

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



МОСКВА 1972

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

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

В В Е Д Е Н И Е	5
Г л а в а п е р в а я . О С Н О В Н Ы Е Т Е Х Н И Ч Е С К И Е Д А Н Н Ы Е И О П И С А Н И Е К О Н С Т - Р У К Ц И И Т У Р Б О Г Е Н Е Р А Т О Р О В	5
Г л а в а в т о р а я . О Р Г А Н И З А Ц И Я Р Е М О Н Т А	9
I. Подготовка к ремонту	9
II. Приемка ротора в ремонт и проведение ремонта	11
III. Приемка ротора после ремонта	12
Г л а в а т р е т ь я . Т Е Х Н О Л О Г И Я Р Е М О Н Т А	12
I. Перечень операций	12
II. Определение объема ремонта	15
III. Разборка ротора	17
IV. Подготовка катушек к изолировке	21
V. Наложение витковой изоляции и пайка катушек	22
VI. Ремонт узла токоподвода	23
VII. Ремонт контактора	24
VIII. 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
Г л а в а ч е т в е р т а я . Н Е К О Т О Р Ы Е С П Е Ц И А Л ь Н Ы Е У К А З А Н И Я П О Т Е Х Н И К Е Б Е З О П А С Н О С Т И И П Р О Т И В О П О Ж А Р Н Ы М М Е Р О П Р И Я Т И Я М	30
I. Общие вопросы техники безопасности	30
II. Специальные указания по технике безопасности и проти- вопожарным мероприятиям	30
П р и л о ж е н и е I . П е р е ч е н ь н о м е р о в з а в о д с к и х ч е р т е ж е й , н е о б х о д и м ы х п р и п е р е м о т к е о б м о т о к р о т o р о в т у р б о г е н е р а т o р о в Т В В - 3 2 0 - 2 , Т В В - 2 0 0 - 2 и Т В В - 1 6 5 - 2	31
П р и л о ж е н и е 2 . П е р е ч е н ь з а п а с н ы х ч а с т е й д л я т у р б о г е н е р а т o р о в Т В В - 1 6 5 - 2 , Т В В - 2 0 0 - 2 и Т В В - 3 2 0 - 2	32
П р и л о ж е н и е 3 . П е р е ч е н ь и н с т р у м е н т а , н е о б х о д и м о г о д л я п р о в е д е - н и я р а б о т п о п о л н о й п е р е м о т к е о б м o t o k р o t o р o в т у р б o г e n e р a t o р o в Т В В - 1 6 5 - 2 , Т В В - 2 0 0 - 2 и Т В В - 3 2 0 - 2	34
П р и л о ж е н и е 4 . П е р е ч е н ь о с н а с т к и , с п е ц и а л ь н о г о и н с т р у м e н т а и с р e д с т в м а л о й м e х a н и з а ц и и	35
П р и л о ж е н и е 5 . С п e c и ф и к а ц и я н а м a т e р и a л ы , н e o б х o д и м ы е д л я п o л н o й п e р e м o t k и o б m o t k и р o t o р a	36
П р и л o ж e н и e 6 . Р e к o м e н д у e м а я п р o г р a м м a и з м e р e н и й и и с п ы т a н и й п р и п o л н o й и ч a с т и ч н o й п e р e м o t k e o б m o t k и р o t o р a (c o c т e k л o т e k c т o л и - т o в ы м и г и л ь з a м и)	40
П р и л o ж e н и e 7 . С e т e в a я м o д e л ь п o л н o й п e р e м o t k и o б m o t k и р o - т o р a т у р б o г e n e р a t o р a	Вклейка
П р и л o ж e н и e 8 . К a р к a т р у д o з a т р a т	41
П р и л o ж e н и e 9 . П a c п o р т a	42
П р и л o ж e н и e 10 . Х a р a к т e р и с т и к и c т e k л o т к a н и , п р o п и т a н н o й э п o x и д - н ы м л a к o м	46
П р и л o ж e н и e 11 . Р e к o м e н д a ц и и п o и з г o т o в л e н и ю л a к o в Э P 1 - 3 0 и Э P 2 - 3 0 и o с н o в н ы е д a н н ы e л a к o в	46

П р и л о ж е н и е 12 . Рекомендации по проверке продуваемости вентиляци- 47
онных каналов роторов турбогенераторов серии ТВВ

П р и л о ж е н и е 13 . Состав и способ применения паст "невидимые 48
перчатки"

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 фор-

сированным 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 Совэнергоремтреста 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%, качество охлаждающего конденсата не ниже 50ком/см приведены в табл. I.

ТВВ-165-2 - с турбинами Харьковского турбинного завода.

Ротор (рис. I*) изготовлен из цельной стальной поковки специальной легированной стали. В центре вала по всей его длине име-

Т а б л и ц а I

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), м ³ /ч	600	350	300

ется отверстие диаметром 120 мм, позволяющее контролировать центральную часть материала поковки. В отверстие со стороны возбuditеля уложены стержни токоподводов. В остальной части отверстия установлены заполнители из магнитной стали.

В бочке ротора выфрезерованы 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, выфрезерованы пазы для прохода охлаждающего газа под лобовые части обмотки и пазы для размещения деталей токоподводов.

Турбогенераторы ТВВ-320-2 и ТВВ-200-2 предназначены для работы с паровыми турбинами Ленинградского металлического завода, а

* Все рисунки см. в конце работы.

Обмотка ротора выполнена из меди прямоугольного сечения повышенной твердости с присадкой серебра. Удельное сопротивление меди 0,01820 ом·мм²/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, создающие 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 одноструйная: 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 межщелевой зазор генератора.

Для повышения эффективности охлаждения лобовых частей обмотки в роторах турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 в настоящее время применяются двухструйная схема венти-

ляции 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°C над температурой входящего охлаждающего газа, равной 40°C.

Витковая изоляция обмотки в пазовой части состоит из девяти слоев пропитанного лаком стеклотекстолита толщиной 0,10 мм, склеенных между собой и приклеенных к виткам лаком ЭР1-30 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 стеклотекстолита, пропитанного лаком ЭР1-30, 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 центральной части 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 возбуждения. 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 самовентилиации через наклонные отверстия в теле кольца. Для улучшения работы колец на их наружной поверхности выполнена резьбовая на-

резка 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, носком — через стеклотекстолитовые сегменты толщиной 3 мм на центрирующую заточку на бочке ротора. От аксимального сдвига бандажные и центрирующие кольца удерживаются соответ-

ственно кольцевой шпикой и сухарями, приболченными к валу ротора в специальных углублениях.

На ряде турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 бандажные кольца выполнены консольного типа и 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/мм²/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 демиферная система. В этом случае концевые клинья изготавливаются из титанового сплава.

На специальных заточках вала ротора установлены два осевых вентилятора. При выводе и заводке ротора лопасти 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.

Т а б л и ц а 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 ввода газа.....	4	4	7
для вывода газа	5	5	8
Вес, г			
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.

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.

Т а б л и ц а 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 38-58-67, профиль № I	-	22	-	-	-
Клинья концевые	Титановый сплав	3В	ВТУ 706-61	-	65	14	-	-
Болт металлической накладки контактора	Сталь	40Х	ГОСТ 4543-61	-	-	-	-	-
Болт токоведущий	Медь	М1Т	ГОСТ 88-66	-	-	-	-	-
Вилы контактный	Медь	М2Т	ГОСТ 859-66	-	-	-	-	-
Медь катушки	Медь	С присадкой се-ребра	ТУЦМО 1364-58	-	17	35	-	-

Т а б л и ц а 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

Г л а в а в т о р а я

О Р Г А Н И З А Ц И Я Р Е М О Н Т А

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 I), перечни запасных частей, инструмента, оснастки, средств малой меха-

низации (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 вертляки, 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 перемозировкой 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.15.

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-165-2 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.16). Сплошная стрелка между собы-

тиями 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.15), 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 кратчайшее 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.17. При работе в две смены звенья № 1,2,3 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 тислажные 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 скатого 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-165-2 - ≈ 500 а; источник однофазного переменного тока напряжением 150в, 1500а (для нагрева бандажных колец); установка для испытания изоляции повышенным

напряжением промышленной частоты 10000в, мощность 10 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 скатого 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 - столешки 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.

II. Приемка ротора в ремонт и проведение ремонта

В процессе приемки ротора в ремонт окончательно проверяется материальная подготовка к ремонту, наличие необходимых документов и чертёж 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 трудовых затрат, 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.

III. 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	О п е р а ц и и	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
I	0-I	Осмотр ротора, уточнение объема работ, маркировка деталей	6	I
			4	I
			2	I
2	I-2	Отсоединение токоподводов от контактных колец, снятие контактора с вала ротора, снятие контактных колец со втулки	4	2
			2	2
			2	2
3	I-3	Снятие ступиц вентиляторов и полумуфт ротора	6	I
			4	I
			3	I
			2	I
			2	I
4	2-4	Наложение изоляции на втулку контактора и запечка ее	5	I
			3	I
			2	I
5	3-5	Намотка индукционной обмотки, нагрев и снятие бандажных и центрирующих колец, разработка приспособлений	6	I
			5	I
			3	2
			2	2
			2	2
6	4-6	Обработка изоляции втулки контактора	5	I
			4	I
7	5-7	Удаление изоляционных клиньев и распорок лобовых частей обмотки	5	I
			2	I
8	5-45	Ревизия вентиляторов, бандажных и центрирующих колец	5	I
			2	I
9	6-9	Насадка контактных колец на втулку и проточка их	5	I
			3	I
			2	I
10	7-8	Удаление пазовых клиньев ротора	5	I
			3	2
			2	2
II	8-10	Распайка верхних межкатушечных соединений	5	I
			4	I

№ п.п.	Операции по сетевой модели	О п е р а ц и и	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
12	8-42	Ремонт назовых клиньев, деталей расклиновки лобовых частей и стержней токоподводов	6 4 2	1 2 1
13	9-II	Насадка контактора на вал	5 4 3 2	1 2 1 1
14	10-12	Выемка катушек № I и 2	5 4 3	2 1 2
15	11-50	Присоединение токоподводов к контактными кольцам	5	1
16	12-13	Проверка размеров катушек № I и 2 на макете и приведение их к норме	6 5 4 3	1 1 2 2
17	12-14	Выемка катушек № 3 и 4	5 4 3	2 1 2
18	13-15	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № I и 2	5 3 2 4	2 2 2 2
19	14-16	Проверка размеров катушек № 3 и 4 на макете и приведение их к норме	6 5 4 3	1 1 2 2
20	14-18	Выемка катушек № 5 и 6	5 4 3	2 1 2
21	15-17	Изолировка полувитков катушек № I и 2 и запечка изоляции	5 3 2	1 2 1
22	16-19	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № 3 и 4	5 4 3 2	2 2 2 2
23	17-20	Обработка изоляции полувитков катушек № I и 2	4 3 2	1 2 1
24	18-21	Проверка размеров катушек № 5 и 6 на макете, приведение их к норме	6 5 4 3	1 1 2 2
25	18-23	Выемка катушек № 7 и 8	5 4 3	2 1 2
26	19-22	Изолировка полувитков катушек № 3 и 4 и запечка изоляции	5 3 2	1 2 1
27	20-28	Пайка полувитков катушек № I и 2 на макете и контрольная проверка катушки	5 3	2 2
28	21-29	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	1 2 1

№ п.п.	Операции по сетевой модели	О п е р а ц и и	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
30	23-24	Переизолировка токоподводов и запечка изоляции	6 3	I I
31	23-26	Подготовка бочки ротора к укладке катушек	5 3	I I
32	23-31	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 возбуждителя	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 5 3 2 2	I I 2 2 2 2
37	29-32	Изолировка полувитков катушек № 5 и 6 и их запечка	5 3 2 2	I I 2 2
38	30-33	Пайка полувитков катушек № 3 и 4 на макете и контрольная проверка	5 3 3	2 2 2
39	31-34	Распайка, отделение старой изоляции, чистка и калибровка катушек № 7 и 8	5 4 3 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2
40	32-35	Обработка изоляции полувитков катушек № 5 и 6	5 5 3 2 2	I I I I I
41	33-37	Укладка катушек № 3 и 4	6 5 5 3 2 2 2 2	I I I I I I I I
42	34-36	Изолировка полувитков катушек № 7 и 8 и их запечка	5 3 2 2	I I I I
43	35-37	Пайка полувитков катушек № 5 и 6 и контрольная проверка катушек	5 3 3	2 2 2
44	36-38	Обработка изоляции полувитков катушек № 7 и 8	5 5 3 2 2	I I I I I
45	37-39	Укладка катушек № 5 и 6	6 5 5 3 2 2 2 2	I I I I I I I I
46	38-39	Пайка полувитков катушек № 7 и 8 и контрольная проверка катушек	5 3 3	2 2 2
47	39-40	Укладка катушек № 7 и 8	6 5 3 2 2	I I 2 2 2
48	40-4I	Пайка и изолировка верхних межкатушечных соединений, установка временных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки	6 5 5 3 2 2	I I I 3 2 2
49	4I-42	Установка прессовочных приспособлений и первая опрессовка обмотки, разборка приспособлений	6 5 5 3 2 2	I I I 3 2 2
50	42-43	Установка постоянных изоляционных клиньев и распорок в лобовых частях обмотки	6 5 5 3 2 2	I I I 2 2 2

№ п.п.	Операции по сетевой модели	О п е р а ц и и	Состав звена исполнителей	
			Разряд	Количество
51	43-44	Вторая опрессовка и запечка изоляции, разборка приспособлений	5	I
			4	I
			3	2
			2	2
52	44-45	Заклинивание пазов постоянными клиньями	6	I
			5	I
			3	2
			2	2
53	45-46	Проверка продуваемости вентиляционных каналов пазовой части	5	I
			3	I
			2	I
54	45-47	Установка центрирующих колец и сегментов подбандажной изоляции	6	I
			5	I
			3	3
			2	I
55	47-48	Намотка индукционной обмотки, сборка приспособлений, нагрев и установка бандажных колец, разборка приспособлений	6	I
			5	I
			3	3
			2	I
56	48-49	Установка ступиц вентиляторов	5	I
			3	2
			2	I
57	48-50	Проверка продуваемости вентиляционных каналов в лобовой части	-	-
58	49-50	Установка подмуфты генератора	5	I
			3	I
			2	I
59	50-51	Сдаточные испытания	6	I
			3	2
			2	I
60	51-52	Балансировка на станке	6	I
			3	I

П. Определение объема 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 1000в, 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.

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

где U - напряжение между контактными кольцами, в;

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

r_{δ} - внутреннее сопротивление вольтметра, ом.

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

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

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 200-1000вт 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 тоководящих 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 скатым 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 расплаивают 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.18). К концам вала подается напряжение постоянного тока, обеспечивающее ток порядка 1000-1500а. Один зажим гальванометра или милливольтметра с ценой деления не более 0,1 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 10-20а. 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 200-1000вт).

Повреждение пазовой гильзы у выхода из паза или в ее верхней части иногда может быть отремонтировано без вымотки катушки местной подызолировкой. 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-1, ИВЗК-14, 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 1% 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 вен-

тиляцией 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:

1. 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.

III. 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-165-2 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 1 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.19). 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:

1. 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.
10. Размеры и заполнение пазов токопроводов.
11. 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.

1. 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 1 и 2. Полюсом 1 считается полюс, первая катушка которого соединена с контактными 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 1, цифрами 1, 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: 1-1, 1-2, 1-3... 2-1, 2-2, 2-3... 3-1, 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 1. Для более удобного определения положения центрирующего кольца в тангенциальном направлении допускается керновка центрирующего кольца и вала у места посадки (также по центру полюса 1).

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 1, 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 1 у места посадки. Рядом с буквой на вал наносится керновка. Восстанавливается заводская маркировка лопаток и шпилек вентиляторов. Цифры набиваются

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 возбуждителя лопатки маркируются цифрами 1,2,3... 29, а со стороны турбины - цифрами 30, 31, 32...58. Шпильки также маркируются порядковыми номерами, набиваемыми на торец шпильки и рядом на ступицу в указанном порядке: со стороны возбуждителя - 1,2,3 ...58, а со стороны турбины - 59, 60, 61... 116.

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 черном 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 возбуждителя), 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-165-2 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

также те 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:

1. 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 высверливается и нарезается отверстие для вытяжного болта М20. Шпонки вытягиваются при помощи приспособления (рис.20). Если в холодном состоянии удалить шпонки не удастся, 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.21). 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 и на ступицу. 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°C выше температуры вала.

Запрещается нагрев полумуфты выше 250°C.

6. Сдвигается полумуфта при помощи домкрата в аксиальном направлении на 100-120 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 гвек следует выбивать выколоткой с закаленным бойком (рис.22). Со стороны возбuditеля вентилятор снимается в сборе приспособлением (рис.23). Ступица вентилятора нагревается равномерно двумя керосиновыми горелками до 200-250°C.

4. Разборка контактора

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

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 автономными горелками № 6 или индукционным способом до температуры 200-250°C.

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" изготавливает 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°C (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 мм², помещенного в резиновый шланг ВГ32х4. Охлаждающая вода подводится в среднюю часть обмотки и сливается из обоих ее концов через наконечники (рис.30). На бандажное кольцо под витки индуктора наклеивается 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.

Т а б л и ц а 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 термомуфом, термомпарами или ртутными термометрами, устанавливаемыми не менее чем в четырех точках бандажки: в верхней части — по краям и в середине, в нижней части — в середине. Температура нагрева должна быть не более 200-230°C.

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 комут. (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 бандажки на бочке ротора. После нагрева гайки до температуры 200-250°C 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°C 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 шпильке I м.

Центрирующее кольцо нагревается равномерно керосиновыми горелками до температуры 200-250°C. Перед нагревом эластичный элемент

кольца (перемычка) закрывается асбестом. Не допускается нагрев центрирующего кольца выше 280°C. 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 устанавливается 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, выматываются малые катушки, распаиваются нижние межкатушечные соединения и выматываются вторые катушки. Катушки выматываются 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, отщипывается центральное отверстие и вынимается стержень токоподвода для осмотра, а при необходимости и для переизолировки.

IV. 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 строганных 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 распиваются 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 ПСЭП-30 толщиной 0,10 мм, или стеклоткани ПСИФ/ЭП (приложение 10). Резка ткани на полосы производится следующим образом: на токарном станке устанавливается деревянный валик диаметром 100-150 мм; из рулона на валик наматывается с натяжением стеклоткань; 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 ЭП-30 (приложение II). После подсушки на воздухе в течение 10-15 мин накладывается девять полос стеклоткани толщиной 0,10 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 ЭП-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 1x28 мм тафтяной лентой вразбежку. Стальная полоса при опрессовке предохраняет изоляцию от появления на ней отпечатка тафтяной ленты. Витки можно изолировать прокладками толщиной 1 мм из предварительно опрессованного набора полос пропитанного стеклотканью.

Изолированные проводники укладываются в пресс-форму (рис.45). На дно пресс-формы между проводниками и поверх верхнего проводника устанавливаются стальные полосы сечением 28x10 мм. Собранный столбик изолируется по периметру от пресс-формы триацетатной пленкой и стеклотекстолитовыми полосами толщиной 1,5-2 мм. При изолировке витков прокладками (28x1 мм) их можно не бандажировать к виткам перед закладкой в пресс-форму. Стальные полосы имеют на концах зажимы. Кабель сечением около 200 мм² соединяет указанные полосы последовательно в индукционную обмотку, которая подсоединяется к трансформатору Т-180 или ТСД-2000. Производится предварительная подтяжка болтов пресс-формы из расчета получения удельного давления на витках 2-3 кг/см². После этого на полосы подается напряжение и медь прогревается до температуры 140-150°C при скорости нагрева 30-40°C за каждые 10 мин.

По достижении указанной температуры питание отключается и витки прессуются верхними болтами с усилием, создающим удельное давление на изоляцию порядка 25-30 кг/см². После опрессовки на полосы подается напряжение, и при

установившейся температуре 140–150°C 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 $6 \pm 0,1$ мм при толщине меди 5 мм и $8 \pm 0,1$ 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 зашлифовываются 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 $10 \pm 0,1$ мм входные отверстия в каналы лобовой части. При необходимости каналы подравниваются опиловкой.

На внутреннюю поверхность витков соборанной 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 $3 \times 10 \times 10$ 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 $4 \times 10 \times 10$ 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 зашлифовываются и проверяются калибром (см.рис.44).

VI. Ремонт узла токоподвода

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

Гибкие шины токоподвода, подсоединяемые к обмотке, изолируются стеклотентом, пропитанным лаком ЭР1-30, из расчета общей однослойной толщины изоляции 4 мм, после чего опрессовываются и запекаются при температуре 140–160°C 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:

1. 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 0,13 мм *вплываперекрой* и один защитный слой стекломикаленты с перекрытием в 1/3. Каждый слой стекломикаленты (кроме последнего) промазывается лаком ГФ-95.

4. Изоляция сушится в печи при температуре 120°C в течение 3-4 ч, а затем запекается при температуре 180-200°C в течение 5-6 ч.

5. Защитный слой стекломикаленты снимается и полустержни изолируются одним слоем стеклолакоткани ЛСК-7 толщиной 0,15 мм *вплывахлеста*. Между изолированными полустержнями ставится текстолитовая прокладка толщиной 4 мм, шириной 90 мм, и весь комплект бандажируется одним слоем стекломикаленты *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 срезаются слои, 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, ФМН-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

$$n = \frac{\pi D_{cp} d}{\alpha \cdot \ell} \text{ мм,}$$

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

d - односторонняя толщина изоляции с припуском, мм;

α - толщина заготовки, мм;

Втулка контактора изолируется следующим образом:

1. Заготовки подогреваются и формируются на втулке.

2. Втулка и отформованные заготовки покрываются 30%-ным меллачным 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 90-100°C и опрессовывается специальным приспособлением при удельном давлении около 5 кг/см². После этого втулка нагревается в печи до температуры 140-150°C и повторно прессуется при удельном давлении 50 кг/см².

5. При указанных температурах и давлении изоляция запекается в течение 1,5-2 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°C 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 150°C) состоянии.

Нагрев контролируется штихмасом длиной, равной внутреннему диаметру втулки плюс 0,4 мм. Контактور удобно нагревать в термостате, в котором поддерживается температура 250-300°C. 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/см². Падение давления в течение 1 ч не должно превышать 5% (0,15кг/см²) первоначального, равного 3 кг/см².

После сборки турбоагрегата наружная поверхность контактных колец протачивается и шлифуется наждачным 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 3-10-кратным увеличением. Места, вызывавшие подозрение, проверяются на отсутствие трещин (см. Противоаварийный циркуляр № Э-2/71). 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 трещина-

ми 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 изготавливаются 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 крепёжных деталей

Зубцы и посадочные места ротора после очистки до металлического блеска осматриваются с целью выявления механических повреждений. Заусенцы и забоины зашлифовываются. Обнаруженные трещины (если величина их не угрожает прочности ротора) устраняются способом, указанным в разделе УИ данной главы. Затем устанавливаются гибкие шины токоподводов (раздел УІ 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.51-53). В опалубке со стороны турбины вырезы под межкатучечные 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 1-1,5 мм больше расчетного, так как при нагреве и опрессовке сегменты опалубки подсыхают и деформируются. На опалубке со стороны возбuditеля 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 своевременно 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, зашлифовываются заусенцы, забоины, а клинья, имеющие трещины, бракуются.

Старые изоляционные детали расклиновки

лобовых частей обычно могут быть использованы при перемотке. Вместо поломанных и расщелившихся 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-165-2 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 пробандакировывается механические прокладки толщиной 1 мм.

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

вой части устанавливаются и подгоняются прокладки дугового участка катушки из стеклотекстолита толщиной 1 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 12 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 ЭР1-30. Прокладки бандажируются к витку стеклолентой вразбежку (лента не должна закрывать вентиляционных отверстий), после чего лобовые части витка сверху и снизу промазываются лаком ЭР1-30.

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 риску 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 паяк, прилегающие к соседнему витку, закругляются радиусом 5 мм. Места пайки изолируются дополнительными миканитовыми прокладками толщиной 1 мм, прибандажированными стеклолентой, пропитанной лаком ЭР1-30.

Аналогично припаивается и изолируется междуполюсное соединение. При укладке каждой катушки следует проверять глубину местных выборок опалубки со стороны возбuditеля 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.61), 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 раскливаются 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 1 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 обертываются 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 возбuditеля или другого источника постоянного тока, подключенного кабелями к контактными кольцам или к гибким шинам токоподвода. Величина тока для нагрева ротора турбогенераторов ТВВ-165-2 не более 400а и ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 не более 600а должна обеспечить скорость нагрева в лобовой части, не превышающую 20°C за 1 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, 115°C. По достижении температуры 80°C по тер-

мометрам, установленным в большом зубе (или I10-I15°C 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. Опрессовка лобовых частей заканчивается после равномерной посадки сегментов брони на временные центрирующие кольца и на заточку бочки ротора. После охлаждения ротора до температуры 30-40°C 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°C по термометру, установленному на бочке ротора у первой катушки, и 160°C по термометру, установленному на предпоследней катушке. Периодически (через каждый час) средняя температура обмотки контролируется по омическому сопротивлению обмотки методом вольтметра и амперметра, причем она не должна превышать 160°C. 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°C опрессовочные приспособления с лобовых частей снимаются и при поджатых болтах технологических клиньев в пазовой части проверяется витковая изоляция.

Из пазов ротора удаляются технологические клинья, пресс-планки и временные про-

кладки, лобовые части закрываются электрокартоном и утягиваются киперной лентой. Во избежание деформации зубцов ротора в каждый паз с обеих 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 обеих 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.

Подклиновое прокладку подгоняются по толщине по мере заклинивания пазов. Подгонка их производится путем снятия коком 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 ЭП1-30. Не допускается установка составных по высоте подклиновых прокладок.

Подклиновое прокладку удерживаются при заклиновке технологическими клиньями (см. рис.68) и прижимными рычагами (рис.71). Вентиляционные отверстия клиньев, установленных на месте, 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 шабровкой. В связи с некоторой деформацией зубцов ротора в тангенциальном направлении при его переключке 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 зуба 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 5-15 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 междупольные 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 систе-

мой вентиляции лобовых частей входные и выходные отверстия вентиляционного канала дугowych частей обмотки и прямолинейного участка не перекрыты.

Далее устанавливаются сегменты подбандажной изоляции; при этом стыки сегментов располагаются против зубцов ротора с зазором 1,5-2,5 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 1,5-2 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°C бандажное кольцо насаживается на посадочные места до момента фиксации 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 возбuditеля также устанавливаются в нагретом состоянии. Температура нагрева 200-250°C.

Полумуфта ротора после нагрева до температуры 180-200°C насаживается до упора и крепится от сдвига в осевом направлении стальной планкой сечением 120x20 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.

Г л а в а ч е т в е р т а я

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 лобо-

вых 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 мм² и толщиной не менее 3 мм, или круглая сталь диаметром не менее 5 мм, или медный голый провод сечением не менее 4 мм². Заземляющие проводники крепятся сваркой или болтовым соединением.

Рабочие места освещаются стационарными светильниками в соответствии с действующими нормами. Для переносного освещения применяется напряжение 12 и 36 в. 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 I3) 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 обтормочного 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/м³.

