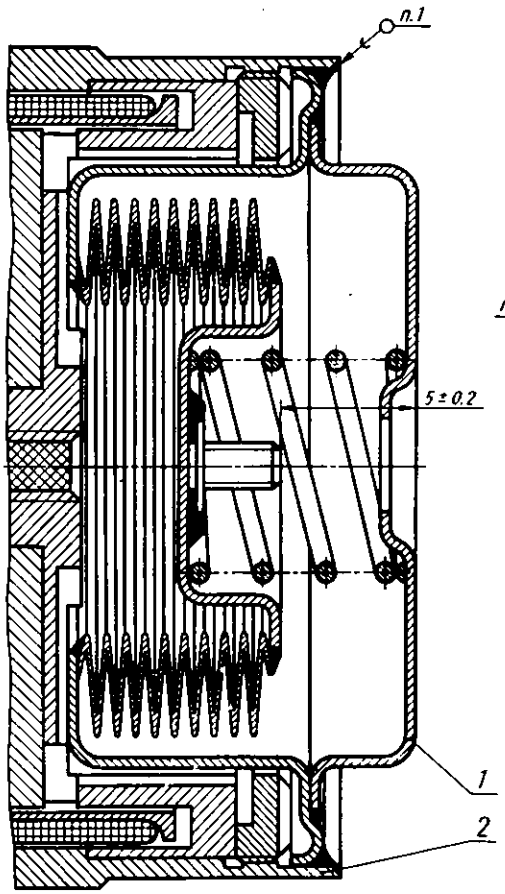


Рис. 23.2

Лист 1

Сильфонный компенсатор в алюминиевой крышке:

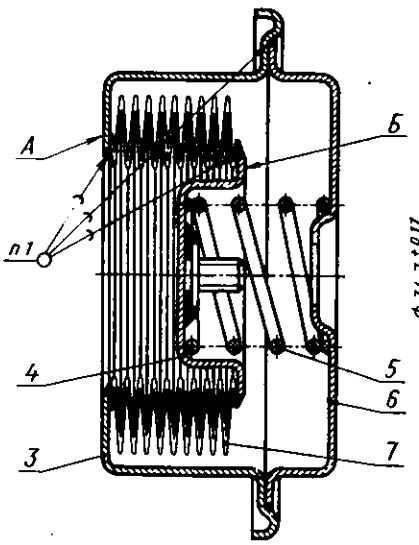
1 гайка накидная (сталь 12Х18Н9Т); 2-узел сильфона (сб); 3-чашка (латунь Л52); 4-прокладка (резина 9В-1); 5-корпус (алюминиевый сплав В95Т1); 6-дно с винтом (сб); 7-сильфон (полутомпак Л80); 8-шайба (латунь Л62-М); 9-основание крышки (алюминиевый сплав В95Т1); 10-винт (латунь ЛС59-1); 11-дно (латунь Л62-М)



1. Узел сильфона поз.1 паять к корпусу прибора герметично припоем ПОСК 50-18 с флюсом ЛТИ.
2. Прибор заполнить жидкостью по специнструкции.
3. Установку сильфона и проверку качества заполнения датчика жидкостью производить по специнструкции.

Поз. 1

уменьшено

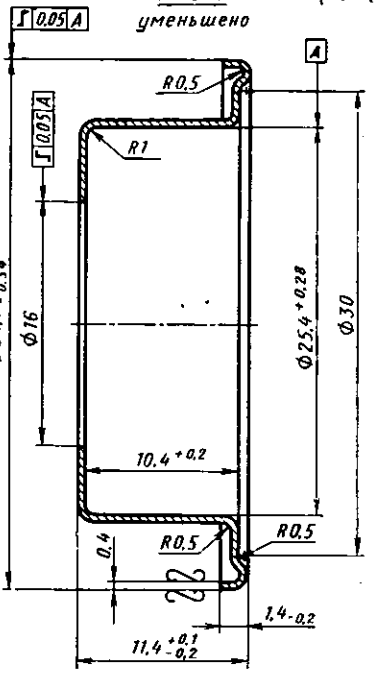


1. Пайку производить герметично припоем ПОС 61 с флюсом ЛТИ.
2. Выступание припоя за торцы А и Б не более 0,1 мм.
3. Узел проверить на герметичность при давлении 0,18 ± 0,02 МН/м² по специнструкции.
4. Узел проверить на герметичность методом гелиевой камеры.

Поз. 3

▽5 (▽)

уменьшено

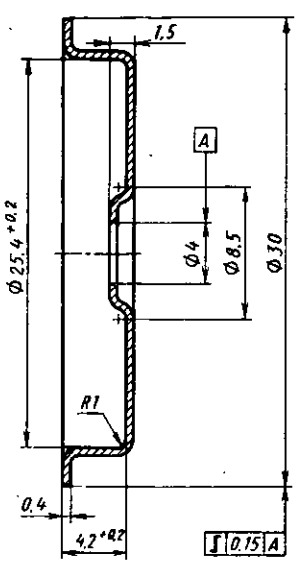


1. Покрытие - Ср.9.
2. Допускается утонение стенок до 30%.

Поз. 6

уменьшено

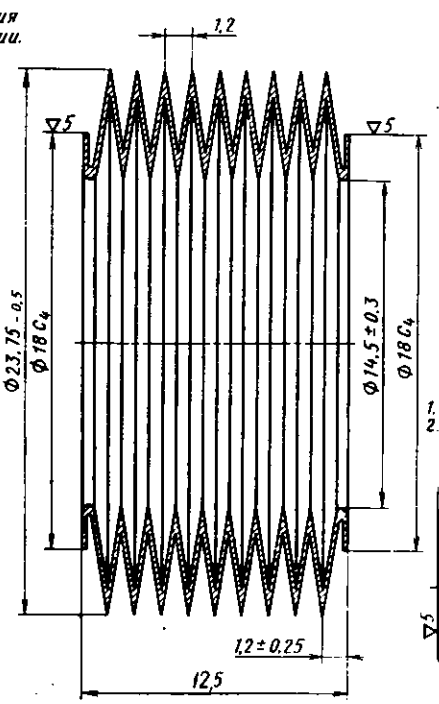
▽4 (▽)



1. Допускается утонение стенок до 30%.
2. Покрытие Ср.9.

Поз. 7

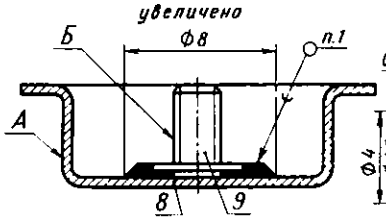
(▽)



Число гофр - 9.

Поз. 4

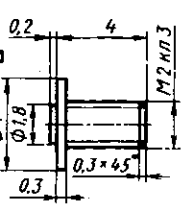
увеличено



1. Стойку поз.9 паять ко дну поз 8 припоем ПОС 40 с флюсом ЛТИ.
2. Несоосность поверхн. А и Б не более 0,15 мм.

Поз. 9

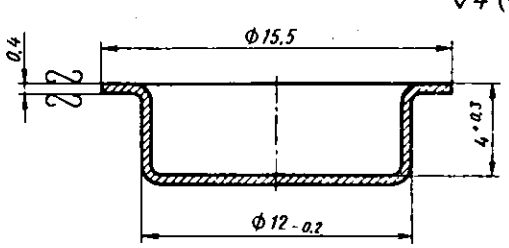
▽5



Покрытие 0.9.

Поз. 8

▽4 (▽)

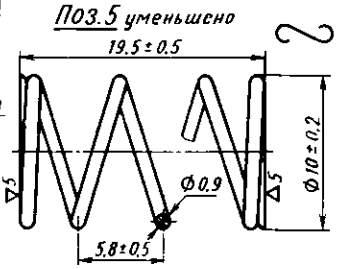


1. Допускается утонение стенок до 20%.
2. Покрытие Ср.9.

Поз. 5

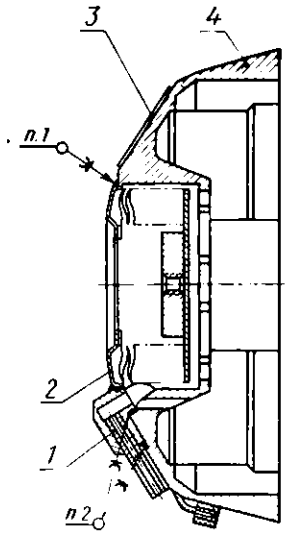
уменьшено

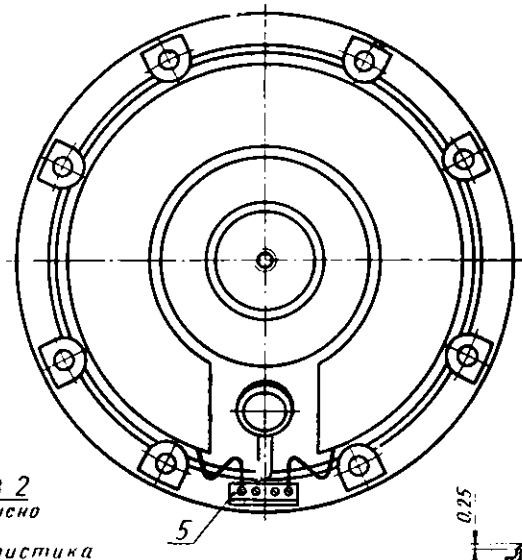
(▽)



1. Число витков: общее - 5; рабочих - 3. Развернутая длина пружины - 167 мм.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Покрытие Кд. 3. хр.

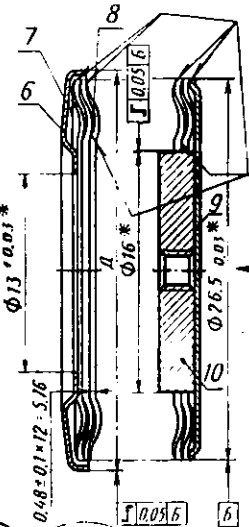
Рис. 23.3	Сильфонный компенсатор с пружиной:
Лист 1	1-узел сильфона (сб); 2-корпус (сб.); 3-крышка (латунь Л62-М); 4-дно (сб); 5-пружина (стальная проволока П, Ф0,9); 6-дно (латунь Л62-М, л 0,4); 7-сильфон (бронза Бр.б2); 8-дно (латунь Л62-М); 9-стойка (латунь ЛС59-1Т)



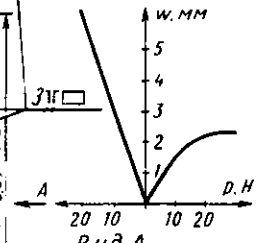


1. Сильфон поз.2 ставить в крышку поз 4 на компаунде ЭД-5-К3 под нагрузкой 20Н и сушить, не снимая нагрузки.
2. Штуцер поз 1 ставить в крышку поз 4 на компаунде ЭД-5-К3. Следов клея на поверхности отверстий не допускается.
3. Узел проверить на герметичность методом гелиевой камеры.

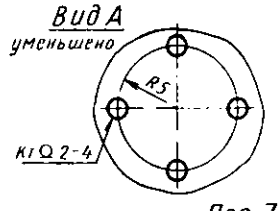
Поз 2
увеличено



Характеристика сильфона

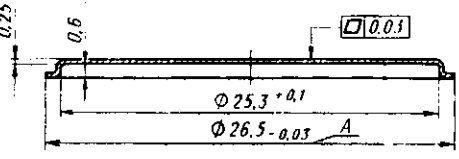


Вид А
уменьшено



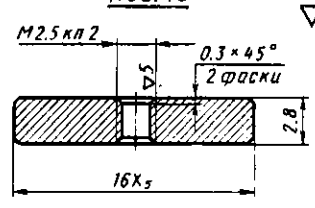
1. Сварка должна выдерживать нагрузку на отрыв не менее 100Н.
2. Поверхности сварных швов должны быть ровными, без раковин и видимых включений. Проверять при увеличении 8*.
3. Сильфон подвергнуть термообработке до твердости HV 435...543.
4. Сильфон проверять на герметичность методом обдува, после двукратного термоудара, выдержав при t=-60°С в течение 1ч и при t=+100°С в течение 1ч.

Поз. 9

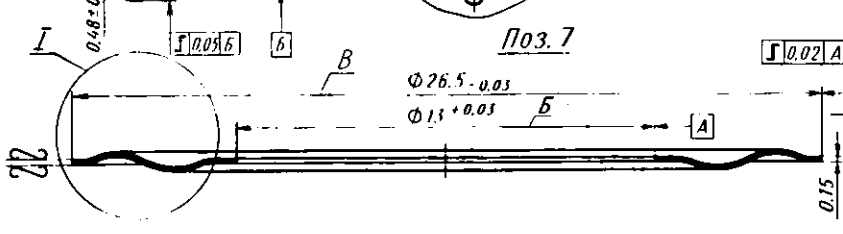


1. Заусенцы, видимые при увеличении 8,* не допускаются
2. На размере А не допускается скругление кромок.

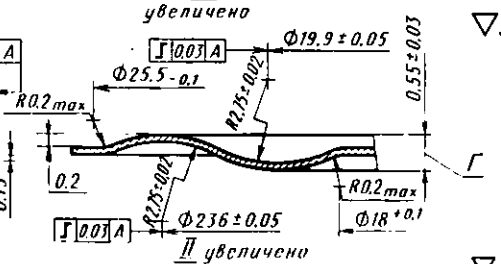
Поз. 10

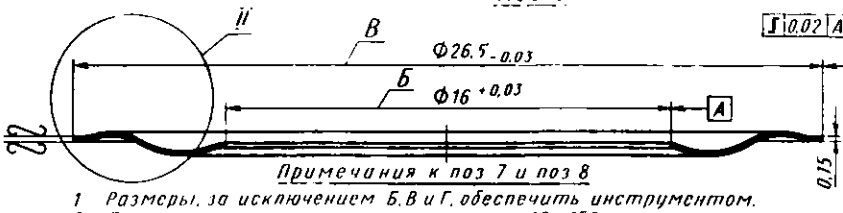


Острые кромки притупить 0,1 0,2 мм.

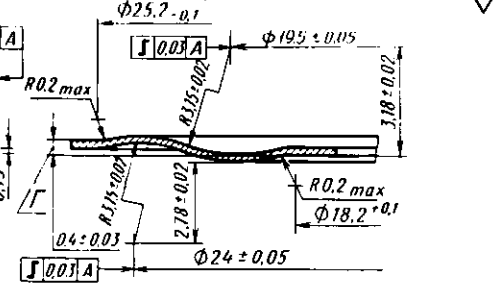


I увеличено





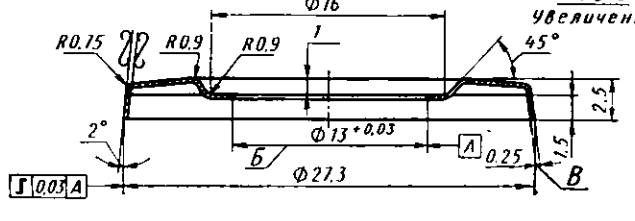
II увеличено



Примечания к поз 7 и поз 8

1. Размеры, за исключением Б, В и Г, обеспечить инструментом.
2. Допускается утонение материала на 10...15%.
3. На ФФБ и В не допускается скругление кромок.
4. Заусенцы не допускаются.

Поз 6
увеличено



Примечания к поз.6

1. Размеры, кроме Б и В, обеспечить инструментом.
2. Допускается утонение стенок на 10...15%, кроме свариваемых кромок.
3. Заусенцы не допускаются. Проверять при увеличении 8*.
4. На Ф Б не допускается скругление кромок.

Рис 23.4 Лист 1	Сильфонный компенсатор с мембранным блоком: 1-штуцер (сб); 2-узел сильфона (сб); 3-нагреватель (сб); 4-крышка (алюминиевый сплав АЛ 2), 5-колодка (сб); 6-крышка (сталь Х18Н9Т); 7-мембрана (сталь Х18Н9Т, лента Т=0,15); 8-мембрана (сталь Х18Н9Т, лента Т=0,15), 9-мембрана (сталь Х18Н9Т); 10-втулка (сталь Х18Н9Т)

арматурой мягкими припоями (ПОС 40, ПОС 60) с бескислотными флюсами. Сильфоны должны быть герметичными при максимальном рабочем давлении.

Сильфоны из стали 1Х18Н9Т могут работать при температуре от —19 до +400° С при рабочем расчетном давлении. Эти сильфоны имеют повышенный гистерезис:

при работе без пружины — 2—4%;

при работе с пружиной — 1—1,5%.

Сильфоны стальные делятся на однослойные и армированные. Однослойные изготавливают:

с наружным посадочным диаметром;

с внутренним посадочным диаметром;

с наружным и внутренним посадочными диаметрами.

Армированные сильфоны делают с наружным посадочным диаметром, причем армирующие кольца — из стали марок сталь 45 и 1Х18Н9Т и алюминиевого сплава марки Д16-Т.

Материал колец выбирают в зависимости от температуры и среды. Дюралевая арматура используется при работе до 150° С. Свыше 150° С применяется стальная арматура, причем при работе в агрессивной среде арматура изготавливается из нержавеющей стали. Дюралевые кольца анодируются, из стали 45 — цинкуются.

Гальванические покрытия сильфонов не допускаются. Сильфоны с арматурой соединяются сваркой.

В сильфонах проверяются: размеры, герметичность, жесткость, а также прочность при нагрузке рабочим давлением и при циклической нагрузке.

Испытание на герметичность проводится созданием внутри сильфона избыточного давления 10^5 Н/м^2 сжатым воздухом в течение 1 мин. Сильфон помещают в сосуд с водой. Герметичность оценивается отсутствием пузырьков воздуха как в воде, так и на поверхности сильфона.

Жесткость проверяют, сжимая сильфон на 1 мм хода под действием сосредоточенной осевой нагрузки.

Рис. 23.1. Сильфонный компенсатор в латунной крышке. Сильфон *6* с одной стороны завальцовывается на пластину I (поз. *5*), которая, в свою очередь, развальцовывается на крышке *7*. С другой стороны сильфон завальцовывается на пластину II (поз. *8*), к которой припаяна стойка *9*. Пластина II имеет пуклевку для увеличения ее жесткости в осевом направлении. С целью повышения надежности герметичности все места завальцовок опаивают. Узел сильфона вставляется в стакан *2* по наружному диаметру крышки *7*. Герметичность соединения обеспечивается пайкой.

Рис. 23.2. Сильфонный компенсатор в алюминиевой крышке. Узел сильфона *2* соединяется с корпусом *5* с помощью накидной гайки *1*. Герметичность соединения основания крышки *9* и корпуса *5* обеспечивается резиновыми прокладками *4*, устанавливаемыми в выточки основания крышки *9*, и пломбировкой гайки *1* эпоксидным компаундом ЭД-5-К2.

Сильфон *7* герметично соединяется с дном *6* и основанием *9* с помощью развальцовки и пайки. Для надежности пайки основание крышки *9*, изготовленное из алюминиевого сплава В95-Т1, серебрят.

При заполнении прибора полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-5 сильфон сжимается с помощью винта *10*. После заполнения это отверстие закрывают чашкой *3* с помощью пайки.

Рис. 23.3. Сильфонный компенсатор с пружиной. Сильфон *7* имеет гофры пильчатой формы, что обеспечивает ему большой ход. Он изготовлен из бериллиевой бронзы БрБ2. Для сохранения стабильности характеристики сильфон работает в паре с пружиной *5*. Для ее установки дно *8* имеет форму чашки, Крышка *3* и дно *6*, а также сильфон *7* и дно *6* соединяются пайкой.

Узел сильфона *1* герметично припаивается к корпусу. Для обеспечения большей поверхности соприкосновения с припоем крышка *3* имеет специальную форму буртика.

Рис. 23.4. Сильфонный компенсатор с мембранным блоком. Своеобразие узла сильфона *2* заключается в том, что сильфон набран из стальных мембран *7* и *8*, имеющих синусоидальную форму гофра. Эти мембраны герметично соединены друг с другом плоской мембраной *9*, крышкой *6* и втулкой *10* с помощью сварки. Синусоидальная форма гофров обеспечивает большой ход сильфона, а изготовление сильфона из стали уменьшает его остаточную деформацию. Втулка *10* придает достаточную жесткость мембране *9*.

ГЛАВА 24

УСПОКОИТЕЛИ

Демпфирующие устройства предназначены для создания моментов, пропорциональных скорости поворота подвижной системы. Величина этих моментов влияет на динамические характеристики прибора, а в интегрирующих гироскопах, как известно, демпфирующий момент является основным противодействующим моментом. Поэтому к удельному демпфирующему моменту предъявляется требование постоянства как при всех возможных в процессе работы гироскопа скоростях поворота гироузла, так и при всех возможных колебаниях температуры.

В качестве демпфирующих элементов в гироприборах применяют поршневые демпферы — воздушные (в сухих) или гидравлические (в жидкостных и поплавковых приборах), а также магнитоэлектрические демпфирующие устройства.

В поплавковых гироскопах демпфирующий момент создается за счет вязкого трения жидкости, находящейся в зазоре между поверхностями поплавкового гироузла и корпуса. Величина зазора и вязкость жидкости подбираются такими, чтобы обеспечить заданный удельный демпфирующий момент. Если заданное значение указанного парамет-

ра таким путем достичь не удается, применяют дополнительное демпфирование с помощью гидравлических или магнитоэлектрических демпферов.

Поршневой демпфер состоит из поршня, перемещающегося в цилиндре, полость которого заполнена жидкостью или газом. Полости цилиндра соединены между собой капиллярным отверстием.

При движении поршень давит на жидкость (воздух) и выталкивает ее через капиллярное отверстие и зазор между поршнем и цилиндром.

Давление жидкости (воздуха) создает противодавление на поршень — демпфирующее усилие, величина которого зависит от диаметра капилляра и коэффициента вязкости среды.

Обычно применяют два симметрично расположенных демпфера. Это позволяет уменьшить давление на опоры рамки при вращении последней (см. рис. 24.3).

Величину удельного демпфирующего момента можно регулировать изменением отверстия капилляра. Постоянство этого момента в гидравлических демпферах при колебаниях температуры, когда меняется вязкость, достигается или специальными устройствами, регулирующими отверстие капилляра (см. рис. 24.4), или термостатированием самого прибора.

В воздушных демпферах температурная погрешность отсутствует, так как вязкость воздуха с изменением температуры почти не меняется. Однако поскольку вязкость воздуха во много раз меньше вязкости жидкости, в них труднее создать нужный удельный демпфирующий момент. Поэтому иногда прибор заполняют жидкостью только с целью создания заданной величины удельного демпфирующего момента без разгрузки опор (в так называемых «жидкостных» приборах). Кроме того, воздушный демпфер вследствие сжимаемости воздуха работает, особенно при больших частотах колебаний подвижной системы, как дополнительная пружина, что является его существенным недостатком.

В воздушных демпферах трение скольжения поршня в цилиндре создает значительный момент (из-за большого плеча), поэтому к трущимся поверхностям предъявляют особые требования. Поршень обычно изготавливают из стали, а цилиндр — из латуни, для уменьшения коэффициента трения. Трущиеся поверхности поршня и цилиндра выполняются по высокому классу точности (2-го и 3-го класса) и шероховатости поверхности (∇10...12). Для уменьшения трения на тяге демпфера помещают груз (см. рис. 24.2), уравновешивающий поршень демпфера. В этом случае давление поршня на цилиндр при линейных ускорениях объекта, перпендикулярных к оси демпфера, будет сведено к минимуму.

На трущейся поверхности поршня обычно имеются канавки. Эти канавки служат для создания воздушной подушки, обеспечивающей герметизацию, для некоторого облегчения поршня при значительной жесткости и для получения большей точности геометрических форм.

В гидравлических поршневых демпферах между поршнем и поверхностью цилиндра имеется значительный зазор, поэтому к ним не предъявляют таких высоких требований точности и чистоты обработки трущихся поверхностей, как к воздушным. Указанные поверхности изготавливают по 3—4 классу точности с шероховатостью поверхности ∇ 5...7.

Примеры конструктивного исполнения воздушных демпферов поршневого типа показаны на рис. 24.1, 24.2, а гидравлических — на рис. 24.3—24.4.

Принцип работы магнитоэлектрического демпфера основан на возникновении э. д. с. в катушках демпфера при повороте постоянного магнита. Взаимодействие магнитного потока катушек с магнитным потоком магнита создает момент, пропорциональный скорости вращения. Этот момент демпфирует колебания подвижной системы, так как направлен в сторону, противоположную вращению гироузла.

Обычно в гироскопических приборах катушки демпфера и катушки моментного магнитоэлектрического датчика расположены поочередно на одном основании и взаимодействуют с одним и тем же магнитом.

Катушки магнитоэлектрического демпфера имеют те же геометрические размеры, что и катушка магнитоэлектрического датчика момента, но отличаются числом витков и сопротивлением. Ток в них не поступает, они замыкаются накоротко через сопротивление или емкость.

Рис. 24.1. Поршневой воздушный демпфер с регулировкой конусом. В поршне *5* развальцована стойка *6* для крепления шатуна *7*. К шатуну с помощью штифта *8* крепится винт *9*.

Поршень перемещается в цилиндре *10*. Дно *11* изготовлено отдельно и запрессовано в цилиндр. В резьбовое отверстие дна ввертывают винт *3*, предназначенный для регулировки удельного демпфирующего момента. Под головку винта устанавливают пружину *4*, предохраняющую винт от проворота. Винт имеет конус, позволяющий менять кольцевой зазор между этим винтом и стенками отверстия в дне. Воздух из зазора проходит через прорезь в дне *11*.

Рис. 24.2. Поршневой воздушный демпфер с регулировкой винтом. Поршень с деталями *17* соединяется с гироузлом *3* коромыслом с деталями *2*, связанным с тягой *20* штифтом *11*. На тяге установлены две гайки *21*, выполняющие роль груза для уравновешивания поршня. Стакан *16* устанавливается в корпус демпфера *15* на резьбе.

Степень демпфирования регулируется юстировочным винтом *14*, который вворачивается в корпус демпфера *15*, имеющий цанговое отверстие. После регулировки винт контрится гайкой *13*.

Положение демпфера по высоте регулируется прокладками *8*.

Рис. 24.3. Поршневой гидравлический демпфер. Имеет два симметрично расположенных поршня для уменьшения давления на опоры рамки при ее вращении. Поршни представляют собой легкие тонкие диски *16* из магниевого сплава, развальцованные на оси *17*. Ось охватывается хомутиком стойки *8* и закрепляется с помощью винта *14* и гайки *15*. Стойка крепится к гироузлу *11* винтами *10*.

Поршни перемещаются в отверстиях цилиндров *1*, оси которых изгибаются по окружности 60,3±

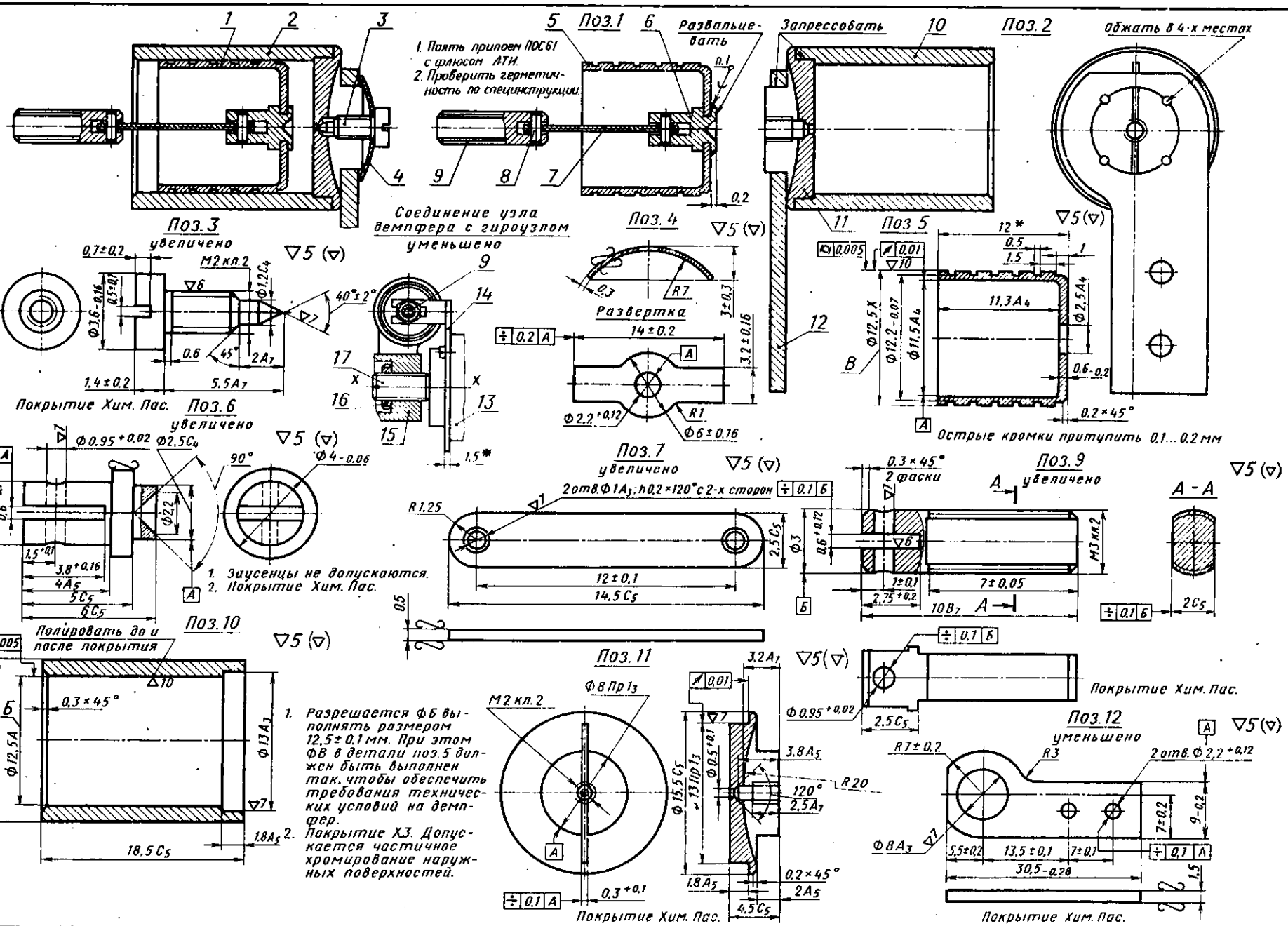
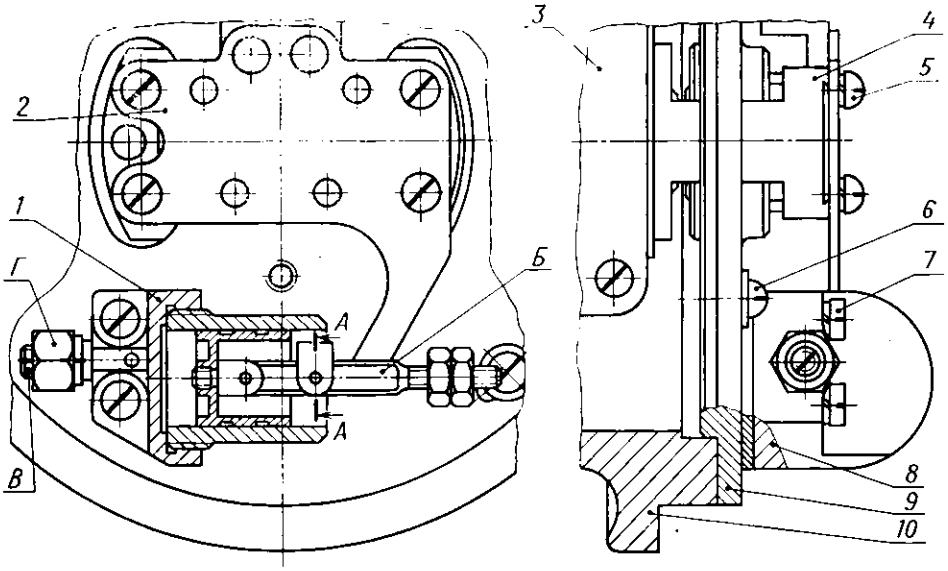


Рис. 24.1

Лист 1

Поршневой воздушный демпфер с регулировкой конусом:

1-поршень с деталями (сб.); 2-цилиндр с деталями (сб.); 3-винт регулировочный (латунь ЛС59-1Т); 4-пружина (бронза Бр КМц3-1Т); 5-поршень (сталь 4Х13); 6-стойка (латунь ЛС59-1); 7-шатун (бронза Бр.КМц3-1); 8-штифт; 9-винт специальный (латунь ЛС59-1Т); 10-цилиндр (латунь ЛС59-1Т); 11-дно (латунь ЛС59-1Т); 12-кронштейн (латунь ЛС59-1Т); 13-гироузел (сб.); 14-поводок поршня (сталь Х18Н9Т-М); 15-корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 16-гайка (сталь 20); 17-винт специальный (сталь 4Х13)

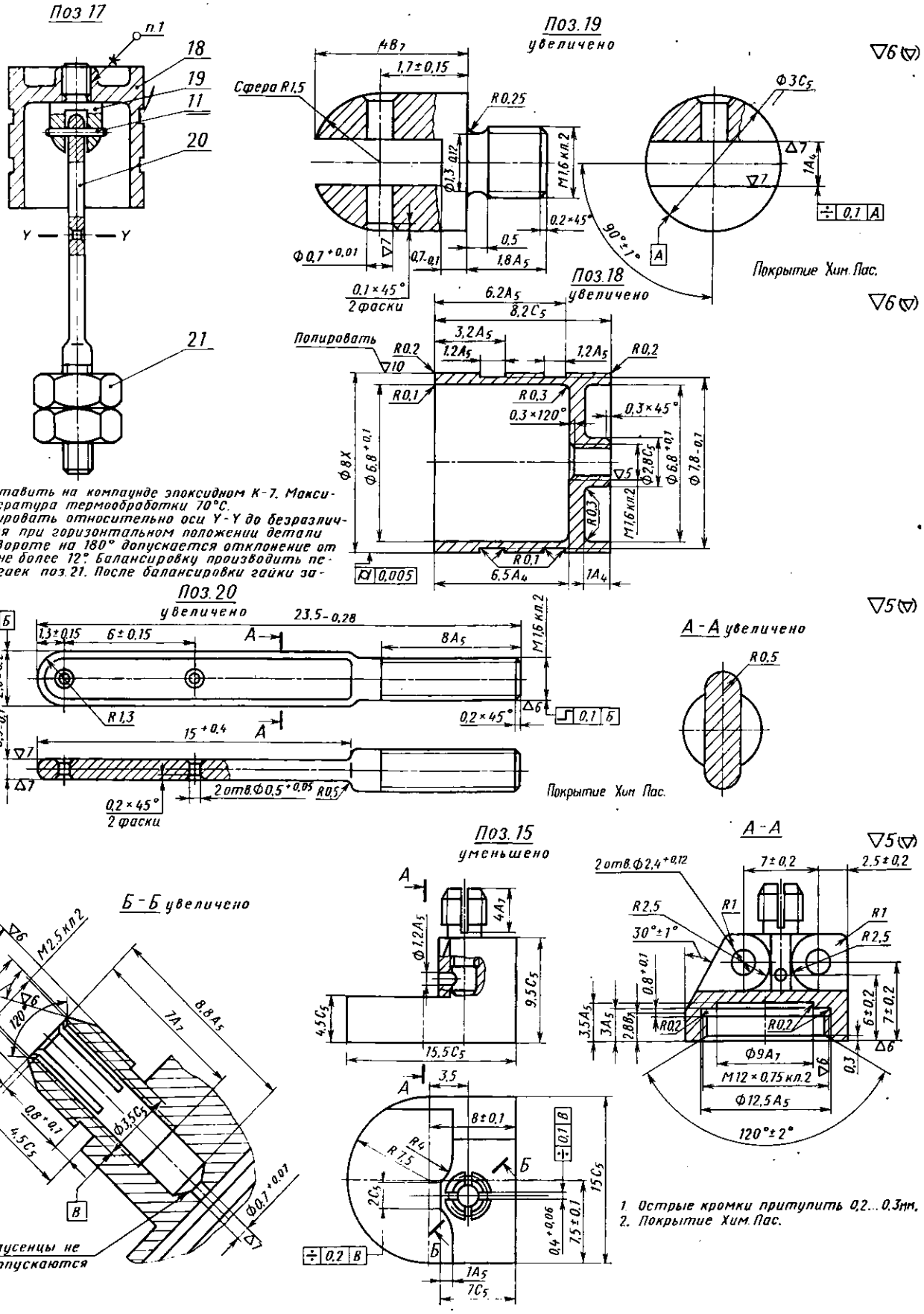


1. В тяге Б развернуть отверстие под штифт поз 11, при этом радиальный зазор между штифтом и отверстием тяги должен быть 0,005...0,02мм.
2. Степень демпфирования регулировать юстировочным винтом В. После регулировки винт В законтрить гайкой Г по специнструкции.
3. Положение демпфера поз. 1 регулировать прокладками поз. 8.
4. Концы штифта поз 11 обжать до толщины 0,4 и покрыть клеем БФ-4.

