МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВТЕХУПРАВЛЕНИЕ ГЛАВЭНЕРГОРЕМОНТ

ВРЕМЕННЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМОТКИ ОБМОТОК РОТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТВВ-165-2, ТВВ-200-2 И ТВВ-320-2

СЦНТИ ЭНЕРГО НОТ ОРГРЭС

МОСКВА 1972

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВТЕХУПРАВЛЕНИЕ ГЛАВЭНЕРГОРЕМОНТ

ВРЕМЕННЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМОТКИ ОБМОТОК РОТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТВВ-165-2, ТВВ-200-2 И ТВВ-320-2

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

МОСКВА 1972

УДК 621.313.322-81(083.96)

Составлено производственными предприятиями
"Ленэнергоремонт" и "Каунасэнергоремонт" Главэнергоремонта

А в т о р ы инженеры Н.Н.БОГДАНОВ, Р.В.ЗИНКУС, Г.В.РОСТИК, В.И.ХРЕНКОВ

Под общей редакцией ЦКБ Главэнергоремонта

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ 5

Глава первая. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ 5

Глава вторая. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА 9

I. Подготовка к ремонту 9

II. Приемка ротора в ремонт и проведение ремонта II

III. Приемка ротора после ремонта I2

Глава третья. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА I2

I. Перечень операций I2

II. Определение объема ремонта I5

III. Разборка ротора I7

IУ. Подготовка катушек к изолировке 2I

У. Наложение витковой изоляции и пайка катушек 22

УI. Ремонт узла токоподвода 23

УII. Ремонт контактора 24

УIII. Ревизия бандажного узла и вентилятора 25

IX. Подготовка ротора и крепежных деталей 26

X. Укладка и опрессовка обмотки, заклиновка пазов 26

XI. Сборка ротора 29

Глава четвертая. НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ 30

I. Общие вопросы техники безопасности 30

II. Специальные указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям 30

Приложение I. Перечень номеров заводских чертежей, необходимых при перемотке обмоток роторов турбогенераторов ТВВ-320-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-I65-2 . . . . . 3I

Приложение 2. Перечень запасных частей для турбогенераторов ТВВ-I65-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 32

Приложение 3. Перечень инструмента, необходимого для проведения работ по полной перемотке обмоток роторов турбогенераторов ТВВ-I65-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 34

Приложение 4. Перечень оснастки, специального инструмента и средств малой механизации 35

Приложение 5. Спецификация на материалы, необходимые для полной перемотки обмотки ротора 36

Приложение 6. Рекомендуемая программа измерений и испытаний при полной и частичной перемотке обмотки ротора (со стеклотекстолитовыми гильзами) 40

Приложение 7. Сетевая модель полной перемотки обмотки ротора турбогенератора . . . . . Вклейка

Приложение 8. Карта трудозатрат 4I

Приложение 9. Паспорта 42

Приложение I0. Характеристики стеклоткани, пропитанной эпоксидным лаком 46

Приложение II. Рекомендации по изготовлению лаков ЭРI-30 и ЭР2-30 и основные данные лаков 46

Приложение I2. Рекомендации по проверке продуваемости вентиляционных каналов роторов турбогенераторов серии ТВВ 47

Приложение I3. Состав и способ применения паст "невидимые перчатки" 48

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления,
главный специалист-электрик
Ф.СИНЬЧУГОВ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главэнергоремонта
П.ОРЕШКИН

В В Е Д Е Н И Е

Настоящие Временные указания разработаны с целью применения единых организационных, технических и технологических решений при частичной и полной перемотке обмоток роторов турбогенераторов серии ТВВ и предназначаются для использования в качестве руководящего материала ремонтными предприятиями, а также ремонтным персоналом электростанций.

В Указаниях учтены особенности организации и технологии перемотки обмоток роторов с форсированным охлаждением в станционных условиях при использовании старой обмоточной меди.

При составлении Указаний учтены требования правил техники безопасности, ПЭУ, ПТЭ, директивные материалы Минэнерго СССР, а также опыт работы ремонтных предприятий Союзэнергоремтреста и материалы ЛЭО "Электросила".

Г л а в а п е р в а я

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Номинальные данные турбогенераторов при высоте установки над уровнем моря не более 1000 м, чистоте водорода не ниже 97%, качестве охлаждающего конденсата не ниже 50ком/см приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Основные технические данные турбогенераторов

Наименование	Турбогенератор		
	ТВВ-320-2	ТВВ-200-2	ТВВ-165-2
Мощность, Мвт	300	200	150
Напряжение, кв	20	15,75	18
Ток статора, ка	10,2	8,62	5,67
Ток ротора расчетный,ка ...	3,07	2,68	2,2
Коэффициент мощности	0,9	0,85	0,85
К.п.д., %	98,7	98,7	98,7
Температура входящей охлаждающей воды,°С	33	33	33
Температура входящего охлаждающего газа,°С	40	40	40
Давление водорода в корпусе генератора, ат	3,5	3	3
Скорость вращения, об/мин	3000	3000	3000
Расход воды через охладители (минимальный), м³/ч	600	350	300

Турбогенераторы ТВВ-320-2 и ТВВ-200-2 предназначены для работы с паровыми турбинами Ленинградского металлического завода, а ТВВ-165-2 – с турбинами Харьковского турбинного завода.

Ротор (рис.1*) изготовлен из цельной стальной поковки специальной легированной стали. В центре вала по всей его длине имеется отверстие диаметром 120 мм, позволяющее контролировать центральную часть материала поковки. В отверстие со стороны возбудителя уложены стержни токоподводов. В остальной части отверстия установлены заполнители из магнитной стали.

В бочке ротора вырезованы пазы с полукруглым дном для размещения обмотки (рис.2).

На хвостовиках вала выточены упорные гребни, шейки, посадочные места под центрирующие кольца, вентиляторы, контактор и полумуфту, вырезованы пазы для прохода охлаждающего газа под лобовые части обмотки и пазы для размещения деталей токоподводов.

* Все рисунки см. в конце работы.

Обмотка ротора выполнена из меди прямоугольного сечения повышенной твердости с присадкой серебра. Удельное сопротивление меди 0,01820 ом·мм^2/м. Каждый виток состоит из двух медных полос. На боковых поверхностях пазовой части катушек выфрезерованы параллельные наклонные вентиляционные каналы.

По обеим сторонам каждой катушки каналы наклонены под одинаковыми углами к оси проводников, но имеют различное направление. На дне паза установлены полукруглые прессованные прокладки из пресс-материала АГ-4 с выточками, которые при сборке совмещаются с каналами в меди ротора. Чтобы предохранить эти прокладки от смещения вдоль оси машины, к первым нижним виткам у выхода из паза припаяны упоры. Пазовые клинья имеют отверстия для входа и выхода охлаждающего газа, совпадающие с входом и выходом из вентиляционных каналов катушек. Вдоль оси ротора отверстия в клиньях образуют отдельные чередующиеся зоны входа и выхода газа. Под действием аэродинамического напора, возникающего при вращении ротора, газ входит в отверстия клиньев, проходит по вентиляционным каналам катушки, по выточкам прокладок на дне паза, переходит в каналы другой стороны катушки и выбрасывается в зазор через отверстия в клиньях. Схемы вентиляции обмоток роторов показаны на рис.3.

В проводниках лобовой части обмотки выфрезерованы канавки прямоугольного сечения, образующие аксиальные вентиляционные каналы. Охлаждающий газ попадает под лобовую часть обмотки из зоны давления в корпусе статора через специальные каналы в наружных щитах и через пазы под центрирующими или упорными кольцами. Циркуляция газа в этих каналах обеспечивается благодаря центробежному самовентилирующемуся эффекту ротора и частично действию главных вентиляторов.

Схема вентиляции лобовых частей обмоток роторов первых выпусков турбогенераторов однопоточная: газ через систему радиальных отверстий диаметром 12 мм поступает в каналы, образованные двумя проводниками, и, проходя последовательно вдоль дугового и прямолинейного участков лобовых частей, выбрасывается в межполюсный зазор генератора.

Для повышения эффективности охлаждения лобовых частей обмотки в роторах турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 в настоящее время применяется двухпоточная схема вентиляции лобовых частей, предусматривающая автономное охлаждение дугового и прямолинейного участков. Охлаждающий обмотку газ заходит в вентиляционный канал лобовой части каждого витка у угла катушек. Часть газа проходит по прямолинейному участку и выбрасывается в зазор машины через отверстия в клиньях, а другая часть - по дуговому участку и выбрасывается в зазор машины через специальные каналы в больших зубцах. Для разделения потока газа под лобовыми частями обмотки установлены перегородки.

Все катушки обмотки ротора соединены последовательно. Основные габаритные размеры катушек приведены на рис.4 и 5.

Изоляция обмотки класса В с учетом примененной системы охлаждения допускает превышение температуры на 70°С над температурой входящего охлаждающего газа, равной 40°С.

Витковая изоляция обмотки в пазовой части состоит из девяти слоев пропитанного лаком стеклополотна толщиной 0,10 мм, склеенных между собой и приклеенных к виткам лаком ЭРП-30 под давлением в горячем состоянии. Витковая изоляция лобовых частей выполнена из стеклотекстолита толщиной 1 мм и из уголков миканита. Пазовые гильзы (рис.6) изготовлены из стеклополотна, пропитанного лаком ЭРП-30, а концевые манжеты (рис.7) - из миканита. Лобовые части изолированы от бандажей стеклотекстолитовыми сегментами (два слоя по 5 мм), а от центрирующих колец - стеклотекстолитовыми дисками. Разрез лобовой части приведен на рис.8 и 9, схемы обмоток - на рис.10 и 11.

Токоподводы, расположенные в центральном отверстии ротора, соединяются с обмоткой и контактными кольцами гибкими медными посеребренными на концах шинами и специальными изолированными токоведущими болтами (рис.12).

Газоплотность ротора в местах выхода болтов из вала ротора обеспечивается уплотнениями сальникового типа. Резиновые кольца, надетые на токоведущие болты, зажимаются через латунную шайбу гайкой с наружной резьбой. Центральное отверстие вала с обеих сторон уплотнено стальными заглушками и резиновыми прокладками.

Контактные кольца насажены в горячем состоянии на промежуточную изолированную втулку и установлены на консольной части вала за подшипником со стороны возбудителя. Контактные кольца турбогенераторов ТВВ-320-2

охлаждаются двумя центробежными вентиляторами. Контактные кольца турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-165-2 охлаждаются воздухом, циркулирующим под действием эффекта самовентиляции через наклонные отверстия в теле кольца. Для улучшения работы колец на их наружной поверхности выполнена резьбовая нарезка с шагом 10 мм, высотой профиля 7,5 мм и шириной канавки 3 мм. Бандажные кольца насажены в горячем состоянии тыльной частью на полуэластичные центрирующие кольца, носиком - через стеклотекстолитовые сегменты толщиной 3 мм на центрирующую заточку на бочке ротора. От аксиального сдвига бандажные и центрирующие кольца удерживаются соответственно кольцевой шпонкой и сухарями, приболченными к валу ротора в специальных углублениях.

Таблица 2

Основные технические и весовые данные роторов турбогенераторов

Наименование	Турбогенератор		
	ТВВ-165-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
Ток ротора при номинальной нагрузке генератора (расчетный), а	2200	2680	3070
Номинальное напряжение возбуждения, в...	410	316	465
Плотность тока, а/мм^2	9,8	8,8	10
Сопротивление постоянному току обмотки при 15°С, ом	0,136	0,0878	0,1145
Маховой момент, тм^2	17,8	21,1	30
Первая критическая скорость вращения, об/мин	1440	1370	965
Вторая критическая скорость вращения, об/мин	4300	3400	2650
Максимальный статический прогиб, мм...	0,57	0,55	1,12
Число пазов, шт.	32	36	36
Число пазовых делений	48	52	52
Сечение меди элементарного проводника, мм	5x28*	7x28	7x28
Площадь меди (витка), мм^2	224	305	305
Число отсеков, шт.:			
для входа газа.....	4	4	7
для выхода газа	5	5	8
Вес, т			
ротора в сборе	34,6	42,1	55
бандажного кольца ..	0,96	1,065	1,065
центрирующего кольца	0,22	0,233	0,233
вентилятора в сборе	0,45	0,45	0,48
контактора	0,286	0,286	0,3
заготовки меди размером 7x28 мм.....	0,3	5,2	6,8
заготовки меди размером 5x28 мм	3,95	-	-

*Верхний проводник обмоток ротора имеет сечение 7x28 мм.

Бандажные кольца консольного типа насаживаются непосредственно на заточку бочки ротора без изоляционной прокладки. В этом случае бандажные кольца удерживаются от осевого смещения пружинными шпонками и специальными гайками (рис.13).

Пазовые клинья дюралюминиевые. На концах бочки ротора пазы заклинены короткими клиньями, изготовленными из бронзы БрХ с удельным сопротивлением 0,22 ом/мм^2/м. Клинья точно подогнаны и плотно прилегают к поверхности коронки зубца во избежание подгара и оплавления от уравнительных токов, протекающих в них при переходных и несимметричных режимах работы турбогенератора.

На роторах с бандажами консольного типа устанавливается демпферная система. В этом случае концевые клинья изготовляются из титанового сплава.

На специальных заточках вала ротора установлены два осевых вентилятора. При выводе и заводке ротора лопатки вентилятора со стороны турбины должны быть сняты. На некоторых роторах турбогенераторов ТВВ-200-2 осевые вентиляторы заменены центробежными.

На бочке ротора, центрирующих кольцах, вентиляторах, полумуфте и на вентиляторах контактных колец ротора турбогенераторов ТВВ-320-2 (у турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-165-2 на специальных дисках за контактными кольцами) предусмотрены места для установки балансировочных грузов, основные размеры которых приведены на рис.14.

Механическая прочность всех роторов в сборе на заводе проверяется при скорости вращения 3600 об/мин в течение 2 мин.

Некоторые технические и весовые данные роторов приведены в табл.2, материалы, из которых выполнены детали ротора, - в табл.3, диаметры посадочных поверхностей и допустимые натяги - в табл.4.

Таблица 3

Перечень материалов, применяемых для изготовления деталей ротора

Деталь	Материал		ГОСТ или технические условия	Предел прочности, кГ/мм^2	Предел текучести, кГ/мм^2	Относительное удлинение, %	Относительное сжатие, %	Ударная вязкость, кГ·м/см^2
	Наименование	Марка						
Поковка вала	Сталь	35ХН1МФАР	МРТУ 16-582.001-65	75	60	15	30	6
Поковка бандажного кольца	Сталь немагнитная	-	МРТУ-УМ-66-1, IУ кат.	-	85-90	-	-	-
Поковка центрирующего кольца	Сталь	-	МРТУ 16-582.001-65	98	85	12	30	-
Поковка контактного кольца	Сталь КП50А гр.У	-	ГОСТ 8479-57	60	40	16	-	-
Ступица вентилятора	Сталь	—	ГУМОМ 16-54	98	85	12	30	4
Шпилька вентилятора	Сталь	12ХН3А	ГОСТ 4543-61	80	60	16	-	-
Клинья паза токоподвода	Сталь	Ст.5	ГОСТ 380-60	-	-	-	-	-
Клинья пазовые	Дюралюминий	Д16Т	МАП 258; АМТУ 48	80	60	16	-	-
Клинья концевые	Бронза хромовая	БрХ	ЦМТУ 08-58-67, профиль № 1	-	22	-	-	-
Клинья концевые	Титановый сплав	ЗВ	ВТУ 706-61	-	65	14	-	-
Болт металлической накладки контактора	Сталь	40Х	ГОСТ 4543-61	-	-	-	-	-
Болт токоведущий	Медь	М1Т	ГОСТ 88-66	-	-	-	-	-
Винт контактный	Медь	М2Т	ГОСТ 859-66	-	-	-	-	-
Медь катушки	Медь	С присадкой серебра	ТУЦМО 1364-58	-	17	35	-	-

Таблица 4

Диаметры посадочных поверхностей и допустимые натяги, мм

Турбогенератор	Бандажное кольцо в месте посадки на бочку ротора		Бандажное кольцо в месте посадки на центрирующее кольцо		Центрирующее кольцо в месте посадки на вал ротора		Ступица вентилятора в месте посадки на вал ротора		Контактор в месте посадки на вал ротора	
	Диаметр	Натяг	Диаметр	Натяг	Диаметр	Натяг	Диаметр	Натяг	Диаметр	Натяг
ТВВ-165-2	978,2	1,34-2	923	1,355--1,5	595	0,585-0,7	588,8	1,085--1,2	280 и 290	0,11-0,14
ТВВ-200-2	1049	1,7-2,3	997	1,755--1,9	675	0,57-0,7	664	1,27--1,4	280 и 290	0,11-0,14
ТВВ-200-2 (Бандажный узел консольного типа)	1017	1,84-2	997	1,955--2,1	-	-	616	1,085--1,2	280 и 290	0,11-0,14
ТВВ-320-2	1049	1,6-2,2	997	1,555--1,7	675	0,57-0,7	664	0,87-1	280 и 290	0,11-0,14

Глава вторая

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА

1. Подготовка к ремонту

В первоначальной стадии подготовки ротора к ремонту определяется объем работ и составляется ведомость объема работ. При этом учитываются все дефекты, обнаруженные во время эксплуатации и плановых ремонтов, а также предусматриваются мероприятия по реконструкции и модернизации отдельных узлов ротора, в том числе и работы, предусмотренные директивными материалами.

В ряде случаев решение о проведении полной или частичной перемотки обмотки ротора может быть принято заранее, во время предыдущего планового ремонта. Это позволяет заблаговременно и с достаточной точностью установить объем работ. На основании объема работ, указанного в ведомости, составляется проект перемотки обмотки ротора в следующем объеме: пояснительная записка, перечень или график подготовительных работ, график ремонта, план расстановки ремонтного персонала, план размещения ремонтных площадок и разбираемых деталей ротора, чертежи на реконструкцию отдельных узлов и технологические указания к ним, чертежи необходимых приспособлений, заводские чертежи ротора и его узлов (приложение 1), перечни запасных частей, инструмента, оснастки, средств малой механизации (приложения 2,3,4) и спецификация на материалы (приложение 5). Заблаговременное составление проекта работ должно обеспечить возможность своевременной реализации заказов на запасные части и материалы, изготовления недостающих приспособлений и проведения других подготовительных работ.

За две недели до ремонта основные подготовительные работы должны быть закончены и руководитель работ вместе с начальником электроцеха электростанции должны проверить подготовку к ремонту. Проверяется выполнение всех мероприятий, намеченных в проекте организации работ, в том числе по технике безопасности, промышленной санитарии, противопожарной безопасности, и исправность грузоподъемных механизмов и грузозахватных приспособлений.

За неделю до ремонта бригада приступает к окончательной подготовке рабочих мест: на ремонтных площадках устанавливаются верстаки, столы, комплектуются и подносятся ремонтные и такелажные приспособления, оборудуются кладовые материалов и инструментов. В это время рекомендуется ознакомить рабочих с организацией и технологией ремонта. Окончательно согласовывается и утверждается главным инженером электростанции программа испытаний и измерений (приложение 6).

1. Объем работ по полной перемотке обмотки ротора

- Подготовка технологической оснастки.
- Проведение испытаний и измерений, осмотр ротора после вывода его из статора.
- Разборка ротора: снятие муфты и вентиляторов, бандажных и центрирующих колец, контактора с контактными кольцами; испытание изоляции старой обмотки повышенным напряжением, расклинивание пазов, выемка катушек и разборка токоподводов.
- Подготовка старой обмотки к изолировке.
- Наложение витковой изоляции.
- Подготовка ротора к укладке обмотки.
- Ремонт узлов токоподводов с переизолировкой деталей (в случае необходимости).
- Ремонт контактора с пересадкой контактных колец (в случае необходимости).
- Укладка и опрессовка обмотки.
- Ревизия бандажного узла и вентиляторов.
- Сборка ротора, сдаточные измерения и испытания (см.приложение I).
- Балансировка ротора.

2. График подготовительных работ

Для лучшей координации подготовительных работ рекомендуется составлять сетевой график, в который включаются все операции по подготовке с указанием продолжительности работ и их исполнителей.

Если время, выделенное на подготовку к ремонту, ограничено, то рекомендуется до окончания разработки всего проекта организации работ размещать заказы на материалы и запасные части, чтобы обеспечить их поступление к началу ремонта.

Сетевая модель подготовительных работ приведена на рис.I5.

3. График ремонта

График ремонта рекомендуется составлять, исходя из условий организации двухсменной работы. Исключение составляют работы по нагреву и опрессовке ротора, которые по технологическим условиям необходимо проводить в три смены.

Примерная сетевая модель ремонта ротора турбогенератора ТВВ-I65-2 приведена в приложении 7. В отдельных случаях сетевая модель ремонта может отличаться от прилагаемой в зависимости от фактического объема работ.

На сетевой модели кружком обозначается событие (рис.I6). Сплошная стрелка между событиями обозначает действительную работу, требующую времени и материальных ресурсов (рабочая сила, оборудование, материалы и т.д.), или операцию, которая требует времени, но не требует материальных ресурсов, или ожидание - запланированное прекращение работ в какой-нибудь технологической цепи по технологической или организационной причине. Стрелка, изображенная пунктирной линией (см.рис.I5), обозначает фиктивную работу, т.е. логическую связь между двумя событиями, не требующую затрат времени и ресурсов, но указывающую на то, что возможность начала одной работы зависит от окончания другой. Под стрелкой записывается название работы, над стрелкой в верхнем ряду - продолжительность работы в днях для каждой смены и в нижнем ряду - число рабочих в смене.

Кружки разделены на четыре сектора. В верхнем секторе записывается номер события, в нижнем - номер предыдущего события. Если данное событие зависит от окончания двух или более работ, то в нижнем секторе записывается предыдущее событие с наименьшим резервом времени. В левом секторе записывается ранний срок наступления события, в правом секторе - поздний срок наступления события. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим. На критическом пути ранний и поздний сроки наступления событий одинаковы.

На сетевой модели (см.приложение 7) указаны только номера событий и календарное число рабочих. Продолжительность операций будет зависеть от типа турбогенератора, уровня подготовки организации ремонта, опыта ремонтного предприятия и электростанции в проведении аналогичных работ.

Сетевой график ремонта ротора должен быть согласован с общим сетевым графиком ремонта блока. Начало работ на роторе определяется окончанием вывода ротора. В большинстве случаев критический путь ремонта блока совпадает с критическим путем перемотки ротора. Поэтому предпусковые работы по блоку должны привязываться к сетевому графику ремонта ротора. Для сокращения общего срока ремонта блока в сетевом графике следует предусмотреть после останова агрегата отсоединение контактных колец от токоподводов, испытание их изоляции повышенным напряжением и ее визуальный осмотр. Если не требуется смена контактных колец, то необходимо выполнить проточку и шлифовку упорных гребней и контактных колец

в начале разборки генератора, используя время остывания турбины.

4. Расстановка ремонтного персонала

Численность ремонтного персонала, необходимого для перемотки ротора, в основном зависит от фактического объема работ. Примерная расстановка ремонтного персонала бригады для полной перемотки ротора к началу укладки обмотки, соответствующая объему работ, указанному в прилагаемой сетевой модели для односменной работы, дана на рис.I7. При работе в две смены звенья № I,2,3 и 4 дублируются во главе с мастером, который руководит работой всех звеньев во второй смене.

Такая расстановка персонала предусмотрена для периода ремонта, когда выполняется подготовка меди катушек, изолировка и укладка витков, т.е. на время максимальной потребности в рабочей силе. При этом звено № 4 формируется после окончания чистки, рихтовки и калибровки катушек из всех звеньев путем подбора рабочих необходимой квалификации. Численность бригады, занятой нагревом, опрессовкой и запечкой катушек ротора, указывается в графике по сменам, а не по узлам. В каждую смену должны включаться рабочие, умеющие выполнять газосварочные и такелажные работы и имеющие соответствующие удостоверения.

На весь период ремонта рекомендуется назначить одного рабочего ответственным за снабжение бригад инструментами и материалами.

5. Организация ремонтных площадок

Площадки для ремонта ротора должны размещаться с учетом производственных площадей электростанции и специфических особенностей отдельных технологических операций. План размещения всех площадок утверждается главным инженером электростанции.

На ремонтных площадках размещаются следующие технологические приспособления и вспомогательное оборудование.

На площадке разборки и сборки ротора - посты сжатого сухого воздуха и автогенной сварки; источник постоянного тока напряжением 450 в (для нагрева и запечки изоляции обмотки) для роторов турбогенераторов ТВВ-320-2 и ТВВ-200-2 - ≃700 а; ТВВ-I65-2 - ≃500 а; источник однофазного переменного тока напряжением I50в, I500а (для нагрева бандажных колец); установка для испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты I0000в, мощностью I0 ква; источник трехфазного переменного тока 20-25 а напряжением 220в; верстак с двумя параллельными тисками и наждачным точилом; металлические или деревянные закрываемые ящики размером 500х300х250 мм - 6 шт. (для крепежных и мелких деталей ротора); пылесос.

На площадке подготовки меди - посты сжатого сухого воздуха и автогенной сварки, верстак с двумя параллельными тисками, передвижной пост электросварки.

Ремонтные площадки должны быть оборудованы общим, местным и переносным освещением в соответствии с действующими правилами техники безопасности и санитарными нормами.

Вблизи ремонтных площадок необходимо оборудовать кладовые для материалов и инструмента, а на ремонтных площадках - стеллажи для деталей ротора.

В случае когда частичная или полная перемотка ротора вызвана аварийным выводом турбогенератора в ремонт или выявляется в ходе типового капитального ремонта, подготовительные и ремонтные работы производятся параллельно. Объем работ, как правило, полностью устанавливается в процессе разборки ротора. Продолжительность простоя блока во многом будет определяться организацией подготовительных работ и обеспечением материальными ресурсами. Поэтому рекомендуется составлять объединенную сетевую модель подготовительных и ремонтных работ, а также выделять в подчинение руководителю работ квалифицированного работника группы подготовки производства для координации и контроля выполнения подготовительных операций.

П. Приемка ротора в ремонт и проведение ремонта

В процессе приемки ротора в ремонт окончательно проверяются материальная подготовка к ремонту, наличие необходимых документов и чертежей и составляется акт приемки ротора в ремонт. В период приемки проводятся испытания и измерения согласно программе (см.приложение 6).

Непосредственно перед допуском бригады к работе проводится инструктаж членов бригады по технике безопасности.

Для ремонта каждого узла выписываются и

выдаются отдельные планы-задания с указанием срока окончания работ.

Руководитель работ ежедневно должен проверять ход ремонта по сетевому графику.

В зависимости от хода выполнения работ в отдельных звеньях состав их может изменяться по усмотрению руководителя ремонта.

Для накопления данных о трудоемкости отдельных операций по перемотке обмотки ротора рекомендуется заполнять карту учета фактических трудозатрат, форма которой приведена в приложении 8. В карте ежедневно отмечаются количество и разряд рабочих, занятых на каждой операции.

Весь ход ремонта записывается в ремонтном журнале, в котором фиксируются распределение бригад по узлам и сменам, изменение состава звеньев, текущие вопросы по обеспечению работ материалами, запасными частями, инструментами и оснасткой.

Ш. Приемка ротора после ремонта

Ротор из ремонта принимается комиссией в составе представителей электростанции и ремонтного предприятия. Комиссия проверяет выполнение всех работ, перечисленных в ведомости объема ремонта, и дополнительных работ, выполненных в ходе ремонта, наличие сертификатов на примененные новые детали и материалы, протоколов пооперационных испытаний и измерений.

В результате работы комиссии оформляется акт приемки ротора из ремонта, к которому прилагаются перечисленные выше документы, чертежи реконструированных и модернизированных узлов и деталей, акты, составленные в ходе ремонта.

Глава третья

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА

I. Перечень операций

№ п.п.	Операции по сетевой модели	Операции	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
I	0-I	Осмотр ротора, уточнение объема работ, маркировка деталей	6 4 2	I I I
2	I-2	Отсоединение токоподводов от контактных колец, снятие контактора с вала ротора, снятие контактных колец со втулки	4 2	2 2
3	I-3	Снятие ступиц вентиляторов и полумуфты ротора	6 4 3 2	I I I I
4	2-4	Наложение изоляции на втулку контактора и запечка ее	5 3 2	I I I
5	3-5	Намотка индукционной обмотки, нагрев и снятие бандажных и центрирующих колец, разработка приспособлений	6 5 3 2	I I 2 2
6	4-6	Обработка изоляции втулки контактора	5 4	I I
7	5-7	Удаление изоляционных клиньев и распорок лобовых частей обмотки	5 2	I I
8	5-45	Ревизия вентиляторов, бандажных и центрирующих колец	5 2	I I
9	6-9	Насадка контактных колец на втулку и проточка их	5 3 2	I I I
I0	7-8	Удаление пазовых клиньев ротора	5 3 2	I 2 2
II	8-I0	Распайка верхних межкатушечных соединений	5 4	I I

№ п.п.	Операции по сетевой модели	Операции	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
I2	8-42	Ремонт пазовых клиньев, деталей расклиновки лобовых частей и стержней токоподводов	6 4 2	I 2 I
I3	9-II	Насадка контактора на вал	5 4 3 2	I 2 I I
I4	I0-I2	Выемка катушек № I и 2	5 4 3	2 I 2
I5	II-50	Присоединение токоподводов к контактным кольцам	5	I
I6	I2-I3	Проверка размеров катушек № I и 2 на макете и приведение их к норме	6 5 4 3	I I 2 2
I7	I2-I4	Выемка катушек № 3 и 4	5 4 3	2 I 2
I8	I3-I5	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № I и 2	5 3 2 4	2 2 2 2
I9	I4-I6	Проверка размеров катушек № 3 и 4 на макете и приведение их к норме	6 5 4 3	I I 2 2
20	I4-I8	Выемка катушек № 5 и 6	5 4 3	2 I 2
2I	I5-I7	Изолировка полувитков катушек № I и 2 и запечка изоляции	5 3 2	I 2 I
22	I6-I9	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № 3 и 4	5 4 3 2	2 2 2 2
23	I7-20	Обработка изоляции полувитков катушек № I и 2	4 3 2	I 2 I
24	I8-2I	Проверка размеров катушек № 5 и 6 на макете, приведение их к норме	6 5 4 3	I I 2 2
25	I8-23	Выемка катушек № 7 и 8	5 4 3	2 I 2
26	I9-22	Изолировка полувитков катушек № 3 и 4 и запечка изоляции	5 3 2	I 2 I
27	20-28	Пайка полувитков катушек № I и 2 на макете и контрольная проверка катушки	5 3	2 2
28	2I-29	Распайка, отделение старой изоляции катушек № 5 и 6, чистка и калибровка	5 4 3 2	2 2 2 2
29	22-30	Обработка изоляции полувитков катушек № 3 и 4	5 3 2	I 2 I

№ п.п.	Операции по сетевой модели	Операции	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
30	23-24	Переизолировка токоподводов и запечка изоляции	6 3	I I
3I	23-26	Подготовка бочки ротора к укладке катушек	5 3	I I
32	23-3I	Проверка размеров катушек № 7 и 8 и приведение их к норме	6 5 4 3	I I 2 2
33	24-25	Установка токоподводов	6 3	I I
34	25-27	Установка опалубки со стороны возбудителя	5 3	I I
35	26-27	Установка опалубки со стороны турбины	5 3	I I
36	28-33	Укладка катушек № I и 2	6 5 3 2	I 2 2 2
37	29-32	Изолировка полувитков катушек № 5 и 6 и их запечка	5 3 2	I 2 I
38	30-33	Пайка полувитков катушек № 3 и 4 на макете и контрольная проверка	5 3	2 2
39	3I-34	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № 7 и 8	5 4 3 2	2 2 2 2
40	32-35	Обработка изоляции полувитков катушек № 5 и 6	5 3 2	I 2 I
4I	33-37	Укладка катушек № 3 и 4	6 5 3 2	I 2 2 2
42	34-36	Изолировка полувитков катушек № 7 и 8 и их запечка	5 3 2	I 2 I
43	35-37	Пайка полувитков катушек № 5 и 6 и контрольная проверка катушек	5 3	2 2
44	36-38	Обработка изоляции полувитков катушек № 7 и 8	5 3 2	I 2 I
45	37-39	Укладка катушек № 5 и 6	6 5 3 2	I 2 2 2
46	38-39	Пайка полувитков катушек № 7 и 8 и контрольная проверка катушек	5 3	2 2
47	39-40	Укладка катушек № 7 и 8	6 5 3 2	I 2 2 2
48	40-4I	Пайка и изолировка верхних межкатушечных соединений, установка временных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки	6 5 3 2	I I 3 2
49	4I-42	Установка прессовочных приспособлений и первая опрессовка обмотки, разборка приспособлений	6 5 3 2	I I 3 2
50	42-43	Установка постоянных изоляционных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки	6 5 3 2	I I 2 2

№ п.п.	Операции по сетевой модели	Операции	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
5I	43–44	Вторая опрессовка и запечка изоляции, разборка приспособлений	5 4 3 2	I I 2 2
52	44–45	Заклинивание пазов постоянными клиньями	6 5 3 2	I I 2 2
53	45–46	Проверка продуваемости вентиляционных каналов пазовой части	5 3 2	I I I
54	45–47	Установка центрирующих колец и сегментов подбандажной изоляции	6 5 3 2	I I 3 I
55	47–48	Намотка индукционной обмотки, сборка приспособлений, нагрев и установка бандажных колец, разборка приспособлений	6 5 3 2	I I 3 I
56	48–49	Установка ступиц вентиляторов	5 3 2	I 2 I
57	48–50	Проверка продуваемости вентиляционных каналов в лобовой части	-	-
58	49–50	Установка полумуфты генератора	5 3 2	I I I
59	50–5I	Сдаточные испытания	6 3 2	I 2 I
60	5I–52	Балансировка на станке	6 3	I I

П. Определение обьема ремонта

Дефекты в роторе турбогенератора выявляются на основе эксплуатационных показателей, испытаний и измерений, проводимых при его выводе в ремонт и в процессе ремонта, а также тщательным осмотром всех его узлов.

Ниже приводится краткое описание способа отыскания основных дефектов в роторе и их устранения.

Правилами технической эксплуатации допускается сопротивление изоляции обмотки находящегося в эксплуатации ротора, измеренное мегомметром I000в, не ниже 0,5 мом. Сопротивление изоляции обмотки ротора турбогенератора, находящегося под нагрузкой, измеряется специально установленным прибором или при помощи вольтметра постоянного тока. Измеряется напряжение между контактными кольцами и поочередно между каждым контактным кольцом и валом. Сопротивление изоляции определяется по формуле.

$$R_{изол} = r_в \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right) \cdot 10^{-6} \quad \text{мом},$$

где U – напряжение между контактными кольцами, в;

U_1 и U_2 – напряжение между первым и вторым контактными кольцами и валом, в;

$r_в$ – внутреннее сопротивление вольтметра, ом.

Расстояние от первого контактного кольца до места повреждения можно приближенно определить по формуле:

$$\ell = L \frac{U_1}{U_1 + U_2} \quad \text{м},$$

где L – длина обмотки, м.

После отключения турбогенератора от сети измеряется сопротивление изоляции обмотки ротора в горячем состоянии при 3000 об/мин, а при снижении оборотов (на выбеге) снимается зависимость изменения сопротивления изоляции от скорости вращения. Отсчеты делаются через каждые 500 об/мин. В тех случаях, когда замыкание обмотки на корпус носит неустойчивый характер и появляется на определенной скорости вращения, исчезая при снижении скорости, необходимо зафиксировать поврежденное место при вращающемся роторе, прожигая изоляцию переменным током напряжением 220в через лампу 200-I000вт до снижения переходного сопротивления до долей килоома при остановленном роторе.

Сопротивление изоляции чаще всего повышается при снижении скорости вращения, если повреждение находится в верхней части обмотки под клином или под бандажным кольцом. Если изменения величины сопротивления изоляции при различной скорости вращения ротора незначительны, но сама величина сопротивления ниже нормы, производится чистка и продувка ротора (при этом необходимо обращать особое внимание на контактные кольца и токоподводы). При неудовлетворительных результатах чистки и продувки ротора отсоединяются гибкие шины токоподводов от токоведущих болтов для раздельного измерения сопротивления изоляции обмотки и контактных колец с токоподводом. Дефекты изоляции контактных колец и токоподводов, расположенных в центральном отверстии, устраняются частичным ремонтом или полной заменой их изоляции (глава третья, п. 6 и 7). Если пониженное сопротивление изоляции наблюдается в самой обмотке и величина этого сопротивления находится в пределах десятков килоом, следует еще раз тщательно продуть обмотку сжатым сухим воздухом, а при необходимости (увлажнение изоляции) произвести сушку изоляции, нагревая обмотку ротора постоянным током.

Если в результате продувки или сушки ротора сопротивление изоляции не повышается, то нужно бандажные кольца снять для осмотра и чистки лобовых частей обмотки, после чего испытать ее изоляцию.

Бандажные кольца следует снимать, только убедившись в невозможности повышения сопротивления изоляции обмотки путем сушки изоляции и повторных продувок. При необходимости после снятия бандажей обмотку распаивают на два или большее число участков для измерения сопротивления изоляции каждого из них в отдельности.

Если сопротивление изоляции обмотки не превышает нескольких килоом и не увеличивается после чистки и продувки до снятия бандажей, то место повреждения следует определить методом измерения падения напряжения на валу ротора (рис.I8). К концам вала подается напряжение постоянного тока, обеспечивающее ток порядка I000-I500а. Один зажим гальванометра или милливольтметра с ценой деления не более 0,I мв подсоединяется к контактному кольцу, а второй - к щупу, который перемещается вдоль ротора. Место повреждения находится в той поперечной плоскости ротора, где показание гальванометра снижается до нуля, а полярность показаний меняется при смещении в противоположную сторону от этой точки. В этом месте находится место замыкания на корпус.

После снятия бандажного кольца, если сопротивление изоляции не восстановилось, следует определить, в каком витке обмотки повреждена изоляция. Через обмотку ротора пропускается постоянный ток I0-20а. Милливольтметром измеряется напряжение между любой точкой вала и отдельными витками обмотки. Виток, величина напряжения на котором при измерении по отношению к валу минимальна, имеет дефектную изоляцию. Если величина сопротивления изоляции по мегомметру близка к нулю, то дефектное место зачастую можно обнаружить при прожигании его на корпус током от сети 220в через ограничивающее сопротивление (например, через осветительную лампу 200-I000вт).

Повреждение пазовой гильзы у выхода из паза или в ее верхней части иногда может быть отремонтировано без вымотки катушки местной подизолировкой. При повреждении изоляции в глубине паза производится частичная перемотка обмотки ротора с выемкой катушек и заменой их гильз.

Витковые замыкания обмотки на вращающемся роторе обнаруживаются по изменению вибрации подшипников в зависимости от тока возбуждения контрольным замером номинального тока ротора, по изменению характеристик холостого хода короткого замыкания, а также полного сопротивления обмотки в зависимости от скорости вращения ротора. При значительном количестве короткозамкнутых витков в од-

ном из полюсов вибрация подшипников меняется непосредственно после изменения тока возбуждения. В этом случае может появиться и тепловой небаланс, то есть изменение вибрации во времени при неизменном токе ротора из-за деформации бочки ротора вследствие ее неравномерного нагрева. Витковые замыкания, распределенные равномерно по полюсам, обычно не оказывают значительного влияния на вибрацию подшипников.

Количественную оценку витковых замыканий дают сравнение характеристики короткого замыкания с исходной кривой, ранее снятой при отсутствии витковых замыканий, и величина сопротивления обмотки постоянному току.

На остановленном роторе витковые замыкания можно определить, сравнивая величину замеренного полного сопротивления обмотки Z с ранее измеренной на исправном роторе; по величине сопротивления постоянному току, векторным методом, заводскими приборами ИВЗ-I, ИВЗК-I4, а при снятых бандажных кольцах - проверкой переменным напряжением. Для этого в обмотку подается напряжение переменного тока из расчета напряжения 2,5-5,0в между соседними витками. В последнем случае с достаточной точностью постоянно замкнутые витки обнаруживаются на ощупь по нагреву.

Витковые замыкания в лобовой части устраняются установкой в дефектных местах изоляционных прокладок. Для ремонта изоляции в пазовой части может потребоваться частичная выемка дефектных катушек.

Замеряя величину сопротивления обмотки постоянному току, можно обнаружить плохой контакт между отдельными элементами обмотки. Если величина сопротивления обмотки увеличилась более чем на I% по сравнению с результатом предыдущего измерения, то следует проверить болтовые соединения токоподводов, а затем искать повреждение в соединениях отдельных катушек при снятых бандажах. Для этого сравнивают измеренные методом вольтметра и амперметра величины сопротивления постоянному току одинаковых катушек обоих полюсов.

Нарушение вентиляции отдельных пазов вызывает нарушение симметрии в системе вентиляции ротора, что может привести к тепловому небалансу и повышенной вибрации подшипников, изменяющейся в зависимости от величины нагрева ротора. Обычно этот дефект появляется в результате смещения подклиновых изоляционных прокладок. Обнаружить пазы с ухудшенной вентиляцией можно, проверив продуваемость вентиляционных каналов при выведенном роторе.

Для устранения дефектов вентиляции в пазовой части снимаются бандажные кольца, выбиваются клинья соответствующих пазов, устанавливаются на место подклиновые прокладки. При значительной деформации дефектных катушек может потребоваться частичная перемотка обмотки.

Следует отметить, что большой разброс величин аэродинамического сопротивления отдельных каналов при проверке их продуваемости может быть вызван увеличенным зазором между пазовой гильзой и медью обмотки в отдельных катушках в результате технологических отклонений при изготовлении ротора. Это не оказывает заметного влияния на работу ротора турбогенератора.