Нагрев ротора током производится при установленном ограждении и вывешенных плакатах. При нагреве и запечке изоляции в ночное время устанавливается дежурство специально инструктированных 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.675.850	5БС.675.287
Ротор (сборка)	5БС.675.501	5БС.675.934	5БС.675.288	5БС.675.860	5БС.675.289
Кольцо бандажное	5БС.214.545	8БС.214.545	5БС.296.545	8БС.296.260	8БС.214.959
Кольцо центрирующее	5БС.214.547	8БС.296.216	8БС.214.547	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 возбуждения)	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.555.235	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

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

№ п.п.	Наименование	Номер чертежа ЛЭО "Электросила"	Количество
<u>Турбогенератор ТВВ-165-2</u>			
I	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 подклиновная	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
II	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.295	I
<u>Турбогенератор ТВВ-200-2</u>			
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 подклиновная	8БС.761.606	72
		8БС.761.048	180
		8БС.761.047	144
22	Прокладка на дно паза	8БС.760.835	576
		8БС.761.128 _I	144
23	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.717	I
<u>Турбогенератор ТВВ-320-2</u>			
24	Болт токоведущий	5БС.568.040	4
		5БС.568.032	4
25	Шайба уплотняющая	8БС.370.077	4
		8БС.370.078	4

№ п.п.	Наименование	Номер чертежа ЛЭО "Электросила"	Количество
26	Сегмент подбандажный	8БС.787.196 ₇	7
		8БС.787.196 ₈	2
		5БС.192.083	4
27	Прокладка	8БС.371.012	2
28	Шайба	8БС.370.418 ₂	1
29	Шпилька	8БС.931.193	58
30	Винт контактный	8БС.900.416	8
31	Коробка пазовая (гильза)	5БС.786.016	41
32	Коробка пазовая (манжета)	8БС.786.033	84
33	Прокладка подклиновья	8БС.761.642	72
		8БС.761.048	288
		8БС.761.047	252
		8БС.760.831	1008
34	Прокладка на дно паза	8БС.760.840	72
35	Стержень токоподвода (корпусная изоляция)	5БС.540.717	1

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	20x250	10
2	Угольник слесарный, плоский, класс 2, тип УШ	400x250	1		трехгранный	-	5
3	Плита шабровочная	400x400	1	26	Кисть		
4	Рулетка	10	2		волосяная	∅20	15
5	Киянка 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	25x200	10		торцовый	8-50	1
14	Крейцмейсель	10x150	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 контактных колец	шт.	I	25	Технологические клинья для турбогенераторов	шт.	I92
2	Течеискатель ГТИ-3	- " -	I		ТВВ-165-2	- " -	252
3	ключ для отворачивания гайки бандажного кольца	- " -	I		ТВВ-200-2	- " -	396
4	Ключ для токоведущих болтов	- " -	I	26	Пресс-планки для турбогенераторов	- " -	32
5	Ключ для контактных винтов	- " -	I		ТВВ-165-2	- " -	36
6	Ключ для гайки уплотнения	- " -	I		ТВВ-200-2	- " -	36
7	Приспособление для снятия центрирующих колец и вентиляторов	компл.	I	27	Разъемные клинья для турбогенераторов	- " -	62
8	Клин для подъема витков	шт.	4		ТВВ-165-2	- " -	70
9	Боек для расклиновки пазов	- " -	10		ТВВ-200-2	- " -	70
10	Временная полумуфта	- " -	I		ТВВ-320-2	- " -	8
11	Обмоточная лопатка	- " -	6	28	Державка	- " -	I
12	Стойка для подвешного приспособления	- " -	2	29	Дрель электрическая с патроном для сверла диаметром 12 мм	- " -	2
13	Подставка для катушки	- " -	40	30	Верстак с двумя параллельными тисками	- " -	I
14	Струбцина для сжатия витков	- " -	10	31	Электросварочный агрегат	- " -	I
15	Калибр меди	- " -	10	32	Автогенный резак	- " -	I
16	Калибр установочный	- " -	6	33	Пневматическая дрель с патроном для сверл до диаметра 30 мм	- " -	I
17	Калибр проверочный	- " -	12			- " -	I
18	Мерительная скоба			34	Ручная дрель	- " -	5
	Ø 585-605 мм (для ТВВ-165-2)	- " -	I	35	Канистры или бидон для лака емкостью 20 л	- " -	3
	Ø 665-685 мм (для ТВВ-200-2, ТВВ-320-2)	- " -	I	36	Канистры для растворителей емкостью 20 л	- " -	5
19	Мерительная скоба			37	Бачок для разведения лаков (закрывае- мый) диаметром 200x250 см	- " -	3
	Ø 915-985 мм (для ТВВ-165-2)	- " -	I	38	Шлифовальная машина	- " -	3
	Ø 990-1055 мм (для ТВВ-200-2, ТВВ-320-2)	- " -	I	39	Пневматический молоток	- " -	3
20	Стойка под гильзы	- " -	4	40	Металлический или деревянный закры- ваемый ящик	- " -	6
21	Осадочная доска для гильзы для витков	- " -	2	41	Ящик размером 500x300x250 мм для кре- пежных и мелких деталей	- " -	I
22	Домкраты	шт.	10	42	Промышленный пылесос	- " -	I
23	Временное центрирующее кольцо	- " -	2			- " -	
24	Опрессовочные кольца	- " -	6			- " -	

№ п.п.	Наименование	Ед. изм.	Количество	№ п.п.	Наименование	Ед. изм.	Количество
43	Крестовка для вырубки изоляции стержней токопровода	шт.	2	55	Стол для опиловки изоляции	шт.	2
44	Войлочный круг	- " -	5	56	Пресс-форма	-	1
45	Щетка	- " -	5	57	Макет для изготовления катушек	-	1
	круглая металлическая	- " -	5	58	Электросварочная оснастка (кабели, электродержатель, шток)	компл.	1
	металлическая	- " -	10	59	Автогенные горелки № 3-6	-	3
46	Овалушка	компл.	2	60	Приспособление для транспортировки и подвешивания катушек	-	1
47	Временные деревянные клинья	- " -	1	61	Приспособление для снятия и насадки бандажных колец	-	1
48	Бромь	- " -	2	62	Приспособление для снятия и насадки контактных колец	-	1
49	Приспособление для снятия и насадки полукатушек	- " -	1	63	Индуктор для нагрева бандажных колец с кабелями	-	1
50	Кульверизатор с бачком	- " -	1	64	Стрепы для разборки	-	1
51	Испытательная лампа I2 в	- " -	4	65	Приспособление для отжига и транспортировки полукатушек	шт.	6
52	Установка для нагрева пресс-форм	- " -	1	66	Приспособление для чистки меди	- " -	1
53	Установка для испытания повышенным напряжением	- " -	1	67	Шланг резиновый Ду 17 мм	м	50
54	Кислородный редуктор со манометром	- " -	3				

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		
						TBB-165-2	TBB-200-2	TBB-320-2
1	Литва медная	МГМ	14x42	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-120	Толщина 0,12	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	100
		ЭВ	1-2,5	ГОСТ 2824-60	- " -	25	25	25
5	Шнур льняной крученый, кг	-	Ø2	ГОСТ 1024-41	- " -	5	5	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 квадратный	-	Ø10	ГОСТ 6467-57	- " -	1,4	1,4	2,1
		-	12x12	ТУ МХПЧ 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	-	0,15x25	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 бакелитовый 50%-ный	ГФ-95 А	-	ГОСТ 901-56	- " -	10 160	10 160	10 200
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 МХПМ 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

О к о н ч а н и е п р и л о ж е н и я 5

№ п.п.	Наименование	Марка	Размер, мм	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Единица измерения	Количество на ротор турбогене- ратора		
						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-фармацев- тический завод)	ИВР-I	-	-	- " -	2	2	2

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

1. Контрольное испытание на нагрев обмотки ротора при нагрузке, близкой к номинальной.
2. Снятие характеристики холостого хода.
3. Снятие характеристики короткого замыкания.
4. Снятие зависимостей $R_{узол} = f(n)$ и $Z = f(n)$ при напряжении 100 и 200в на выбеге ротора, где $R_{узол}$ - 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 $2800 + 12 U_H$ (но не выше 6800в и не ниже 4250в) в течение 1 мин.
8. То же после укладки гильз в пазы напряжением промышленной частоты $2500 + 11 U_H$ (но не выше 6500в и не ниже 4200в) в течение 1 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 $2200 + 10 U_H$ (но не выше 5700в и не ниже 3700в).
10. Измерение сопротивления постоянному току обмотки ротора после укладки всех катушек и пайки межкатушечных и междупольсового соединений.
11. Испытание корпусной изоляции обмотки после первой опрессовки в течение 1 мин напряжением промышленной частоты $1600 + 10 U_H$ 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 $1200 + 10 U_H$ (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 $1000 + 9 U_H$ (но не выше 4250в и не ниже 2300в).
17. Испытание изоляции в течение 1мин напряжением промышленной частоты:
 - а) шин токоподводов перед укладкой $3350 + 15 U_H$ (но не выше 8600в и не ниже 5600в);
 - б) стержней токоподвода до укладки в изоляционный цилиндр $3350 + 15 U_H$ (но не выше 8600в и не ниже 5600в);
 - в) шин токоподвода после укладки в пазы и заклиновки $2700 + 14 U_H$ (но не выше 7600 в и не ниже 4800 в);
 - г) изоляции новых токоведущих винтов перед установкой на ротор $3350 + 15 U_H$ (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 $2700 + 14 U_H$ (но не выше 7600в и не ниже 4800в);
 - е) изоляции контактных колец после насадки их на втулку $3350 + 15 U_H$ (но не выше 8600в и не ниже 5600 в);
 - ж) изоляции контактных колец после насадки их на ротор $3350 + 9 U_H$ (но не выше 6000в и не ниже 3600в).

III. 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 1 мин $700 + 9U_n$ (но не выше 4000в и не ниже 2100в).

20. Измерение сопротивления постоянному току обмотки ротора.

21. Снятие зависимости $R_{u_{зоп}} = f(n)$ и $Z = f(n)$ при напряжениях 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 испытание 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

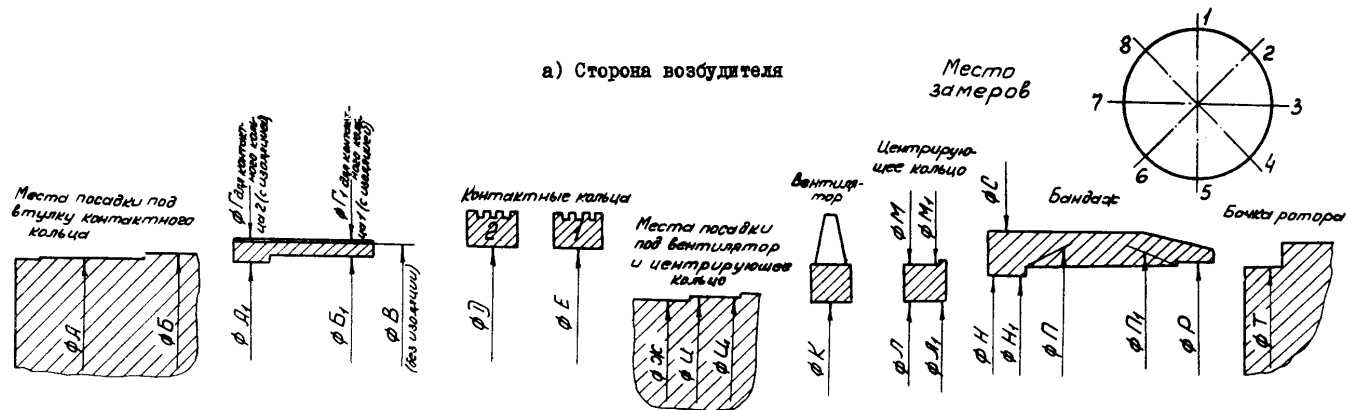
КАРТА ТРУДОЗАТРАТ

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

I. Паспорт замера посадочных мест и проверки натяга

Турбогенератор типа _____ Станционный № _____ Заводской № _____

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

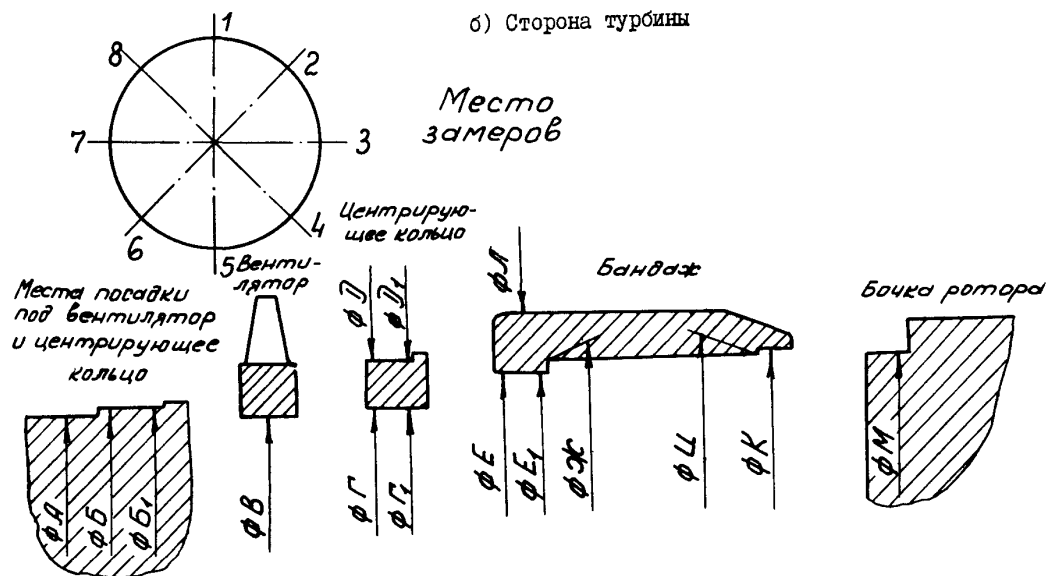


Место замеров	А	Б	А ₁	Б ₁	В	Г	Г ₁	Д	Е	Ж	И	И ₁	К	Л	Л ₁	М	М ₁	Н	Н ₁	П	П ₁	Р	С	Т		
1-5																										
2-6																										
3-7																										
4-8																										
Средний замер																										

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 _____ °C		

Исполнитель _____ " " _____ 19 __ г.

Проверил руководитель работ _____ " " _____ 19 __ г.



Место замеров	А	Б	Б ₁	В	Г	Г ₁	Д	Д ₁	Е	Е ₁	Ж	И	К	Л	М
1-5															
2-6															
3-7															
4-8															
Средний замер															

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

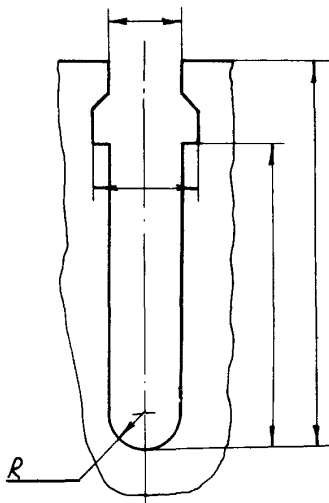
Исполнитель _____ " " _____ 19 __ г.

Проверил руководитель работ _____ " " _____ 19 __ г.

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.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОТКАНИ, ПРОПИТАННОЙ ЭПОКСИДНЫМ ЛАКОМ

Стеклоянная пропитанная ткань марки ПСЭР1-30 представляет собой пресс-материал (полуфабрикат), полученный путем пропитки бесщелочной стеклоянной ткани эпоксидно-резольным лаком марки ЭР1-30.

Ткань марки ПСЭР1-30 предназначена для изготовления деталей (роторных гильз, подбандажной изоляции) методом горячего прессования.

1. Содержание смолы в пропитанной стеклоянной ткани должно быть 30-36%.

2. Содержание летучих веществ - не более 1,5%.

3. Содержание растворимой смолы - не менее 80%.

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

5. Недопустимы в пропитанной стеклоянной ткани посторонние примеси, загрязнения, заподлицеризованная смола и т.д.

6. Не допускается слипание пропитанной стеклоянткани.

Методы испытаний

Для определения содержания смолы берется проба пропитанной и непропитанной стеклоянной ткани от каждого рулона. Вырезаются образцы размером 100x100 мм. По разности веса образцов пропитанной и непропитанной стеклоянткани, высушенной в термостате при температуре 160°C в течение 10 мин, определяется содержание смолы по формуле

$$C = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

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

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

B - вес образца непропитанной стеклоянной ткани, г.

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

Расчет производится по формуле

$$c = \frac{a - \delta}{a} \cdot 100,$$

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

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

δ - вес образца пропитанной стеклоянной ткани после сушки, г.

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

Хранение и маркировка

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

Рулоны пропитанной стеклоянткани хранятся в сухом месте не более 10 суток.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЛАКОВ ЭР1-30 И ЭР2-30 И ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЛАКОВ

Лаки ЭР1-30 и ЭР2-30 представляют собой эпоксиднорезольные лаки горячей сушки.

Лак ЭР1-30 применяется для пропитки стеклотекстолитовых деталей, лак ЭР2-30 - для изготовления прокладочного миканита.

Вязкость при температуре 20°C по вискозиметру ВЗ-4 не более: для лака ЭР1-30 - 20 сек и для лака ЭР2-30 - 17 сек. Определе-

ние вязкости по вискозиметру ВЗ-4 производится по ГОСТ 8420-57.

Содержание нелетучих веществ для лака ЭР1-30 не менее 48%, а для лака ЭР2-30 - не менее 13%. Определение содержания нелетучих веществ (сухого остатка) производится по ГОСТ 6989-54.

Скорость полимеризации при температуре

160°C для лака ЭР1-30 - 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 ЭР1-30 изготавливается по следующей рецептуре (в весовых частях): эпоксидная смо-

ла ЭД-6 - 34,6; лак бакелитовый 50%-ной концентрации - 30; дициандиамид - 0,4; смесь этилового спирта и толуола (1:1) - 35.

3. Лак ЭР2-30 изготавливается 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 (1:1) - 80,5.

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

Приложение 12

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/см²; резиноканевые 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:

1. 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 сое-

динена с внутренним контактным кольцом.

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

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 $3 \pm 0,1$ кг/см² 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.

III. 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 скатого воздуха). Одна из заглушек должна иметь штуцер для подключения U-образного манометра с целью измерения избыточного давления под бандажным кольцом.

3. Скатый 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.

П р и л о ж е н и е I3

СОСТАВ И СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ПАСТ "НЕВИДИМЫЕ ПЕРЧАТКИ"

Паста "невидимые перчатки" на метилцеллюлозной основе имеет следующий состав (%): метилцеллюлоза-4,0; глицерин-II,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-I9,7; спирт этиловый (90-градусный)-58,7; глицерин-I9,7; аммиак (25%-ный)-I,9.

Первый способ приготовления

Казеин (не казеиновый клей) замачивается в 3-4-кратном количестве воды и оставляется для набухания на 12-20ч, после чего отжимается от избытка воды. В отжатый 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°C 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.

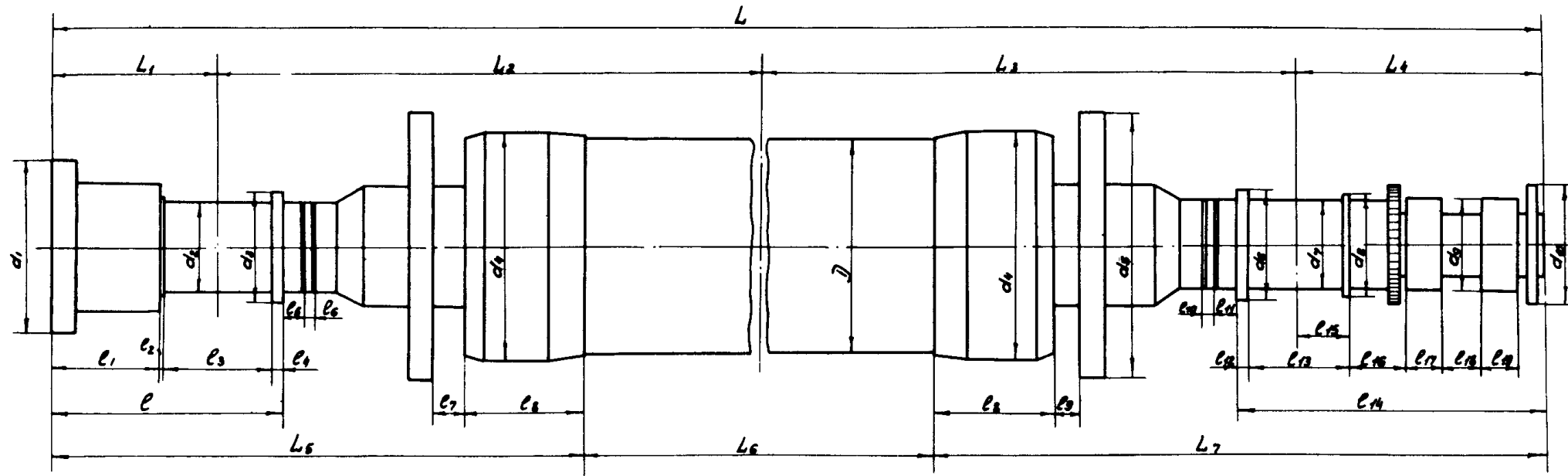
Приготовление пасты "невидимые перчатки" производится в чистой сухой эмалированной посуде. Для перемешивания применяется мешалка из органического стекла или фарфора.

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

Способ применения паст

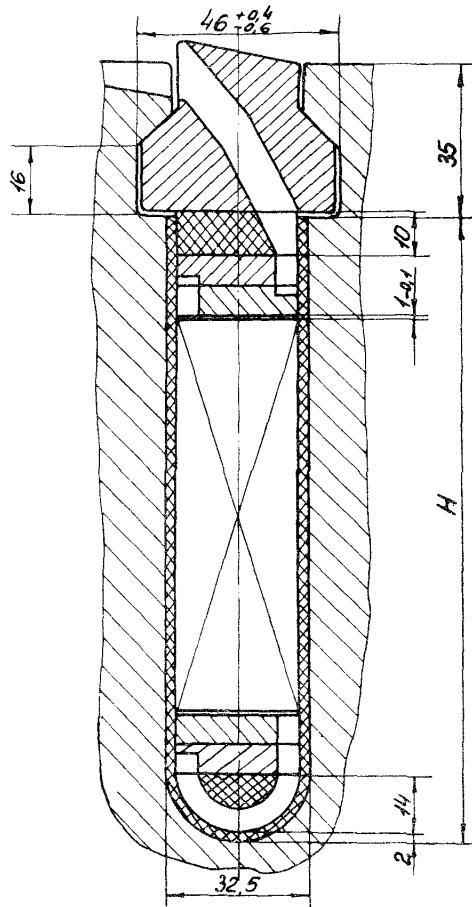
Небольшое количество (3-5 г) пасты наносится на ладонь руки и равномерно растирается по всей поверхности руки. После этого пасте дается подсохнуть (1-2 мин) до образования тонкой пленки. Паста наносится на чистые и сухие руки.

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	∅	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	d ₉	d ₁₀	Бес. ротора, кг	
ТБВ-165-2	3350	940	3575	4625	1210	1585	3860	2900	1250	550	15	590	50	-	-	160	568	110	-	-	75	390	1520	190	115	200	200	200	1000	830	350	450	1070	1230	150	350	410	460	-	34600	
ТБВ-200-2 с одноструйной вертикальной	3770	860	3850	3850	1210	2580	4260	2930	1180	550	15	565	50	-	-	160	607	126	-	-	50	440	1180	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1310	500	400	460	460	-	42200	
ТБВ-200-2 с двухструйной вертикальной	3770	860	3850	3850	1210	2580	4260	2930	1180	550	15	565	50	-	-	160	607	126	-	-	50	440	1180	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1310	500	400	460	460	-	42200	
ТБВ-200-2 с центробежной вертикальной	3770	860	3850	3850	1210	2580	4260	2930	1180	550	15	565	50	-	-	160	607	-	-	-	50	440	1130	215	30	200	200	200	1075	830	400	500	1140	1200	500	400	460	460	-	41800	
ТБВ-320-2 с одноструйной вертикальной	4180	870	4850	4850	1240	2715	6040	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
ТБВ-320-2 с двухструйной вертикальной	4180	870	4850	4850	1240	2715	6040	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)

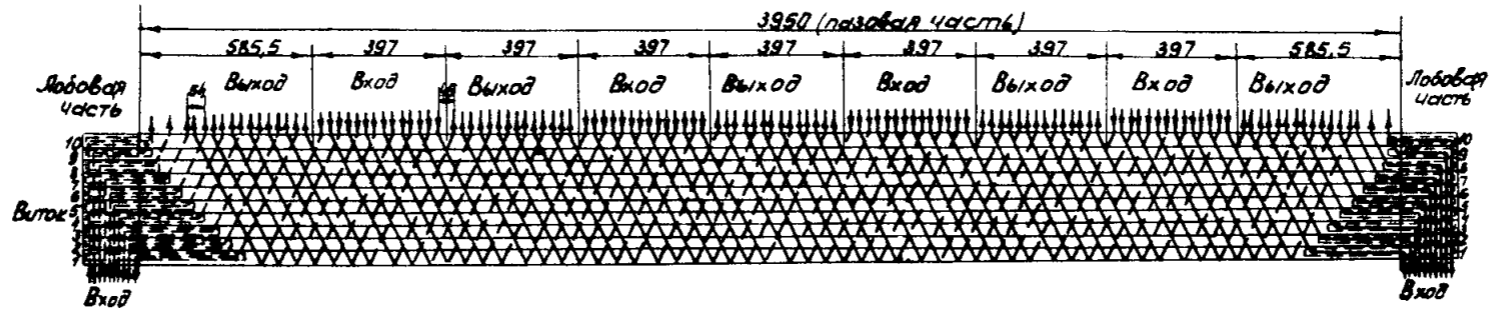


Турбогенератор	H мм	Сечение меди, мм	Количество	
			витков	Параллельных проводников в витке
ТВВ-165-2	136,5	7x28 5x28	1 9	2
ТВВ-200-2	129,5	7x28	7	2
ТВВ-320-2	129,5	7x28	7	2

Рис.2. Заполнение паза

Страна турбины

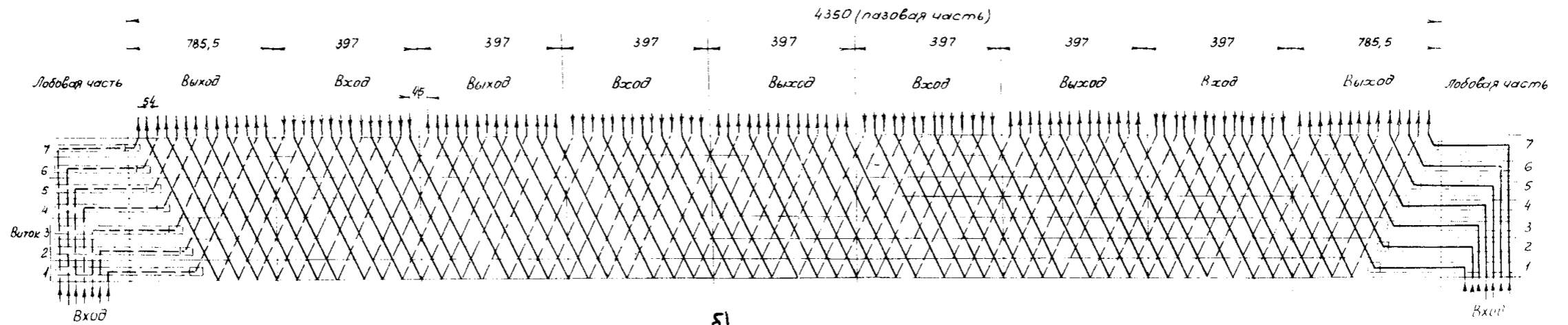
Страна возбудителя



а)