1. На резьбовые поверхности корпуса демпфера поз.15 и стакана поз.16 перед свинчиванием нанести слой компаунда эпоксидного К-7 и просушить при температуре +70°С.
2. Проверить характеристики демпфера по ТУ.

Рис. 24.2
на 2 листах
Лист 1

Поршневой воздушный демпфер с регулировкой винтом:
1-узел демпфера (сб.); 2-коромысло с деталями (сб.); 3-гироузел (сб.); 4-фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 5-винт М2×12-4шт.; 6-винт М2×6; 7-винт М2×12-2шт.; 8-прокладка (латунь ЛС59); 9-крышка со стойками (латунь ЛС59-1Т); 10-корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 11-штифт; 12-шайба (бронза Бр.КМц3-1)-2шт.; 13-гайка (сталь 10); 14-винт юстировочный (сталь ЭИ474); 15-корпус демпфера (латунь ЛС59-1); 16-стакан (сплав НМЖМЦ-28-25-1,6); 17-поршень с деталями (сб.);



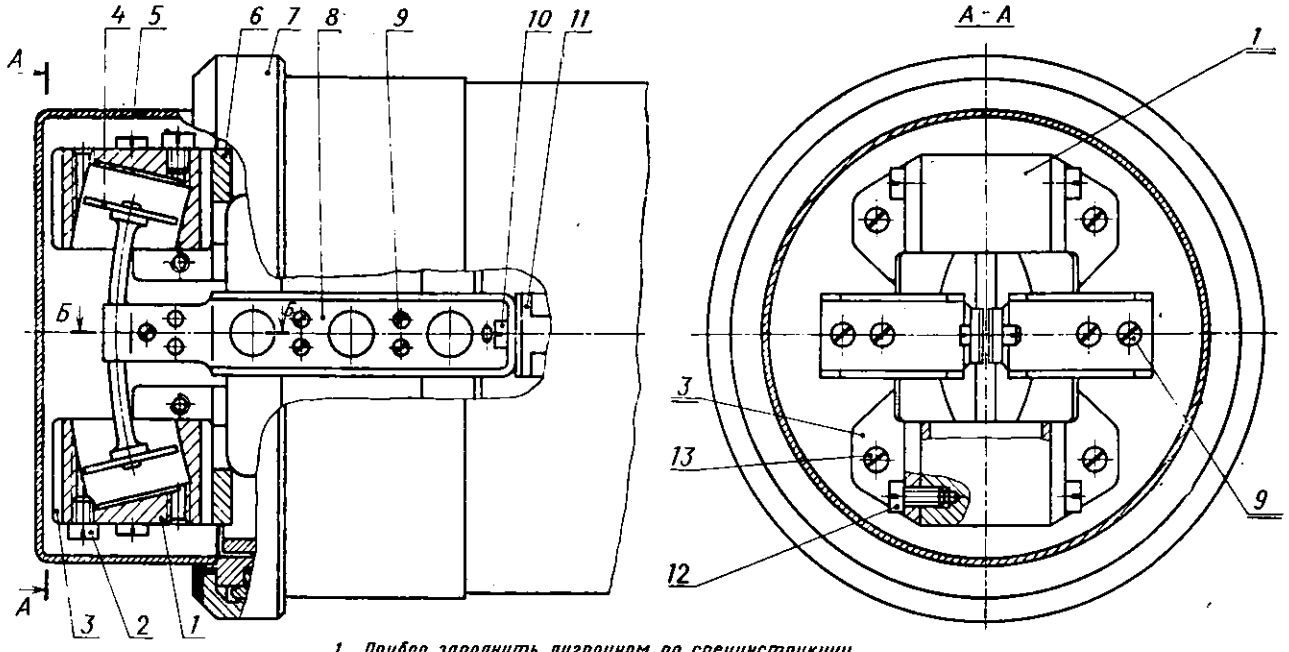
1. Серьгу поз. 19 ставить на компаунде эпоксидном К-7. Максимальная температура термообработки 70°С.
2. Сборку балансировать относительно оси Y-Y до безразличного состояния при горизонтальном положении детали поз. 20. При повороте на 180° допускается отклонение от горизонтали не более 12°. Балансировку производить перемещением гаек поз. 21. После балансировки гайки законтрить.

1. Острые кромки притупить 0,2...0,3мм.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 24.2

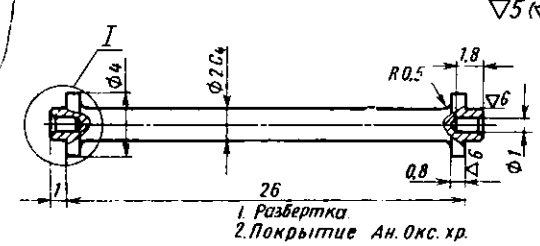
Лист 2

18 - поршень (сплав НМЖМЦ-28-25-1,5); 19 - серьга (сталь 4Х13); 20 - тяга (сталь 4Х13); 21 - гайка (латунь ЛС59-1)



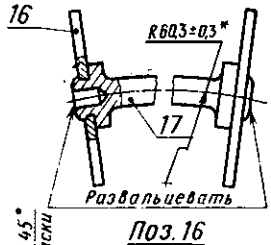
1. Прибор заполнить лигроином по специнструкции.
2. Узел поршня поз. 4, винт поз. 14, гайку поз. 15 пломбировать эпоксидным компаундом ЭД-5-К2.
3. Винты поз. 2, регулирующие демпфирование, ставить по мере надобности, контрить нитроклеем АК-20.

Поз. 17

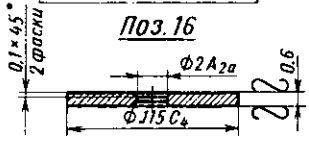


1. Развертка.
2. Покрытие Ан. Окс. хр.

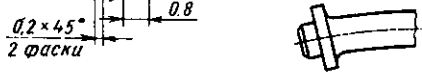
Поз. 4
Увеличено



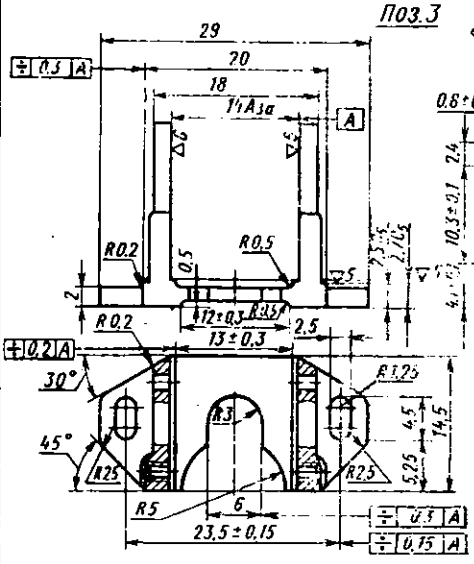
Поз. 16

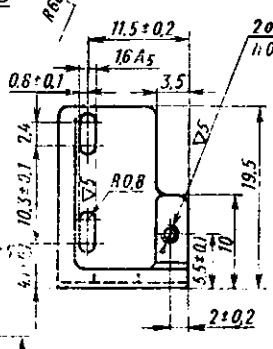


Покрытие Ан. Окс. хр.

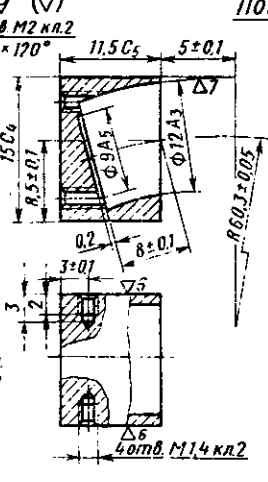


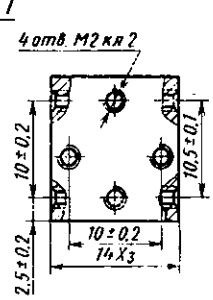
Поз. 3





Поз. 1



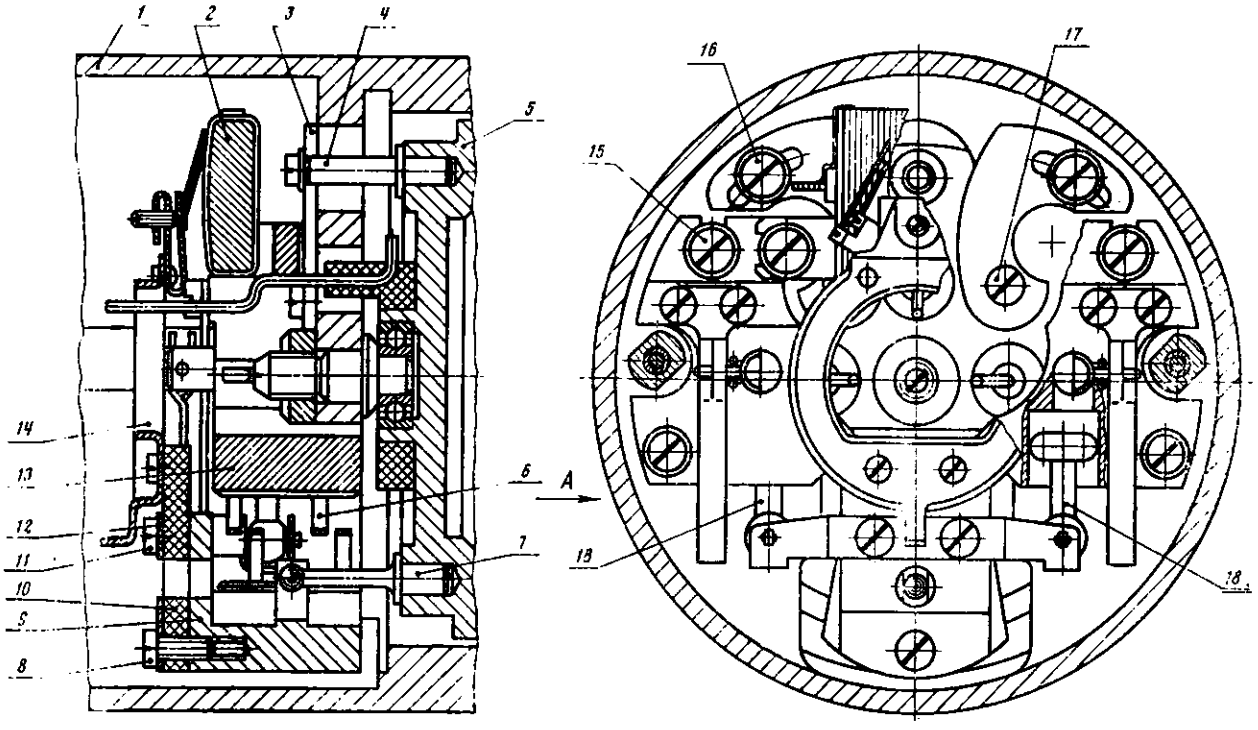


Покрытие Ан.Окс.хр.

1. Литье под давлением.
2. Неуказанные радиусы выполнять R1.
3. Покрытие Ан. Окс. хр.

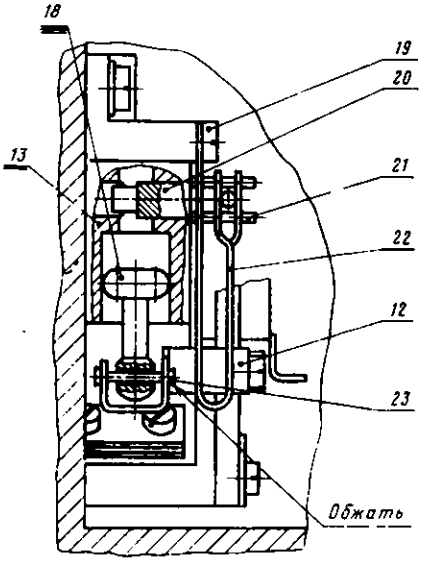
Рис. 24.3

Поршневой гидравлический демпфер
1- цилиндр (алюминиевый сплав Д1-2); 2- винт (латунь ЛС59-1Т); 3- скоба (алюминиевый сплав АЛ2); 4- узел поршня (сб); 5- крышка (латунь ЛБ2-М); 6- плата (алюминиевый сплав Д1-Т); 7- кольцо резьбовое (алюминиевый сплав В95); 8- стойка (магниевый сплав МА8-М); 9- винт (латунь ЛС59-1Т); 10- винт (латунь АЦ59-1Т); 11- гироузел (сб); 12- винт (латунь ЛС59-1Т); 13- винт (латунь ЛС59-1); 14- винт (латунь ЛС 59-1Т); 15- гайка (латунь ЛС 59-1Т); 16- диск (магниевый сплав МА8-М); 17- ось (магниевый сплав МА5)

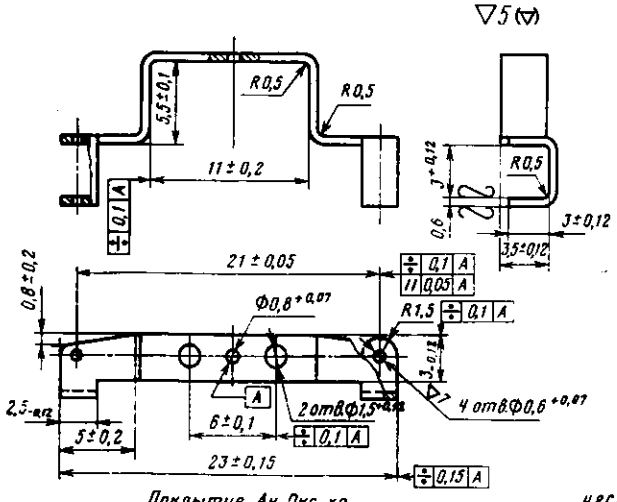


Внутреннюю полость прибора заполнить жидкостью: лигроин с полиметилсилоксановой жидкостью по специнструкции.

Вид А

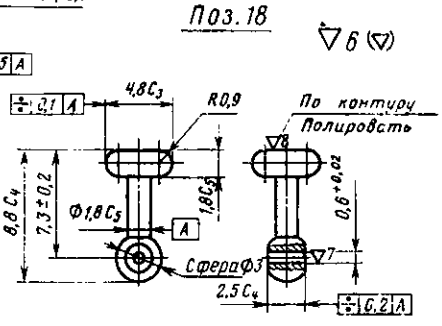


Поз. 12



Покрытие Ан. Окс. хр.

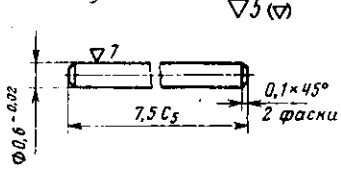
Поз. 18



Покрытие Хим. Окс / ЛКП

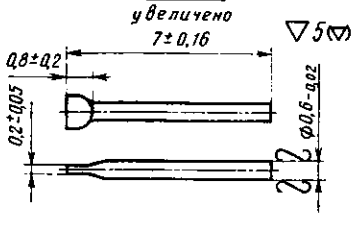
Поз. 21

увеличено



Поз. 23

увеличено

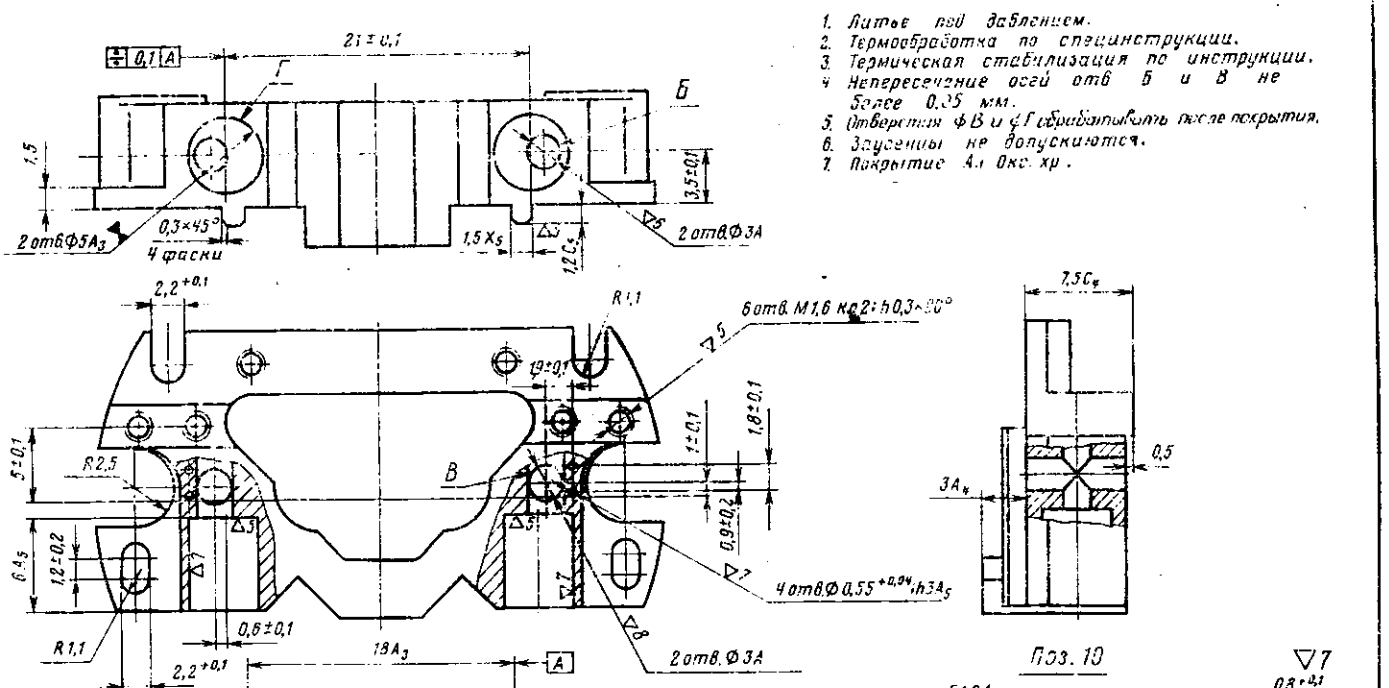


1. Заусенцы не допускаются.
2. Покрытие Хим. Пас.

Рис. 24.4
на 2 листах
Лист 1

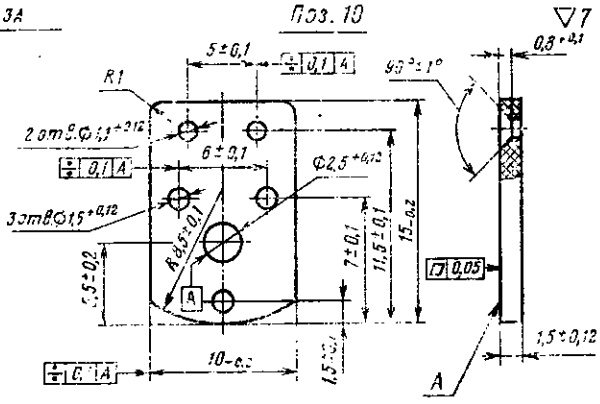
Поршневой гидравлический демпфер с биметаллическим термокомпенсатором.
1 корпус (алюминиевый сплав В95Т1); 2 - потенциометр (сб.); 3 - плата (сталь Х18Н9Т); 4 - упор (сталь Х18Н9Т); 5 - гироузел (сб.); 6 - пружина (лента ЗПК); 7 - палец (сталь ШХ15); 8 - винт М1,4×4; 9 - сухарь (алюминиевый сплав В95-Т1); 10 - планка (пресс-материал АГ-4-В); 11 - винт М1,4×4; 12 - скоба (алюминиевый сплав В95-АМ);

Поз. 13



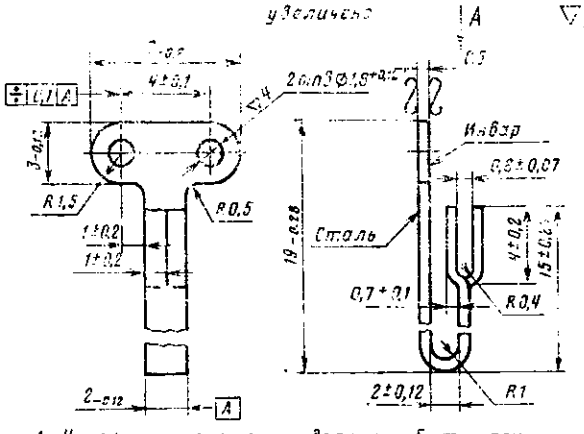
1. Литье под давлением.
2. Термообработка по специнструкции.
3. Термическая стабилизация по инструкции.
4. Пересечение осей отв Б и В не более 0,35 мм.
5. Отверстия ФВ и ФГ обрабатывать после покрытия.
6. Заусенцы не допускаются.
7. Покрытие 4.1 Окс. хр.

Поз. 10



1. Прессовка.
2. Допускается обработка плоскости А.

Поз. 22
увеличено

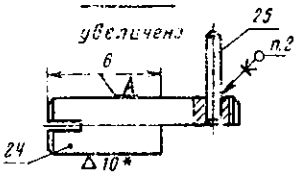


1. Указанные размеры должны быть при температуре 20±5°С.
2. Хранить в масле ОКБ-122-16.

Вид А

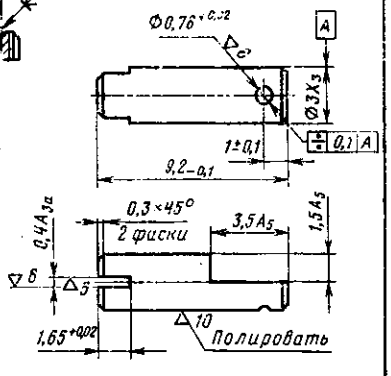


Поз. 20
увеличено

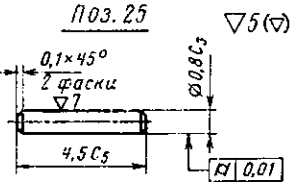


1. Повреждение поверхности пробки поз. 24 на длине А не допускается.
2. Штифт поз. 25 ставить на эпоксидном компаунде ЭД-5-К2 по инструкции.

Поз. 24
увеличено



Поз. 25



Заусенцы не допускаются.

Рис. 244. Лист 2

13- плата (алюминиевый сплав АК7); 14- щеткодержатель (алюминиевый сплав Д1А-М1); 15,16- винт М2×4-8 шт; 17- винт специальный М1,4×4 (сталь Х18Н9Т)- 6 шт.; 18- поршень (алюминиевый сплав АК8-М-2 шт.); 19- винт М1,6×3; 20- пробка со штифтом (сб.); 21- штифт специальный (сталь Х18Н9Т); 22- пластина (бинеталл ТБ-36); 23- ось (латунь Л62-М); 24- пробка (сталь Х18Н9Т); 25- штифт

±0,03 мм для сохранения равномерности зазора между поршнем и стенками отверстия.

Степень демпфирования регулируется винтами *2*, которые устанавливаются по мере надобности в отверстиях цилиндра *1*.

Рис. 24.4. Поршневой гидравлический демпфер с биметаллическим термокомпенсатором. Степень демпфирования регулируется пробкой со штифтом *20*, перекрывающей отверстие *Ø 3А* в плате *13*. Пробка *24* имеет шлиц, через который жидкость под давлением поршня *18* имеет возможность перетекать из цилиндра платы *13* в полость прибора.

Поршни демпфера *18* изготовлены из магниевого сплава МА8-М и установлены в скобе *12* на оси *23*. Скоба двумя винтами крепится к планке *10*, связанной с сухарем *9*, который от пальца *7* перемещается при повороте гироузла *5*.

В данной конструкции постоянство степени демпфирования с изменением температуры поддерживается с помощью биметаллической пластины *22*. При изменении температуры пластина изгибается, перемещая конец, изготовленный в виде вилки, и передвигает за штифт *25* пробку *24*.

Таким образом меняется длина щелевого отверстия, образованного шлицем пробки, компенсируя изменение вязкости жидкости (лигроин с ПМС) с изменением температуры и поддерживая постоянство степени демпфирования.

В этой конструкции, как и в предыдущей, использованы два симметрично расположенных демпфера для уменьшения давления на опоры рамки.

ГЛАВА 25

КОЖУХИ ПРИБОРОВ И МАГНИТНЫЕ ЭКРАНЫ

Кожухи приборов предназначены для предохранения элементов приборов от случайных повреждений. Обычно они изготавливаются из листового материала (алюминиевых сплавов, латуни, стали, ковара) штамповкой и вместе с корпусом объединяют элементы прибора в единое целое.

На кожухах устанавливаются шильдики с маркировкой прибора и наносятся необходимые при эксплуатации надписи.

Иногда роль кожуха выполняет корпус. Прибор может иметь один или несколько кожухов в зависимости от сложности конструкции. Соединение кожухов с корпусом и между собой может быть негерметичным и герметичным, если прибор заполняется жидкостью или газом. Кожух, помимо своего основного назначения, может одновременно выполнять и другие функции. Например, он может служить магнитопроводом или магнитным экраном, экранирующим прибор от внешних магнитных полей или другие приборы от магнитных полей данного прибора. В других случаях магнитные экраны устанавливаются отдельно.

Рис. 25.1. Пылебрызгонепроницаемый кожух с фильтрующим дренажом. Для образования фильтра на отверстия кожуха *11* накладывают бязевую прокладку *14*, сетку из полутомпака *16* и суконную прокладку *15*. Прокладки крепятся к кожуху *11* накладкой *17* с помощью заклепок *13*. С внутренней стороны к кожуху приклеивают изоляционную прокладку *12* из лакоткани.

Рис. 25.2. Кожухи-экраны, герметизированные пайкой. Кожух прибора состоит из нескольких частей, герметичное соединение которых обеспечивается пайкой. Стальные кожухи *1* и *3* надевают на стальной корпус *5*, обхватывают медными накладками *2* и опаивают. На кожух *3* надевают стальной кожух *12* и опаивают. К кожуху *12* крепят штуцер *21* для заполнения прибора азотом, четыре латунных стойки *19* для крепления основания, корпуса *10* и панель с контактами *17* для герметичного подвода питания к прибору. В сборке *17* контакты *22* и коваровая панель *23* изолированы стеклом.

Для закрепления внутренних проводов к кожуху *18* припаяна скоба *20* (см. поз. *12*).

В этом приборе своеобразно решена задача подвода питания к прибору. К контактам герметического ввода *22* припаивают контакты, идущие от двух колодок *9*. Другие концы этих контактов зажимаются в пружинных клеммах колодок *8*, к ламелям которых подпаивают монтажные провода.

Рис. 25.3. Кожух с экраном, герметизированный резиновой прокладкой. Прибор имеет гиромотор постоянного тока *4*, создающий сильные магнитные поля. Для его экранировки под алюминиевый кожух *2* установлен экран *5* из молибденового пермаллоя. К экрану припаивают узел проводника с наконечником *6* для заземления.

Кожух с экраном надевают на корпус *1*, в торце между ними устанавливают резиновую прокладку.

ГЛАВА 26

МОНТАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА И УЗЛЫ АМОРТИЗАЦИИ

В процессе эксплуатации прибор может испытывать различные механические воздействия в виде транспортных, летных и посадочных вибрационных перегрузок, имеющих, как правило, линейные и угловые направления. Не все гироскопические приборы без дополнительных средств могут во всем диапазоне частот вибрации устойчиво работать и выдавать нормальные показания. Поэтому приборная доска летчика, где расположена группа визуальных приборов, снабжена специальными амортизаторами.