По мере разборки ротора тщательно осматриваются его основные узлы (токоподводы, контактор, бандажи, вентиляторы). Способы проверки и устранения дефектов этих узлов приведены ниже.

Полная перемотка обмотки ротора необходима в следующих случаях:

I. При общем старении изоляции, приводящей к частому замыканию обмотки на корпус и появлению витковых замыканий.

2. При появлении большого количества трещин в меди.

3. При значительной деформации катушек, вызванной недопустимым перегревом меди при эксплуатации или другими причинами.

Ш. Разборка ротора

Технологическая очередность разборки узлов ротора показана в сетевой модели ремонта ротора (см.приложение 7).

Для ремонта, связанного со снятием полумуфты, вентиляторов, бандажных колец и контактора, ротор устанавливается параллельно ходу тележки или моста крана обязательно на большой зуб, на две шпальные выкладки высотой 500 мм. Длина каждой шпальной выкладки, замеренная вдоль оси ротора, должна быть не менее 500 мм для роторов турбогенераторов ТВВ-I65-2 и ТВВ-200-2 и 750 мм для турбогенератора ТВВ-320-2. Выкладки должны устанавливаться под ротор так, чтобы расстояние от бандажного кольца до выкладки было не менее I м. На выкладках делаются вырезы по радиусу бочки ротора или устанавливаются клинья, предохраняющие ротор от ска-

тывания. Для дальнейшей разборки ротор устанавливается на опоры (рис.I9). Под шейки вала ставятся шпалы с вырезами по радиусу шейки. Шейки смазываются солидолом и обертываются электрокартоном.

Рекомендуемый объем испытаний при разборке ротора приведен в приложении 6.

По мере разборки размеры ротора и его деталей необходимо сверять с размерами на соответствующих чертежах.

Проверке подлежат:

I. Основные габаритные размеры.

2. Разметка пазов по окружности, величина угла одного пазного деления и угла большого зуба.

3. Размеры паза и его заполнение, в том числе размеры меди обмотки.

4. Размеры вала под лобовыми частями обмотки.

5. Основные размеры бандажных и центрирующих колец с проверкой натягов посадочных поверхностей.

6. Диаметры посадочных поверхностей вентиляторов с проверкой натягов.

7. Вылеты лобовых частей каждой катушки.

8. Схема расклиновки лобовых частей.

9. Схема обмотки.

I0. Размеры и заполнение пазов токопроводов.

II. Размеры контактных колец и втулки контактора с проверкой их натягов.

Результаты замеров размеров паза и его заполнения, в том числе замеров меди, посадочных мест и проверки натягов, заносятся в паспорта (приложение 9).

Предварительная проверка размеров ротора по чертежам дает возможность учесть отклонения отдельных размеров и оперативно внести необходимые изменения в конструкцию приспособлений и технологию ремонта.

Участки ротора, примыкающие к деталям, нагреваемым открытым огнем, при разборке следует тщательно закрыть асбестом, смоченным в воде.

Ниже приводятся указания по технологии разборки основных узлов ротора.

I. Маркировка деталей

Перед разборкой и в процессе разборки ротора проверяется наличие заводской маркировки его деталей, о чем делается запись в журнал ремонта. При отсутствии заводской маркировки детали ротора маркируются следующим образом.

Полюса обозначаются номерами I и 2. Полюсом I считается полюс, первая катушка которого соединена с контактным кольцом, расположенным ближе к бочке ротора. Цифры набиваются в центре полюса у торца бочки со стороны возбудителя и со стороны турбины.

Пазы ротора маркируются по часовой стрелке, если смотреть со стороны возбудителя, начиная с правого паза, примыкающего к полюсу I, цифрами I, 2, 3... Цифры набиваются на зубец справа от паза, у торца бочки - с обеих сторон ротора.

Клинья пазов ротора маркируются на наружной поверхности клина у конца его со стороны возбудителя цифрами: I-I, I-2, I-3...2-I, 2-2, 2-3... 3-I, 3-2, 3-3 и так далее. Первая цифра - номер паза, а вторая - порядковый номер клина в пазу, считая со стороны возбудителя.

Центрирующие кольца маркируются со стороны возбудителя буквой В и со стороны турбины буквой Т. Буквы наносятся масляной краской строго по центру полюса I. Для более удобного определения положения центрирующего кольца в тангенциальном направлении допускается керновка центрирующего кольца и вала у места посадки (также по центру полюса I).

Бандажные кольца аналогично центрирующим маркируются масляной краской на торце кольца таким образом, чтобы положение букв в тангенциальном направлении строго совпадало с положением отметок, нанесенных на центрирующие кольца.

Запрещается маркировать бандажные кольца зубилом, керном и другими подобными инструментами.

Сухари крепления центрирующих колец от аксиального смещения маркируются буквами В и Т(соответственно для сторон возбудителя и турбины) и дополнительно цифрами I,2,3... по часовой стрелке, начиная от первого полюса (если смотреть со стороны возбудителя). Рядом на вал набивается соответствующая цифра.

Кольцевые шпонки, удерживающие бандажные кольца от смещения в осевом направлении, маркируются буквами В и Т.

Ступицы вентиляторов маркируются буквами В и Т по центру полюса I у места посадки. Рядом с буквой на вал наносится керновка. Восстанавливается заводская маркировка лопаток и шпилек вентиляторов. Цифры набива-

ются по порядку на лопатки и рядом на ступицу со стороны бочки. Например, для роторов турбогенераторов ТВВ-320-2 и ТВВ-200-2 (29 лопаток) со стороны возбудителя лопатки маркируются цифрами I,2,3... 29, а со стороны турбины - цифрами 30, 3I, 32...58. Шпильки также маркируются порядковыми номерами, набиваемыми на торец шпильки и рядом на ступицу в указанном порядке: со стороны возбудителя - I,2,3 ...58, а со стороны турбины - 59, 60, 6I... II6.

Детали токопровода, подсоединенного к катушке полюса I, маркируются цифрой I, а к полюсу 2 - цифрой 2. На гибких шинах крепятся бирки с цифрой. Контактные винты и токоведущие болты маркируются цифрами I-I, I-2, 2-2 ..., где первая цифра - номер полюса, а вторая - порядковый номер, считая со стороны бочки.

Клинья пазов токоподводов маркируются цифрами I-I, I-2... и 2-I, 2-2..., где первая цифра - номер полюса, а вторая - порядковый номер клина, считая со стороны бочки.

Втулка контактора маркируется керном с обеих сторон (на торцовых поверхностях) по линии центра полюса I. Затем по этой же линии керном делается отметка на валу, на боковой нерабочей поверхности контактных колец. Рядом с отметкой на контактные кольца набиваются цифры: I - для кольца со стороны бочки, 2 - для внешнего кольца.

Стальные скобы, закрывающие токоведущие болты между контактными кольцами, маркируются цифрами I-I, I-2, I-3... и 2-I, 2-2, 2-3... Первая цифра I присваивается первому ряду скоб со стороны бочки и первая цифра 2 - второму ряду скоб. Вторая цифра обозначает порядковый номер скоб в тангенциальном направлении по часовой стрелке (если смотреть со стороны возбудителя), начиная со скобы, находящейся на линии полюса I.

Вентилятор контактного кольца (ТВВ-320-2) со стороны бочки маркируется цифрой I, на вал набивается та же цифра. Задний вентилятор и его ступица (а для турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-I65-2 балансировочное кольцо) маркируются цифрой 2, такая же цифра набивается рядом на вал. Маркировка производится по линии центра полюса I.

Тангенциальное положение полумуфты отмечается нулем на ее торце и на торце вала у места посадки. Клиновые шпонки (каждая половина) маркируются цифрами I, 2, 3... Рядом такие же цифры набиваются на вал.

Полукатушки обмотки маркируются по мере разборки следующим образом: на углу каждого элементарного проводника набиваются цифры I-I, I-2, I-3... 2-I, 2-2, 2-3... 3-I, 3-2, 3-3... и так далее, где первая цифра - номер паза, в котором лежит маркируемая полукатушка, а вторая - порядковый номер элементарного проводника, считая со дна паза.

2. Снятие полумуфты

Полумуфта снимается и устанавливается бригадой турбинистов. Порядок снятия следующий:

I. Определяется положение полумуфты на валу в осевом направлении.

2. Выворачиваются стопорные винты шпонок (при необходимости высверливаются).

3. Освобождаются шпонки. Для этого в торце половины шпонки с прямым уклоном засверливается и нарезается отверстие для вытяжного болта М20. Шпонки вытягиваются при помощи приспособления (рис.20). Если в холодном состоянии удалить шпонки не удается, то они удаляются непосредственно после прогрева муфты. При установке приспособления необходимо следить, чтобы один из нажимных болтов опирался на торец половины шпонки с обратным уклоном.

4. Устанавливается заводское приспособление для снятия полумуфты. При отсутствии заводского приспособления его можно изготовить в мастерских по чертежу (рис.2I). Первоначальное стягивающее усилие, создаваемое приспособлением, составляет 20-30 Т.

5. Нагревается полумуфта двумя керосиновыми горелками, пламя которых равномерно передвигается по окружности. Вначале более интенсивно нагревается фланец, после чего постепенно пламя горелки переносится к ступице. После того, как полумуфта сдвинется с места, нагрев прекращается. Полумуфта насажена на вал с натягом 0,3-0,4 мм, освобождающимся при нагреве ее на 60-70°С выше температуры вала.

Запрещается нагрев полумуфты выше 250°С.

6. Сдвигается полумуфта при помощи домкрата в аксиальном направлении на I00-I20 мм от первоначального положения.

7. Удаляется приспособление. Полумуфта снимается краном с вала.

3. Снятие вентиляторов

Лопатки вентилятора со стороны турбины снимаются до вывода ротора. Шпильки, удерживающие лопатки, после отворачивания гаек следует выбивать выколоткой с закаленным бойком (рис.22). Со стороны возбудителя вентилятор снимается в сборе приспособлением (рис.23). Ступица вентилятора нагревается равномерно двумя керосиновыми горелками до 200-250°С.

4. Разборка контактора

Контактор снимается с вала ротора при необходимости замены контактных колец и их изоляции, а также в случае ослабления посадок.

У ротора турбогенератора ТВВ-320-2 первоначально снимается задний вентилятор контактных колец, затем в нагретом состоянии ступица вентилятора (или балансировочное кольцо роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-165-2). Нагрев производится двумя автогенными горелками № 6 или индукционным способом до температуры 200-250°С.

Ступица (или кольцо) после нагрева сбивается с места посадки ударами молотка через медную выколотку. Далее снимаются стальные скобы, закрывающие токоведущие болты, отворачиваются отверткой (рис.24) контактные винты и снимаются гибкие шины.

С 1966 г. ЛЭО "Электросила" изготовляет контактные винты усиленной конструкции, для отворачивания которых применяется ключ (рис.25). Гайки уплотнений отворачиваются ключом, показанным на рис.26, а токоведущие болты выворачиваются ключом, приведенным на рис.27. Затем удаляются изоляционные детали, устанавливается приспособление для снятия контактора (рис.28). Втулка снимается вместе с контактными кольцами. Контактные кольца равномерно нагреваются двумя керосиновыми горелками до температуры 250-280°С (местные перегревы недопустимы). После нагрева контактных колец и втулки контактор стягивается с места посадки с помощью приспособления, а после остывания удаляется с вала краном.

5. Снятие бандажных колец

Бандажные кольца двухпосадочной конструкции (с посадкой на бочку и на вал ротора) снимаются специальным приспособлением в нагретом состоянии без центрирующих колец. Бандажи консольного типа снимаются вместе с торцовыми упорными кольцами также в нагретом состоянии. Нагрев производится специальным индуктором, изготовленным из медных трубок с внутренним диаметром 19 мм и толщиной стенок 1,5 мм. Для охлаждения индуктора по трубкам циркулирует водопроводная вода давлением на входе 1-1,5 ат. Для обеспечения равномерного нагрева поверхности бандажного кольца по длине рекомендуется следующее распределение витков в индукторе: на одной пятой длины индуктора со стороны, обращенной к центрирующему кольцу, следует поместить примерно 35% витков, на противоположной стороне также на одной пятой длины - 25% витков. Витки изолируются асбестовой лентой и закрепляются между собой рейками из изоляционного материала. Общий вид индуктора приведен на рис.29.

Вместо указанного индуктора можно изготовить индуктор из гибкого медного провода без изоляции МГТ сечением 95 мм^2, помещенного в резиновый шланг ВГ32х4. Охлаждающая провод вода подводится в среднюю часть обмотки и сливается из обоих ее концов через наконечники (рис.30). На бандажное кольцо под витки индуктора накладывается асбестовый картон толщиной не менее 5 мм. Ввиду большого диаметра резинового шланга, в котором помещается медный провод, намотка индуктора производится в два слоя: первый - 50-65% общего количества витков - наматывается по всей длине бандажа (по краям вплотную, в середине вразбежку); второй укладывается только на концы бандажа - 10-15% (на носике) и со стороны центрирующего кольца - 25% (рис.31). Основные технические данные индукторов приведены в табл.5.

Таблица 5

Основные технические данные индукторов

Турбогенератор	Напряжение на зажимах, в	Ток, а	Количество витков
ТВВ-165-2	120	1350	25
ТВВ-200-2	130	1500	28
ТВВ-320-2	130	1500	28

Количество витков индуктора может отличаться от указанного, но при этом следует иметь в виду, что при неизменном напряжении на выводах обмотки сила тока и выделяемое тепло будут изменяться обратно пропорционально квадрату количества витков. В случае из-

менения напряжения при неизменном количестве витков мощность, потребляемая индуктором, будет изменяться прямо пропорционально квадрату напряжения, а сила тока – пропорционально первой степени напряжения.

Напряжение на индуктор подается через однофазный трансформатор Т-180 или два однофазных трансформатора ТСД-2000. Схема соединения трансформаторов приведена на рис.32. Время нагрева 50-60 мин. Температура контролируется термощупом, термопарами или ртутными термометрами, устанавливаемыми не менее чем в четырех точках бандажа: в верхней части – по краям и в середине, в нижней части – в середине. Температура нагрева должна быть не более 200-230°С.

Приспособление для снятия и надевания бандажных колец (рис.33) поставляется вместе с турбогенераторами. После того как нагретое бандажное кольцо сдвигается с посадочных мест, разбирается приспособление, снимается индуктор и устанавливается такелажный хомут. (рис.34). Бандажное кольцо подается мостовым краном на ремонтную площадку, устанавливается на торец и накрывается асбестом для равномерного охлаждения.

Для снятия бандажного кольца консольного исполнения предварительно при холодном бандажном кольце нагревается только стопорная гайка, удерживающая носик бандажа на бочке ротора. После нагрева гайки до температуры 200-250°С последнюю отворачивают ключом (рис.35). Для нагрева индукционным способом на гайку наматывают обмотку(5-6 витков). Величину тока (примерно 100а) подбирают, исходя из условия получения скорости нагрева 80-100°С за 10 мин. Снятие бандажного кольца производится аналогично снятию бандажных колец двухпосадочной конструкции, вместе с торцовым (упорным) кольцом.

6. Снятие центрирующих колец

Центрирующие кольца снимаются с вала приспособлением (рис.36), в котором использован упорный диск приспособления для снятия вентилятора (см.рис.23). Стяжные шпильки ввинчиваются в отверстия, расположенные на ступичной части кольца, и затягиваются равномерно гайками. Сила затяжки 30-40 кГ на плече 1 м.

Центрирующее кольцо нагревается равномерно керосиновыми горелками до температуры 200-250°С. Перед нагревом эластичный элемент кольца (перемычка) закрывается асбестом. Не допускается нагрев центрирующего кольца выше 280°С. Нагрев прекращается после того, как центрирующее кольцо с помощью приспособления сдвинется с посадочного места.

7. Расклиновка пазов ротора и лобовых частей, вымотка обмотки

После снятия насадных деталей ротор устанавливают на опоры для дальнейшей разборки. По мере расклиновки ротор поворачивают. Для поворота ротора используется временная муфта (рис.37), насаживаемая на конец вала со стороны турбины с натягом 0,2-0,3мм.

Клинья и распорки лобовых частей вынимаются при помощи обмоточных лопаток (рис.38). Пазовые клинья выбиваются пневматическими молотками Е-28 со специальными бойками (рис.39). Расклиновку следует начинать с пазов, в которые уложены большие катушки. Разгонка клиньев производится стальными клиньями и кувалдой.

Далее распаиваются соединения гибких шин токоподвода с катушками, а также верхние межкатушечные и межполюсные соединения, вымотываются малые катушки, распаиваются нижние межкатушечные соединения и вымотываются вторые катушки. Катушки вымотываются в порядке возрастания их номеров. При необходимости витки поднимаются клином (рис.40) и вынимаются из паза. При этом следует избегать деформации меди. Вынутая катушка без отделения изоляции отправляется для проверки на макет.

После вымотки катушек выбиваются клинья и вынимаются гибкие шины токоподвода, открывается центральное отверстие и вынимается стержень токоподвода для осмотра, а при необходимости и для переизолировки.

IУ. Подготовка катушек к изолировке

Катушка укладывается на макет (рис.41), затем устанавливаются калибры (рис.42) в вентиляционные пазы средней части катушки и проверяется геометрия катушки и совпадение остальных вентиляционных каналов. Деформированные участки полувитков в прямолинейной части выправляются рихтовкой через текстолитовую оправку на строганых стальных планках длиной 800-1000 мм, установленных на макете.

На верхнем витке рулеткой измеряется расстояние от среднего канала пазовой части

до остальных каналов. Размеры вносятся в журнал. Допускаемое отклонение смещения любого канала - не более 2 мм величины, указанной на чертеже.

При больших отклонениях дефект исправляется путем вырезки части проводника (на участке витка между вентиляционными каналами), удлинения витка вставками или расширения канала ручной опиловкой или фрезеровкой механизированным инструментом. Пайка витков производится припоем ПСр45.

Расположение вентиляционных каналов в остальных проводниках с обеих сторон полукатушки проверяется проверочными калибрами (рис.43). Несовпадения вентиляционных каналов в отдельных витках исправляются вышеуказанными способами. После этого витки катушки распаиваются и полукатушки передаются на участок чистки и калибровки меди. Изоляция отделяется обмоточным ножом, и виток пропускается через стационарное приспособление, предназначенное для чистки меди, или очищается при помощи шлифовальных машинок, снабженных стальными круглыми щетками. Затем он калибруется и обезжиривается. На боковой поверхности витков катушек с обеих сторон начала дугового участка полувитка делается риска острым инструментом для указания места наложения изоляции.

Размеры сечения меди витка в пазовой, лобовой части и на углах проверяются калибром (рис.44). Места утолщения и заусенцы снимаются напильником.

Окончательная чистка проводников производится шлифовальной шкуркой, бензином и техническими салфетками. Проводники, подлежащие изолировке, обматываются кабельной бумагой и передаются на изолировочный участок.

У. Наложение витковой изоляции и пайка катушек

Для витковой изоляции применяются полоски из стеклоткани ПСЭРI-30 толщиной 0,I0 мм, или стеклоткани ПСИФ/ЭП (приложение I0). Резка ткани на полосы производится следующим образом: на токарном станке устанавливается деревянный валик диаметром I00-I50 мм; из рулона на валик наматывается с натяжением стеклополотно; поверх него накладываются два слоя кабельной бумаги, закрепляемой канцелярским клеем; полотно разрезается на диски шириной 29 $\pm$ 0,5 мм; после разрезки каждые три ролика сматываются в один тремя параллельными слоями.

Изолировке подлежит только нижняя часть каждого проводника катушки (первый проводник не изолируется). Изолируемый проводник укладывается на стол, протирается технической салфеткой, смоченной в бензине, и сухой салфеткой. Поверхность, подлежащая изолировке, покрывается лаком ЭРI-30 (приложение II). После подсушки на воздухе в течение I0-I5мин накладывается девять полос стеклополотна толщиной 0,I0 мм. Длина полос должна быть равна прямолинейной части полувитка (расстояние между рисками). Если полоса состоит из двух кусков по длине катушки, то ее стыки следует выполнять с перекрытием в 40 мм, покрывая их лаком ЭРI-30. В одном слое допускается не более двух стыков. Стыки разных слоев располагаются по длине на расстоянии не менее 200 мм один от другого. Поверх изоляции к витку прикрепляется (бандажом) один слой триацетатной пленки и стальная полоса размером Iх28 мм тафтяной лентой вразбежку. Стальная полоса при опрессовке предохраняет изоляцию от появления на ней отпечатка тафтяной ленты. Витки можно изолировать прокладками толщиной I мм из предварительно опрессованного набора полос пропитанного стеклополотна.

Изолированные проводники укладываются в пресс-форму (рис.45). На дно пресс-формы между проводниками и поверх верхнего проводника устанавливаются стальные полосы сечением 28хI0 мм. Собранный столбик изолируется по периметру от пресс-формы триацетатной пленкой и стеклотекстолитовыми полосами толщиной I,5-2 мм. При изолировке витков прокладками (28хI мм) их можно не бандажировать к виткам перед закладкой в пресс-форму. Стальные полосы имеют на концах зажимы. Кабель сечением около 200 мм^2 соединяет указанные полосы последовательно в индукционную обмотку, которая подсоединяется к трансформатору Т-I80 или ТСД-2000. Производится предварительная подтяжка болтов пресс-формы из расчета получения удельного давления на витках 2-3 кГ/см^2. После этого на полосы подается напряжение и медь прогревается до температуры I40-I50^{0}С при скорости нагрева 30-40^{0}С за каждые I0 мин.

По достижении указанной температуры питание отключается и витки прессуются верхними болтами с усилием, создающим удельное давление на изоляцию порядка 25-30 кГ/см^2. После прессовки на полосы подается напряжение, и при

установившейся температуре 140-150°С изоляция запекается в течение 2 ч. Пресс-форма охлаждается обдувочным вентилятором или сжатым воздухом до температуры окружающей среды. Запеченная изоляция должна быть прочно приклеена к проводнику и не иметь расслоений, складок, трещин и других дефектов. Толщина изолированного проводника с изоляцией должна быть 6±0,1 мм при толщине меди 5 мм и 8±0,1 мм при толщине меди 7 мм.

Опиловка витковой изоляции полувитков в местах фрезеровки меди под вентиляционные каналы производится на специальных столах (рис.46) вручную драчевыми напильниками. Концы прокладок витковой изоляции пазовой части катушек вырезаются для соединения "замком" (рис.47) или заливаются на конус на длине 30 мм.

Порядок пайки витков катушки следующий:

1. На макете закрепляется первый полувиток, выставляются вылеты лобовых частей. Для ротора турбогенератора ТВВ-165-2 сборку катушек с нечетными номерами начинают с правого полувитка (если смотреть со стороны токоподвода), с четными номерами - с левого. Для роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 сборку катушек с четными номерами начинают с правого полувитка (если смотреть со стороны токоподвода), с нечетными номерами - с левого.

2. Нижние межкатушечные соединения припаиваются припоем ПСр45 (для ротора турбогенератора ТВВ-165-2 к полувитку четных катушек, кроме последних, а для роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 к полувитку нечетных катушек, также кроме последних). Соединения изготавливаются из меди толщиной, равной толщине витка, и шириной 40 мм. Торцы концов соединений закругляются радиусом 5 мм (см. рис.4 и 5).

3. На макете устанавливается следующий полувиток, проверяются вылеты лобовых частей и оба полувитка спаиваются со стороны турбины. Проводники нижнего витка всех катушек в лобовой части спаиваются между собой припоем ПСр45 прерывистым швом.

4. Первый полувиток второго витка выставляется относительно первого витка, закрепляется в макете и припаивается к первому витку.

5. Другая половина второго витка закрепляется и припаивается и т.д.

6. Аналогично собираются остальные катушки.

При сборке и пайке катушки калибрами (см.рис.43) проверяются вентиляционные каналы в пазовой части. Кроме того, для роторов с одноструйной вентиляцией проверяются круглым калибром диаметром 10 ±0,1 мм входные отверстия в каналы лобовой части. При необходимости каналы подравниваются опиловкой.

На внутреннюю поверхность витков собранной катушки наносится риска на расстоянии 50 мм от конца пазовой части. Глубина риски 0,2-0,5 мм.

К проводнику нижних полувитков припаиваются припоем ПСр45 упоры из меди размером 3х10х10 мм на расстоянии 25-26 мм от места выхода витка из паза. Упоры фиксируют полукруглые изоляционные прокладки, установленные на дне паза, предохраняя от аксиального перемещения. У роторов с двухструйной системой вентиляции лобовых частей по оси катушек со стороны турбины на боковые поверхности нижних витков всех катушек (за исключением первой) припаиваются упоры из меди размером 4х10х10 мм. К верхним виткам всех катушек, за исключением первой катушки и прямолинейной части второй катушки (см.рис.5), припаиваются такие же упоры, фиксирующие положение межкатушечных распорок и клиньев.

Все паяные соединения запиливаются и проверяются калибром (см.рис.44).

УІ. Ремонт узла токоподвода

Гибкие шины токоподводов, подсоединяемые к контактным кольцам, изолируются одним слоем стеклоленты толщиной 0,2 мм впритык, четырьмя-пятью слоями стеклослюдиналенты С2ЛФГ толщиной 0,13-0,17 мм и двумя слоями стеклоленты вполнахлеста.

Гибкие шины токоподвода, подсоединяемые к обмотке, изолируются стеклополотном, пропитанным лаком ЭРІ-30, из расчета общей односторонней толщины изоляции 4 мм, после чего опрессовываются и запекаются при температуре 140-160°С в течение 10 ч.

На дно паза токоподвода укладываются текстолитовые прокладки шириной, равной ширине паза, и общей толщиной 4 мм. Уложенная шина с боков расклинивается текстолитовыми прокладками необходимой толщины и ширины. Поверх шины укладываются текстолитовые прокладки (общая их толщина подбирается по месту) и стальная полоса. Пазы заклиниваются.

Стержень токоподвода изолируется следующим образом:

I. На торце каждого медного полустержня керном отмечается плоскость, в которой расположены оси резьбовых отверстий для токоведущих болтов.

2. Поверхность полустержней покрывается тонким слоем лака ГФ-95.

3. На каждый полустержень накладывается шесть слоев стекломикаленты С2ЛФГ толщиной 0,I3 мм внахлестку и один защитный слой стеклоленты с перекрытием в I/3. Каждый слой стекломикаленты (кроме последнего) промазывается лаком ГФ-95.

4. Изоляция сушится в печи при температуре I20°С в течение 3-4 ч, а затем запекается при температуре I80-200°С в течение 5-6 ч.

5. Защитный слой стеклоленты снимается и полустержни изолируются одним слоем стеклолакоткани ЛСК-7 толщиной 0,I5 мм вполнахлеста. Между изолированными полустержнями ставится текстолитовая прокладка толщиной 4 мм, шириной 90 мм, и весь комплект бандажируется одним слоем стеклоленты впритык.

На стержень токоподвода ударом молотка через деревянную оправку насаживается бумажно-бакелитовый цилиндр. Предварительно на его внутренней кромке снимается фаска. Если бакелитовый цилиндр по длине состоит из двух частей, то в месте их сопряжения на внутренней стороне одного и наружной стороне другого цилиндра на длине 40 мм срезается слой, равный половине толщины их стенки. Место соединения при сборке промазывается бакелитовым лаком. В местах отверстий для токоведущих болтов изоляция вырубается и подрезается ножом. Основные размеры изолированного стержня показаны на рис.48.

УП. Ремонт контактора

Втулка контактора изолируется коллекторным миканитом КФГ или формовочным ФФГ2А, ФМЦ-А толщиной 0,3-0,5 мм. При подсчете количества изоляции учитываются размеры наружного диаметра втулки и внутреннего диаметра контактных колец, припуск на натяг 0,75-0,85 мм на диаметр и припуск на обработку 2-2,5 мм на сторону.

Заготовки изоляции нарезаются полосами шириной, на 20 мм большей ширины втулки, и длиной ℓ, определяемой из условия минимальных отходов при раскрое стандартного листа изоляции. Количество заготовок n находится по формуле

$$n = \frac{\pi D_{ср} d}{a \cdot \ell} \quad мм,$$

где $D_{ср}$ - средний диаметр накладываемой изоляции, мм;

d - односторонняя толщина изоляции с припуском, мм;

a - толщина заготовки, мм;

Втулка контактора изолируется следующим образом:

I. Заготовки подогреваются и формуются на втулке.

2. Втулка и отформованные заготовки покрываются 30%-ным мелачным лаком и сушатся на воздухе до появления отлипа.

3. На втулку надеваются резиновые кольца, и под них устанавливаются заготовки в направлении, совпадающем с направлением вращения ротора.

4. Изоляция предварительно подогревается до температуры 90-I00°С и опрессовывается специальным приспособлением при удельном давлении около 5 кГ/см^2. После этого втулка нагревается в печи до температуры I40-I50°С и повторно прессуется при удельном давлении 50 кГ/см^2.

5. При указанных температурах и давлении изоляция запекается в течение I,5-2 ч.

6. Втулка охлаждается до температуры окружающей среды, и приспособление разбирается.

Наружная поверхность изоляции втулки протачивается до необходимого диаметра, после чего в соответствующих местах в изоляции вырезаются отверстия под токоведущие и крепежные болты.

Втулка устанавливается вертикально на ровную плиту, рядом ставятся ограничивающие упоры соответствующей длины для аксиальной фиксации места посадки первого контактного кольца. Контактное кольцо нагревается до температуры 250-300°С и насаживается на втулку при помощи хомута (рис.49). На насаженное кольцо ставятся ограничивающие упоры, и насаживается второе контактное кольцо. Положение колец по окружности строго ориентируется по маркировке.

Свободные участки миканитовой изоляции бандажируются шнуром диаметром 2 мм.

Контактор в сборе насаживается на вал в нагретом (до температуры I50°С) состоянии.

Нагрев контролируется штихмасом длиной, равной внутреннему диаметру втулки плюс 0,4 мм. Контактор удобно нагревать в термостате, в котором поддерживается температура 250-300°С. Время нагрева до указанной температуры приблизительно 4 ч.

Затем собирается узел соединения контактных колец со стержнем токоподвода. Следует обращать особое внимание на размеры текстолитовой коробки, закрывающей токоведущие болты. Толщина ее верхней стенки должна обеспечить некоторый натяг на головки контактных винтов после установки наружных металлических накладок. Такой натяг обеспечивает надежный контакт гибкой шины токоподвода с токоведущим болтом. Дефектные текстолитовые детали токоподвода заменяются запасными или деталями, изготовленными по образцу из текстолита.

После сборки всех токоведущих болтов вал ротора испытывается на газоплотность воздухом при давлении 4 кГ/см^2. Падение давления в течение I ч не должно превышать 5% (0,I5кГ/см^2) первоначального, равного 3 кГ/см^2.

После сборки турбоагрегата наружная поверхность контактных колец протачивается и шлифуется накладным кругом при вращении ротора валоповоротным устройством.

УП. Ревизия бандажного узла и вентилятора

Бандажное кольцо осматривается до его снятия с ротора, проверяется наличие следов контактной коррозии у посадочных мест и соответствие аксиального положения бандажных и центрирующих колец чертежу и маркировке.

После разборки все поверхности деталей бандажного узла тщательно осматриваются до и после чистки через лупу с 3-I0-кратным увеличением. Места, вызывающие подозрение, проверяются на отсутствие трещин (см.Противоаварийный циркуляр № Э-2/7I). Все замеченные трещины, следы коррозии и местные перегревы отмечаются в паспорте-эскизе и фиксируются в техническом акте.

Появление контактной коррозии на посадочных местах обычно свидетельствует о недостаточном натяге сопрягаемых деталей. Иногда в результате попадания в корпус турбогенератора влаги появляется коррозия на внутренней поверхности бандажных колец в местах стыка стеклотекстолитовых сегментов. В таких местах возможно образование микроскопических трещин.

Z - образные центрирующие кольца с трещинами в эластичной части независимо от их глубины следует заменять новыми центрирующими кольцами.

Трещины в бандажных и центрирующих кольцах, за исключением трещин, расположенных на эластичной части, а также подгары, забоины и следы коррозии удаляются шлифовальной машинкой с мелким карборундовым камнем местной выборкой металла с плавными переходами. Обработанные места шлифуются, полируются и проверяются на отсутствие трещин.Если после проверки повторно обнаруживаются трещины, то обработка повторяется до полного их устранения. Глубина местной выборки металла допускается до 5 мм. При наличии большого количества мелких трещин на поверхности бандажного кольца иногда целесообразно устранять их проточкой дефектной поверхности на карусельном или токарном станке. Глубину проточки следует в каждом случае согласовывать с заводом-изготовителем турбогенератора. Для защиты от коррозии поверхность бандажного кольца покрывается защитной эмалью АКО-3.

Соответствие фактических посадочных натягов бандажного и центрирующего колец допустимым определяется после измерения диаметров посадочных мест штихмасом и микрометрической скобой. Если такой скобы нет, то изготовляются временные мерительные скобы (рис.50). Допустимые натяги приведены в табл.4.

В случае недостаточного натяга центрирующего кольца на вал по сравнению с допустимым разрешается на посадочном месте устанавливать стальную прокладку. Максимальная толщина прокладки 0,5 мм. При ослаблении натяга на величину, большую 0,5 мм,центрирующие кольца необходимо заменять новыми.

При недостаточном натяге бандажного кольца способ устранения дефекта согласовывается с ЦКБ Главэнергоремонта или с заводом-изготовителем.

Посадочные места на валу и бочке ротора осматриваются, а при необходимости ремонтируются методами, указанными для бандажных колец.

Далее производится ревизия вентиляторов ротора, заключающаяся в их очистке, осмотре и проверке натяга путем измерения диаметров ступицы и вала. Ремонт ступицы вентилятора в случае необходимости производится аналогично ремонту бандажных колец. Запрещается ре-

монтировать и оставлять в работе лопатки вентилятора, имеющие трещины.

IX. Подготовка ротора и крепежных деталей

Зубцы и посадочные места ротора после очистки до металлического блеска осматриваются с целью выявления механических повреждений. Заусенцы и забоины запиливаются. Обнаруженные трещины (если величина их не угрожает прочности ротора) устраняются способом, указанным в разделе УШ данной главы. Затем устанавливаются гибкие шины токоподводов (раздел УI данной главы). Желательно также установить стержень токоподвода и контактор. Вся наружная поверхность вала между посадочными местами под центрирующие кольца покрывается тонким слоем эмали ГФ-92ХК или ГФ-92ХС.

Вентиляционные пазы звездочки вала ротора заполняются деревянными подушками, и под лобовые части обмотки устанавливается опалубка (рис.5I-53). В опалубке со стороны турбины вырезы под межкатушечные и междуполюсные соединения не делаются. У роторов с двухструйной системой вентиляции лобовых частей устанавливаются на вал разделяющие перегородки. При установке опалубки ее сегменты задвигаются поочередно под резиновый шнур, обвязанный вокруг вала, измеряются внешние диаметры опалубки и положение ее наружной поверхности относительно дна пазов. С учетом полученных измерений на опалубку укладывается электрокартон и крепится киперной лентой. Наружный диаметр подготовленной поверхности должен быть на I-I,5 мм больше расчетного, так как при нагреве и опрессовке сегменты опалубки подсыхают и деформируются. На опалубке со стороны возбудителя делаются необходимые местные выборки для участков с увеличенным количеством витков катушек.

Роторные гильзы следует осмотреть и испытать повышенным напряжением во время подготовки к ремонту для возможности своевременного заказа запасных гильз при наличии бракованных. Гильзы не должны иметь механических повреждений и расслаивания. Внутренняя поверхность гильзы должна быть чистой и не иметь остатков триацетатной пленки. Размеры гильз и манжет приведены соответственно на рис.6 и 7. Гильзы хранятся на стойках (рис.54).

Пазовые клинья осматриваются, запиливаются заусенцы, забоины, а клинья, имеющие трещины, бракуются.

Старые изоляционные детали расклиновки лобовых частей обычно могут быть использованы при перемотке. Вместо поломанных и расслоившихся деталей по старому образцу изготавливаются новые из стеклотекстолита СТЭф или асботекстолита.

Чистка ротора перед сборкой обмотки производится первоначально пылесосом, а потом сжатым воздухом.

X. Укладка и опрессовка обмотки, заклиновка пазов

На подвесное приспособление (рис.55) подвешивается первая катушка узкой стороной вниз. Верхняя двутавровая балка приспособления с крючками служит для транспортировки катушек. Крючки балки во избежание повреждения меди и изоляции витков обматываются киперной лентой. В пазы ротора устанавливаются манжеты и роторные гильзы с помощью осадочной доски (рис.56). Роторные гильзы должны выступать с каждой стороны бочки на 25 мм. При испытании гильз повышенным напряжением можно использовать осадочную доску, покрыв ее металлической фольгой.

На дно гильз заподлицо с их концами устанавливается набор полукруглых прокладок с вентиляционными канавками. Во избежание поворота или смещения прокладки в нескольких местах обвертываются липкой лентой. С крючков подвесного приспособления опускается вниз первый, а затем второй полувиток катушки. Оба полувитка выставляются в осевом направлении по упорам, приваренным снизу. Пазовая часть осаживается ударами обмоточного молотка через осадочную доску (рис.57). Проверяется совпадение вентиляционных каналов на витке с каналами на полукруглых прокладках. Пазовая часть зажимается специальными домкратами (рис.58), выставляются вылеты лобовых частей.

На участке катушки с уменьшенным количеством витков под первый виток устанавливаются прокладки необходимой толщины.

На роторе турбогенератора ТВВ-I65-2 медными заклепками диаметром 4 мм, длиной 20 мм приклепывается, а затем припаивается припоем ПСр45 гибкая шина токоподвода. Кромка пайки, обращенная к следующему витку, закругляется радиусом 5 мм. На месте пайки стеклянной лентой пробандажировываются миканитовые прокладки толщиной I мм.

С крючков подвесного приспособления снимается и укладывается второй виток. В лобо-

вой части устанавливаются и подгоняются прокладки дугового участка катушки из стеклотекстолита толщиной I мм и шириной 28,0-28,5 мм и угловые прокладки (рис.59).

У роторов с одноструйной вентиляцией лобовых частей размечаются вентиляционные отверстия в стеклотекстолитовой прокладке дугового участка. Просечкой диаметром I2 мм пробиваются отверстия в прокладках. У роторов с двухструйной вентиляцией прокладки не обрабатываются. Медь витка в лобовой части и прокладки со стороны их прилегания к витку покрываются лаком ЭРI-30. Прокладки бандажируются к витку стеклолентой вразбежку (лента не должна закрывать вентиляционных отверстий), после чего лобовые части витка сверху и снизу промазываются лаком ЭРI-30.

На роторах с двухструйной вентиляцией лобовых частей рекомендуется стеклотекстолитовые прокладки устанавливать с двух сторон витка через виток.

Виток опускается в паз и зажимается домкратами (4 шт. на паз). Аналогично укладываются остальные витки катушки. Положение вентиляционных каналов при укладке контролируется в пазовой части по риске на боковой поверхности витков, нанесенной после пайки катушки. На роторах с одноструйной вентиляцией ведется дополнительный контроль калибром диаметром 8 мм через радиальные каналы дуговых участков витков.

После этого аналогичным образом укладываются первая и вторая катушки второго полюса, вторая и третья катушки первого полюса и в том же порядке остальные катушки. По мере укладки катушек припаиваются нижние и верхние межкатушечные соединения. Кромки мест паек, прилегающие к соседнему витку, закругляются радиусом 5 мм. Места пайки изолируются дополнительными миканитовыми прокладками толщиной I мм, прибандажированными стеклолентой, пропитанной лаком ЭРI-30.

Аналогично припаивается и изолируется междуполюсное соединение. При укладке каждой катушки следует проверять глубину местных выборок опалубки со стороны возбудителя для межкатушечных соединений и дополнительных нижних витков с тем, чтобы диаметр расположения наружных витков соответствовал чертежному размеру.

После укладки каждой катушки на верхний виток накладывается защитная полоска электрокартона и катушки закрепляются в пазу временными деревянными клиньями (рис.60).

У роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 гибкие шины токоподводов припаиваются к верхним виткам первых катушек после укладки обмотки.

При подготовке обмотки ротора к опрессовке насаживаются временные центрирующие кольца (рис.6I), в пазы укладываются электрокартонные прокладки толщиной 2 мм и стальные пресс-планки толщиной 8 мм, через каждые 400-500 мм устанавливаются технологические клинья (рис.62). Лобовые части подравниваются и расклиниваются временными деревянными клиньями (рис.63) и распорками (рис.64). Вначале устанавливаются междугильзовые клинья, затем распорки по направлению от центрирующих колец к бочке ротора и от центра катушек к углам. Затем устанавливаются остальные клинья.

Схема расклиновки приведена на рис.65. Между катушками и деталями расклиновки прокладывается триацетатная пленка и электрокартонные прокладки толщиной I мм. В местах междукатушечных соединений устанавливаются соответствующие выравнивающие прокладки из электрокартона. Калибром диаметром 8 мм проверяется совпадение вентиляционных отверстий на дуговых участках лобовых частей обмотки с одноструйной системой вентиляции. Лобовые части обвертываются триацетатной пленкой и электрокартоном толщиной 2 мм. На каждую сторону устанавливается броня (рис.66) и по три прессующих кольца (рис.67).