Страна турбины

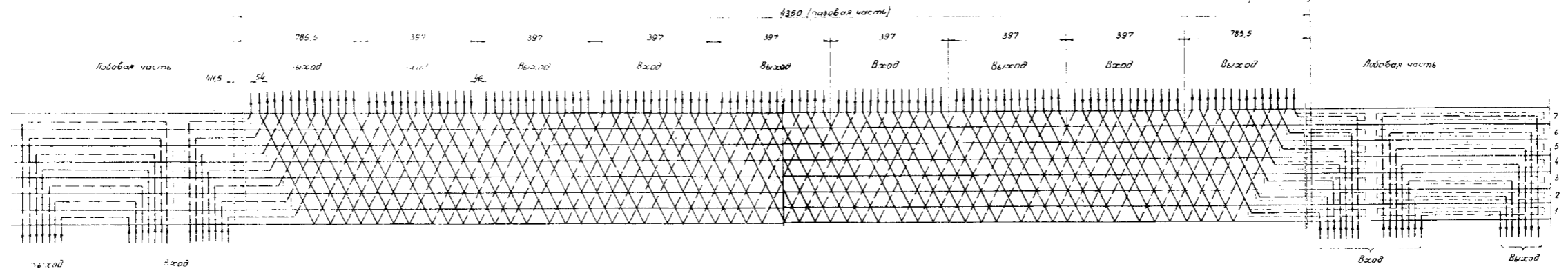
Страна возбудителя



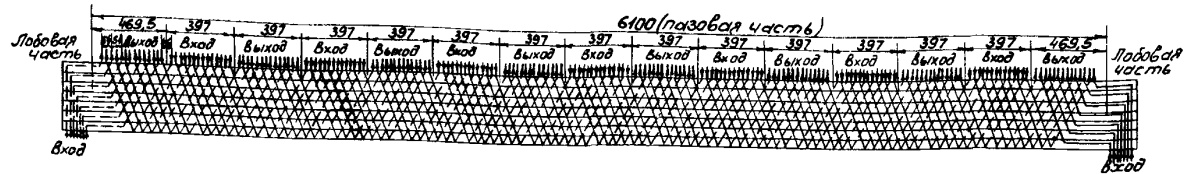
б)

Страна турбины

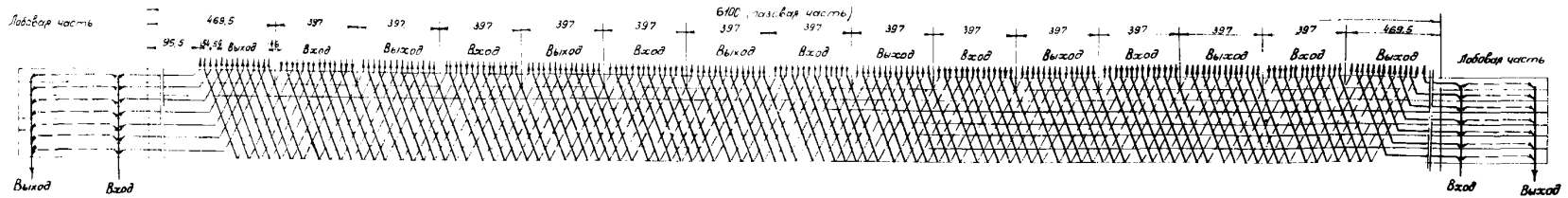
Страна возбудителя



в)



2)



4)

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

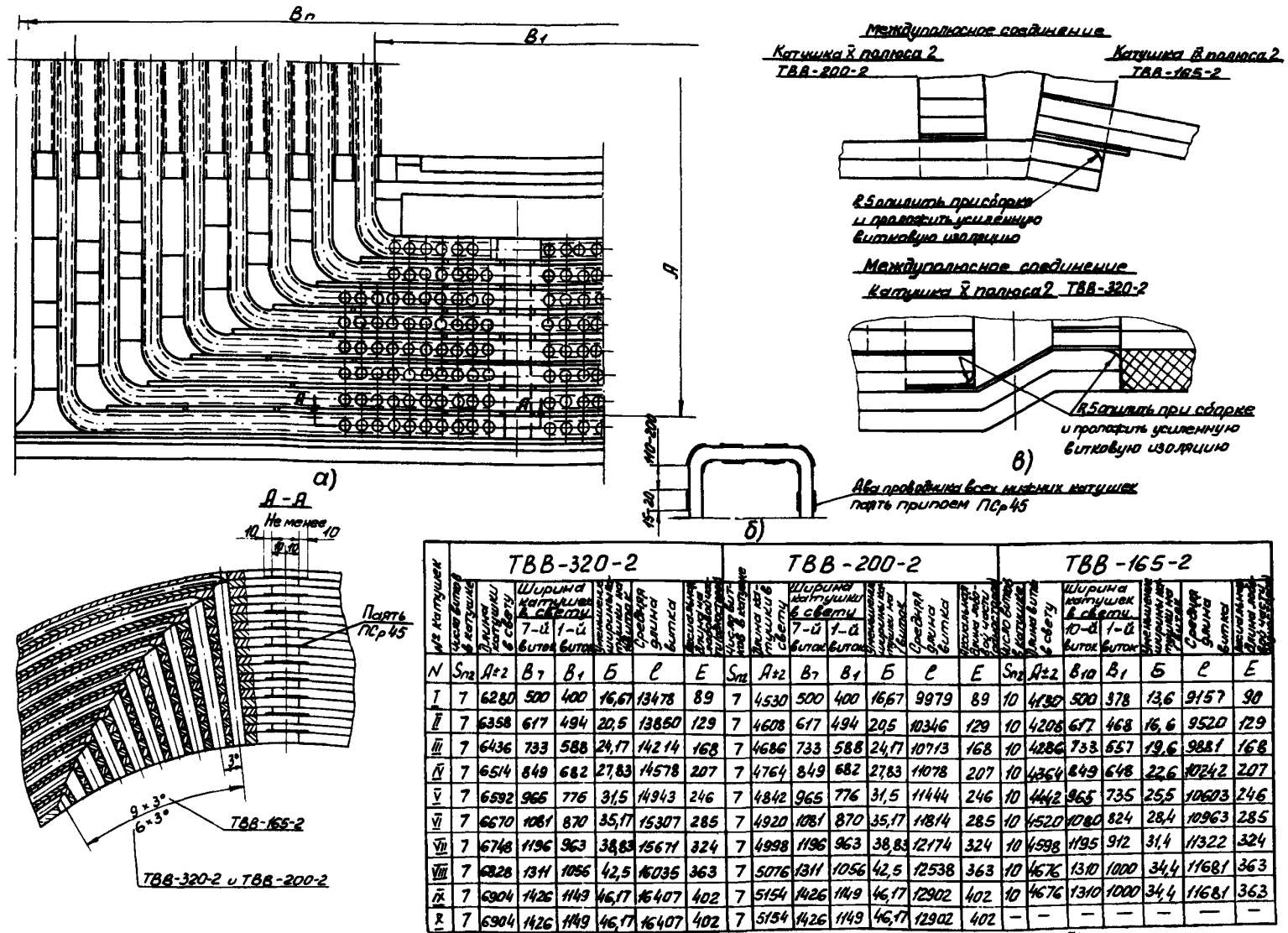
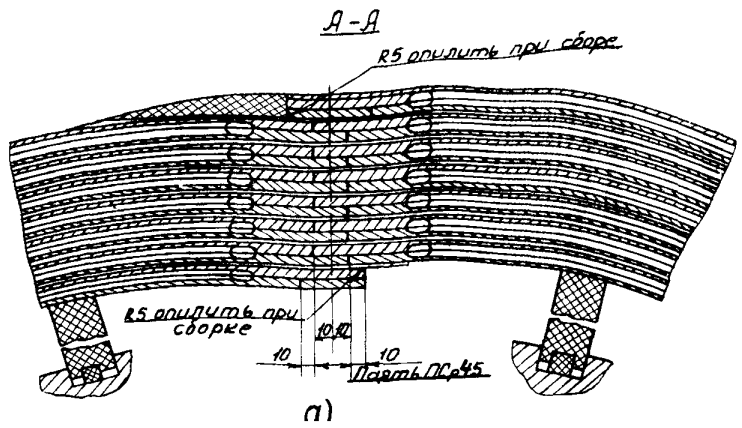
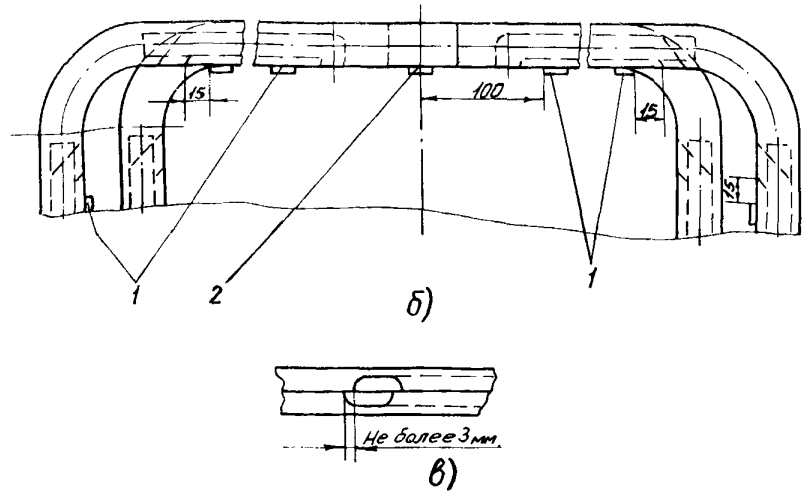
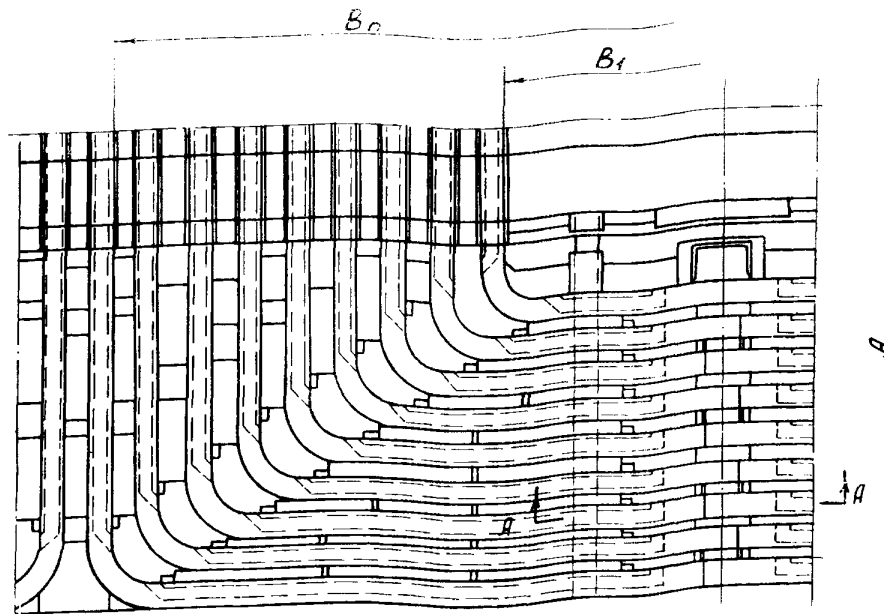


Рис.4. Обмотка ротора с одноструйной вентиляцией лобковых частей (а), места пайки нижних витков катушек (б) и междупольное соединение обмотки полюсов (б)

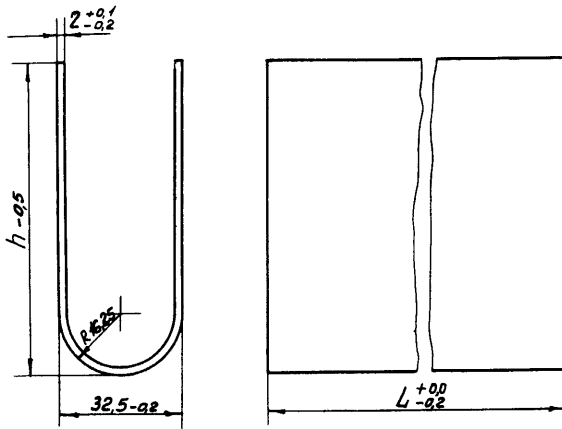


№ катушек	ТВВ-200-2							ТВВ-320-2						
	Число витков	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету	7-й виток	1-й виток	Уменьшение ширины катушки	Средняя длина витка	Расстояние между катушками	Число витков в катушке	Длина катушки в свету	Ширина катушек в свету	7-й и 1-й виток	Уменьшение ширины катушки	Средняя длина витка
N	S _{н2}	A±2	B ₇	B ₁	Б	е	Е	S _{н2}	A±2	B ₇	B ₁	Б	е	Е
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	6452	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 (б):

I - упоры на верхнем витке; 2 - упоры на оси катушек II-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

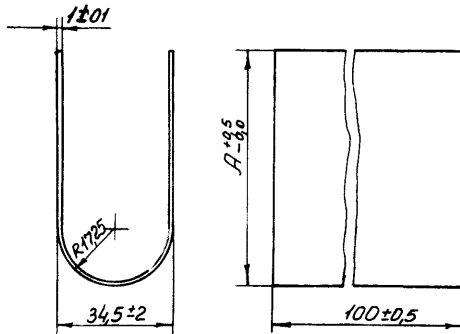
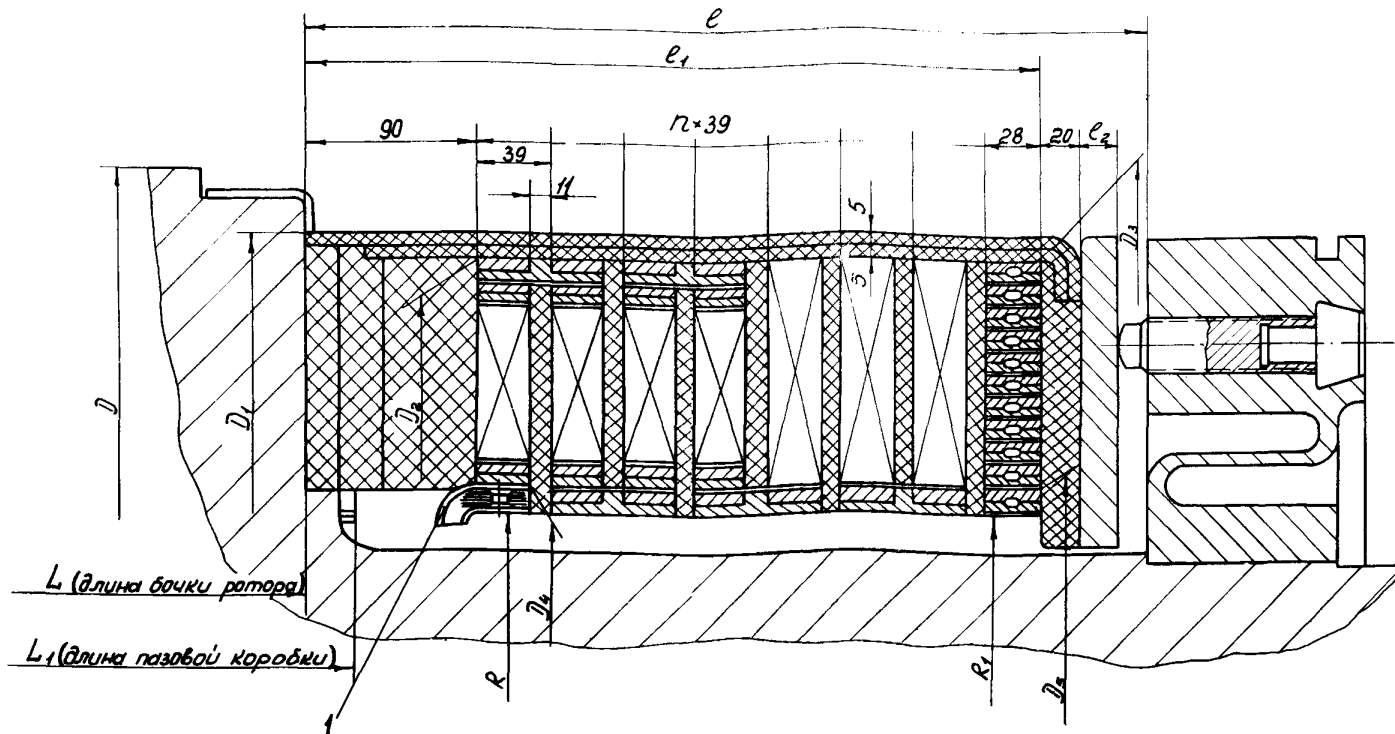


Рис.7. Манжета

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

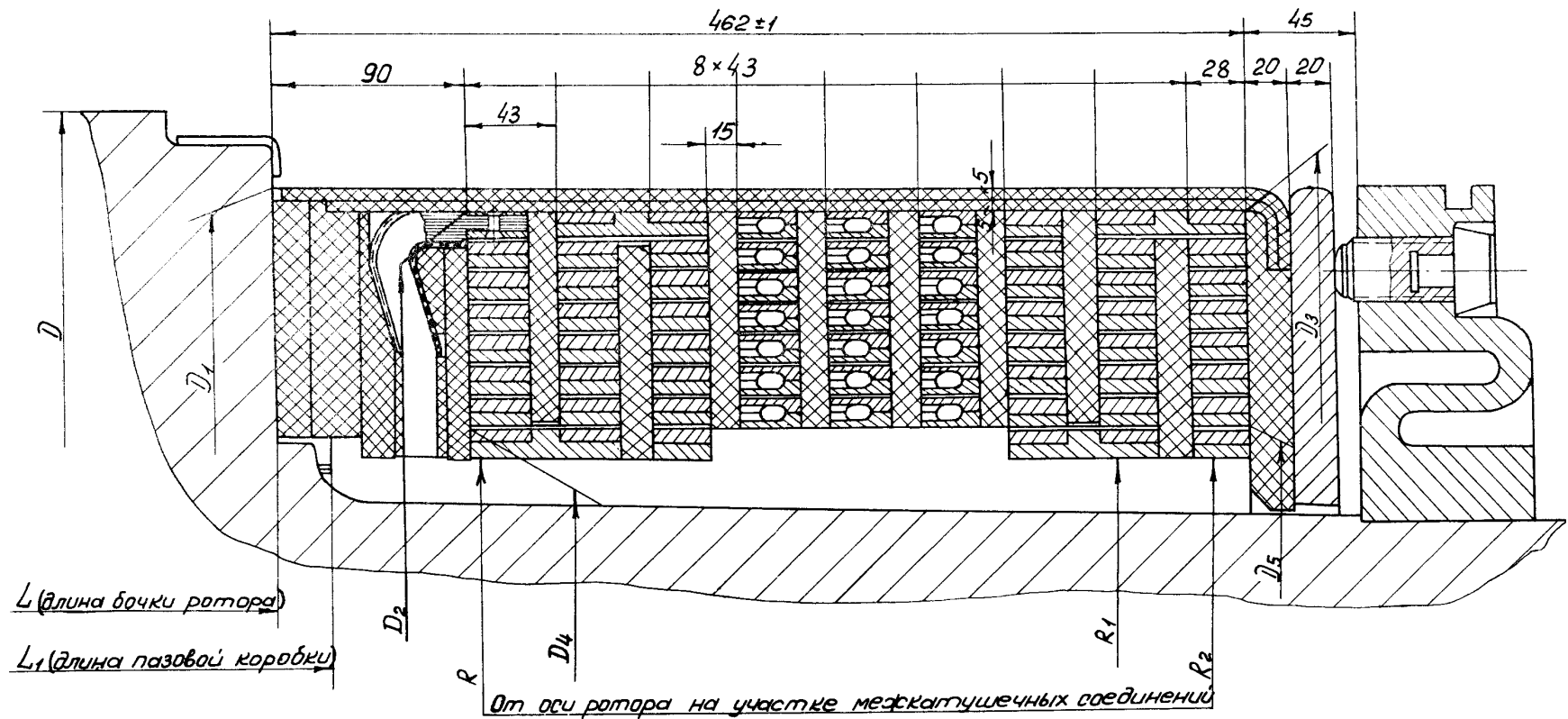


Турбогенератор	Размер, мм													
	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	R	R ₁	L	L ₁	e	e ₁	e ₂	n
ТВВ-165-2	1000	930	910	903	680	673	328	325	3950	4000	443	391	20	7
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с одноструйной системой вентиляции	1075	1005	985	977	769	761	369,5	365,5	4350 6100	4400 6150	482	430	15	8

Рис.8. Лобовая часть обмотки ротора с одноструйной вентиляцией:

I - изоляция гибкого токоподвода ротора ТВВ-165-2

Примечания: I. Изоляция гибкого токоподвода из одного слоя стекломиканита (ГЭФИ) толщиной 0,25 мм) в виде коробочки и двух слоев стеклянной ленты (0,2x20 мм) вполнахлеста.-2. Размер R дан для участка между-тушечных 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

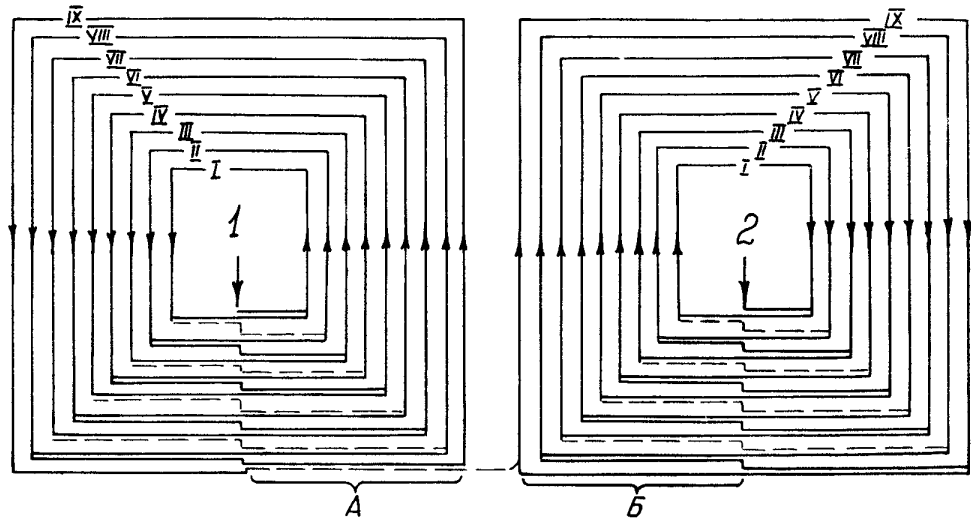


Рис.10. Схема обмотки роторов турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2
П р и м е ч а н и е . На участке А катушки IX восемь витков, на участке Б этой же катушки шесть витков

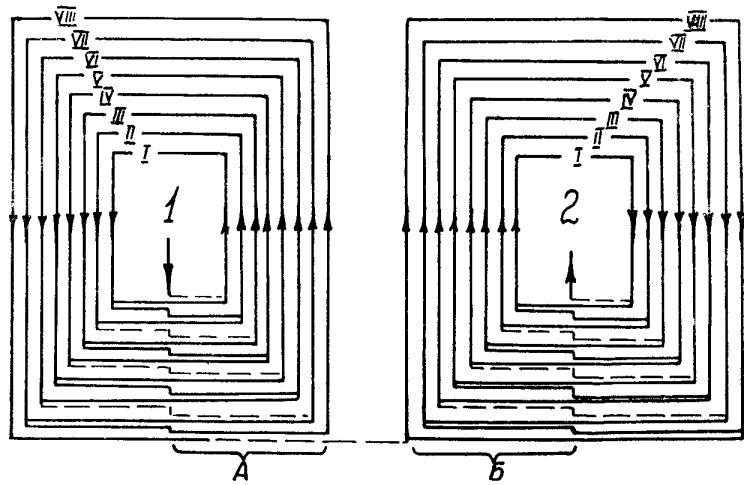
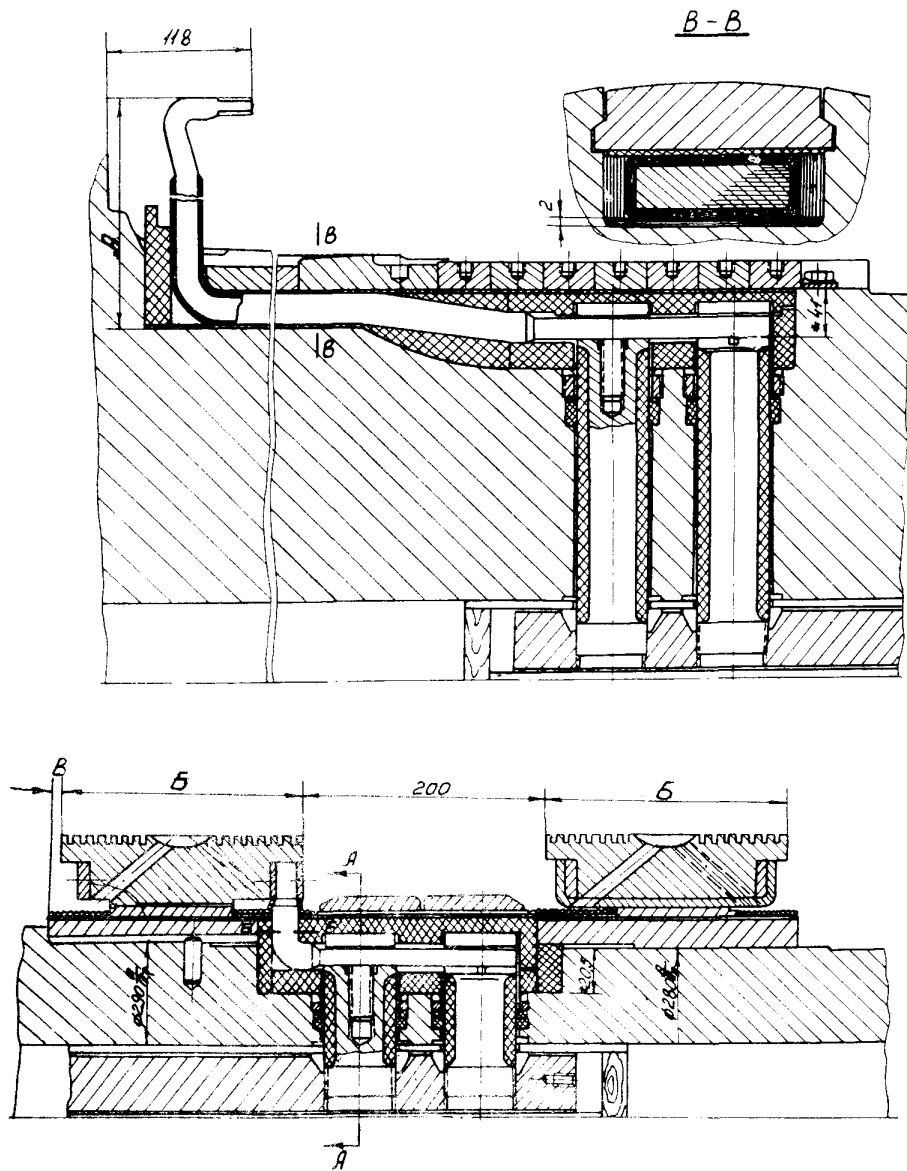


Рис.11. Схема обмотки ротора турбогенератора ТВВ-165-2
П р и м е ч а н и е . На участке А катушки VIII одиннадцать витков, на участке Б этой же катушки девять витков