Датчики, монтируемые в специальных приборных отсеках аппарата, имеют индивидуальные амортизаторы. Назначение этих устройств состоит в обес-

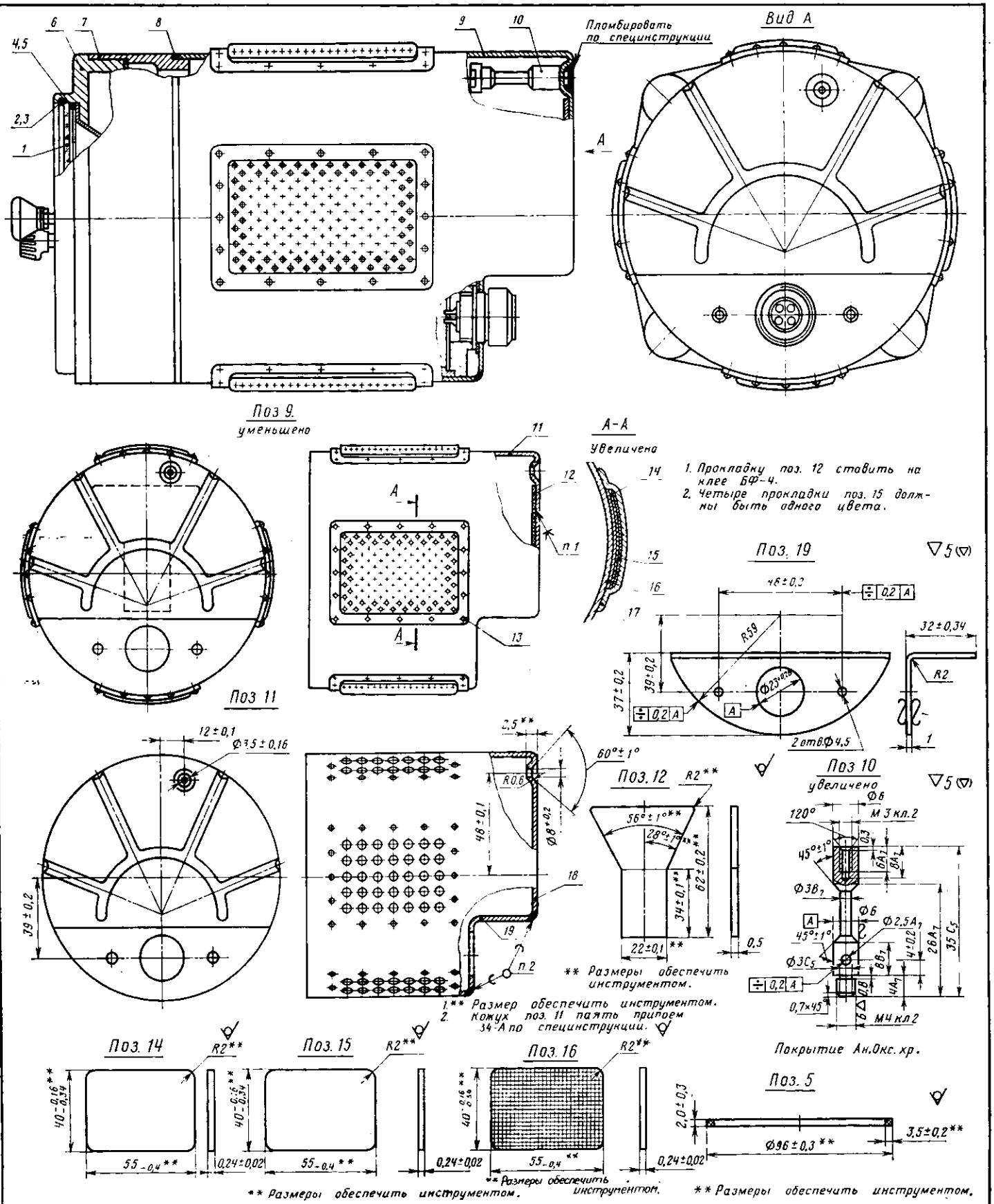
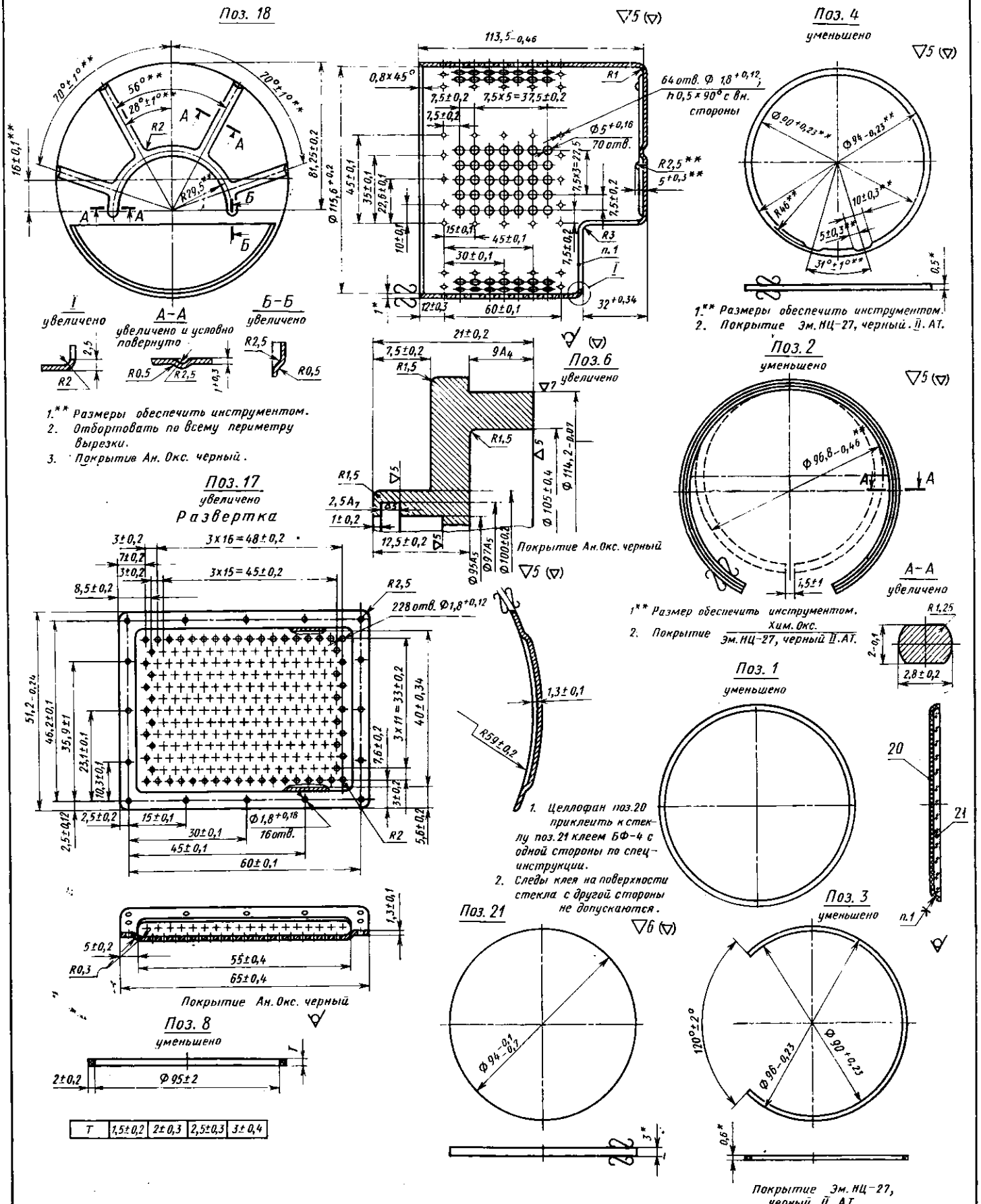


Рис. 25.1
на 2 листах
Лист 1

Пылебрызгонепроницаемый кожух с фильтрующим дренажом:
1-стекло (сб); 2-кольцо пружинное (латунь ЛС59-1Т); 3-секторная прокладка (электрокартон ЭВ); 4-прокладка (электрокартон ЭВ); 5-прокладка (резина 7ВМ); 6-фланец (алюминиевый сплав АЛ2); 7-корпус (алюминиевый сплав АЛ2); 8-прокладка (резиновая смесь 29-50); 9-кожух (алюминий АДМ); 10 стойка (алюминиевый сплав Д1Т; 11-кожух (алюминий АДМ);



Т	1,5±0,2	2±0,3	2,5±0,3	3±0,4

Рис. 25.1

Лист 2

12–прокладка (лакоткань ЛХ-2); 13–заклепка; 14–прокладка (бязь хлопчатобумажная); 15–прокладка (сукно прибортное)–4 шт; 16–сетка (полутомпак Л80, №016); 17–накладка (алюминий АДМ); 18–кожух (алюминий АДМ); 19–щиток (алюминий АДМ); 20–целлофан; 21–стекло

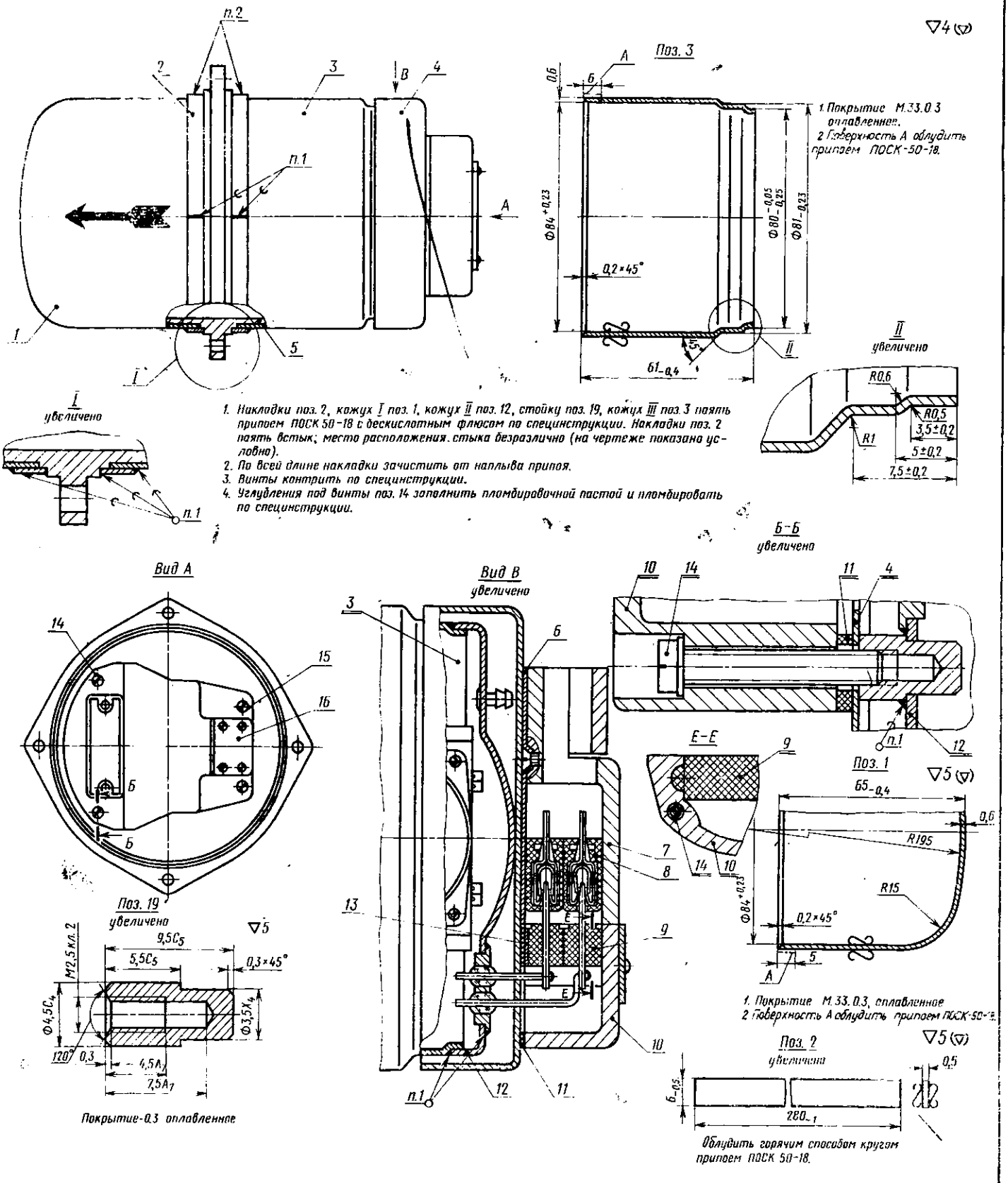
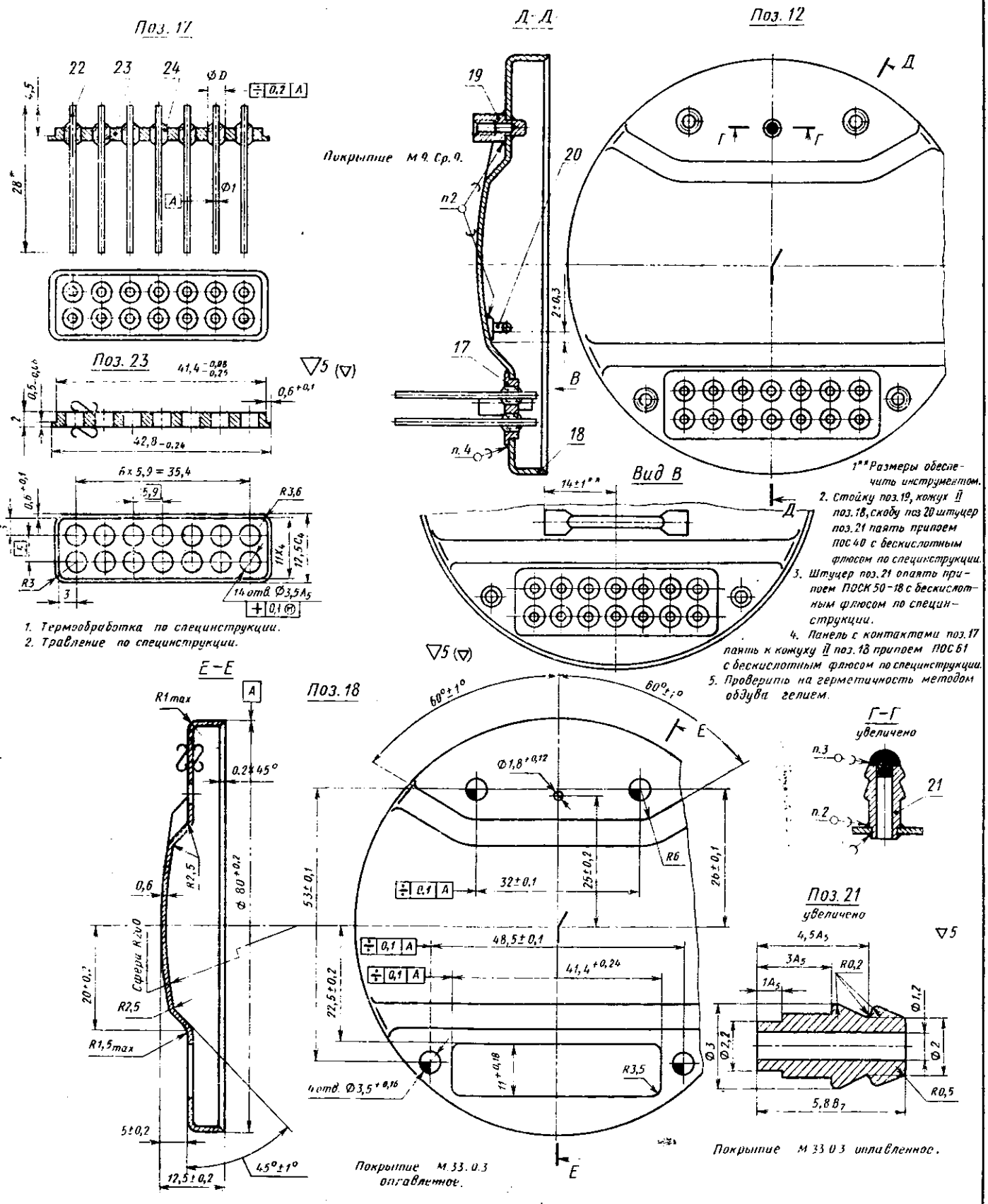


Рис. 25.2
на 2 листах.
Лист 1

Катушки-экраны, герметизированные пайкой:
1 - кожух I (сталь 10 кпНн); 2 - накладка (сталь 12 М); 3 - кожух III (сталь 10 кпНн); 4 - крышка (сталь 10 кпНн); 5 - корпус (сталь 35Л); 6 - крышка (алюминиевый сплав Д1А-Т); 7 - корпус II (алюминиевый сплав АЛ2); 8 - колодка с клеммами (сб.); 9 - колодка (сб.); 10 - корпус III (алюминиевый сплав АЛ2); 11 - прокладки (резина 4611); 12 - кожух II (сб.); 13 - прокладки (латунь Л62-Н); 14-винт М2,5-15-2 шт.; 15 - винт М2,5×13-2 шт.; 16 - крышка (алюминиевый сплав Д1А-Т);



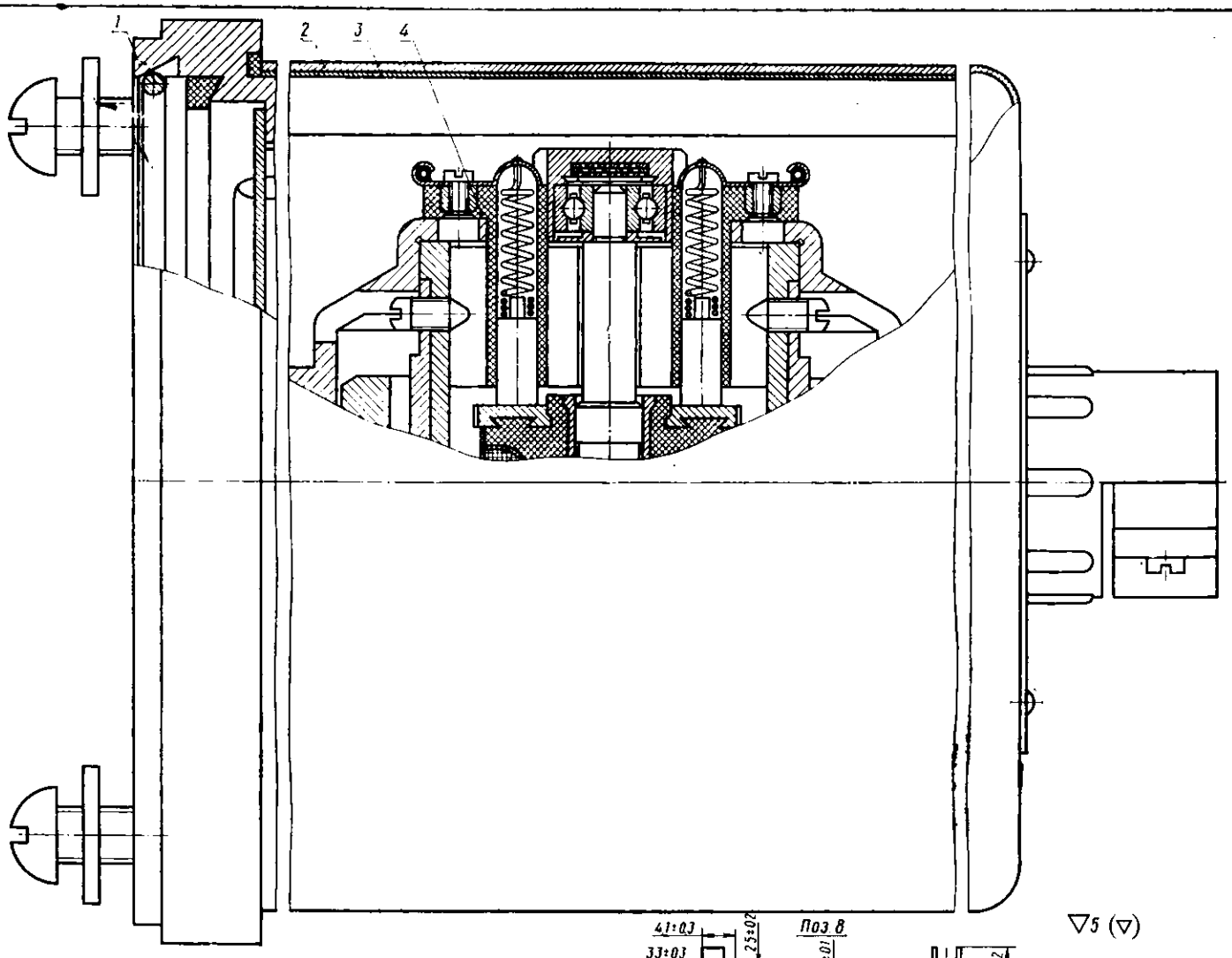
1. Термообработка по специнструкции.
2. Травление по специнструкции.

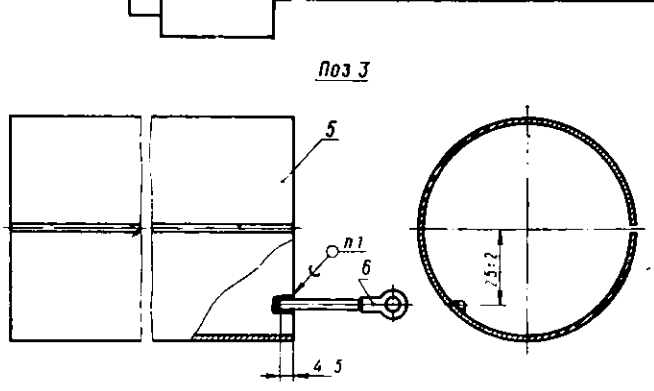
1*** Размеры обеспечить инструментом.
2. Стойку поз. 19, кожух II поз. 18, скобу поз. 20 штуцер поз. 21 паять припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом по специнструкции.
3. Штуцер поз. 21 опаять припоем ПОСК 50-18 с бескислотным флюсом по специнструкции.
4. Панель с контактами поз. 17 паять к кожуху II поз. 18 припоем ПОС 61 с бескислотным флюсом по специнструкции.
5. Проверить на герметичность методом обдува гелием.

Рис. 25.2

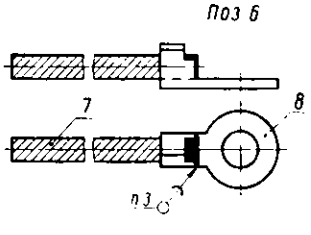
Лист 2

17- панель с контактами (сб); 18- кожух II (сталь 10кпПН); 19- стойка (латунь ЛС59-1); 20- скоба (латунь Л62-М); 21- штуцер (сталь 10); 22- контакт (сплав Н29К18); 23- панель (сплав 29НК); 24- стекло (С49)

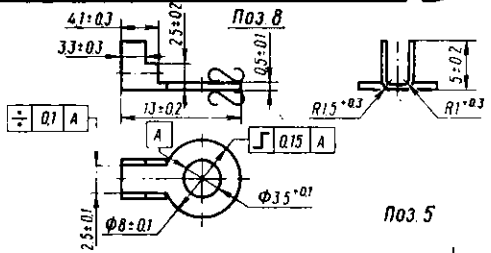


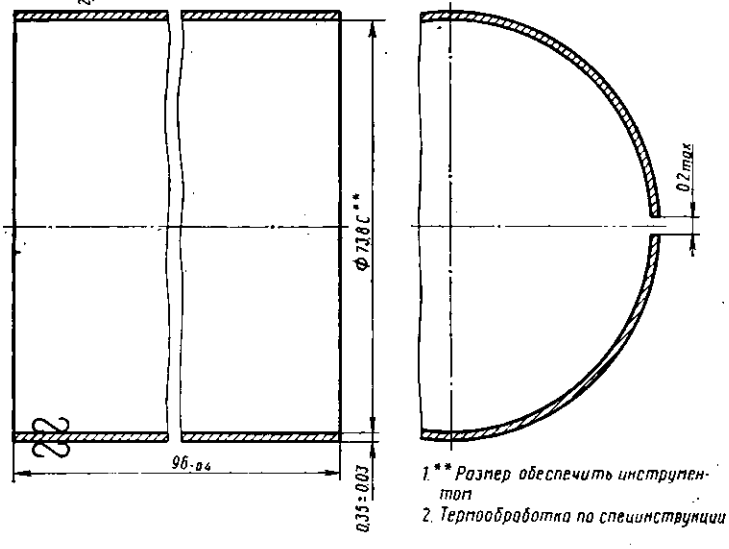


1 Места пайки на экране облудить припоем ПОС 40 с кислотным флюсом. Конец припаиваемого проводника облудить 4,5 мм и припаять к экрану бескислотным флюсом.
2 Паять по специнструкции.



1 Перед сборкой конец проводника, припаиваемого к наконечнику, облудить на 4 мм припоем ПОС 40.
2 Наконечник поз 8 обмять по проводнику поз 7
3 Наконечник поз 8 паять к проводнику поз 7 припоем ПОС 40 с бескислотным флюсом.
4 Паять по специнструкции.





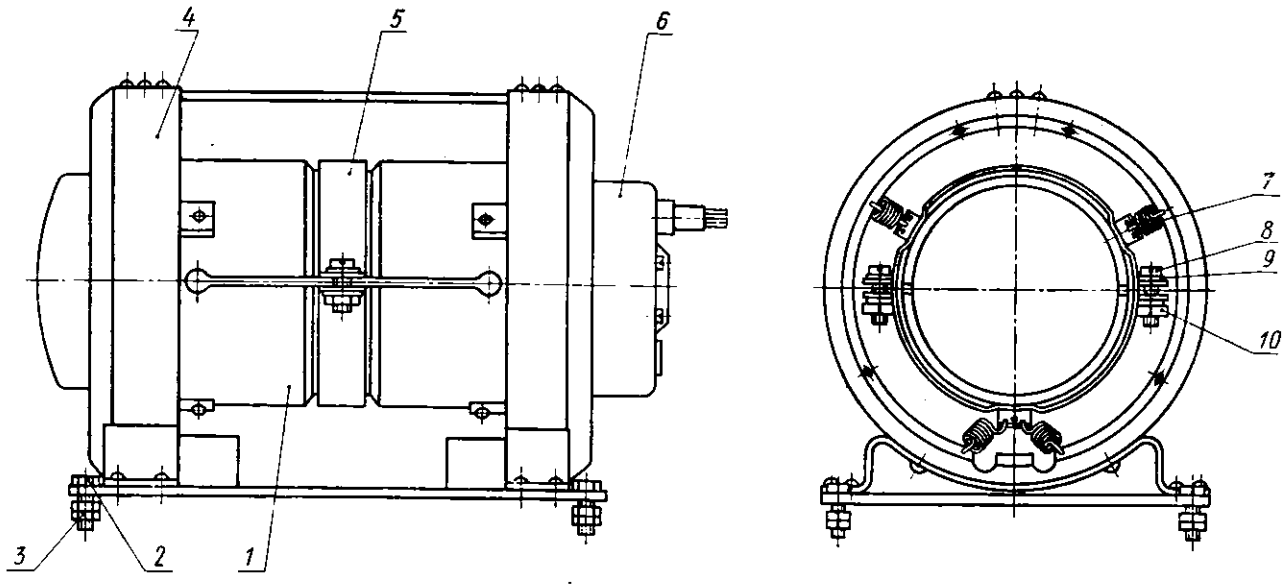
1.** Размер обеспечить инструментом
2. Термообработка по специнструкции

Рис. 25.3

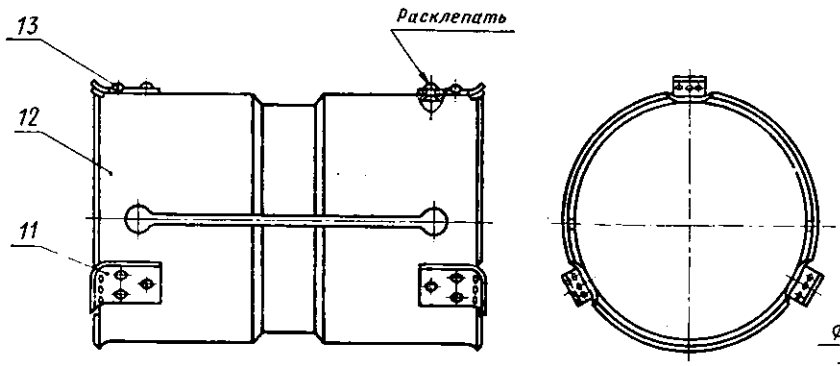
Лист 1

Кожух с экраном, герметизированный резиновой прокладкой:

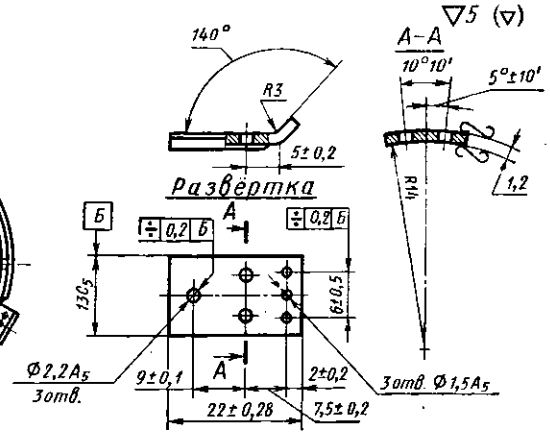
1- корпус (алюминиевый сплав АЛ2), 2- кожух (алюминий АДМ), 3- узел экрана с проводником, 4- гирометор (сб), 5- экран (пермаллой молибденовый), 6- проводник с наконечником (сб), 7- проводник, 8- наконечник (латунь Л62)



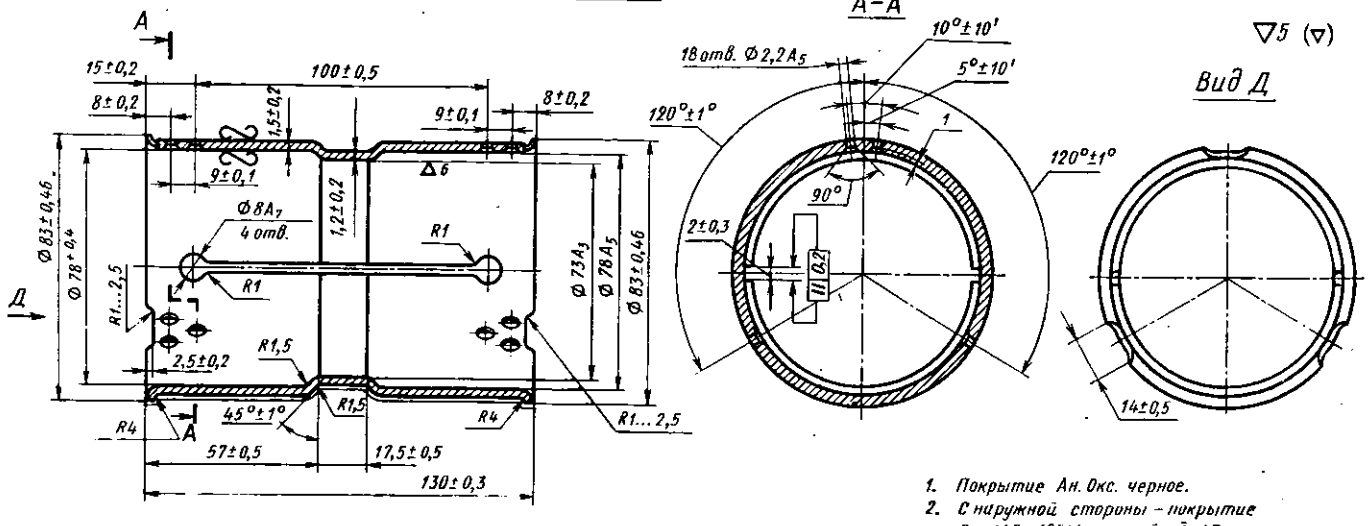
Поз. 1



Поз. 11



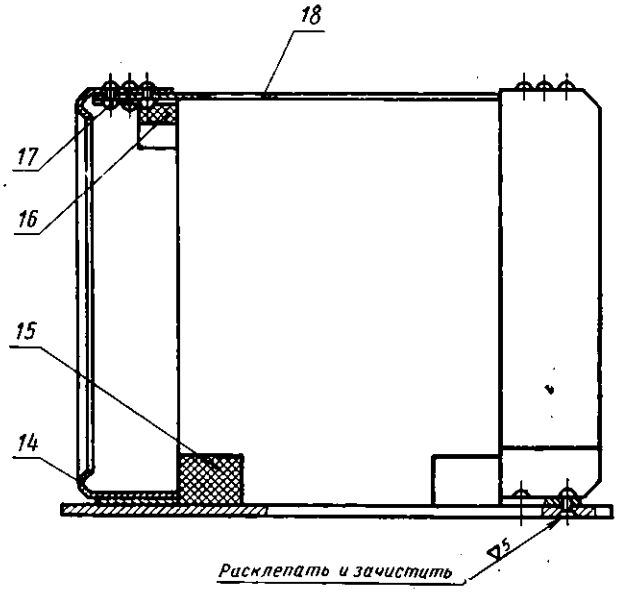
Поз. 12

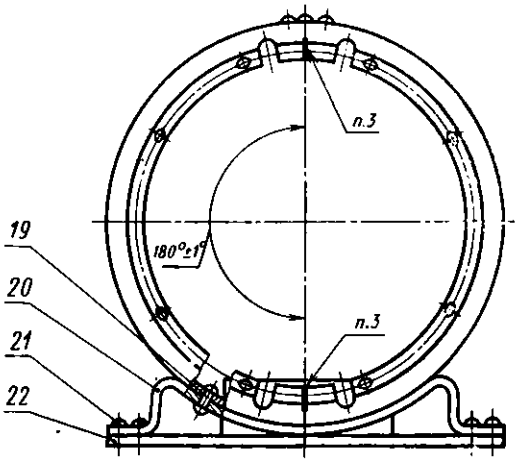


1. Покрытие Ан. Окс. черное.
2. С наружной стороны – покрытие Эм. МЛ-165М, черный. ТУ. АТ.