Нагрев обмотки ротора производится током от резервного возбудителя или другого источника постоянного тока, подключенного кабелями к контактным кольцам или к гибким шинам токоподвода. Величина тока для нагрева ротора турбогенераторов ТВВ-I65-2 не более 400а и ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 не более 600а должна обеспечить скорость нагрева в лобовой части, не превышающую 20°С за I ч. Температура контролируется ртутными термометрами, устанавливаемыми на бочке ротора в балансировочных отверстиях поблизости от первой катушки и в лобовых частях в зоне предпоследней катушки. Для дополнительного контроля следует измерять среднюю температуру меди ротора методом вольтметра и амперметра. Максимально допустимая температура, измеренная этим методом, II5°С. По достижении температуры 80°С по тер-

мометрам, установленным в большом зубе (или 110-115°С по термометрам в любой части), ток отключается, и производится первая опрессовка обмотки. Вначале прессуется пазовая часть от середины бочки ротора к его торцам, затем лобовые части, начиная от сегментов брони, установленных в зоне большого зуба. Прессовка лобовых частей заканчивается после равномерной посадки сегментов брони на временные центрирующие кольца и на заточку бочки ротора. После охлаждения ротора до температуры 30-40°С снимаются сегменты брони, пресс-кольца, временные центрирующие кольца, удаляются временные деревянные клинья и опалубка, проверяется витковая изоляция, снова устанавливаются временные центрирующие кольца, лобовые части расклиниваются постоянными клиньями и распорками, при этом деформация катушек не допускается.

Между временными центрирующими кольцами и последними катушками устанавливаются те же временные клинья, что и при первой опрессовке.

На лобовых частях собираются опрессовочные приспособления. Нагрев ротора для второй опрессовки производится аналогично нагреву для первой опрессовки.

Затем производится вторая опрессовка лобовой части. Одновременно с опрессовкой лобовой части болтами, установленными в технологических клиньях, подпрессовывается пазовая часть обмотки, после чего включается ток и ротор нагревается для запечки. В процессе запечки обмотки температура ротора должна поддерживаться строго постоянной в течение 10ч и составлять 140°С по термометру, установленному на бочке ротора у первой катушки, и 160°С по термометру, установленному на предпоследней катушке. Периодически (через каждый час) средняя мпература обмотки контролируется по омическому сопротивлению обмотки методом вольтметра и амперметра, причем она не должна превышать 160°С. Для обеспечения указанной температуры рекомендуются следующие величины тока для роторов турбогенераторов:ТВВ-165-2 - 275 - 300а, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 - 390-420а. После охлаждения ротора до 30-40°С опрессовочные приспособления с лобовых частей снимаются и при подкатых болтах технологических клиньев в пазовой части проверяется витковая изоляция.

Из пазов ротора удаляются технологические клинья, пресс-планки и временные прокладки, лобовые части закрываются электрокартоном и утягиваются киперной лентой. Во избежание деформации зубцов ротора в каждый паз с обоих его концов (за исключением паза, подлежащего заклиниванию) устанавливается по две пары технологических встречных клиньев (рис.68), располагаемых в двух плоскостях (рис.69). В свободный от технологических клиньев паз пневматическим молотком через стальную оправку заклиниваются два постоянных пазовых клина. Заклиновка производится с обоих концов каждого паза. Далее аналогичным образом заклинивается соседний паз, из которого предварительно удаляются технологические клинья. После установки всех клиньев в средней зоне бочки ротора забивается следующий ряд клиньев по окружности и так далее. Для облегчения движения клина разрешается наносить удары по его верхней части. Во избежание наклепов можно применять только обмоточный молоток.

Подклиновые прокладки подгоняются по *толщине по мере заклинивания пазов*. Подгонка их производится путем снятия ножом лишних слоев. При этом строго соблюдается совпадение их вентиляционных каналов с каналами в меди обмотки. Зазоры в замках подклиновых прокладок заполняются стеклотекстолитовыми вставками (рис.70). Место стыковки покрывается лаком ЭФ1-30. Не допускается установка составных по высоте подклиновых прокладок.

Подклиновые прокладки удерживаются при заклиновке технологическими клиньями (см. рис.68) и прижимными рычагами (рис.71). Вентиляционные отверстия клиньев, установленных на место, закрываются пробками (рис.72).

При заклиновке пазов ротора турбогенератора ТВВ-200-2 заблаговременно устанавливается демпферная система.

Крайние клинья (из хромистой бронзы или титанового сплава) должны плотно прилегать к пазу по всей площади ласточкина хвоста. Окончательная их подгонка производится наброской. В связи с некоторой деформацией зубцов ротора в тангенциальном направлении при его переклиновке площадь поверхности прилегания части старых крайних клиньев к зубцам может уменьшаться. Тогда эти клинья заменяются новыми (до 50% всех крайних клиньев). Качество заклиновки проверяется ударами по клину молотком весом 200-300 г. При этом клин не должен дрожать и под ним не должна чувствоваться пустота. Крайние клинья, кроме этого, прове-

ряются с торца щупом. Щуп 0,05 мм не должен входить в зазор между клином и головкой зубца ротора. По окончании заклинивания проверяется проходимость вентиляционных каналов обмотки в пазовой части (приложение I2).

XI. Сборка ротора

После заклиновки пазов снимаются временные центрирующие кольца, надеваются торцовые и дистанционные кольца. Перед посадкой центрирующих колец винты М30, служащие упорами, должны быть вывернуты. При отсутствии маркировки кольца следует посадить так, чтобы центр каждой группы отверстий располагался против больших зубцов бочки ротора. Отверстия для винтов расположены на центрирующих кольцах двумя группами, по семь штук в каждой.

После остывания центрирующие кольца фиксируются в осевом направлении упорными планками, подгоняемыми по месту.

Упорные винты заворачиваются в центрирующие кольца до отказа и стопорятся кернением. Величина зазора между центрирующими и торцовыми кольцами 5-I5 мм. От нажима винтов допускается деформация торцового кольца в осевом направлении до 5 мм.

Первые роторы турбогенераторов серии ТВВ выпускались с центрирующими кольцами без упорных винтов. Торцовые кольца расклинивались металлическими клиньями.При перемотке обмотки ротора следует реконструировать этот узел и выполнять его аналогично последнему заводскому исполнению.

Перед установкой сегментов подбандажной изоляции устанавливаются на углах между большими катушками междуполюсные клинья, рулеткой проверяются диаметры лобовых частей у бочки ротора и у центрирующего кольца. Рекомендуется также проверять положение поверхности лобовых частей по окружности шаблоном из стального листа толщиной 2-3 мм, выполненным по форме сечения бандажного кольца. При отклонении размеров наружных поверхностей лобовых частей от расчетных необходимо установить дополнительные прокладки из стеклотекстолита.

Пазовая гильза на выходе из паза подрезается (рис.73). Необходимо визуально убедиться в том, что у роторов с двухструйной системой вентиляции лобовых частей входные и выходные отверстия вентиляционного канала дуговых частей обмотки и прямолинейного участка не перекрыты.

Далее устанавливаются сегменты подбандажной изоляции; при этом стыки сегментов располагаются против зубцов ротора с зазором I,5-2,5 мм. Стыки нижнего ряда не должны совпадать со стыками верхнего ряда.

Под носик бандажного кольца устанавливаются малые сегменты. Сегменты подбандажной изоляции и малые сегменты крепятся хомутами или бандажами из стальной проволоки диаметром I,5-2 мм. По мере насаживания бандажного кольца проволока рубится зубилом и снимается.

Бандажные кольца надеваются с помощью приспособления(см.рис.33)в следующем порядке: в паз центрирующего кольца устанавливается кольцевая шпонка, бандажное кольцо заводится на лобовые части обмотки, устанавливается индуктор и приспособление для надевания бандажа. После нагрева до температуры 220-240°С бандажное кольцо насаживается на посадочные места до момента фиксирования его кольцевой шпонкой.

После насадки бандажей проверяется проходимость вентиляционных каналов лобовых частей обмотки. У роторов с двухструйной системой вентиляции лобовых частей проверяются только прямолинейные участки.

Ступица вентилятора со стороны турбины и вентилятор в сборе со стороны возбудителя также устанавливаются в нагретом состоянии. Температура нагрева 200-250°С.

Полумуфта ротора после нагрева до температуры I80-200°С насаживается до упора и крепится от сдвига в осевом направлении стальной планкой сечением I20х20 мм и болтами, ввернутыми в технологические отверстия в торце вала. Для фиксации положения муфты в тангенциальном направлении устанавливаются временные клиновые шпонки, изготовленные по образцу постоянных. Постоянные шпонки после остывания полумуфты подгоняются по месту шабровкой. Прилегание поверхностей проверяется по краске. Шпонки крепятся стопорными винтами М10.

Опрессовка ротора на газоплотность производится в соответствии с Временными указаниями по технологии ремонта турбогенераторов.

Глава четвертая

НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ

I. Общие вопросы техники безопасности

Все работы по перемотке обмоток роторов турбогенераторов должны выполняться с соблюдением "Правил техники безопасности при эксплуатации электрических станций и подстанций" (Энергия, 1967), "Правил техники безопасности при обслуживании теплосилового оборудования электростанций" (Энергия, 1965), "Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов" (Техника, 1970), а также требований промышленной санитарии, техники безопасности и противопожарной техники в электротехнической промышленности.

Ремонтный персонал, занимающийся ремонтом энергетического оборудования, в частности турбогенераторов, обязан знать указанные правила по технике безопасности, а также местные инструкции по технике безопасности, отражающие особенности производства отдельных ремонтных работ.

Руководитель ремонта или мастер перед началом работ должен проводить на рабочих местах дополнительный инструктаж о мерах безопасности при выполнении конкретной работы. Инструктаж оформляется по установленной форме.

К ремонту можно приступать только после оформления допуска с записью в оперативном журнале.

II. Специальные указания по технике безопасности и противопожарным мероприятиям

Оборудование рабочих мест и размещение ремонтируемых узлов ротора должно производиться по проекту организации работ. На рабочих местах предусматриваются свободные проходы. Участки, на которых будут производиться работы с открытым огнем (подготовка меди, сборка и разборка ротора), выбираются на расстоянии не менее 10 м от газовых (водородных) постов. При необходимости принимаются защитные меры от сквозняков и от действия высоких температур. В опасных зонах вблизи рабочих мест устанавливаются предупредительные плакаты, которые должны быть видны в ночное время, выбираются и оборудуются места для курения. К столам опиловки витковой стеклотекстолитовой изоляции и подгонки деталей расклинивания лобовых частей подводится местная вытяжная вентиляция.

Приспособления, нагреваемые электрическим током, вал ротора, корпуса и один вывод обмотки низкого напряжения нагревательных и осветительных трансформаторов заземляются. В качестве стационарных заземляющих проводников применяются стальные шины сечением не менее 24 мм^2 и толщиной не менее 3 мм, или круглая сталь диаметром не менее 5 мм, или медный голый провод сечением не менее 4 мм^2. Заземляющие проводники крепятся сваркой или болтовым соединением.

Рабочие места освещаются стационарными светильниками в соответствии с действующими нормами. Для переносного освещения применяется напряжение 12 и 36в. Все подключения оборудования к электросети производятся дежурным персоналом электростанции по заявке ремонтного персонала.

Лаки, эмали, разбавители и микалента хранятся на рабочем месте в металлической закрываемой таре в количествах, потребных для работы одной смены. В конце работы они сдаются на хранение в специальное помещение для горючих веществ.

Покрытие узлов ротора лаками и эмалью с помощью пульверизатора производится в присутствии представителя пожарной охраны электростанции. Место покрасочных работ временно ограждается, вывешиваются плакаты. Вблизи участка, где производятся работы, запрещается курение, разведение огня, сварочные работы. Рядом с местом работы устанавливаются огнетушители, ящики с песком, проверяются наличие и исправность поста пожарной воды. Рабочие, выполняющие покраску, применяют респираторы Ф-45 или Ф-46. Для отвода электростатического заряда окрашиваемый предмет и приспособления, используемые для пульверизационной окраски, заземляются.

Работы с эпоксидными смолами и лаками, изготовленными на их основе, производятся в хорошо вентилируемом помещении. При необходимости оборудуется приточно-вытяжная вентиляция. Для работы руки смазывают биологической пастой "невидимые перчатки" (приложение 13) или пастой ИВР-I (производства Казанского химико-фарма-

цевтического завода). Снимаются "невидимые перчатки" теплой водой. Руки следует мыть не только во время перерывов (туалет, прием пищи, курение) и после окончания работы, но также перед питьем воды. Эпоксидный лак, случайно попавший на кожу, немедленно удаляется ватным тампоном, смоченным в спирте, затем эта часть кожи тщательно промывается водой с мылом.

Запрещается мыть руки растворителями и песком во избежание поражения кожи. Лак наносится на изделие кистями, имеющими на ручках защитные экраны (металлические или картонные). Разрешается вместо биологической пасты применять резиновые перчатки.

Рабочие помещения оборудуются умывальниками с теплой водой, снабжаются мылом, щетками и салфетками. На рабочих местах эпоксидный лак и его растворители хранятся в металлических закрываемых ящиках.

Для сбора загрязненной бумаги и обтирочного материала в помещении устанавливаются ящики с металлическими крышками. В конце смены ящики очищаются. Спецодежда рабочих хранится отдельно от другой одежды, она стирается механическим способом. Не разрешается отправлять спецодежду работающих с эпоксидными лаками за пределы предприятия.

Работа по опиловке стеклотекстолитовой изоляции выполняется только при включенной местной интенсивной вытяжной вентиляции. В окружающем воздухе допускается содержание стеклянной пыли не более 3 мг/м^3.

Нагрев ротора током производится при установленном ограждении и вывешенных плакатах. При нагреве и запечке изоляции в ночное время устанавливается дежурство специально проинструктированных работников (не менее 2 чел).

Приложение I

ПЕРЕЧЕНЬ НОМЕРОВ ЗАВОДСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ПЕРЕМОТКЕ ОБМОТОК РОТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТВВ-320-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-165-2

Наименование	ТВВ-320-2		ТВВ-200-2		ТВВ-165-2
	одноструйный	двухструйный	одноструйный	двухструйный	
Вал ротора	8БС.201.464	8БС.202.050	8БС.201.745	8БС.201.745	8БС.201.210
Вал ротора с клиньями	5БС.200.442	5БС.200.442	5БС.200.591	5БС.200.902	5БС.200.579
Ротор обмотанный	5БС.675.386	5БС.675.923	5БС.675.286	5БС.675.859	5БС.675.287
Ротор (сборка)	5БС.675.501	5БС.675.934	5БС.675.288	5БС.675.860	5БС.675.289
Кольцо бандажное	5БС.214.945	8БС.214.945	5БС.296.945	8БС.296.260	8БС.214.959
Кольцо центрирующее	5БС.214.947	8БС.296.216	8БС.214.947	8БС.296.261	8БС.214.960
Вентилятор (сторона турбины)	5БС.435.233	5БС.435.233	5БС.435.160	5БС.435.451	5БС.435.160
Вентилятор (сторона возбудителя)	5БС.435.234	5БС.435.234	5БС.435.159	5БС.435.451	5БС.435.159
Вал ротора с токоподводом	5БС.200.709	5БС.200.709	5БС.200.588	5БС.200.908	5БС.200.572
Кольцо контактное (в сборе)	5БС.555.234	5БС.555.234	5БС.555.113	5БС.555.261	5БС.555.113
Стержень токоподвода	5БС.540.717	5БС.540.717	5БС.540.305	5БС.540.717	5БС.540.295
Шина токоподвода	5БС.531.068	5БС.531.068	5БС.531.245	5БС.532.071	5БС.200.246
Болт токоведущий	5БС.568.032	5БС.568.032	5БС.568.032	5БС.568.032	5БС.568.032
Болт токоведущий (сторона бочки)	5БС.568.040	5БС.568.065	5БС.568.028	5БС.568.028	5БС.568.036
Винт контактный	8БС.900.416	8БС.900.416	8БС.900.416	5БС.900.416	8БС.900.416
Вал ротора с токоподводом	5БС.200.709	5БС.200.709	5БС.200.588	5БС.200.908	5БС.200.572
Катушки обмотки ротора	5БС.523.042	5БС.523.444	5БС.524.965	5БС.523.416	5БС.524.963
Коробка пазовая ротора (гильза)	5БС.786.016	5БС.786.016	5БС.786.014	5БС.786.014	8БС.786.017
Коробка пазовая концевая (манжета)	8БС.786.033	8БС.786.033	8БС.786.033	8БС.786.033	8БС.786.034
Сегменты подбандажные	8БС.787.195	8БС.787.196	8БС.787.195	5БС.787.196	8БС.787.195
Сегменты подбандажные (на бочку)	5БС.192.083	8БС.787.233	5БС.192.083	5БС.192.083	8БС.785.208
Лопатка вентилятора	8БС.437.198	8БС.437.198	8БС.437.198	8БС.437.198	8БС.437.198
Шпилька вентилятора	8БС.931.193	8БС.931.193	8БС.931.193	8БС.931.193	8БС.931.193
Кольцо контактное	5БС.655.235	5БС.555.235	5БС.555.114	8БС.555.162	5БС.555.114
Втулка контактных колец	8БС.191.068	8БС.191.068	8БС.210.239	8БС.210.239	8БС.210.239

Приложение 2

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТВВ-165-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2

№ п.п.	Наименование	Номер чертежа ЛЭО "Электросила"	Количество
	Турбогенератор ТВВ-165-2		
1	Сегмент подбандажный	8БС.785.208	4
		8БС.785.195$_8$	4
		8БС.785.195	4
2	Болт токоведущий	5БС.568.036^7	4
		5БС.568.032	4
3	Шайба уплотняющая	8БС.370.078	4
4	Шайба уплотняющая	8БС.370.077	4
5	Шпилька	8БС.931.193	54
6	Винт контактный	8БС.900.416	8
7	Коробка пазовая (гильза)	8БС.786.017	37
8	Коробка пазовая (манжета)	8БС.786.034	74
9	Прокладка подклиновая	8БС.761.639	64
		8БС.761.048	160
		8БС.761.047	120
10	Прокладка на дно паза	8БС.760.839	512
		8БС.761.128$_2$	128
11	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.295	1
	Турбогенератор ТВВ-200-2		
12	Шпилька	8БС.931.193	58
13	Сегмент подбандажный	5БС.192.083	4
		8БС.787.196$_7$	7
		8БС.787.196$_8$	2
14	Болт токоведущий	5БС.568.028	8
		5БС.568.032	8
15	Шайба уплотняющая	8БС.370.077	8
		8БС.370.078	8
16	Прокладка	8БС.371.012	4
17	Шайба	8БС.370.418$_2$	8
18	Винт контактный	8БС.900.416	8
19	Коробка пазовая (гильза)	5БС.786.014	41
20	Коробка пазовая (манжета)	8БС.786.033	82
21	Прокладка подклиновая	8БС.761.606	72
		8БС.761.048	180
		8БС.761.047	144
22	Прокладка на дно паза	8БС.760.835	576
		8БС.761.128$_1$	144
23	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.717	1
	Турбогенератор ТВВ-320-2		
24	Болт токоведущий	5БС.568.040	4
		5БС.568.032	4
25	Шайба уплотняющая	8БС.370.077	4
		8БС.370.078	4

Окончание приложения 2

№ п.п.	Наименование	Номер чертежа ЛЭО "Электросила"	Количество
26	Сегмент подбандажный	8БС.787.I96$_7$	7
		8БС.787.I96$_8$	2
		5БС.I92.083	4
27	Прокладка	8БС.37I.0I2	2
28	Шайба	8БС.370.4I8$_2$	I
29	Шпилька	8БС.93I.I93	58
30	Винт контактный	8БС.900.4I6	8
3I	Коробка пазовая (гильза)	5БС.786.0I6	4I
32	Коробка пазовая (манжета)	8БС.786.033	84
33	Прокладка подклиновая	8БС.76I.642	72
		8БС.76I.048	288
		8БС.76I.047	252
34	Прокладка на дно паза	8БС.760.83I	I008
		8БС.760.840	72
35	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.7I7	I

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ПОЛНОЙ ПЕРЕМОТКЕ ОБМОТОК РОТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ТВВ-165-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2

№ п.п.	Наименование	Размер, мм	Количество	№ п.п.	Наименование	Размер, мм	Количество
1	Линейка металлическая	500	4	24	Острогубцы	200	2
		1000	2	25	Шабер		
	Линейка шабровочная	500	1		плоский	20х250	10
2	Угольник слесарный, плоский, класс 2, тип УШ	400х250	1		трехгранный	-	5
3	Плита шабровочная	400х400	1	26	Кисть		
4	Рулетка	10	2		волосяная	⌀20	15
5	Клинка деревянная				плоская	-	10
	круглая	-	15	27	Фреза,		
	прямоугольная	-	15		торцовая	⌀90	2
6	Топор столярный	-	1		концевая	7	4
7	Пила по дереву	-	1	28	Глубиномер микрометрический	200	1
8	Стамеска столярная плоская	20	4	29	Ножовка по дереву	-	1
9	Зеркало (круглое)	-	2	30	Цифры маркировочные	6-8	1
10	Кувалда стальная	2-3 кг	3	31	Буквы маркировочные	6-8	1
		6-8 кг	3	32	Иголки швейные	-	2
11	Штангенциркуль	500	1	33	Держатель для мерки универсальный	-	1
		1000	1	34	Штихмас наборный	150-1200	1
12	Щупы пластинчатые № 3	0,03-0,5	2	35	Ключ гаечный	8-50	2
	Щупы пластинчатые № 7	0,5-1,0	2	36	Ключ		
13	Зубило слесарное	25х200	10		торцовый	8-50	1
14	Крейцмейсель	10х150	5		гаечный	8-50	1
15	Молоток слесарный	0,5 кг	5	37	Сверла	От ⌀6,5 до 36	1
16	Нож монтерский	-	10	38	Метчики	От М8 до М36	1
17	Ножницы портняжные	320	5	39	Лерки	От 6 до 36	1
18	Ножницы кровельные ручные	-	1				
19	Ножовочный станок	-	2				
20	Ножовочное полотно	-	40				
21	Напильник драчевый	№ 1-2	16				
	Напильник личной	№ 3-4	26				
22	Ключ разводной	№ 3	1				
23	Плоскогубцы простые	180	5				

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНАСТКИ, СПЕЦИАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

№ п.п.	Наименование	Ед.изм.	Количество	№ п.п.	Наименование	Ед.изм.	Количество
I	Хомут для						
	бандажных колец	шт.	I	25	Технологические клинья для турбогенераторов		
	контактных колец	- " -	I		ТВВ-I65-2	шт.	I92
2	Течеискатель ГТИ-3	- " -	I		ТВВ-200-2	- " -	252
3	Ключ для отворачивания гайки бандажного кольца	- " -	I		ТВВ-320-2	- " -	396
4	Ключ для токоведущих болтов	- " -	I	26	Пресс-планки для турбогенераторов		
5	Ключ для контактных винтов	- " -	I		ТВВ-I65-2	- " -	32
6	Ключ для гайки уплотнения	- " -	I		ТВВ-200-2	- " -	36
7	Приспособление для снятия центрирующих колец и вентиляторов	компл.	I		ТВВ-320-2	- " -	36
8	Клин для подъема витков	шт.	4	27	Разъемные клинья для турбогенераторов		
9	Боек для расклиновки пазов	- " -	I0		ТВВ-I65-2	- " -	62
I0	Временная полумуфта	- " -	I		ТВВ-200-2	- " -	70
II	Обмоточная лопатка	- " -	6		ТВВ-320-2	- " -	70
I2	Стойка для подвесного приспособления	- " -	2	28	Державка	- " -	8
I3	Подставка для катушки	- " -	40	29	Дрель электрическая с патроном для сверла диаметром I2 мм	- " -	I
I4	Струбцина для сжатия витков	- " -	I0	30	Верстак с двумя параллельными тисками	- " -	2
I5	Калибр меди	- " -	I0	3I	Электросварочный агрегат	- " -	I
I6	Калибр установочный	- " -	6	32	Автогенный резак	- " -	I
I7	Калибр проверочный	- " -	I2	33	Пневматическая дрель с патроном для сверл до диаметра 30 мм	- " -	I
I8	Мерительная скоба					- " -	I
	⌀585-605 мм (для ТВВ-I65-2)	- " -	I	34	Ручная дрель		
	⌀665-685 мм (для ТВВ-200-2, ТВВ-320-2)	- " -	I	35	Канистры или бидон для лака емкостью 20 л	- " -	5
I9	Мерительная скоба			36	Канистры для растворителей емкостью 20 л	- " -	3
	⌀9I5-985 мм (для ТВВ-I65-2)	- " -	I	37	Бачок для разведения лаков (закрываемый) диаметром 200х250 см	- " -	5
	⌀990-I055 мм (для ТВВ-200-2, ТВВ-320-2)	- " -	I	38	Шлифовальная машина	- " -	3
20	Стойка под гильзы	- " -	4	39	Пневматический молоток	- " -	3
2I	Осадочная доска			40	Металлический или деревянный закрываемый ящик	- " -	6
	для гильзы	- " -	2	4I	Ящик размером 500х300х250 мм для крепежных и мелких деталей	- " -	I
	для витков	- " -	8	42	Промышленный пылесос	- " -	I
22	Домкраты	шт.	I0				
23	Временное центрирующее кольцо	- " -	2				
24	Опрессовочные кольца	- " -	6				

№ п.п.	Наименование	Ед.изм.	Количество	№ п.п.	Наименование	Ед.изм.	Количество
43	Просечка для вырубки изоляции стержня токоподвода	"	II	55	Стол для опиловки изоляции	шт.	2
				56	Пресс-форма	-	I
44	Войлочный круг	- " -	5	57	Макет для изготовления катушек	-	I
45	Щетка			58	Электросварочная оснастка (кабели, электродержатель, щиток)	компл.	I
	круглая металлическая	- " -	5				
	металлическая	- " -	I0	59	Автогенные горелки № 3-6	-	3
46	Опалубка	компл.	2	60	Приспособление для транспортировки и подвешивания катушек	-	I
47	Временные деревянные клинья	- " -	I				
48	Бронь	- " -	2	6I	Приспособление для снятия и насадки бандажных колец	-	I
49	Приспособление для снятия и насадки полуобойм	- " -	I	62	Приспособление для снятия и насадки контактных колец	-	I
50	Пульверизатор с бачком	- " -	I	63	Индуктор для нагрева бандажных колец с кабелями	-	I
5I	Переносная лампа I2 в	- " -	4				
52	Установка для нагрева пресс-формы	- " -	I	64	Стремя для разборки	-	I
53	Установка для испытания повышенным напряжением	- " -	I	65	Приспособление для отжига и транспортировки полукатушек	шт.	6
54	Кислородный редуктор со шлангом	- " -	3	66	Приспособление для чистки меди	-"-	I
				67	Шланг резинрвый D_y I7 мм	м	50

Приложение 5

СПЕЦИФИКАЦИЯ НА МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПОЛНОЙ ПЕРЕМОТКИ ОБМОТКИ РОТОРА

№ п.п.	Наименование	Марка	Размер, мм	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество на ротор турбогенератора		
						ТВВ-I65-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
I	Шина медная	МГМ	I4x42	ГОСТ 434-53	кг	8,2	8,2	8,2
2	Дерево твердой породы (клен, бук, дуб)	-	-	ГОСТ 2695-62	$м^3$	2	2	2
3	Бумага							
	кабельная	К-I20	Толщина 0,I2	ГОСТ 645-59	кг	32	35	48
	телефонная	КТ-0,5	Толщина 0,05	ГОСТ 3553-60	- " -	32	35	48
4	Электрокартон	ЭВ	Толщина 0,2-0,5	ГОСТ 2824-60	- " -	63	70	I00
		ЭВ	I-2,5	ГОСТ 2824-60	- " -	25	25	25
5	Шнур льняной крученый, кг	-	ф2	ГОСТ I024-4I	- " -	5	5	5

Продолжение приложения 5

№ п.п.	Наименование	Марка	Размер, мм	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество на ротор турбогенератора		
						ТВВ-165-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
6	Лента							
	тафтяная	-	Ширина 25	ГОСТ 4514-48	м	3000	3000	3000
	киперная	-	Ширина 25-30	ГОСТ 4514-48	- " -	3000	3000	3000
7	Бязь	-	-	ГОСТ 6639-53	- " -	25	25	25
8	Салфетка техническая	-	-	ГОСТ 10209-66	шт.	150	150	150
9	Обтирочный материал (концы)	-	-	-	кг	30	30	30
10	Асбест листовой	-	Толщина 1-5	ГОСТ 2850-58	- " -	40	40	40
11	Резина маслобензостойкая	-	Толщина 10	ГОСТ 7338-65	кг	10	10	10
12	Шнур резиновый							
	круглый	-	ø10	ГОСТ 6467-57	- " -	1,4	1,4	2,1
	квадратный	-	12x12	ТУ МХПУЧ 13-54	- " -	8,2	8,2	12
13	Резина вакуумная	-	Толщина 10	-	- " -	2	2	2
			Толщина 16	-	- " -	4	4	4
14	Стеклотекстолит	СТЭФ	Толщина 1	ВТУ ВЭИ 107-59	- " -	14	14	14
			Толщина 10		- " -	110	-	-
			Толщина 12		- " -	100	120	140
			Толщина 14		- " -	-	200	260
			Толщина 16		- " -	85	85	85
			Толщина 20		- " -	-	100	84
			Толщина 22		- " -	25	30	30
			Толщина 25		- " -	35	35	35
			Толщина 30		- " -	95	108	115
			Толщина 50		- " -	20	20	20

№ п.п.	Наименование	Марка	Размер, мм	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество на ротор турбогенератора		
						ТВВ-165-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
15	Текстолит	А	Толщина 60	ГОСТ 2910-67	кг	10	10	10
			Толщина 50		- " -	25	25	25
16	Стеклолента непропитанная	-	Толщина 0,1-0,2	ГОСТ 5937-56	м	940	1030	1200
17	Ткань стеклянная							
	для витковой изоляции	Э	Толщина 0,1	ГОСТ 8481-61	- " -	415	365	465
	для корпусной изоляции	-	-		- " -	860	940	1320
18	Стеклолента липкая	-	0,15х25	ВТУ,МЭСЭПОАА 503004-53	кг	6	8	10
19	Миканит							
	прокладочный	-	Толщина 0,15	-	- " -	30	26	31
	коллекторный	КФГ	Толщина 0,3-0,5	-	- " -	8	8	8
	формовочный	ФФГ2А	Толщина 0,2	ГОСТ 6122-60	- " -	8	8	8
20	Стекломикалента	С2ЛФГ	Толщина 0,13	-	- " -	6	6	6
21	Эмаль электроизоляционная	ГФ-95ХК	-	ГОСТ 9151-59	- " -	30	30	30
22	Лак							
	электроизоляционный	ГФ-95	-		- " -	10	10	10
	бакелитовый 50%-ный	А	-	ГОСТ 901-56	- " -	160	160	200
23	Смола эпоксидная	ЭД-6	-	ВТУ МХПМ 646-60	- " -	170	180	230
24	Ацетон	-	-	ГОСТ 2603-63	- " -	30	30	30
25	Бензин авиационный	Б-70	-	ГОСТ 1012-54	- " -	60	60	60
26	Спирт этиловый гидролизный		-	ГОСТ 8314-57	- " -	12	15	15
27	Толуол	-	-	ГОСТ 4809-49	- " -	12	13	15
28	Шеллак сухой	-	-	-	- " -	1	1	1
29	Клей	№ 88	-	ТУ МХП 1542-49	- " -	1	1	1
30	Припой	ПСр45	-	ГОСТ 8190-56	- " -	12	1	12
31	Судан	№ 1-3	-	-	- " -	0,1	0,1	0,1
32	Паста	ГОИ	-	-	- " -	0,2	0,3	0,5
33	Пресс-материал	АГ-4	-	ГОСТ 10087-62	- " -	60	90	100

№ п.п.	Наименование	Марка	Размер, мм	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество на ротор турбогенератора		
						ТВВ-165-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
34	Тальк молотый	-	-	ГОСТ 872-62	кг	10	10	10
35	Шкурка шлифовальная на полотне	№ 6-8	-	-	$м^2$	50	50	50
36	Флюс	№ 209	-	-	кг	5	5	5
37	Пленка триацетатная	-	-	-	- " -	72	70	90
38	Дициандиамид	-	-	ГОСТ 6886-54	- " -	4	3,6	4,2
39	Паста (изготовитель Казанский химико-фармацевтический завод)	ИВР-I	-	-	- " -	2	2	2

Приложение 6

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПРОГРАММА ИЗМЕРЕНИЙ И ИСПЫТАНИЙ ПРИ ПОЛНОЙ И ЧАСТИЧНОЙ ПЕРЕМОТКЕ ОБМОТКИ РОТОРА (СО СТЕКЛОТЕКСТОЛИТОВЫМИ ГИЛЬЗАМИ)

I. Измерения и испытания, проводимые до вывода ротора в ремонт

I. Контрольное испытание на нагрев обмотки ротора при нагрузке, близкой к номинальной.

2. Снятие характеристики холостого хода.

3. Снятие характеристики короткого замыкания.

4. Снятие зависимостей $R_{изол} = f(n)$ и $Z = f(n)$ при напряжении 100 и 200в на выбеге ротора, где $R_{изол}$ – сопротивление изоляции обмотки ротора; n – скорость вращения ротора, об/мин; Z – полное сопротивление обмотки ротора, ом.

5. Измерение сопротивления постоянному току обмотки ротора.

6. Измерение сопротивления изоляции цепи возбуждения в режиме, близком к номинальному.

II. Пооперационные испытания и измерения

7. Испытание новых гильз перед укладкой в пазы напряжением промышленной частоты 2800 + 12 $U_н$ (но не выше 6800в и не ниже 4250в) в течение I мин.

8. То же после укладки гильз в пазы напряжением промышленной частоты 2500 + 11 $U_н$ (но не выше 6500в и не ниже 4200в) в течение I мин.

9. Испытания после укладки в пазы и закрепления временными клиньями в течение 1мин напряжением промышленной частоты изоляции каждой отдельной катушки, не имеющей нижнего соединения, и каждой пары смежных катушек, имеющих нижнее соединение 2200 + 10$U_н$ (но не выше 5700в и не ниже 3700в).

10. Измерение сопротивления постоянному току обмотки ротора после укладки всех катушек и пайки межкатушечных и междуполюсного соединений.

11. Испытание корпусной изоляции обмотки после первой опрессовки в течение I мин напряжением промышленной частоты 1600+10 $U_н$ в (но не выше 5000в и не ниже 3000в).

12. Испытание витковой изоляции катушек после первой опрессовки пазовых и лобовых частей от аппарата импульсным напряжением высокой частоты с затухающей амплитудой 150в на виток в течение 0,1 мин.

13. Испытания корпусной изоляции обмотки после заклиновки пазов постоянными клиньями и установки постоянных клиньев и распорок лобовых частей напряжением промышленной частоты 1200 + 10 $U_н$ (но не выше 4500 в и не ниже 2600в).

14. Испытание витковой изоляции катушек после заклиновки пазов постоянными клиньями и установки постоянных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки от аппарата импульсным напряжением высокой частоты с затухающей амплитудой 150в на виток в течение 0,1 мин.

15. После заклиновки пазов постоянными клиньями и установки постоянных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки проверить проходимость вентиляционных каналов обмотки по пазовой части.

16. Испытание корпусной изоляции обмотки до установки бандажных колец напряжением промышленной частоты 1000 + 9 $U_н$ (но не выше 4250в и не ниже 2300в).

17. Испытание изоляции в течение 1мин напряжением промышленной частоты:

а) шин токоподводов перед укладкой 3350 + 15 $U_н$ (но не выше 8600в и не ниже 5600в);

б) стержней токоподвода до укладки в изоляционный цилиндр 3350 + 15$U_н$ (но не выше 8600в и не ниже 5600в);

в) шин токоподвода после укладки в пазы и заклиновки 2700 + 14 $U_н$ (но не выше 7600 в и не ниже 4800 в);

г) изоляции новых токоведущих винтов перед установкой на ротор 3350 + 15 $U_н$ (но не выше 8600 и не ниже 5600в);

д) изоляции новых стержней токоподводов после укладки в ротор совместно с токоведущими винтами, но без токоподводов и контактных колец 2700 + 14 $U_н$ (но не выше 7600в и не ниже 4800в);

е) изоляции контактных колец после насадки их на втулку 3350 + 15 $U_н$ (но не выше 8600в и не ниже 5600 в);

к) изоляции контактных колец после посадки их на ротор 3350 + 9 $U_н$ (но не выше 6000в и не ниже 3600в).

Ш. Испытания и измерения после окончания ремонта ротора

18. Проверка продуваемости вентиляционных каналов лобовых частей обмотки ротора.

19. Испытание корпусной изоляции обмотки ротора совместно с токоподводами и контактными кольцами напряжением промышленной частоты в течение I мин $700 + 9U_н$ (но не выше 4000в и не ниже 2100в).

20. Измерение сопротивления постоянному току обмотки ротора.

21. Снятие зависимости $R_{изол}=f(n)$ и $Z=f(n)$ при напряжении 100 и 200в и увеличении оборотов.

22. Снятие характеристики холостого хода

23. Снятие характеристики короткого замыкания.

24. Измерение сопротивления изоляции цепи возбуждения при режиме, близком к номинальному.

25. Тепловое испытание ротора.

Примечание. По пп.12,14 при отсутствии аппарата импульсных напряжений допускается испытания витковой изоляции катушек производить напряжением промышленной частоты из расчета 5в на виток в течение 5 мин с измерением падения напряжения на катушках при запрессованной пазовой части.

Приложение 8

КАРТА ТРУДОЗАТРАТ

№ п.п.	Наименование работы по сетевой модели	Состав бригады, звена		Время, затраченное на выполнение работ, ч
		Разряд	Количество человек	Дата

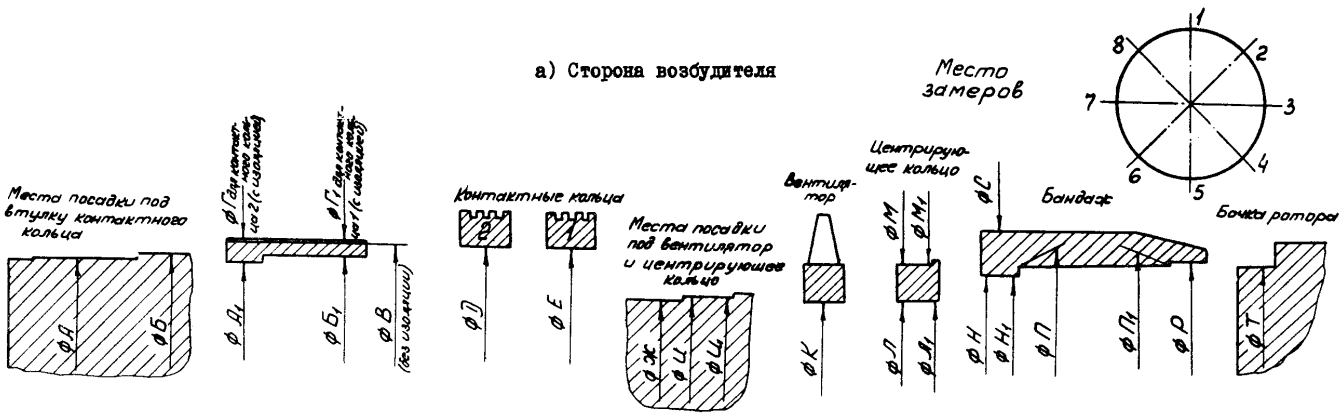
ПАСПОРТА

I. Паспорт замера посадочных мест и проверки натяга

Турбогенератор типа _____ Станционный № _____ Заводской № _____

Мощность _____ квт. Напряжение _____ кв. Скорость вращения _____ об/мин.

а) Сторона возбудителя



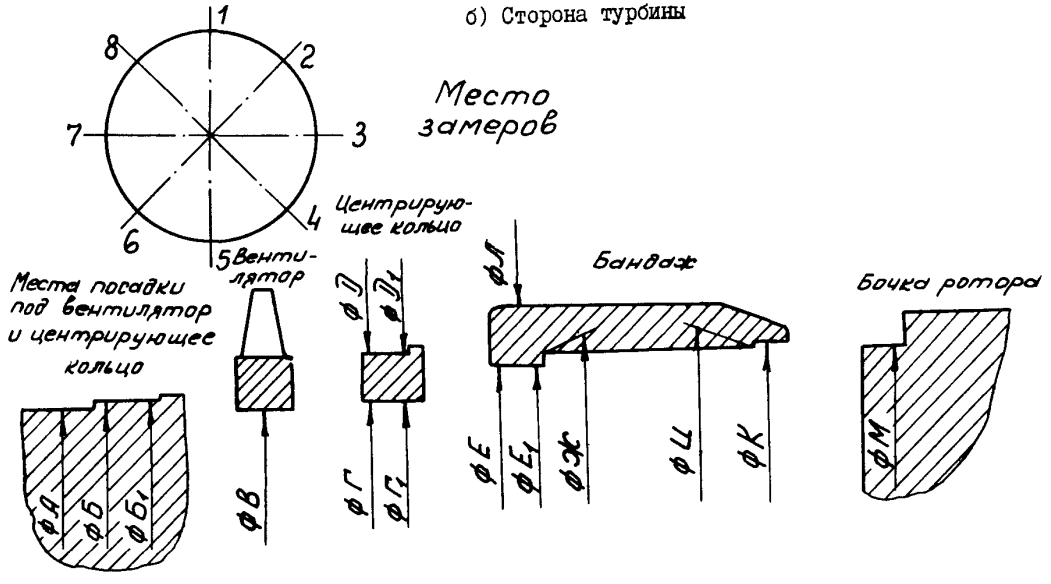
Место замеров	А	Б	$А_1$	$Б_1$	В	Г	$Г_1$	Д	Е	Ж	И	$И_1$	К	Л	$Л_1$	М	$М_1$	Н	$Н_1$	П	$П_1$	Р	С	Т
I-5																								
2-6																								
3-7																								
4-8																								
Средний замер																								

Узел замера натяга	Омиканиченная втулка - контактные кольца (кольца I и 2)	Величина натяга, мм
	Вал - втулка контактных колец	
	Вал - втулка контактных колец	
	Вал - вентилятор	
	Вал - центрирующее кольцо	
	Центрирующее кольцо - бандажное кольцо	
	Бочка ротора - носик бандажного кольца	
Толщина изоляции под носиком бандажного кольца _____мм, температура при измерении _____°С		

Исполнитель _____ "__" _____ I9 __г.

