МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВЭНЕРГОРЕМОНТ ГЛАВТЕХУПРАВЛЕНИЕ

# РУКОВОДСТВО ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ТВВ-320-2

СПО ОРГРЭС

МОСКВА 1976

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВЭНЕРГОРЕМОНТ ГЛАВТЕХУПРАВЛЕНИЕ

# РУКОВОДСТВО ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ТВВ-320-2

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ОРГРЭС

МОСКВА 1976

УДК 621.313.322-81(083.96)

Составлено ремонтным предприятием "Мосэнергоремонт" и ЦКБ Главэнергоремонта

---

А в т о р ы инженеры Л.Г. БРАЙМАЙСТЕР, Б.И. ПОЗДНЯКОВ, Ю.В. ТЕЙМУРАЗЯН,
С.И. ХАЗАН, М.И. ЯРОШЕВСКИЙ (Мосэнергоремонт)
Н.И. ДЬЯКОВ, Ю.А. ТАРАСИК (ЦКБ Главэнергоремонта)

Р е д а к т о р инж. Л.Ф. ТАФИЙЛЬСКИЙ

© СПО ОРГРЭС, 1976.

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главэнергоремонта
В.КУРКОВИЧ
15 декабря 1972 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель начальника
Главтехуправления
Ф.СИНЬЧУГОВ
30 октября 1973 г.

СОГЛАСОВАНО:
Главный инженер
ЛЭО "Электросила"
В.РОМАНОВ
26 июня 1975 г.

# В В Е Д Е Н И Е

Руководство по капитальному ремонту турбогенератора ТВВ-320-2 разработано с целью применения единых организационных, технических и технологических решений при проведении капитальных ремонтов турбогенераторов по типовому объему и предназначено в качестве руководящего материала для ремонтных предприятий, а также ремонтного персонала электростанций.

В основу технологического процесса положены техническая документация ЛЭО "Электросила" и многолетний опыт ремонтного предприятия "Мосэнергоремонт" и других ремонтных предприятий Союзэнергоремтреста Министерства энергетики и электрификации СССР. Выполнение мероприятий по подготовке и организации капитальных ремонтов турбогенераторов, приведенных в данном Руководстве, должно способствовать повышению технического уровня подготовки и организации работ, уменьшению непроизводительных потерь, повышению производительности труда ремонтного персонала, повышению качества работ, сокращению сроков и стоимости ремонта.

Отдельные положения данного Руководства носят рекомендательный характер.

Настоящее Руководство охватывает типовой объем работ по капитальному ремонту турбогенератора, возбудителя, отдельные виды дополнительных ремонтных и контрольных операций.

В данном Руководстве рассмотрены также ремонтные работы, выполняемые сверх типового объема, которые, как правило, проводятся во время типового ремонта для повышения надежности турбогенератора.

Операционные карты содержат все сведения по технологии работ данной операции, трудоемкости, квалификационному составу, необходимой оснастке, инструменту и могут быть использованы в качестве отдельного сменно-суточного задания бригаде (звену).

Трудоемкость, указанная в операционных картах, не может быть использована для определения сроков и стоимости работ, так как в ней не учтено время на подготовительные и заключительные работы, на технологические простои, перерывы и т.д.

Длительность простоя турбогенератора в капитальном ремонте составляет не более 50 календарных дней.

# Глава первая

## ПОДГОТОВКА К КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ

### 1. Подготовка к типовому капитальному ремонту[1]

Подготовка к типовому капитальному ремонту должна проводиться по конкретному объему работ, выполняемых на турбогенераторе.

Эти работы выполняются в соответствии с данным Руководством по капитальному ремонту турбогенератора в осенне-зимний период.

Подготовка к выполнению сверхтиповых работ[2] на турбогенераторе проводится с момента определения и согласования их номенклатуры и объемов.

Подготовка к капитальному ремонту осуществляется группой подготовки производства (ГПП) электроцеха ремонтного предприятия или электростанции. Контроль за своевременным и полным выполнением работ по подготовке к типовому ремонту возлагается на руководство электроцеха.

Подготовка к выполнению сверхтиповых работ осуществляется при участии и под контролем руководителя ремонта (шеф-инженера).

Ответственность за подготовку к капитальному ремонту ремонтных площадок, оснастки, грузоподъемных средств, заводских приспособлений, запасных частей, технической документации и других средств, обусловленных договором на производство ремонтных работ, возлагается на руководство электростанции, а контроль за всей подготовкой к ремонту - на руководителя ремонта.

Перечень операций и трудозатрат на капитальный ремонт турбогенератора указан в приложении 1.