Рис. 26.1 На 3 листах Лист 1	Монтажное устройство двухстепенного гироскопа: 1-кожух (сб); 2-болт М4×14-4 шт.; 3-гайка М4-8 шт.; 4-каркас (сб); 5-скоба (сталь 10)-2 шт.; 6-прибор (сб); 7-пружина (проволока стальная П)-8 шт.; 8-винт М4×15-2 шт.; 9-шайба-4 шт.; 10-гайка М4-2 шт.; 11-уголок (сталь Х18Н9Т)-6 шт.; 12-кожух (алюминий АДМ); 13-заклепка-18 шт;

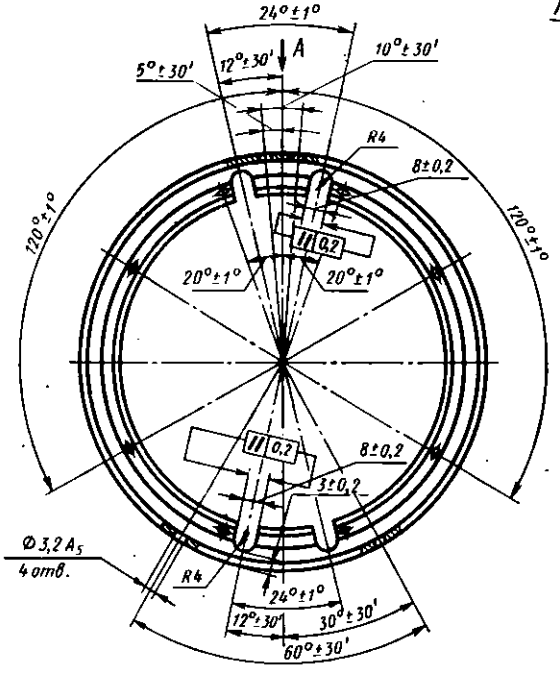
Поз. 4

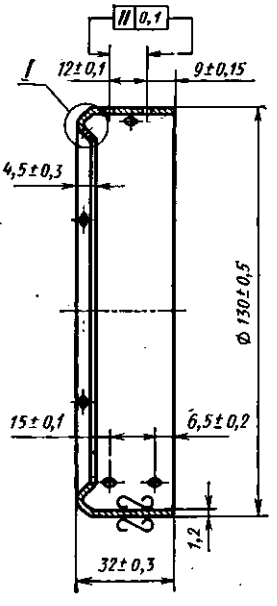


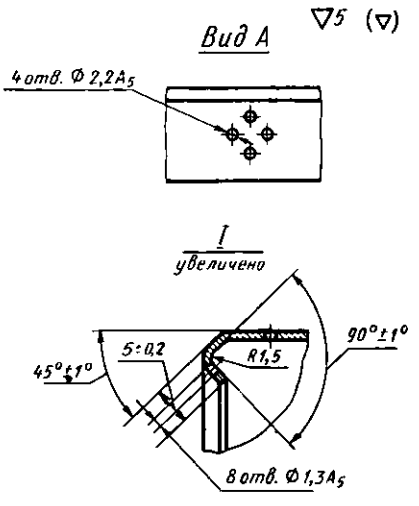


1. Риски нанести шириной 1,5±0,2 и глубиной 0,3мм.
2. Покрытие Эм.МЛ-165, черный, II АТ.
3. Риски покрыть белой нитроэмалью Д М.
4. Прокладки поз. 15 и 16 приклеить клеем 88Н после нанесения покрытия.

Поз. 14

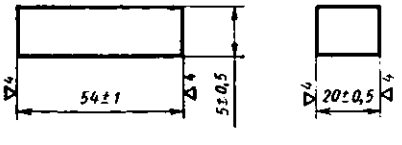






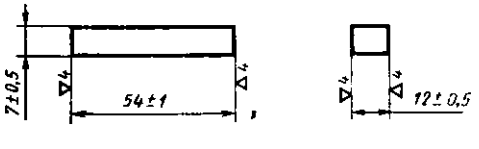
1. Пескоструить кругом.
2. Покрытие Ц.9. хр.

Поз. 15



1. Размеры обеспечить инструментом.
2. Допускается склейка прокладки из двух слоев резины клеем 88Н.

Поз. 16



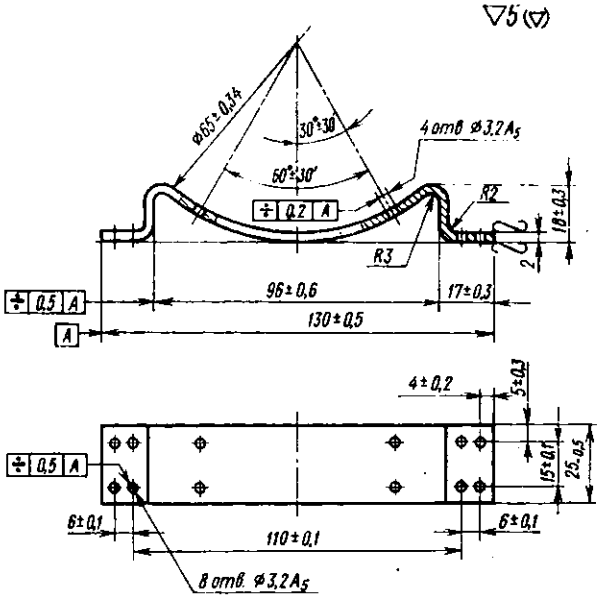
Размеры обеспечить инструментом.

Рис. 26.1

Лист 2

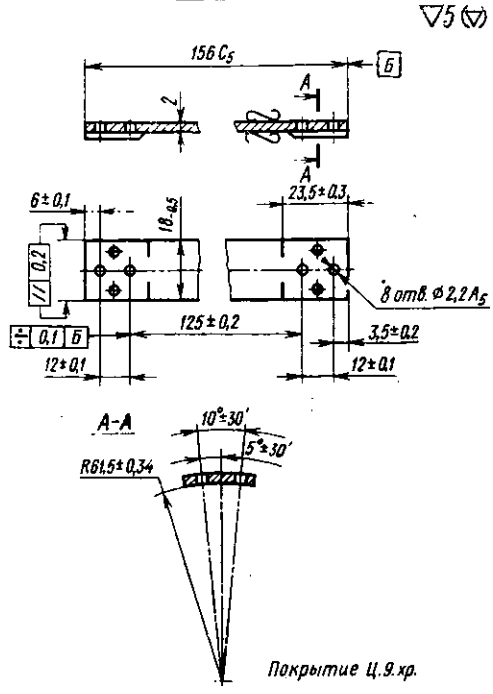
14 - кольцо (сталь 10) - 2 шт.; 15 - прокладка (резина) - 2 шт.; 16 прокладка (резина) - 2 шт.; 17 - заклепка - 8 шт;

Поз. 20



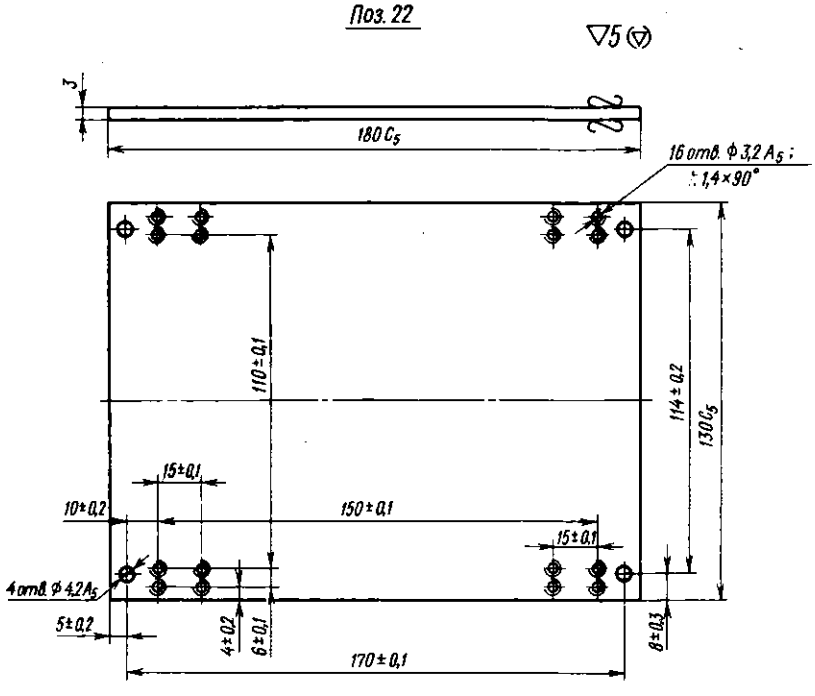
Покрытие Ан. Окс. черное

Поз. 18



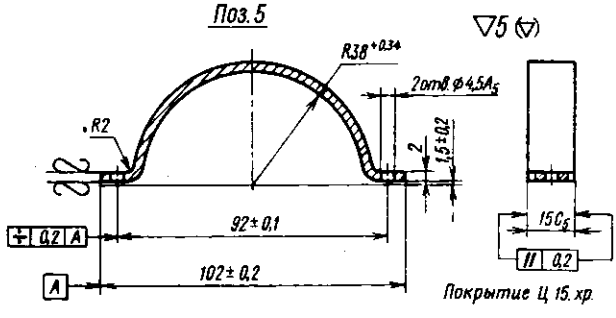
Покрытие Ц.9.хр.

Поз. 22



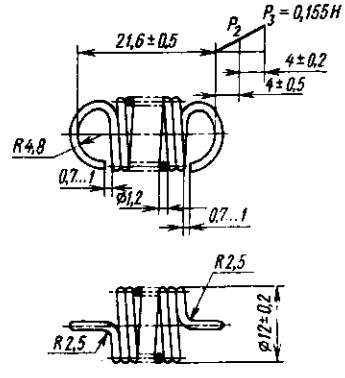
Покрытие Ан. Окс. черное.

Поз. 5



Покрытие Ц 15. хр.

Поз. 7 увеличено



Всего витков	11
Рабочих витков	10
Навивка	правая
Длина заготовки	375

1. Термообработка по специнструкции.
2. Старить термически в растянутом состоянии (длина 32 мм).

Рис. 26. 1 Лист 3	18 – планка (сталь 10); 19 – заклепка – 8 шт; 20 – кронштейн (алюминий АД1) – 2 шт; 21 – заклепка – 16 шт; 22 – основание (алюминиевый сплав Д1)

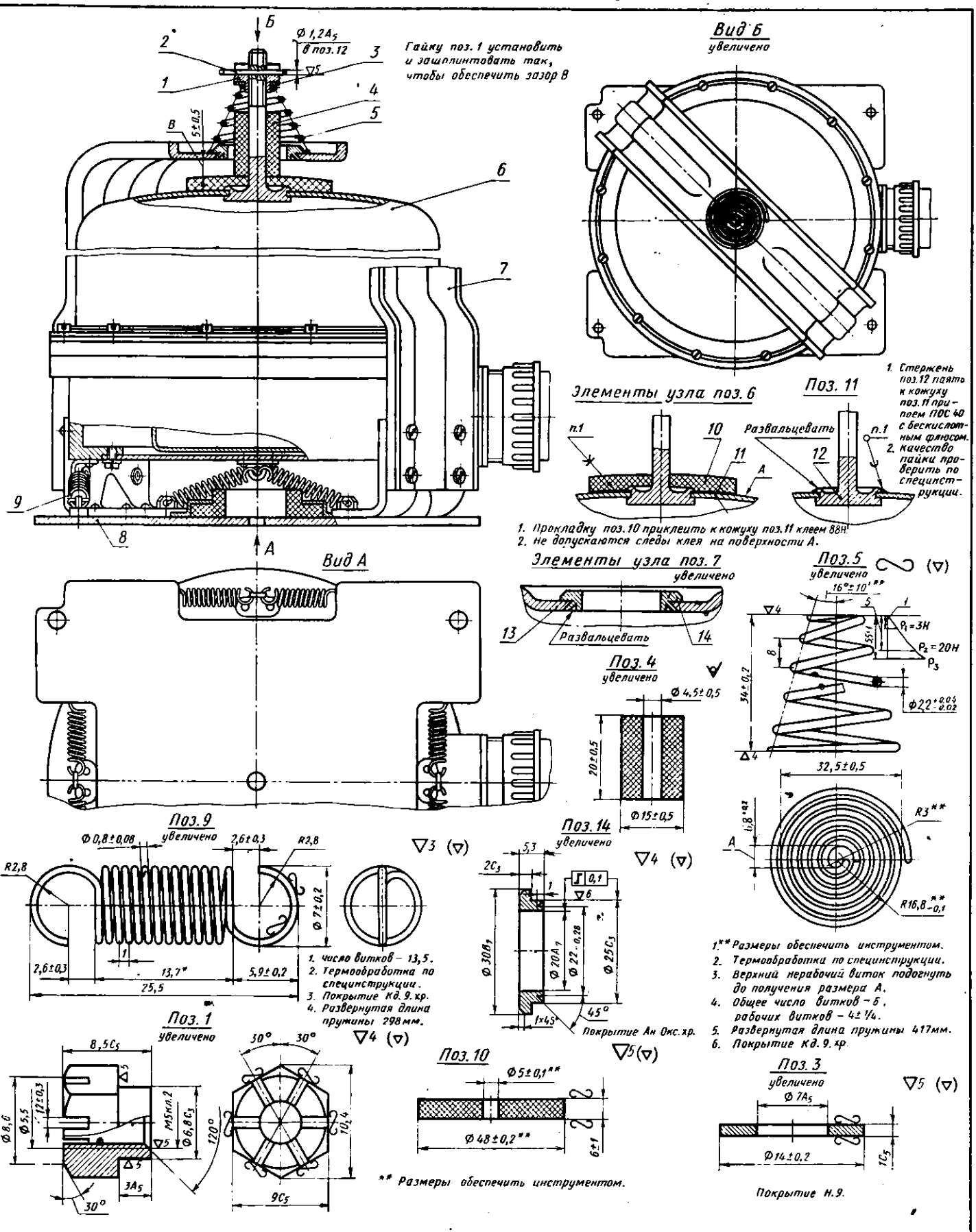


Рис. 26. 2

на 2 листах

Лист 1

Монтажное устройство трехстепенного гироскопа: 1-гайка специальная (сталь А12); 2-шплинт (сталь 20); 3-прокладка (латунь ЛС59-1Т); 4-трубка (резина 1432); 5-пружина (проволока стальная П); 6-кожух собранный (сб.); 7-скоба со втулкой (сб.); 8-основание собранное (сб.); 9-пружина (проволока стальная П); 10-прокладка (резина губчатая); 11-кожух со стержнем (сб.); 12-стержень (сталь 20); 13-скоба (алюминиевый сплав АМцА-М); 14-втулка (алюминиевый сплав Д1);

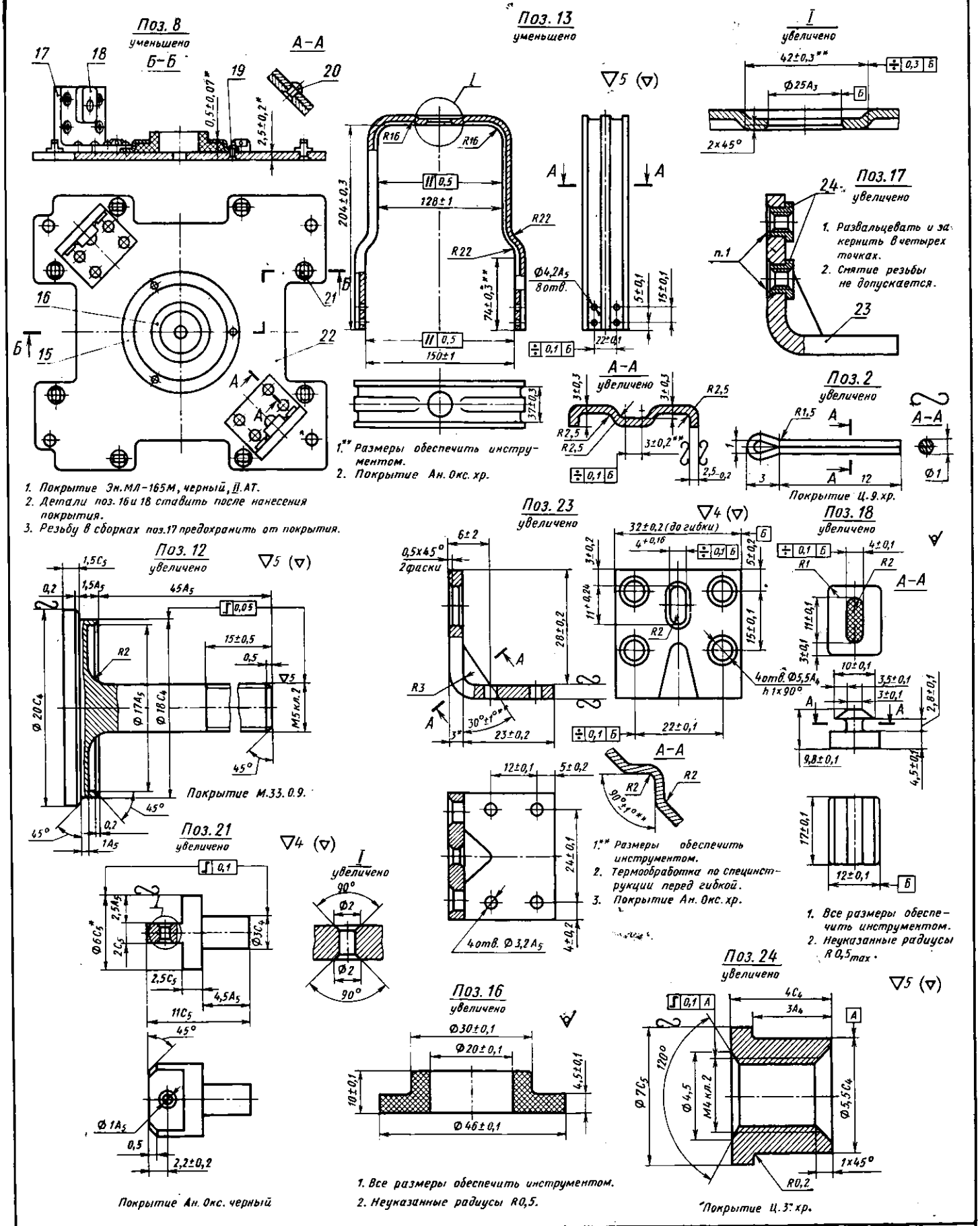


Рис. 26.2 Лист 2	15-оправа амортизатора (сталь 10); 16-буфер (резина 1432); 17-угольник собранный (сб.); 18-амортизатор (резина); 19-заклепка; 20-заклепка; 21-стойка (алюминиевый сплав Д16); 22-плата (алюминиевый сплав Д1А-Т); 23-угольник (алюминиевый сплав Д1А-Т); 24-втулка (сталь 10)

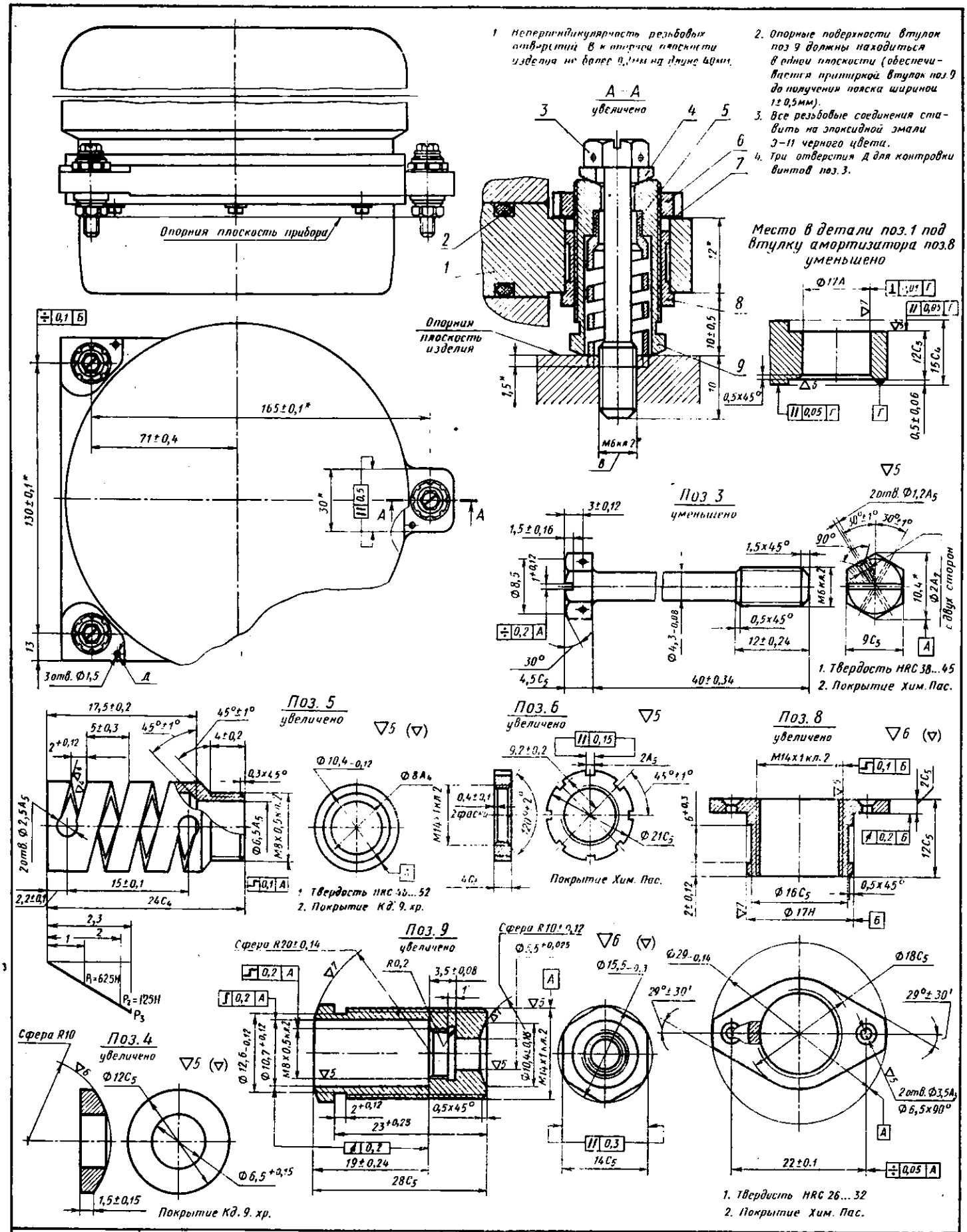


Рис. 263

Лист 1

Установочный амортизатор:

1-корпус (алюминиевый сплав АЛ2), 2-прокладка (резина НО-68-1), 3-винт (сталь 2Х13)-3шт; 4-шайба (сталь 35)-3шт; 5-амортизационные пружины (сталь 60С2)-3шт; 6-гайка (сталь ЭИ474)-3шт; 7-шайба (сталь 2Х13)-3шт, 8-втулка амортизатора (сталь 36НХТЮ)-3шт, 9-втулки (сплав ВТ1-1)-3шт

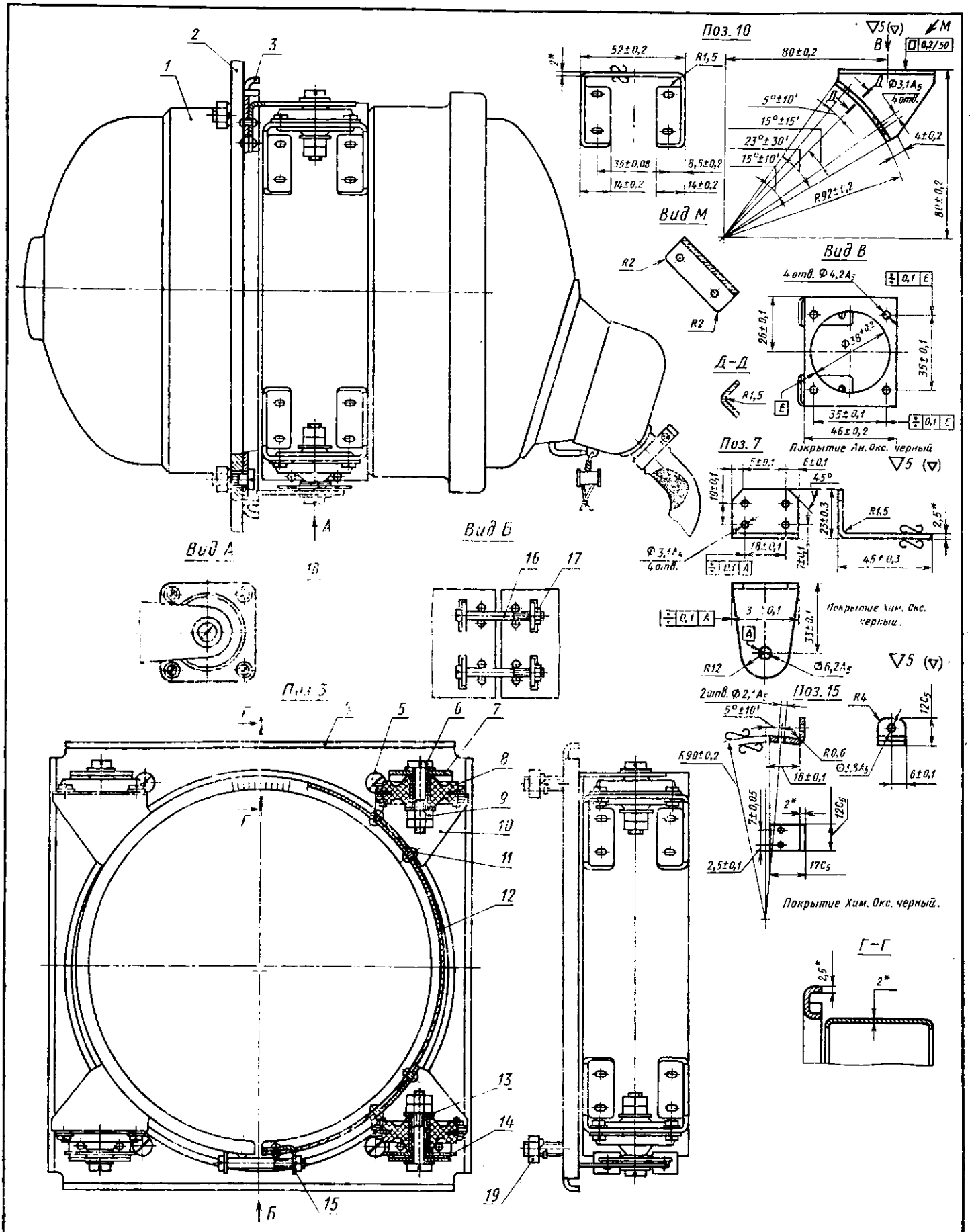
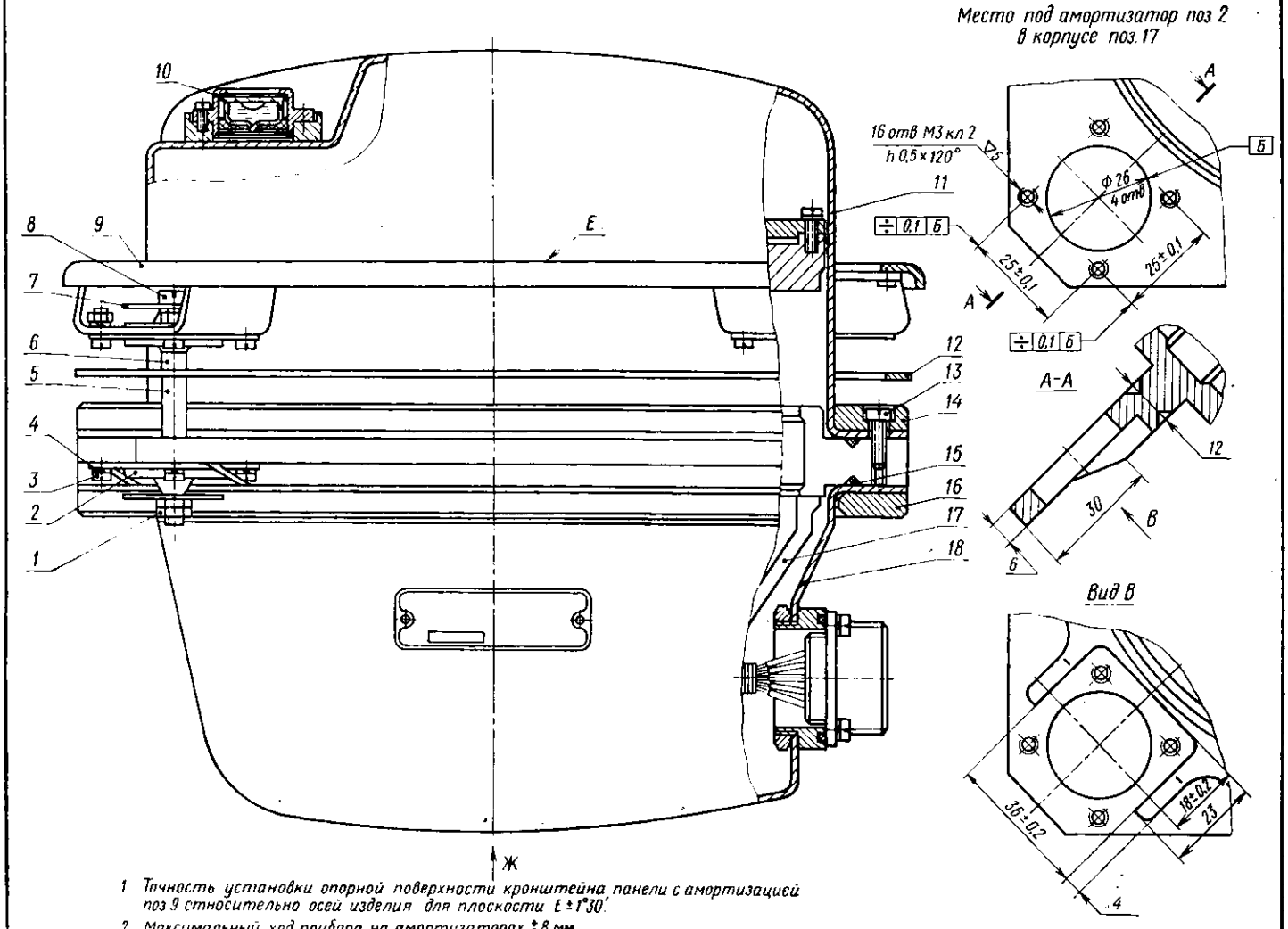


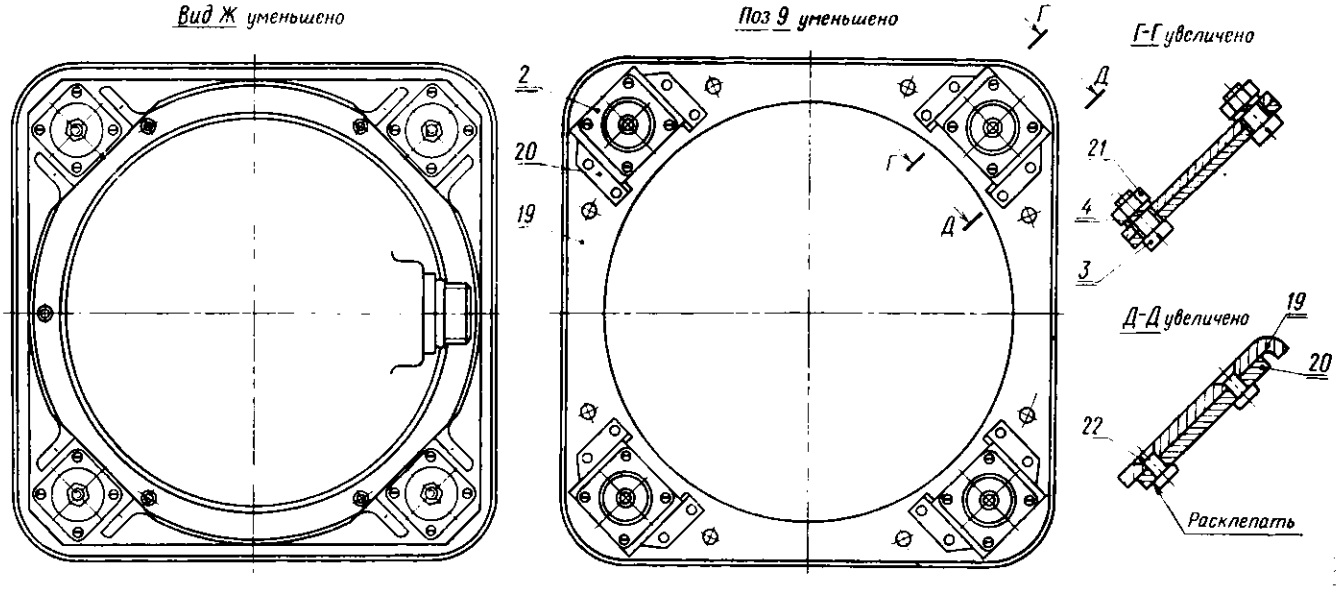
Рис. 26.4

Монтажное устройство гировертикали с резинометаллическими амортизаторами:
1-прибор (сб.); 2-пластина (алюминий АДН); 3-панель с уголками (сб.); 4-панель (алюминий АДН); 5-винт М6×16-4 шт.; 6-винт М6×30-4 шт.; 7-уголник (сталь 10 кп); 8-амортизатор (сб.)-4 шт.; 9-гайка М6-8 шт.; 10-кронштейн амортизатора (алюминий АДН); 11-заклепка-32 шт.; 12-хомут (алюминий АДН); 13-шайба-12 шт.; 14-ограничитель (латунь Л62-Т)-2 шт.; 15-серьга (латунь Л62-Т); 16-винт (латунь ЛС59-1)-2 шт.; 17-гайка М4-2 шт.; 18-винт (латунь ЛС59-1); 19-гайка М6-4 шт.