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

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

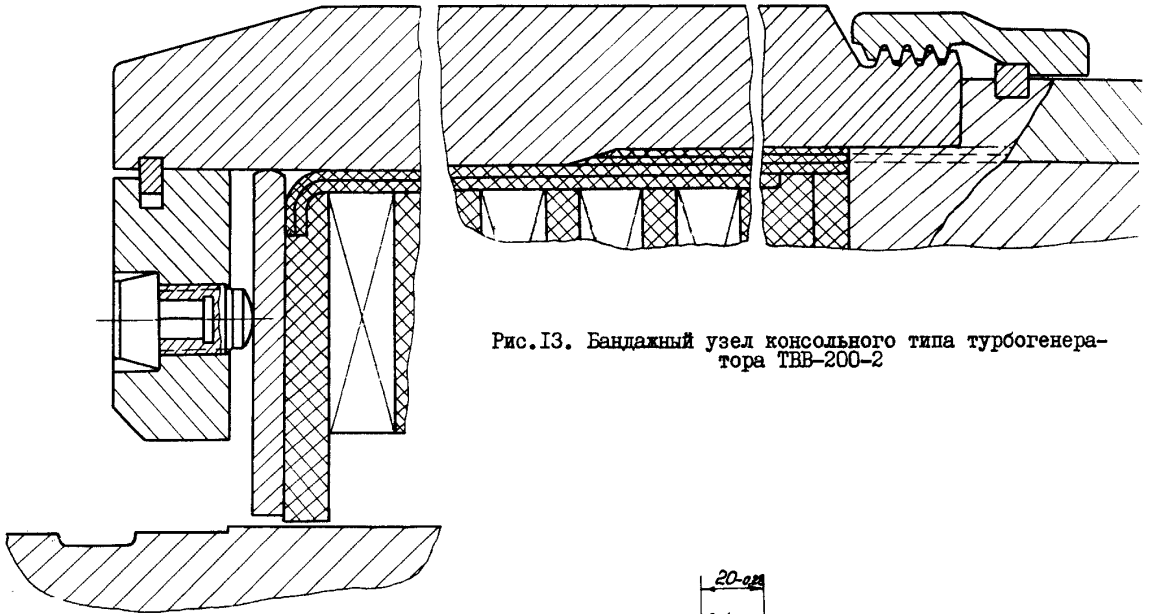


Рис.13. Брандажный узел консольного типа турбогенератора ТВВ-200-2

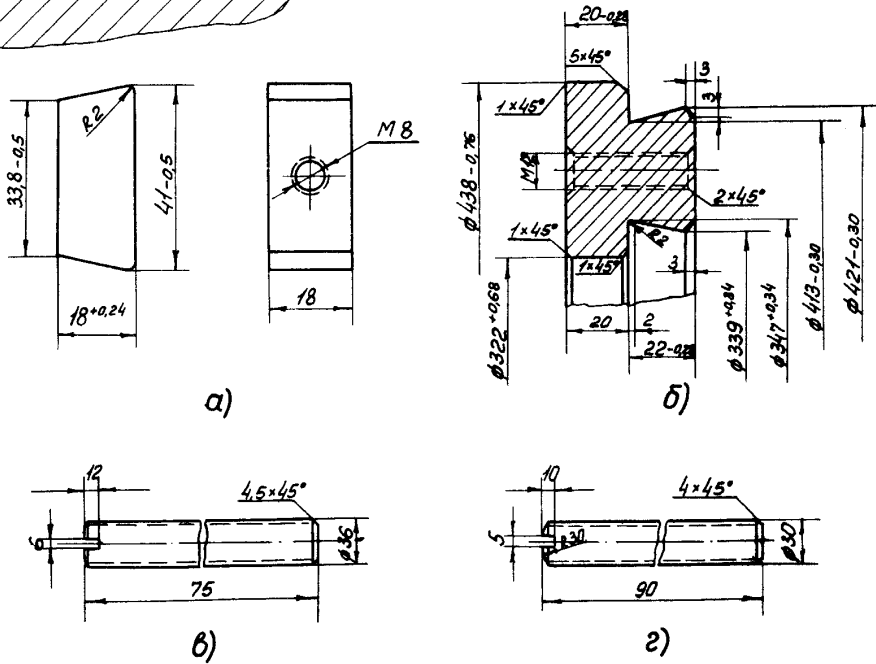


Рис.14. Балансировочные грузы:

а - для центрирующих колец и вентиляторов; *б* - для балансировочного кольца ротора турбогенератора ТВВ-165-2; *в* - для бочки ротора; *г* - для полумуфты ротора

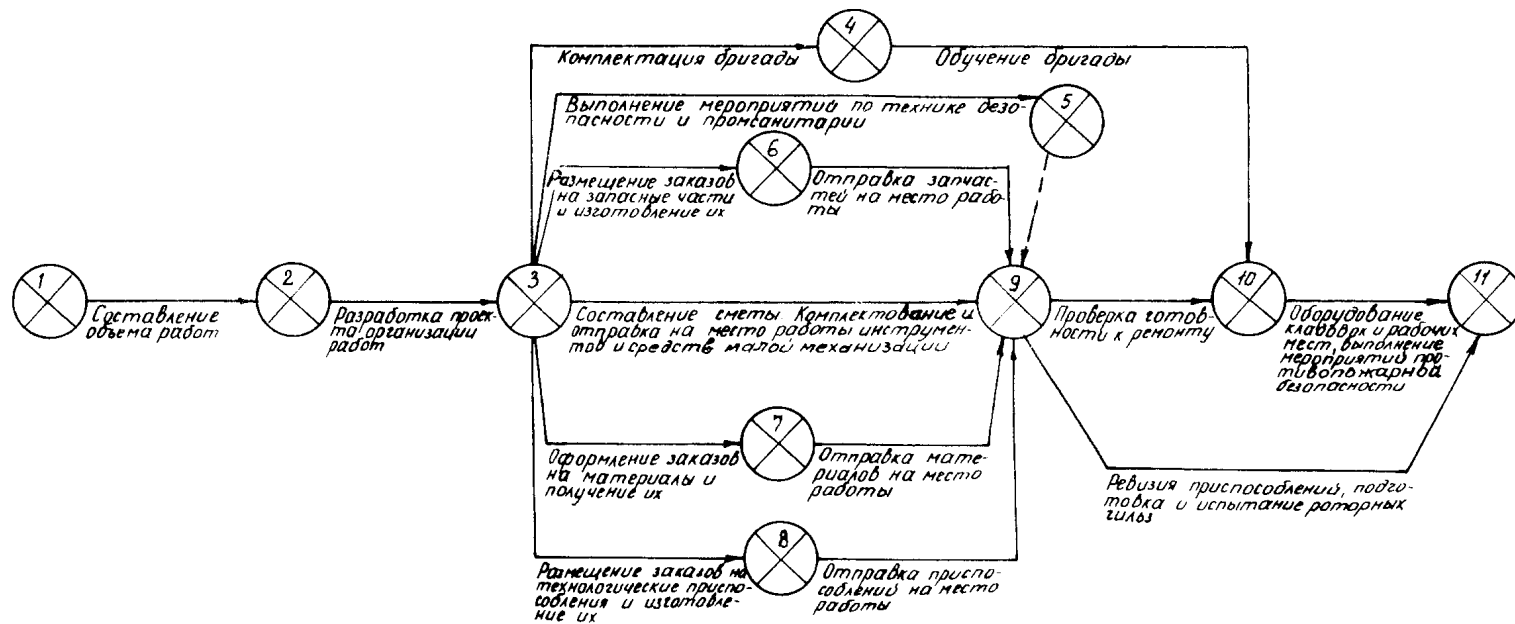


Рис.15. Сетевая модель подготовительных работ

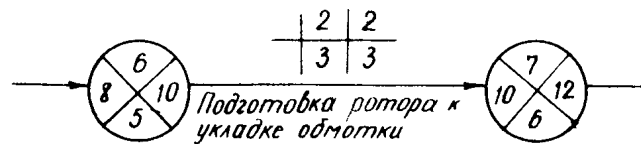


Рис.16. Обозначение на сетевой модели

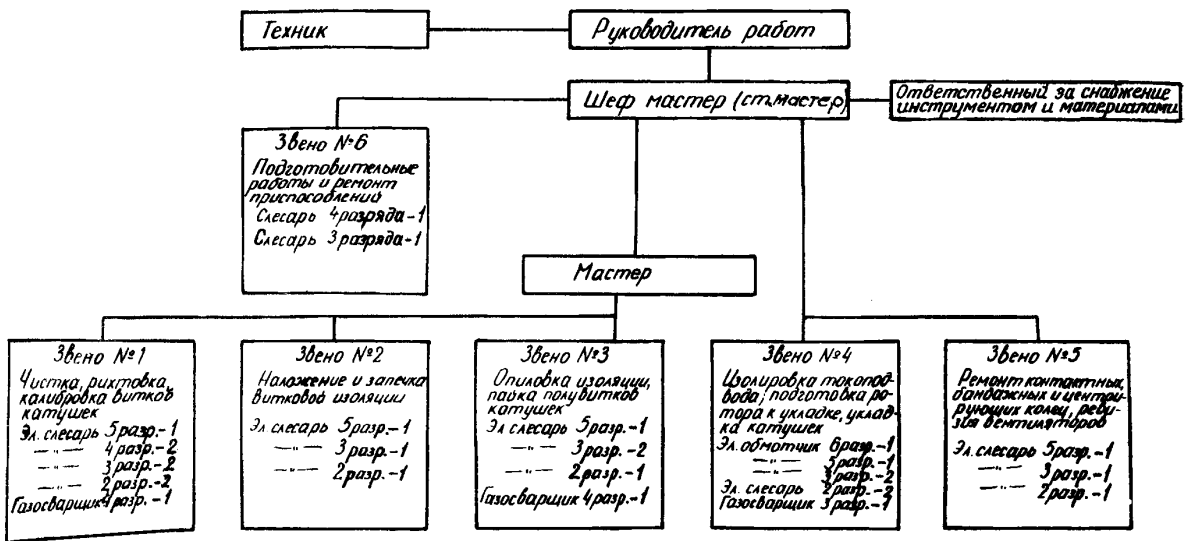


Рис.17. Схема расстановки ремонтного персонала

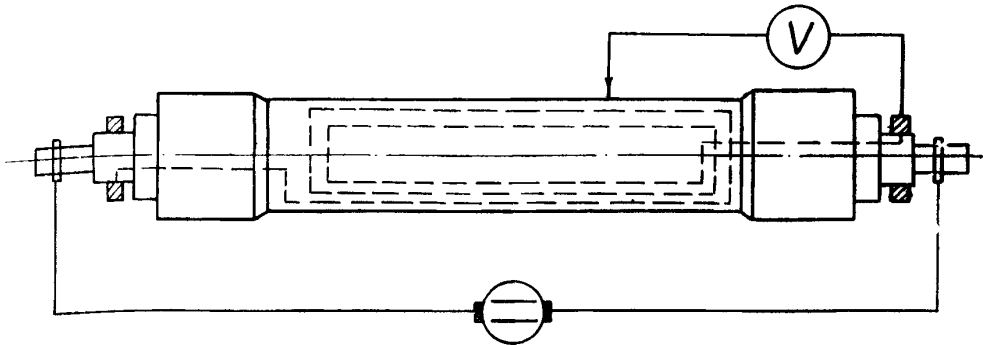


Рис.18. Схема определения места замыкания обмотки на корпус

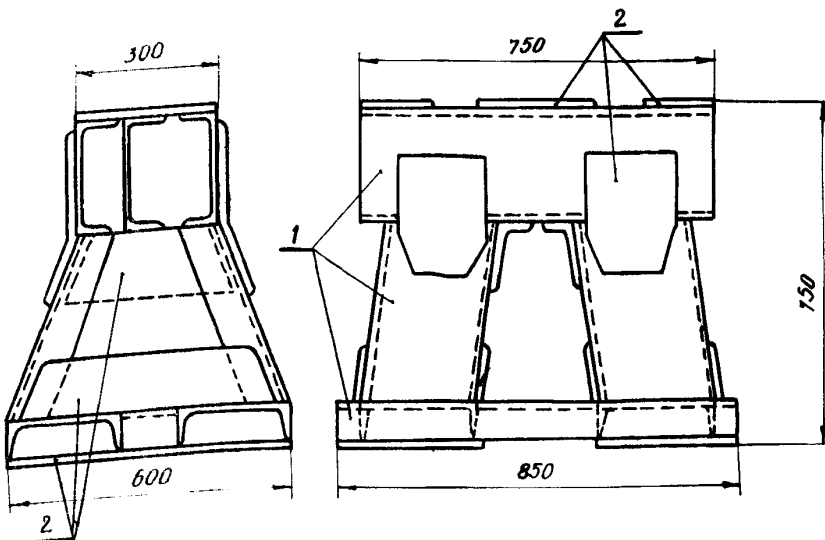


Рис.19. Опора:
 1 - швеллер № 24; 2 - листовая сталь толщиной 15 мм

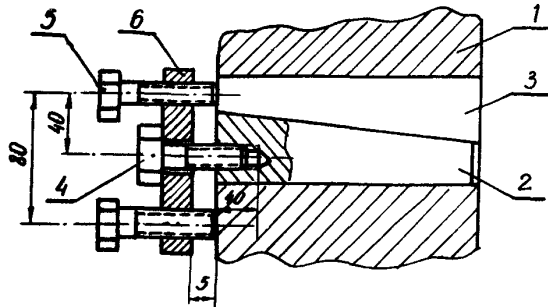


Рис.20. Приспособление для удаления шпонки:
1 - муфта; 2 - половина шпонки с прямым конусом;
3 - половина шпонки с обратным корпусом; 4 - болт
вытяжной М20; 5 - болт нажимной М20; 6 - планка
размером 100х60х30 мм

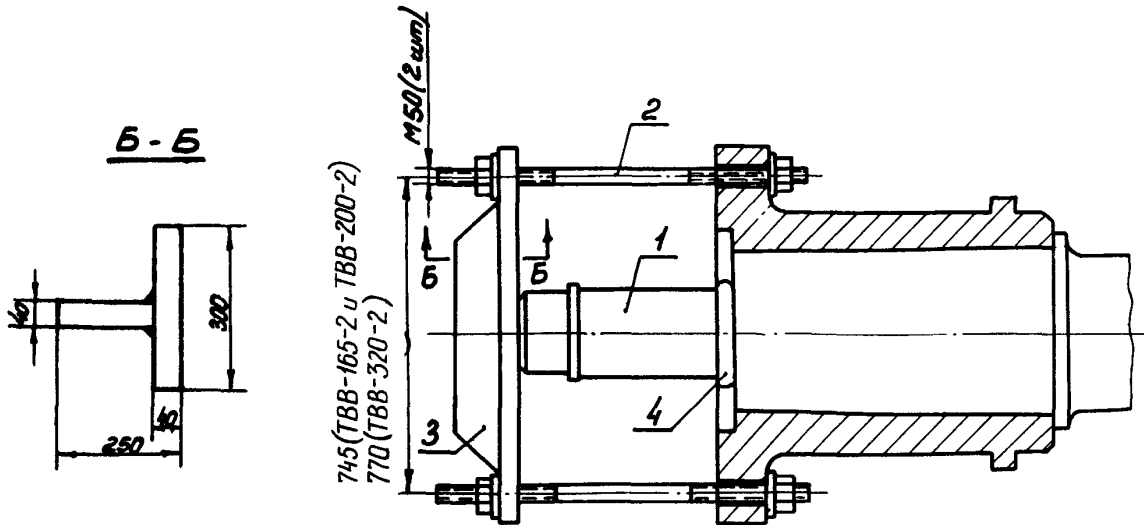


Рис.21. Приспособление для съема полумуфт:
1 - гидравлический домкрат грузоподъемностью 50 Т; 2 - шпилька М50; 3 - балка; 4 - прокладка

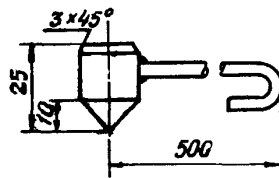


Рис.22. Выколотка

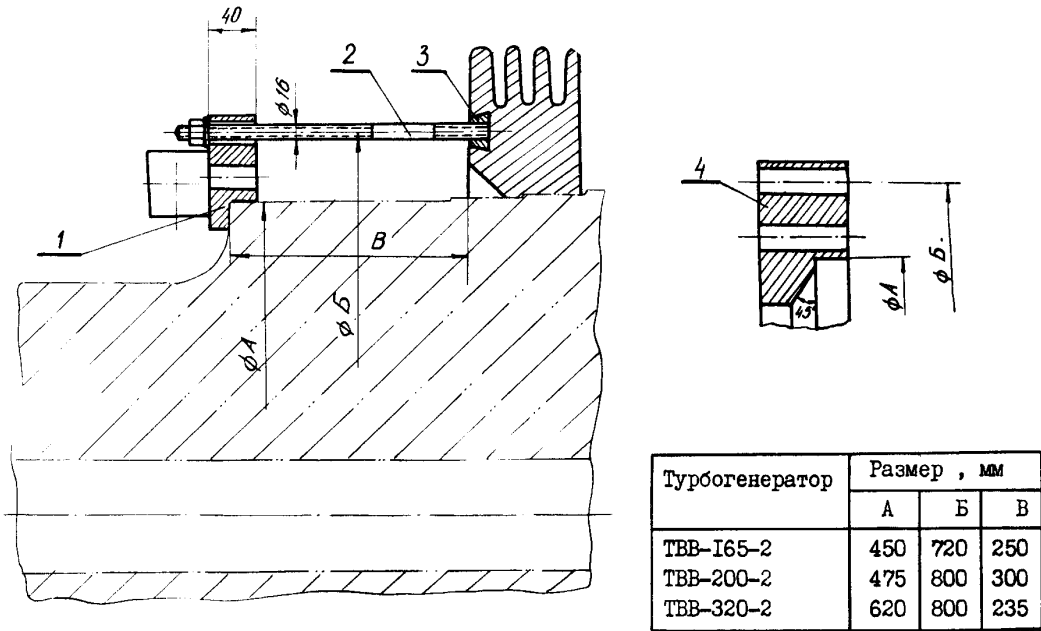


Рис.23. Приспособление для снятия вентилятора:
 1 - упорное кольцо (для турбогенераторов ТВВ-165-2 и ТВВ-200-2); 2 - стяжная шпилька; 3 - су-
 харь; 4 - упорное кольцо для турбогенератора ТВВ-320-2

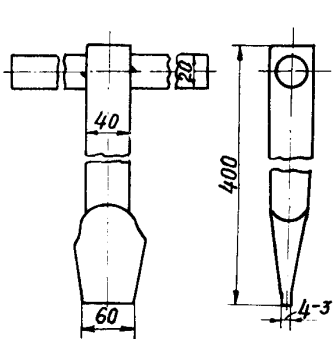


Рис.24. Отвертка

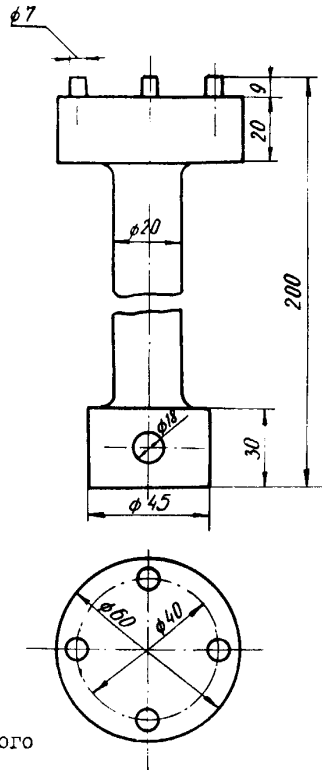


Рис.25. Ключ для контактного
 винта

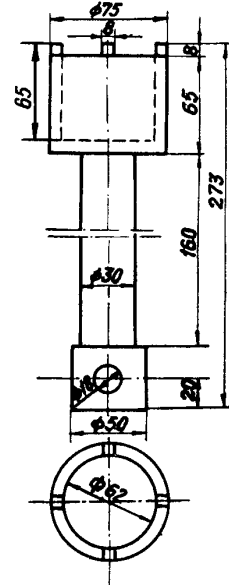


Рис.26. Ключ для гайки
 уплотнения

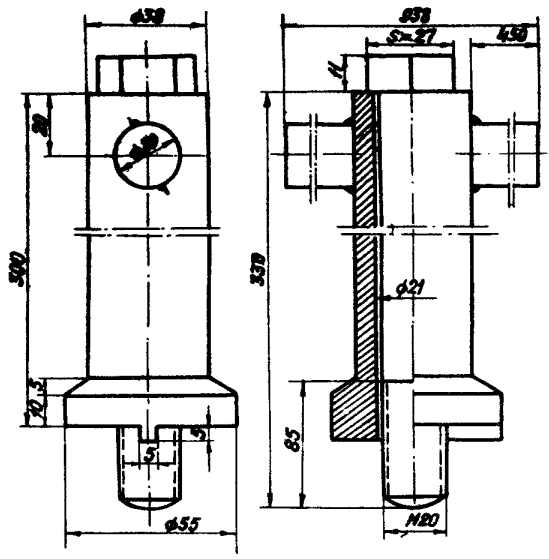


Рис.27. Ключ для токо-
ведущего болта

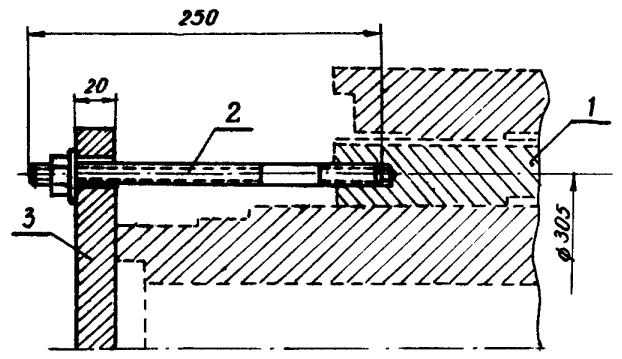


Рис.28. Приспособление для снятия контактора:
1 - втулка контактора; 2 - шпилька М20; 3 - диск упорный

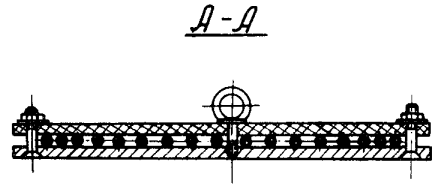
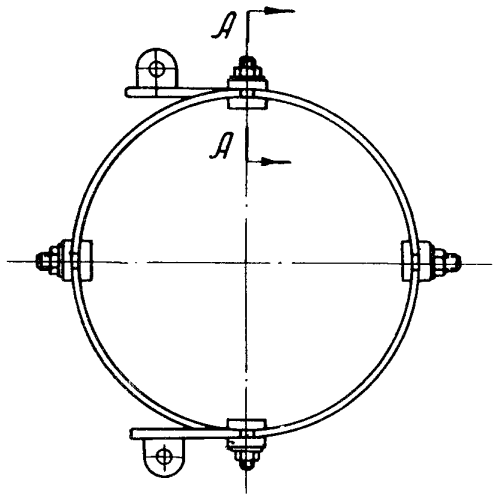


Рис.29. Индуктор

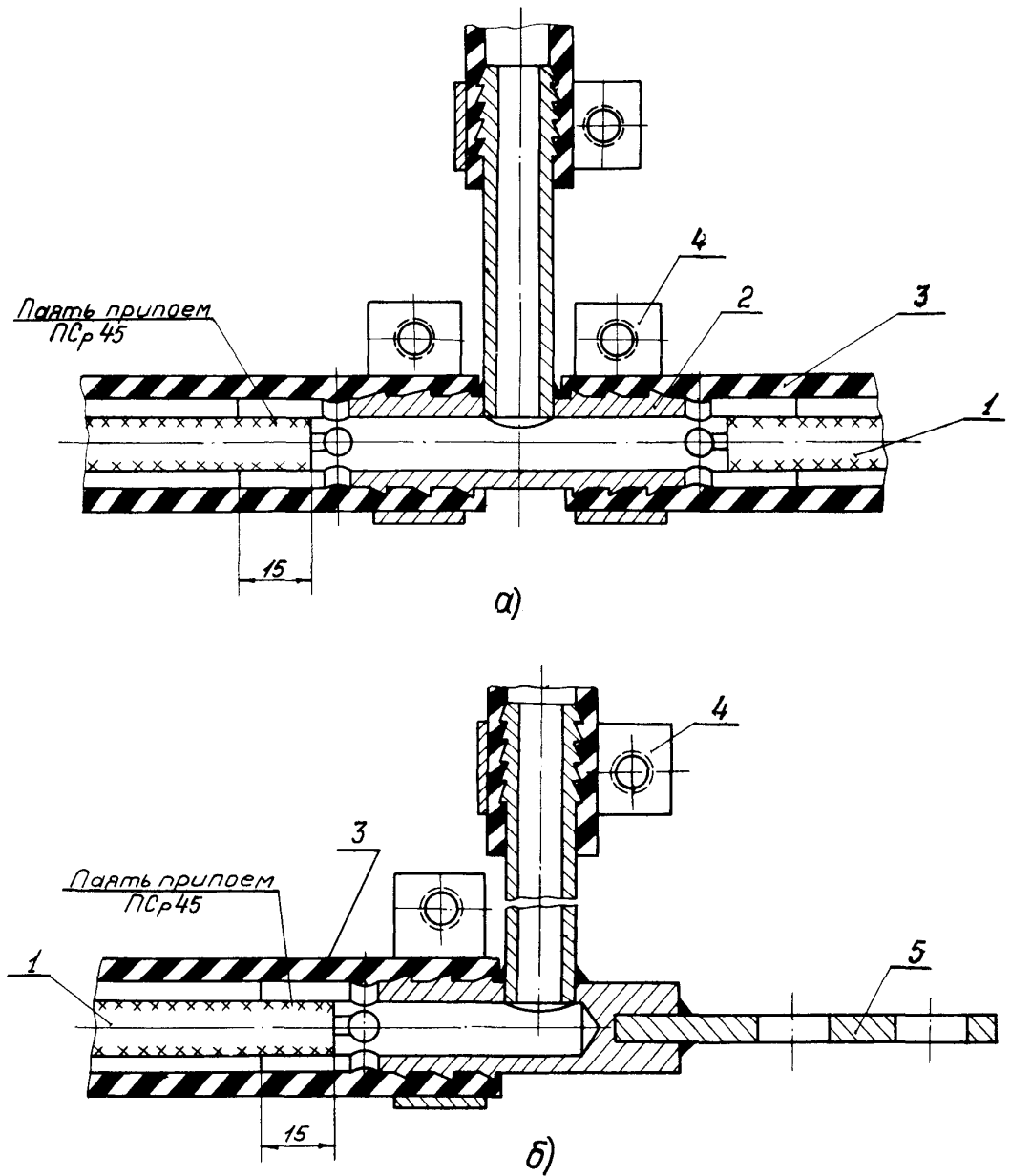


Рис.30. Наконечник индукционной обмотки:

а - напорный; б - сливной

1 - провод медный; 2 - тройник; 3 - резиновый шланг; 4 - стяжной хомут; 5 - контактная шина (для подсоединения кабеля)

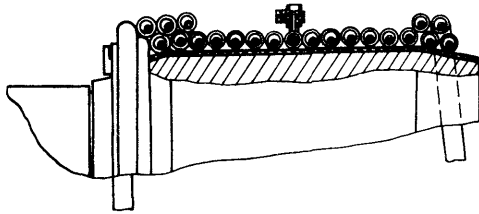


Рис.31. Индукционная обмотка

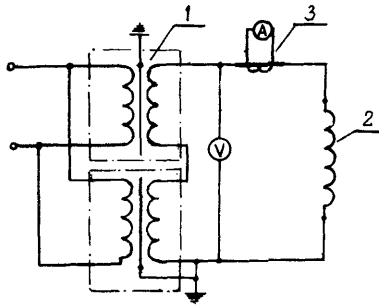
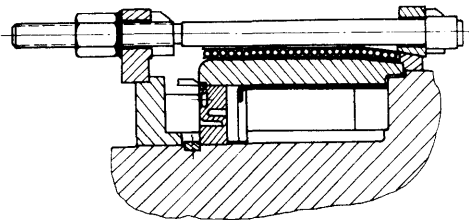
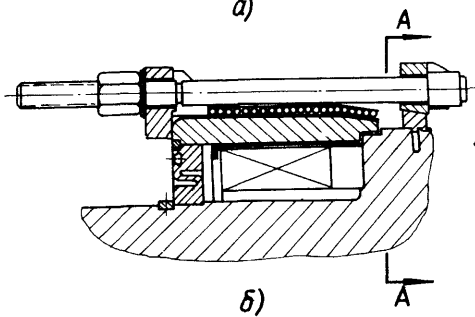