В объем типового капитального ремонта турбогенератора (типовой объем) входят следующие основные работы:

- опрессовка корпуса турбогенератора;
- проточка и шлифовка контактных колец;
- ремонт статора;
- ремонт ротора;
- ремонт газоохладителей;
- ремонт щеточного аппарата;
- ремонт масляных уплотнений вала;
- ремонт наружных щитов;
- ремонт газовой системы.

Подготовка к первому типовому ремонту данного типа турбогенератора предполагает разовое обеспечение работ оснасткой в соответствии с настоящим Руководством, при подготовке к последующим ремонтам производится лишь проверка наличия всей оснастки, а при необходимости - восстановление и пополнение приспособлений, специального инструмента, технической документации и т.п.

Перечни инструментов и приспособлений, а также оснастки приведены в приложениях 2 и 3.

При подготовке к капитальному ремонту ремонтный персонал необходимо обеспечить:

а) технической документацией:

- "Руководством по капитальному ремонту турбогенератора ТВВ-320-2";
- ремонтными формулярами;
- отчетными и рабочими документами предыдущего ремонта;
- программой измерений и испытаний (приложение 4);
- перечнем заводских чертежей (узлов и деталей) турбогенератора (приложение 5);
- информационными письмами (техническими указаниями) завода-изготовителя об изменениях и дополнениях, вносимых в чертежи;

б) директивными документами Минэнерго СССР;

в) материалами, необходимыми для выполнения капитального ремонта;

г) перечнем запасных частей (приложение 6).

---

[1] Ремонт, включающий постоянную номенклатуру работ по капитальному ремонту турбогенератора.

[2] Работы, не входящие в номенклатуру типового капитального ремонта.

## 2. Подготовка к конкретному ремонту[1]

2.1. При подготовке к конкретному ремонту ГШ электроцеха ремонтного предприятия или электростанции на основании согласованных объемов сверхтиповых работ и технической документации должна дополнительно выполнить следующие подготовительные работы:

- разработать операционные карты на сверхтиповые работы по форме карт "Руководства по капитальному ремонту турбогенератора ТВВ-320-2" с приложением необходимых поясняющих эскизов, перечней дополнительных инструментов и приспособлений, запасных частей и материалов, с указанием квалификации, численности исполнителей и трудоемкости работ;

- подготовить дополнительно необходимые инструменты и приспособления; проверить наличие запасных частей и материалов в соответствии с требованиями операционных карт;

- разработать при необходимости дополнительные мероприятия по организации выполнения сверхтиповых работ;

- разработать сетевой график ремонта по конкретному объему ремонтных работ;

- разработать план-график подготовки к ремонту;

- разработать проект организации работ.

Выполнение сверхтиповых работ должно обеспечиваться повышением численности ремонтного персонала с тем, чтобы не было увеличения продолжительности ремонта, установленной для типового ремонта.

Для выполнения перечисленных выше подготовительных работ электростанция обязана передать ремонтному предприятию уточненный перечень и объем сверхтиповых работ, а также техническую документацию завода-изготовителя (или других организаций) на выполнение этих работ не позднее чем за 3 мес до начала ремонта. Персонал (ИТР и рабочие) ремонтного предприятия или электростанции, выполняющий ремонт, до начала ремонта турбогенератора должен ознакомиться с содержанием данного Руководства и с основными положениями по его использованию при подготовке и выполнении работ.

2.2. В план-графике подготовки к конкретному ремонту турбогенератора должны быть указаны дата и исполнители следующих работ:

а) проверка наличия и технического состояния оснастки и инструмента; составление ведомости работ по ремонту оснастки и инструмента, составление ведомости недостающей оснастки и инструмента.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

б) проверка наличия и технического состояния грузоподъемных и транспортных механизмов, необходимых для ремонта; составление ведомости работ по ремонту механизмов и ведомости недостающих механизмов.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

в) проверка технического состояния металлообрабатывающих станков; составление ведомости работ по ремонту станочного парка.

Исполнитель - электростанция;

г) проверка наличия запасных частей и материалов, необходимых для ремонта; составление ведомости недостающих запасных частей и материалов.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

д) согласование порядка использования персоналом ремонтного предприятия при производстве ремонтных работ:

- заводской оснастки и инструмента, находящихся в ведении электростанции;

- грузоподъемных механизмов;

- нормализованного инструмента, имеющегося в инструментальных кладовых электростанции;

- станочного парка механических мастерских электростанции.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

е) согласование ремонтным предприятием с электростанцией порядка:

- получения персоналом ремонтного предприятия со складов электростанции материалов и запасных частей, необходимых для ремонта;

- бытового обслуживания персонала ремонтного предприятия соответствующими службами электростанции (общежития, раздевалки, душевые, столовые и т.д.).

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

---

[1] Ремонт, состоящий из типовых и конкретных сверхтиповых работ по капитальному ремонту турбогенератора.