1 Точность установки опорной поверхности кронштейна панели с амортизацией поз 9 относительно осей изделия для плоскости Е ± 1°30'.

2 Максимальный ход прибора на амортизаторах ± 8 мм



Покрытие молотковой эмалью Эм. МЛ-165 до установки амортизаторов.

Рис. 26.5
на 2 листах
Лист 1

Монтажное устройство гирополукомпаса с резино-металлическими амортизаторами:
1-гайка М3-8 шт; 2-амортизатор 271С49-1-3-8 шт, 3-винт М3х6-32 шт, 4-шайба пружинная-32 шт,
5-втулка (алюминиевый сплав Д1-Т)-4 шт; 6-втулка (алюминиевый сплав Д1-Т)-4 шт, 7-шайба (латунь Л59-1Т)-8 шт;
8-винт специальный (сталь 20)-4 шт, 9-панель с амортизаторами (сб);

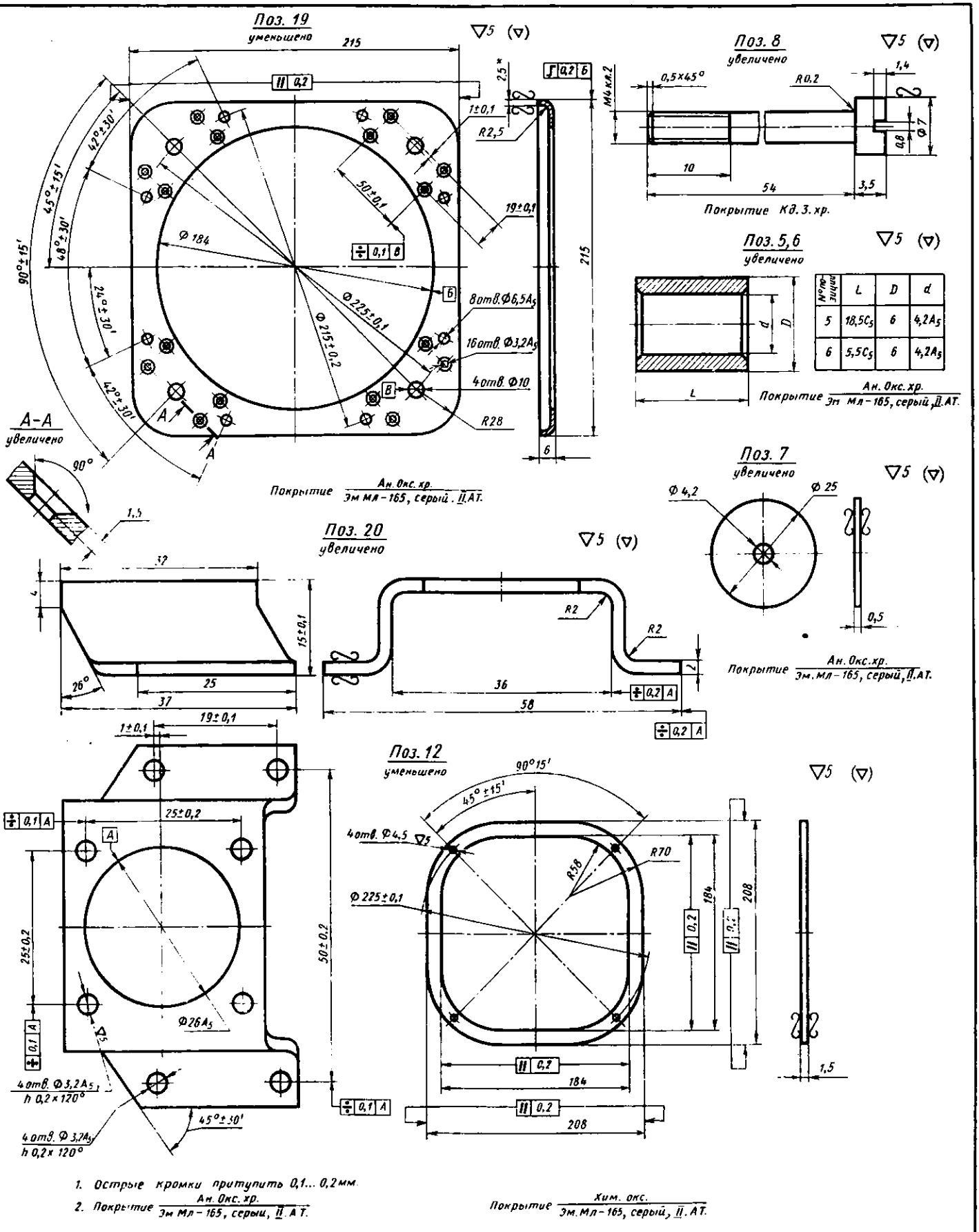


Рис. 265

Лист 2

10-уровень (сб), 11-верхний кожух (алюминий АДМ), 12-кольцо (сталь 20); 13-винт М3×8-13 шт, 14-кольцо верхнее (алюминиевый сплав Д2А-М), 15-прокладка (резина НО-68-01)-2 шт, 16-кольцо нижнее (алюминиевый сплав Д1А-М), 17-узел корпуса (сб); 18 кожух нижний (латунь Л62 М), 19 панель (алюминиевый сплав Д1А М), 20 кронштейн (алюм сплав Д1А-Т), 21-гайка М3, 22-заклепка (алюм сплав Д1А-М)

печении правильного монтажа прибора и защите его от механических воздействий.

Рис. 26.1. Монтажное устройство двухстепенного гироскопа. Прибор *6* устанавливают в разрезной кожух *1*. После регулировки прибора с целью ориентации кинетического момента в необходимом направлении (как правило, параллельно плоскости основания *22*), его зажимают винтами *8* стальной скобой *5*. На кожухе *1* приклепаны уголки *11*, к которым крепят концы цилиндрических пружин *7*. Другие концы этих пружин входят в отверстия двух колец *14* каркаса *4*. Пружины растянуты. Таким образом, прибор оказывается во взвешенном состоянии на растянутых пружинах. Для предотвращения разрушения прибора от резких ударов на основание *22* и планки *18* приклеивают амортизаторы — резиновые прокладки *15* и *16*.

Узел каркаса *4* прикрепляют заклепками к крочштейну *20*, который устанавливают на основание *22*. Весь узел крепят к монтажным деталям летательного аппарата болтами *2*.

Рис. 26.2. Монтажное устройство трехстепенного гироскопа. Прибор в кожухе *6* крепят к монтажным деталям при помощи ряда пружин. В верхней части прибора закреплен стержень *12*, на который устанавливают коническую спиральную пружину *5*, закрепляемую гайкой *1*. В нижней части прибора имеется ряд деталей, к которым прикреплены пружины *9*; другим концом пружины крепятся к деталям основания *8*. Таким образом, прибор оказывается «взвешенным» и возникающие вибрации основания *8* не будут передаваться на прибор. Резиновые трубка *4*, прокладка *10* и буфер *16* предохраняют прибор от резких механических воздействий.

Рис. 26.3. Установочный амортизатор. Амортизация производится за счет амортизационных пружин *5*. В свободном состоянии пружины *5* выступают на 1,5 мм за плоскость втулки *9*. Прибор крепят к опорной плоскости винтами *3*. Положение прибора относительно опорной плоскости юстируется последовательной регулировкой трех опор. При ослаблении крепления винтов *3* резьбовые втулки *9* поворачиваются относительно втулок *8*. При этом корпус прибора *1* перемещается до необходимого исходного положения. После установки узлы контрят гайками *6*. Сферические поверхности шайбы *4* и втулки *9* компенсируют возможные перекосы.

Рис. 26.4. Монтажное устройство гировертикали с резиновыми амортизаторами типа «Лорд».

Прибор *1* устанавливают в разрезное кольцо (хомут) *12* и крепят с помощью двух винтов *16*. К кольцу прикреплены четыре кронштейна *10*, к которым привертывают резиновые амортизаторы *8*. Хомут с амортизаторами четырьмя винтами свинчиваются с панелью *4* через стальные угольники *7*, прикрепленные к панели.

Таким образом прибор, закрепленный в хомуте *12*, подвешен на амортизаторах к панели *4*, которая четырьмя винтами крепится к деталям самолета. Латунные шайбы *14* являются ограничителями, предохраняющими прибор от жестких ударов при посадке летательного аппарата.

Рис. 26.5. Монтажное устройство курсового гироскопа с резино-металлическими амортизаторами. Аналогично устройству, показанному на рис. 26.4. Отличительной особенностью является горизонтальное расположение монтажных деталей. К фланцу корпуса прибора *17* крепят винтами *3* четыре резиновых амортизатора. Такие же амортизаторы через кронштейн *20* прикреплены к панели *9*. Между амортизаторами находится полая распорная втулка *5*, через внутреннее отверстие которой проходят четыре винта *8*, крепящие прибор к панели.

В панели *19* имеются четыре отверстия ∅ 10 под винты для крепления узла к деталям самолета.

ГЛАВА 27

ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ, ДЕМПФИРУЮЩИЕ И ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЖИДКОСТИ

Жидкость, заполняющая внутреннюю полость поплавкового гироприбора, служит для полной или частичной разгрузки подшипников поплавкового гироузла, защиты его от ударов и вибрации смазки опор с целью исключения сухого трения и создания демпфирующего момента. В соответствии с этими функциями предъявляются требования к величине и постоянству физических параметров применяемых жидкостей. Для создания большей выталкивающей силы они должны иметь относительно большую плотность, а для создания демпфирующего момента — соответствующую вязкость. Желательно, чтобы и тот и другой параметр не изменялись при колебаниях температуры в широких пределах. Предъявляемые требования ограничивают число пригодных жидкостей, причем подчас приходится прибегать к различным конструктивным приемам для обеспечения тех параметров, которые зависят от жидкости.

Так, сохранение балансировки с изменением температуры окружающей среды в приборах без подогрева обеспечивается применением в балансировочном устройстве комбинации тяжелого и легкого груза одного объема. Сохранение величины удельного демпфирующего момента при изменении вязкости жидкости с изменением температуры достигается специальными компенсаторами (см. рис. 24.6).

В особо точных приборах применяются терморегуляторы, поддерживающие постоянство температуры внутри прибора (см. гл. 21).

Все жидкости должны быть нетоксичны, неагрессивны и хорошо обезгаживаться.

В зависимости от физических свойств жидкости, применяемые для заполнения гироприборов, можно разделить на четыре группы:

1) жидкости с плотностью $\rho \sim 10^7$ 1 г/мм^3.

Эти жидкости, применяемые для заполнения нетермостатированных приборов типа ДУС, не позволяют полностью разгрузить опоры и служат в основном для создания демпфирующего момента.

Примером может служить смесь лигроина (80%) с трансформаторным маслом (20%). Лигроин имеет небольшой коэффициент вязкости (0,0104 П), однако вязкость остается постоянной в широком диапазоне температур. Масло добавляется в эту жидкость для увеличения ее смазывающей способности.

К этой же группе относятся полиметилсилоксановые жидкости (ПМС), имеющие широкий диапазон вязкости;

2) жидкости с плотностью $\rho \simeq 2 \cdot 10^7$ 2 г/мм³.

Эти жидкости применяются для заполнения приборов типа поплавковых ДУС, работающих в термостатированных отсеках. Дают возможность полностью разгрузить опоры, однако плотность и вязкость их с изменением температуры меняется в широких пределах.

Примером таких жидкостей являются жидкости марок БЛП, Б1П, перфтордиметилциклогексан. Последняя по стабильности своих физических свойств является лучшей из указанных;

3) жидкости с плотностью $\rho \simeq 2$ г/мм³ и высокой вязкостью $300 \cdot 10^{-6}$ м²/с при рабочей температуре.

Применяются в приборах с обогревом, требующих создания большого удельного демпфирующего момента (интегрирующие гироскопы);

4) жидкости с плотностью $\rho \simeq 2$ г/мм³.

Применяются для «взвешивания» подвижных систем малогабаритных приборов, имеющих большую удельную плотность поплавкового гироузла.

Физические свойства ряда жидкостей приведены в табл. 27.1.

Для заполнения прецизионных приборов, не имеющих токоподводов, используются токопроводящие жидкости.

Токопроводящие жидкости типа ТПЖ-1 нашли применение также и в жидкостных маятниковых переключателях.

Таблица 27.1

Физические свойства жидкостей

Марка или наименование жидкости	Вязкость при t=20 °С, 10^{-6} м²/с	Вязкость при t=70 °С, 10^{-6} м²/с	Температура кипения $t_{кип}$, °С	Удельная плотность при t=20 °С, кг/м³	Удельная плотность при t=70 °С, кг/м³
Б1П	10. . .11	2,0	70—110° С при 1333 Па	1969	1867
Лигроин	1,3	0,7	130° С при 0,102 МПа	800	750
ПМС-1,5	1,5		48—60° С при 133—400 Па	850	—
БЛП	2,5—4,0	0,96	70—100° С при 2670 Па	1920	1840
ПФДМЦГ-1	1,26	0,6	115° С при 0,102 МПа	1866	1715
ПЭФ, работоспособны в контакте с агрессивными средами, жидкости огневзрывобезопасны и нетоксичны	Вязкость в широком диапазоне температур от 10 до 300		От 70 до 320° С при 133 Па	От 1820 до 1920	

ГЛАВА 28

ПРИМЕРЫ КОНСТРУКЦИЙ ГИРОПРИБОРОВ

В главе приведены типовые примеры конструктивного оформления гироскопических приборов, основные узлы которых рассмотрены в атласе.

Рис. 28.1. Выключатель коррекции ВК-53. Является гироскопическим измерителем скорости разворота самолета и предназначен для отключения цепей коррекции гироскопических приборов: гировертикалей, курсовых систем, гироскопических компасов, а также для переключения электрических цепей в других приборах при выполнении самолетом разворотов и виражей.

Принцип действия прибора основан на свойстве гироскопа с двумя степенями свободы совмещать ось собственного вращения с осью вынужденного вращения. При возникновении угловой скорости объекта, на котором установлен прибор ВК-53, корпус гиромотора, преодолевая сопротивления пружин *15*, отклоняется на угол, пропорциональный угловой скорости объекта, и включает с помощью узла щеток *3* и контактной ламели *4* систему задержки времени, которая через исполнительную (релейную часть) разрывает цепи коррекции с запаздыванием 5—15 с после начала действия угловой скорости.

Задержка выключения коррекции по времени необходима для того, чтобы отключение коррекций приборов происходило только в период установившейся угловой скорости объекта, а не при отдельных случайных колебаниях объекта.

Выключатель коррекции состоит из трех основных частей: гироскопической части, системы задержки времени и исполнительной (релейной) части.

Гироскопическая часть прибора включает в себя корпус *2* с гиромотором *1* и датчик сигнала на вы-

ключение коррекции, состоящий из узла щеток *3* и контактной ламели *4*.

Гироузел на шарикоподшипниках смонтирован в корпусе узла датчика *26*. На корпусе гиромотора *2* укреплен кронштейн *16*, к которому присоединены подвижные концы пружин *15*, создающие противодействующий момент. Неподвижные концы пружин через кронштейн *14* связаны с корпусом *26*.

При отсутствии угловой скорости объекта (при горизонтальном полете) пружины удерживают гироузел в среднем положении и щетки *3* находятся в контакте со средней обесточенной частью контактной ламели (см. принципиальную схему, позиции на которой соответствуют позициям чертежа) и никакого сигнала на выключение коррекции не подается.

При развороте объекта с угловой скоростью более 0,1—0,3 град/с гироузел отклоняется от среднего положения и щетки перемещаются на тот или иной, в зависимости от направления угловой скорости, крайний участок контактной ламели, присоединенный к фазам *I* и *III* переменного трехфазного тока, питающего прибор. Со щеток *3* электрический сигнал поступает на систему задержки времени.

Система задержки времени принимает электрический сигнал, поступивший от гироскопической части и с запаздыванием в 5—15 с передает его на исполнительную (релейную) часть прибора.

Система задержки времени состоит из индукционного двигателя *12*, редуктора *5*, потенциометра *6*, выключателя *8* со щетками *7*, коллектора *10* и щеток *29* коллектора *11*. Узлы щеток потенциометра (на рисунке не показаны) закреплены на выключателе *8*.

Индукционный двигатель *12*, укрепленный на нижней плате редуктора *5*, вращает выходной вал редуктора *9*, на котором закреплены выключатель *8* с узлом щеток потенциометра и коллектор *10*.

Потенциометр *6*, узел щеток выключателя коррекции *7*, узел щеток коллектора *11* и двигатель *12* с редуктором *5* закреплены на корпусе *26*.

Выключатель *8* имеет четыре контактных сектора. Два диаметрально противоположных контактных сектора закорочены между собой.

Как видно из принципиальной схемы прибора, при отсутствии угловой скорости щетка *3* стоит на изолированном участке контактной ламели *4* и на управляющую обмотку *в—г* двигателя ДИД-0,5 напряжение не подается. Также не подается напряжение и на вторую управляющую обмотку *д—е*, так как щетки потенциометра *29* расположены точно под углом 90° относительно отводов потенциометра и потенциалы точек, с которыми контактируют щетки, равны между собой. Следовательно, обе управляющие обмотки обесточены и двигатель ДИД-0,5 не вращается. При этом щетки *7* расположены на серединах той пары ламелей выключателя *8*, которые не замкнуты между собой, и сигнала на исполнительную (релейную) схему не подается (коррекции гироприборов включены).

При развороте объекта с угловой скоростью выше порога чувствительности прибора гироузел под действием гироскопического момента поворачивается вокруг оси *X—X* и связанные с ним щетки *3* перемещаются с обесточенного участка ламели *4* на тот или другой крайние ее участки (в зависимости от направления разворота). Обмотка управления *в—г* (точка *в*) двигателя подключается к фазе *I* или *III*. Точка *г* этой обмотки постоянно через делитель напряжения (резисторы R1 и R2) находится под средним потенциалом фаз *III* и *I*. Через обмотку управления *в—г* начнет протекать ток и двигатель будет вращаться в ту или другую сторону в зависимости от направления разворота.

Вращение от двигателя через редуктор передается на выходной вал *9* и связанные с ним выключатель *8* с узлом щеток потенциометра *29*.

По мере смещения щеток *29* от среднего положения начинает поступать напряжение на вторую управляющую обмотку *д—е* двигателя. Управляющие обмотки двигателя включены так, что напряжение на обмотке *в—г* всегда по фазе противоположно напряжению на обмотке *д—е*. Поэтому обмотка *д—е* начнет создавать тормозящий момент, и при равенстве моментов двигатель остановится. Выключение коррекции произойдет несколько раньше — при повороте выходного вала с выключателем на угол $\approx 30°$, так как щетки выключателя *7* в этот момент перейдут с незамкнутых секторов выключателя на его замкнутые сектора, давая сигнал исполнительной системе на выключение коррекции. Выключатель *8* и щетки *7* будут находиться в таком положении, пока на прибор действует угловая скорость.

После окончания разворота (на прибор угловая скорость не действует) гироскопический момент исчезает, и пружины *15* возвращают гироскоп в исходное положение, а щетки *3* установятся на среднем обесточенном участке ламели *4*. Подача напряжения на управляющую обмотку *в—г* прекратится, а обмотка управления *д—е* останется под напряжением, получая питание от щеток *29*, смещенных от нулевого положения на потенциометре *6*. Двигатель ДИД-0,5 под действием этого напряжения начнет вращаться в обратную сторону до тех пор, пока щетки не установятся относительно потенциометра в нулевое положение. Одновременно и выключатель *8* начнет поворачиваться относительно щеток *7*, и, когда щетки перейдут на незакороченные секторы, будет подана команда исполнительной системе на включение коррекции.

Время задержки включения коррекции после прекращения разворота 2—10 с.

Когда щетки *29* установятся в нулевое положение относительно потенциометра *6*, обмотка *д—е* также окажется обесточенной и двигатель остановится.

Исполнительная (релейная) часть прибора для обеспечения одновременного разрыва выключателем коррекции цепей коррекции нескольких приборов состоит из электромагнитных реле РСМ-2 (поз. *23*) и РСМ-3 (поз. *24*), обмотки которых соединены параллельно. Реле *23* имеет один нормально-закрытый и один нормально-открытый контакты. Реле *24* имеет два нормально-закрытых контакта.

Таким образом, выключатель коррекции обеспечивает одновременное размыкание трех цепей и замыкание одной цепи.

Техническая характеристика

Порог чувствительности (минимальная угловая скорость, при которой выключается коррекция)	0,11—0,3 град/с
Время задержки выключения коррекции	5—15 с
Несимметричность времени выключения коррекции при правом и левом разворотах	не более 8 с
Время готовности прибора	не более 3 мин
Температурный диапазон работы	от +50 до —60° С
Питание прибора:	
трехфазный переменный ток напряжением	36 В±10%
частотой	400 Гц±10%
постоянный ток напряжением	27 В±10%
Потребляемый переменный ток в фазе	не более 0,43 А
Максимальная сила тока в цепях потребителей	не более 200 мА

Рис. 28.2. Датчик угловой скорости с электрической пружиной. Предназначен для измерения угловой скорости летательного аппарата относительно одной из осей координат, связанных с корпусом летательного аппарата, и выдачи сигнала, пропорционального этой угловой скорости. Эти сигналы могут быть использованы в системе автоматического управления летательным аппаратом или в системах телеметрических измерений.

Принцип действия датчика угловой скорости основан на свойстве двухстепенного гироскопа совмещать вектор кинетического момента с направлением вектора измеряемой угловой скорости.

В конструкции датчика можно выделить следующие конструктивные узлы и элементы: гироузел *1*; блок потенциометров (установлен в узел передаточного механизма); передаточный механизм *2*; моментный датчик *Ж*; компенсирующий элемент (сильфон) *12*.

Гироузел представляет собой гиромотор, укрепленный в рамке, герметично закрытый цилиндром. Гироузел частично взвешен в жидкости, представляющей смесь лигроина с силиконовым маслом. Это снижает давление на опоры и трение в трущихся деталях, а также создает демпфирующий момент при движении гироузла относительно корпуса. Герметичность гироузла обеспечивается пайкой цилиндра к рамке. Для этого рамка и цилиндр, изготовленные из сплава В95Т, имеют серебряное покрытие. Для повышения точности измерения в приборе применен синхронный гиромотор открытого исполнения с кинетическим моментом $H=49\cdot10^3$ г²/с.

Блок потенциометров состоит из двух одинаковых плоских потенциометров, предназначенных для выдачи изменения напряжения в моментный датчик и потребитель. Чем больше измеряемая угловая скорость, тем больше угол отклонения щеток.

Передаточный механизм представляет собой устройство, обеспечивающее необходимое угловое перемещение щеток по намотке потенциометра при малом перемещении гироузла (примерно ±2°). Это решение улучшает динамические характеристики прибора и устраняет влияние составляющих угловой скорости на измеряемую ось.

Моментный датчик создает противодействующий момент гироскопическому моменту, возникающему при появлении угловой скорости. Момент моментного датчика пропорционален току, снимаемому со щеток потенциометра.

Сильфон компенсирует температурные изменения объема жидкости.

При появлении угловой скорости относительно измерительной оси вектор кинетического момента, стремясь совместиться с вектором измеряемой угловой скорости, поворачивает рамку относительно шарикоподшипниковых опор. При этом палец, входящий в пах сухаря, поворачивает щетки относительно потенциометров до тех пор, пока напряжение, снимаемое со щеток, не обеспечит момент датчика, равный возникшему гироскопическому моменту при установившейся угловой скорости. При этом движение рамки остановится. Снимаемое напряжение позволяет судить о величине угловой скорости.

Регулировки, проводимые в приборе, указаны на рисунке.

Техническая характеристика

Питание	36 В, 400 Гц
Масса	не более 350 г
Порог чувствительности	0,1 град/с
Максимальная измеряемая угловая скорость	36 град/с
Температурный интервал работы	от +50 до —60° С
Время готовности	не более 1 мин
Кинетический момент гиромотора (синхронного)	$49\cdot10^3$ г·см²/с

Рис. 28.3. Датчик угловой скорости с механической измерительной пружиной (торсионом). Состоит из следующих основных узлов: гиромотор, поплавок, датчик угла, датчик момента и узлов и деталей, компонующих конструкцию прибора.

Гиромотор *3* представляет собой синхронный трехфазный двигатель гистерезисного типа, обращенного исполнения. Гиромотор рассчитан на питание 40 В, 1000 Гц и имеет кинетический момент $H=24{,}5\cdot10^3$ г·см²/с частота вращения 30000 об/мин, число пар полюсов — 2.

Поплавок *2* выполнен в виде бачка, к которому с правой стороны прикреплена и герметично опаяна крышка поплавка. Внутренняя полость заполнена водородом. Гиромотор в поплавке закреплен с помощью двух планок *5* четырьмя винтами *4*. Для подвода питания к гиромотору в торец крышки поплавка герметично впаян гермоввод *7*. С этой же стороны на поплавок установлен торсион *9*, пакет якоря датчика угла *10*.

На поплавок с левой стороны установлен шестиполюсный магнит *15* и экран *16* датчика момента. Балансировка поплавка вокруг оси в жидкости осуществляется напайкой олова на шайбу *17*.

Датчик момента *1* предназначен для дистанционного управления датчиком угловых скоростей. Он представляет собой магнитоэлектрическую систему, преобразующую электрический ток в механический момент.

Основными элементами датчика момента является постоянный магнит *15* и основание с катушками *18*.

Основание с шестью катушками установлено в корпусе прибора и крепится к нему пайкой. Датчик угла предназначен для определения углового перемещения поплавка относительно корпуса прибора и преобразования этого перемещения в электрический сигнал. Основными конструктивными элементами датчика угла являются: статор *8* и якорь *10*.

Статор датчика состоит из пакета, набранного из пластин листового пермаллоя. В пазы пакета уложены обмотки — возбуждения и сигнальные.

Статор датчика установлен в крышку *13*, а выводные провода подпаяны к проходным стеклянным изоляторам, впаянным в крышку.

Якорь датчика угла также состоит из пакета, набранного из пластин пермаллоя.

Поплавок *2* помещен в цилиндрический корпус *6*, где со стороны датчика момента опирается на камневые опоры скольжения *20*, а правой опорой ему служит торсион *9* (он же является измерительной пружиной).

Торсион *9* своей цилиндрической частью входит в отверстие крышки *13* и закрепляется цангой *11*. Такая конструкция торсионной опоры возможна при достаточной жесткости торсиона, т. е. в тех случаях, когда диапазон измерения прибора достаточно велик.

Подвод питания к гиромотору, установленному в поплавке, осуществляется гибкими безмоментными токоподводами *12* спиральной формы.

Внутренняя полость датчика заполнена жидкостью ПМС.

Демпфирование подвижной системы осуществляется за счет вязкого трения в зазоре между поплавком и корпусом датчика. Объемное изменение жидкости при колебаниях окружающей температуры компенсируется узлом сильфона, внутренняя полость которого сообщается с атмосферой.

На корпус прибора установлен фланец *21*, с помощью которого прибор крепится на объекте.

Сопротивление *22* служит шунтом обмотки моментного датчика для подгонки его крутизны момента.

Техническая характеристика

Температура окружающей среды	—60 до +50° С
Время полного набора оборотов гиромотором	1 мин
Порог чувствительности	0,3 град/с
Максимальная измеряемая угловая скорость	до 300 град/с
Масса прибора	130 г

Рис. 28.4. Датчик угловой скорости с торсионом и камневыми опорами. По конструкции узлов и деталей подобен описанному выше и отличается только конструкцией правой опоры. Это отличие вызвано тем, что прибор предназначен для измерения малых угловых скоростей до 18 град/с и поэтому имеет малую жесткость торсиона. В этом приборе торсион предназначен только для создания противодействующего момента, а опорой служит камень, на который опирается цапфа поплавка.

Торсион *6* прикреплен к плате *4* тремя винтами, а вторым своим фланцем запрессован на поплавок *8*.

Технические требования на сборку датчика угловой скорости с торсионом и камневыми опорами см. рис. 28.4.

НАЗНАЧЕНИЕ

Технические требования содержат основные указания, которые должны выполняться в процессе сборки датчика.

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Требования к помещению сборки:

а) сборку датчика необходимо производить в помещении, где запыленность воздуха не должна превышать 150 частиц, осевших на площади 1 $см^2$ в течение 1 ч, размером: не более 60 мкм — 20%; не более 30 мкм — 60%.

Проверку запыленности производить по ОСТ 1.80001—70;

б) температура воздуха в помещении сборки должна быть $+20\pm2°$ С при относительной влажности $65\pm15\%$ и атмосферном давлении $10\cdot10^4$ Па;

в) освещение помещения — дневное или искусственное по нормам освещенности, установленным для цехов (участков) точного машиностроения.

2. Требования к рабочему месту, помещению, инструменту и приспособлениям: рабочее место, инструмент и приспособления для сборки должны соответствовать требованиям инструкции.

3. Требования к личной гигиене: требования, предъявляемые к персоналу по личной гигиене должны соответствовать инструкции.

4. Требования к узлам и деталям:

а) перед сборкой все детали и узлы, соприкасающиеся с жидкостью, проверить по внешнему виду на отсутствие заусенцев, коррозии, стружки и других посторонних частиц под микроскопом типа МБС при увеличении $12^*\div16^*$;

б) детали и узлы, поступающие на сборку, промыть в бензине-растворителе ГОСТ 443—56 и просушить очищенным воздухом с помощью резиновой груши № 3 ТУР-1023—58 «Сангигиена». Чистота бензина после контрольной промывки должна соответствовать ОСТ 1.80003—70;

в) бензин для промывки деталей и жидкость для заполнения прибора должны быть профильтрованы по ОСТ 1.80056—72.

5. Требования к хранению и транспортировке деталей и узлов:

а) защиту деталей от коррозии при изготовлении, транспортировке и хранении (до нанесения гальванических, лакокрасочных покрытий и консервации) производить по специнструкции;

б) транспортировку и хранение окончательно изготовленных деталей и узлов производить в спецтаре, предохраняющей их от коррозии и загрязнений и не выделяющей ворса, пыли или токсичных веществ.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Подшипники скольжения *12* устанавливать согласно комплектации с осями, обеспечивая зазор 0,002...0,004 мм.

2. Датчик момента *10* и статор датчика угла *5* установить в корпусе *9*, совместив пазы Г и Д.

3. Регулировку нулевого сигнала датчика угла производить по инструкции.

4. Точную регулировку нулевого сигнала производить винтом поз. Е.

5. Винт поз. Е пломбировать клеем ВК-9 по инструкции.

6. Пайку токоподводов *21* производить припоем ПОС 61 ГОСТ 1499—54 с бескислотным флюсом.

Выступание токоподводов и их мест пайки за торец К, а также касание токоподводами дна и боковых стенок канавки панели не допускается.

7. Проверить герметичность внутренней полости датчика гелиевым течеискателем по специнструкции.

8. Внутреннюю полость датчика заполнить жидкостью ПМС-150 по специнструкции, после чего пережать трубку М и опаять припоем ПОС 61 с флюсом КЭ.

9. Ход сильфона в заполненном датчике не должен превышать 0,1 мм при давлении 400 . . . 800 Па.

10. Фланец *7* выставить относительно оси чувствительности прибора по инструкции и закрепить его. Фланец не должен проворачиваться на корпусе *9* при приложении момента 1 Н.

11. Произвести технологическую приработку датчика при включенном питании в течение 3,5 ч, из которых 30 мин на вибрирующем основании с частотой 25 Гц и перегрузкой 2 и трех часов на неподвижном основании.

12. Произвести проверку датчика на соответствие требованиям ТУ.

Рис. 28.5. Свободный гироскоп.

Назначение и принцип действия. Свободный гироскоп предназначен для измерения углов отклонения летательного аппарата относительно одной из его осей и выдачи сигнала, пропорционального этим углам, в системы телеметрии и автоматические системы управления летательных аппаратов в течение малого времени.