Рис.32. Схема соединения сварочных трансформаторов:
1 - трансформатор ТСД-2000; 2 - индуктор; 3 - трансформатор тока Т500/5

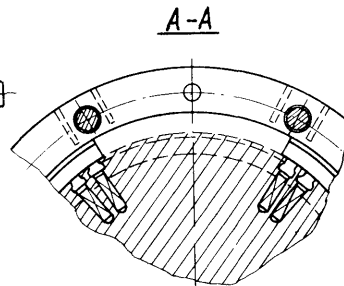


а)

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



б)



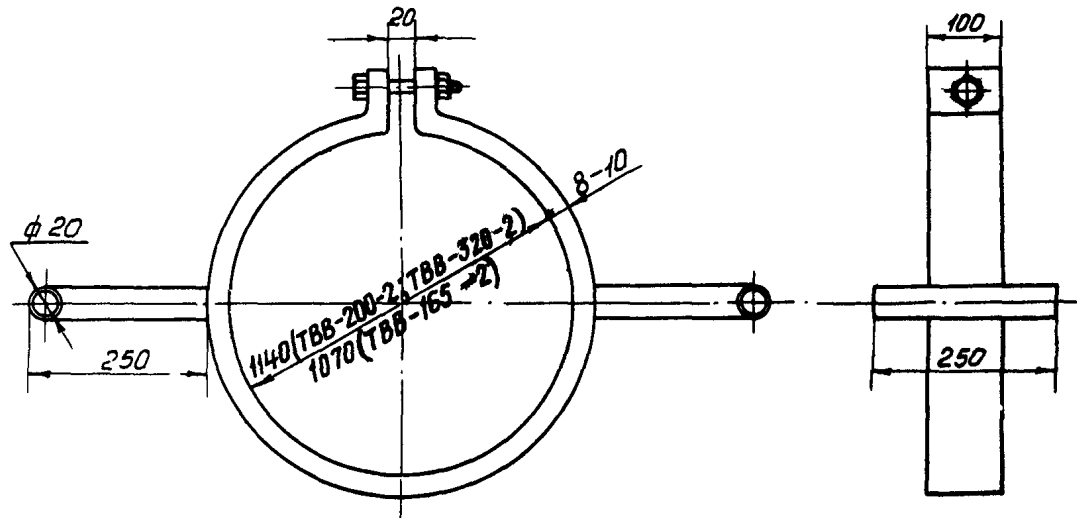


Рис.34. Хомут

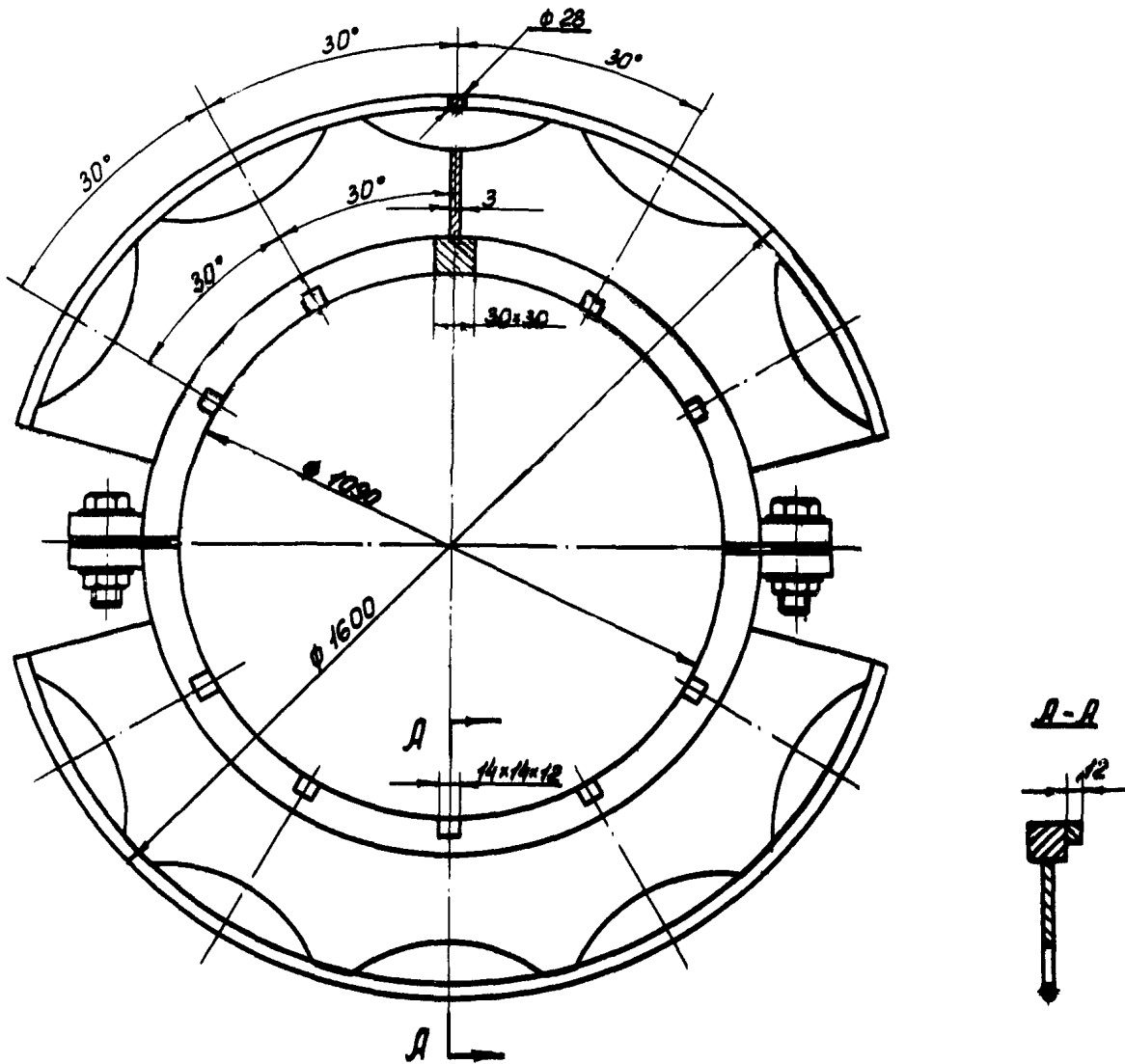
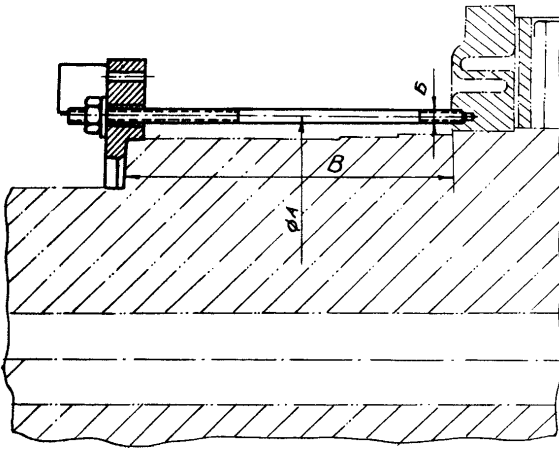
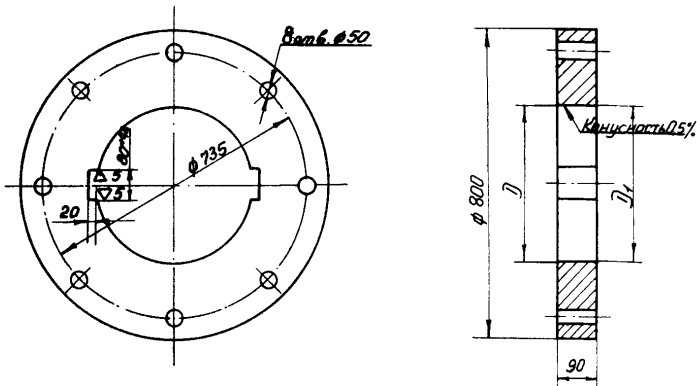


Рис.35. Ключ для отворачивания гайки бандажного узла



Турбогенератор	Размер, мм		
	А	Б	В
ТВВ-165-2	630	M24	400
ТВВ-200-2	710,5	M20	580
ТВВ-320-2	710,5	M20	480

Рис.36. Приспособление для снятия центрирующих колец



Тип генератора	Д	Д _г
ТВВ-165-2, ТВВ-200-2	422,68 ^{±0,2}	422,8
ТВВ-320-2	472,68 ^{±0,2}	472,8

Рис.37. Временная муфта (размеры в мм)

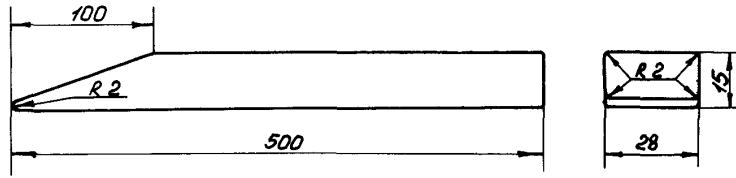


Рис.38. Обмоточная лопатка

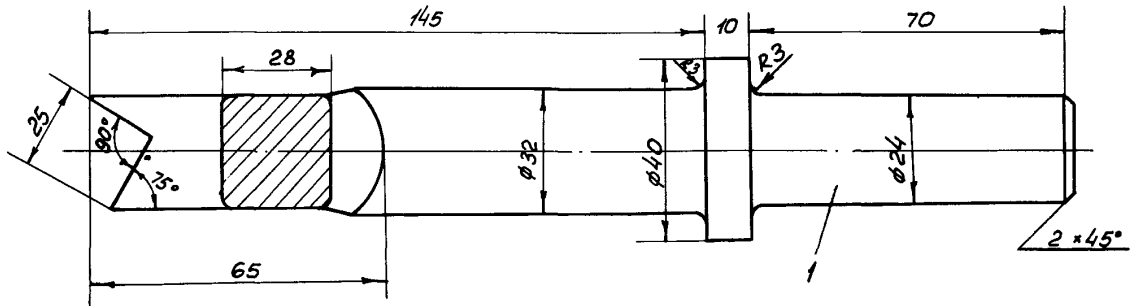


Рис.39. Боек

Примечание. Хвостовик I закалить HRC30...35

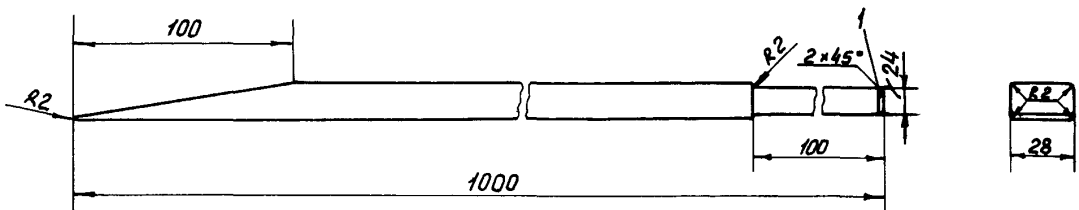


Рис.40. Клин

Примечание. Хвостовик I закалить HRC30...35

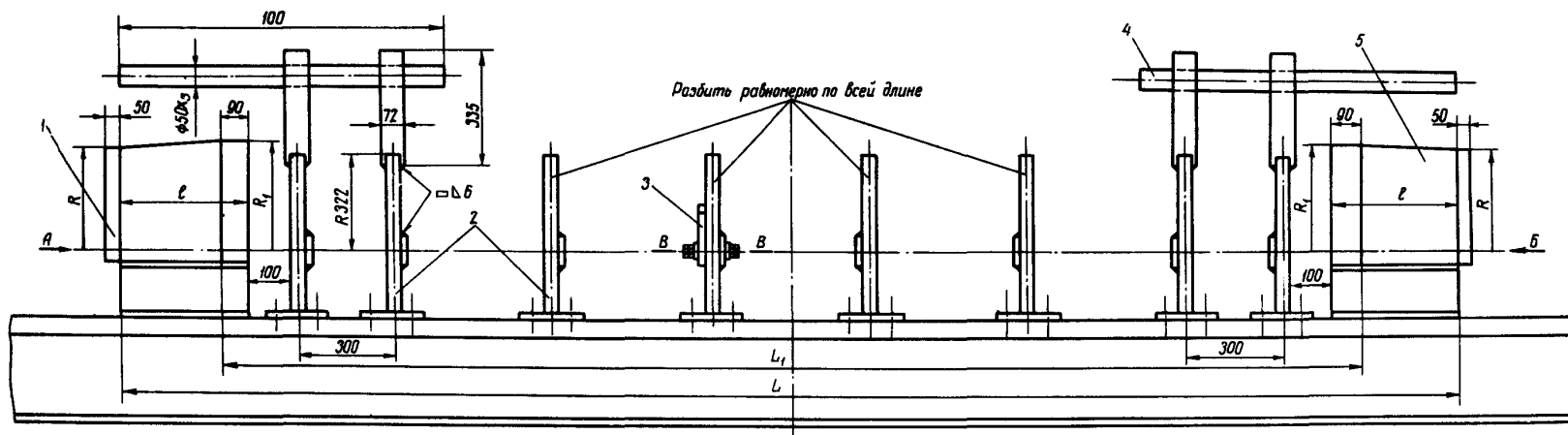


Рис.4I. Макет для пайки, необходимые детали и размеры (мм)

№ позиции	Название	№ рисунка	Количество, шт.
1	Барабан	4I-1	1
2	Диск	4I-2	8 (из них 4 с приваренной гребенкой В), 16 (по 8 шт. правого и левого)
3	Поворотный рычаг	4I-3	-
4	Штанга	-	2
5	Барабан	4I-5	1
6	Дуга	4I-6	2
7	Шпилька	4I-7	8
8	Струбцина прижимная	4I-8	16
9	Болт (см. рис. 4I-6)	4I-9	16
10	Сухарь	4I-10	4
11	Дистанционная рейка	4I-11	-

Примечания: 1. Диски поз.2 и барабаны поз.1 и 5 выставить на швеллерах, отцентровать строго по осям и прихватить электросваркой (центровку производить с помощью штанги длиной 1000 мм и ϕ 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 найки 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-11.-6. Крепление обмотки к рычагам осуществить с помощью откидных рычагов и упорных болтов.-7. Крепление прямых частей лобовых вылетов обмотки ротора осуществить по месту к барабанам с помощью прижимных планок и стяжных шпилек

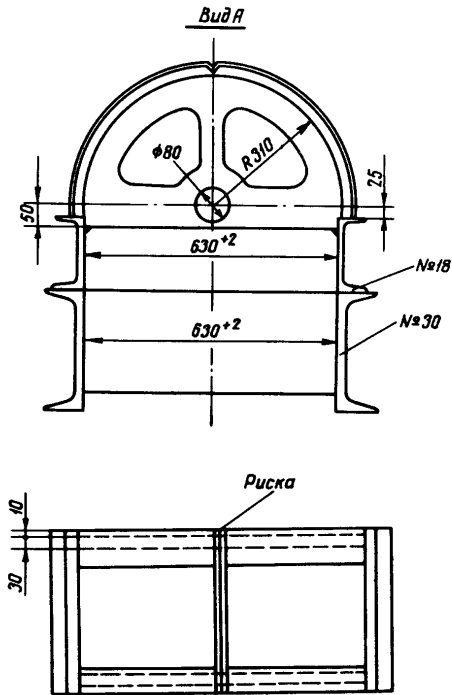
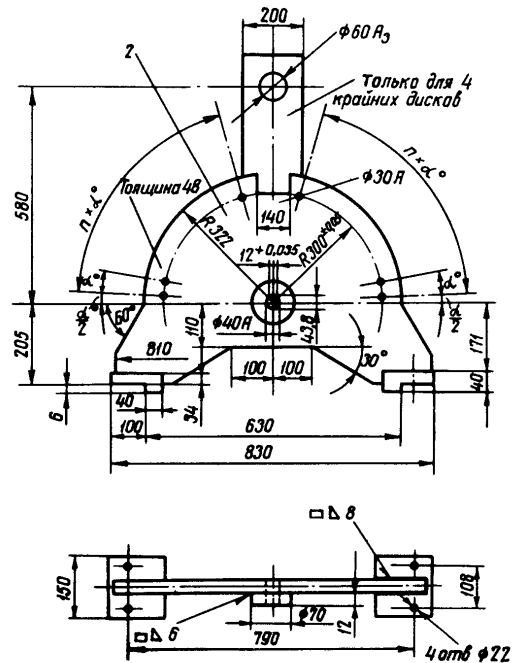


Рис.4I-1. Барабан



Турбо-генератор	$\frac{\alpha}{2}$	α	n
ТВВ-165-2	3° 45'	7° 30'	10
ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2	3° 27' 42"	6° 55' 30"	12

Рис.4I-2. Диск

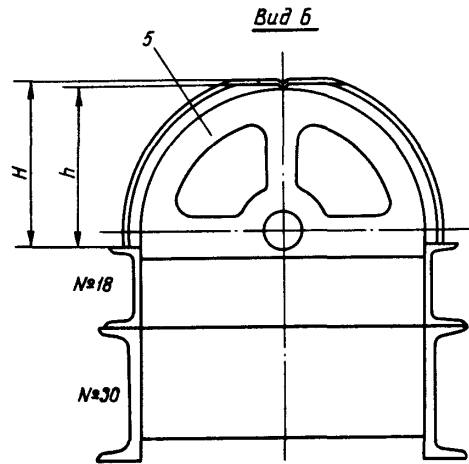
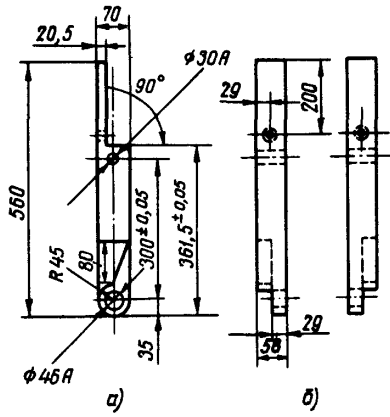


Рис. 4I-3. Поворотный рычаг:
а - правый; б - левый
Примечание. Изготавливается по одному рычагу (правый, левый на диск)

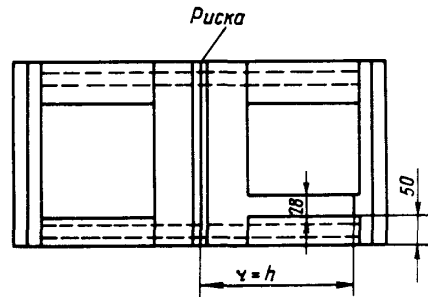


Рис. 4I-5. Барабан

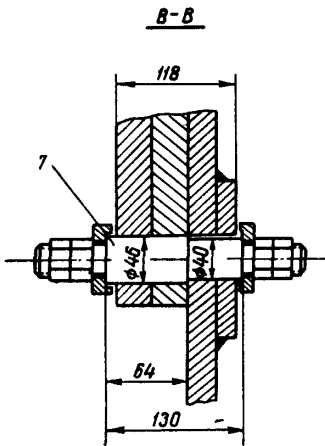


Рис. 4I-7. Шпилька

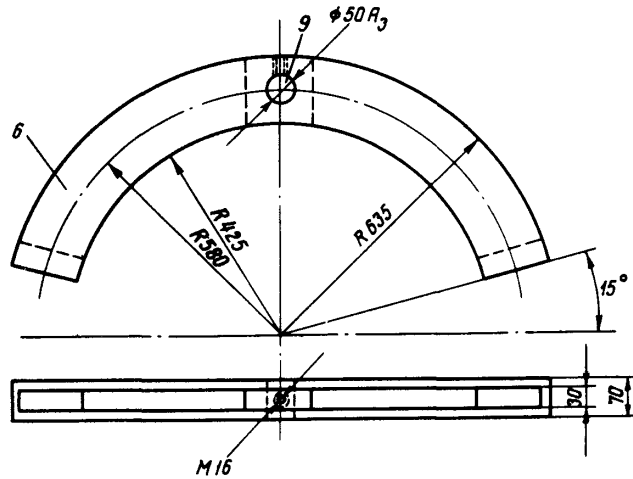


Рис. 4I-6. Дуга:
9 - болт

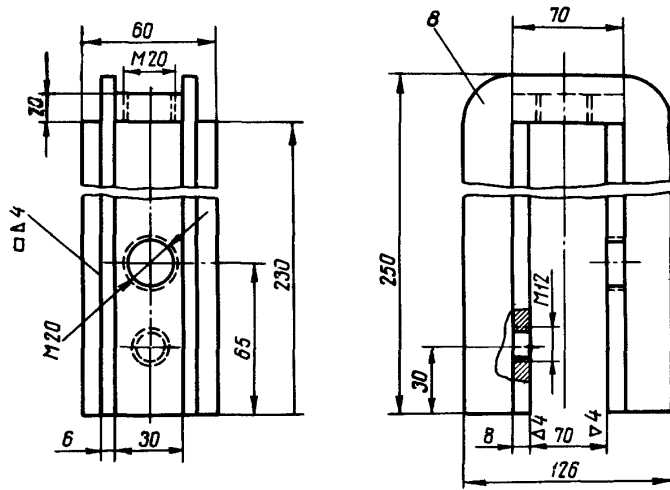


Рис.4I-8. Струбцина прижимная

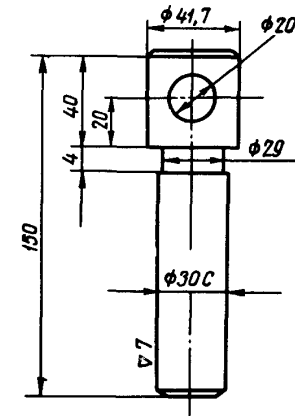


Рис.4I-9. Болт

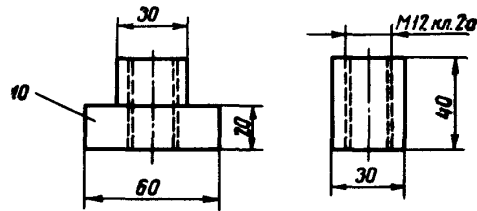


Рис.4I-10. Сухарь

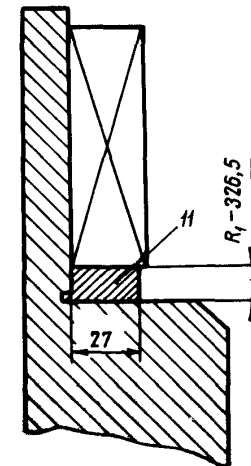


Рис.4I-11. Поворотный рычаг с установленной в нем дистанционной рейкой

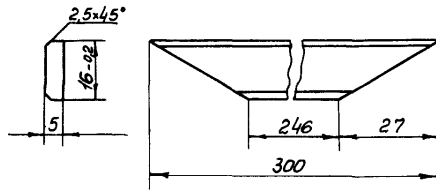


Рис. 42. Калибр установочный

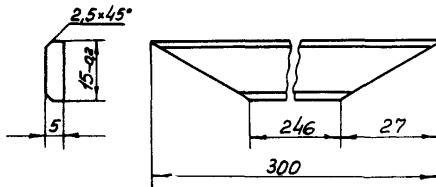
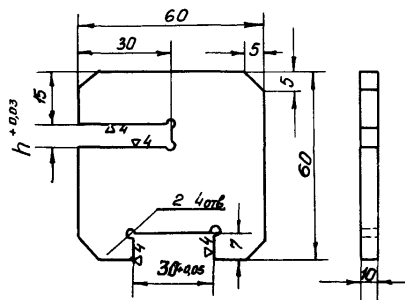


Рис. 43. Калибр проверочный



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

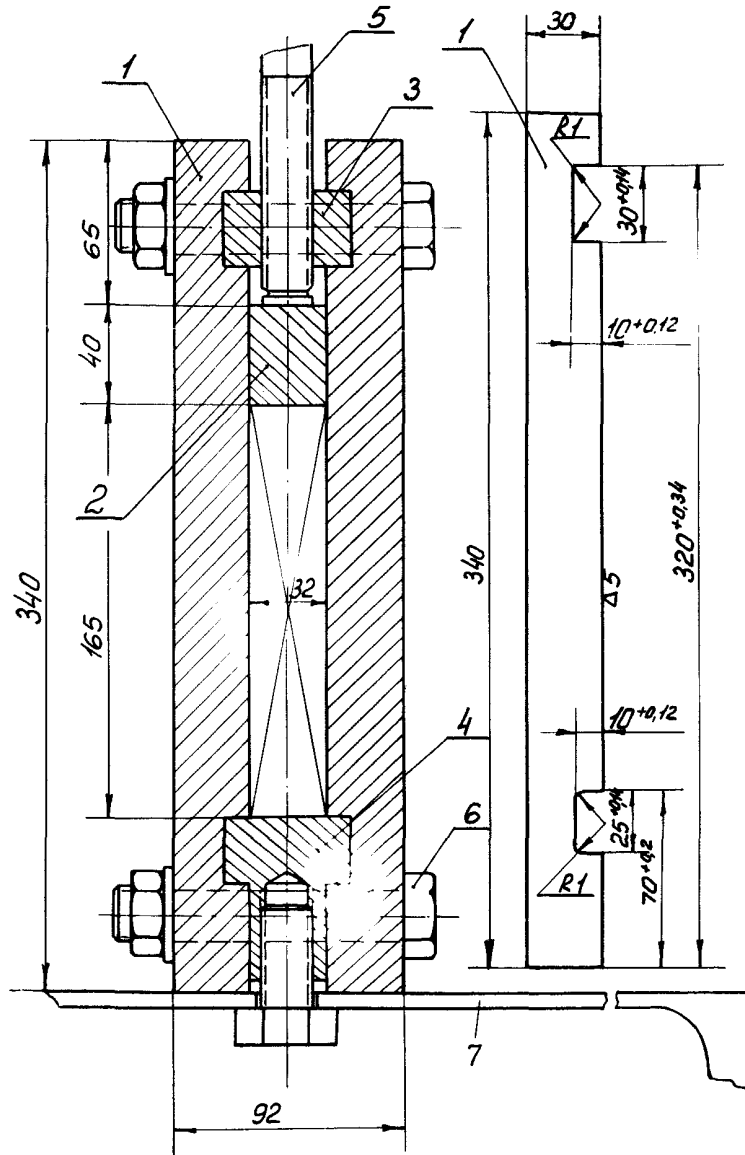


Рис.45. Пресс-форма для запечки витковой изоляции к виткам катушек:
1 - пресс-планка боковая; 2 - пресс-планка верхняя; 3 - сухарь; 4 -
пресс-планка нижняя; 5 - болт рожимной М20; $l=130-140$ мм; 6 -
болт М20; $l=120$ мм; 7 - швеллер № 300.