ж) согласование ремонтным предприятием с электростанцией:

- методов и объемов промежуточного контроля качества ремонта узлов и деталей турбогенератора;

- сроков приобретения недостающих материалов и сменных деталей.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

з) ремонт оснастки и инструмента.

Исполнитель - ремонтное предприятие;

и) ремонт грузоподъемных и транспортных механизмов, станочного парка механической мастерской электростанции.

Исполнитель - электростанция или ПРП;

к) приобретение недостающей оснастки и инструмента, необходимых грузоподъемных и транспортных механизмов.

Исполнитель - электростанция;

л) приобретение недостающих специальной и нормализованной оснастки и инструмента.

Исполнитель - ремонтное предприятие;

м) приобретение недостающих материалов и сменных деталей и узлов.

Исполнитель - электростанция или ПРП;

н) размещение на ремонтных площадках (согласно плану) узлов и деталей турбогенератора, приспособлений. Монтаж дополнительных щитков энергоразводок и дополнительного освещения на рабочих местах.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

о) проведение противопожарных мероприятий по технике безопасности.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

п) распределение при необходимости заказов на механическую обработку крупногабаритных деталей турбогенератора.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

р) проверка состояния запасных частей и устранение их дефектов.

Исполнитель - ремонтное предприятие;

с) проверка готовности электростанции и ремонтного предприятия к ремонту.

Исполнители - электростанция и ремонтное предприятие;

т) испытания турбогенератора до останова.

Исполнитель - электростанция.

За месяц до начала ремонта электростанция совместно с ремонтным предприятием должны составить акт проверки хода работ по план-графику и календарный план выполнения незавершенных работ.

2.3. В Проекте организации работ (ПОР) должны предусматриваться:

- места установки и тип подмостей, лесов, деревянных щитов и ограждающих устройств на рабочих площадках;

- условия для проведения работ в соответствии с ПТЭ и ПТБ;

- размещение рабочих мест с отметкой на плане производственных помещений, такелажных приспособлений, материалов, деталей и узлов ремонтируемого оборудования с учетом допустимых нагрузок на перекрытия;

- средства механизации подъемно-транспортных работ;

- средства связи;

- выбор места для подачи воды, сжатого воздуха, кислорода, ацетилена, пропан-бутана;

- питание электросварочных постов, электрифицированного инструмента, переносного освещения и др.;

- возможность механической обработки деталей ремонтируемых узлов, их доставка к месту обработки и обратно;

- организация уборки, транспортировка мусора и отходов производства.

В проекте организации работ должны быть указаны исполнители и сроки выполнения указанных работ.

## 3. Организация типового капитального ремонта

3.1. План размещения ремонтируемых узлов, деталей и приспособлений составляют исходя из допустимых нагрузок на перекрытия, предусмотренных типовым проектом электростанции. Масса узлов и отдельных деталей турбогенератора указана в приложении 7.

План размещения деталей турбогенератора на электростанции должен быть уточнен в зависимости от местных условий и имеющихся отклонений от проекта и утвержден главным инженером электростанции. На плане размещения необходимо указывать точки энергоразводок на напряжение 220 и 12 В, посты сжатого воздуха, кислорода, ацетилена.

Учитывая недостаточную производительность стационарных компрессорных станций и большое количество работ, выполняемых в период капитального ремонта с применением пневмоинструмента, необходимо предусмотреть дополнительно

установку на ремонтной площадке переносной компрессорной станции с электроприводом ЗИФ-55.

Освещенность ремонтных площадок в соответствии с нормами должна составлять 200 лк, что требует, как правило, установки на ремонтной площадке дополнительного освещения (ламповых гирлянд, прожекторов и т.д.).

В период капитального ремонта основные грузоподъемные работы должны выполняться мостовым краном машинного зала. Для выполнения мелких грузоподъемных работ должен быть установлен козловой кран (кран-балка).

3.2. В условиях электростанции типовой ремонт следует выполнять специализированными звеньями:

- по ремонту статора турбогенератора;
- по ремонту ротора турбогенератора;
- по ремонту газоохладителей;
- по ремонту водородных уплотнений.

Звено, включающее 2-3 чел., возглавляет квалифицированный звеньевой рабочий. В случае производственной необходимости допускается перевод рабочих из одного звена в другое. Звенья, выполняющие ремонт в одной смене, объединяются в бригады. Бригадой руководит наиболее опытный и квалифицированный рабочий (бригадир), он же возглавляет одно из звеньев.

Выполнение ремонта специализированными звеньями в соответствии с моделью сетевого графика (приложение 8) позволяет загрузить каждое звено в течение всего ремонта.

Для выполнения ремонта турбогенератора в минимальные сроки работы по подготовке вывода (ввода) ротора необходимо выполнять в три смены, причем вывод (ввод) должен производиться в дневную смену. Рекомендуется как оптимальный двухсменный режим работы. В этом случае все испытания необходимо проводить в ночное время. Каждой сменной бригадой руководит сменный мастер.