Прибор представляет собой свободный астатический гироскоп с потенциометрическим датчиком угла и электромеханическим арретиром. Принцип действия прибора основан на свойстве трехстепенного гироскопа сохранять неизменным направление вектора кинетического момента гироскопа в инерциальном пространстве.

Конструкция. Основными конструктивными элементами прибора являются: карданов узел с токопередающими устройствами; электромеханический арретир; узел корпуса.

Карданов узел. Состоит из двух рамок: внешней и внутренней. Внутренняя рамка карданова узла является одновременно корпусом гиромотора. В качестве гиромотора используется асинхронный гиромотор открытого исполнения с кинетическим моментом $H = 4{,}9 \cdot 10^5$ г·см²/с.

Внутренняя рамка установлена на подшипниках во внешней рамке. Угол поворота относительно арретированного положения внутренней рамки до упора ±65°. Внешняя рамка установлена в подшипниках *14* корпуса *1*. Угол поворота внешней рамки относительно оси вращения не ограничен. На осях рамок закреплены профилированные стальные кулачки арретира.

Арретирование внутренней рамки осуществляется толкателем, закрепленным на внешней рамке. Арретирование внешней рамки осуществляется рычагом арретира.

Питание к гиромотору и потенциометру подводится с помощью кольцевого коллектора, расположенного на оси внешней рамки, колодки со щетками *15* (по внешней рамке) и точечных токоподводов *9*.

На внешней рамке крепится потенциометр *18*, узлы щеток закреплены на корпусе *1* прибора.

Для балансировки гироскопа на корпусе гироузла и на внешней рамке закреплены балансировочные винты и грузы.

Внешняя рамка конструктивно выполнена составной, из крышки и корпуса, соединенных винтами. Эти детали, с целью увеличения жесткости, изготовлены из стали.

Электромеханический арретир. Служит для обеспечения определенного взаимного расположения рамок свободного гироскопа до момента введения прибора в действие.

Он состоит из электромагнита, подвижный якорь которого связан через плунжер с рычагом арретира и скобой, перемещающей толкатель для арретирования внутренней рамки гироскопа.

Арретирование осуществляется при помощи цилиндрической пружины арретира при выключении электромагнита. Разарретирование происходит при включении электромагнита (подробное описание арретирующего устройства дано в гл. 15).

Узел корпуса. Все узлы прибора смонтированы в стальном корпусе *1* с фланцем для крепления прибора на объекте.

К корпусу крепится крышка *3*. Во внутренней полости корпуса на двух шарикоподшипниках установлен карданов узел.

Один шарикоподшипник установлен в пробке *13*, закрепленной в дне корпуса, второй подшипник — в расточке крышки корпуса.

Осевой люфт карданова узла 0,02—0,04 мм регулируется прокладками *12*.

Съем сигнала с потенциометра осуществляется при помощи одной пары узлов щеток *10*, закрепленных на корпусе прибора. Регулировка давления щеток $(3—5) \cdot 10^{-3}$ Н на обмотку потенциометра производится винтом *11*.

К крышке корпуса крепится узел арретира.

Узел корпуса закрывается кожухами *16* и *4* и опаивается припоем ПОС 40, обеспечивая герметичность прибора. Через штуцер *20* в крышке кожуха *19* производят откачку воздуха и заполнение внутреннего объема азотом. Подведение питания в герметичную полость прибора осуществляется через стеклянные гермовводы. На внешней части прибора имеется штепсельный разъем *21*. Он необходим для электрического соединения прибора с источниками питания и потребителями.

Техническая характеристика

Дрейф гироскопа относительно:	
внутренней оси	3 град/мин
наружной оси	2 град/мин
Температурный диапазон . . .	от +50° до —60° С

Питание прибора:	
трехфазный переменный ток	
напряжением	40 В±10%
частотой	500 Гц±2%
постоянный ток напряжением .	27 В±10%
Кинетический момент гиромотора .	$4{,}9 \cdot 10^5$ г · см²/с
Масса прибора	2 кг

Рис. 28.6. Электрический гирополукомпас ГПК-48. Предназначен для вождения самолета по заданному направлению и для выполнения точных разворотов.

Принцип действия электрического гирополукомпаса основан на свойствах гироскопа с тремя степенями свободы.

Конструкция. Чувствительным элементом гирополукомпаса является трехстепенной свободный гироскоп, подвешенный в карданном подвесе. Ось собственного вращения гироскопа находится в горизонтальном положении. Горизонтальность оси гироскопа поддерживается специально предусмотренным в приборе горизонтальным корректором, представляющим собой асинхронный двигатель, состоящий из статора *14* и ротора *15*. Чувствительным элементом горизонтальной коррекции является корректор-переключатель.

В качестве гиромотора *7* используется асинхронный двигатель ГМА-4, который помещен в алюминиевый кожух *8*. Гироузел может поворачиваться на угол ±60° вокруг горизонтальной оси относительно наружной рамы *22* карданова подвеса. Рама *22* имеет неограниченный угол вращения вокруг вертикальной оси относительно корпуса *24*.

К кожуху гиромотора *8* винтами прикреплены две оси *6* и *26*, на которые насажены внутренние кольца шарикоподшипников гироузла. Здесь применены радиальные подшипники с металлическим сепаратором *4* и *25*, момент трения которых не превышает $4 \cdot 10^{-3}$ Н·см. Наружное кольцо шарикоподшипника *25* жестко связано через пробку *29* с наружной рамой карданова подвеса *22*. Наружное кольцо шарикоподшипника *4* может перемещаться в осевом направлении внутри бронзовой втулки *3*, закрепленной в наружной раме карданова подвеса. Такая конструкция позволяет компенсировать разность линейных температурных изменений деталей гироузла и наружной рамы кардана и дает возможность подшипникам самоустанавливаться в такое положение, при котором их момент трения будет наименьшим.

Карданов узел нижней осью опирается на радиально-упорный шарикоподшипник *47*, наружное кольцо которого плотно сидит во фланце *45*. Верхняя ось *38* карданова узла вращается в шарикоподшипнике *39*. Наружное кольцо его сидит в стальной втулке *19*, которая может перемещаться в осевом направлении внутри бронзового фланца *16*, закрепленного винтами на крышке *21* корпуса прибора. Чтобы втулка могла поворачиваться во фланце *16*, в ней профрезерован паз, в который входит штифт *40*, запрессованный во фланец *16*.

Выбор осевого люфта карданова подвеса производится пластинчатой пружиной *18*. Натяг этой пружины регулируется прокладками *17*. В рабочем положении при осевом люфте карданова узла 0,04—0,06 мм натяг пружины составляет 6—9 Н.

В верхней части наружной рамы карданова подвеса укреплена картушка прибора *41*. На картушке нанесены деления. Цена каждого деления 1°. Оцифровка шкалы — через каждые 10°. Питание к элементам прибора от штепсельного разъема подводится через неподвижную группу токоподводящих контактов *43*. Эта группа контактов состоит из контактных пружин, изготовленных в виде упругих бронзовых пластин, к которым припаяны нагартованные серебряные полости. Пластины изолированы друг от друга и от корпуса прибора прокладками и втулками, изготовленными из электроизоляционных материалов.

На гироузел питание поступает через маломоментные токоподводы *48*, выполненные в виде центральных точечных контактов. Неподвижная группа токоподводящих контактов монтируется на внешней раме карданова подвеса, а подвижная группа токоподводящих контактов монтируется на специальном кронштейне, закрепленном на гироузле. Соприкосновение подводящих и отводящих контактов происходит в точках, расположенных вдоль геометрической оси вращения гиромотора.

В нижней части прибора смонтированы арретирующий механизм и токоподводящее устройство. К передней части корпуса прибора прикреплен винтами фланец *11*. На фланце укреплены самотормозящие гайки, в которые ввинчиваются винты *10* крепления прибора к приборной доске. Во фланце имеется круглое окно, в котором помещается экран *9* с вырезом для шкалы и индексом, по которому ведется отсчет показаний прибора. Окно закрыто стеклом *5*, удерживаемым пружинным кольцом *1*. К задней стенке корпуса прикреплен штепсельный разъем для подведения питания к прибору.

Весь прибор закрывается алюминиевым кожухом *13*, прикрепленным к задней стенке корпуса прибора винтами. Для предохранения прибора от пыли и влаги под кожух ставят резиновые прокладки *12* и *23*.

Техническая характеристика

Питание	трехфазный переменный ток напряжением 36 В частотой 400 Гц
Потребляемый ток	не более 0,32 А
Кинетический момент гироскопа .	$3{,}92 \cdot 10^6$ г · см²/с
Устойчивость показаний . . .	дрейф гироскопа не более ±3° за 15 мин
Температурный диапазон работы .	+50 до —60° С
Скорость прецессии от горизонтальной коррекции	3—6 град/мин
Масса прибора	2500 г

Рис. 28.7. Гирополукомпас навигационный ГПК-52. Гирополукомпас ГПК-52 является пилотажно-навигационным прибором и используется для выполнения точных разворотов самолета на заданный угол, для построения коробочки при посадке и выдерживания направления полета.

Гирополукомпас ГПК-52, выполняя функции визуального прибора, также служит датчиком электрических сигналов, зависящих от направления полета.

Принцип действия гирополукомпаса основан на свойствах свободного гироскопа сохранять неизменным в пространстве положение оси гироскопа и прецессировать (поворачиваться) под действием внешних моментов, приложенных к оси гироскопа.

Полукомпасом прибор называется потому, что не имеет подобно компасу (например, магнитному) направляющего момента и не может самостоятельно устанавливаться в плоскость меридиана, а способен лишь сохранять в течение длительного времени неизменным заданное ему положение в пространстве.

В конструкции ГПК-52 следующие конструктивные узлы и элементы: гироузел; жидкостный маятниковый переключатель; горизонтальный коррекционный двигатель; азимутальный коррекционный двигатель; электродвигатель ДИД-0,5 с редуктором; потенциометр; узел амортизации.

Основным элементом гирополукомпаса ГПК-52 является гироузел *7* подвешенный в раме карданова подвеса *13* на радиальных шарикоподшипниках с моментом трения $(1—3)\cdot10^{-3}$ Н·см. Подшипники укреплены в пробках. Осевой люфт гироузла в раме регулируется прокладками, помещаемыми под фланцы пробок. Во внутренней полости гироузла размещен гиромотор прибора. Гиромотор представляет собой трехфазный двухстаторный асинхронный электродвигатель с двумя короткозамкнутыми роторами типа «беличьего колеса», запрессованными в стальной маховик, расположенный симметрично относительно экваториальной плоскости, проходящей через ось внутренней рамы карданова подвеса гироскопа. К нижней части корпуса гироузла прикреплен жидкостный маятниковый переключатель *3*, являющийся чувствительным элементом горизонтальной коррекции прибора, предназначенной для удержания оси гироскопа в плоскости горизонта. Исполнительным элементом горизонтальной коррекции является двухфазный асинхронный реверсивный электродвигатель, ротор *1* которого закреплен на внешней раме карданова подвеса, а статор *2* — в нижнем фланце *17* корпуса прибора.

Исполнительным элементом азимутальной коррекции (на рисунке не показан), так же как и горизонтальной, является многополюсный асинхронный электродвигатель. Реверсирование момента в этом двигателе осуществляется, в отличие от двигателя горизонтальной коррекции, изменением фазы управляющего сигнала, подаваемого на его управляющую обмотку. Таким образом, ось гироузла удерживается в горизонтальной плоскости при помощи горизонтального корректора и прецессирует в азимуте с нужной скоростью при помощи азимутального корректора.

На верхней части рамы расположен электродвигатель ДИД-05 с редуктором *16*; выходное зубчатое колесо редуктора сцеплено с зубчатым колесом *12*, ось которого проходит сквозь полую верхнюю ось кардановой рамы *13*. На этой же оси жестко закреплен коллектор для подвода питания на щетки *14* потенциометра *15* и шкала *11* прибора. Показания прибора отсчитываются по взаимному расположению шкалы прибора к треугольному индексу, нанесенному на кольце с индексом *9*. В связи с тем, что шкала прибора связана с вертикальной осью через редуктор, установку показаний прибора на необходимый курс (румб) производят разворотом шкалы при помощи двухфазного индукционного двигателя ДИД-05, который через редуктор поворачивает шкалу и щетки потенциометра в соответствующем направлении относительно наружной рамы кардана. Такая система обеспечивает установку необходимого курса без воздействия дополнительного момента на гироскоп.

Потенциометр *15* закреплен на верхнем фланце *10* корпуса прибора и имеет три отвода, расположенные под углом 120°. Потенциометр питается постоянным током напряжением 27 В через щетки *14*, расположенные относительно друг друга под углом 180°.

Электропитание карданова узла осуществляется через коллектор *21*, щетки которого условно не показаны. При помощи выдающего потенциометра производится дистанционная передача курсовых сигналов на магнитоэлектрический лагометр типа ПДК-49.

Узел амортизации *m* предназначен для предохранения прибора от ударных и вибрационных перегрузок. Он состоит из хомута *6*, охватывающего кожух *5* прибора и платы *8*, при помощи которой прибор крепится к столу штурмана.

Электрическое питание к прибору подводится через стеклянные гермовводы *20*, впаянные в крышку кожуха *18*.

Внутренняя полость прибора герметизирована с помощью резинового шнура *4* и заполняется сухим очищенным водородом через штуцер *19*.

Техническая характеристика

Уход оси ротора гироскопа в азимуте на каждом из четырех румбов за 30 мин	не более ±1°
Скорость разворота шкалы:	
минимальная	30—95 град/мин
максимальная	не менее 180 град/мин
Погрешность потенциометрической передачи	не более ±1,5°
Температурный диапазон работы	от +50 до —60° С
Питание прибора:	
трехфазным переменным током напряжением	36 В±10%
частотой	400 Гц±2%
постоянным током	27 В±10%
Переменный ток, потребляемый прибором в каждой фазе	не более 1 А
Масса прибора	не более 7 кг

Рис. 28.8. Прецизионный автомат курса ПАК-5 предназначен для выдачи в систему управления сигналов, пропорциональных отклонению объекта от заданного направления, а также для выдачи сигнала в случае отклонения объекта от заданного направления на угол ±15±2°.

Принцип действия прецизионного автомата курса ПАК-5 основан на свойстве свободного трехстепенного гироскопа сохранять положение оси собственного вращения неизменным в пространстве.

Однако в результате остаточной несбалансированности гироузла и трения в осях карданова подвеса в реальном приборе гироскоп будет совершать

движение относительно Земли, называемое собственным дрейфом гироскопа.

Кроме того, кажущийся дрейф гироскопа в азимуте, обусловленный угловой скоростью суточного вращения Земли, зависит от широты места φ и равен

$$\delta_з = U \sin \varphi,$$

где U — угловая скорость вращения Земли (15 град/ч).

φ — широта места.

Таким образом, в общем случае суммарный дрейф

$$\delta_в = \delta_з \pm \Delta_1,$$

где $\delta_в$ — видимый дрейф гироскопа в азимуте;

$\delta_з$ — кажущийся дрейф гироскопа от вращения Земли;

Δ_1 — собственный дрейф гироскопа в азимуте.

В приборе для корректировки в азимуте предусмотрена азимутальная коррекция, исполнительный элемент которой должен создать момент относительно оси гироузла, равный

$$M_1 = H\delta_з = HU \sin \varphi,$$

где H — кинетический момент гироскопа.

Напряжение, пропорциональное моменту M_1, может подаваться на обмотку управления азимутального корректора с узла автоматической балансировки.

Ось ротора удерживается в плоскости горизонта с помощью горизонтальной коррекции. Чувствительным элементом горизонтальной коррекции является жидкостный маятниковый переключатель.

Конструкция прибора ПАК-5 состоит из следующих основных узлов: гироузла с гиромотором; карданова узла, азимутального коррекционного двигателя; жидкостного переключателя; горизонтального коррекционного двигателя; потенциометра; узла корпуса с монтажными деталями.

Гироузел *1* представляет собой герметичный объем, образуемый рамкой и двумя припаянными к ней полусферическими кожухами. Внутри гироузла расположен асинхронный гиромотор, закрепленный к рамке специальными деталями. Для нормальной работы гиромотора в полости гироузла давление воздуха уменьшается до 400—800 Па.

К гироузлу крепится ротор двигателя азимутальной коррекции *3*. Гироузел, помещенный в раму, образует карданов узел.

Карданов узел представляет собой стальную литую наружную раму *12*, в которую вставлена крышка *11* со статором двигателя азимутальной коррекции *2*. Внутри корпуса установлен гироузел, оси которого опираются на специальные трехколенчатые подшипники, промежуточное кольцо которых вращается с частотой вращения 18±3 об/мин (описание конструкции опор внутренней рамы см. в гл. 5).

На крышке *11* установлена на стойках планка с колодкой для волосковых токоподводов. Волосковые токоподводы выполнены из мягкой медной проволоки ∅ 0,05 мм.

В верхней оси *16* карданова узла установлен коллектор *17* и щеткодержатель *19*. Коллектор состоит из восьми колец из сплава ПИ-10 с наружным диаметром 2,5 мм. Азимутальный коррекционный двигатель, так же как и горизонтальный, состоит из статора и ротора. Ротор корректора, находящийся внутри статора, выполнен из пакета пластин, на который запрессован медный обод для уменьшения реактивного момента.

Статор двигателя азимутальной коррекции представляет собой пакет железа, собранный из пластин электротехнической стали Э41, завальцованных в латунную обойму. В пазы пакета статора укладывают основную и управляющие обмотки из медного провода.

В нижней части карданова узла установлен ротор двигателя горизонтальной коррекции *25* и диск ограничения курса (ламель *30*).

Жидкостный маятниковый переключатель *22*, являясь чувствительным элементом горизонтальной коррекции, замыкает цепь обмоток управления коррекционного двигателя горизонтальной коррекции и приводит ось фигуры гироскопа к горизонту с большой точностью.

Исполнительным элементом горизонтальной коррекции гироскопа служит двухфазный многополюсный реверсивный асинхронный двигатель, работающий в заторможенном режиме (режим короткого замыкания).

Ротор двигателя горизонтальной коррекции *25* выполнен в виде пакета пластин электротехнической стали. В пазы пакета ротора укладывают обмотки (одна основная и две управляющие). Обмотки выполнены из медного провода.

Статор *23* представляет собой пакет пластин электротехнической стали и короткозамкнутую обмотку типа «беличье колесо», выполненную литьем из алюминиевого сплава марки АЛ2. Пластины собраны так, что образуют в пакете паз, скошенный на одно зубцовое деление. Такая конструкция статора исключает возможность «прилипания» статора к ротору.

Потенциометр *14* предназначен для выдачи курсовых сигналов с прибора и состоит из алюминиевого кольца, на которое намотано две обмотки из проволоки ПИЭ-10 ∅ 0,05. Кольцо с намоткой насаживается на оправу и закрепляется обручем.

Карданов узел помещен в узел корпуса. Нижняя ось карданова узла вращается в шарикоподшипнике *26* типа А 1000095У и опирается через шарик *29* на пяту из твердого сплава 8К 6МП. Верхняя ось вращается в шарикоподшипнике *18* типа А640095К. Пята впрессована в резьбовую пробку *27*, с помощью которой осевой люфт карданова узла в узле корпуса устанавливается в пределах 0,005—0,02 мм.

В нижней части корпуса *9* установлен статор *23* двигателя горизонтальной коррекции и узла щетки *31* ограничения курса.

В узле корпуса сверху на крышке установлены терморегулятор *33*, регулирующий температуру внутри прибора, реле, включающее электрообогревы, конденсаторы искрогасящего контура и элементы монтажа.

К фланцу корпуса крепится верхний *10* и нижний *4* кожухи. Между кожухами и корпусом проложены резиновые прокладки *6* для обеспечения гер-

метичности. В нижнем кожухе установлен герметичный штепсельный резъем. На верхнем кожухе имеется пузырьковый уровень *13* для контроля горизонтального положения прибора.

Прибор установлен на амортизации и крепится на объекте фланцем.

Техническая характеристика

Питание цепей постоянного тока напряжением	27±2,2 В
Питание цепей переменного тока:	
напряжением	40±2 В
частотой	500±5 Гц
Температурный диапазон	от +50 до —25° С
Время готовности	не более 10 мин
Погрешность измерения курса при повороте прибора на угол ±15°	не более ±12°
Рабочая зона курсовых потенциометров	±10°±12°
Сигнализация ограничения курса	±15°±2°
Собственный дрейф оси ротора в азимуте	не более ±1 град/ч
Масса прибора с амортизацией	не более 6 кг

Рис. 28.9. Авиагоризонт АГБ-2. Авиагоризонт АГБ-2 является комбинированным прибором, состоящим из авиагоризонта и указателя скольжения, и предназначен для измерения на тяжелых самолетах ограниченных углов крена и тангажа и определения скольжения. Работа авиагоризонта основана на свойстве устойчивости оси фигуры свободного трехстепенного гироскопа. Вертикальность оси фигуры гироскопа обеспечивается системой коррекции, состоящей из жидкостного маятникового переключателя и двигателей продольной и поперечной коррекции. Авиагоризонт АГБ-2 отличается простой конструктивной схемой.

Гироузел *16*, корпус которого является внутренней рамой карданова подвеса, установлен на шарикоподшипниках *19* внешней рамы *15* карданова подвеса. Наружные кольца шарикоподшипников посажены в пробки подшипника *17* по плотной посадке. Внутренние кольца обоих шарикоподшипников закреплены на полуосях гироузла гайками *18*. Одна пробка подшипника *17* крепится непосредственно к раме, а другая — к фланцу *42*, соединенному с рамой *15*. Осевой люфт гироузла *16* в рамке *15* регулируется подбором прокладок *20*. Во фланце закреплен статор *35* двигателя поперечной коррекции, который является одновременно центрирующим звеном соединения фланца *42* и рамы *15*.

В корпусе гироузла размещен асинхронный трехфазный гиромотор ГМА-4П с кинетическим моментом $3{,}92 \cdot 10^6$ г·см²/с. На нижней базовой плоскости гироузла расположен жидкостный маятниковый переключатель — чувствительный элемент коррекционного устройства (на рисунке не показан, см. гл. 10). На специальном приливе корпуса гироузла закреплен ротор *36* двигателя поперечной коррекции, а в корпус гироузла эксцентрично относительно оси его подвеса ввернута стойка *37*, передающая движение на подвижную планку *40* индекса горизонта *48*. На стойке закреплена неподвижная контактная группа *38* токоподводов гироузла.

На фланце *42* смонтирован кронштейн *4*, несущий подвижную контактную группу *39* токоподводов, и балансировочный винт *41*. Кроме того, на фланце *42* установлен узел подвижной планки *40* с индексом горизонта *48*, упорные пластины *10* и экран *3*. Узел подвижной планки установлен на миниатюрных шарикоподшипниках *34* в кронштейне *6*, также закрепленном на фланце *42*. Сквозь прорезь, имеющуюся в подвижной планке *40*, проходит стойка *37* гироузла, благодаря чему и осуществляется связь индекса горизонта *48* с гироскопом. Узел планки сбалансирован относительно оси *33*. Угол поворота гироузла *16* в раме *15* должен быть не менее ±60°, регулировка осуществляется передвижением упорных пластин *5*.

Узел карданова подвеса прибора установлен на шарикоподшипниках *24* в корпусе прибора. Наружные кольца шарикоподшипников по плотной посадке посажены в пробки *29* и *47*, а их внутренние кольца установлены на полуосях *25* и *46*, привернутых к раме *15*. Осевой люфт регулируется подбором прокладок *30*. На специальном приливе наружной рамы *15* закреплен ротор *21* двигателя продольной коррекции. Статор *7* этого двигателя смонтирован на задней крышке *8* корпуса прибора. В раму ввернута стойка *26*, на которой размещена неподвижная контактная группа *27* токоподводов карданова узла; подвижная контактная группа *28* токоподводов карданова узла закреплена на задней крышке корпуса прибора.

Окончательная балансировка карданова узла осуществляется с помощью балансировочных винтов *9* и *41*.

На переднем фланце прибора размещены указатель скольжения *11*, механизм запуска *45*, механизм передвижения силуэта самолетика *14* и индекс с силуэтом самолетика *13*. В передний фланец *1* прибора вставлено стекло *2*, которое закрепляется разрезным кольцом *12*.

Описание элементов, относящихся к отсчетному устройству прибора, приведены в гл. 16.

Прибор снаружи закрывается кожухом *32*, обеспечивающим пыленепроницаемость. Кожух *32* упирается в резиновую прокладку *44*.

Электропитание к прибору подводится через вилку штепсельного разъема *23*. Между вилкой штепсельного разъема *23* и кожухом *32* прибора положены прокладки *22* для обеспечения пыленепроницаемости. Прибор крепится на приборной доске четырьмя винтами, ввертываемыми в самотормозящие гайки, закрепленные на переднем фланце прибора (на чертеже не показаны).

Техническая характеристика

Питание переменным трехфазным током напряжением	36 В частотой 400 Гц
Потребляемый прибором переменный ток	не более 0,4 А
Максимальные углы крена	не более ±80°
Максимальные углы тангажа	не более ±60°
Погрешность определения углов крена и тангажа в прямолинейном полете	не более 1°
Погрешности в показаниях прибора, возникающие при виражах с кренами до 80° и длительностью виража до 6 мин	не более 2°
Время готовности прибора при температуре от +50° до —30° С, при температуре от —30 до —60° С	не более 6 мин
Масса прибора	не более 2 кг

Рис. 28.10. Авиагоризонт АГИ-1. Авиагоризонт с указателем скольжения АГИ-1 предназначен для определения положения самолета в пространстве относительно плоскости истинного горизонта и определения наличия и направления бокового скольжения самолета.

Авиагоризонт АГИ-1 представляет собой комбинацию двух приборов, размещенных в одном корпусе, — авиагоризонта и указателя скольжения. Авиагоризонт АГИ-1 имеет неограниченный диапазон измерения углов крена и тангажа.

Благодаря следящей раме *10*, в которой подвешен трехстепенный гироскоп, авиагоризонт АГИ-1 не теряет своих степеней свободы при любых эволюциях самолета, так как угол между внешней осью кардана и осью ротора гироскопа всегда поддерживается близким к 90°. Ось гироскопа не отклоняется от вертикального положения, как это происходит с обычными трехстепенными гироскопами при выполнении самолетом «петли Нестерова» или «бочки», вследствие чего отпала необходимость в арретирующем устройстве.

В гироузел *6* установлен трехфазный асинхронный гиромотор ГМА-4П, имеющий кинетический момент около $3{,}92 \cdot 10^6$ г·см²/с (4000 г·см·с). В свою очередь гироузел подвешен на шарикоподшипниках в раме карданова подвеса *5*. Жидкостный маятниковый переключатель *15* является чувствительным элементом коррекции. На оси подвеса расположен двигатель продольной коррекции, состоящий из статора *9* и ротора *8*, а также выключатель, приводящий в действие двигатель ДИД-0,5, предназначенный для отработки следящей рамы *10*. На этой же оси при помощи фланцев жестко закреплена сферическая шкала *4*. Рама карданоза подвеса подвешена на шарикоподшипниках в следящей раме.

На оси подвеса расположен также двигатель поперечной коррекции и коммутатор, предназначенный для изменения фазы на управляющих обмотках двигателя ДИД-05 при выполнении самолетом «петли Нестерова».

Следящая рама подвешена в корпусе прибора *16*. Передняя ее часть опирается на три шарикоподшипника, задняя часть — на один радиальный шарикоподшипник. Для ускорения пускового режима в приборе предусмотрена пусковая кнопка и торцовый кулачок.

Двигатель отработки, закрепленный на задней плате корпуса, через редуктор передает движение на следящую раму. На оси следящей рамы жестко закреплен выключатель *12* поперечной коррекции прибора, срабатывающий при виражах самолета с креном более 10°.

На переднем фланце *19* корпуса прибора размещены силуэт самолетика, который может перемещаться в вертикальной плоскости с помощью кремальеры *1*, указатель скольжения *18* и шкала кренов *17*.

Прибор закрыт кожухом *11*, пылевлагонепроницаемость обеспечивается с помощью резиновых прокладок *7* и *3*.

Питание прибора осуществляется через вилку штепсельного разъема *13*.

Техническая характеристика

Питание прибора производится от общего самолетного преобразователя трехфазным переменным током напряжением 36 В частотой 400 Гц или от отдельного преобразователя ПАГ-1Ф, подключаемого в бортовую сеть с напряжением 27 В постоянного тока.	
При питании прибора от преобразователя ПАГ-1Ф потребляемый постоянный ток	3А.
Потребляемый прибором переменный ток (линейный)	не более 0,6 А
Масса авиагоризонта	не более 2,6 кг
Точность показаний углов крена и тангажа в режиме горизонтального полета	1°
Ошибки прибора:	
а) после виража с креном 15° .	не более 3°
б) после выполнения фигур высшего пилотажа	не более 5°
Температурный интервал работы .	от +50 до —60° С
Время готовности прибора к работе после включения питания:	
а) при температурах от +50 до —30° С	не более 2 мин
б) при температурах от —30 до —60° С	не более 3 мин

Рис. 28.11. Центральная гировертикаль (ЦГВ) предназначена для определения положения летательного аппарата в пространстве относительно истиной вертикали места.

ЦГВ выдает электрические сигналы, снимаемые с потенциометров (или сельсинов, в зависимости от модификации ЦГВ), пропорциональные углам крена и тангажа.

Конструктивно центральная гировертикаль представляет собой двухгироскопную платформу с силовой стабилизацией, корректируемую по вертикали от жидкостного маятникового переключателя.

Гироскопическая платформа *1* является внутренней рамой карданова подвеса. Наружная рама карданова подвеса *17* имеет возможность неограниченного угла поворота в корпусе прибора *23*; поворот платформы *1* в наружной раме карданова подвеса *17* ограничен углом ±70°.

На гиростабилизированной платформе размещены гироузлы *2* и *18*. Основными элементами гироузлов служат асинхронные гиромоторы переменного тока ГМА-4П.

Корпуса, в которых установлены гиромоторы ГМА-4П, одновременно являются рамками гироскопов. Рамки гироскопов смонтированы в гироплатформе на прецизионных шарикоподшипниках типа А23УМ.

Благодаря малым углам отклонения гироскопов относительно платформы *1* в ЦГВ для питания обмоток гиромоторов применены маломоментные волосковые токоподводы *29*.

Роторы гиромоторов гироскопических узлов вращаются в противоположных направлениях, благодаря чему гироскопические моменты, возникающие относительно оси подвеса платформы, взаимно компенсируются, и разгрузочный двигатель не испытывает дополнительной нагрузки.

Для поддержания вертикального направления оси L платформы в приборе ЦГВ имеется система коррекции, состоящая из жидкостного маятникового переключателя *19* и двух коррекционных двигателей. На рисунке же виден только один двигатель *22*, корректирующий по тангажу, другой, корректирующий по крену, аналогичен. Двигатели связаны шарнирными передачами *20* с осями гироскопических узлов *21*.

Для компенсации моментов помех, действующих на платформу, ЦГВ снабжена системой силовой стабилизации по осям крена и тангажа.

В систему силовой стабилизации входят: разгрузочный двигатель, потенциометр силовой разгрузки, размещенный на кожухе гиромотора, и редуктор.

Разгрузочный двигатель *14* по оси кренов прибора укреплен на наружной раме карданова подвеса и связан через редуктор *12* с крышкой корпуса прибора *3*. Этот двигатель работает по сигналу, снимаемому с потенциометра *27* силовой разгрузки.

Разгрузочный двигатель *15* по оси тангажа укреплен на платформе и связан через редуктор *16* с наружной рамкой карданова подвеса. Работает он по сигналу, снимаемому с потенциометра силовой разгрузки, намотанного на гироузел *18*.

Сигналы, пропорциональные углам крена летательного аппарата, снимаются при помощи щеточных узлов *5*, установленных на корпусе и крышке прибора, с проволочных потенциометров *4* и *25*, укрепленных на наружной раме карданова подвеса.

Сигналы, пропорциональные углам тангажа летательного аппарата, снимаются с аналогичных потенциометрических датчиков, установленных на оси вращения платформы *1* во внешней раме карданова подвеса.

Для быстрого восстановления платформы к вертикали при запуске ЦГВ снабжена системой электрического арретира (см. гл. 15).

Чувствительными элементами арретирующего устройства являются механические маятники (см. гл. 10).

Система арретирования ЦГВ приводит платформу к вертикали с точностью ±2° из любого положения. Она включается при запуске прибора на 40—120 с — время, необходимое для разгона гиромоторами и восстановления платформы к вертикали. Поддержание вертикального расположения оси фигуры гироскопа осуществляется системой коррекции.

Чтобы уменьшить погрешности при действии на прибор длительных односторонних ускорений, в приборе предусмотрено отключение поперечной коррекции с помощью выключателя коррекции ВК-53.