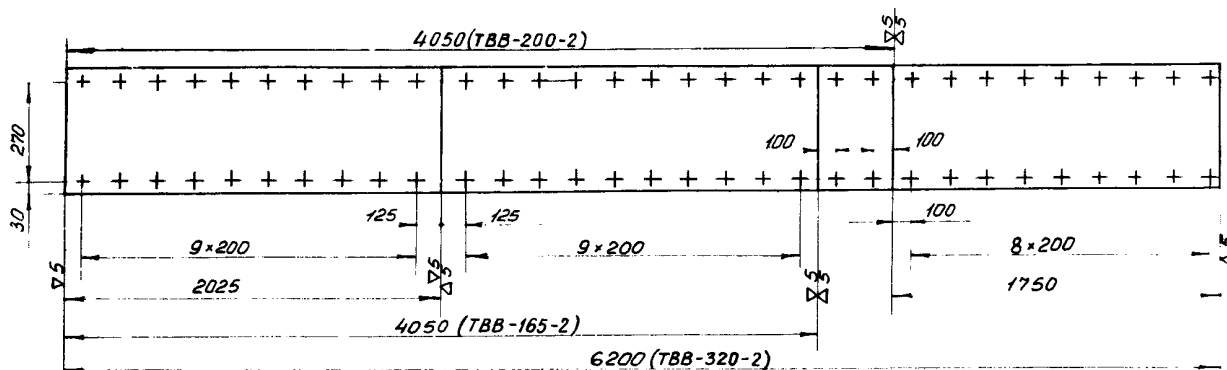


Рис.45-1. Схема расположения боковых пресс-планок

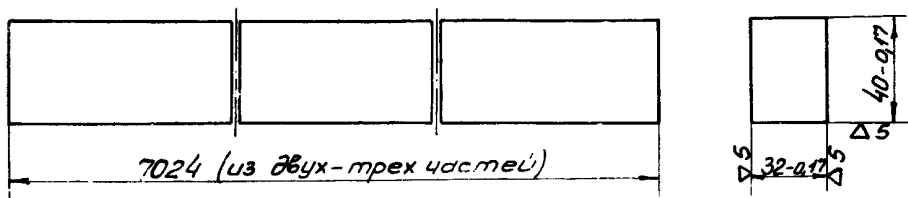


Рис.45-2. Пресс-планка верхняя

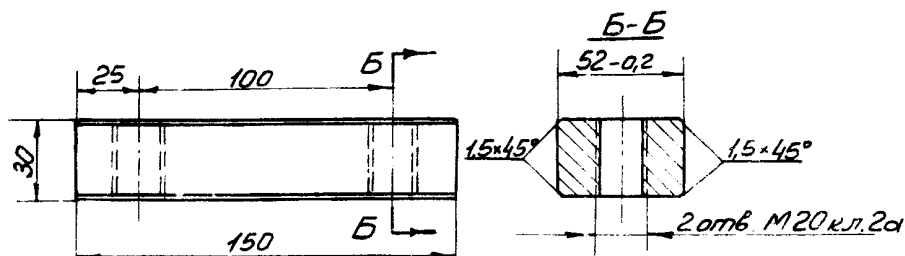


Рис.45-3. Сухарь

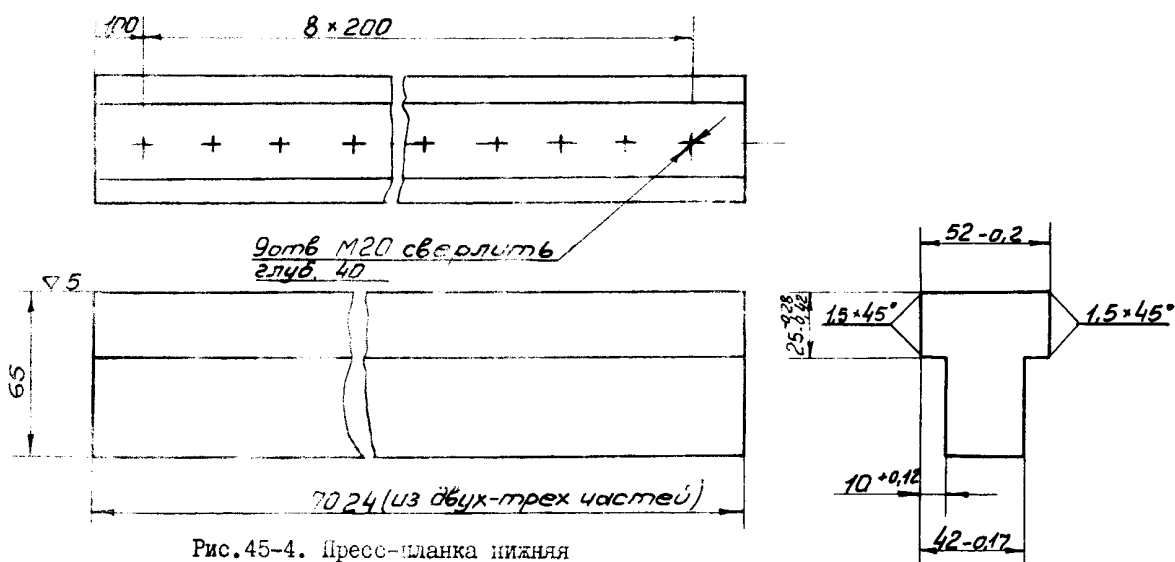
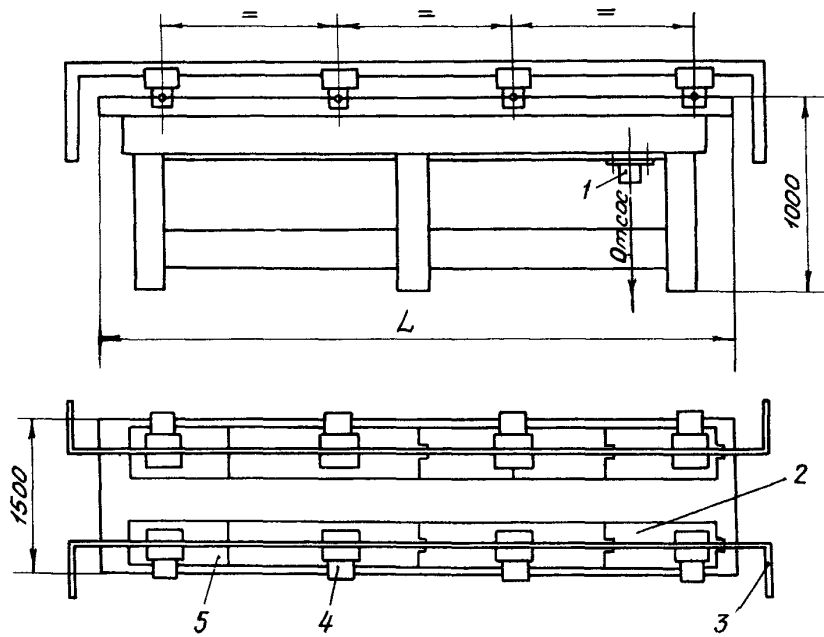


Рис.45-4. Пресс-планка нижняя

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



Турбогенератор	Размер, <i>L</i> мм	Количество, шт.	
		верстак	тиски
ТВВ-165-2	3950	I	8
ТВВ-200-2	4350	I	10
ТВВ-320-2	6100	I	14

Рис.46. Стол для опиловки витковой изоляции:

I - патрубков; 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.

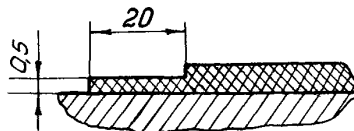
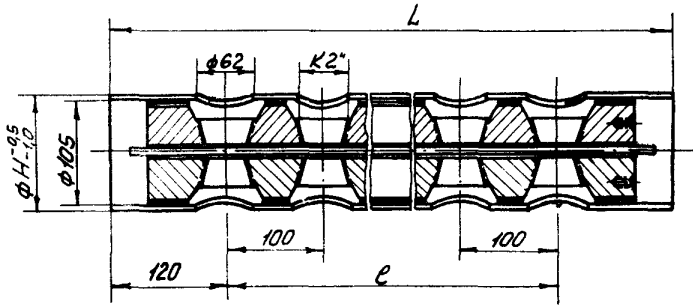


Рис.47. Размеры обработки витковой изоляции на стыке



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

Рис. 48. Стержень токоподвода (размеры в мм)

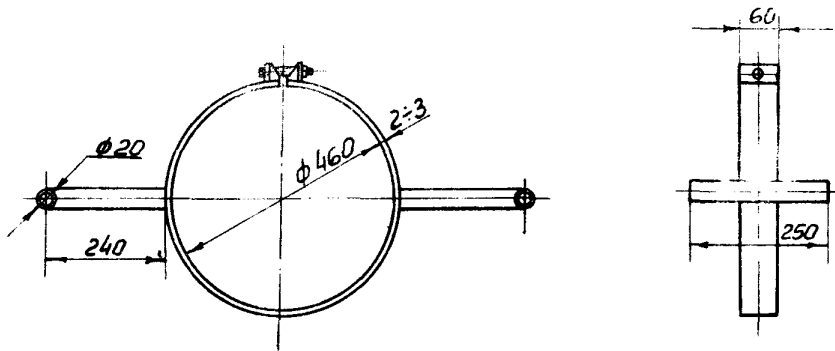
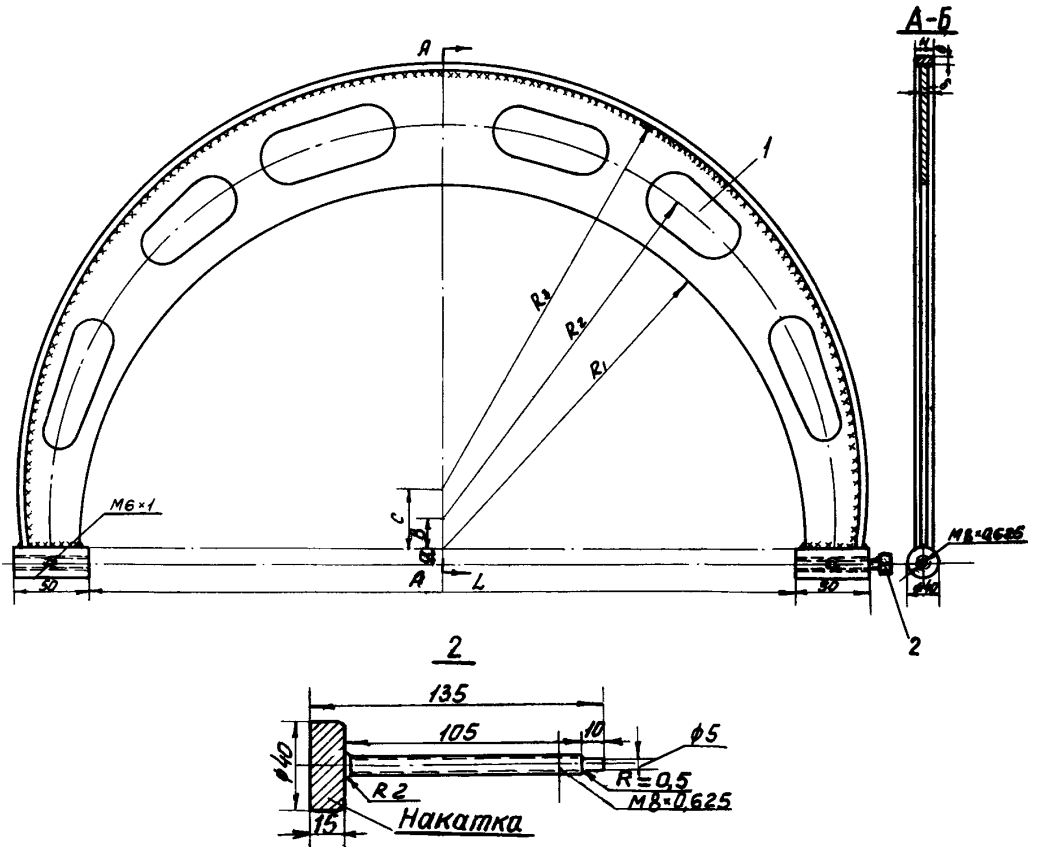


Рис. 49. Хомут для контактных колец

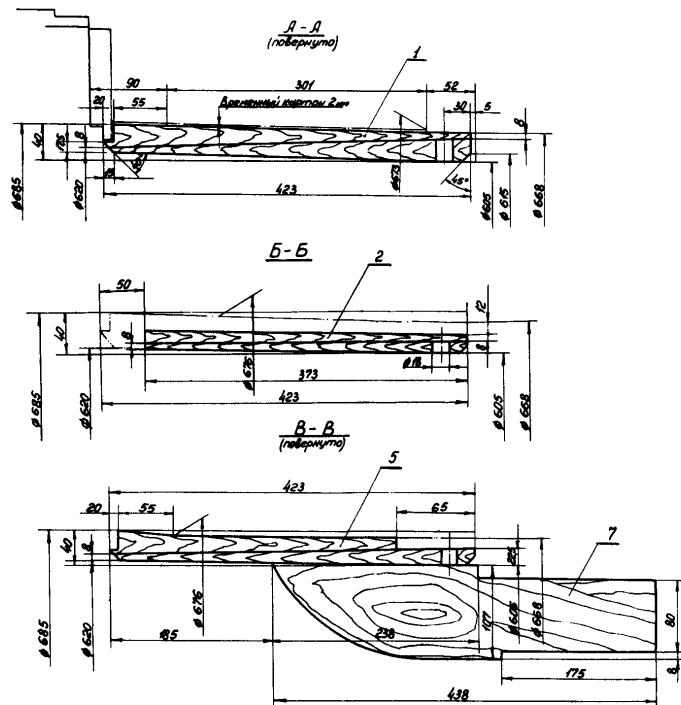
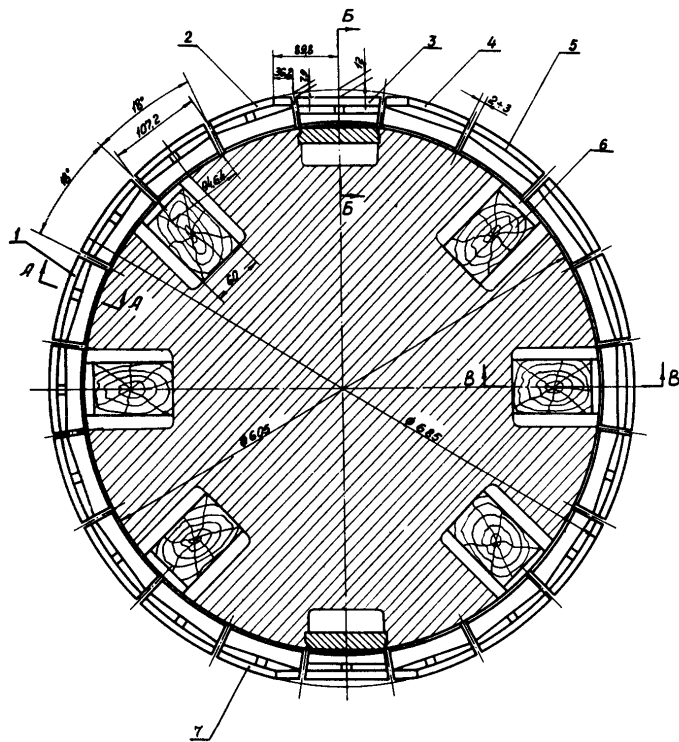


Рекомендуемые размеры корпусов
дуговых сварных скоб, мм

№ п.п.	D	L	R ₃	R ₂	R ₁	a	b	c	H	δ
I	400-450	500	320	310	300	5	20	50	12	4
2	450-500	550	340	320	310	6	22	52	15	4
3	500-550	600	360	340	320	8	25	55	20	5
4	550-600	650	380	360	340	10	30	60	25	5
5	600-650	700	400	382	364	10	35	70	30	5
6	650-700	750	424	407	390	10	35	70	30	5
7	700-750	800	450	432	414	10	35	70	30	6
8	750-800	850	480	459	438	10	40	80	30	6
9	800-850	900	505	485	465	10	40	80	30	6
10	850-900	950	530	510	490	10	40	80	30	6
11	900-950	1000	555	535	515	10	45	90	30	6
12	950-1000	1050	580	560	540	10	45	90	30	6
13	1000-1050	1100	605	585	565	10	45	90	30	8
14	1050-1100	1150	630	610	590	10	50	100	30	8
15	1100-1150	1200	655	635	615	10	50	100	30	8
16	1150-1200	1250	680	660	640	10	50	100	30	8
17	1200-1250	1300	705	685	665	10	55	110	30	10
18	1250-1300	1350	730	710	690	10	55	110	30	10
19	1300-1350	1400	755	735	715	10	55	110	30	10

Рис.50. Мерительная скоба:

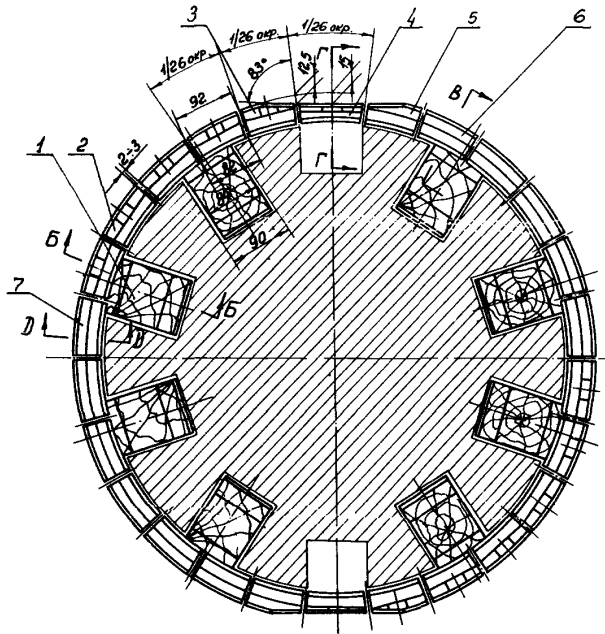
1 - окно для облегчения скобы; 2 - винт М8х1



Позиция	1	2	3	4	5	6	7
Количество шт.	30	2	2	1	4	1	14

Рис.51. Вал ротора турбогенератора ТВВ-165-2 с установленной опалубкой

Примечание. Опалубка выполнена со стороны возбуждателя. Для стороны турбины она выполняется из основного сегмента (поз.1)



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

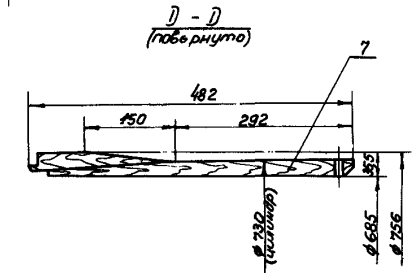
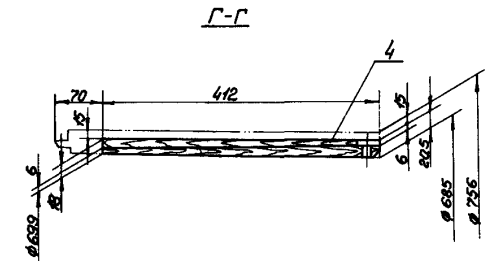
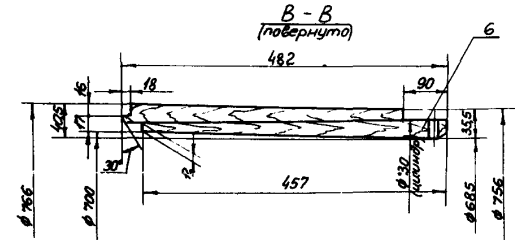
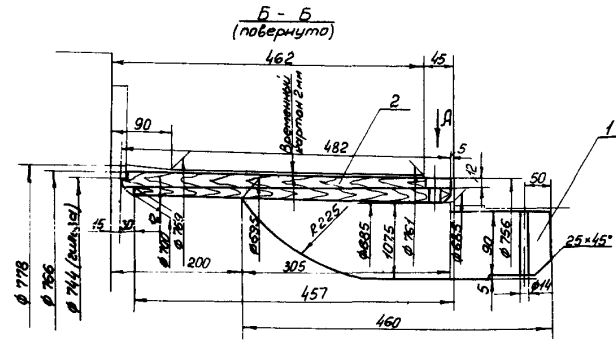
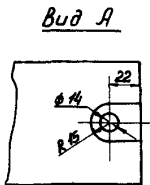
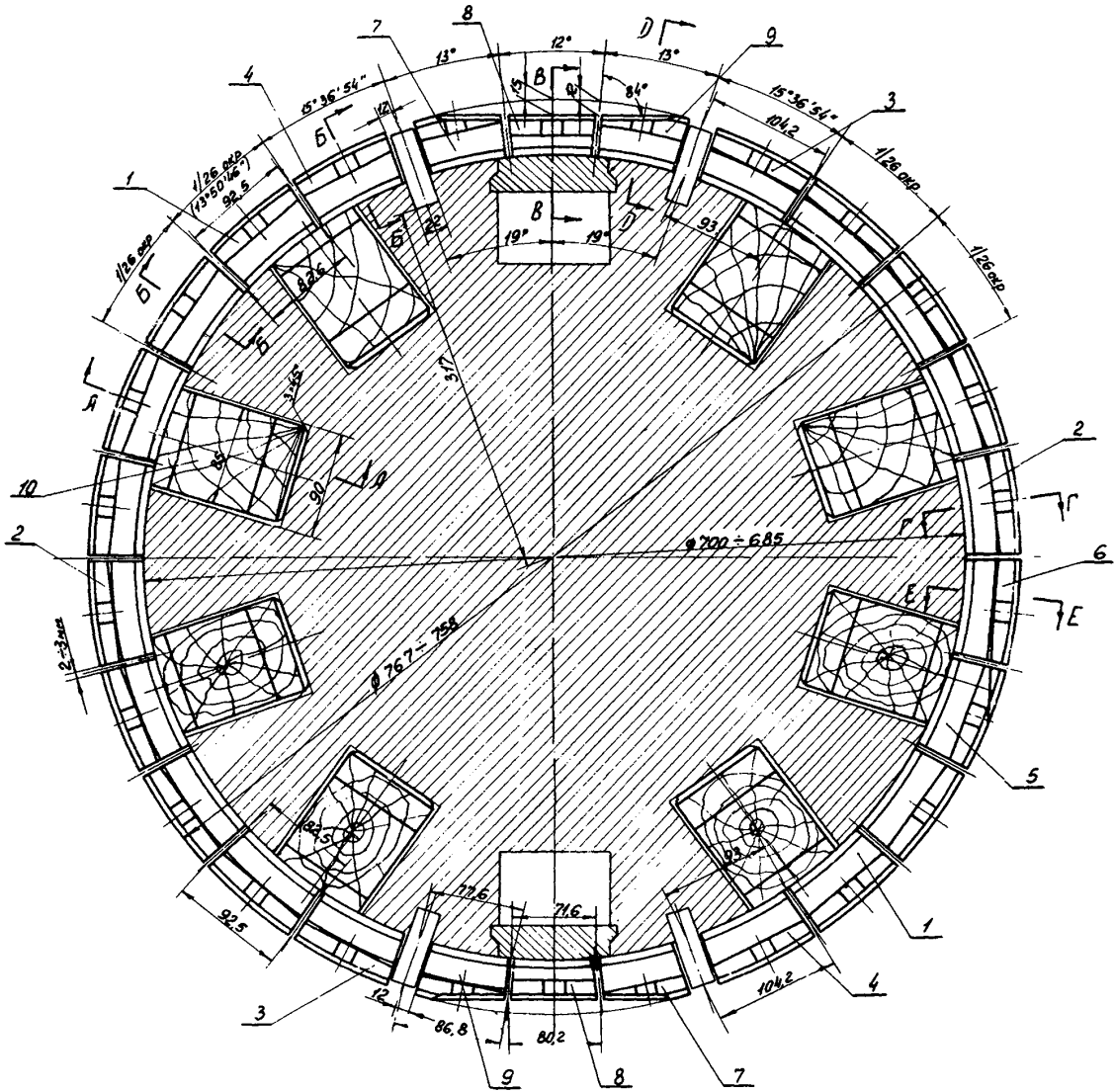


Рис.52. Вал ротора турбогенераторов ТВВ-200-2 и ТВВ-320-2 с одноструйной вентиляцией лобовых частей с установленной опалубкой:

I-7 - клепки

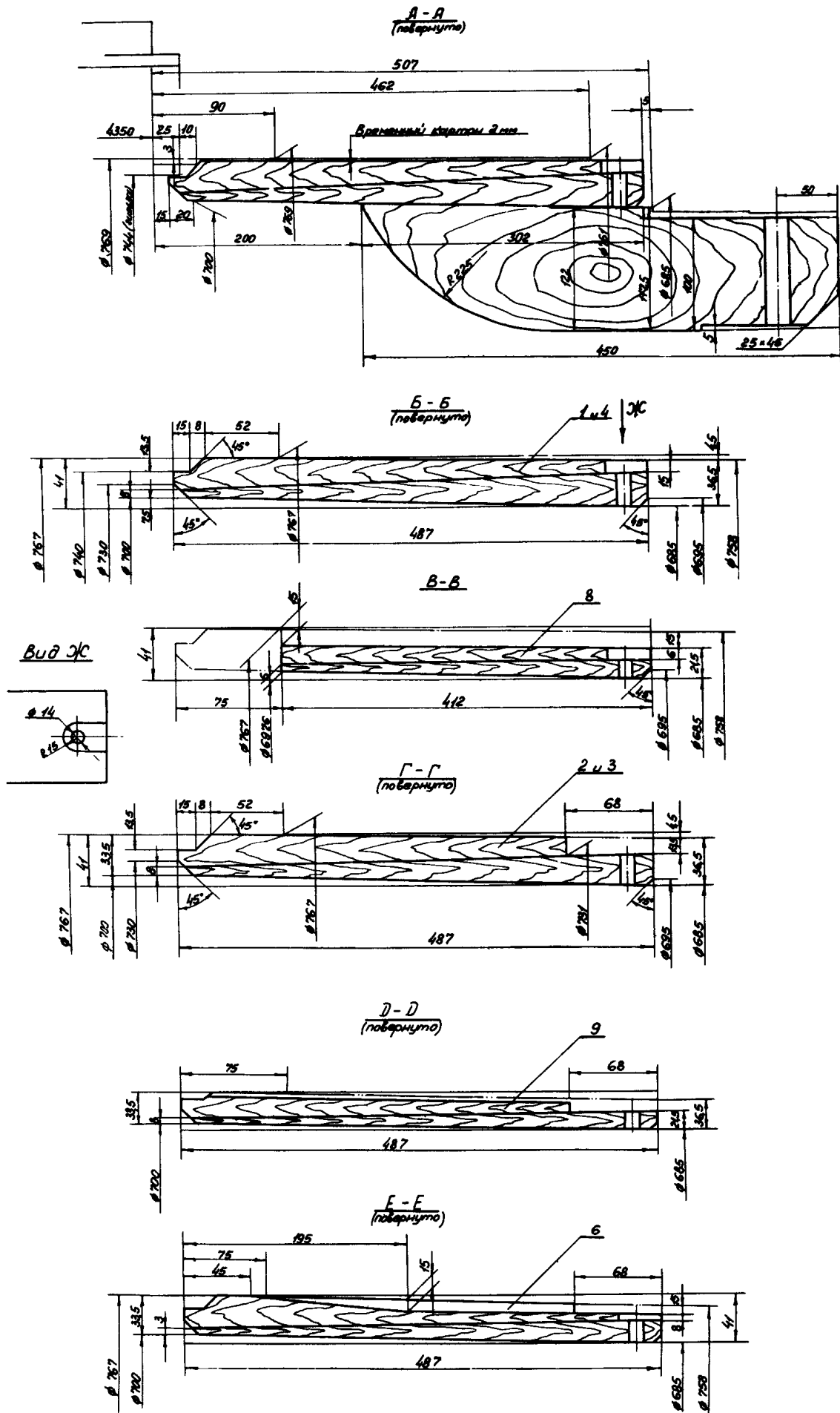
Примечание. Опалубка выполнена со стороны возбуждателя. Для стороны турбины опалубка выполняется из клепки поз.2.



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 изготавливается из клепки (поз. I).