Сменный мастер - руководитель работ, являющийся ответственным за выполнение сменного задания и соблюдение правил техники безопасности, обязан:

- ознакомиться с содержанием операционных карт технологического процесса ремонта турбогенератора, указанных в сменном задании;
- распределить совместно с бригадиром исполнителей по работам в соответствии со сменным заданием;
- решать оперативно организационные и технические вопросы, возникающие в течение смены;
- контролировать и принимать работы (переходы и операции), указанные в операционных картах;
- четко и аккуратно вести журнал сменных заданий.

Сменные задания составляет и выдает старший мастер, который является ответственным за ремонт турбогенератора.

Шеф-инженер - руководитель ремонта турбогенератора отвечает за сроки окончания и качество ремонта, осуществляет техническое и организационное руководство.

3.3. Подготовительные работы до начала ремонта и заключительные работы после окончания ремонта, а также возникающие в процессе ремонта вспомогательные работы выполняются группой подготовки (старший мастер и слесарь).

Старший мастер отвечает за технологическую дисциплину ремонта и должен обеспечивать:

- бригады (звенья) инструментом;
- подготовку и ремонт оснастки и инструмента;
- снабжение бригад (звеньев) необходимыми материалами и запасными частями;
- распределение и контроль за выполнением заказов в ремонтно-механическом цехе РМЦ или на специализированных ремонтных базах;
- механическую обработку мелких деталей;
- выполнение подготовительных и заключительных работ.

Бригады (звенья) получают инструмент из переносной инструментальной кладовой, установленной на ремонтной площадке и работающей в две смены.

Специальный инструмент при необходимости должен быть заранее получен из центральной кладовой постоянного участка (или электростанции) в дневной смене старшим мастером.

Подготовку и ремонт оснастки и инструмента по заявкам мастеров выполняет слесарь из группы подготовки.

3.4. Снабжение бригады (звеньев) необходимыми материалами и запасными частями, а также доставку в РМЦ и на ремонтную площадку узлов и деталей выполняет слесарь из группы подготовки в соответствии с заявкой, сделанной в журнале ремонта. Полученные материалы и запасные части должны храниться в специальной переносной кладовой.

Распределять заказы в РМЦ или на специализированных ремонтных базах и осуществлять контроль за их выполнением должен старший мастер, который также составляет необходимые

сложные эскизы и контролирует выполнение заказов, записанных в журнале ремонта.

Подготовительные и заключительные работы должны выполняться старшим мастером и слесарем и включать:

- проверку, подготовку и комплектацию инструмента, оснастки и приспособлений;
- размещение на ремонтной площадке оснастки и приспособлений; организацию складирования их после ремонта;
- участие в монтаже и демонтаже вспомогательного козлового крана (кран-балки);
- консервацию приспособлений и оснастки после ремонта.

3.5. Модель сетевого графика типового капитального ремонта турбогенератора разработана на основе данного Руководства. До начала ремонта по модели составляется сетевой график ремонта с учетом необходимых трудозатрат, численности и квалификации ремонтного персонала.

При расчете сетевого графика должны быть приняты следующие условия:

- двухсменный режим работы звена по ремонту статора по скользящему графику без выходных дней;
- односменный режим работы звеньев по ремонту ротора и газоохладителей при 5-дневной рабочей неделе;
- постоянная численность всех звеньев (бригады) по сменам и датам ремонта;
- численность бригады (состоящей из звеньев) в каждой смене, не превышающая 8-9 чел.

Для выполнения типового капитального ремонта в указанные сроки необходима следующая численность ремонтного персонала:

- шеф-инженер - руководитель ремонта - I чел.;
- старший инженер - ответственный руководитель работ - I чел.;
- сменный мастер - руководитель работ - 3 чел.;
- старший техник - I чел.;
- электрослесарь - I8 чел.

## Глава вторая

## ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТНЫХ РАБОТ

### I. Режим работы ремонтного персонала

Опыт выполнения ремонта турбогенераторов показал, что наибольший процент непроизводительных потерь приходится на рабочие часы ночной смены. Поэтому целесообразно начало работ первой (дневной) смены переносить на более раннее время.

Режим работы устанавливается следующий:

- первая (дневная) смена - с 7 до I6 ч, перерыв на обед - 48 мин;
- вторая (вечерняя) смена - с I6 до 0 ч 42 мин, перерыв на обед - 30 мин.

При таком режиме работы требуется, чтобы службы электростанции (столовая, буфет, транспорт, раздевалка, компрессорная и т.д.) обеспечивали бесперебойное обслуживание ремонтного персонала.