Герметизация прибора осуществляется резиновыми кольцами *13*.

Питание к прибору (и съем сигналов с него) подводится через жгут *31* со штепсельным разъемом через гермоввод *11*.

В приборе имеется жгут заземления *32*.

Кожух прибора выполнен из латуни. Поскольку кожух не всегда плотно прилегает к корпусу (из-за отклонения размеров в пределах допусков), в конструкции предусмотрена дополнительная опора кожуха о корпус в трех точках (через 120°) с помощью специальных винтов *26*.

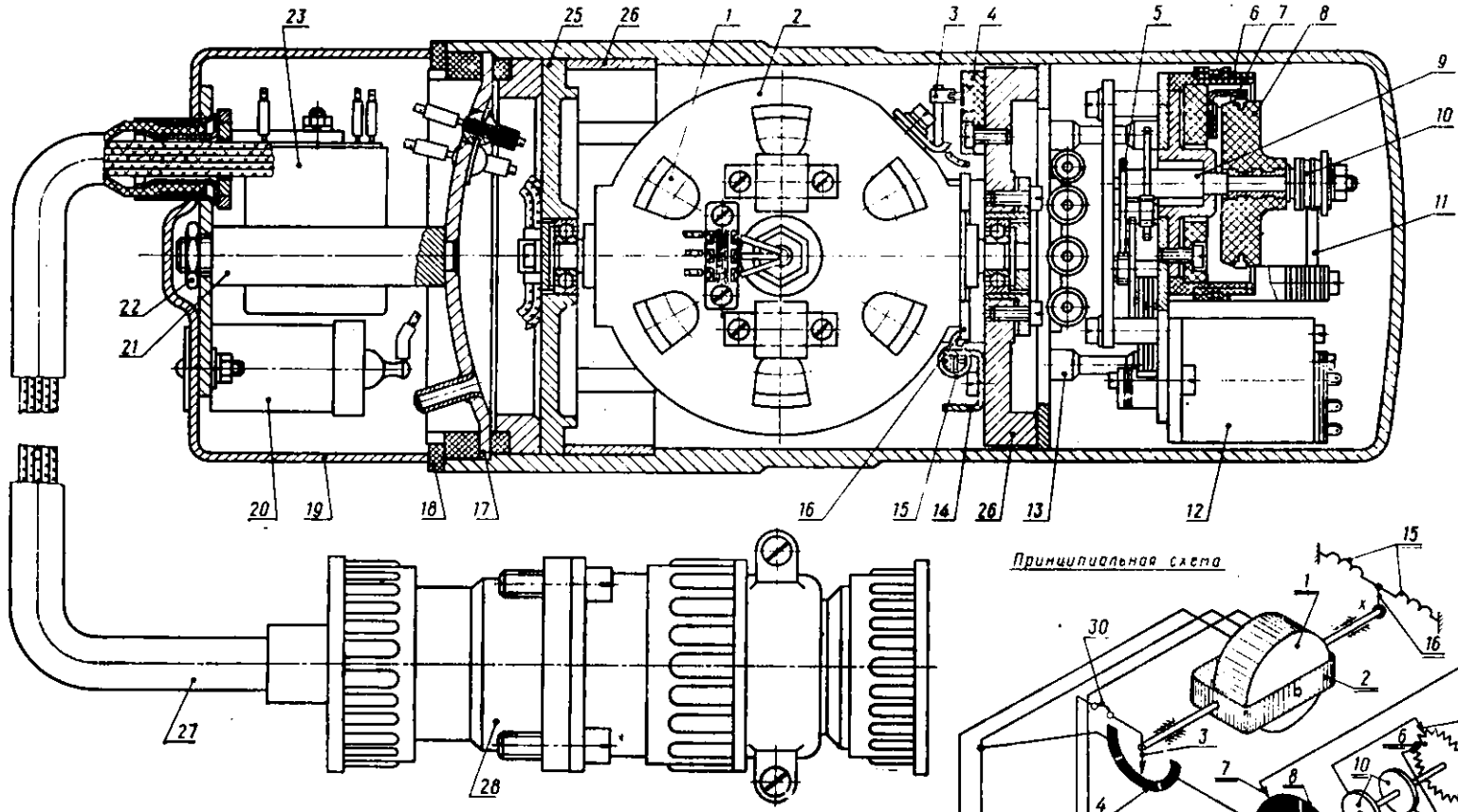
Техническая характеристика

Питание:	
трехфазный переменный ток напряжением	36 В±10%
частотой	400 Гц±2%
постоянный ток напряжением	27 В±10%
Потребляемый переменный ток (линейный) в рабочем режиме	не более 1,1А
Потребляемая мощность по цепям переменного тока	не более 70 Вт
Точность выдерживания вертикали	не менее ±15′
Послевиражная погрешность прибора при виражах в разворотах длительностью не более 10 мин (с выключенной поперечной коррекцией	не более ±2°
Скорость прецессии под действием коррекции в нормальных температурных условиях	—0,7—2 град/мин
Диапазон предельных углов работы (при ориентации продольной оси прибора вдоль предельной оси летательного аппарата):	
по крену	±180°
по тангажу	±70°
Масса прибора с амортизацией	не более 7,8 кг

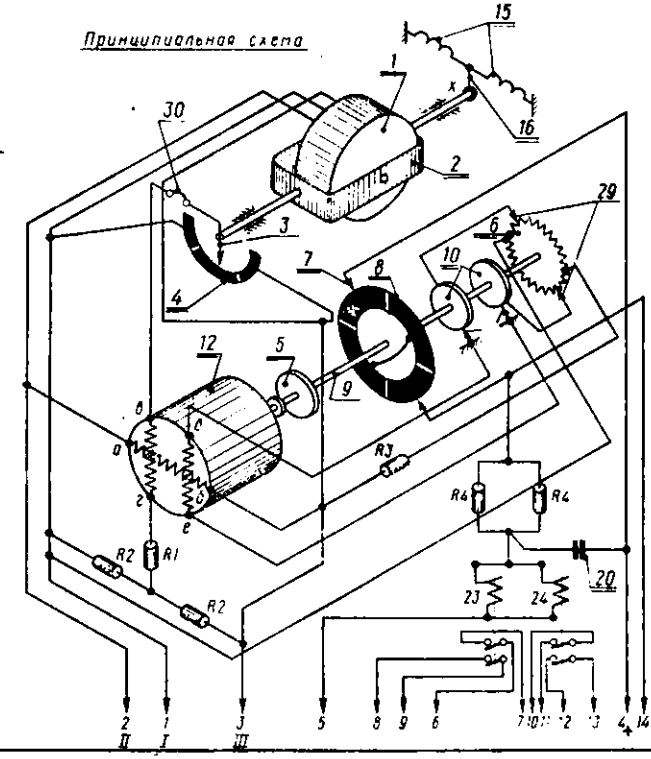
Эксплуатационная характеристика

Предельные значения угловых скоростей по осям крена и тангажа	120 град/ч
Время готовности прибора	
при температуре от +20 до —50° С	не более 3 мин
при температуре —60° С	не более 4 мин
Температурный интервал работы	от +50 до —60° С

Предусмотрены различные модификации приборов ЦГВ, отличающиеся друг от друга типом и характеристиками датчиков для съема сигналов, а также ориентацией прибора относительно главных осей летательного аппарата.



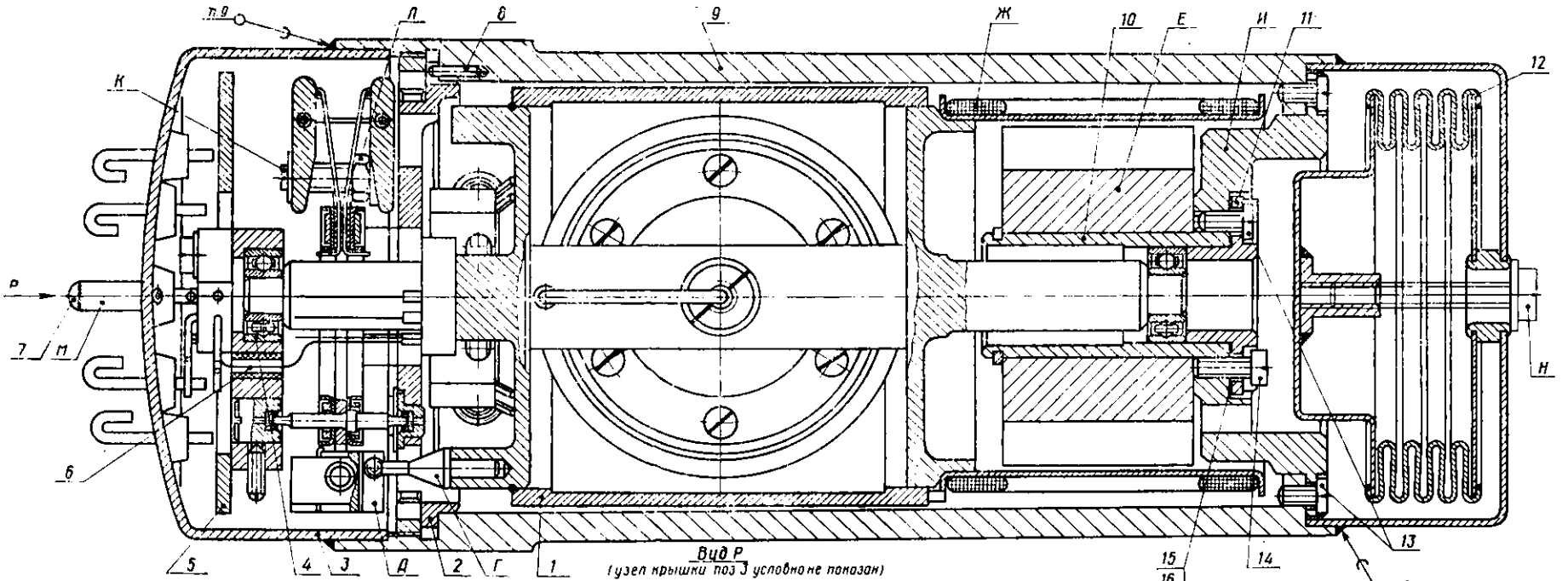
Принципиальная схема



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку.

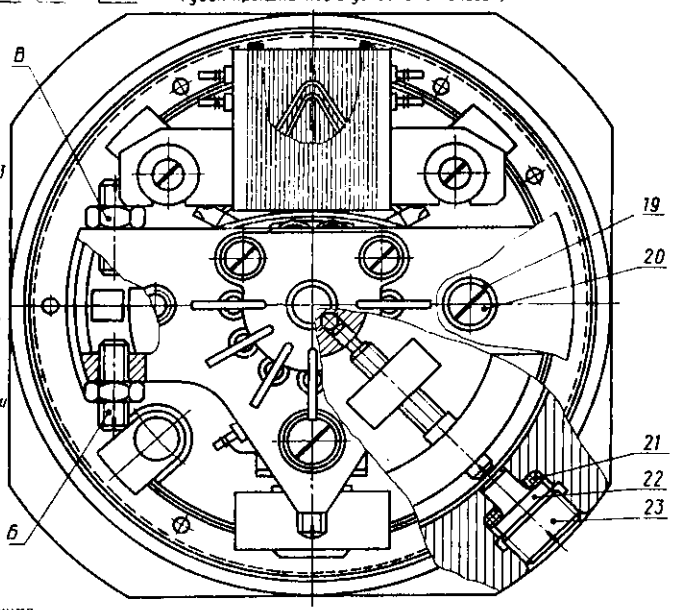
Рис. 28.1

Выключатель коррекции ВК-53: 1-гиромотор ; 2-корпус гиромотора ; 3-узел щеток ; 4-контактная ламель ; 5-редуктор ; 6-потенциометр ; 7-узел щеток выключателя коррекции ; 8-выключатель коррекции ; 9-выходной вал редуктора ; 10-коллектор ; 11-узел щеток коллектора ; 12-двигатель ДИД-0,5 ; 13-плата с сопротивлениями ; 14-кронштейн корпуса ; 15-пружины ; 16-кронштейн гироузла ; 17-узел крышки с гермовводами ; 18-резиновая прокладка ; 19-кожух ; 20-конденсатор ; 21-опорная стойка кожуха ; 22-гайка ; 23-электромагнитное реле РСМ-2 ; 24-электромагнитное реле РСМ-3 ; 25-крышка корпуса ; 26-корпус узла датчика ; 27-жгут прибора ; 28-штепсельный разъем ; 29-щетки потенциометра ; 30-гибкие токоподводы

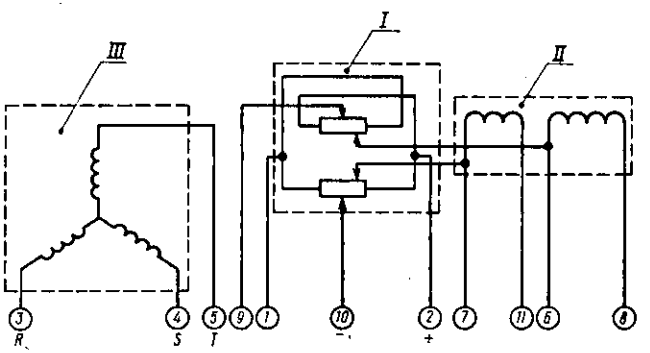


Вид Р
(узел крышки поз 3 условно не показан)

1 Осевой люфт гироузла 0,03 . 0,05 мм регулировать прокладками поз 15 18.
2 Угол поворота гироузла регулировать винтами поз Б, после чего винты законтрить гайками поз В
3 Винты поз. 13 и 20 законтрить нитроклеем АК-20 по специнструкции
4 При необходимости статическая добалансировка гироузла осуществляется через отверстия в корпусе при снятии детали поз 22,23
5 Монтаж производить проводом ПШВ Ф0,3 по электросхеме Монтажные соединения производить по специнструкции Паять припоем ПОССу 61-0,5 с флюсом канифоль по специнструкции
6 Деталь поз Г должна свободно проходить в паз детали поз Д. Зазор не более 0,01мм.
7 Установка правильного положения магнита поз Е относительно катушек электрической пружины поз Ж осуществляется через окно в детали поз И, после чего магнит поз Е зажимается винтами поз 14
8 Установка электрического нуля на потенциометрах осуществляется путем перемещения их в пазах при ослаблении винтов поз К и гаек поз Л.
9 Паять герметично припоем ПОСК 50-18 с флюсом ВТС по специнструкции
10 Проверить герметичность пайки при давлении воздуха $7,8\ 10^4 \pm 2,0\ 10^4$ Па подаваемом во внутреннюю полость прибора через трубку М по специнструкции.
11 Внутреннюю полость прибора заполнить специальной жидкостью через трубку М, предварительно создав вакуум, после чего в трубки поз М вставить заклепки поз 7 и герметично опаять ПОСК 50-18 с флюсом ВТС.
12 Внешнюю поверхность покрыть эмалью ХВЭ-16 по специнструкции, после покрытия на гравировку (на корпусе и крышке) нанести покрытие ОКрПМ по специнструкции
13 Винт (технологический) поз Н установить на время создания вакуума



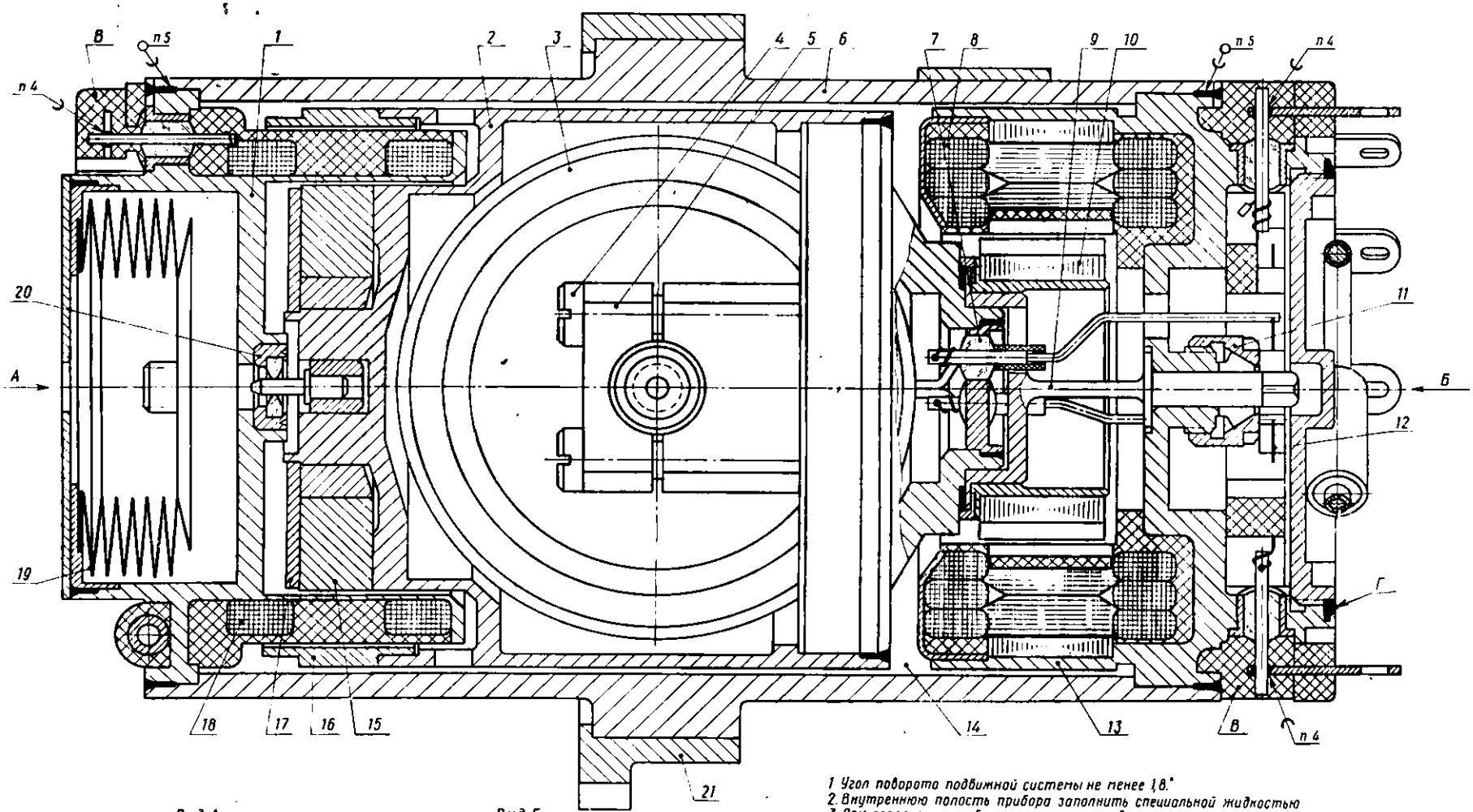
Электрическая схема



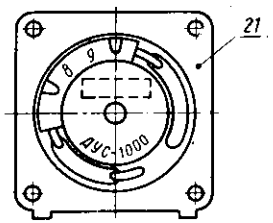
Обозначение схемы:
I Блок потенциометров
II Катушки электрической пружины.
III Гиропотор.

Рис. 28. 2

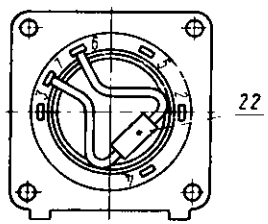
Датчик угловой скорости с электрической пружиной: 1- гироузел; 2- передаточный механизм; 3- узел крышки; 4 - шарикоподшипник; 5- шайба; 6- волосок; 7- заклепка; 8 - штифт; 9 - корпус; 10- фланец с магнитом; 11- втулка; 12- узел сильфона; 13- винт; 14- винт; 15,16,17,18 - прокладка; 19- шайба; 20- винт; 21- прокладка; 22- втулка; 23 - винт специальный



Вид А
уменьшено



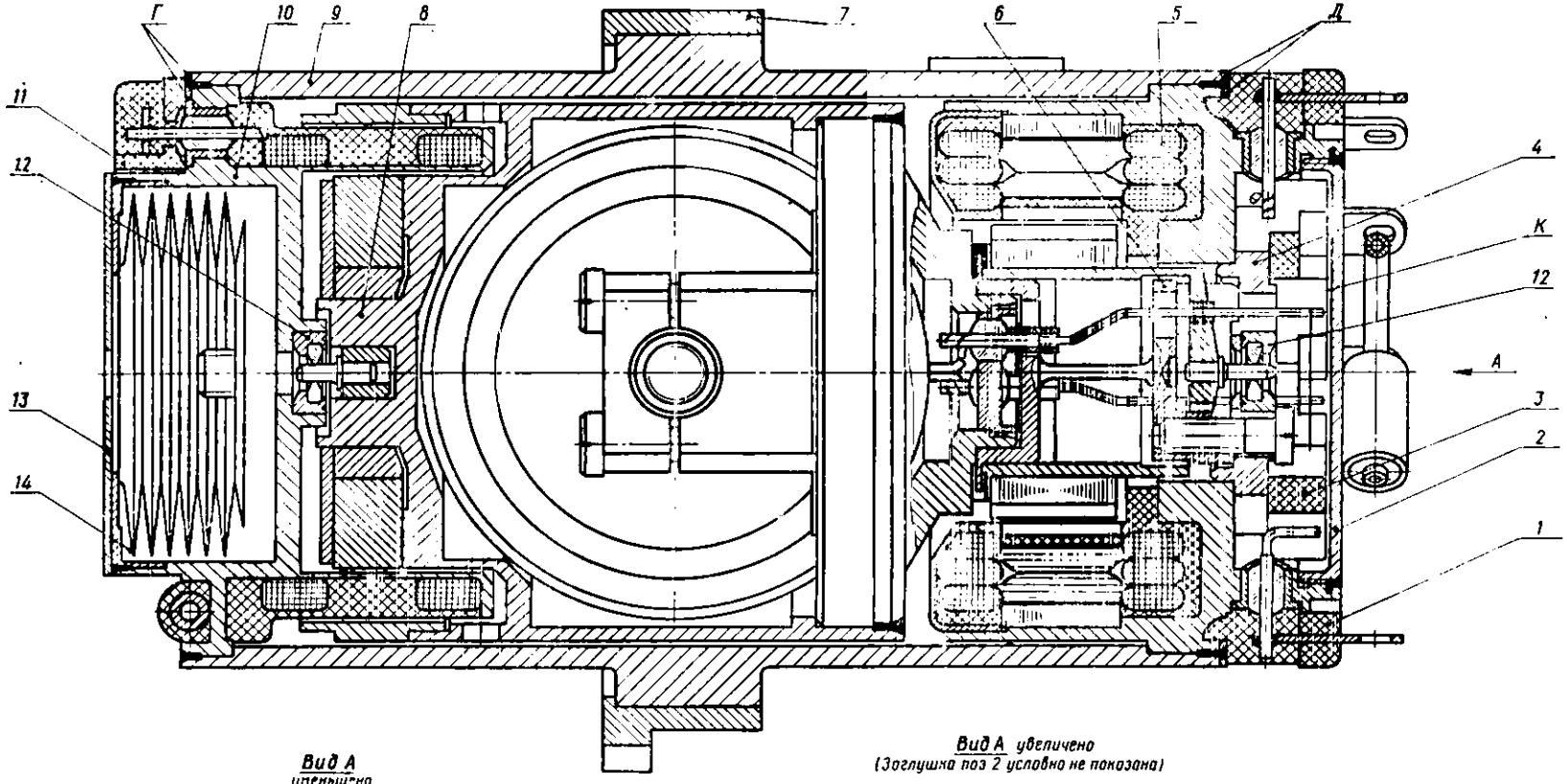
Вид Б
уменьшено



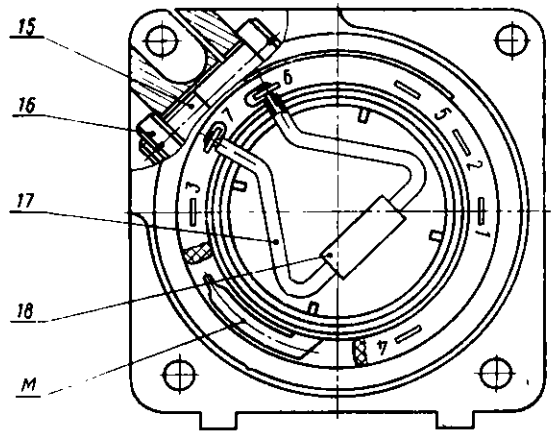
1. Угол поворота подвижной системы не менее 1,8°.
2. Внутреннюю полость прибора заполнить специальной жидкостью
3. При заполнении прибора сильфон установить так, чтобы его ход полностью компенсировал объемное расширение жидкости в рабочем диапазоне температур
4. Пайку производить припоем ПОССу 61-0,5 с бескислотным флюсом.
5. Пайку производить припоем ПОСК 50-18
6. Все винты пломбировать эпоксидным компаундом ВК-9 по специнструкции.
7. Полости В и Г залить эпоксидным компаундом ВК-9 по специнструкции.

Рис. 28.3

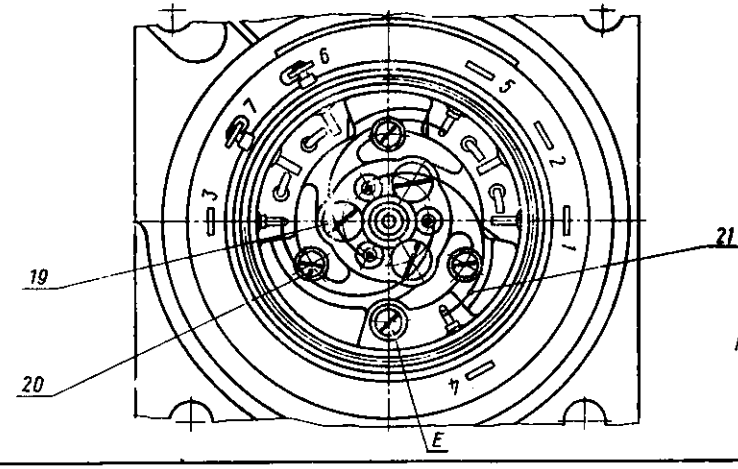
Датчик угловой скорости с механической измерительной пружиной (торсионом): 1-датчик момента; 2-поплавок; 3-гиромотор; 4-винт; 5-планка; 6-корпус; 7-гермоввод; 8-статор ДУ; 9-торсион; 10-якорь датчика угла; 11-цанга; 12-токоподвод; 13-крышка; 14-полиметилсилоксановая жидкость; 15-магнит ДУ; 16-экран; 17-балансировочная шайба; 18-рамки датчика момента; 19-сильфон компенсационный; 20-подшипник; 21-крепежный фланец; 22-сопротивление



Вид А
уменьшено



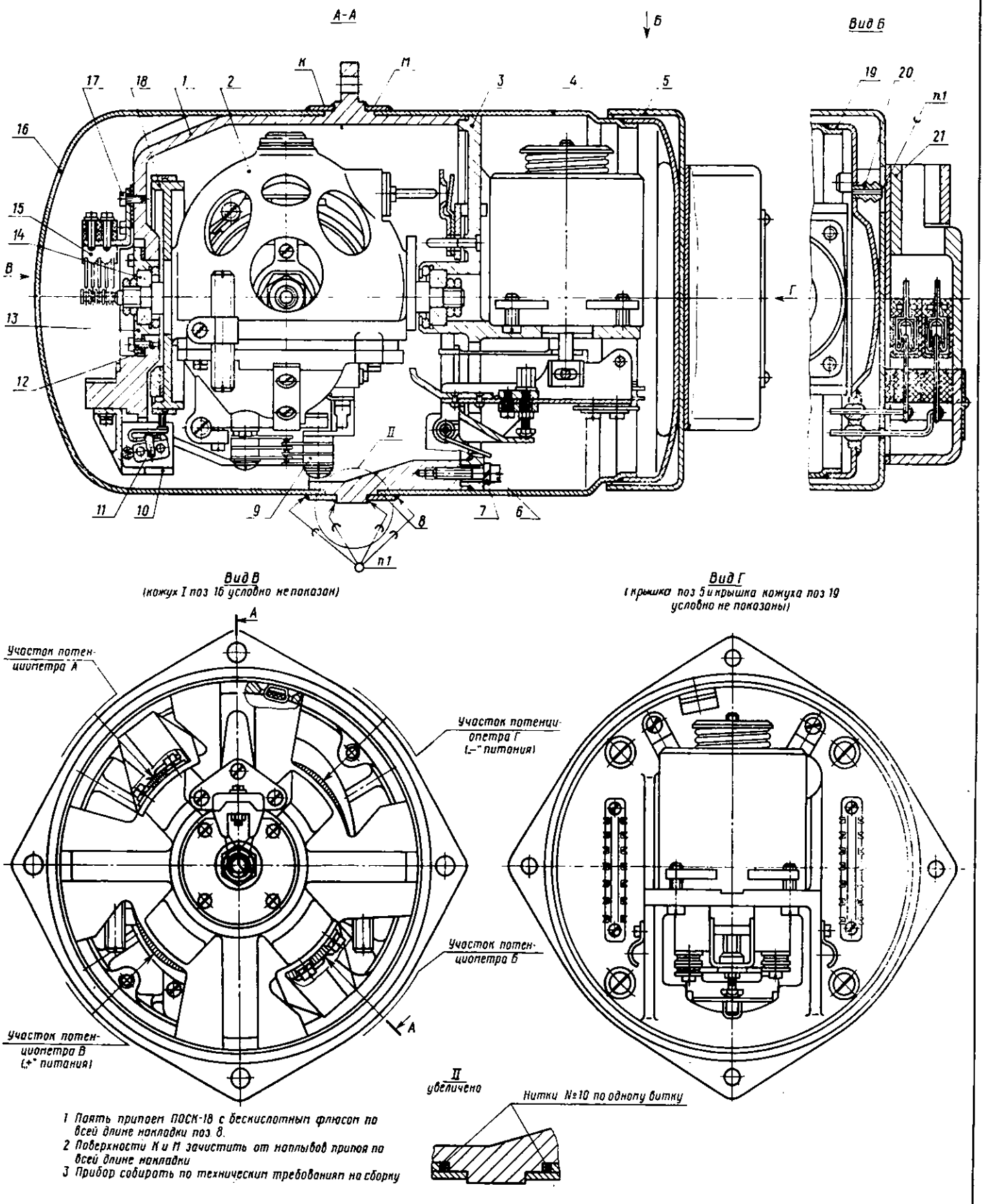
Вид А увеличено
(Заглушка поз 2 условно не показана)



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку

Рис. 28.4

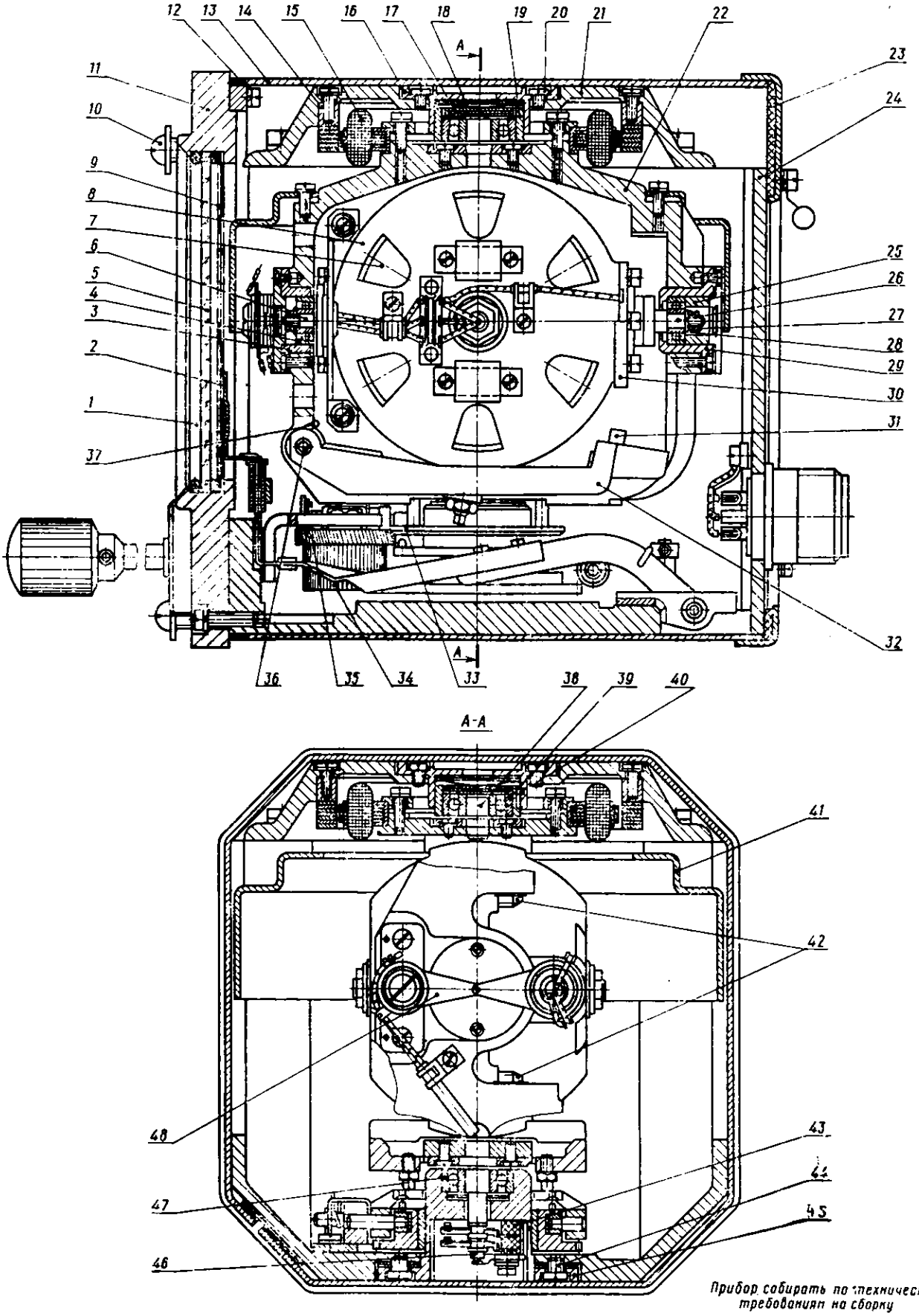
Датчик угловой скорости с торсионом и камневыми опорами: 1- панель; 2- заглушка; 3- панель; 4- плата; 5- статор датчика угла; 6- торсион; 7- фланец; 8- поплавок; 9- корпус; 10- датчик момента; 11- панель; 12- подшипник скольжения; 13- планка; 14- сильфон; 15- винт; 16- гайка; 17- вывод; 18- трубка; 19- винт; 20- винт, шайба; 21- токоподвод