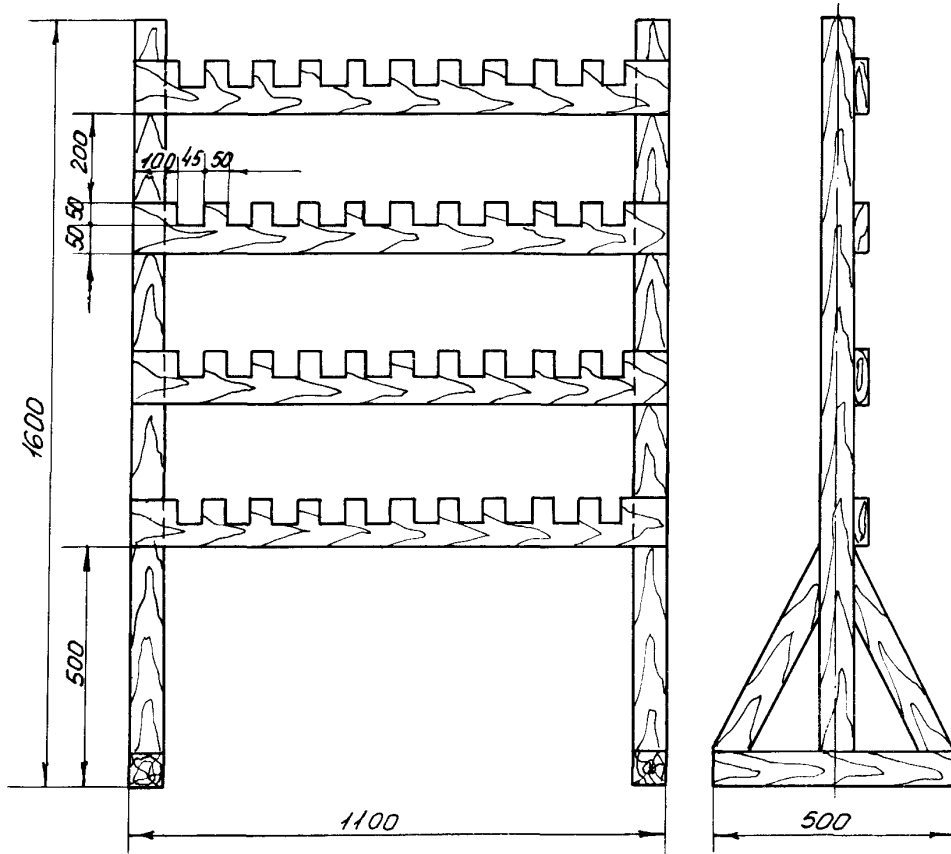


Рис.54. Стойка для хранения гильз

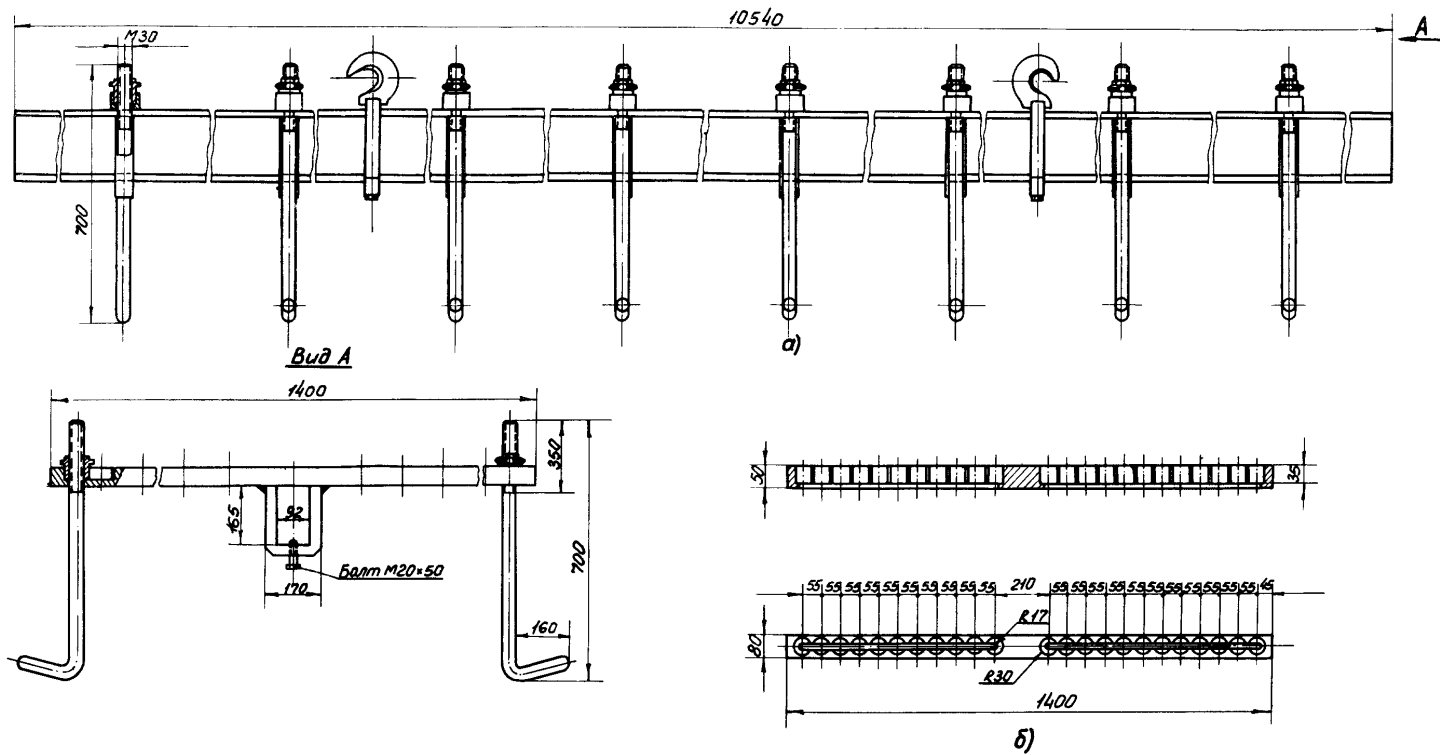
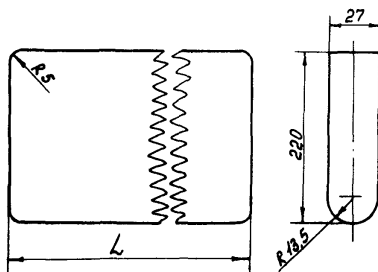


Рис.55. Подвесное приспособление для подвески катушек (а) и схема расположения отверстий под крышки (б)



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

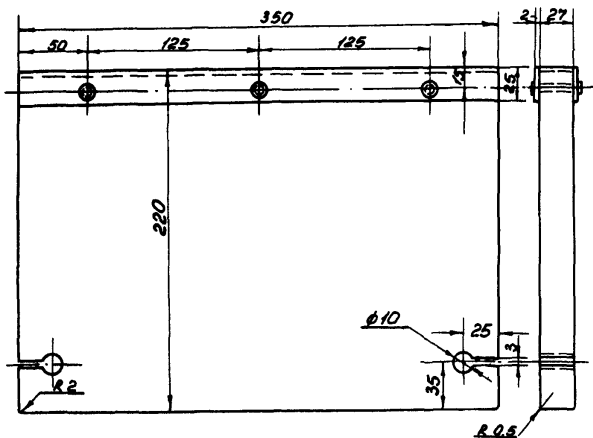
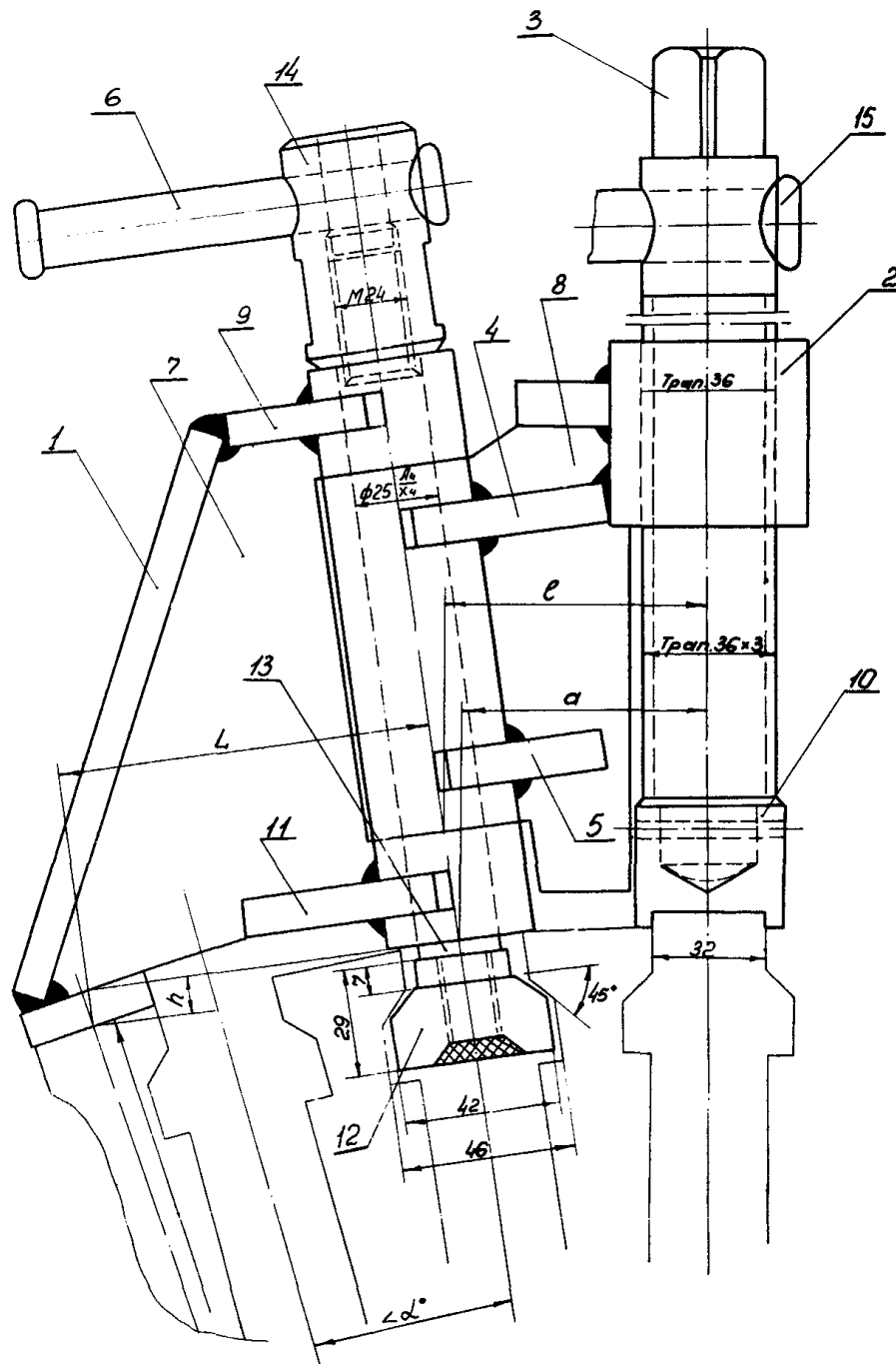


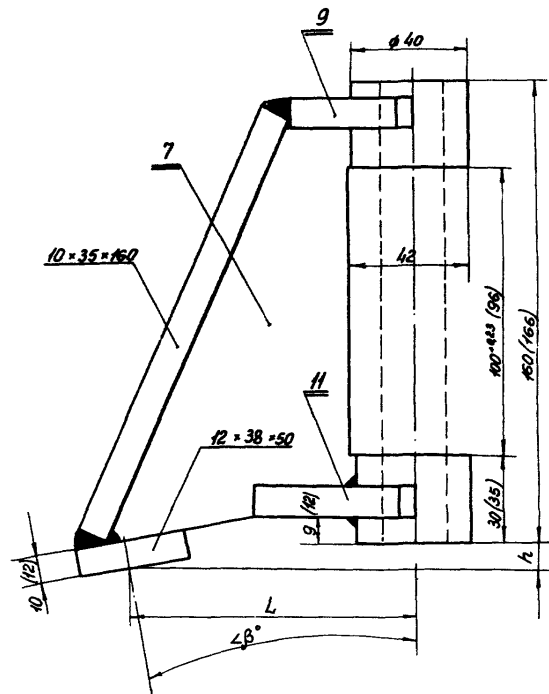
Рис. 57. Осадочная доска для винтов



Турбогенератор	ϕ	$\angle \alpha^\circ$	L	l	a	h
TBB-200-2 и TBB-320-2	1075	6°55'	96,75	66,5	63,45	10,75
TBB-165-2	1000	7°30'	97,5	69,2	65,26	9,6

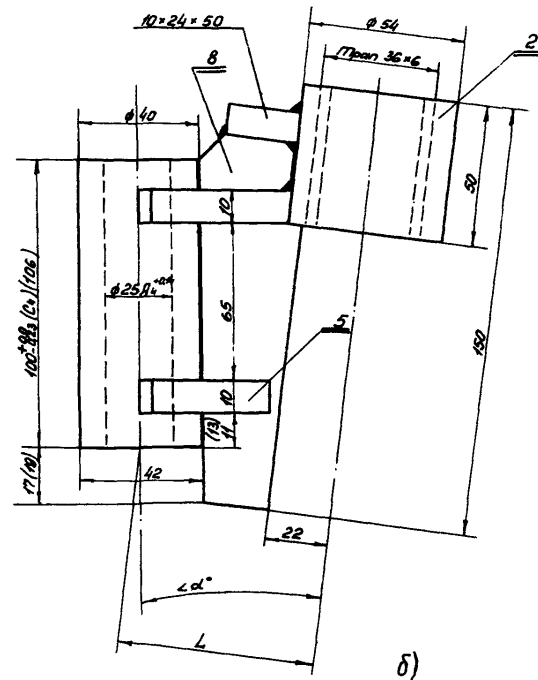
Рис.58. Домкрат для осадки витков и размеры (мм):

I - 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



a)

Турбогенератор	$\angle \beta^\circ$	h	L
Т8В-200-2 и	$10^\circ 22'$	10,75	96,75
Т8А-320-2	$11^\circ 15'$	9,6	97,5



б)

Турбогенератор	$\angle \alpha^\circ$	L
Т8В-200-2 и	$6^\circ 55'$	66,5
Т8В-320-2	$7^\circ 30'$	69,2

Рис.58-Г. Кронштейны домкрата;

а - кронштейн сварной неподвижный; б - кронштейн сварной подвижный

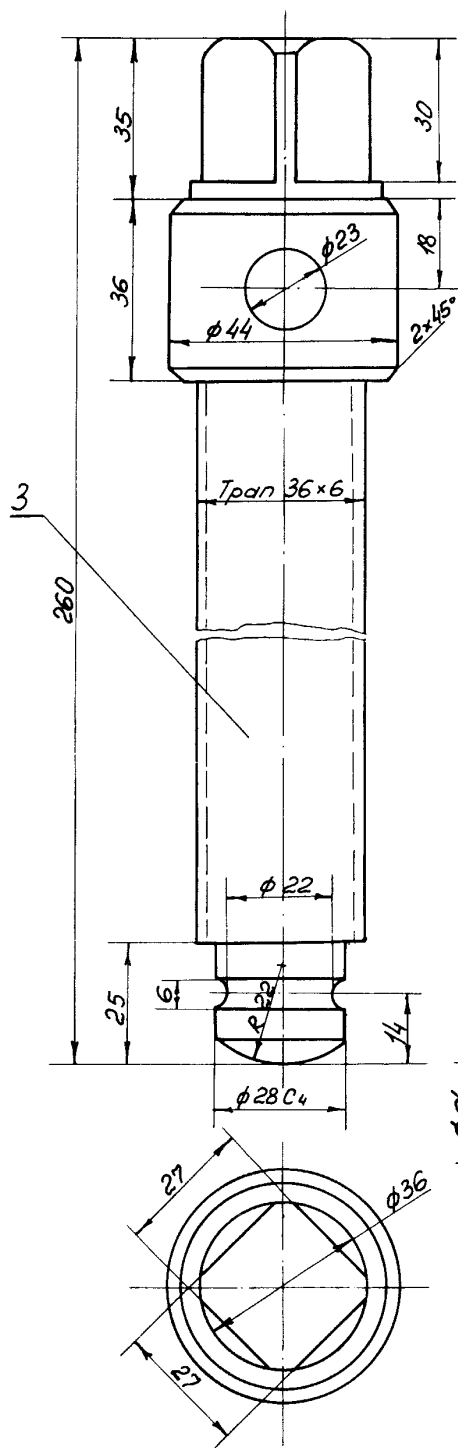


Рис. 58-3. Винт

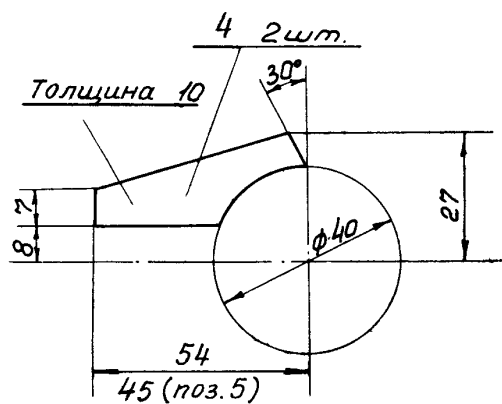


Рис. 58-4. Угольник

Примечание. Изготовить по 2 шт. (поз. 4 и 5)

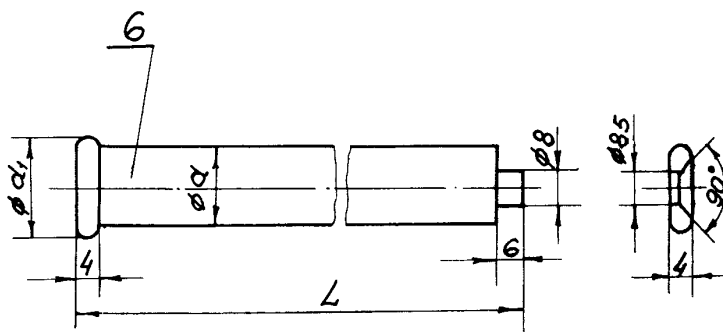


Рис. 58-6. Рычаг

Примечание. Изготовить по 2 шт. (поз. 6 и 15)

Позиция	d_1	d	L
6	$\phi 20$	$\phi 16$	115
15	$\phi 26$	$\phi 22$	220

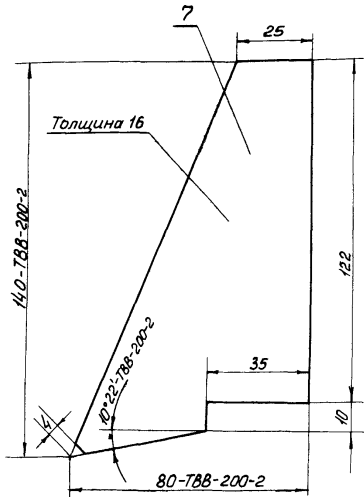


Рис.58-7. Рёбро

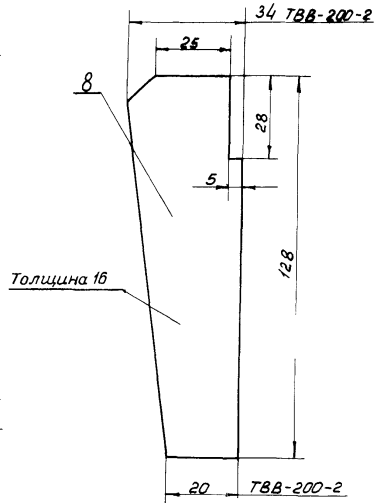


Рис.58-8. Рёбро

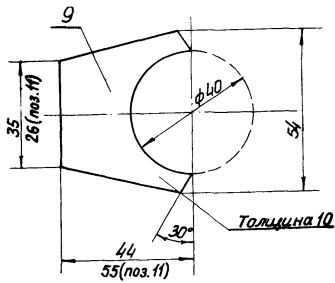


Рис.58-9. Вид

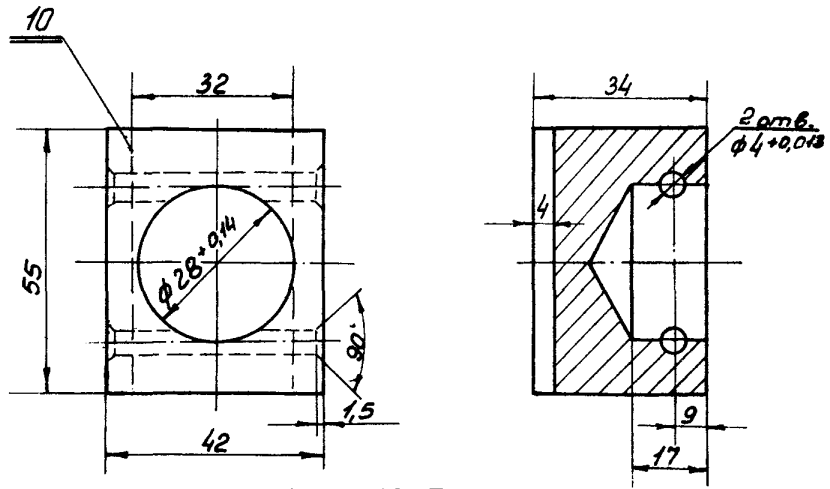


Рис. 58-10. Пята

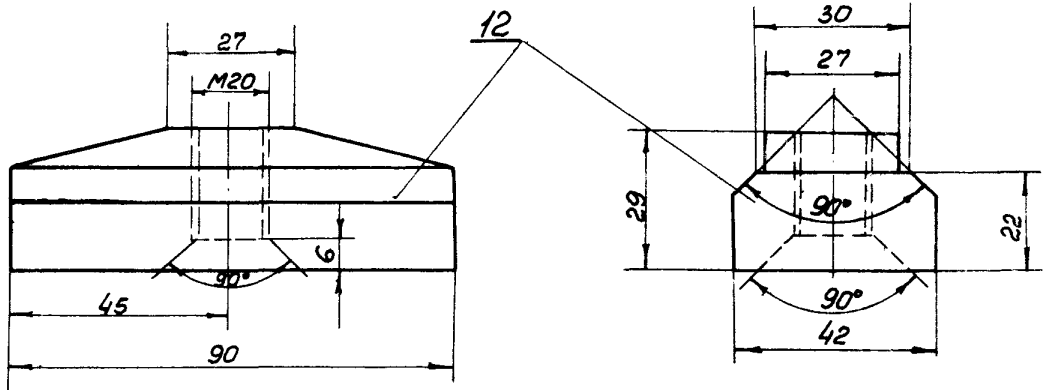


Рис. 58-12. Планка

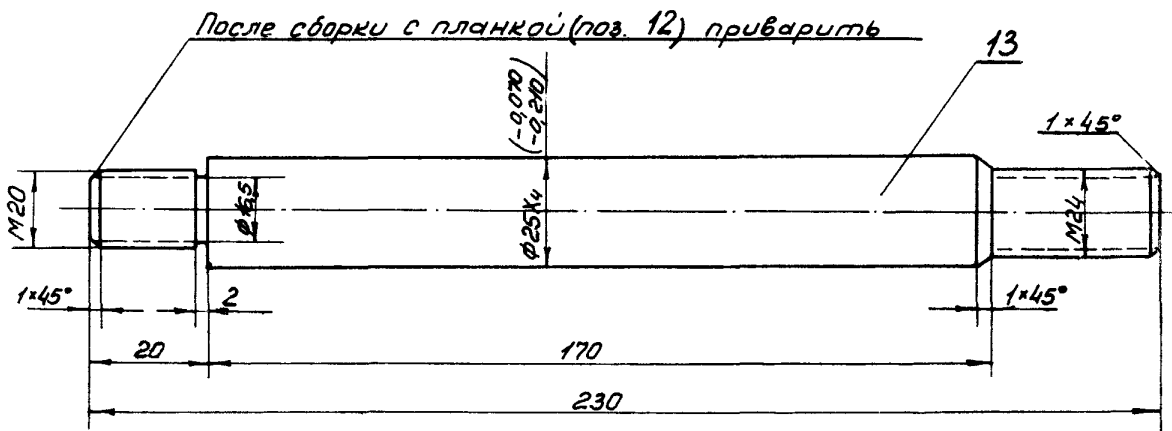


Рис. 58-13. Шпилька

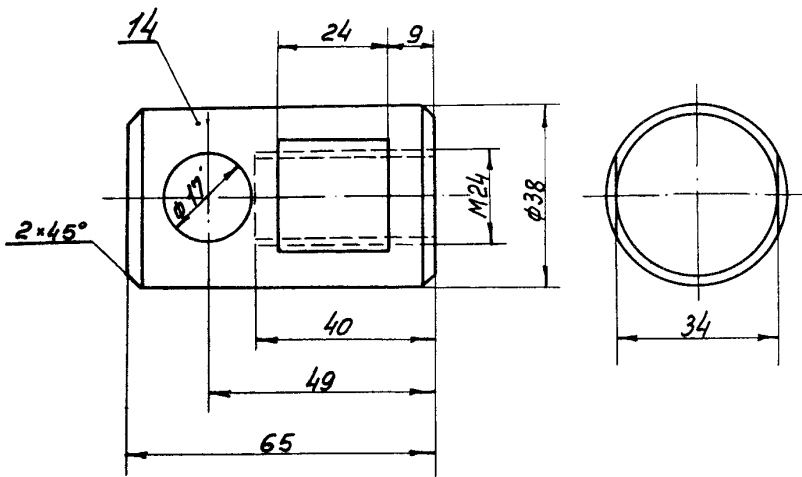


Рис.58-14. Гайка

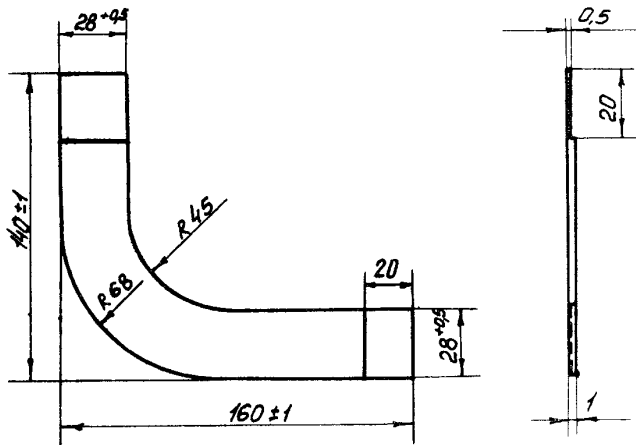


Рис.59. Угловая прокладка

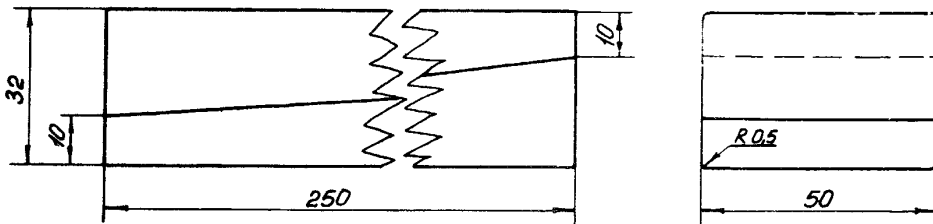
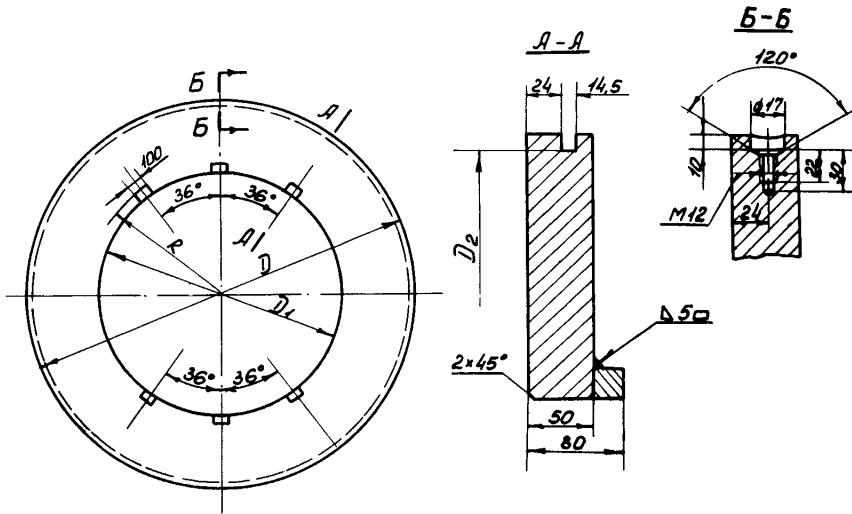