### 2. Обслуживание грузоподъемных работ

На период капитального ремонта для обслуживания грузоподъемных работ должен быть выделен мостовой кран машинного зала. Мостовой кран должны обслуживать опытные крановщики 5-го и 6-го разрядов. Крановщик должен подчиняться старшему или сменному мастеру по ремонту турбогенератора и работать в режиме ремонтного персонала.

Руководитель ремонта турбины и руководитель ремонта турбогенератора должны совместно (при участии руководителя ремонта энергоблока) составить график загрузки крана, особенно на период разборки энергоблока (поднятие верхних половин цилиндров, вывод ротора турбогенератора и т.п.).

## 3. Организация и планирование ремонтных работ

3.1. На время ремонта турбогенератора (при выполнении ремонта подрядным способом) приказом по электростанции должен быть назначен ответственный представитель электростанции - куратор, освобожденный от выполнения других обязанностей, не связанных с ремонтом данного турбогенератора.

В обязанности куратора входят:

- координация и контроль за выполнением мероприятий по подготовке к ремонту турбогенератора;
- оперативное решение вопросов материального обеспечения;
- участие в осмотре и определении технического состояния оборудования;
- определение совместно с руководителем ремонта турбогенератора необходимости выполнения дополнительных ремонтных работ, не предусмотренных перечнем сверхтиповых работ;
- контроль за технологической дисциплиной выполнения типовых и сверхтиповых работ по согласованному перечню;
- приемка законченных работ;
- информирование главного инженера электростанции о ходе выполнения ремонта;
- проверка (выборочно) и подпись паспорта зазоров;
- проверка объема испытаний и наличия протоколов электрических испытаний, испытаний на газоплотность, проходимость стержней и др.

Для исключения задержек при ремонте турбогенератора работы, выполняемые во второй смене, могут быть по поручению куратора приняты другим ответственным лицом.

Отметка о результатах работ должна быть сделана куратором в журнале сменных заданий (приложение 9) в графе "Работу принял".

3.2. Для составления сменного задания и выполнения работ основными документами являются "Руководство по капитальному ремонту турбогенератора ТВВ-320-2" и документация завода-изготовителя.

Бригада рабочих (звенья) должна работать в соответствии со сменным заданием, которое составляет старший мастер (мастер) - ответственный руководитель работ.

В ходе смены мастер должен записывать в журнал сменных заданий данные об обнаруженных дефектах и отступлениях от указаний операционных карт, а также при необходимости делать заявки на механическую обработку в журнале ремонта с выполнением соответствующих эскизов. Измерения, не вошедшие в паспорт зазоров, должны быть занесены в журнал сменных заданий.

В конце смены мастер должен сделать в журнале сменных заданий отметку о выполнении задания и проставить фактические трудозатраты. Причины невыполнения задания, а также другие замечания должны быть записаны в графе "Примечания".

3.3. На период капитального ремонта для обслуживания транспортных работ, связанных с доставкой материалов, запасных частей, деталей и узлов на ремонтную площадку или в РМЦ, в распоряжение старшего мастера или слесаря должны быть выделены грузовая машина или электрокар. При невозможности выделения автомашины на весь период ремонта обеспечение транспортом должно производиться в сроки, указанные в заявке старшего мастера.

3.4. Уборка ремонтных площадок должна производиться за 15 мин до окончания смены каждым звеном или бригадой. Для сбора мусора и отдельно металлоотходов на всех ремонтных площадках должны быть установлены ящики.

3.5. В помощь руководителю ремонта должен быть выделен инженер группы сетевого планирования и управления (СПУ), в обязанности которого входит:

- обеспечение планируемых работ сетевым графиком;
- сбор и обработка информации о ходе ремонта за отчетный период и введение ее в сетевой график (приложение 10);
- разработка мер по устранению причин отставания в выполнении работ от сроков, указанных в сетевом графике;
- корректировка сетевого графика.

Для большей эффективности оперативного руководства ремонтом турбогенератора и более успешного устранения возникающих отклонений от сетевого графика длительность планируемого периода не должна превышать 3-4 дн.

После окончания ремонта группа СПУ должна проанализировать работы по ремонту турбогенератора и составить исполнительный сетевой график с целью использования накопленного опыта и устранения имевшихся недостатков при последующих капитальных ремонтах.

3.6. С целью повышения производительности труда и качества работ, сокращения продолжи-

тельности ремонта, повышения индивидуальной ответственности рабочих за порученную работу необходимо размер премии рабочих специализированных ремонтных бригад определять в зависимости от сроков и качества выполнения нормированных план-заданий (НПЗ). Нормированные план-задания (приложение II) должны быть составлены на основании заданий на работы планируемого периода. Основой для НПЗ должна быть трудоемкость операций по ремонту турбогенератора.

Размер премии рабочим бригады должен быть определен в зависимости от сроков и качества выполнения бригадой (звеном) завершенных работ планируемого периода с учетом личного вклада каждого конкретного исполнителя.