Проверил руководитель работ _____ "__" _____ I9 __г.

б) Сторона турбины



Место замеров	А	Б	$Б_1$	В	Г	$Г_1$	Д	$Д_1$	Е	$Е_1$	Ж	И	К	Л	М
I-5															
2-6															
3-7															
4-8															
Средний замер															

Узел замера натяга		Величина натяга, мм
	Вал - вентилятор	
	Вал - центрирующее кольцо	
	Центрирующее кольцо - бандажное кольцо	
	Бочка ротора - носик бандажного кольца	
Толщина изоляции под носиком бандажного кольца _____ мм, температура при измерении _____ °С		

Исполнитель _____ "___" _____ I9 ___ г.

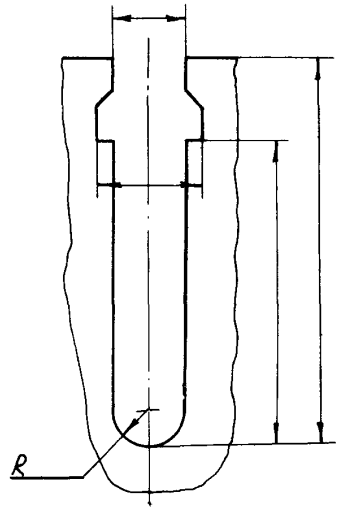
Проверил руководитель работ _____ "___" _____ I9 ___ г.

Окончание приложения 9

2. Паспорт заполнения паза ротора

Турбогенератора типа _____

Станционный № _____



Наименование	По высоте	По ширине
Толщина гильзы, мм Толщина нижней прокладки, мм Количество витков, шт. Сечение меди, мм^2 Толщина витковой изоляции, мм Толщина верхней прокладки, мм Высота клина, мм Технологический зазор, мм Заполнение паза		

Исполнитель _____ "__" _____ 19__ г.

Проверил _____

Руководитель работ _____

Дата "____" _____ 19_____ г.

Приложение 10

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОТКАНИ, ПРОПИТАННОЙ ЭПОКСИДНЫМ ЛАКОМ

Стеклянная пропитанная ткань марки ПСЭРI-30 представляет собой пресс-материал **(полуфабрикат), полученный путем пропитки бесщелочной стеклянной ткани эпоксидно-резольным лаком марки ЭРI-30.**

Ткань марки ПСЭРI-30 предназначается для изготовления деталей (роторных гильз, подбандажной изоляции) методом горячего прессования.

I. Содержание смолы в пропитанной стеклянной ткани должно быть 30-36%.

2. Содержание летучих веществ - не более I,5%.

3. Содержание растворимой смолы - не менее 80%.

4. Распределение смолы в пропитанной стеклянной ткани должно быть без наслоения и участков ткани, не пропитанных смолой.

5. Недопустимы в пропитанной стеклянной ткани посторонние примеси, загрязнения, заполимеризованная смола и т.д.

6. Не допускается слипание пропитанной стеклоткани.

Методы испытаний

Для определения содержания смолы берется проба пропитанной и непропитанной стеклянной ткани от каждого рулона. Вырезаются образцы размером I00xI00 мм. По разности веса образцов пропитанной и непропитанной стеклоткани, высушенной в термостате при температуре I60°С в течение I0 мин, определяется содержание смолы по формуле

$$C = \frac{A - Б}{A} \cdot I00,$$

где C - содержание смолы в пропитанной стеклянной ткани, %;

A - вес образца пропитанной стеклянной ткани после сушки, г;

$Б$ - вес образца непропитанной стеклянной ткани, г.

Содержание летучих веществ в пропитанной стеклянной ткани определяется по разности веса образцов до и после сушки.

Расчет производится по формуле

$$c = \frac{a - б}{a} \cdot I00,$$

где c - содержание летучих веществ в пропитанной стеклянной ткани, %;

a - вес образца пропитанной стеклянной ткани до сушки, г;

$б$ - вес образца пропитанной стеклянной ткани после сушки, г.

Соответствие пропитанной стеклоткани требованиям пп.4,5,6 определяют внешним осмотром.

Хранение и маркировка

Каждый рулон стеклянной ткани обвертывается слоем бумаги, на которую наклеивается паспорт. В паспорте указывается: маркировка пропитанной стеклоткани, содержание смолы и летучих веществ (%); номер рулона; номер протокола проверки; подпись ОТК.

Рулоны пропитанной стеклоткани хранятся в сухом месте не более I0 суток.

Приложение II

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЛАКОВ ЭРI-30 И ЭР2-30 И ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЛАКОВ

Лаки ЭРI-30 и ЭР2-30 представляют собой эпоксиднорезольные лаки горячей сушки.

Лак ЭРI-30 применяется для пропитки стеклотекстолитовых деталей, лак ЭР2-30 - для изготовления прокладочного миканита.

Вязкость при температуре 20°С по вискозиметру ВЗ-4 не более: для лака ЭРI-30 - 20 сек и для лака ЭР2-30 - I7 сек. Определение вязкости по вискозиметру ВЗ-4 производится по ГОСТ 8420-57.

Содержание нелетучих веществ для лака ЭРI-30 не менее 46%, а для лака ЭР2-30 - не менее I3%. Определение содержания нелетучих веществ (сухого остатка) производится по ГОСТ 6989-54.

Скорость полимеризации при температуре

160°С для лака ЭРI-30 - 100-150 сек, для лака ЭР2-30 - 80-130 сек. Определение скорости полимеризации производится по ГОСТ 901-56.

I. Для изготовления лаков применяются следующие материалы:

а) эпоксидная смола ЭД-6 (ВТУМ 645-55);

б) бакелитовый лак марки А 50%-ной концентрации (ГОСТ 901-56);

в) дициандиамид (ГОСТ 6986-54);

г) спирт этиловый (гидролизный) технический (ГОСТ 8314-57);

д) толуол (ГОСТ 1930-56) или ацетон.

2. Лак ЭРI-30 изготовляется по следующей рецептуре (в весовых частях): эпоксидная смола ЭД-6 - 34,6; лак бакелитовый 50%-ной концентрации - 30; дициандиамид - 0,4; смесь этилового спирта и толуола (I:I) - 35.

3. Лак ЭР2 -30 изготовляется по следующей рецептуре (в весовых частях); смола ЭД-6 - 10,4; лак бакелитовый 50%-ной концентрации - 9,0; дициандиамид - 0,1; смесь этилового спирта и толуола (I:I) - 80,5.

4. Технология изготовления лака; эпоксидная смола ЭД-6 нагревается до 50-70°С и растворяется в спиртотолуоловой смеси. В полученном растворе растворяется дициандиамид. Затем добавляется бакелитовый лак. Вся смесь тщательно перемешивается.

Приложение I2

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕРКЕ ПРОДУВАЕМОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ РОТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ СЕРИИ ТВВ

Проверку продуваемости вентиляционных каналов следует проводить при каждом капитальном ремонте турбогенератора с выводом ротора.

I. Необходимое оборудование: источник сжатого сухого воздуха на давление не менее 5 ат; выходной насадок (рис.74); входной насадок (рис.75); измерительный микроманометр ММН или *U*-образный со шкалой до 200 мм вод.ст; пружинный манометр со шкалой 0-6 кГ/см^2; резинотканевые напорные рукава - шланги (ГОСТ 8318-57); резиновые заглушки для пазов вала ротора (рис.76); пробки для пазовой части(см.рис.72):турбогенераторов ТВВ-320-2 - 7560 шт., ТВВ-200-2 - 4536 шт. и ТВВ-165-2 - 4160 шт.; фильтр-осушитель.

II. Порядок проверки продуваемости каналов в пазовой части:

I. Заглушаются пробками все отверстия в пазовых клиньях.

2. Размечаются пазы ротора по часовой стрелке, если смотреть со стороны контактных колец, начиная от полюса I. Полюсом I считается тот полюс, обмотка которого соединена с внутренним контактным кольцом.

3. Нумеруются вентиляционные отверстия графитным карандашом в клиньях каждого паза, начиная с бандажного кольца, расположенного со стороны возбудителя.

4. Вынимаются пробки из выходного и входного отверстий канала, подлежащего контролю.

5. Вставляется ниппель напорного насадка во входное отверстие, а ниппель выходного насадка (с присоединенным микроманометром) - в выходное отверстие. Шланг от штуцера полного давления должен быть присоединен к штуцеру со знаком плюс, а шланг от штуцера статического давления - к штуцеру со знаком минус измерительного манометра.

6. Подается воздух давлением 3±0,1кГ/см^2 в канал через входной насадок.

7. Измеряется динамическое давление на выходе из канала, значение давления записывается в карту контроля продуваемости, формы которых для турбогенераторов серии ТВВ прилагаются.

8. Измеряется аналогичным образом дина-

мическое давление на выходе всех остальных каналов. Каждый проверенный канал заглушается.

Среднее значение динамического давления (мм вод.ст.) в каналах пазовой части обмотки ротора должно быть: для турбогенератора ТВВ-320-2 по отсеку-не менее 13; на паз - не менее 18, для турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-165-2 по отсеку - не менее 15, на паз - не менее 21. Полностью перекрытых каналов может быть не более шести на ротор и не более одного на паз.

II. Порядок проверки продуваемости каналов в лобовой части обмотки:

1. Проверка производится сначала с одной стороны ротора, затем с другой.

2. В каналы вала ротора устанавливаются заглушки (через одну по окружности со штуцером для подвода под бандажное кольцо сжатого воздуха). Одна из заглушек должна иметь штуцер для подключения U-образного манометра с целью измерения избыточного давления под бандажным кольцом.

3. Сжатый воздух подается давлением 3-5 ат. Избыточное статическое давление под бандажным кольцом поддерживается постоянным и равным 50 мм рт.ст.

4. Измерения производятся поочередно во всех выходных каналах. Шланг от штуцера статического давления выходного насадка подводится к измерительному микроманометру, а ниппель выходного насадка вставляется в выходное отверстие канала, подлежащего контролю. При этом отверстие в накидной гайке и отверстие в штуцере полного давления должны быть закрыты резиновыми пробками.

5. Статическое давление измеряется, и его значение записывается в карту контроля продуваемости вентиляционных каналов ротора (см. вклейку).

Наименьшее значение статического давления в отдельных каналах лобовых частей обмотки ротора должно быть не ниже 15 мм вод.ст. Полностью закрытых каналов в лобовой части обмотки ротора не должно быть.

6. Указанные операции повторяются для всех вентиляционных каналов.

Приложение 13

СОСТАВ И СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ПАСТ "НЕВИДИМЫЕ ПЕРЧАТКИ"

Паста "невидимые перчатки" на метилцеллюлозной основе имеет следующий состав (%): метилцеллюлоза-4,0; глицерин-11,7; белая глина-7,8; тальк-7,8; вода-68,7.

Способ приготовления

Метилцеллюлоза растворяется в воде комнатной температуры. Глина и тальк смешиваются с глицерином. Оба раствора смешиваются.

Паста "невидимые перчатки" на казеиновой основе имеет следующий состав (%): казеин-19,7; спирт этиловый (90-градусный)-58,7; глицерин-19,7; аммиак (25%-ный)-1,9.

Первый способ приготовления

Казеин (не казеиновый клей) замачивается в 3-4-кратном количестве воды и оставляется для набухания на 12-20ч, после чего откимается от избытка воды. В откатый казеин добавляются глицерин, спирт и аммиак, смесь нагревается до растворения, затем фильтруется.

Второй способ приготовления

Казеин замачивается водой и ставится в термостат с температурой 60-70°С на 2-3 ч (до полного набухания). Смесь время от времени перемешивается. В набухший казеин при постоянном перемешивании небольшими порциями вводится аммиак. Перемешивание производится до тех пор, пока не получится однородная клеящая масса. В смесь добавляется небольшими порциями при постоянном перемешивании вначале глицерин, а затем спирт.

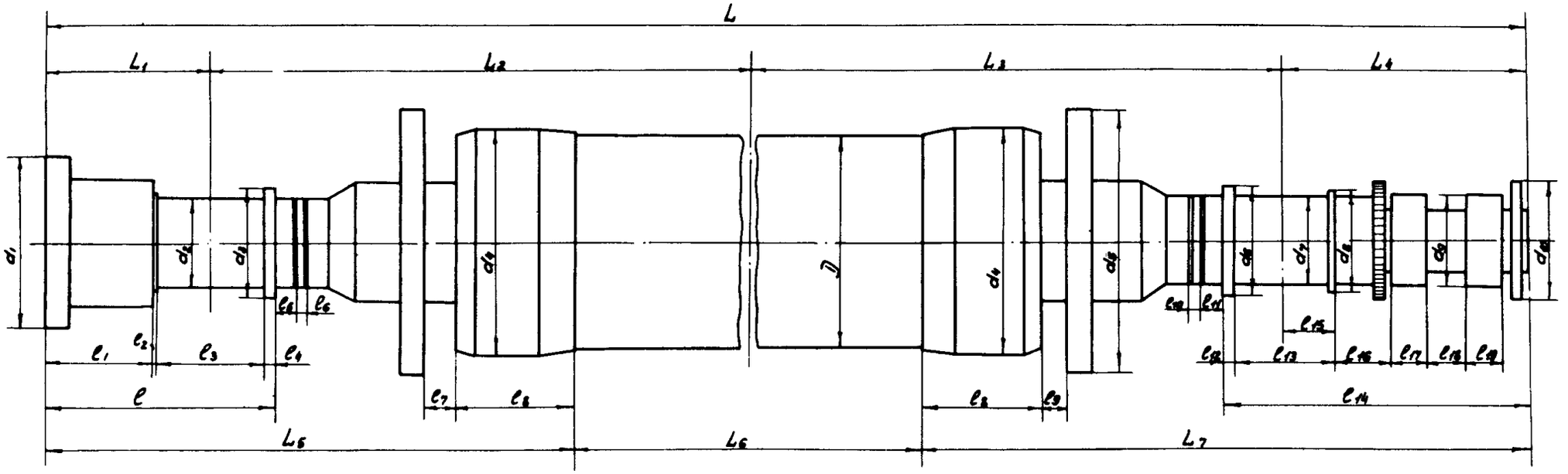
Приготовление пасты "невидимые перчатки" производится в чистой сухой эмалированной посуде. Для перемешивания применяется мешалка из органического стекла или фарфора.

Паста "невидимые перчатки", готовая к употреблению, хранится в банках с притертыми пробками. Срок хранения 8-10 дней.

Способ применения паст

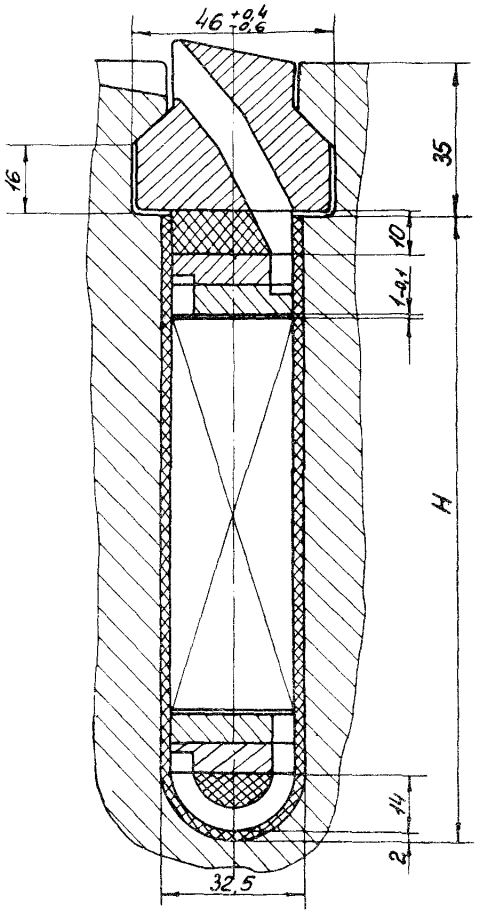
Небольшое количество (3-5 г) пасты наносится на ладонь руки и равномерно растирается по всей поверхности руки. После этого пасте дают подсохнуть (1-2мин) до образования тонкой пленки. Паста наносится на чистые и сухие руки.

Во время работы руки смачивать водой нельзя, так как она, разрушив пленку "перчаток", откроет доступ вредным веществам к коже.



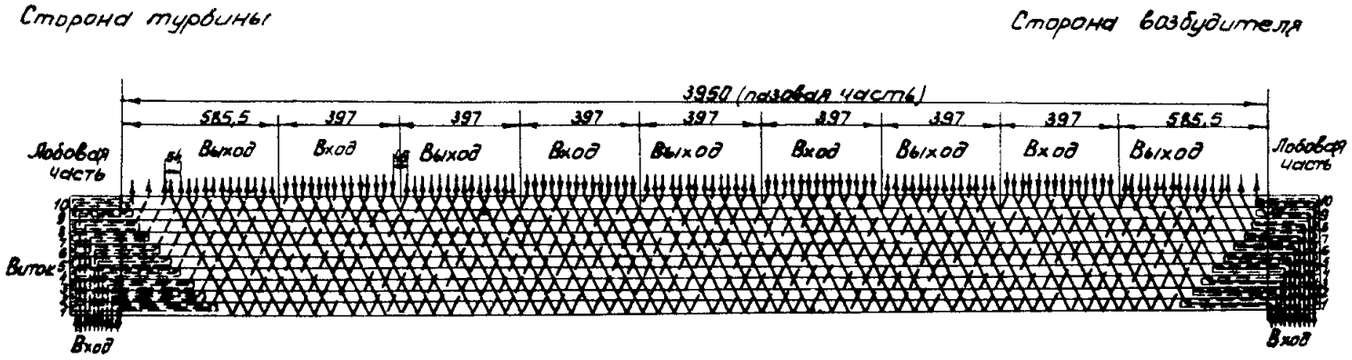
Турбогенератор	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	l	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}	l_{18}	l_{19}	1)	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}	Вес ротора, кг
ТВВ-165-2	9350	940	3575	3625	1210	1585	3860	2305	1250	350	15	590	50	–	–	160	568	110	–	–	75	390	520	190	115	200	200	200	1000	830	350	450	1070	1230	450	350	410	460	–	34600
ТВВ-200-2 с одноструйной вентиляцией	9770	860	3850	3850	1200	2580	4260	2930	1180	550	15	565	50	–	–	160	607	126	–	–	50	440	480	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1310	500	400	460	460	–	42200
ТВВ-200-2 с двухструйной вентиляцией	9770	860	3850	3850	1200	2580	4260	2930	1180	550	15	565	50	–	–	160	607	126	–	–	50	440	480	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1310	500	400	460	460	–	42200
ТВВ-200-2 с центробежным вентилятором	9770	860	3850	3850	1240	2585	4250	2935	1180	550	15	565	50	–	–	–	607	–	–	–	50	440	530	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1200	500	400	460	460	–	41800
ТВВ-320-2 с одноструйной вентиляцией	11810	870	4850	4850	1240	2715	6010	3095	1160	550	15	550	55	150	30	160	607	126	30	150	55	480	1005	235	30	180	200	180	1075	870	450	550	1140	1310	550	450	505	460	600	55100
ТВВ-320-2 с двухструйной вентиляцией	11810	870	4850	4850	1240	2715	6010	3095	1160	550	15	550	55	–	–	160	607	126	–	–	55	480	1005	235	30	180	200	180	1075	870	450	550	1140	1310	550	450	505	460	600	55100

Рис.I. Размеры ротора (мм)

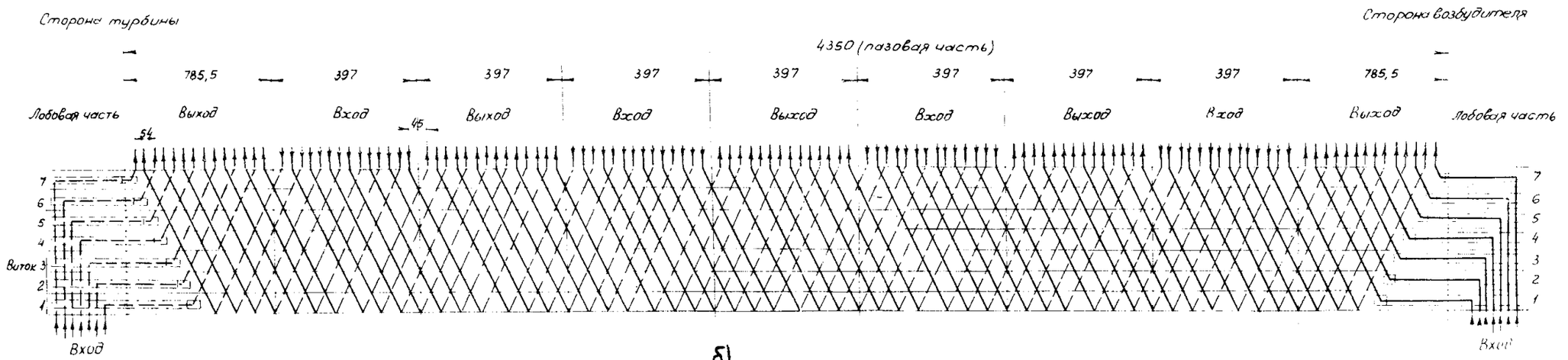


Турбогенератор	H мм	Сечение меди, мм	Количество	
			витков	параллельных проводников в витке
ТВВ-165-2	136,5	7x28 5x28	1 9	2
ТВВ-200-2	129,5	7x28	7	2
ТВВ-320-2	129,5	7x28	7	2

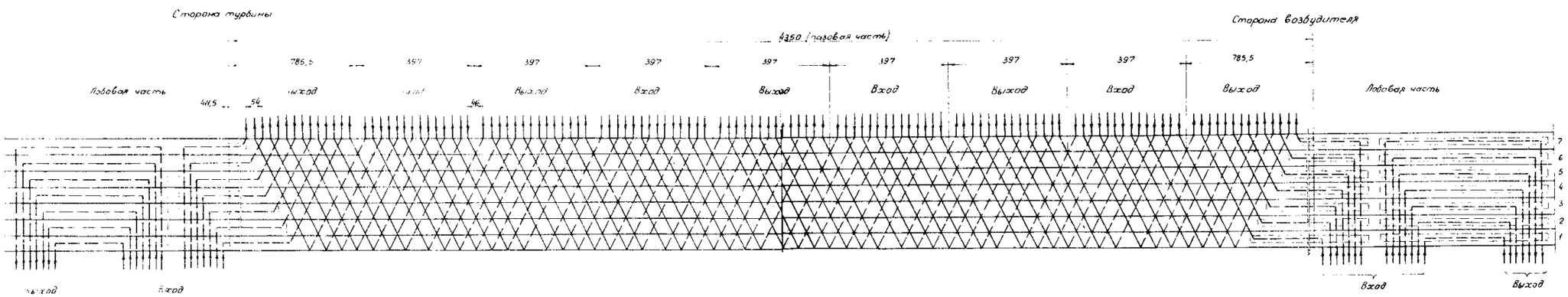
Рис.2. Заполнение паза


Сторона турбины
Сторона возбудителя
3950 (пазовая часть)
585,5
397
Лобовая часть
Выход
Вход
Виток
Вход

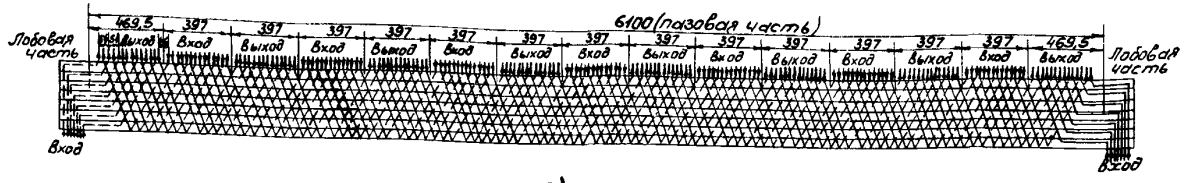
а)


Сторона турбины
Сторона возбудителя
4350 (пазовая часть)
785,5
397
Лобовая часть
Выход
Вход
Виток
Вход

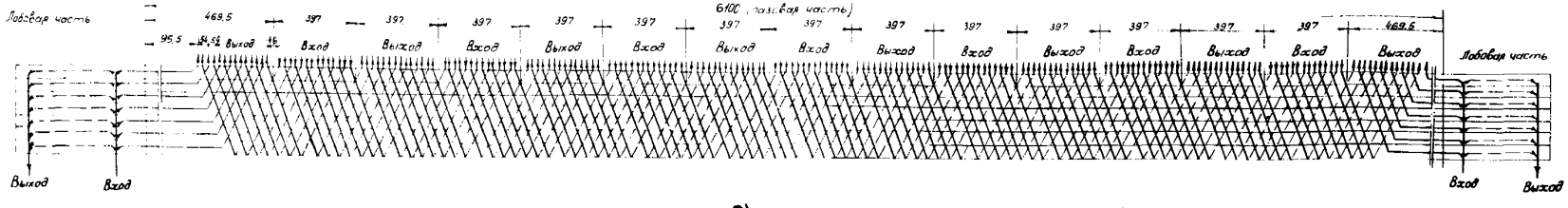
б)


Сторона турбины
Сторона возбудителя
4350 (пазовая часть)
785,5
397
Лобовая часть
Выход
Вход
Вход
Выход

в)

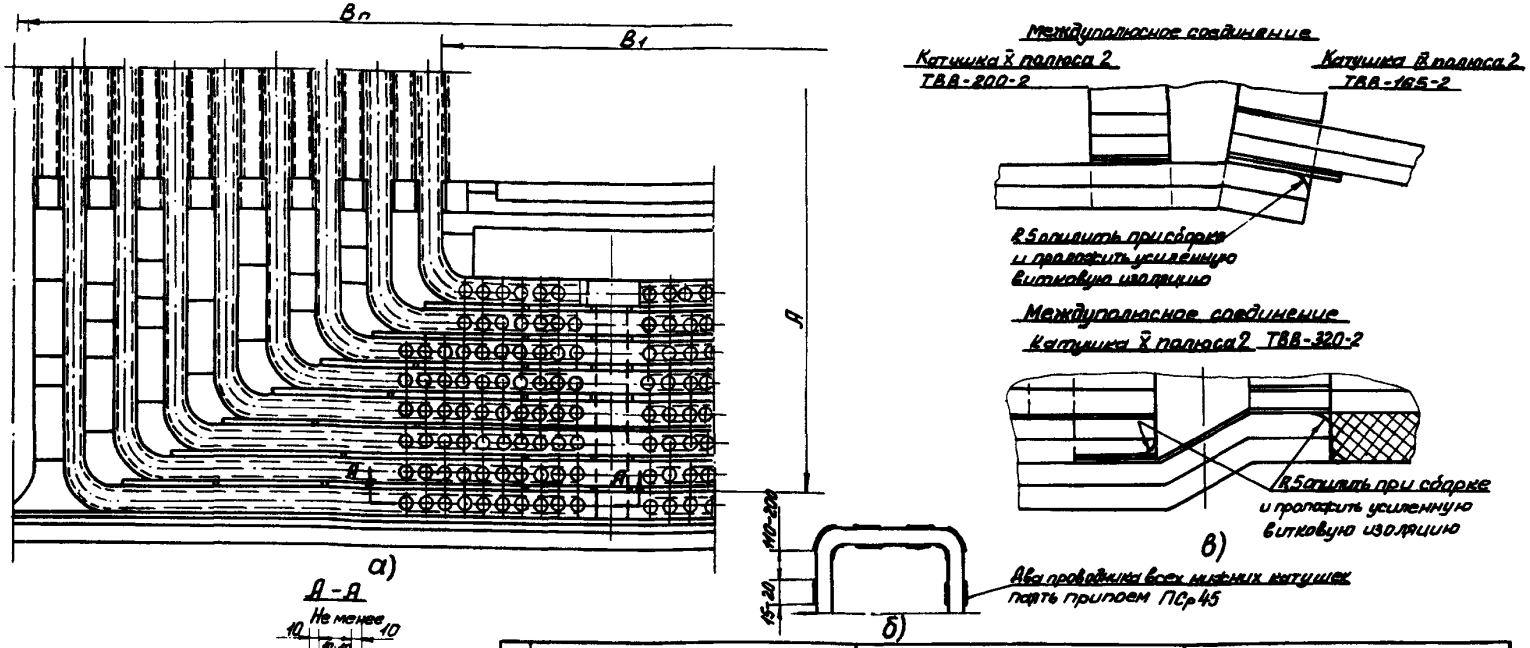


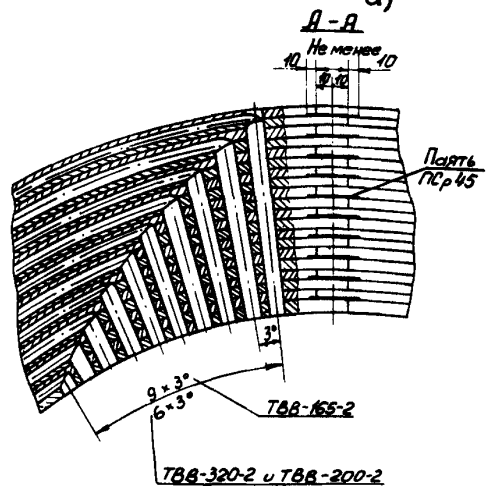
г)



д)

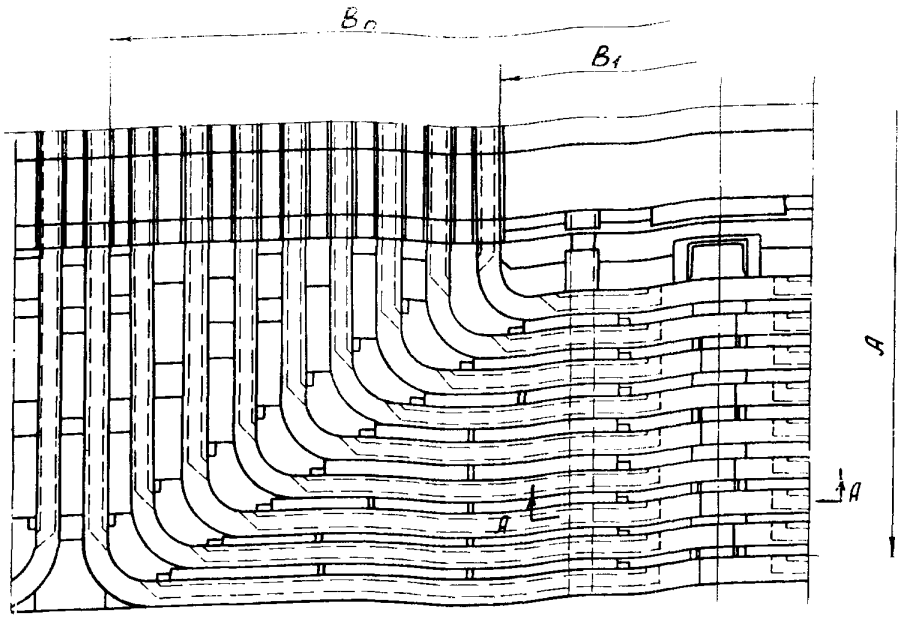
Рис.3. Схема вентиляции обмотки ротора турбогенераторов:
а- ТВВ-165-2; *б*- ТВВ-200-2 с одноструйной вентиляцией лобовых частей; *в* - ТВВ-200-2 с двухструйной вентиляцией лобовых частей; *г* - ТВВ-320-2 с одноструйной вентиляцией лобовых частей; *д* - ТВВ-320-2 с двухструйной вентиляцией лобовых частей

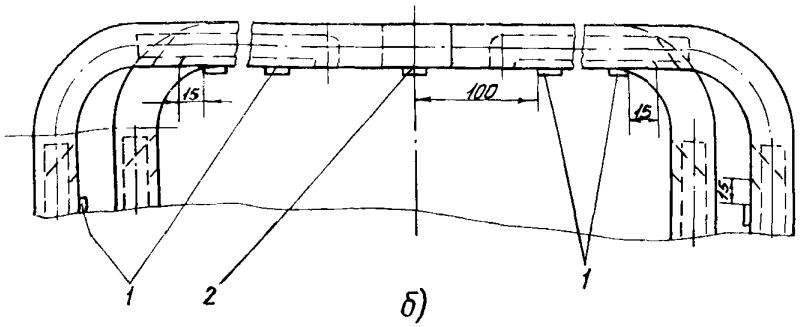


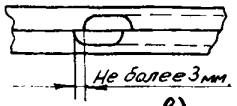


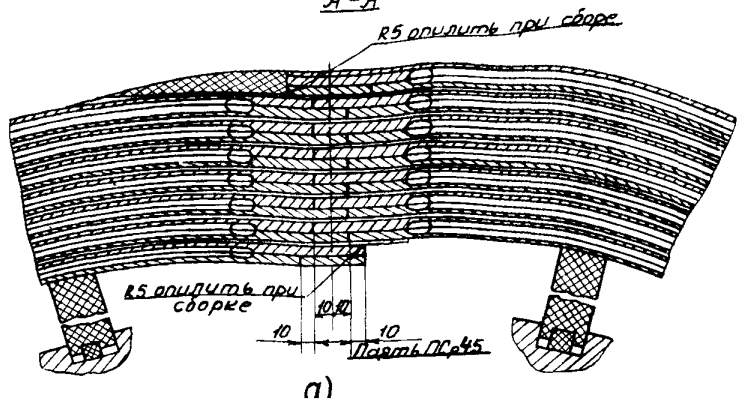
№ катушек	ТВВ-320-2							ТВВ-200-2							ТВВ-165-2						
	Число витков в катушке	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету: 7-й виток	Ширина катушек в свету: 1-й виток	Уменьшение ширины катушки на 1 виток	Средняя длина витка	Дополнительная длина лобовой части одностороннего	Число витков в катушке	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету: 7-й виток	Ширина катушек в свету: 1-й виток	Уменьшение ширины катушки на 1 виток	Средняя длина витка	Дополнительная длина лобовой части одностороннего	Число витков в катушке	Длина витка в свету	Ширина катушек в свету: 10-й виток	Ширина катушек в свету: 1-й виток	Уменьшение ширины катушки на 1 виток	Средняя длина витка	Дополнительная длина лобовой части одностороннего
N	$S_{п2}$	$A \pm 2$	B_7	B_1	Б	ℓ	E	$S_{п2}$	$A \pm 2$	B_7	B_1	Б	ℓ	E	$S_{п2}$	$A \pm 2$	B_{10}	B_1	Б	ℓ	E
I	7	6280	500	400	16,67	13478	89	7	4530	500	400	16,67	9979	89	10	4130	500	378	13,6	9157	90
II	7	6358	617	494	20,5	13850	129	7	4608	617	494	20,5	10346	129	10	4206	617	468	16,6	9520	129
III	7	6436	733	588	24,17	14214	168	7	4686	733	588	24,17	10713	168	10	4286	733	557	19,6	9881	168
IV	7	6514	849	682	27,83	14578	207	7	4764	849	682	27,83	11078	207	10	4364	849	648	22,6	10242	207
V	7	6592	965	776	31,5	14943	246	7	4842	965	776	31,5	11444	246	10	4442	965	735	25,5	10603	246
VI	7	6670	1081	870	35,17	15307	285	7	4920	1081	870	35,17	11814	285	10	4520	1080	824	28,4	10963	285
VII	7	6748	1196	963	38,83	15671	324	7	4998	1196	963	38,83	12174	324	10	4598	1195	912	31,4	11322	324
VIII	7	6828	1311	1056	42,5	16035	363	7	5076	1311	1056	42,5	12538	363	10	4676	1310	1000	34,4	11681	363
IX	7	6904	1426	1149	46,17	16407	402	7	5154	1426	1149	46,17	12902	402	10	4676	1310	1000	34,4	11681	363
X	7	6904	1426	1149	46,17	16407	402	7	5154	1426	1149	46,17	12902	402	—	—	—	—	—	—	—

Рис.4. Обмотка ротора с одноструйной вентиляцией лобовых частей (а), места пайки нижних витков катушек (б) и междуполюсное соединение обмотки полюсов (в)







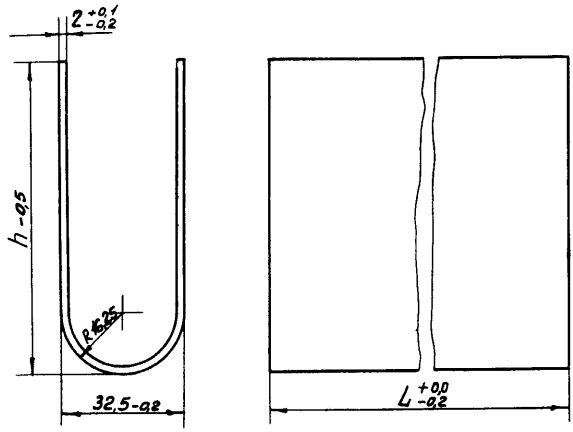


№ катушек	ТВВ-200-2							ТВВ-320-2						
	Число витков в катушке	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету: 7-й виток	Ширина катушек в свету: 1-й виток	Уменьшение ширины катушки 1-й виток	Средняя длина витка	Абсолютная длина лобовой части (справочно)	Число витков в катушке	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету: 7-й виток	Ширина катушек в свету: 1-й виток	Уменьшение длины катушки 1-й виток	Средняя длина витка	Абсолютная длина лобовой части (справочно)
N	$S_{пр}$	$A \pm 2$	B_7	B_1	Б	e	E	$S_{пр}$	$A \pm 2$	B_7	B_1	Б	e	E
I	7	4530	507	405	17	10012	90	7	6280	507	405	17	13497	90
II	7	4616	625	500	20,8	10397	133	7	6366	625	500	20,8	13879	133
III	7	4702	743	596	24,5	10783	176	7	6462	743	596	24,5	14262	176
IV	7	4788	861	691	28,3	11168	219	7	6538	861	691	28,3	14643	219
V	7	4874	979	786	32	11552	262	7	6624	979	786	32	15025	262
VI	7	4960	1095	881	35,8	11937	305	7	6710	1095	881	35,8	15405	305
VII	7	5046	1213	975	39,6	12320	348	7	6796	1213	975	39,6	15785	348
VIII	7	5132	1330	1069	43,5	12703	391	7	6882	1330	1069	43,5	16165	391
IX	7	5218	1445	1163	47,3	13084	434	7	6968	1445	1163	47,3	16544	434
X	7	5218	1445	–	47,3	13084	434	7	6968	1445	1163	47,3	16544	434

Рис.5. Обмотка ротора с двухструйной вентиляцией лобовых частей (а), места пайки упоров на катушках (б) и допустимое смещение входных вентиляционных отверстий (в):

I – упоры на верхнем витке; 2 – упоры на оси катушек I–X (сторона турбины)

Примечание. Упоры паять припоем ПСр45



Турбогенератор	№ заводского чертежа	Размеры, мм		Вес, кг
		L	h	
ТВВ-165-2	5БС.786.017	4000	136,5	4
ТВВ-200-2	5БС.786.014	4400	129,5	4,15
ТВВ-320-2	5БС.786.016	6150	129,5	5,79

Рис.6. Гильза пазовая

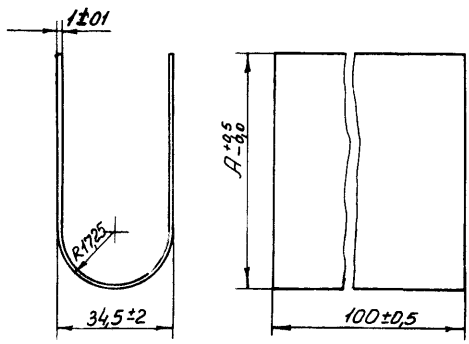
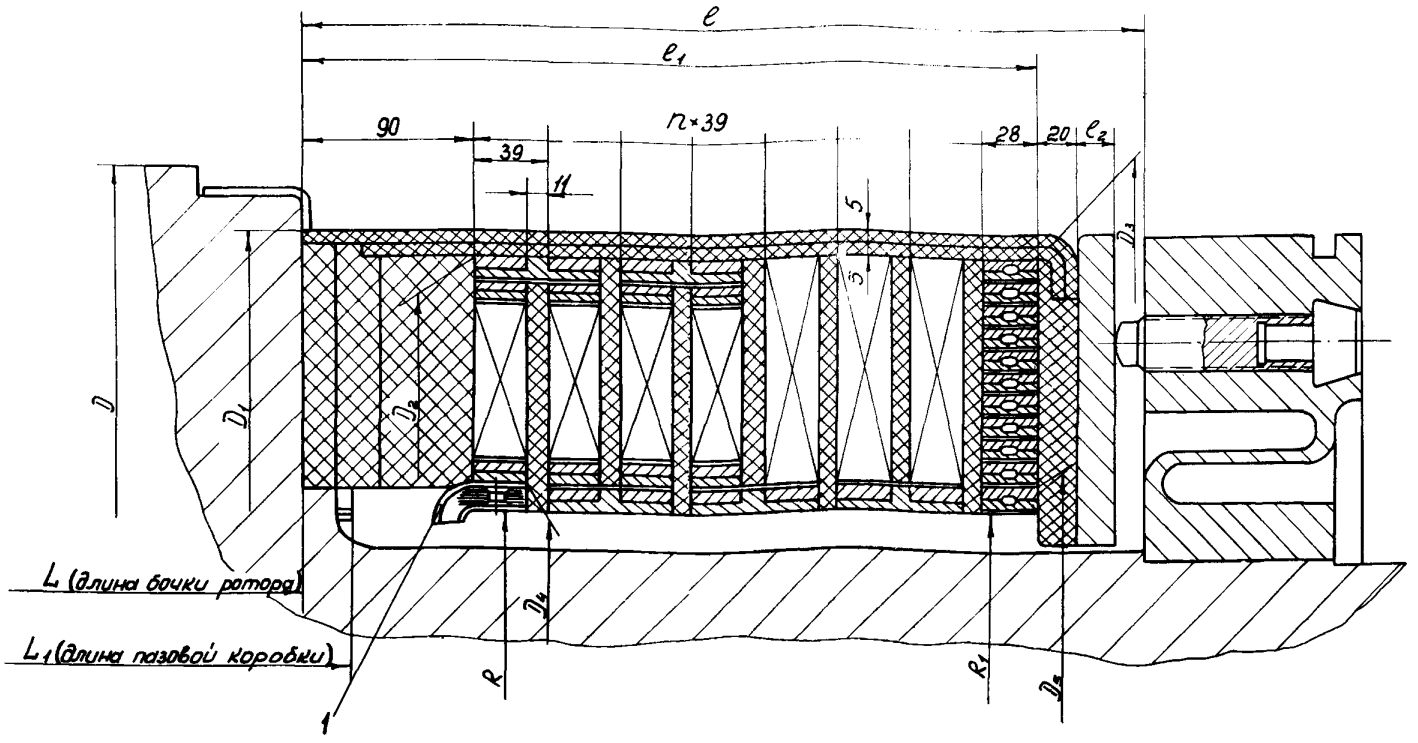


Рис.7. Манжета

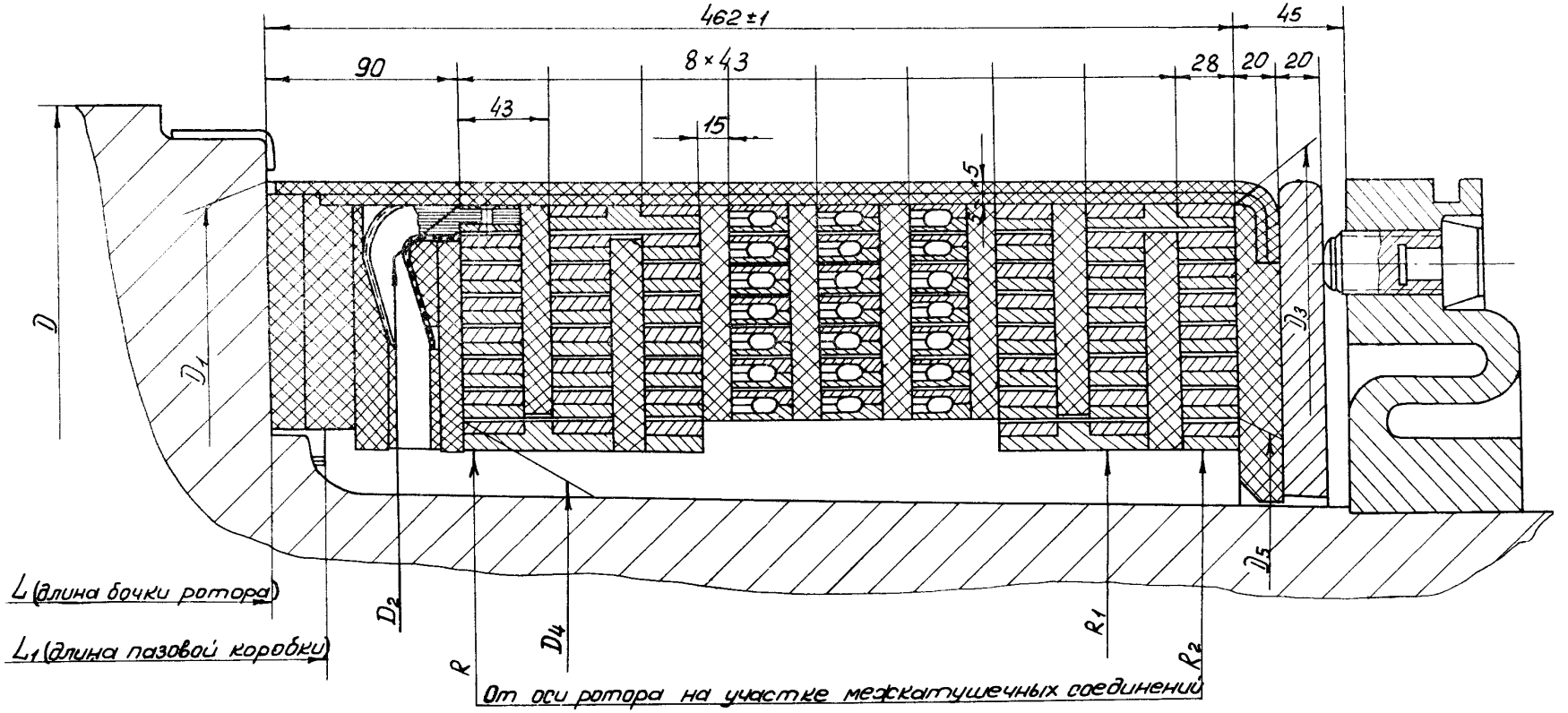
Примечание. Значение размера *A*: для турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-300-2 - 130,5 мм; для турбогенератора ТВВ-165-2 - 137,5 мм



Турбогенератор	Размер, мм													
	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	R	R_1	L	L_1	l	l_1	l_2	n
ТВВ-165-2	1000	930	910	903	680	673	328	325	3950	4000	443	391	20	7
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с одноструйной системой вентиляции	1075	1005	985	977	769	761	369,5	365,5	4350 6100	4400 6150	482	430	15	8

Рис.8. Лобовая часть обмотки ротора с одноструйной вентиляцией:
I – изоляция гибкого токоподвода ротора ТВВ-I65-2

Примечания: I. Изоляция гибкого токоподвода из одного слоя стекломиканита (ГЗФГП толщиной 0,25 мм) в виде коробочки и двух слоев стеклянной ленты (0,2х20 мм) вполнахлеста.-2. Размер R дан для участка межкатушечных соединений.-3. Для роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 гибкий токоподвод подсоединяется к верхнему витку первой катушки.