1 Паять припоем ПОСК-18 с бескислотным флюсом по всей длине накладки поз. 8.
2 Поверхности К и М зачистить от наплывов припоя по всей длине накладки
3 Прибор собирать по техническим требованиям на сборку

Рис. 28.5

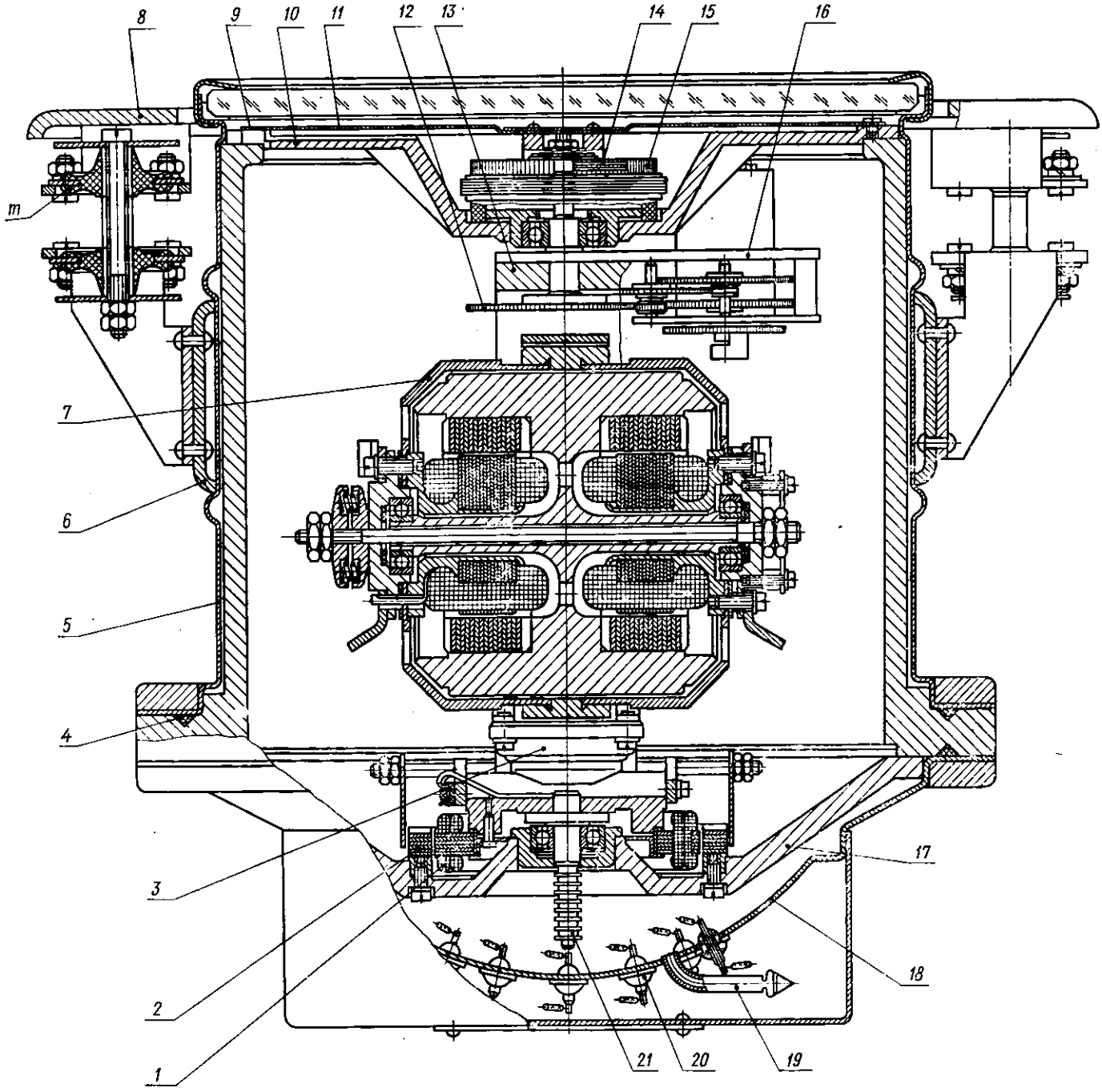
Свободный гироскоп: 1- корпус; 2- карданов узел; 3- крышка корпуса; 4- кожух II; 5- крышка; 6- винт; 7- шайба пружинная; 8- накладка; 9- узел токоподводов; 10- узел щеток; 11- винт; 12- прокладка; 13- пробка; 14- подшипник; 15- колодка со щетками; 16- кожух I; 17- винт; 18- узел потенциометра; 19- крышка кожуха; 20- штуцер; 21- штепсельный разъем



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку

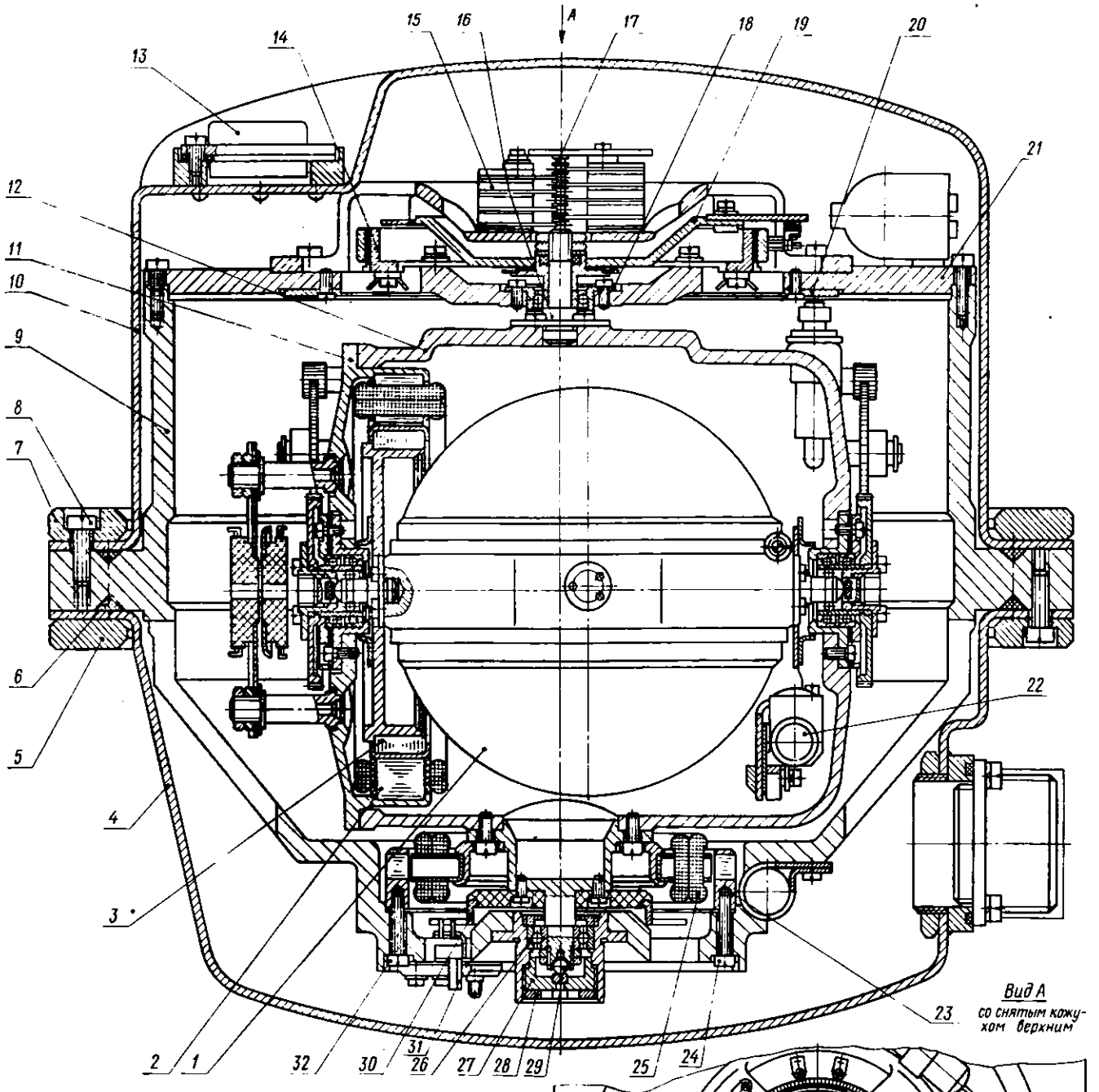
Рис. 23. 6

Электрический гирополукомпас ГПК-48: 1-пружинное кольцо; 2-флажок сигнализатор; 3-втулка; 4-шарикоподшипник; -стекло; 6-ось; 7-вирлотор; 8-кожух гиромотора; 9-экран; 10-винт; 11-передний фланец; 12-прокладка; 13-кожух; 14-статор горизонтального корректора; 15-ротор; 16-фланец; 17-регулировочные прокладки; 18-пружина; 19-втулка; 20-винт; 21-крышка корпуса; 22-рама; 23-прокладка; 24-корпус; 25-шарикоподшипник; 26-ось; 27-контргайка; 28-гайка; 29-пробка; 30-кулачек арретира; 31-зуб рамки арретира; 32-рамка арретира; 33-диск со стойками; 34-цилиндрическая шестерня; 35-червячная шестерня; 36-ось; 37-пружина; 38-ось; 39-шарикоподшипник; 40-штифт; 41-катушка; 42-балансировочный винт; 43-группа токоподводящих контактов; 44-винт; 45-нижний фланец; 46-ось с контактными кольцами; 47-шарикоподшипник; 48-группа центральных контактов



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку.

Рис.28.7 — *Гирополукомпас навигационный ГПК-52: 1-ротор двигателя горизонтальной коррекции; 2-статор двигателя горизонтальной коррекции; 3-маятниковый переключатель; 4-шнур резиновый; 5-кожух; 6-хомут; 7-гироузел; 8-плата; 9-кольцо синдексом; 10-верхний фланец; 11-шкала; 12-колесо зубчатое; 13-рама; 14-щетка потенциометра; 15-потенциометр; 16-электродвигатель ДИД-0,5 с редуктором; 17-нижний фланец; 18-крышка кожуха; 19-штуцер; 20-гермоввод; 21-коллектор*



1. Винты без пружинных шайб контрить нитроклеем АК-20 по специнструкции.
2. Провода монтировать согласно электромонтажной схеме и эталонному образцу. Провода паять припоем ПОС61 с бескислотным флюсом по специнструкции
3. На главном виде амортизация условно не показана.
4. Окончательную сборку и регулировку прибора производить по специнструкции и узловым техническим условиям
5. Прибор должен соответствовать требованиям ТУ

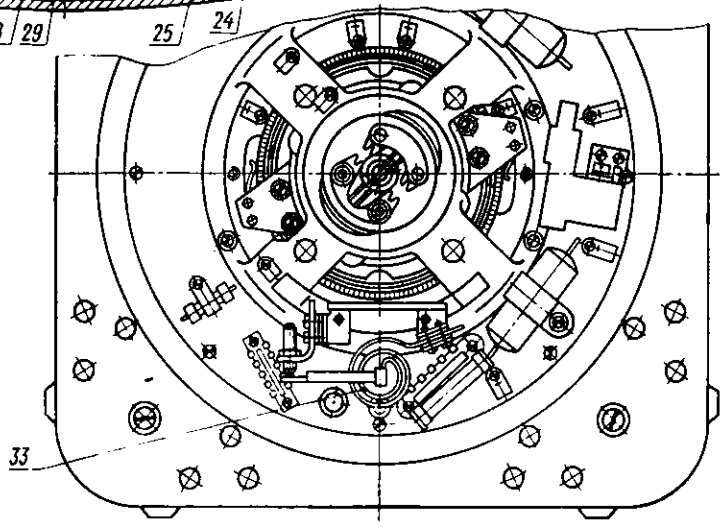
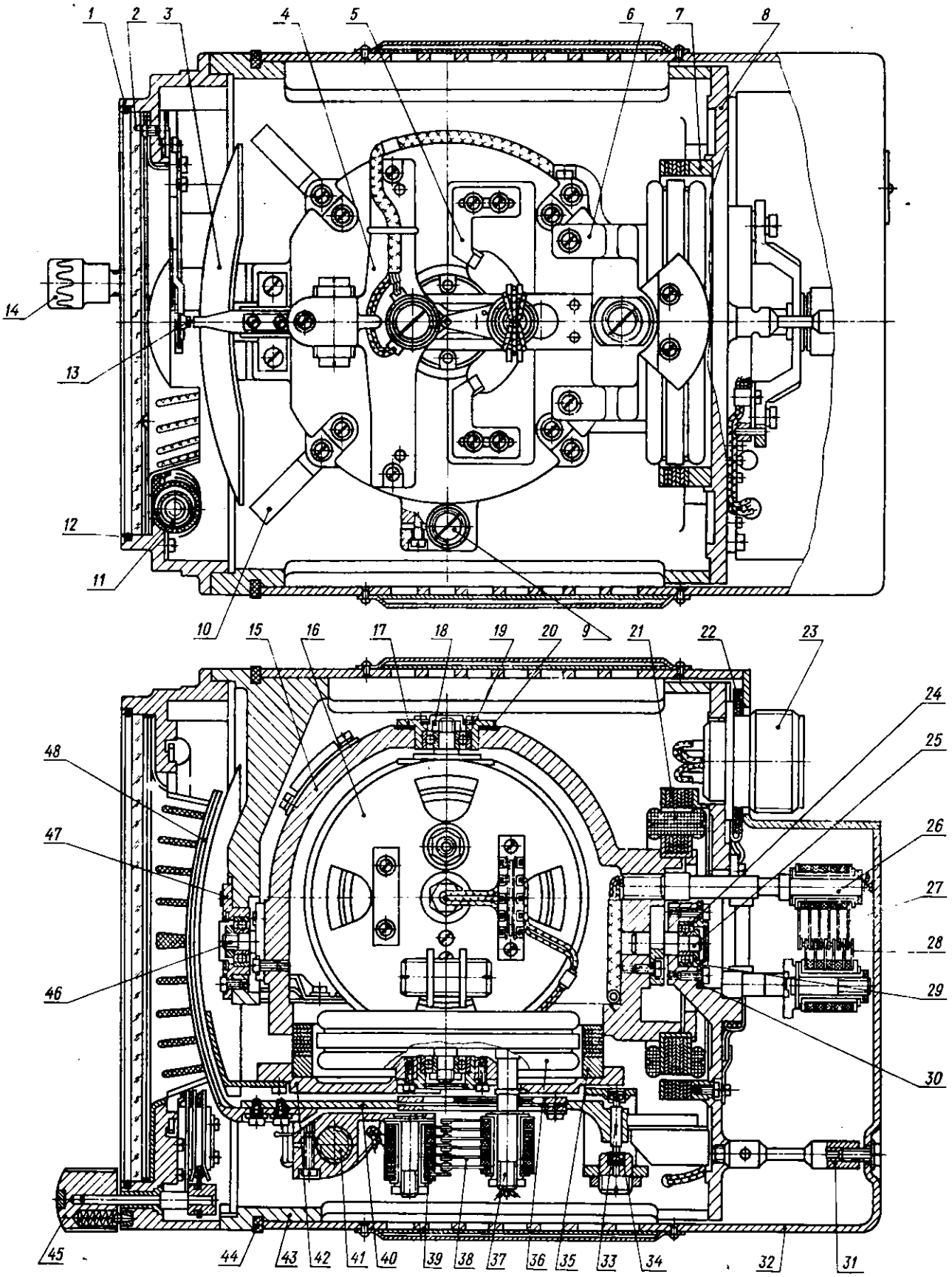


Рис.28.8

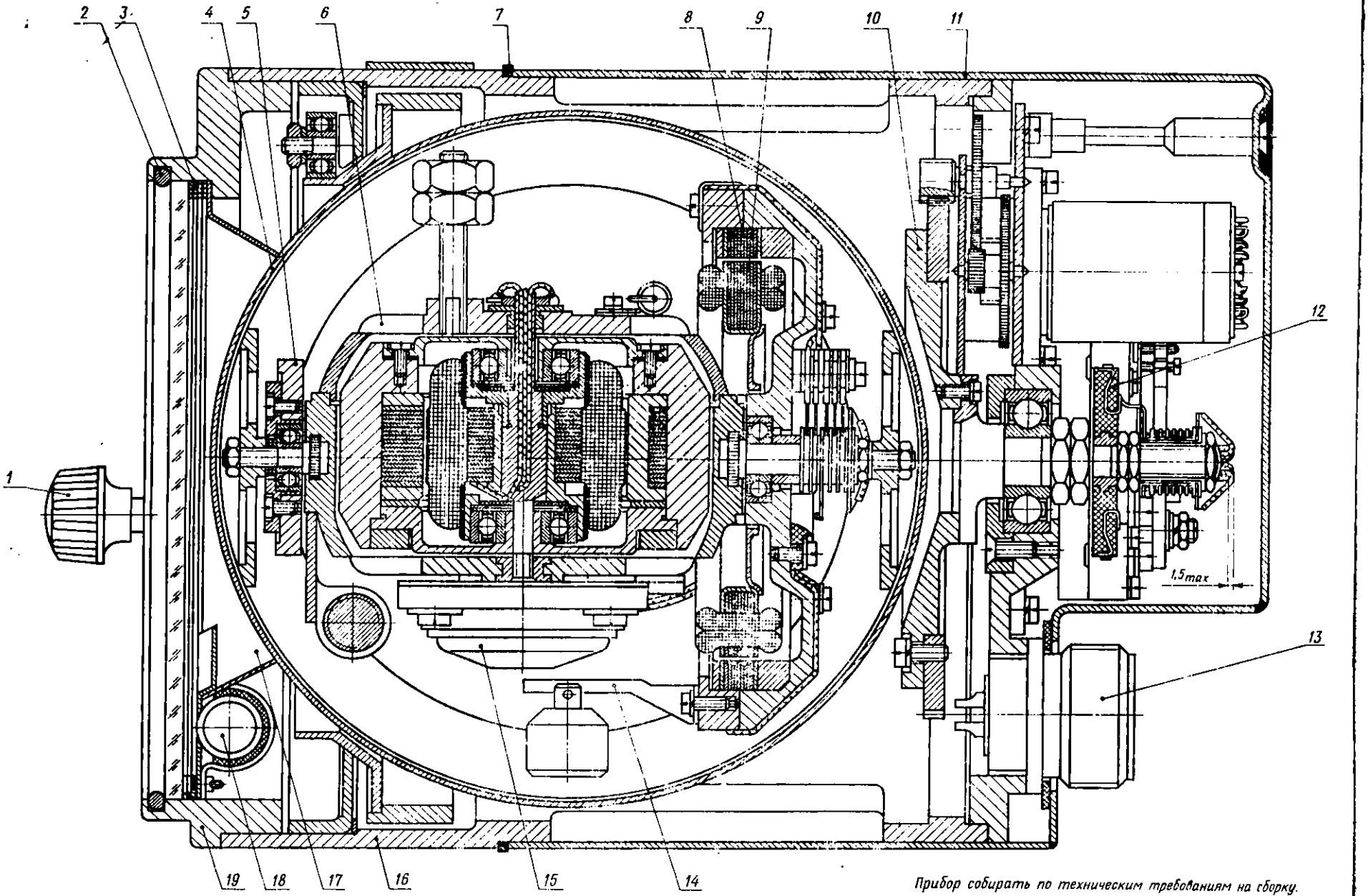
Прецизионный автомат курса ПАК-5: 1-гироузел; 2-статор двигателя азимутальной коррекции; 3-ротор двигателя азимутальной коррекции; 4-нижний кожух; 5-нижнее кольцо; 6-прокладка; 7-верхнее кольцо; 8-винт; 9-корпус; 10-кожух верхний; 11-крышка гироузла; 12-наружная рама; 13-уровень; 14-потенциометр; 15-узел щеток; 16-верхняя ось; 17-коллектор; 18-шарикоподшипник; 19-щеткодержатель; 20-пластина; 21-крышка корпуса; 22-жидкостный переключатель; 23-статор двигателя горизонтальной коррекции; 24-винт; 25-ротор двигателя горизонтальной коррекции; 26-шарикоподшипник; 27-пробка резьбовая; 28-кольцо резьбовое; 29-шарик; 30-ламель; 31-узел щетки; 32-винт; 33-терморегулятор



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку.

Рис. 28.9

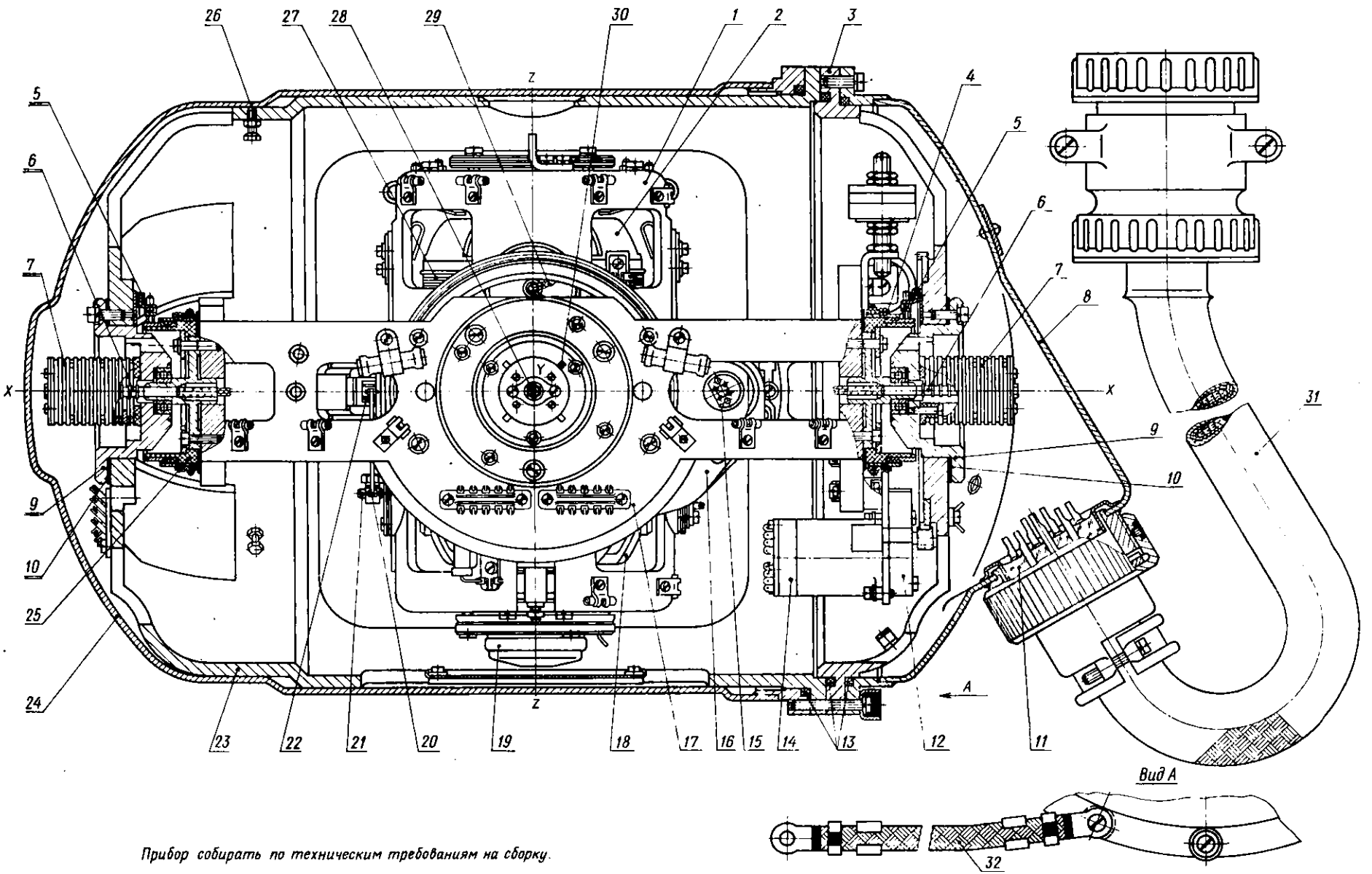
Авиагоризонт АГБ-2: 1- фланец передний; 2- стекло; 3- экран; 4- кронштейн; 5- упорная пластина; 6- кронштейн; 7- статор двигателя продольной коррекции; 8- крышка задняя; 9- балансировочный винт; 10- упорная пластина; 11- указатель скольжения; 12- кольцо разрезное; 13- индекс с силуэтом самолетика; 14- механизм перемещения силуэта самолетика; 15- наружная рама; 16- гироузел; 17- пробка подшипника; 18- гайка; 19- шарикоподшипник гироузла; 20- прокладка регулировочная; 21- ротор двигателя продольной коррекции; 22- прокладка; 23- вилка штепсельного разъема; 24- шарикоподшипник; 25- полуось I; 26- стойка рамы; 27- неподвижная контактная группа; 28- подвижная контактная группа; 29- пробка шарикоподшипника; 30- прокладка регулировочная; 31- стойка; 32- кожух; 33- ось; 34- шарикоподшипник миниатюрный; 35- статор двигателя поперечной коррекции; 36- ротор двигателя поперечной коррекции; 37- стойка; 38- неподвижная контактная группа; 39- подвижная контактная группа; 40- планка подвижная; 41- балансировочный винт; 42- фланец; 43- корпус; 44- прокладка; 45- механизм запуска; 46- полуось II; [illegible] подшипника; 48- индекс горизонта



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку.

Рис.28.10

Авиагоризонт АГИ-1: 1-кремальера; 2-кольцо зажимное; 3-прокладка; 4-сферическая шкала; 5-рама карданова подвеса; 6-гироузел; 7-кольцо; 8-ротор двигателя продольной коррекции; 9-статор двигателя продольной коррекции; 10-рама следящая; 11-кожух; 12-выключатель поперечной коррекции; 13-вилка штепсельного разъема; 14-пусковой маятник; 15-жидкостный маятниковый переключатель; 16-корпус прибора; 17-шкала кренов; 18-указатель скольжения; 19-узел переднего фланца



Прибор собирать по техническим требованиям на сборку.

Рис.28.11.

Центральная гировертикаль: 1-гироскопическая платформа; 2-гироузел; 3-крышка прибора; 4-потенциометр; 5-щеточный узел; 6-кольцедержатель; 7-щеточный узел; 8-крышка кожуха; 9-втулка; 10-прокладка; 11-гермоввод; 12-редуктор; 13-кольца резиновые; 14-разгрузочный двигатель по оси креновъ; 15-разгрузочный двигатель по оси тангажа; 16-редуктор; 17-наружная рама карданова подвеса; 18-гироузел; 19-жидкостный маятниковый переключатель; 20-шарнирная передача; 21-ось; 22-коррекционный двигатель; 23-корпус прибора; 24-кожух; 25-потенциометр; 26-винт специальный; 27-потенциометр; 28-ось; 29-токоподвод волосковый; 30-ламель; 31-жгут; 32-жгут заземления

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Асс Б. А., Жукова Н. М., Антипов Е. Ф.** Детали и узлы авиационных приборов и их расчет. М., «Машиностроение», 1966, 415 с.

2. **Блюмин Г. Д.** Теория и конструкция гироскопических приборов и систем. М., «Высшая школа», 1971, 508 с.

3. **Бейзельман Р. Д., Цыпкин Б. В., Перель Л. Я.** Подшипники качения. М., «Машиностроение», 1967, 563 с.

4. **Браславский Д. А., Логунов С. С., Пельпор Д. С.** Авиационные приборы. М., «Машиностроение», 1964, 740 с.

5. **Данилин В. П.** Гироскопические приборы. М., «Высшая школа», 1965, 539 с.

6. **Ковалев М. П.** Опоры и подвесы гироскопических устройств. М., «Машиностроение», 1970, 191 с.

7. **Никитин Е. А., Балашова А. А.** Проектирование дифференцирующих и интегрирующих гироскопов и акселерометров. М., «Машиностроение», 1969, 216 с.

8. **Пельпор Д. С.** Гироскопические системы. Т. I—III, М,. «Высшая школа», 1972, 1526 с.

9. **Резников М. Е.** Топливо и смазочные материалы для летательных аппаратов. М., Воениздат, 1973, 231 с.

10. **Сломянский Г. А., Прядилов Ю. Н.** Поплавковые гироскопы и их применение. М., «Оборонгиз», 1958, 244 с.

11. **Сломянский Г. А.** Гироскопы — производство и исследование. М., «Машиностроение», 1969, 187 с.

12. **Фридлендер Г. О., Козлов М. С.** Авиационные гироскопические приборы. М., «Оборонгиз», 1961, 388 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Пояснения к рисункам атласа	4
Глава 1. Опоры гироприборов	6
Глава 2. Корпуса гироприборов	30
Глава 3. Рамы карданова подвеса	39
Глава 4. Конструктивное оформление подшипниковых узлов наружных рам карданова подвеса	39
Глава 5. Конструктивное оформление подшипниковых узлов внутренних рам карданова подвеса	66
Глава 6. Конструктивное оформление опор подвеса двухстепенных гироскопических приборов	73
Глава 7. Конструктивное оформление подвеса трехстепенных поплавковых гироскопов	85
Глава 8. Гиромоторы	85
Глава 9. Гироузлы с гиромоторами открытого исполнения	135
Глава 10. Маятниковые датчики направления вертикали	135
Глава 11. Датчики угла	139
Глава 12. Датчики момента	184
Глава 13. Балансировочные устройства	207
Глава 14. Токоподводящие устройства	215
Глава 15. Арретирующие устройства	232
Глава 16. Отсчетные устройства	248
Глава 17. Методы обеспечения герметичности неподвижных и подвижных соединений	267
Глава 18. Двигатели с редукторами	275
Глава 19. Тормозные устройства, упоры, муфты	287
Глава 20. Биметаллические реле и компенсаторы	298
Глава 21. Чувствительные термоэлементы и электронагревательные элементы	302
Глава 22. Измерительные пружинные устройства	307
Глава 23. Устройства для компенсации объемных расширений заполняющей жидкости	307
Глава 24. Успокоители	317
Глава 25. Кожухи приборов и магнитные экраны	325
Глава 26. Монтажные устройства и узлы амортизации	325
Глава 27. Поддерживающие, демпфирующие и токопроводящие жидкости	340
Глава 28. Примеры конструкций гироприборов	341
Список литературы	363

Григорий Александрович Сломянский, Анатолий Васильевич Агапов, Евгений Михайлович Родионов, Сергей Иванович Румянцев, Алиса Дмитриевна Тимофеева

ДЕТАЛИ И УЗЛЫ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Атлас конструкций

Редактор издательства *Г. П. Филипповская* Художник *Е. И. Волков*
Технический редактор *Т. С. Старых* Корректор *Л. Е. Хохлова*

Сдано в набор 24/IV—1975 г. Подписано к печати 1/IX—1975 г. Т—13459
Формат 60×90/8 Бумага № 2 Печ. л. 45,5 Уч.-изд. л. 51,20
Цена 4 р. 36 к. Тираж 3700 экз. Изд. зак. 2116

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3.
Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Хохловский пер., 7. Тип. зак. 3210