Заполнение формы НПЗ и их расчет должен выполнять старший мастер или старший техник-нормировщик.

## Глава третья

## ПРИЕМКА ТУРБОГЕНЕРАТОРА ИЗ РЕМОНТА И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

### I. Приемка турбогенератора из ремонта

В процессе ремонта отремонтированные узлы турбогенератора принимает куратор. По результатам приемки должна быть дана оценка качества ремонта узла. При невозможности опробования узла оценка качества его ремонта дается после опробования турбогенератора в целом.

Приемка турбогенератора (установка газоохладителей, ввод ротора в статор, испытания и др.) должна быть оформлена соответствующими актами. К моменту приемки должны быть предъявлены заполненные формуляры, паспорт зазоров и другие документы. Приемка турбогенератора из капитального ремонта должна производиться комиссией под председательством главного инженера электростанции.

Для более четкой координации всех подразделений электростанции и ремонтного предприятия, участвующих в пуске энергоблока, должен быть составлен сетевой или линейный график всех пусковых операций.

Приемка турбогенератора из ремонта и предварительная общая оценка ремонта должны быть произведены после работы турбогенератора под нагрузкой в течение 24 ч. Сроком окончания ремонта считается время включения турбогенератора в сеть. Окончательная оценка качества ремонта должна быть дана электростанцией после эксплуатации турбогенератора в течение I мес.

### 2. Отчетная документация

2.I. К отчетным документам, которые должны быть оформлены до окончания капитального ремонта, относятся:

- формуляры (высоковольтных испытаний, испытаний активной стали, испытаний на газоплотность, испытаний на продуваемость стержней, измерений сопротивления изоляции между узлами, измерений вибрации контактных колец и т.п.);
- протоколы поузловой приемки турбогенератора из ремонта (статор, ротор, газоохладители, масляные уплотнения вала ротора, конечные выводы и т.п.);
- перечень сверхтиповых работ (уплотнение запрессовки сердечника в зоне верхнего и нижнего стержня, полная переклиновка пазов обмотки статора, замена стержней, снятие и надевание бандажных колец, устранение витковых замыканий обмотки ротора, частичная перемотка обмотки ротора и др.);
- сертификаты на металл (замененные крепежные детали, поковки бандажных и центрирующих колец).

2.2. После приемки турбогенератора из капитального ремонта должны быть окончательно оформлены следующие отчетные документы:

- ведомость работ, выполненных при капитальном ремонте;
- акт приемки из капитального ремонта;

– ведомость показателей технического состояния.

Журнал сменных заданий, позволяющий объективно оценить фактические объемы выполненного ремонта отдельных узлов и фактическую технологию выполнения отдельных операций, является отчетным документом и должен храниться в цехе централизованного ремонта (ЦРП) или другой ремонтной службе электростанции.

2.3. Не позднее 40 дн после окончания капитального ремонта турбогенератора ремонтным предприятием должен быть составлен технический отчет о ремонте по следующим вопросам:

– краткие сведения об эксплуатации и предыдущих ремонтах турбогенератора;

– перечень сверхтиповых работ;

– подготовка и организация ремонта;

– фактические трудозатраты по узлам на типовые и сверхтиповые работы;

– предложения и замечания к настоящему Руководству (по технологии выполнения работ, приспособлениям, трудозатратам на отдельные операции, форме указаний по технологии капитального ремонта и т.д.);

– предложения по усовершенствованию директивного материала "Руководство по капитальному ремонту турбогенератора ТВВ-320-2" и полученная экономическая эффективность;

– результаты испытаний после ремонта.

## Глава четвертая

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

I. При капитальном ремонте турбогенератора необходимо руководствоваться следующими действующими директивными материалами:

– Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций ("Энергия", 1972);

– Правилами техники безопасности при обслуживании теплосилового оборудования электростанций ("Энергия", 1972);

– Руководящими указаниями по организации работы с персоналом на электростанциях, в электрических и тепловых сетях ("Энергия", 1972);

– Инструкцией по содержанию и применению средств пожаротушения на предприятиях Минэнерго СССР (СЦНТИ ОРГРЭС, 1971);

– Справочником по технике безопасности, противопожарной санитарии ("Судостроение". Т. I,2,3, 1971);

– Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ("Металлургия", М., 1974).

2. Перед началом подготовительных и ремонтных работ ответственный руководитель проводит с ремонтным персоналом инструктаж по следующим вопросам:

– порядок и место отключения оборудования от действующих магистралей, источников питания и др.;

– какие узлы, где и как (каким ответственным руководителем работ) ремонтируются;

– какие параграфы правил по технике безопасности необходимо соблюдать в данных условиях работы (указываются в наряде-допуске);

– безопасные способы производства работ для случаев, не предусмотренных правилами техники безопасности.