Рис.60. Встречные временные клинья



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

Рис.61. Временное центрирующее кольцо (размеры в мм)

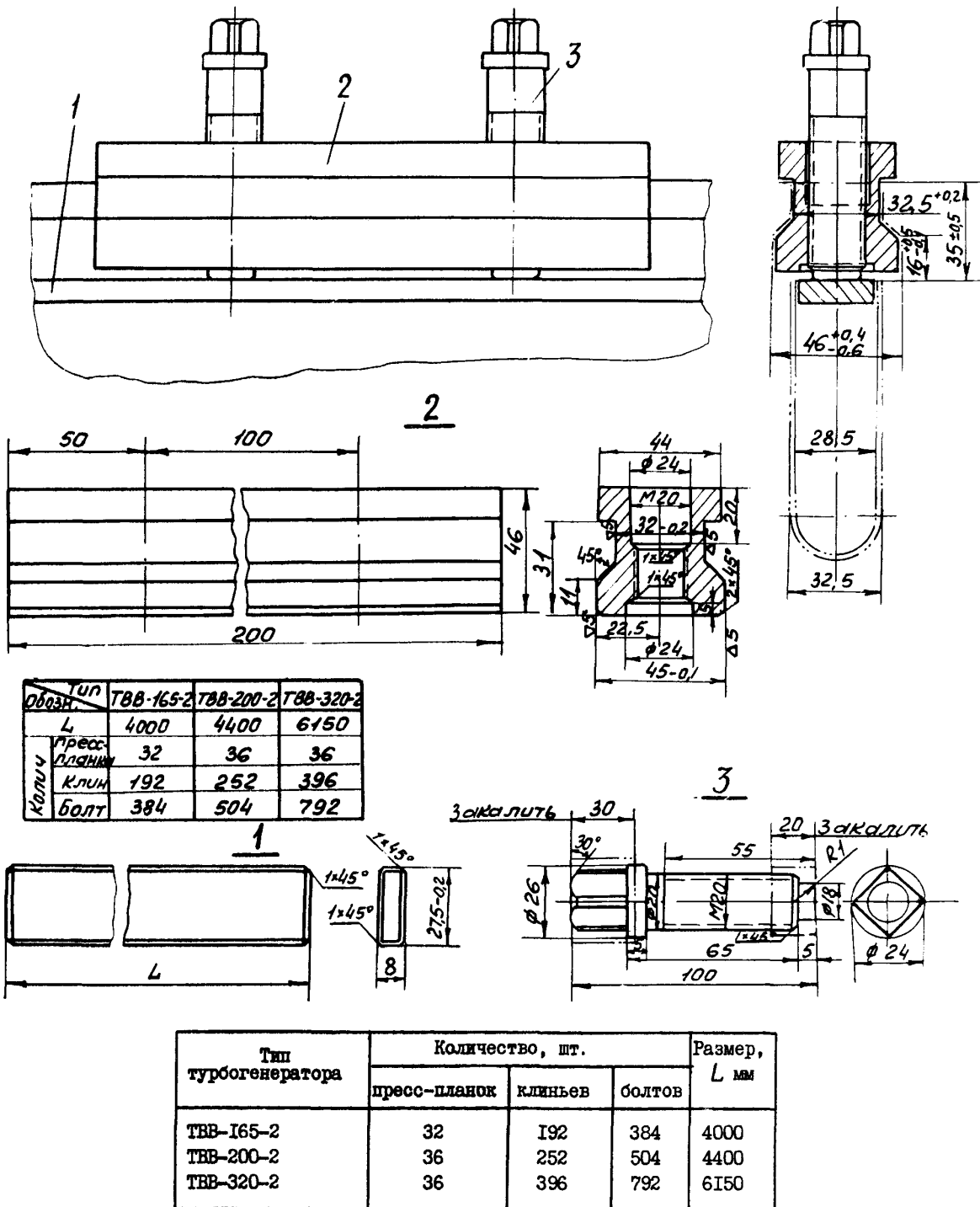
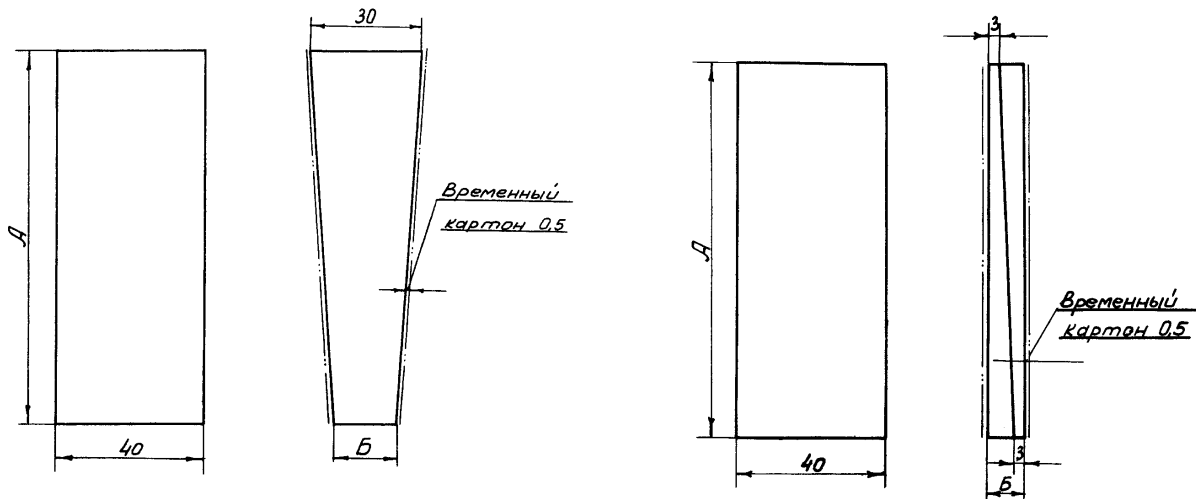


Рис.62. Опрессовки пазовой части обмотки:

I - 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

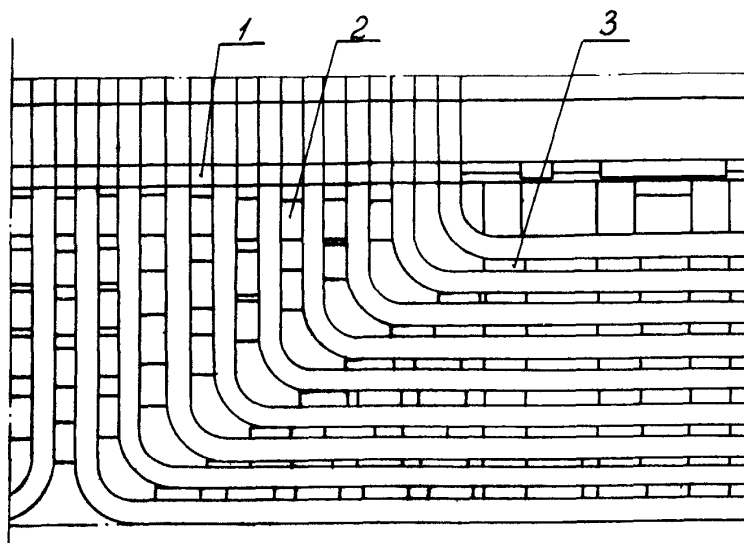
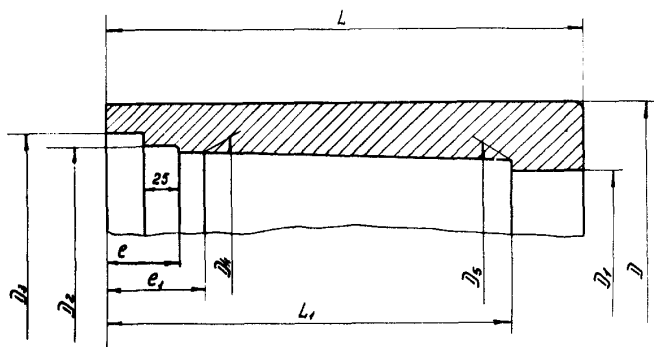


Рис.65. Схема временной расклиновки:
1 - межгильзовый клин; 2 - временный клин; 3 - временная распорка



Турбогенератор	L	L ₁	e	e ₁	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅
Т8В-200-2 и Т8В-320-2 двухструйные	576	507	70	135	1145	977	989	1045	989	981
Т8В-200-2 и Т8В-320-2 одноструйные	551	475	70	135	1145	977	989	1045	989	981
Т8В-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

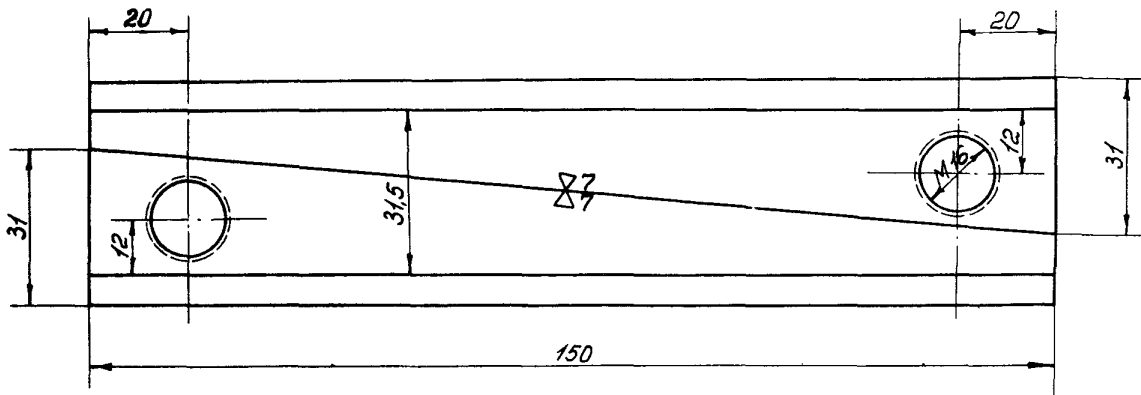


Рис.68. Технологический встречный клин

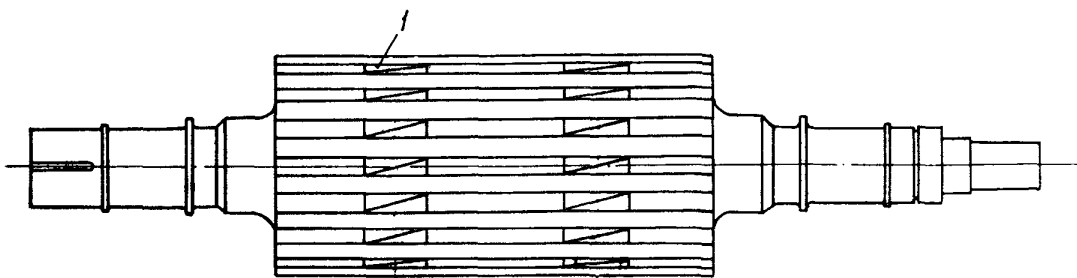
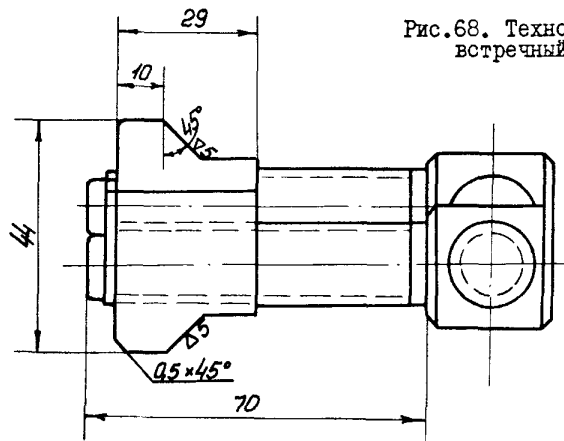


Рис.69. Схема расстановки технологических клиньев на бочке ротора:

I - клинья

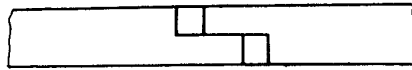


Рис. 70. Соединение подклиновых прокладок

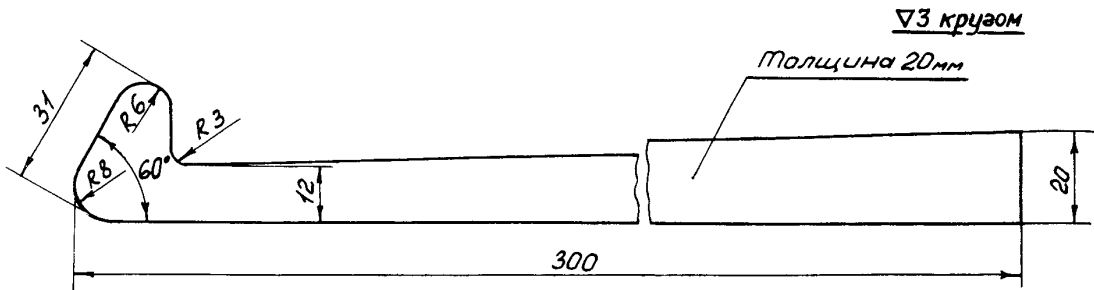


Рис. 71. Прижимной рычаг

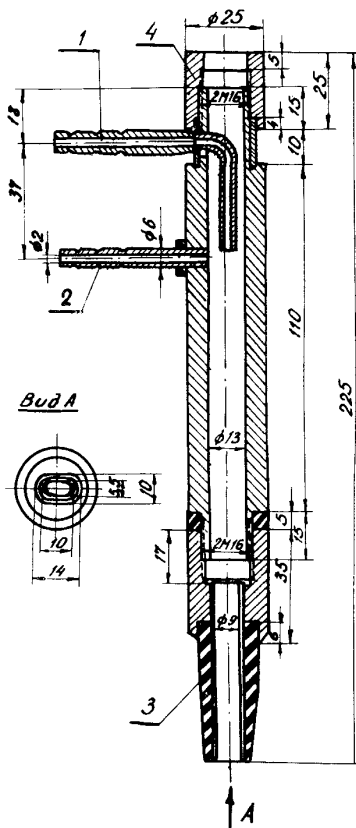


Рис. 74. Выходной насадок;
1 - штуцер полного давления; 2 - штуцер статического давления; 3 - ниппель; 4 - накидная гайка

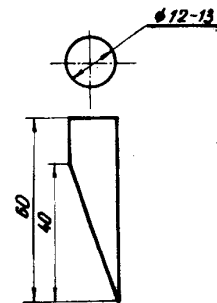


Рис. 72. Пробка

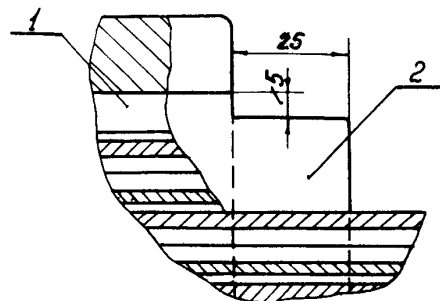


Рис. 73. Места подрезки гильзы на выходе из паза;
1 - ротор; 2 - гильза

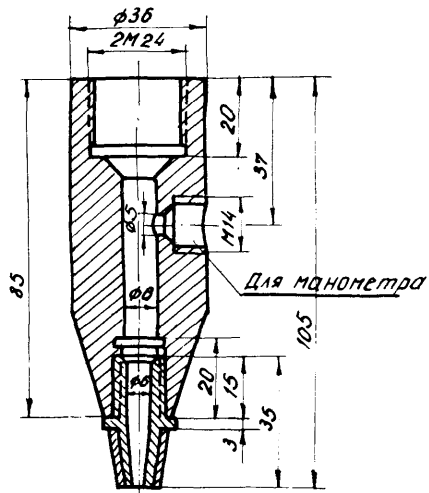


Рис. 75. Входной насадок

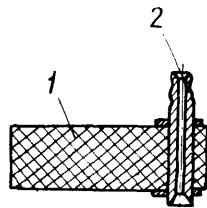
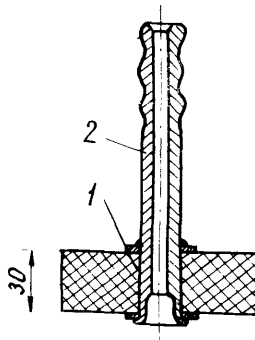


Рис. 76. Заглушки резиновые:
1 - корпус; 2 - штуцер

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

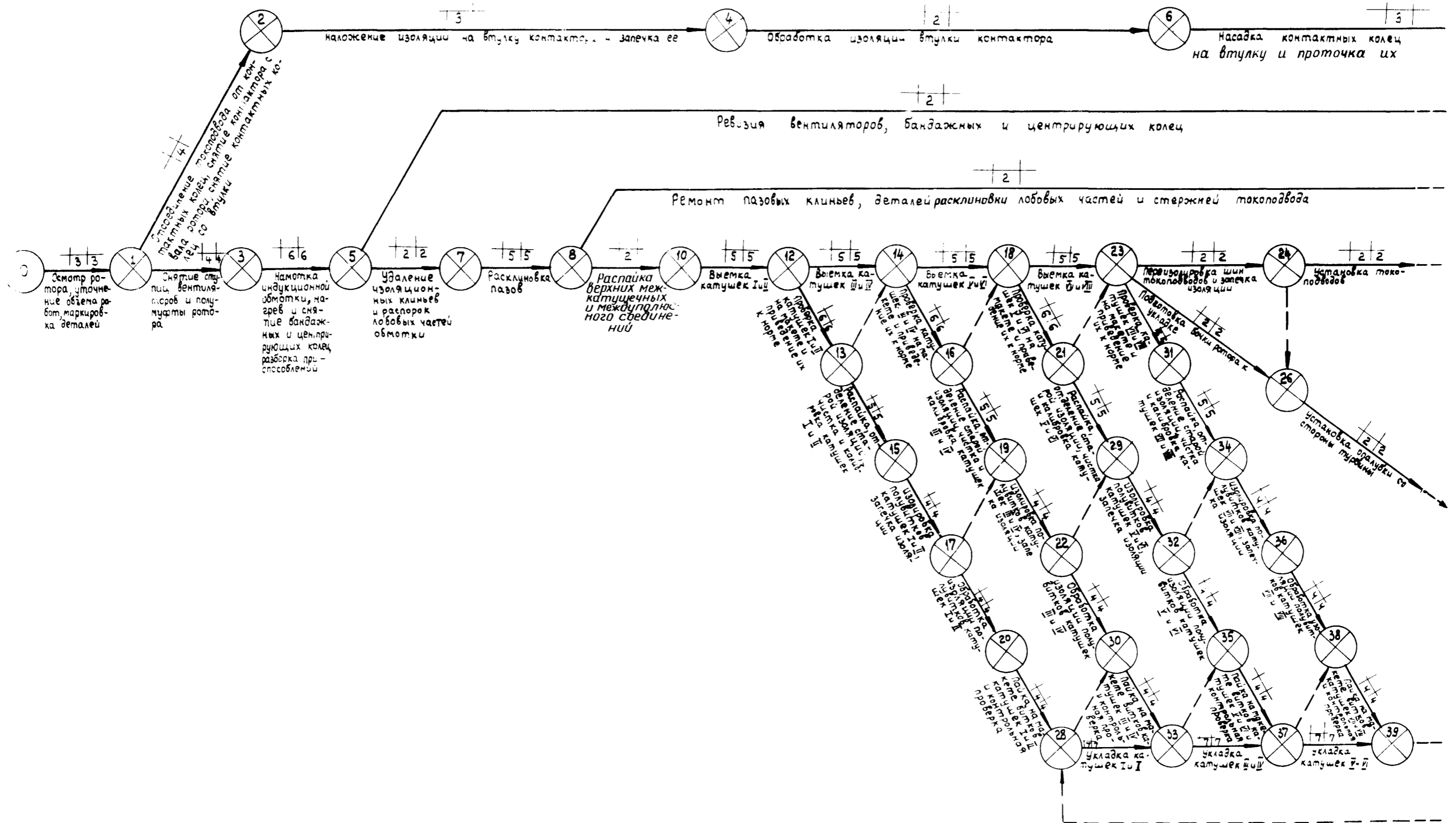
Ответственный редактор Э.Ф.Зябкина

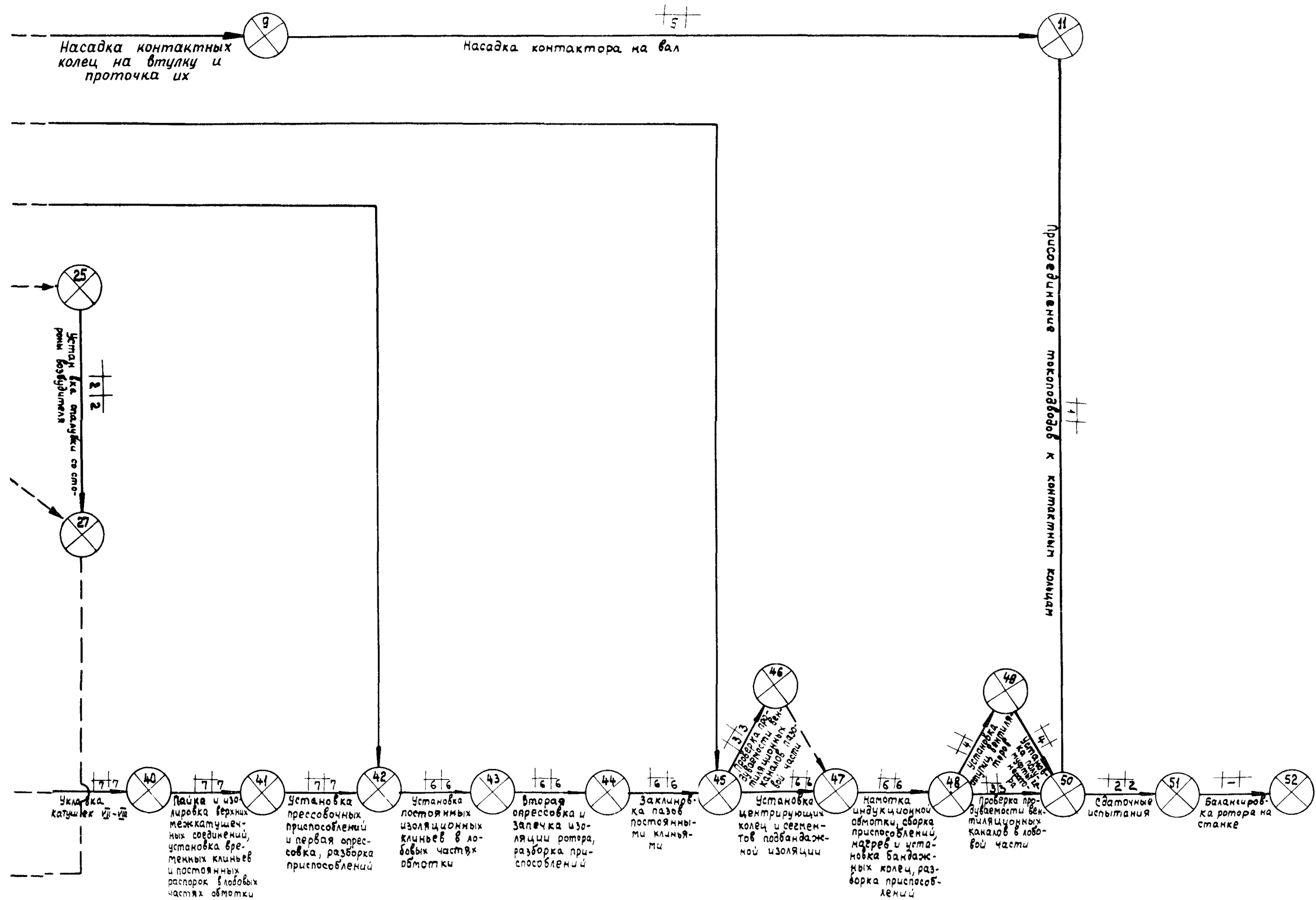
	Редактор В.А.Кудрявцева	
Техн. редактор Г.Д.Глазова		Корректор Н.С.Григорьева
7,5 уч.-изд.л. Л44080	Цена 38 коп. Подписано к печати 24/1 1972 г.	Заказ № 130/70(65/72) Тираж 1250 экз.

Ротапринт СЦНТИ ОРГРЭС

109432, Москва, И-432, 2-й Кахузовский проезд, д.29, корп.6

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПОЛНОЙ ПЕРЕМОТКИ ОБМОТКИ РОТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА





Карта контроля продуваемости вентиляционных каналов ротора турбогенератора ТВВ-165-2		Станционный № _____ Заводской № _____	Дата контроля _____	Лист: 1 из 6
№ п/п	Лобовая часть со стороны возбуждения	Газовая часть Газовые отверстия	Лобовая часть со стороны турбины	
1	4 6 8 10 12 14 16	18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100 102 104 106 108 110 112 114 116 118 120 122 124 126 128 130 132 134 136 138 140 142 144 146 148 150 152 154 156 158 160 162 164 166 168 170 172 174 176 178 180 182 184 186 188 190 192 194 196 198 200 202 204 206 208 210 212 214 216 218 220 222 224 226 228 230 232 234 236 238 240 242 244 246 248 250 252 254 256 258 260 262 264 266 268 270 272 274 276 278 280 282 284 286 288 290 292 294 296 298 300 302 304 306 308 310 312 314 316 318 320 322 324 326 328 330 332 334 336 338 340 342 344 346 348 350 352 354 356 358 360 362 364 366 368 370 372 374 376 378 380 382 384 386 388 390 392 394 396 398 400 402 404 406 408 410 412 414 416 418 420 422 424 426 428 430 432 434 436 438 440 442 444 446 448 450 452 454 456 458 460 462 464 466 468 470 472 474 476 478 480 482 484 486 488 490 492 494 496 498 500 502 504 506 508 510 512 514 516 518 520 522 524 526 528 530 532 534 536 538 540 542 544 546 548 550 552 554 556 558 560 562 564 566 568 570 572 574 576 578 580 582 584 586 588 590 592 594 596 598 600 602 604 606 608 610 612 614 616 618 620 622 624 626 628 630 632 634 636 638 640 642 644 646 648 650 652 654 656 658 660 662 664 666 668 670 672 674 676 678 680 682 684 686 688 690 692 694 696 698 700 702 704 706 708 710 712 714 716 718 720 722 724 726 728 730 732 734 736 738 740 742 744 746 748 750 752 754 756 758 760 762 764 766 768 770 772 774 776 778 780 782 784 786 788 790 792 794 796 798 800 802 804 806 808 810 812 814 816 818 820 822 824 826 828 830 832 834 836 838 840 842 844 846 848 850 852 854 856 858 860 862 864 866 868 870 872 874 876 878 880 882 884 886 888 890 892 894 896 898 900 902 904 906 908 910 912 914 916 918 920 922 924 926 928 930 932 934 936 938 940 942 944 946 948 950 952 954 956 958 960 962 964 966 968 970 972 974 976 978 980 982 984 986 988 990 992 994 996 998 1000		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Исполнитель _____

Руководитель работ _____