Турбогенератор	Размеры, мм										
	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	R	R_1	R_2	L	L_1
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с двухструйной вентиляцией	1075	1005	992	977	769	761	369,5	366	365,5	4350 6100	4400 6150

Примечание. Размер R дан для участка межкатушечных соединений.

Рис.9. Лобовая часть обмотки ротора с двухструйной вентиляцией

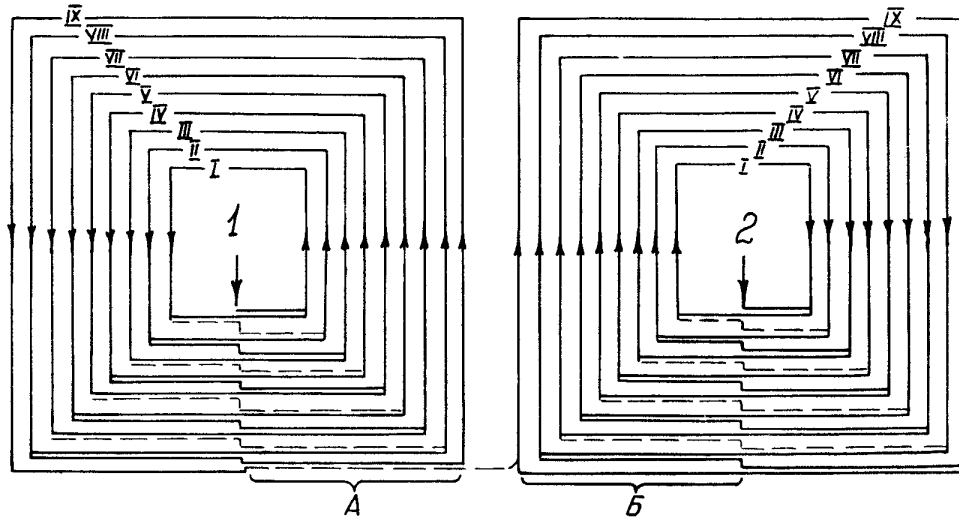


Рис.IO. Схема обмотки роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2

П р и м е ч а н и е . На участке *А* катушки IX восемь витков, на участке *Б* этой же катушки шесть витков

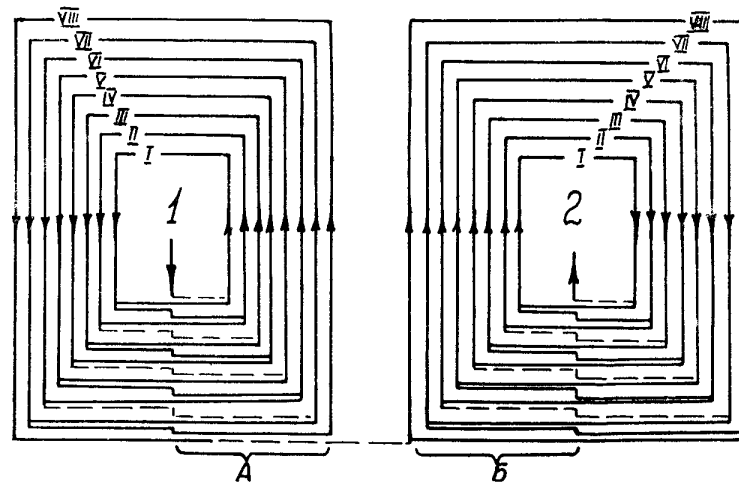
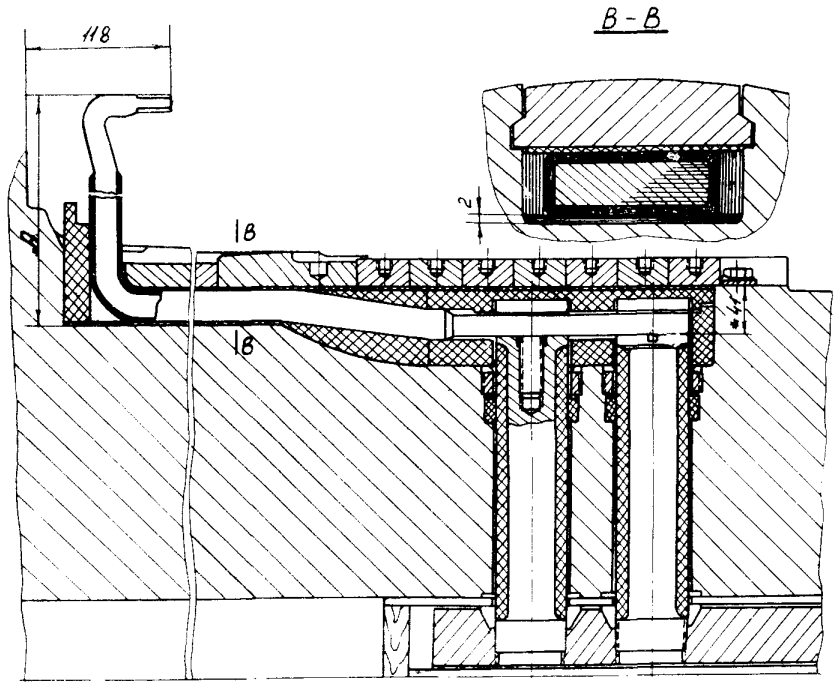
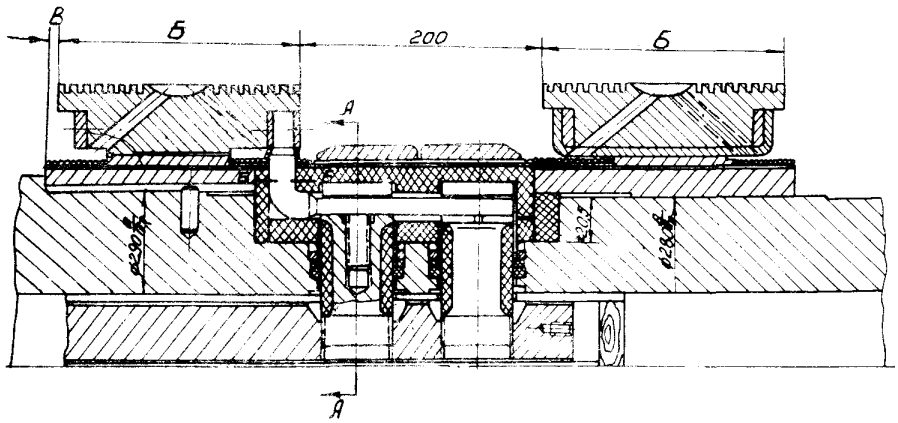


Рис.II. Схема обмотки ротора турбогенератора ТВВ-I65-2

П р и м е ч а н и е . На участке *А* катушки УШ одиннадцать витков, на участке *Б* этой же катушки девять витков





Турбогенератор	А	Б	В
ТВВ-165-2	105	200	10
ТВВ-200-2	211	200	10
ТВВ-320-2	245	180	5

Рис.12. Токоподвод и контактные кольца (размеры в мм)

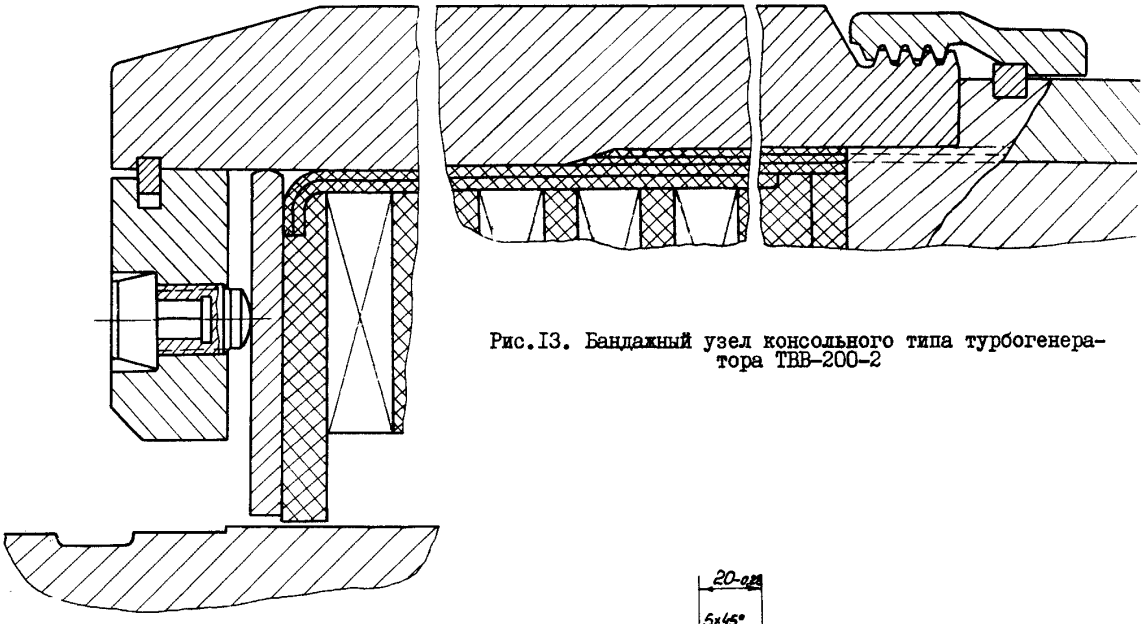


Рис.I3. Бандажный узел консольного типа турбогенератора ТВВ-200-2

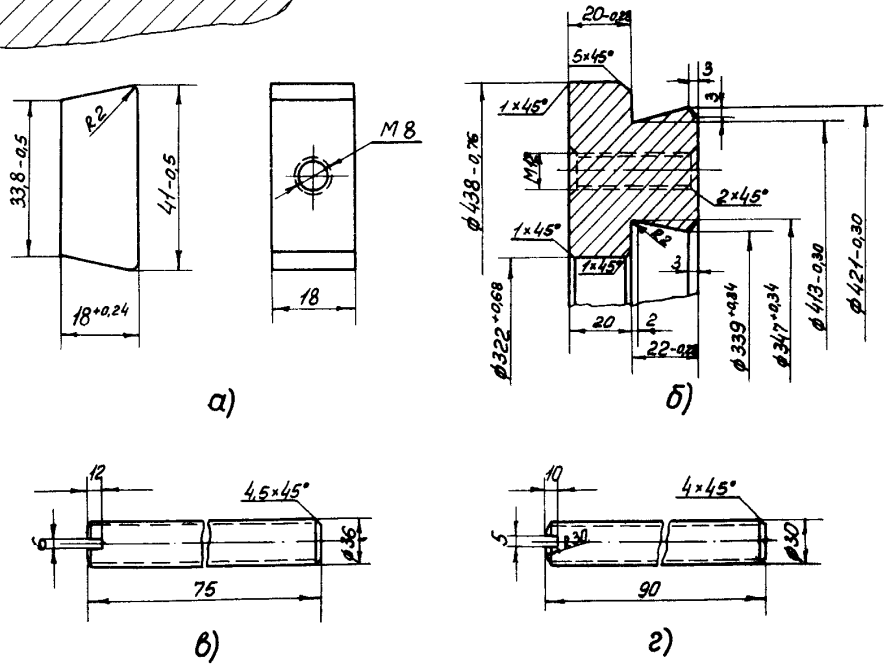


Рис.I4. Балансировочные грузы:

а - для центрирующих колец и вентиляторов; *б* - для балансировочного кольца ротора турбогенератора ТВВ-I65-2; *в* - для бочки ротора; *г* - для полумуфты ротора

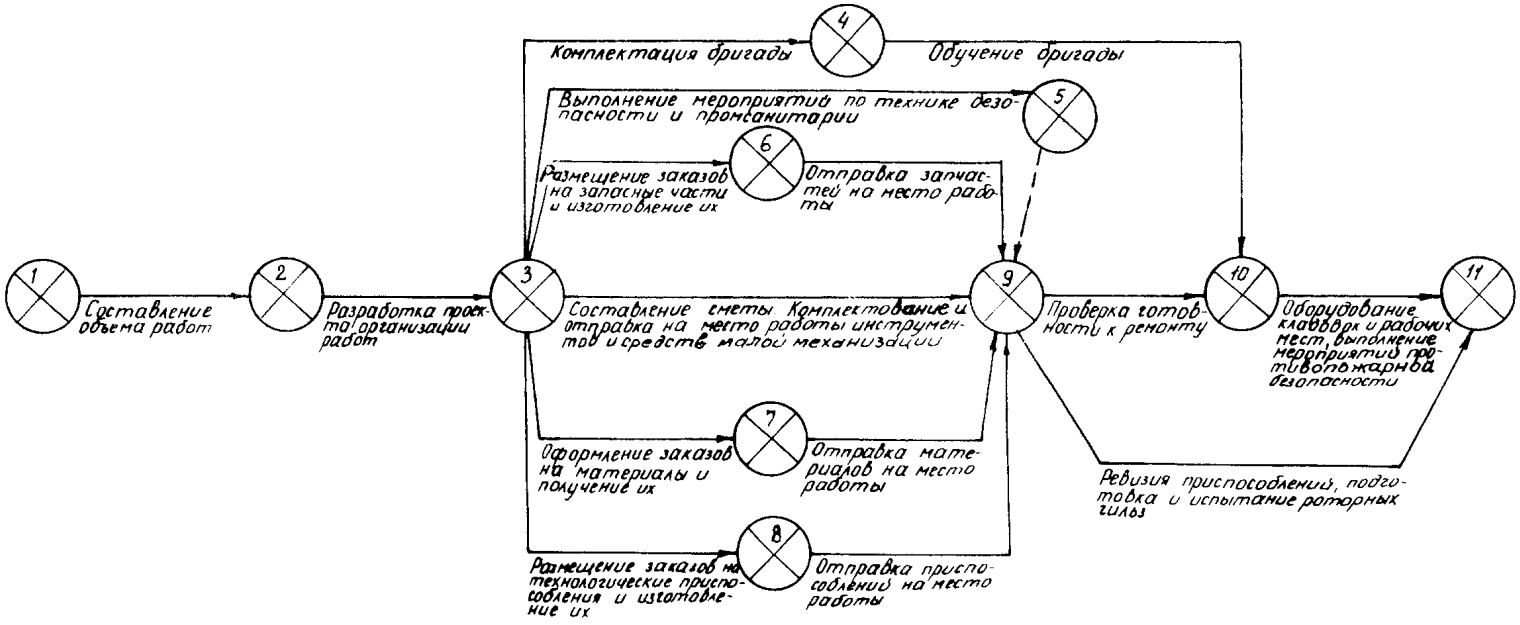


Рис.I5. Сетевая модель подготовительных работ

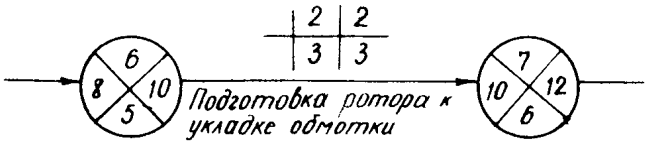


Рис.I6. Обозначение на сетевой модели

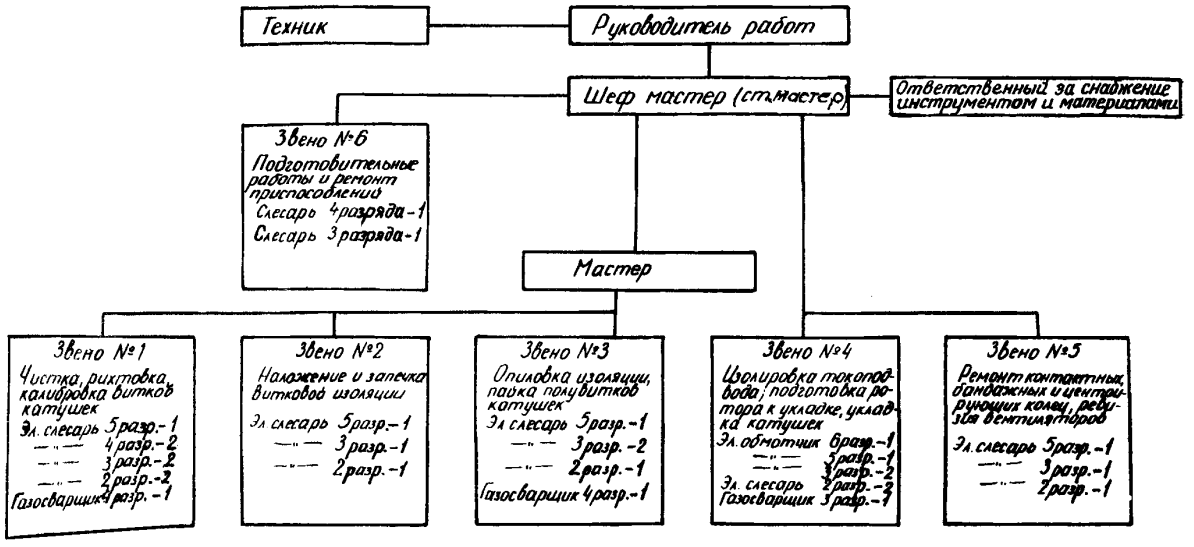


Рис.I7. Схема расстановки ремонтного персонала

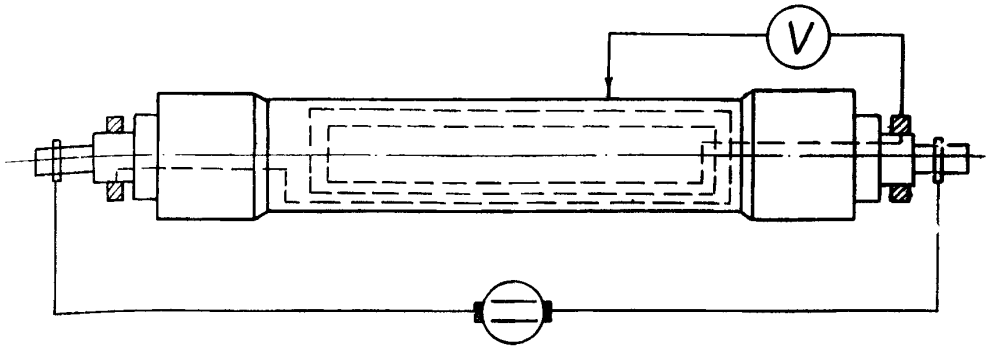


Рис.I8. Схема определения места замыкания обмотки на корпус

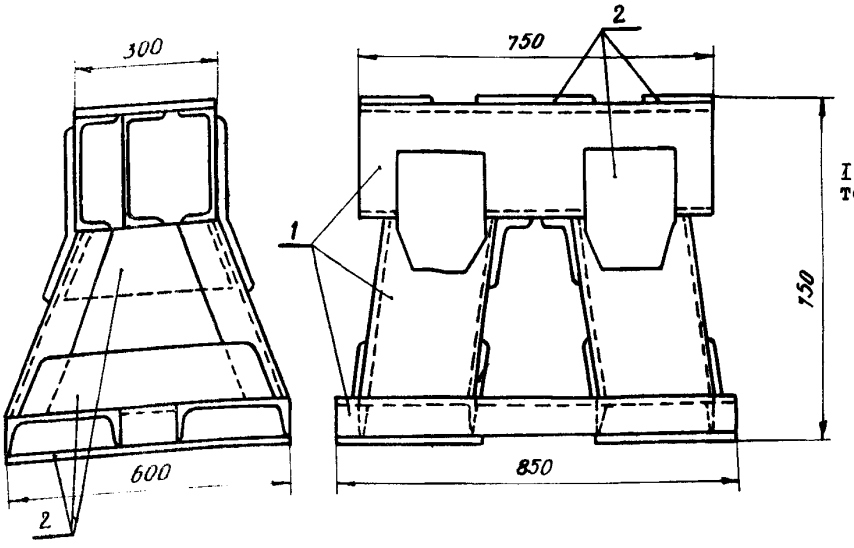


Рис.I9. Опора:
I - швеллер № 24; 2 - листовая сталь толщиной I5 мм

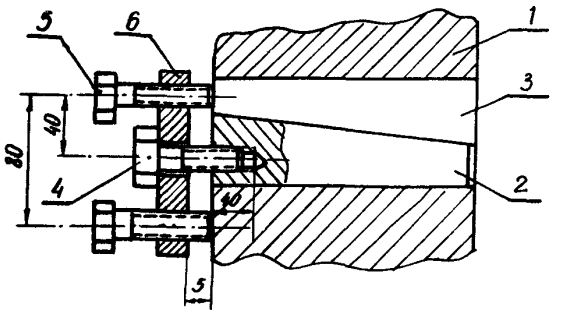


Рис.20. Приспособление для удаления шпонки:
I - муфта; 2 - половина шпонки с прямым конусом; 3 - половина шпонки с обратным корпусом; 4 - болт вытяжной М20; 5 - болт нажимной М20; 6 - планка размером I00x60x30 мм

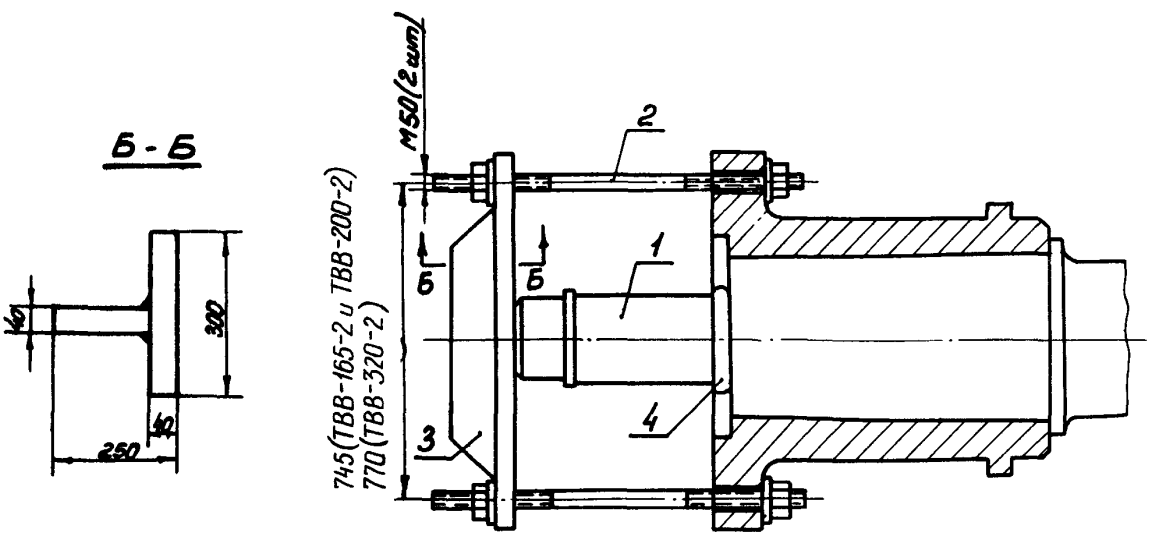


Рис.2I. Приспособление для съема полумуфт:
I - гидравлический домкрат грузоподъемностью 50 Т; 2 - шпилька М50; 3 - балка; 4 - прокладка

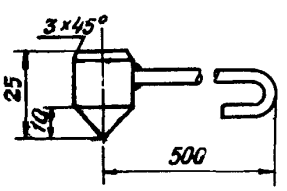
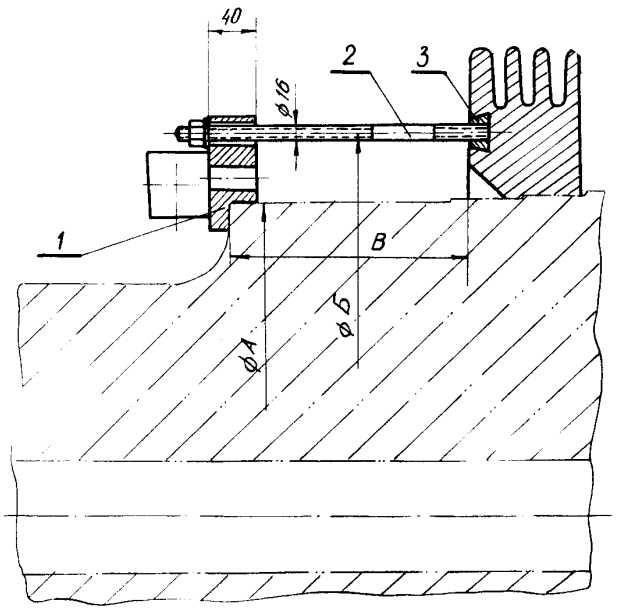
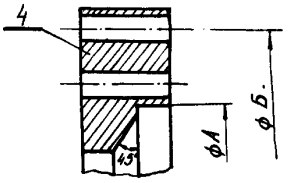


Рис.22. Выколотка





Турбогенератор	Размер , мм		
	А	Б	В
ТВВ-I65-2	450	720	250
ТВВ-200-2	475	800	300
ТВВ-320-2	620	800	235

Рис.23. Приспособление для снятия вентилятора:
I - упорное кольцо (для турбогенераторов ТВВ-I65-2 и ТВВ-200-2); 2 - стяжная шпилька; 3 - сухарь; 4 - упорное кольцо для турбогенератора ТВВ-320-2

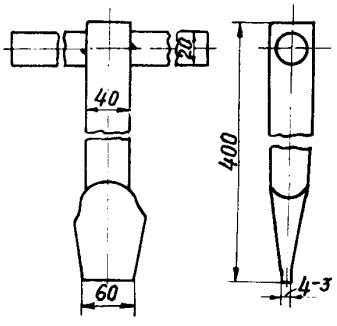


Рис.24. Отвертка

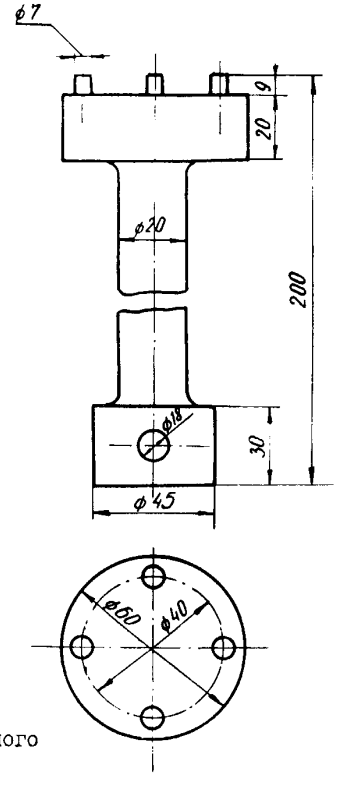


Рис.25. Ключ для контактного винта

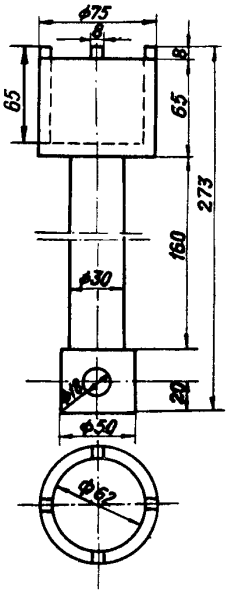


Рис.26. Ключ для гайки уплотнения

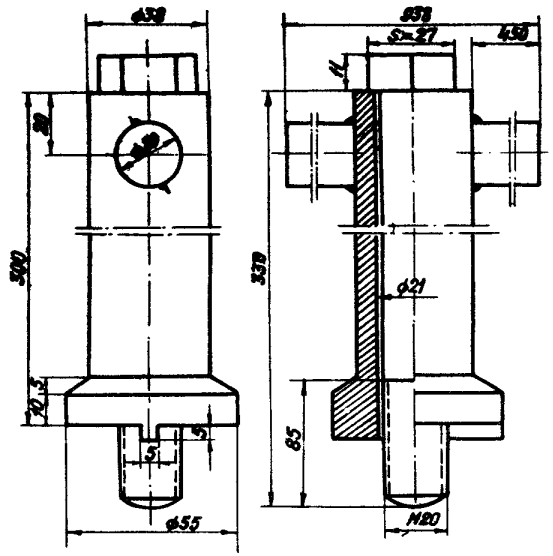


Рис.27. Ключ для токоведущего болта

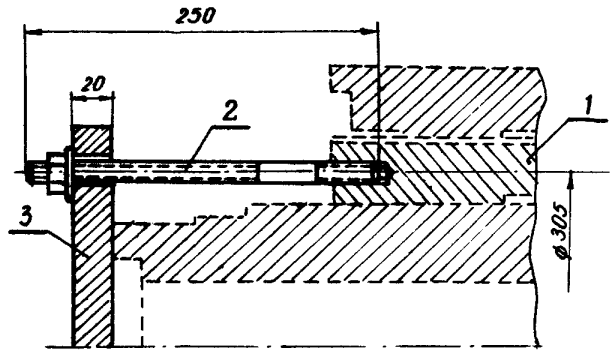
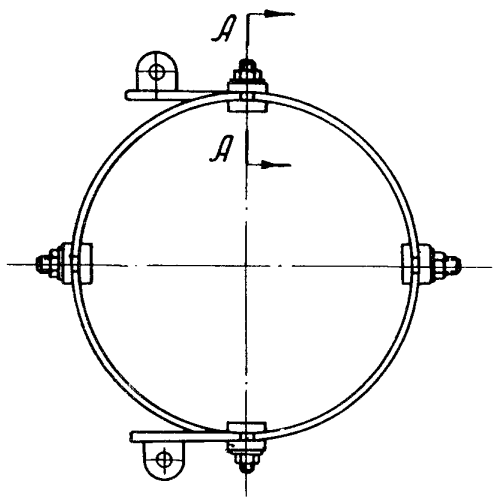


Рис.28. Приспособление для снятия контактора:
1 - втулка контактора; 2 - шпилька М20; 3 - диск упорный



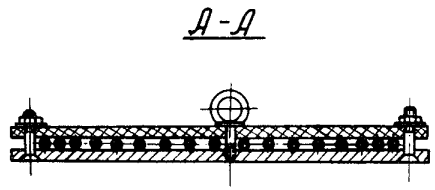


Рис.29. Индуктор

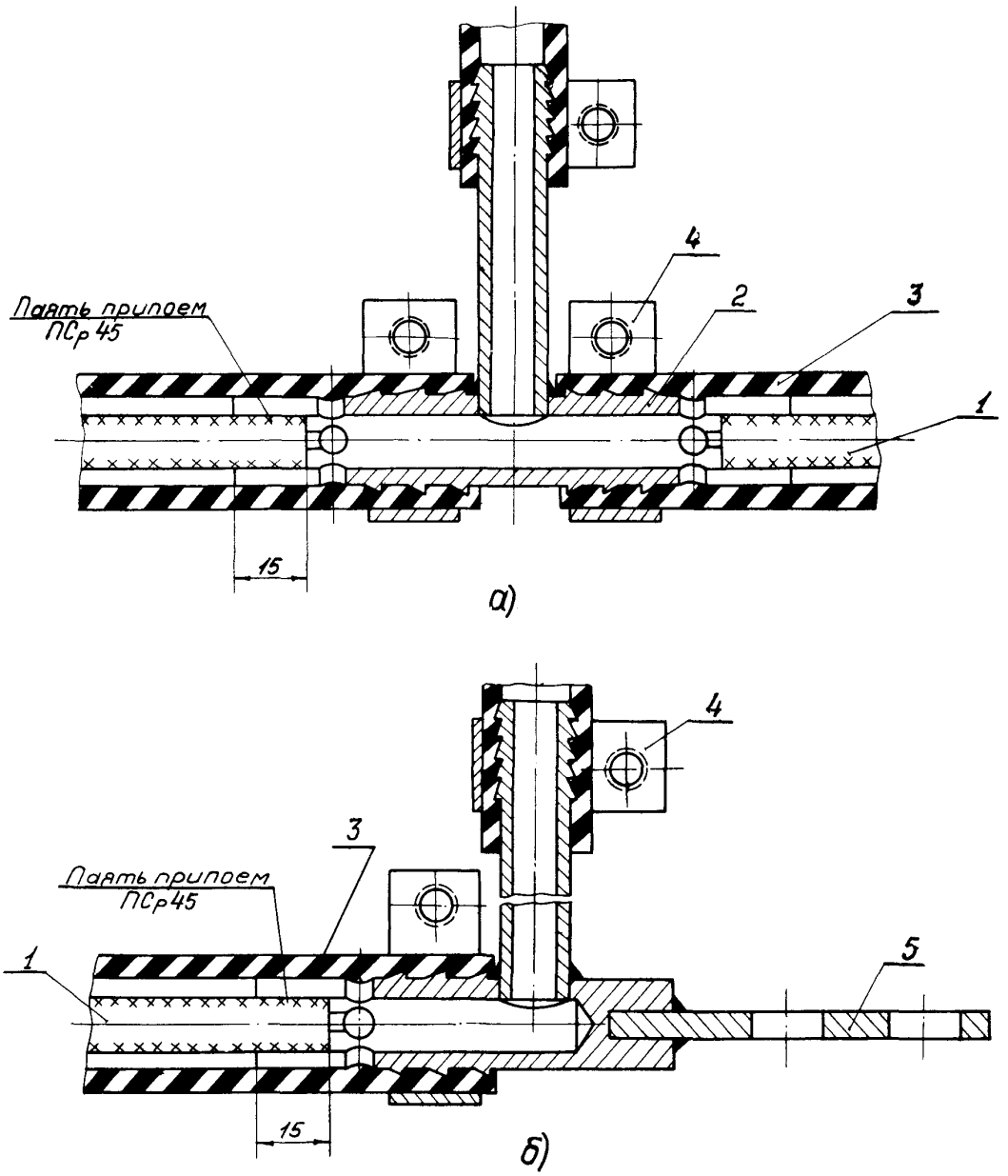


Рис.30. Наконечник индукционной обмотки:
а - напорный; *б* - сливной
I - провод медный; 2 - тройник; 3 - резиновый шланг; 4 - стяжной хомут; 5 - контактная шина (для подсоединения кабеля)

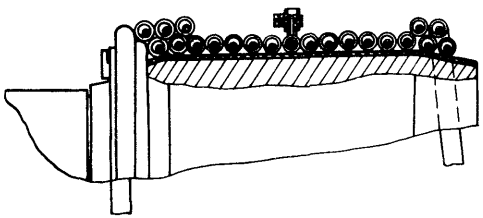


Рис.3I. Индукционная обмотка

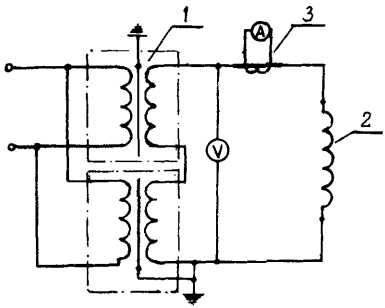


Рис.32. Схема соединения сварочных трансформаторов:
I - трансформатор ТСД-2000; 2 - индуктор; 3 - трансформатор тока I500/5

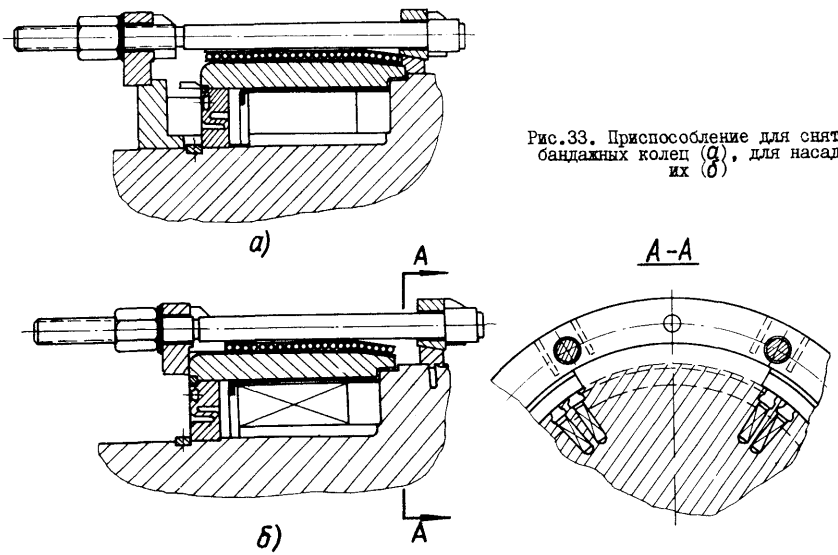


Рис.33. Приспособление для снятия бандажных колец (а), для насадки их (б)