3. Ответственный руководитель или руководитель работ должен:

– обеспечить ежемесячный инструктаж ремонтных бригад;

– проверять рабочие места (не менее 2 раз в смену) с целью соблюдения бригадой требований правил техники безопасности;

– вести журнал нарушений правил техники безопасности и разбирать все нарушения.

4. Ремонтный персонал, занятый ремонтом энергетического оборудования, обязан знать и выполнять местные инструкции по технике безопасности.

5. Руководитель ремонта перед началом работ проводит на рабочих местах инструктаж по технике безопасности. Персонал, прошедший инструктаж, должен расписываться в журнале.

6. Ремонтные работы производятся только на остановленном турбогенераторе.

7. На производство работ по ремонту турбогенератора должен быть выдан наряд.

8. При производстве работ на вращающемся роторе (измерения сопротивления изоляции, проточке контактных колец, балансировке и др.) ремонтный персонал должен иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже IУ.

Необходимо принимать меры, предупреждающие случайные включения валоповоротного устройства.

9. Такелажные работы:

- к производству такелажных работ допускаются лица, прошедшие специальное обучение и проверку знаний. Рабочие, принимающие участие в такелажных работах, находятся в подчинении бригадира, который является ответственным за соблюдение правил техники безопасности. При производстве особо ответственных такелажных работ (демонтаже возбудителя, выводе и вводе ротора, транспортировке указанных деталей и т.п.) обязательно присутствие руководителя ремонта;

- все подъемные механизмы (краны, тали, блоки, лебедки и др.) и вспомогательные приспособления (цепи, канаты, стропы, тросы и прочее) должны содержаться и эксплуатироваться в соответствии с действующими Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов;

- руководство подъемом и перемещением грузов осуществляет инженерно-технический работник, прошедший проверку знаний в Госгортехнадзоре СССР и имеющий соответствующее удостоверение;

- к подъему и перемещению грузов допускается ремонтный персонал, прошедший проверку знаний технической эксплуатации и техники безопасности. На каждом механизме должна быть указана дата следующего испытания и предельная грузоподъемность, превышение которой не допускается.

Крепление грузов производится так, чтобы исключалась возможность соскальзывания строп.

При применении нескольких строп точка приложения равнодействующей силы должна находиться на одной вертикали с центром тяжести груза. Натяжение строп должно быть одинаковым. На острые ребра груза под стропы необходимо устанавливать прокладки. Крепление груза должен контролировать мастер. Стропы перед применением должны быть тщательно осмотрены. Стропы, имеющие более 10% оборванных проволок, применять запрещается. Канаты и тросы должны иметь бирки с указанием предельно допустимых нагрузок;

- при подъеме и транспортировке деталей и узлов запрещается:

а) поднимать груз с находящимися на нем людьми или незакрепленными предметами;

б) находиться под гаком крана с подвешенным к нему грузом;

в) перемещать груз над людьми;

г) перемещать груз при недостаточном освещении пути на всех его участках;

д) оставлять груз в подвешенном состоянии в течение длительного времени;

е) поднимать защемленный груз;

ж) поднимать груз под углом по отношению к грузоподъемному механизму;

з) подтаскивать груз грузоподъемным механизмом.

Виды и схемы строповки узлов и деталей турбогенератора и его вспомогательного оборудования приведены на рис. I-3I*.

I0. Все рабочие места, а также полы, перекрытия и площадки должны содержаться в чистоте, не загромождаться посторонними предметами, отходами металла, изоляционными материалами и др.

Расположение демонтированных узлов и деталей на перекрытиях и площадках должно соответствовать схеме, утвержденной главным инженером электростанции, при этом должны строго соблюдаться нормы нагрузок на перекрытия и площадки.

Все рабочие места, площадки и переходы должны быть достаточно освещены.

Для сооружения настила применяются доски из сухого материала без трещин, косослоя, суковатости и пр. Доски должны быть толщиной не менее 50 мм. Если настил имеет высоту 1,5 м и более, необходимо устанавливать перила высотой не менее I м с бортовой доской шириной I00 мм. На вертикальных лестницах и лестницах с углом наклона более $75^{0}$, начиная с высоты 3 м, должны быть ограждения в виде дуг. Верстаки долж-

*Все рисунки см. в конце работы.

ны быть оснащены исправными инструментами и приспособлениями.