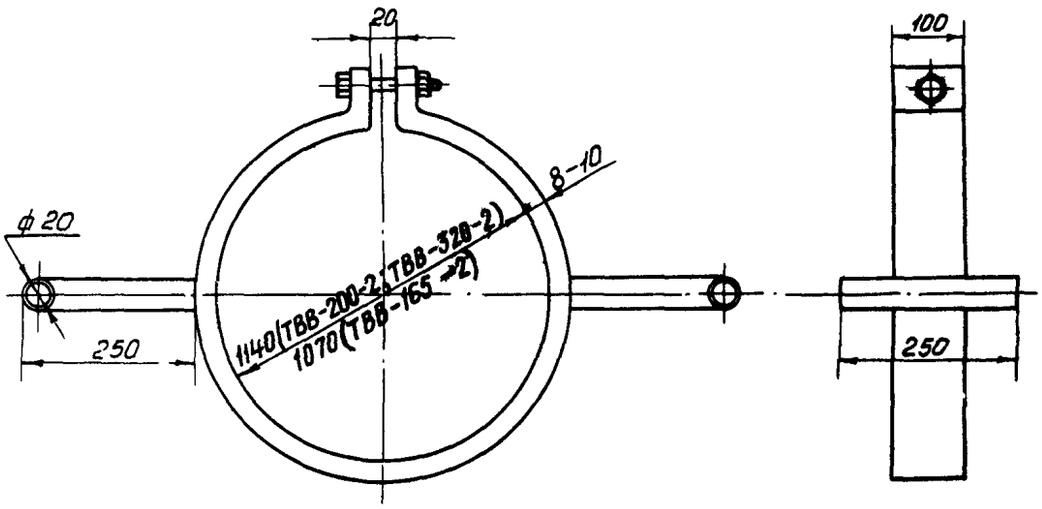


Рис.34. Хомут

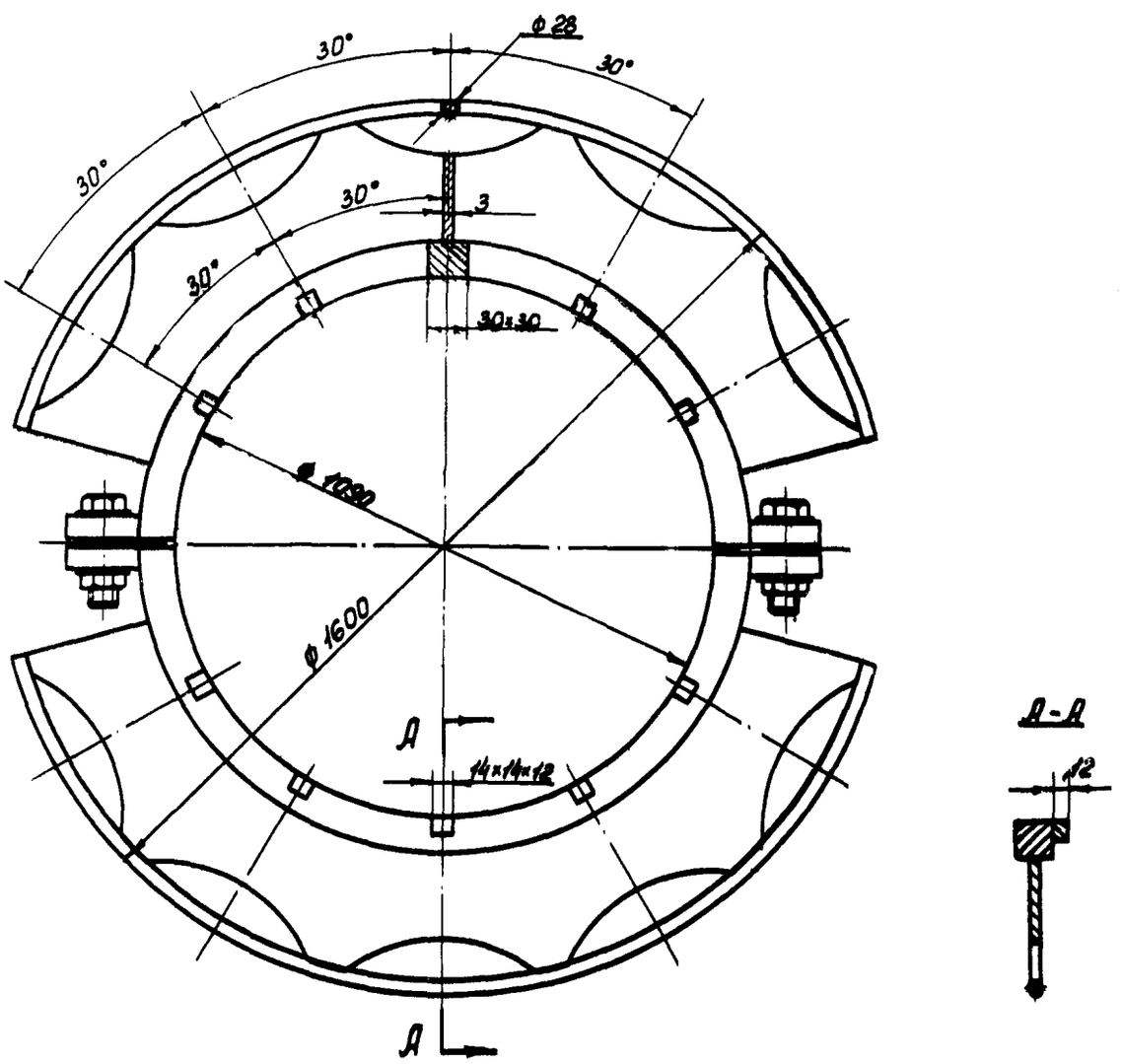
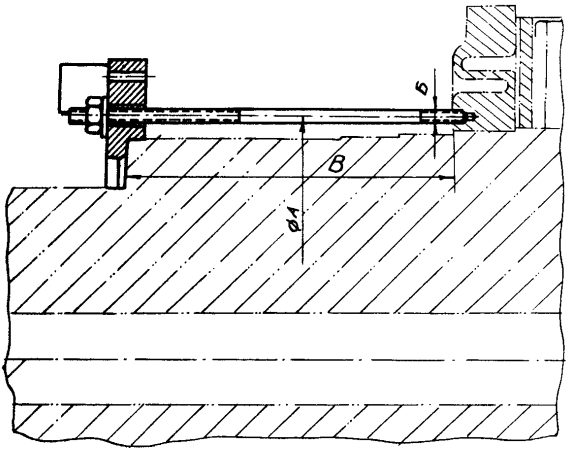
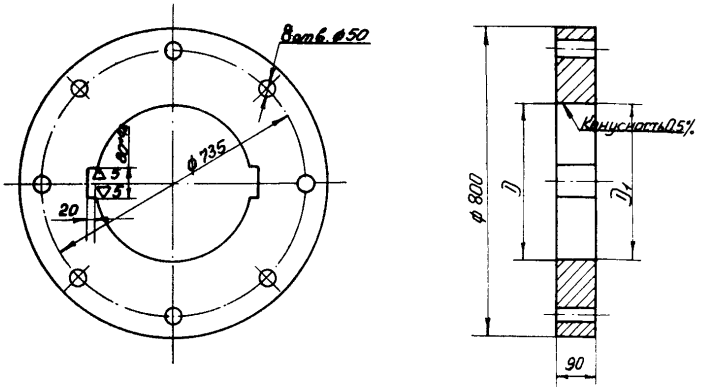


Рис.35. Ключ для отворачивания гайки бандажного узла



Турбогенератор	Размер , мм		
	А	Б	В
ТВВ-165-2	630	М24	400
ТВВ-200-2	710,5	М20	580
ТВВ-320-2	710,5	М20	480

Рис.36. Приспособление для снятия центрирующих колец



Тип генератора	D	D1
ТВВ-165-2, ТВВ-200-2	422,68 +0,12	422,8
ТВВ-320-2	472,68 +0,12	472,8

Рис.37. Временная муфта (размеры в мм)

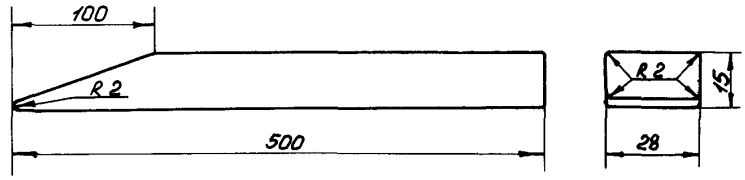


Рис.38. Обмоточная лопатка

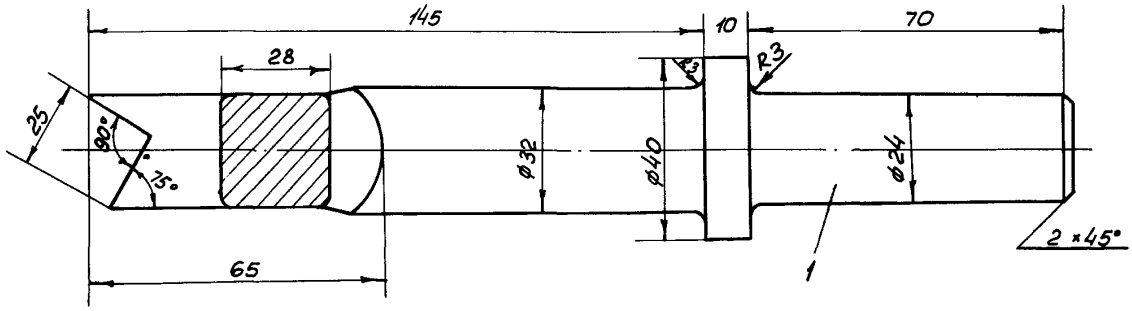


Рис.39. Боек

Примечание. Хвостовик I закалить *HRC*30...35

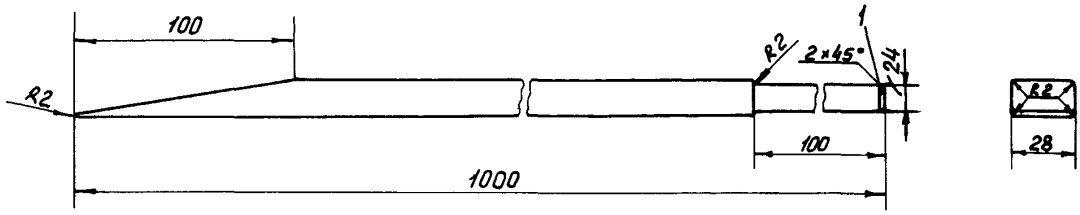


Рис.40. Клин

Примечание. Хвостовик I закалить *HRC*30...35

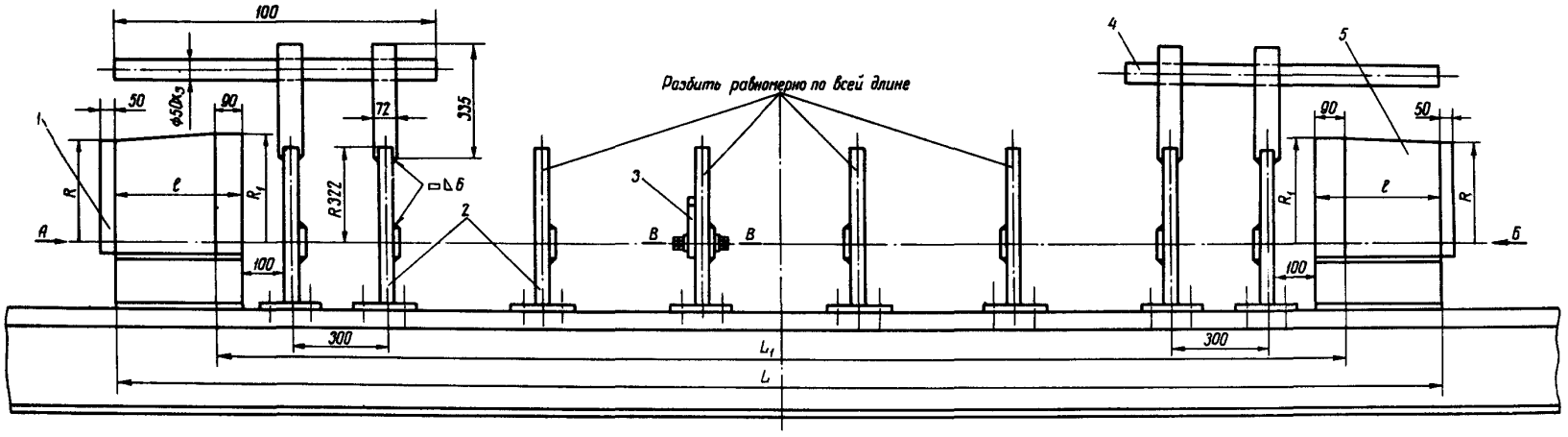


Рис.4I. Макет для пайки, необходимые детали и размеры (мм)

№ позиции	Название	№ рисунка	Количество, шт.
I	Барабан	4I-I	I
2	Диск	4I-2	8 (из них 4 с приваренной гребенкой В), I6 (по 8 шт. правого и левого)
3	Поворотный рычаг	4I-3	
4	Штанга	-	2
5	Барабан	4I-5	I
6	Дуга	4I-6	2
7	Шпилька	4I-7	8
8	Струбцина прижимная	4I-8	I6
9	Болт (см.рис. 4I-6)	4I-9	I6
I0	Сухарь	4I-I0	4
II	Дистанционная рейка	4I-II	-

Примечания: I. Диски поз.2 и барабаны поз.I и 5 выставить на швеллерах, отцентровать строго по осям и прихватить электросваркой (центровку производить с помощью штанги длиной I000 мм и ∅ 40 мм, пропуская ее поочередно через все диски). 2. К дискам прикрепить по 2 рычага поз.3 с помощью шпилек поз.7. Рычаги фиксируются на дисках фиксаторами поз.7.-3.Гребни для крепления лобовых частей обмотки ротора в местах пайки установить только на четырех крайних дисках.-4. В гребни установить штанги поз.4.-5. Перед укладкой витков обмотки ротора на полки рычагов положить дистанционные рейки согласно рис.4I-II.-6. Крепление обмотки к рычагам осуществить с помощью откидных рычагов и упорных болтов.-7. Крепление прямолинейных частей лобовых вылетов обмотки ротора осуществить по месту к барабанам с помощью прижимных планок и стяжных шпилек

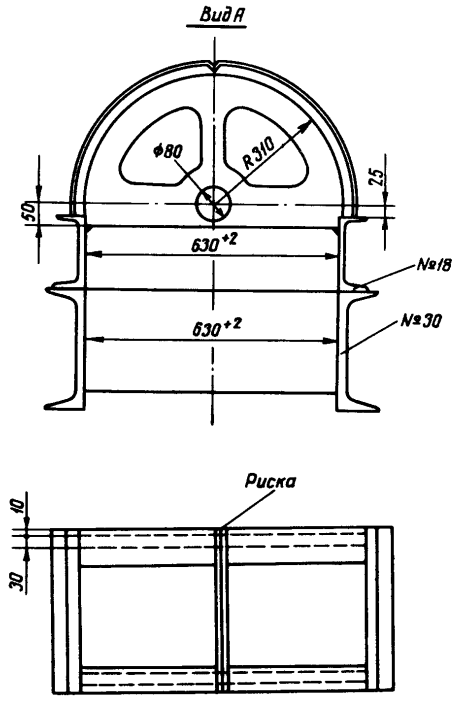
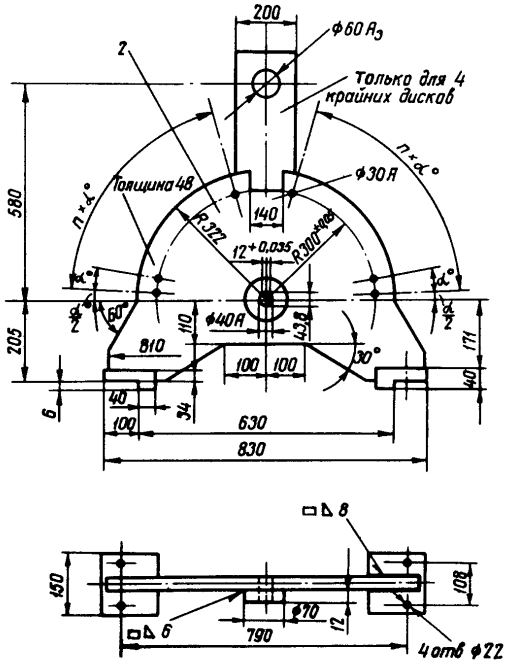


Рис.4I-I. Барабан



Турбогенератор	$\frac{\alpha^\circ}{2}$	α°	n
ТВВ-I65-2	3°45'	7°30'	I0
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	3°27'42"	6°55'30"	I2

Рис.4I-2. Диск

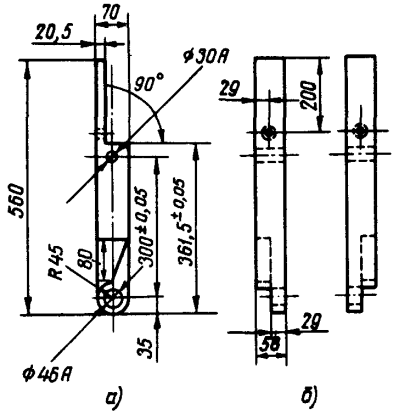
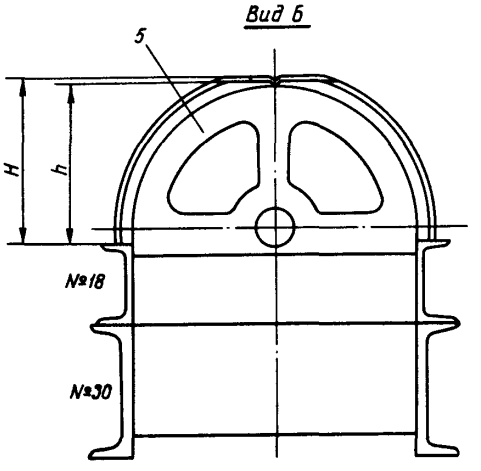


Рис.4I-3. Поворотный рычаг:
а - правый; б - левый

Примечание. Изготовляется по одному рычагу (правый, левый на диск)



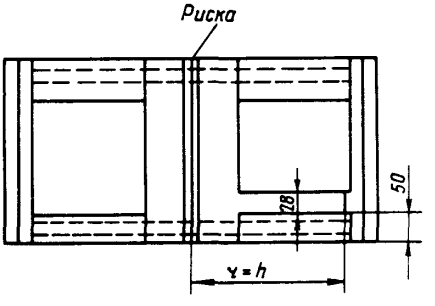


Рис.4I-5. Барабан

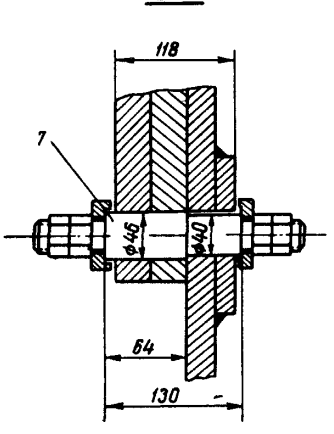


Рис.4I-7. Шпилька

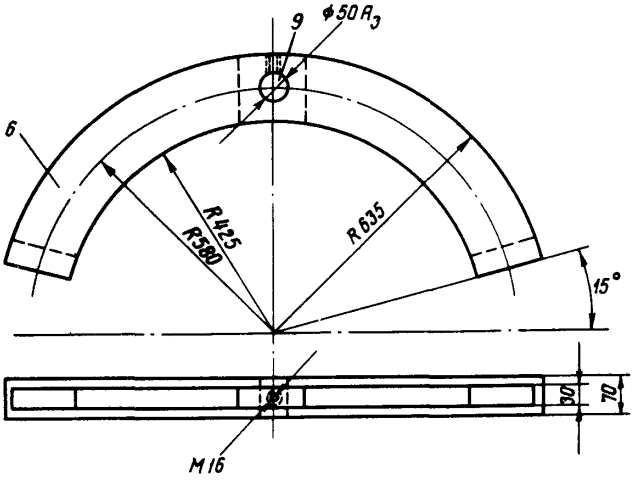


Рис.4I-6. Дуга:
9 - болт

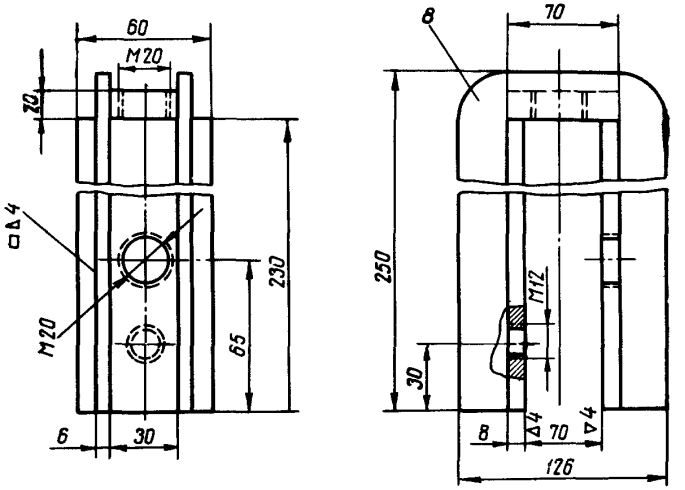


Рис.4I-8. Струбцина прижимная

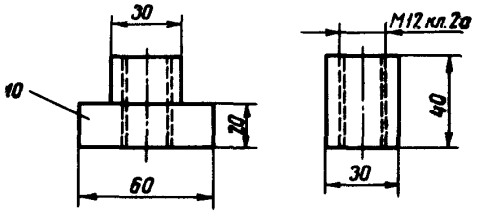


Рис.4I-I0. Сухарь

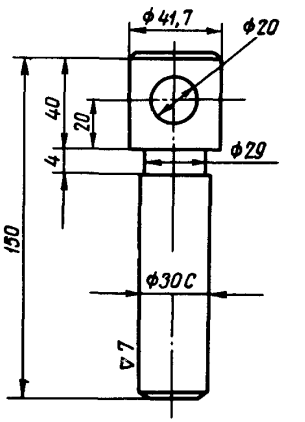


Рис.4I-9. Болт

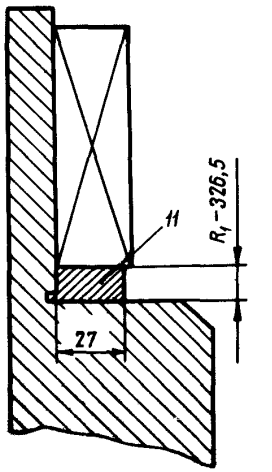


Рис.4I-II. Поворотный рычаг с установленной в нем дистанционной рейкой

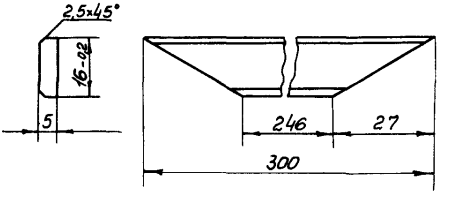


Рис.42. Калибр установочный

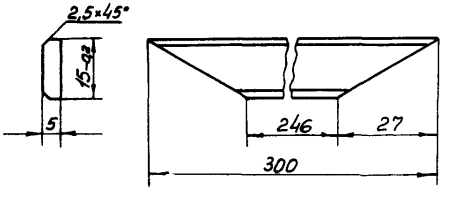
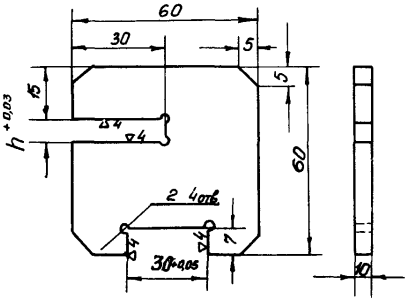


Рис.43. Калибр проверочный



Турбогенератор	Размер,мм	
	равной части	на углах
ТВВ-165-2	5	4,7
ТВВ-200-2	7	6,7
ТВВ-320-2	7	6,7

Рис.44. Калибр для меди

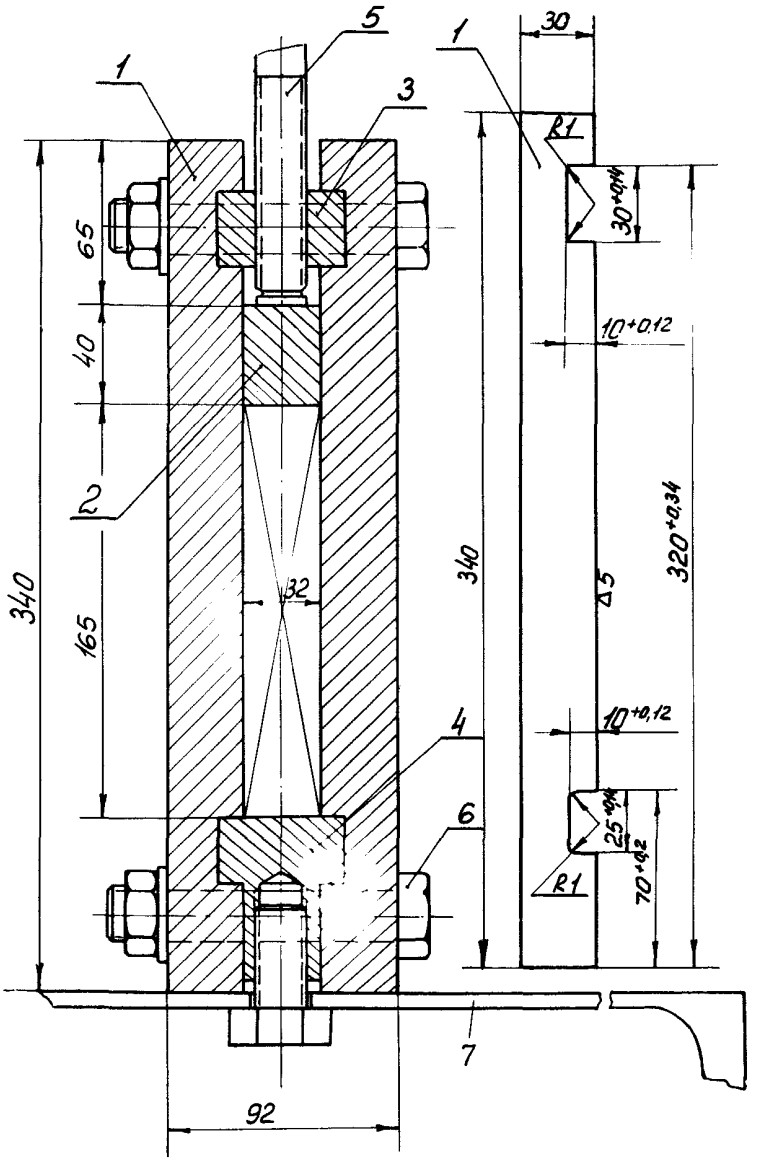


Рис.45. Пресс-форма для запечки витковой изоляции к виткам катушек: 1 - пресс-планка боковая; 2 - пресс-планка верхняя; 3 - сухарь; 4 - пресс-планка нижняя; 5 - болт нажимной М20; ℓ=130-140 мм; 6 - болт М20; ℓ = 120 мм; 7 - швеллер № 300.

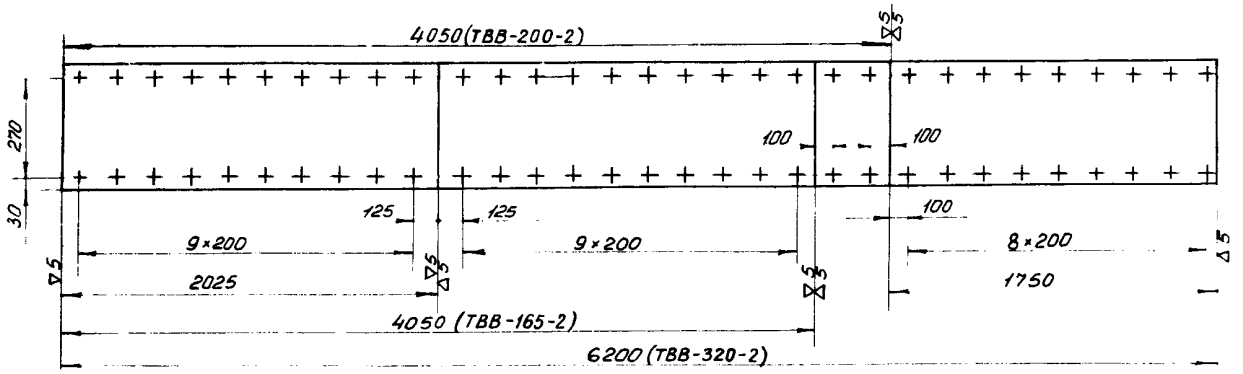


Рис.45-I. Схема расположения боковых пресс-планок

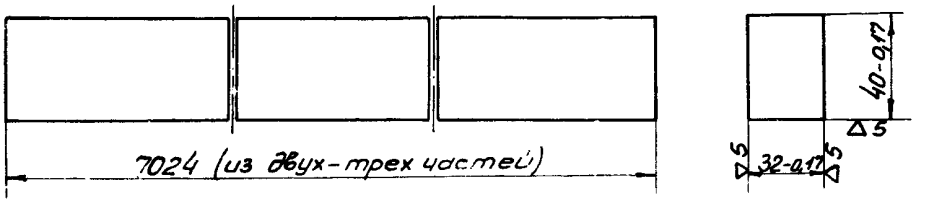


Рис.45-2. Пресс-планка верхняя

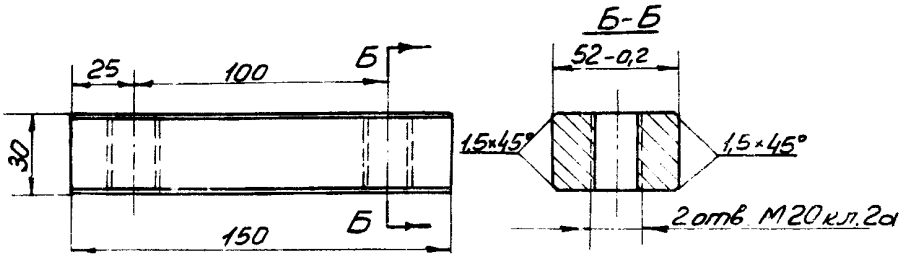


Рис.45-3. Сухарь

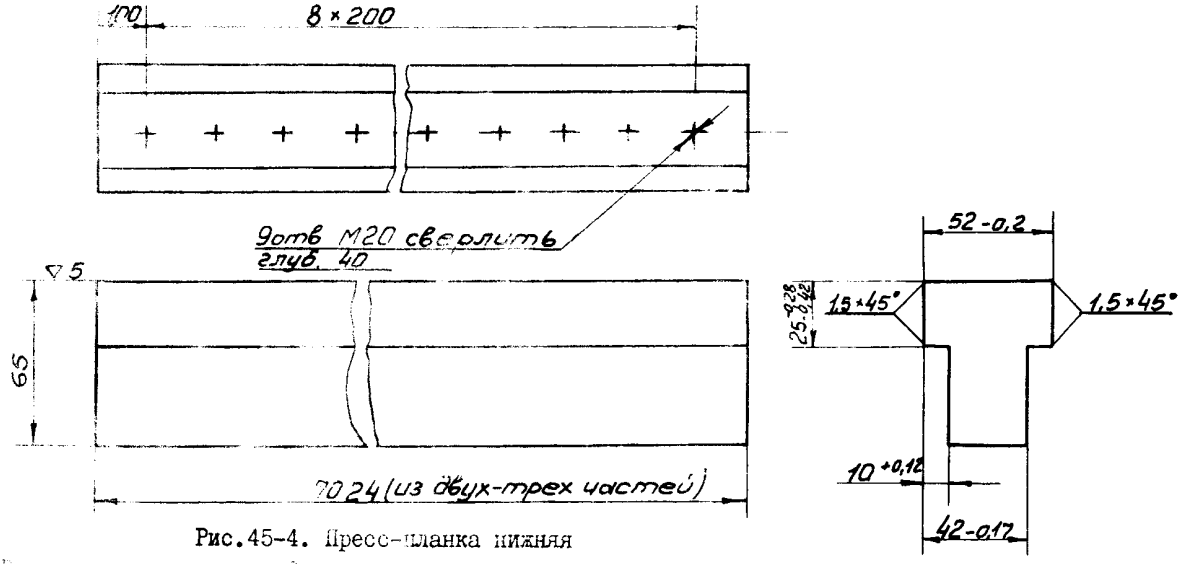
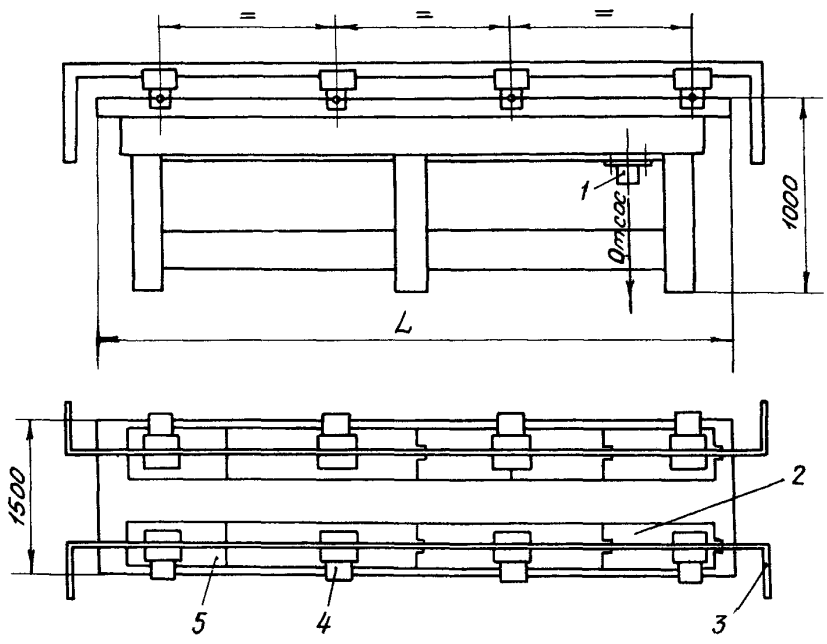


Рис.45-4. Пресс-планка нижняя

Примечание. Отверстия в пресс-планках диаметром 21 мм (62 отверстия) сверлить в сборе совместно с сухарями.



Турбогенератор	Размер, L мм	Количество, шт.	
		верстак	тиски
ТВВ-165-2	3950	I	8
ТВВ-200-2	4350	I	I0
ТВВ-320-2	6I00	I	I4

Рис.46. Стол для опиловки витковой изоляции:
I - патрубок; 2 - заслонка; 3 - полувиток; 4 - тиски; 5 - верстак

П р и м е ч а н и е . К патрубку поз.I необходимо подвести вытяжную вентиляцию.

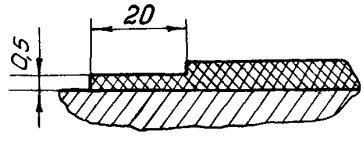
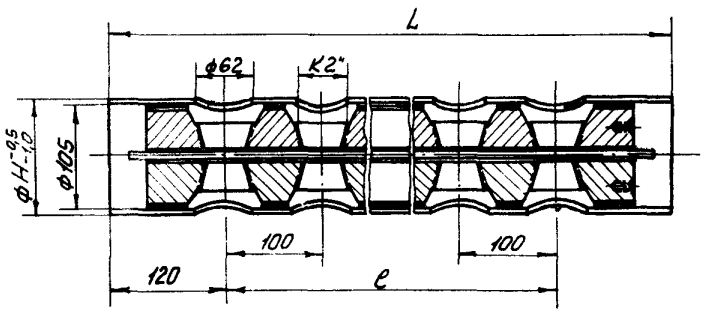


Рис.47. Размеры обработки витковой изоляции на стыке



Турбогенератор	L	e	Примечание
ТВВ-320-2	2025	1785	С одноструйной вентиляцией
ТВВ-320-2	2225	1985	С двухструйной вентиляцией
ТВВ-200-2	2105	1865	С двухструйной вентиляцией
ТВВ-200-2	1985	1745	С одноструйной вентиляцией
ТВВ-165-2	1990	1750	С одноструйной вентиляцией

Ри . 18. Стержень токоподвода (размеры в мм)

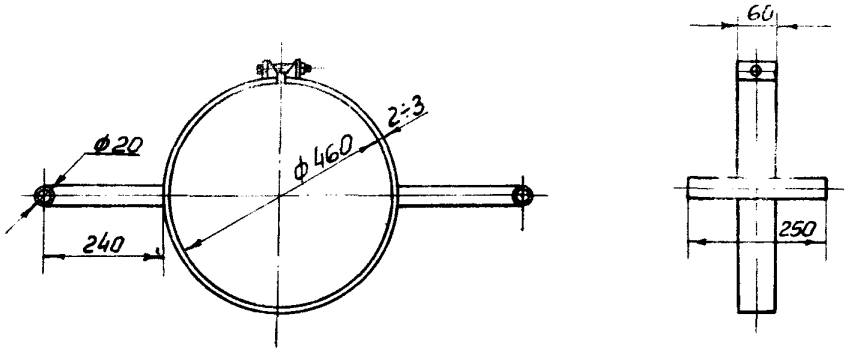
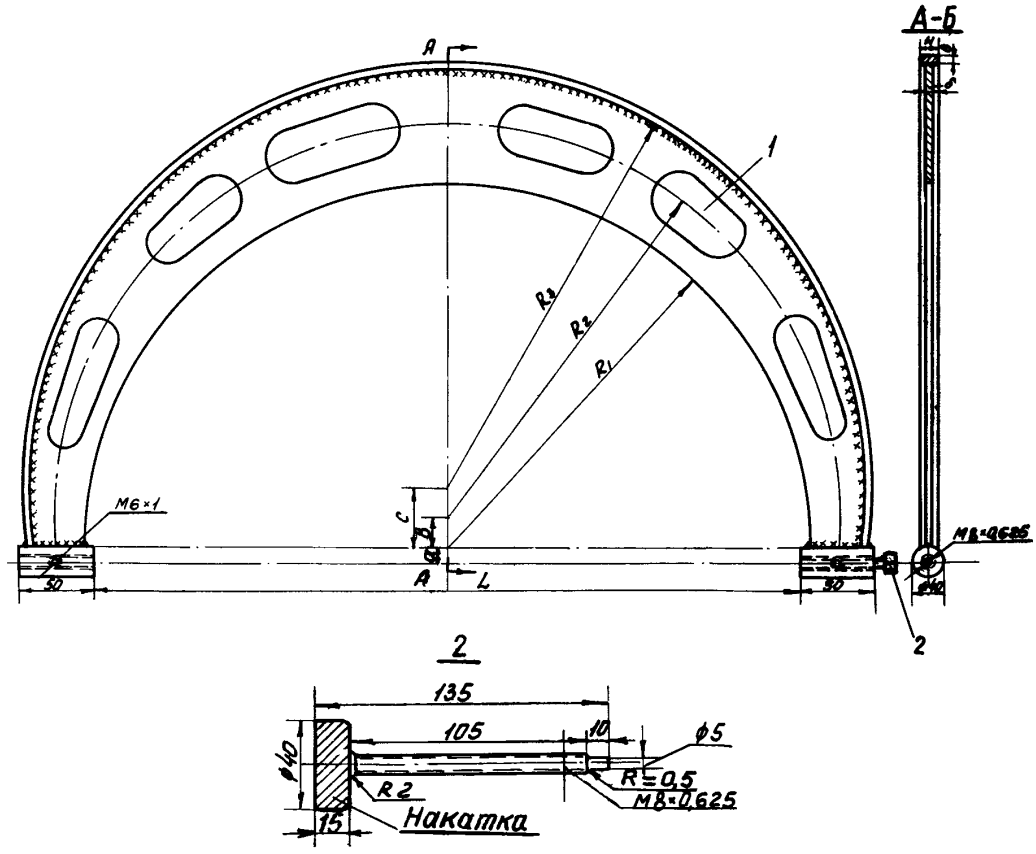


Рис.49. Хомут для контактных колец



Рекомендуемые размеры корпусов
дуговых сварных скоб, мм

№ п.п.	D	L	R_3	R_2	R_1	a	b	c	H	δ
I	400–450	500	320	3I0	300	5	20	50	I2	4
2	450–500	550	340	320	3I0	6	22	52	I5	4
3	500–550	600	360	340	320	8	25	55	20	5
4	550–600	650	380	360	340	I0	30	60	25	5
5	600–650	700	400	382	364	I0	35	70	30	5
6	650–700	750	424	407	390	I0	35	70	30	5
7	700–750	800	450	432	4I4	I0	35	70	30	6
8	750–800	850	480	459	438	I0	40	80	30	6
9	800–850	900	505	485	465	I0	40	80	30	6
I0	850–900	950	530	5I0	490	I0	40	80	30	6
II	900–950	I000	555	535	5I5	I0	45	90	30	6
I2	950–I000	I050	580	560	540	I0	45	90	30	6
I3	I000–I050	II00	605	585	565	I0	45	90	30	8
I4	I050–II00	II50	630	6I0	590	I0	50	I00	30	8
I5	II00–II50	I200	655	635	6I5	I0	50	I00	30	8
I6	II50–I200	I250	680	660	640	I0	50	I00	30	8
I7	I200–I250	I300	705	685	665	I0	55	II0	30	I0
I8	I250–I300	I350	730	7I0	690	I0	55	II0	30	I0
I9	I300–I350	I400	755	735	7I5	I0	55	II0	30	I0

Рис.50. Мерительная скоба:
I – окно для облегчения скобы; 2 – винт М8хI

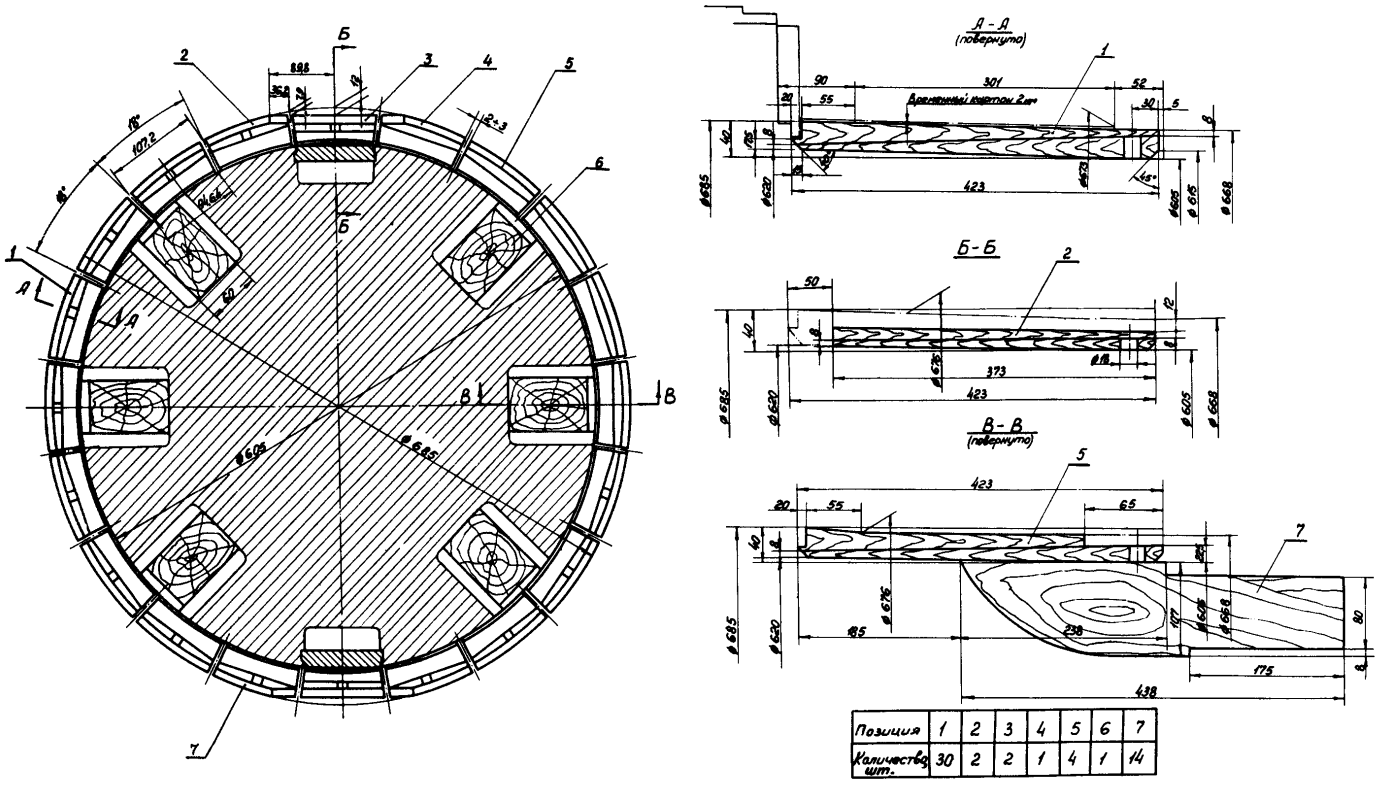
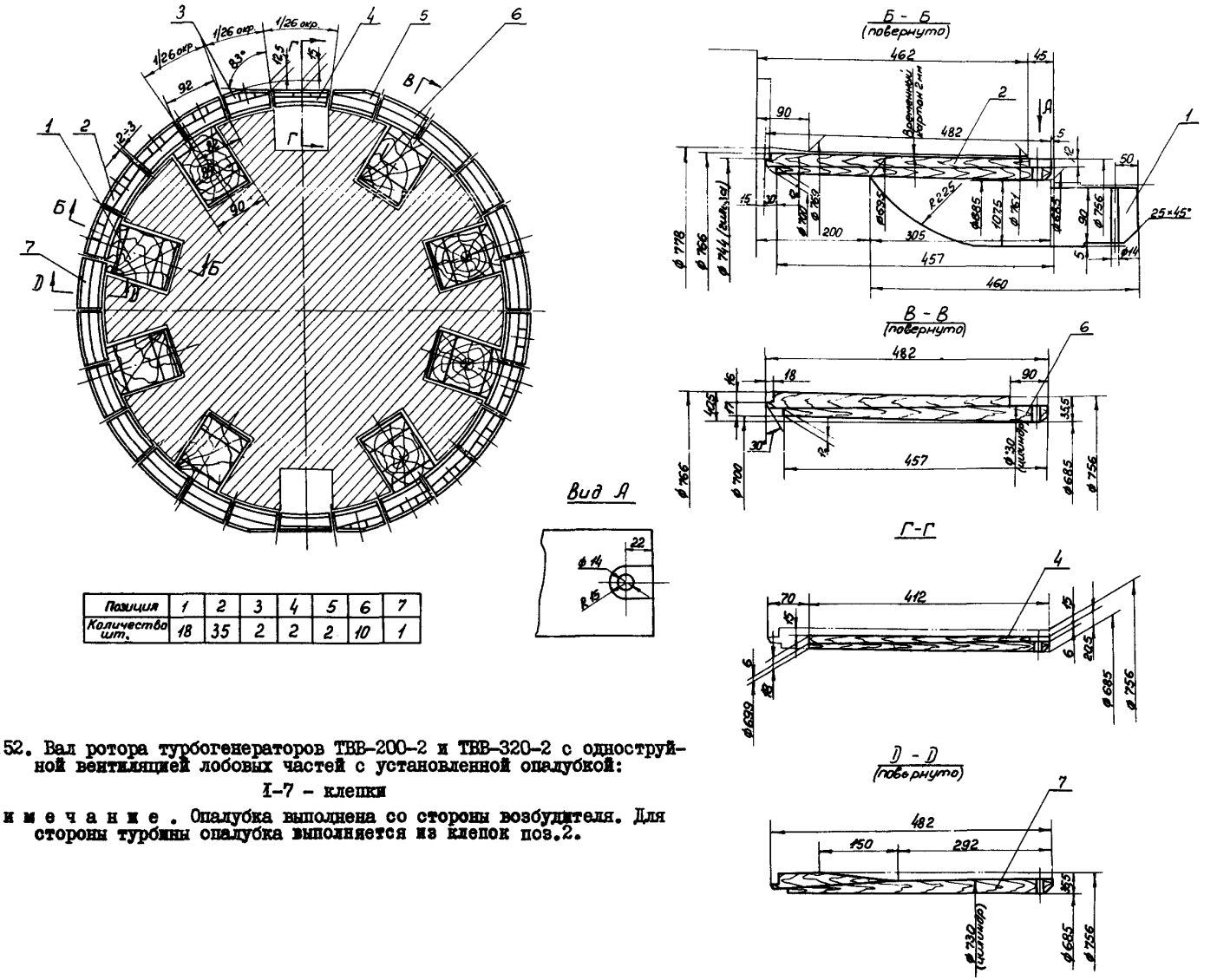


Рис.5I. Вал ротора турбогенератора ТВВ-I65-2 с установленной опалубкой

П р и м е ч а н и е . Опалубка выполнена со стороны возбудителя. Для стороны турбины она выполняется из основного сегмента (поз.I)

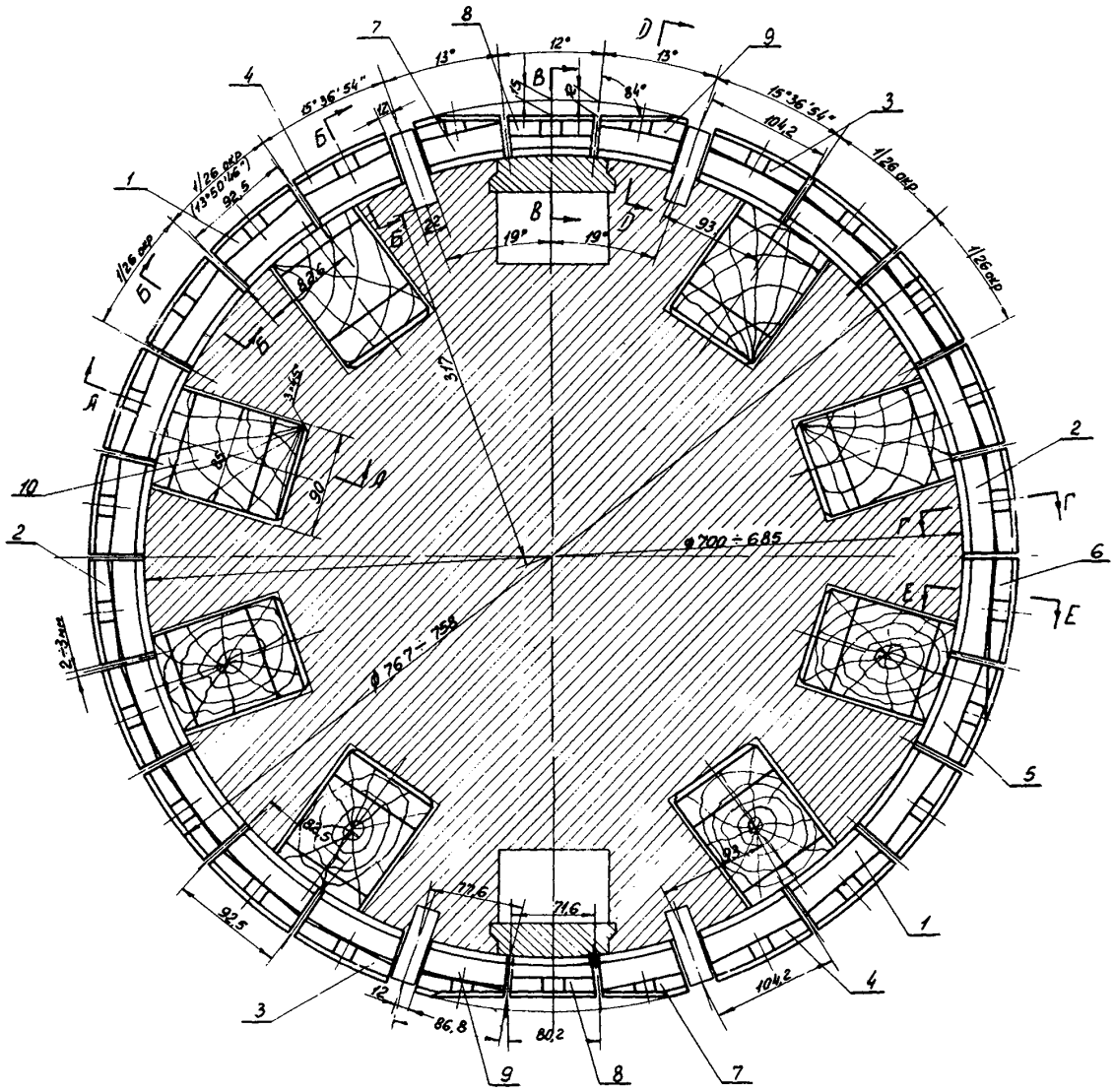


Позиция	1	2	3	4	5	6	7
Количество шт.	18	35	2	2	2	10	1

Рис.52. Вал ротора турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с одноструйной вентиляцией лобовых частей с установленной опалубкой:

I-7 - клепки

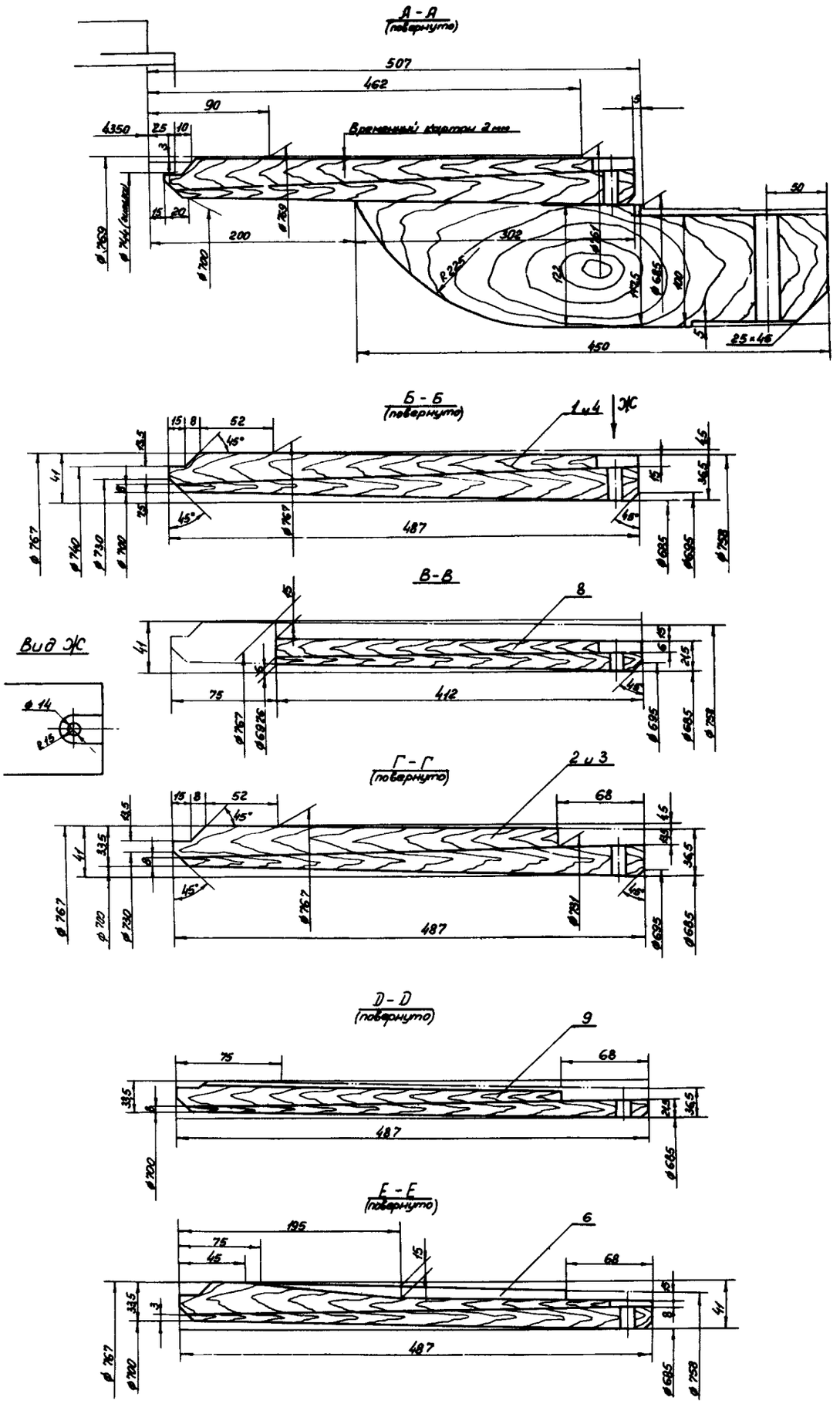
Примечание. Опалубка выполнена со стороны возбудителя. Для стороны турбины опалубка выполняется из клепок поз.2.



Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество, шт.	12	16	4	4	2	2	4	4	4	18

Рис.53. Вал ротора турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с двухструйной вентиляцией лобовых частей с установленной опалубкой:
1-10 - клепки

Примечание. Опалубка выполнена со стороны возбудителя. Для стороны турбины опалубка изготовляется из клепок (поз.1).


А - А
(повернуто)
507
462
90
4350
Временный картон 2 мм
200
302
450
25×46
Б - Б
(повернуто)
1 и 4
Ж
487
В - В
8
Вид Ж
75
412
Г - Г
(повернуто)
2 и 3
68
487
Д - Д
(повернуто)
9
75
68
487
Е - Е
(повернуто)
195
75
45
6
68
487

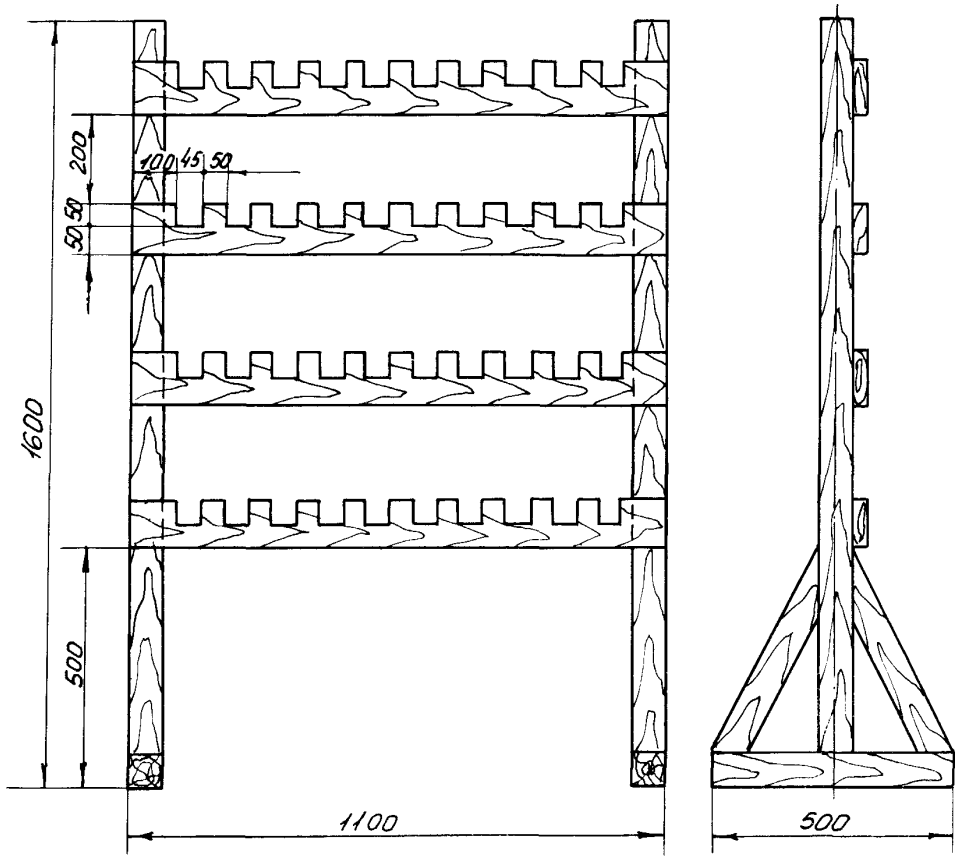


Рис.54. Стойка для хранения гильз

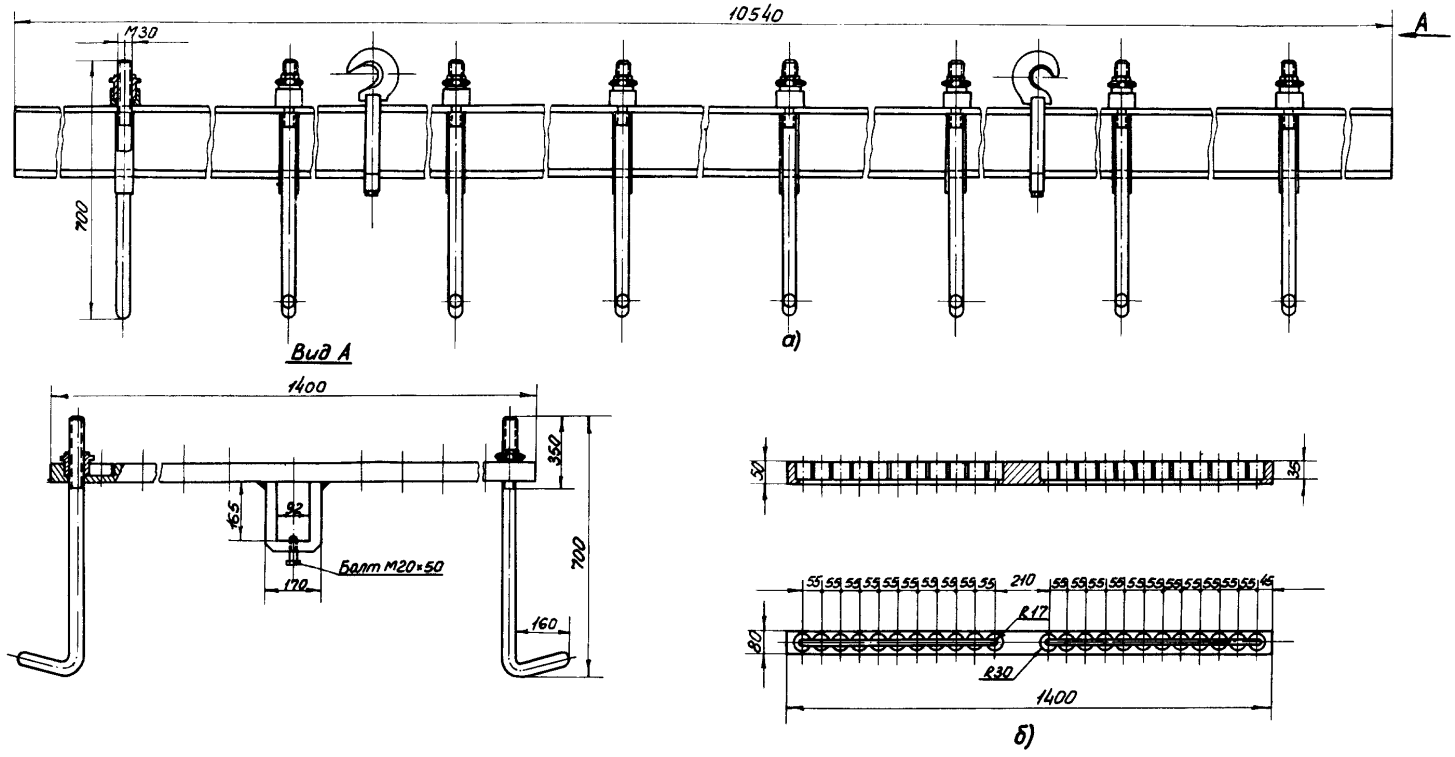
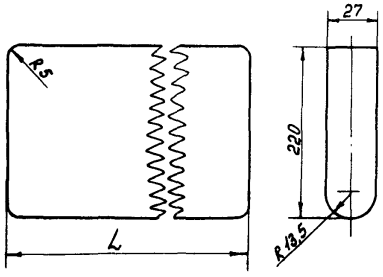


Рис.55. Подвесное приспособление для подвески катушек (*а*) и схема расположения отверстий под крючки (*б*)



Турбогенератор	Размер, L мм	Количество, шт.
ТВВ-165-2	4200	6
ТВВ-200-2	4500	12
ТВВ-320-2	6300	7

Рис.56. Осадочная доска для гильзы

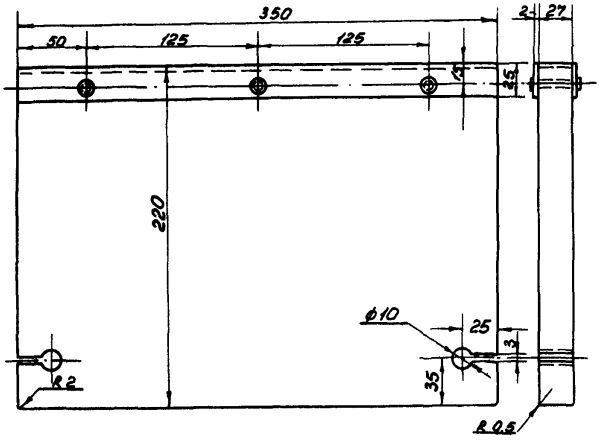
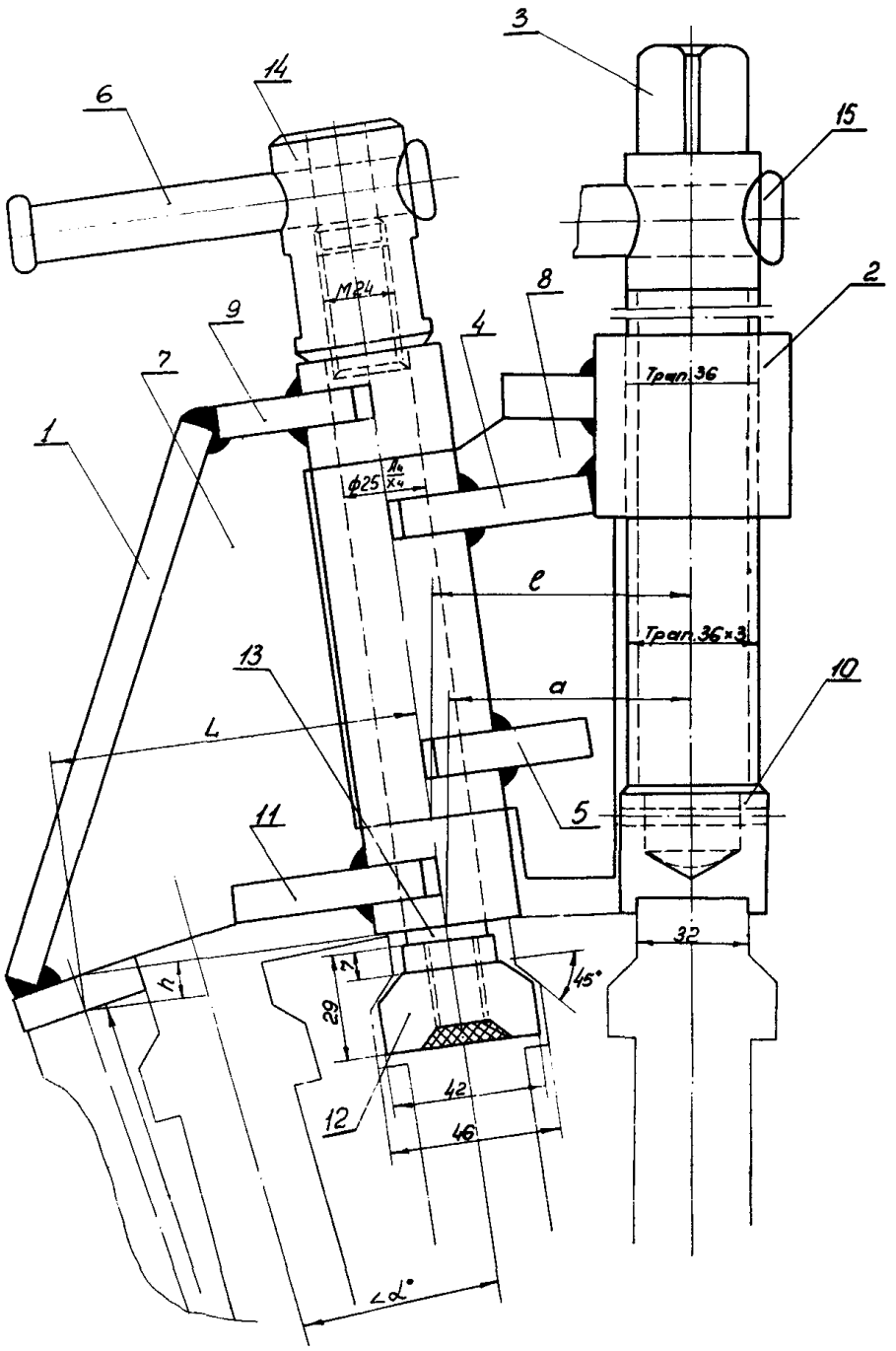
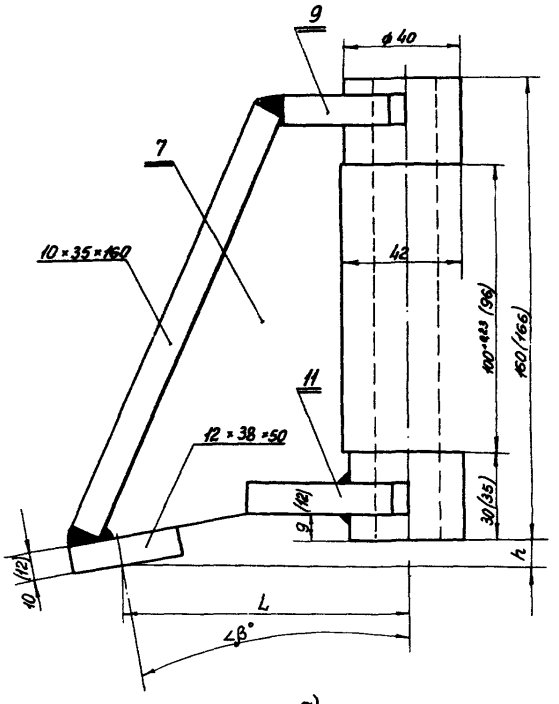


Рис.57. Осадочная доска для витков



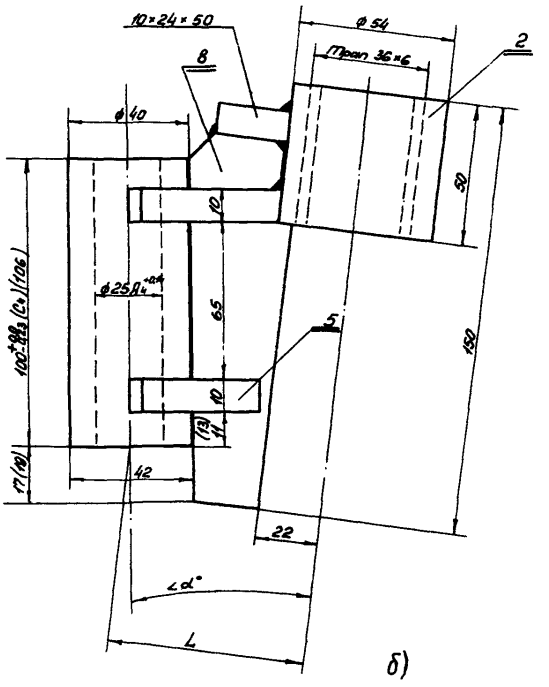
Турбогенератор	ϕ	∠α°	L	e	a	h
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	1075	6°55'	96,75	66,5	63,45	10,75
ТВВ-165-2	1000	7°30'	97,5	69,2	65,26	9,6

Рис.58. Домкрат для осадки витков и размеры (мм):
1 - планка; 2 - гайка; 3 - винт; 4 и 5 - угольники; 6 - рычаг; 7 и 8 - ребра; 9 - вилка; 10 - пята; 11 - вилка; 12 - планка; 13 - шпилька; 14 - гайка; 15 - рычаг



а)

Турбогенератор	∠β°	h	L
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	10°22'	10,75	96,75
ТВВ-165-2	11°15'	9,6	97,5



б)

Турбогенератор	∠α°	L
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	6°55'	66,5
ТВВ-165-2	7°30'	69,2

Рис.58-I. Кронштейны домкрата;
а - кронштейн сварной неподвижный; б - кронштейн сварной подвижный

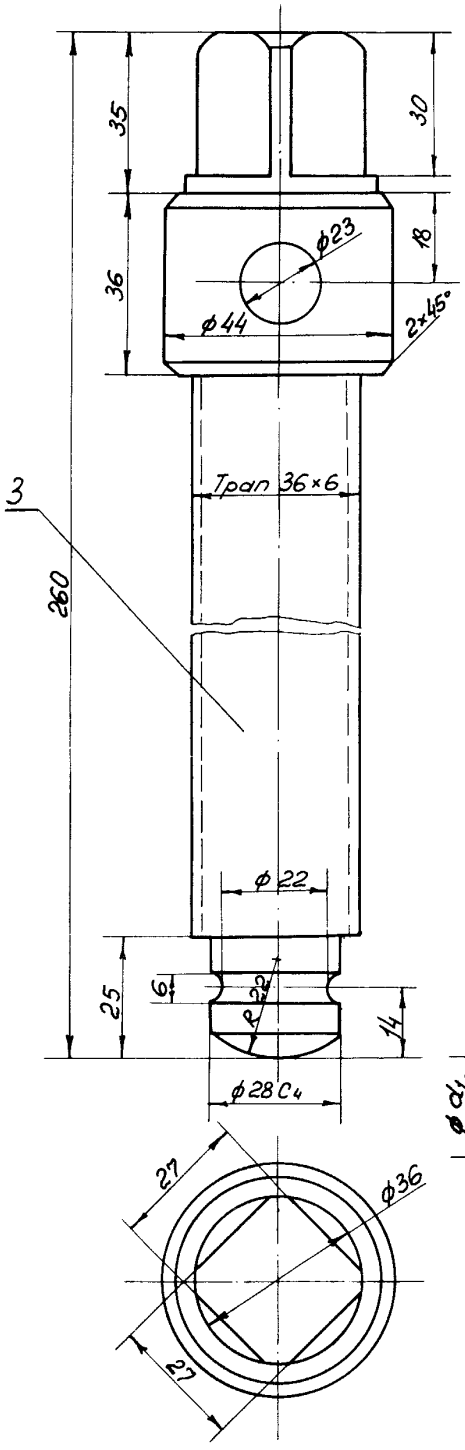


Рис.58-3. Винт

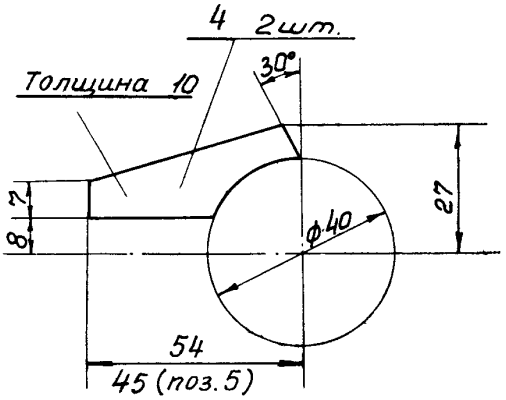


Рис.58-4. Угольник

П р и м е ч а н и е . Изготовить по 2 шт. (поз.4 и 5)

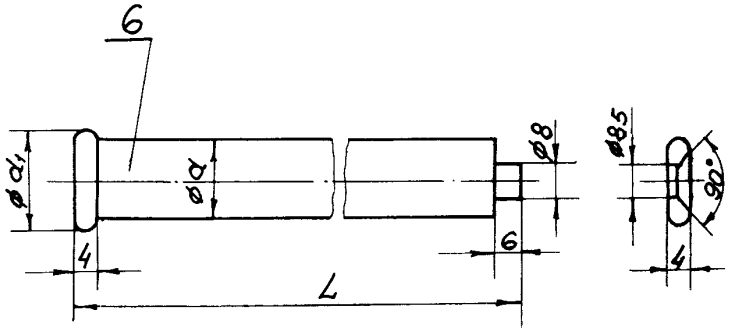


Рис.58-6. Рычаг

П р и м е ч а н и е . Изготовить по 2шт. (поз.6 и I5)

Позиция	d_1	d	L
6	ф 20	ф 16	115
15	ф 26	ф 22	220

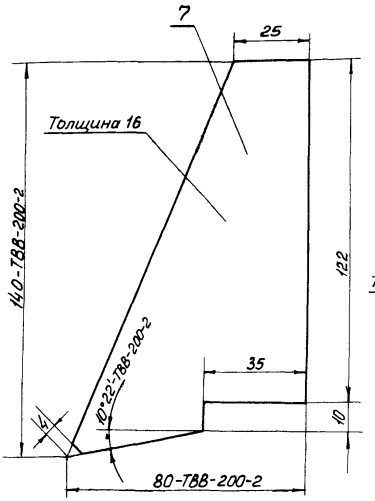


Рис.58-7. Ребро

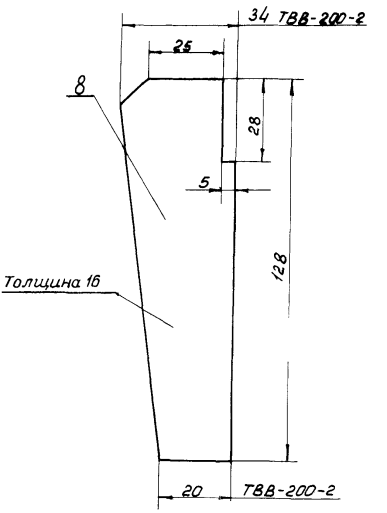


Рис.58-8. Ребро

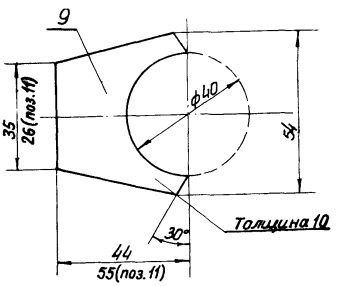


Рис.58-9. Вилка

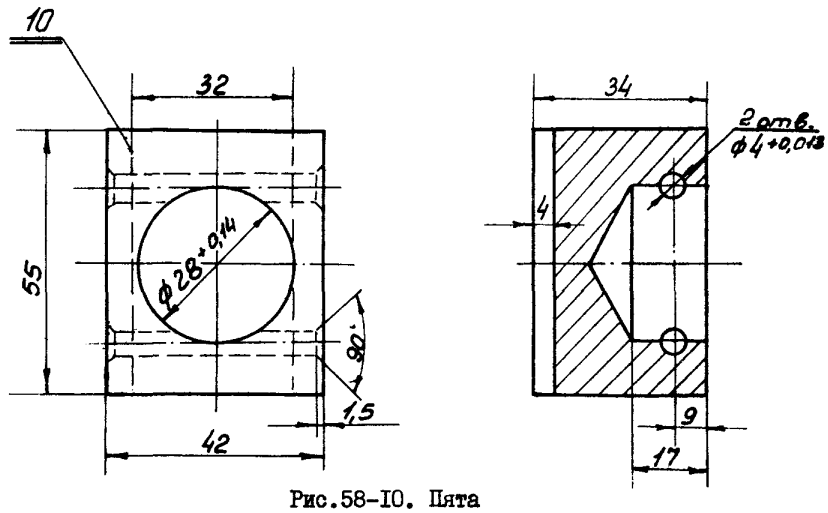


Рис.58-I0. Пята

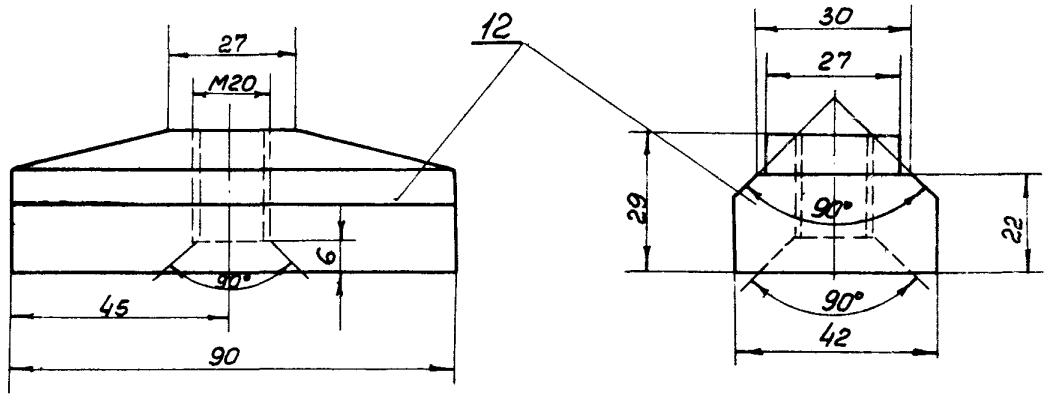


Рис.58-I2. Планка

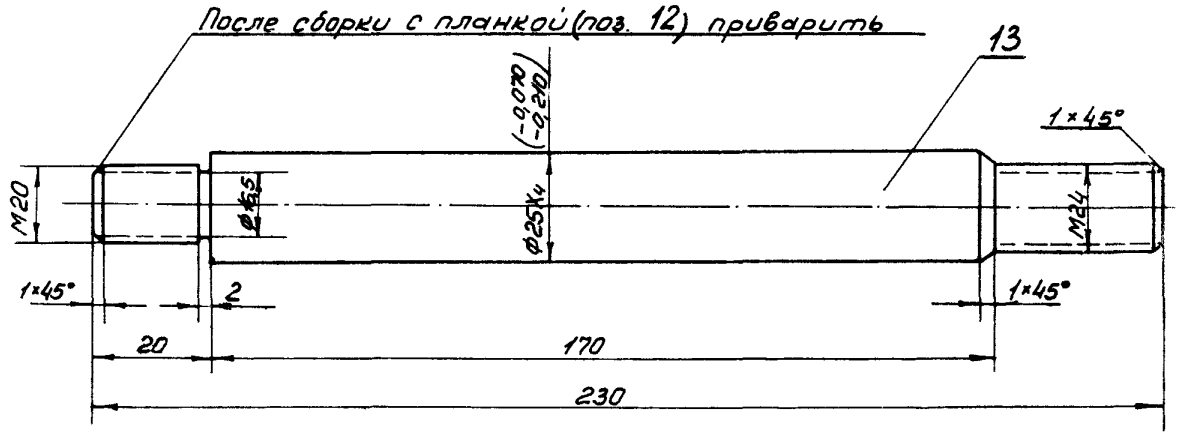


Рис.58-I3. Шпилька

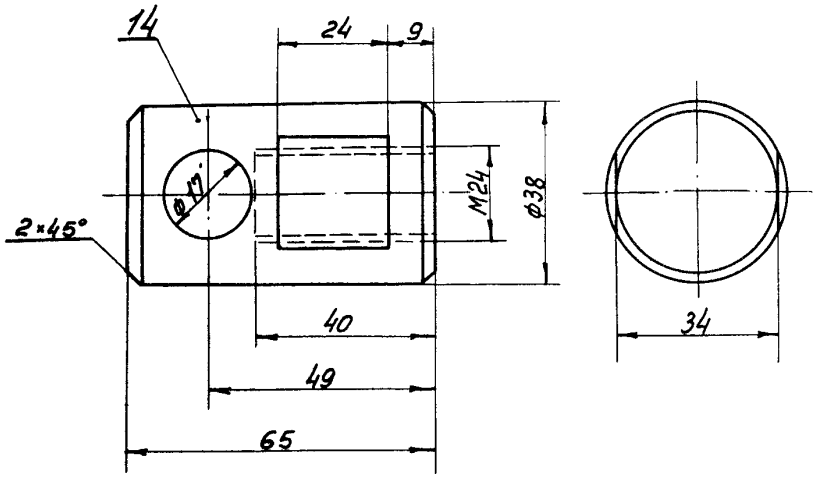


Рис.58-I4. Гайка

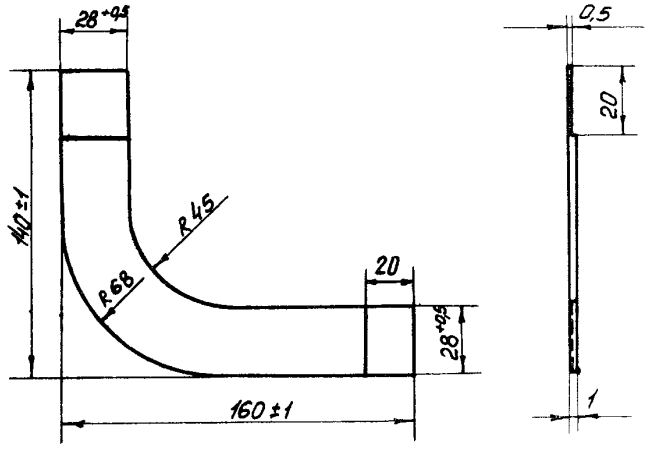


Рис.59. Угловая прокладка

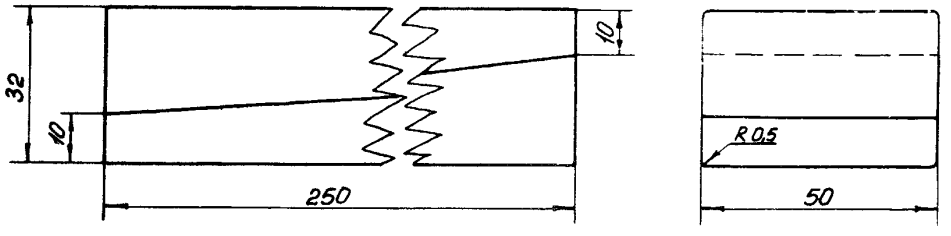
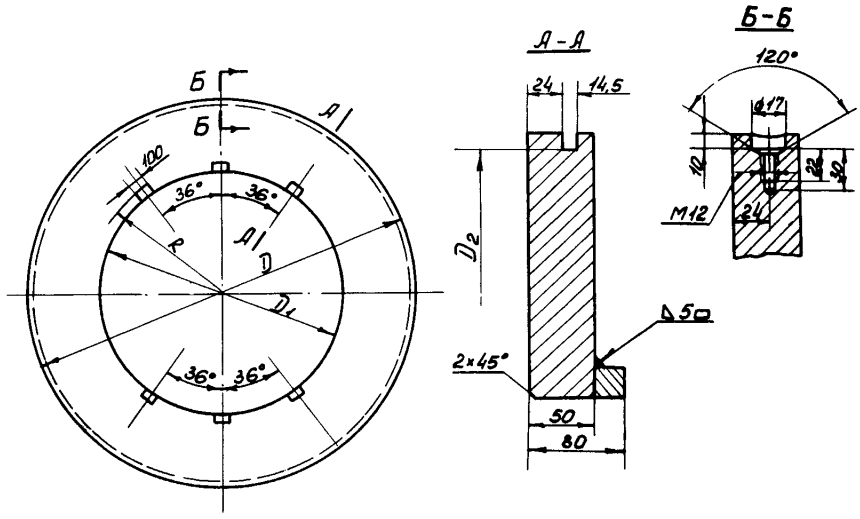
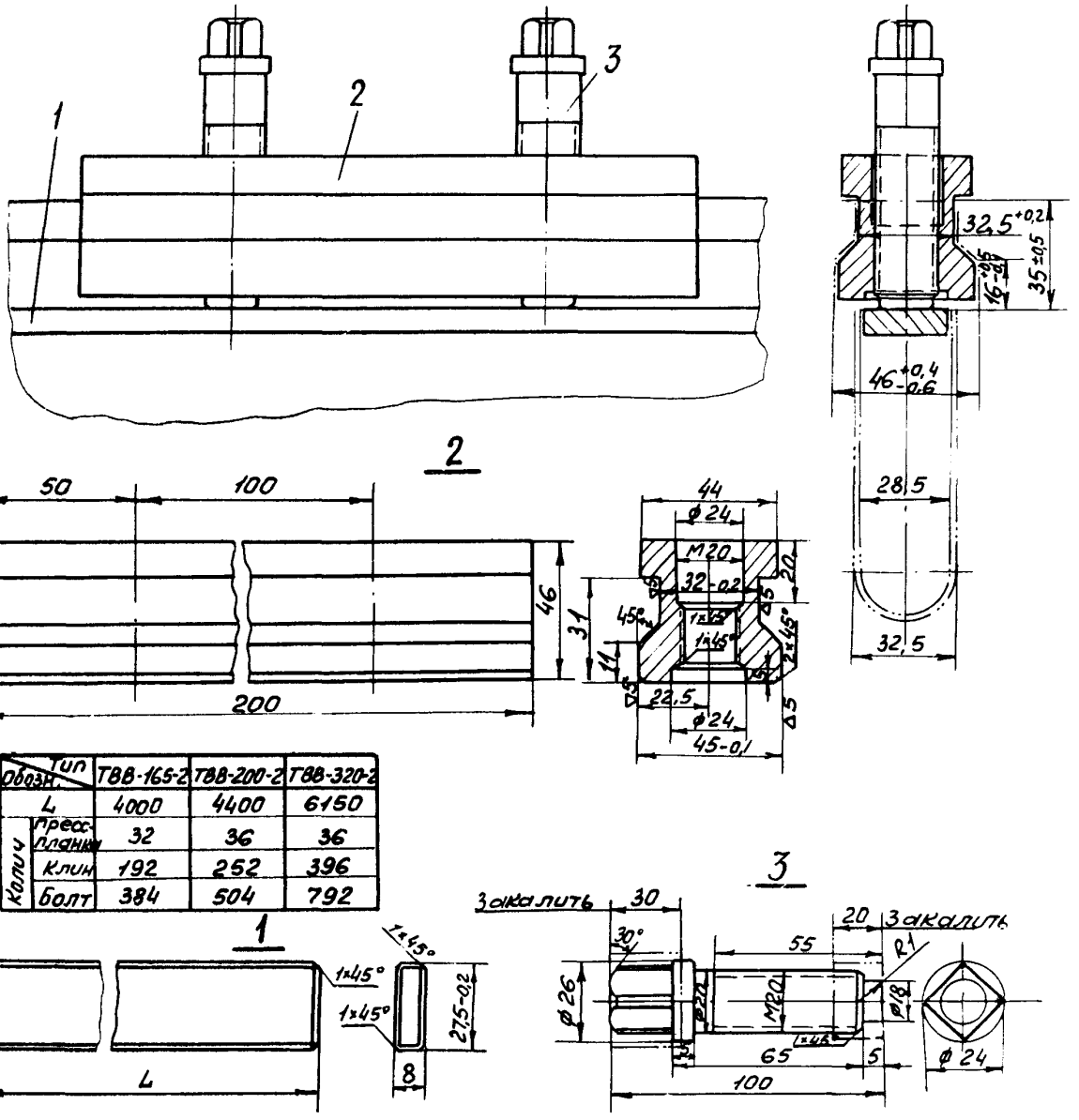


Рис.60. Встречные временные клинья



Турбогенератор	D	D_1	D_2	R
ТВВ-165-2	902	595,7	881	325
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	976	675,7	955	365
ТВВ-200-2 с двухструйной вентилящией	976	680	955	365

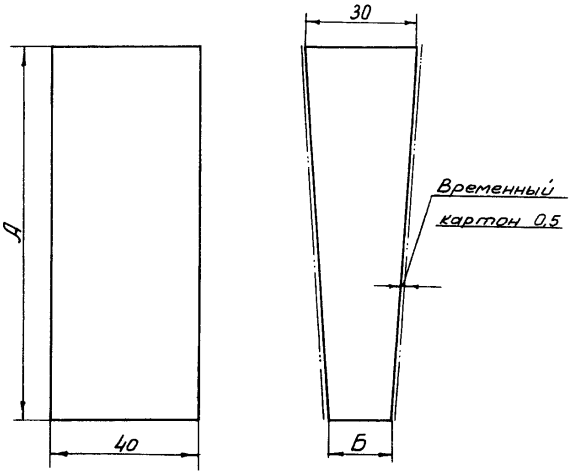
Рис.6I. Временное центрирующее кольцо (размеры в мм)



Обозн. / Тип	ТВВ-165-2	ТВВ-200-2	ТВВ-320-2
L	4000	4400	6150
Колич. пресс-планок	32	36	36
Колич. клин	192	252	396
Колич. болт	384	504	792

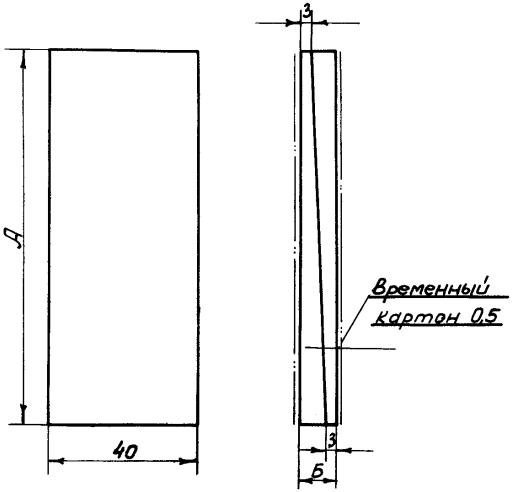
Тип турбогенератора	Количество, шт.			Размер, L мм
	пресс-планок	клиньев	болтов	
ТВВ-165-2	32	192	384	4000
ТВВ-200-2	36	252	504	4400
ТВВ-320-2	36	396	792	6150

Рис.62. Опрессовки пазовой части обмотки:
1 - пресс-планка (Ст.3); 2 - клин (Ст.3); 3 - болт (Ст.5)



Турбогенератор	А	Б	Количество, шт.
ТВВ-165-2	112	15	480
ТВВ-200-2	105	17	950
ТВВ-320-2	105	17	150

Рис.63. Временные клинья (размеры в мм)



Турбогенератор	Размер, мм		Количество распорок, шт.
	А	Б.	
С одноструйной вентиляцией			
ТВВ-165-2	112	10	480
ТВВ-200-2	105	10	800
ТВВ-320-2	105	10	820
С двухструйной вентиляцией			
ТВВ-200-2	105	14	800
ТВВ-320-2	105	14	820

Рис.64. Временные распорки

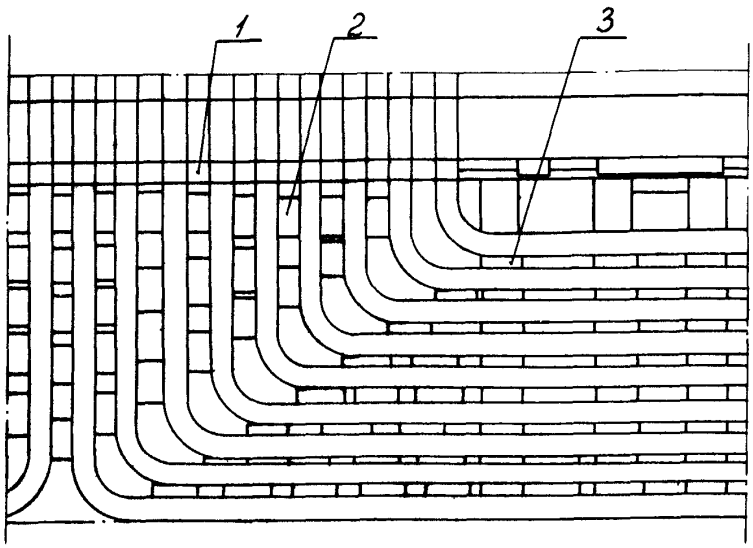
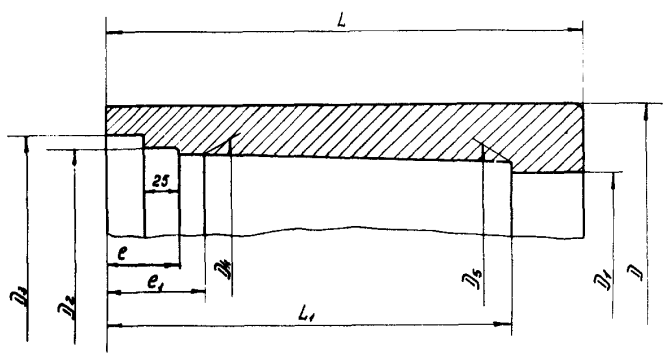


Рис.65. Схема временной расклиновки:
I - межгильзовый клин; 2 - временный клин; 3 - временная распорка



Турбогенератор	L	L_1	l	l_1	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 двухструйные	576	507	70	135	1145	977	989	1045	989	981
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 одноструйные	551	475	70	135	1145	977	989	1045	989	981
ТВВ-165-2	512	436	70	135	1003	903	920	974	914	907

Рис.66. Броня для опрессовки лобовых частей обмотки (размеры в мм)

Примечание. Кольцо разрезать на 24 равные части шириной 4-5 мм

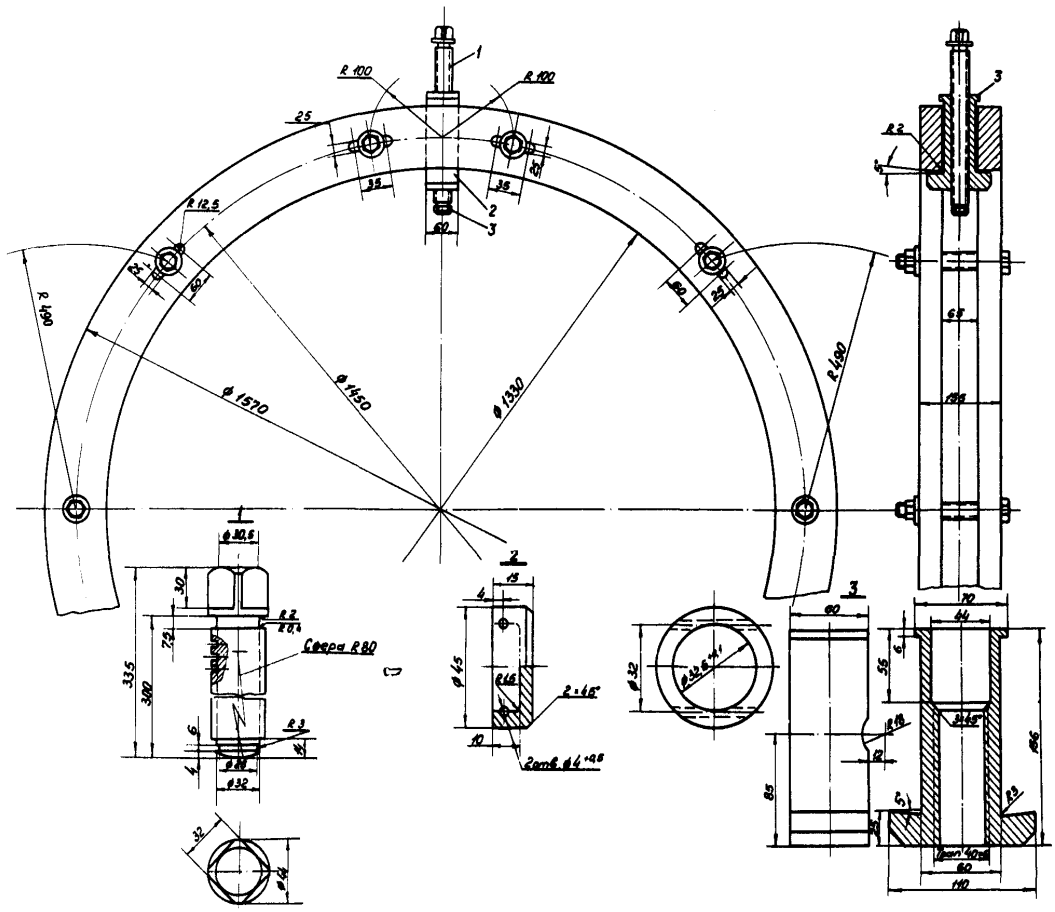
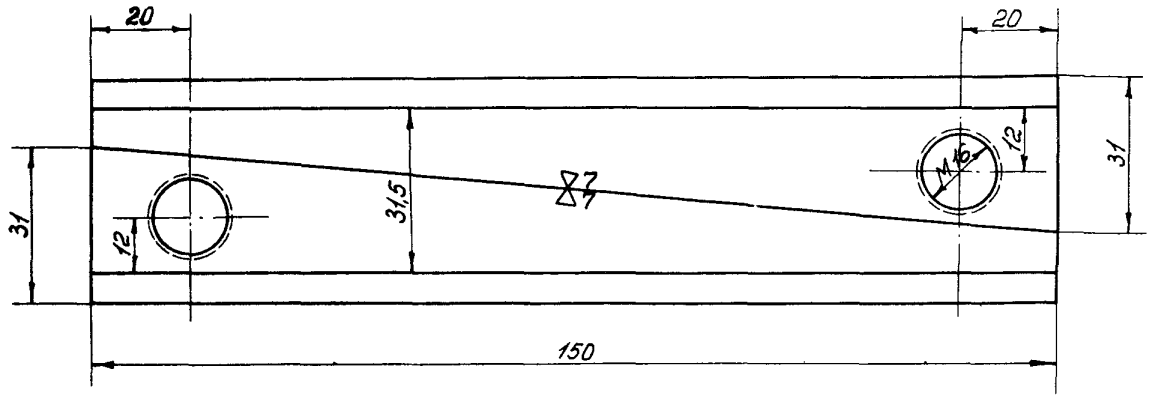


Рис.67. Пресс-кольцо:
I - болт (трап.40х6); 2 - сухарь; 3 - подпятник
П р и м е ч а н и е . Выточку R 18 мм сделать на 20 сухарях каждого пресс-кольца



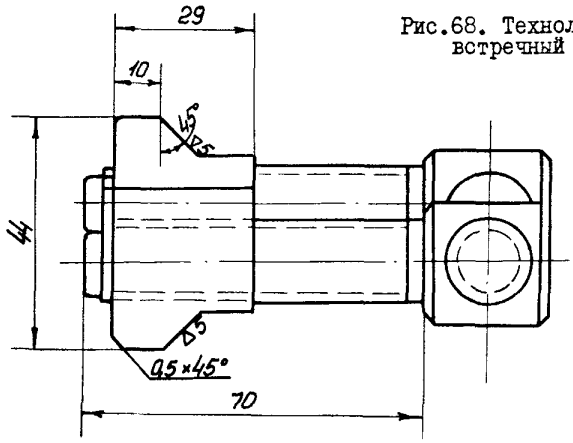


Рис.68. Технологический встречный клин

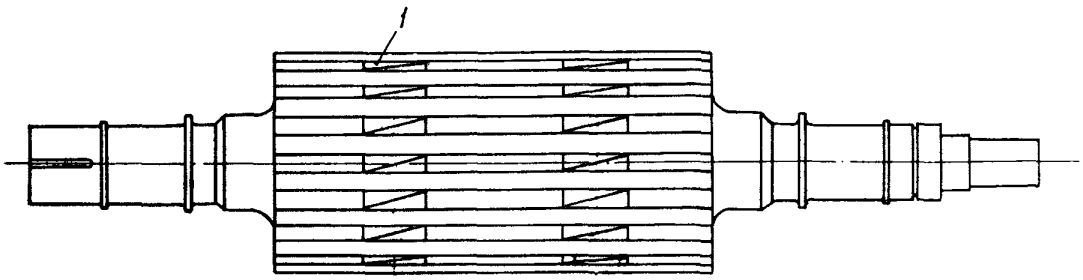


Рис.69. Схема расстановки технологических клиньев на бочке ротора:

I - клинья

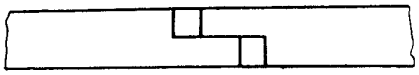


Рис.70. Соединение подклиновых прокладок

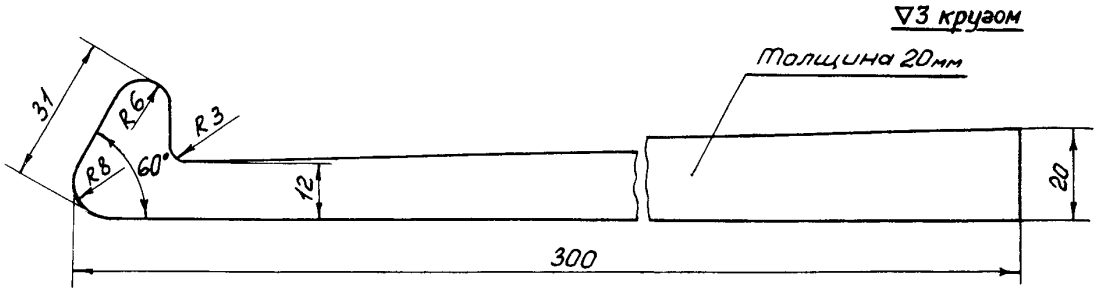


Рис.71. Прижимной рычаг

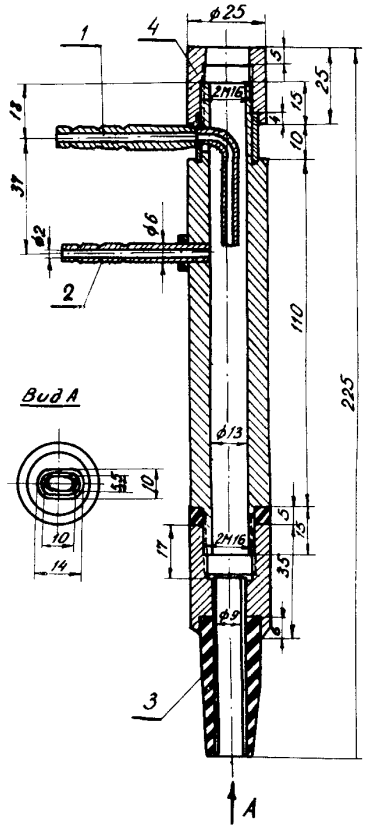


Рис.74. Выходной насадок;
1 - штуцер полного давления; 2 - штуцер статического давления; 3 - ниппель; 4 - накидная гайка

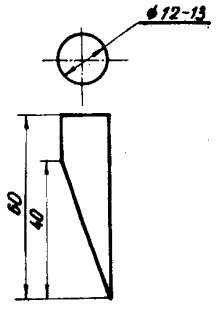


Рис.72. Пробка

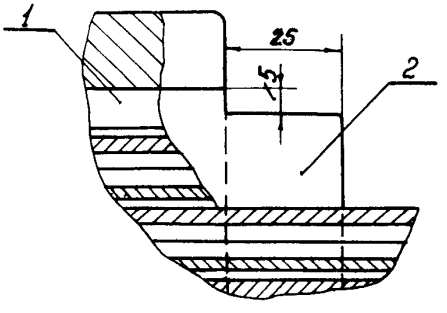


Рис.73. Места подрезки гильзы на выходе из паза:
1 - ротор; 2 - гильза

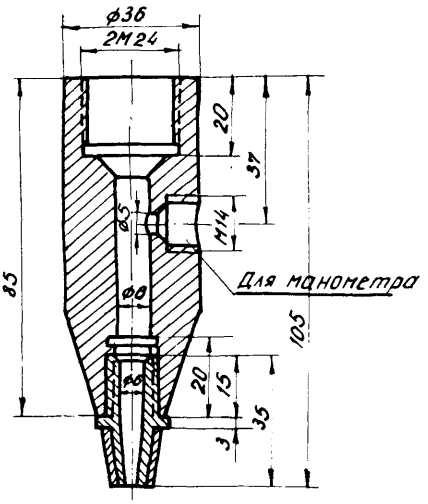
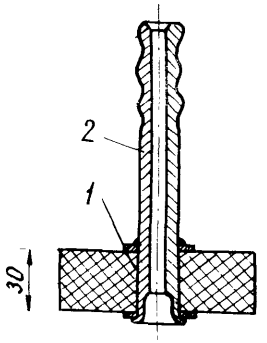


Рис.75. Входной насадок



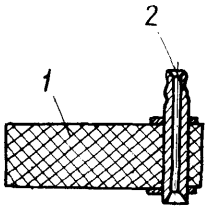


Рис.76. Заглушки резиновые:
I - корпус; 2 - штуцер

Временные указания
по технологии перемотки обмоток роторов
турбогенераторов ТВВ-165-2, ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2

**Издание Специализированного центра
научно-технической информации ОРГРЭС**

Ответственный редактор З.Ф.Зябкина

Редактор В.А.Кудрявцева

Техн.редактор Г.Д.Глазова Корректор Н.С.Григорьева

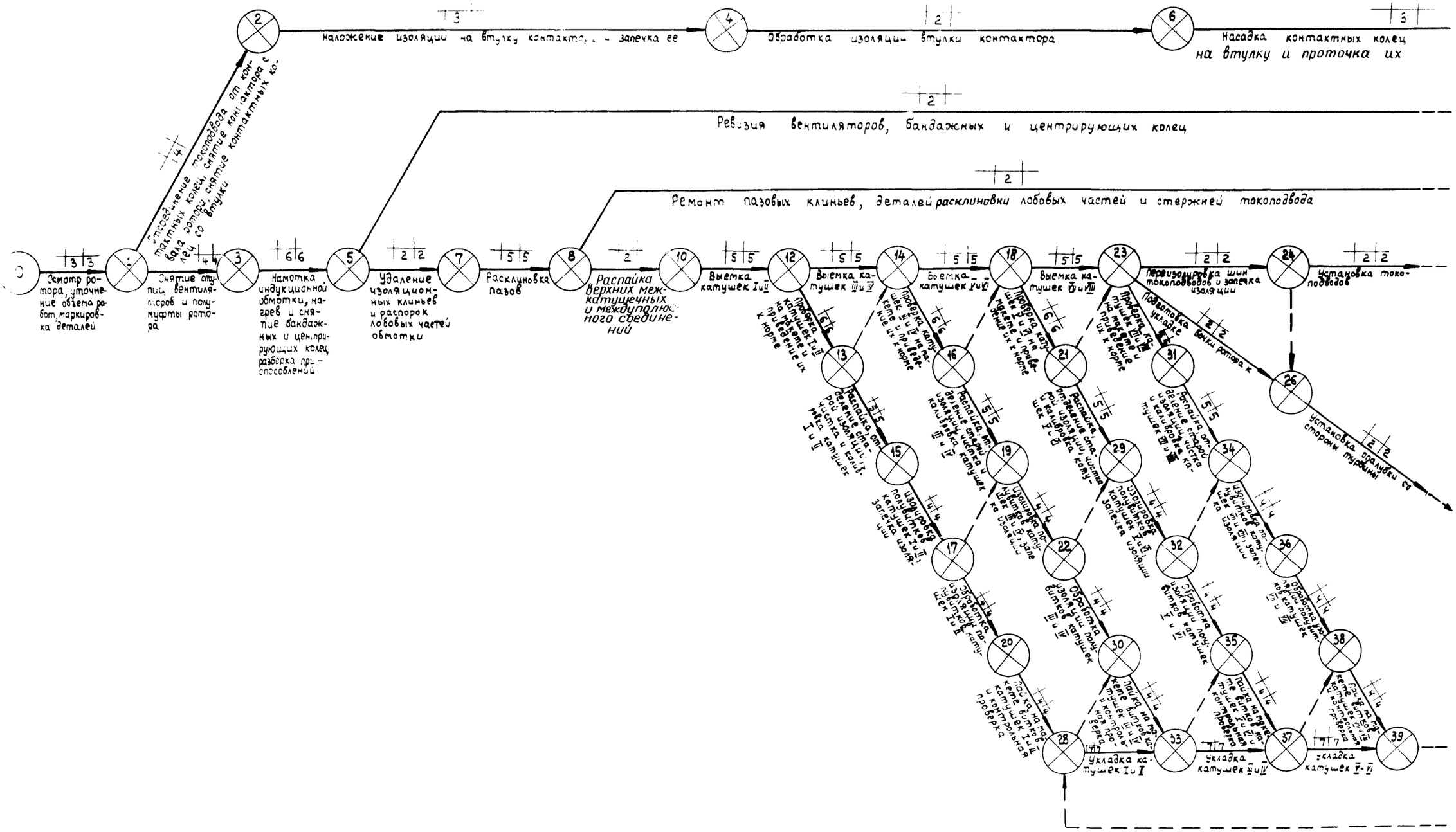
7,5 уч.-изд.л. Цена 38 коп. Заказ № 130/70(65/72)
Л44080 Подписано к печати 24/I 1972 г. Тираж 1250 экз.

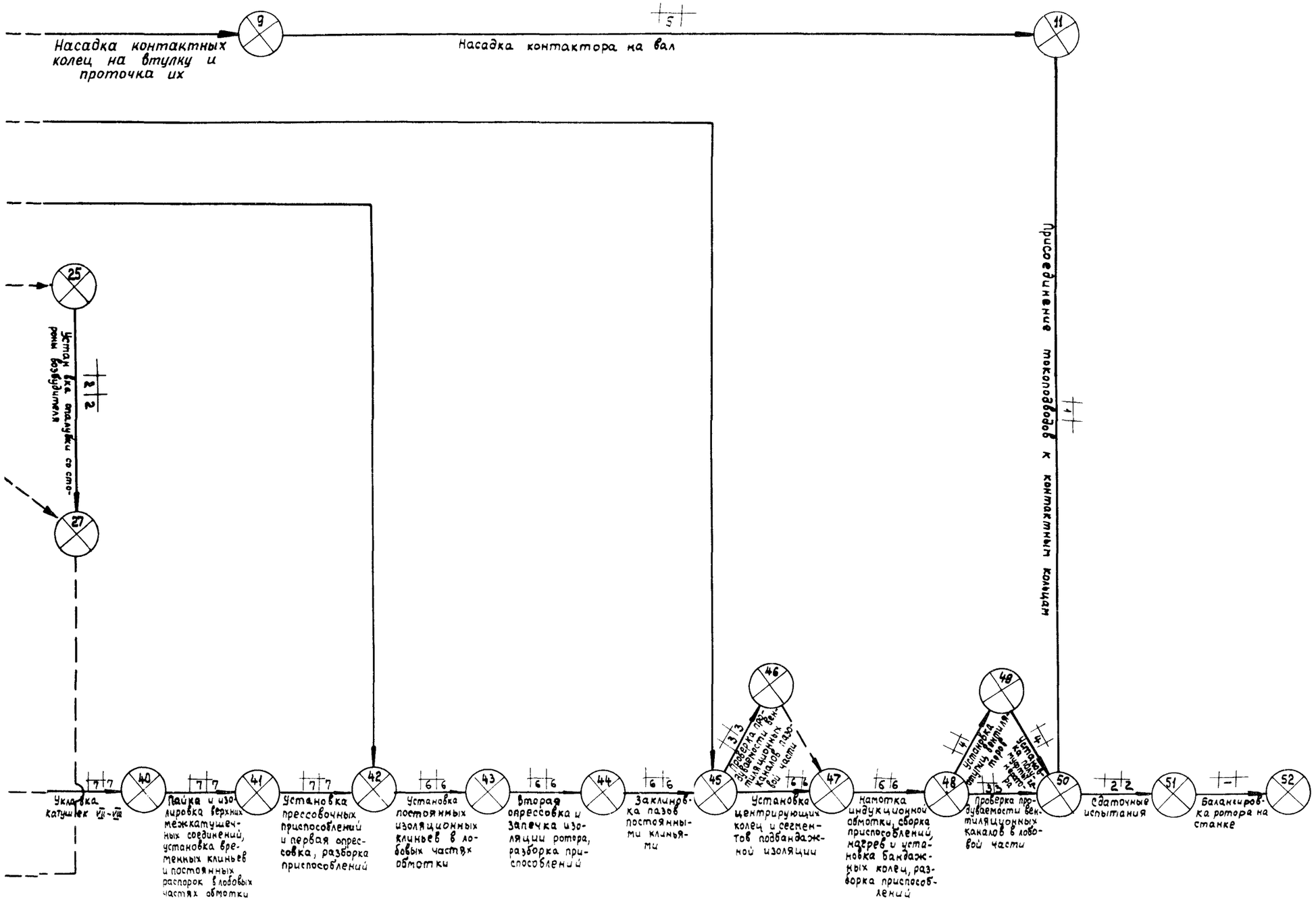
Ротапринт СЦНТИ ОРГРЭС

109432, Москва, К-432, 2-й Кожуховский проезд, д.29, корп.6

Приложение 7

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПОЛНОЙ ПЕРЕМОТКИ ОБМОТКИ РОТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА




9
Насадка контактных колец на втулку и проточка их
5
Насадка контактора на вал
11
Присоединение тоководов к контактным кольцам
25
Установка втулки со стопорными кольцами возбудителя
2 2
27
7 7
40
Укладка катушек VII-VIII
7 7
Пайка и изолировка верхних межкатушечных соединений, установка временных клиньев и постоянных распорок в лобовых частях обмотки
41
7 7
Установка прессовочных приспособлений и первая опрессовка, разборка приспособлений
42
6 6
Установка постоянных изоляционных клиньев в лобовых частях обмотки
43
6 6
Вторая опрессовка и запечка изоляции ротора, разборка приспособлений
44
6 6
Заклиновка пазов постоянными клиньями
45
3 3
Проверка продуваемости вентиляционных каналов пазовой части
6 6
Установка центрирующих колец и сегментов подбандажной изоляции
47
6 6
Намотка индукционной обмотки, сборка приспособлений, нагрев и установка бандажных колец, разборка приспособлений
46
4
Установка втулки с вентилятором
3 5
Проверка продуваемости вентиляционных каналов в лобовой части
48
4
Установка лобовых перемычек
50
2 2
Сдаточные испытания
51
1
Балансировка ротора на станке
52

Карта контроля продуваемости вентиляционных каналов ротора

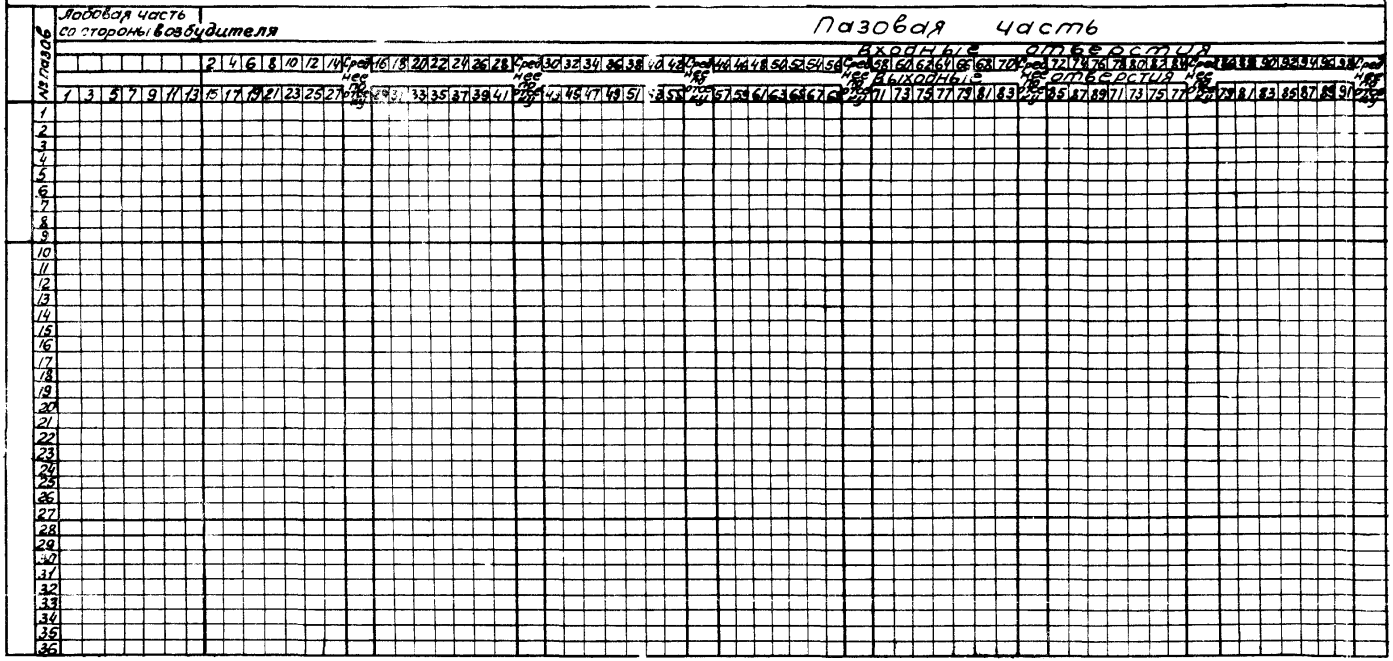
турбогенератора ТВВ-165-2 Станционный №_____ Заводской №_____ Дата контроля_____

Лист: 1 | Листов: 1

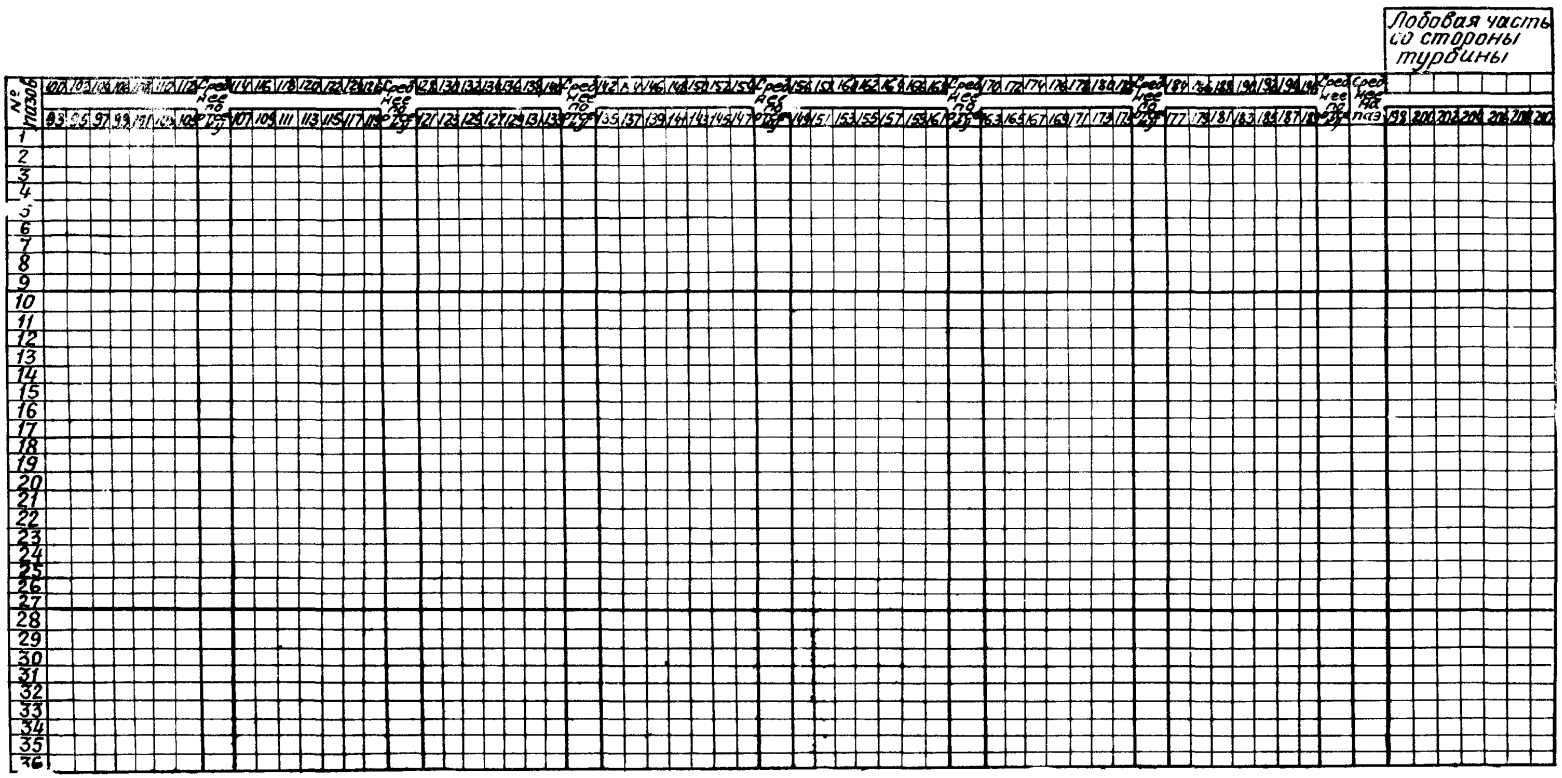
| № паза | Лобовая часть со стороны возбуждения | Пазовая часть | | |

Карта контроля продуваемости вентиляционных каналов ротора

турбогенератора ТВВ-320-2 . Станционный № _____ Заводской № _____. Дата контроля _____



Продолжение карты контроля



Исполнитель_____

Руководитель работ_____

gost.e-ecolog.ru