II. Требования к инструменту и приспособлениям:

- перед началом ремонта все инструменты и приспособления должны быть тщательно проверены. Работа неисправными инструментами или приспособлениями запрещается;

- рукоятки молотков, кувалд должны изготовляться из твердых и вязких пород дерева и иметь гладкую поверхность. В поперечном сечении рукоятка должна быть несколько утолщена, чтобы при взмахах и ударах самозаклиниваться в ладони, другой конец рукоятки должен быть надежно вставлен в инструмент и расклинен;

- зубила должны быть длиной не менее I50 мм; оттянутая часть зубила должна быть в пределах 60-70 мм. Острие зубила должно быть заточено под углом 65-75°. Режущая кромка зубила должна иметь слегка выпуклую форму. Зубила с косыми и сбитыми бойками в работе применять запрещается. При работе зубилом, крейцмейселем и другими подобными инструментами работающий обязан пользоваться защитными очками. Рабочее место должно быть ограждено сеткой или щитом;

- точильные и другие быстровращающиеся круги должны быть защищены стальным кожухом. Работы по заточке инструмента необходимо производить в защитных очках;

- на напильники, ножовки, отвертки должны быть прочно насажены ручки с бандажными кольцами;

- при пользовании ручным инструментом с электроприводом необходимо убедиться в исправности привода и самого инструмента, особенно обратить внимание на наличие заземляющих проводов;

- работы с электрифицированным инструментом следует производить в резиновых перчатках, калошах или на резиновом коврике;

- при применении инструмента с пневматическим приводом необходимо соблюдать следующие правила:

а) пользоваться только исправным пневматическим инструментом;

б) пользоваться пневматическим инструментом только при наличии специальных защитных сетчатых очков;

в) шланги сжатого воздуха, соответствующие рабочему давлению, прочно крепить к инструменту при помощи ниппелей;

г) подавать воздух после установки инструмента в рабочее положение;

д) не исправлять инструмент во время работы, не браться руками за рабочую часть;

е) не класть инструмент на активную сталь и обмотку турбогенератора;

ж) при перерыве подачи воздуха или прекращении работы пневматический инструмент отключать от сети сжатого воздуха.

I2. Необходимые изоляционные материалы должны содержаться в железной таре в количестве, необходимом для работы одной смены. Работы, связанные с покрытием узлов турбогенератора лаком и эмалями, следует производить с особой осторожностью. Необходимо ограждать статор или ротор на время работы и вывешивать предупредительные плакаты. Курить и производить сварочные работы запрещается. На участке должны находиться огнетушители, ящики с песком, пожарные рукава. При покрытии обмотки турбогенератора лаком должен присутствовать представитель пожарной охраны.

I3. Переклиновку пазов ремонтный персонал должен производить в рукавицах и защитных очках. При переклиновке пазов двумя рабочими работы следует выполнять только в одном направлении.

I4. Работы в запретной зоне около турбогенератора, заполненного водородом:

- при ремонте турбогенератора, заполненного водородом, необходимо устанавливать запретную зону, в которой запрещается работа инструментом или устройством, которые могут вызвать искру. К запретной зоне относятся: турбогенератор, газовый пост, маслоочистка, щит контроля и сигнализации, участки газопроводов, а также участок в радиусе 20 м от указанных мест. В запретной зоне должны быть вывешены плакаты: "Курить строго запрещается", "Огнеопасно";

- производить сварочные работы в запретной зоне разрешается только при наличии водорода в воздухе не более 2%. Если работа производится в непосредственной близости к газовому посту, маслоочистке, то эти участки необходимо укрыть брезентом, при этом подготовить к действию баллон с углекислотой. Баллон с углекислотой и шланги длиной 5 м должны находиться постоянно у турбогенератора и газового поста.

При применении зубила для работы в запретной зоне режущую кромку его необходимо смазать техническим вазелином, боек молотка должен быть изготовлен из цветного металла.

Для обдува следует применять только углекислоту.

# Глава пятая

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Турбогенератор ТВВ-320-2 предназначен для выработки электрической энергии на тепловой электростанции при непосредственном соединении с паровой турбиной К-300-240 Ленинградского металлического завода или Т-250-240 Уральского турбомоторного завода.

Обмотка ротора и сердечник статора турбогенератора охлаждаются водородом, обмотка статора – дистиллированной водой.

Возбуждение турбогенератора осуществляется от высокочастотного индукторного генератора с выпрямлением переменного тока кремниевыми выпрямителями, находящимися вне генератора.

Турбогенератор имеет следующие основные технические данные:

| | |
|---|---|
| Частота вращения ротора | 3000 об/мин |
| Частота | 50 Гц |
| Мощность | 300 МВт |
| Напряжение | 20 кВ |
| Коэффициент мощности | 0,85 |
| Ток в обмотках: | |
| статора | I0200 А |
| ротора при XX | I205 А |
| ротора при номинальной нагрузке | 2920 А |
| Напряжение возбуждения | 445 В |
| Сопротивление постоянному току одной фазы обмотки статора при I5°С (расчетное) | 0,00I335 Ом |
| Сопротивление постоянному току обмотки ротора при I5°С (расчетное) | 0,II45 Ом |
| Плотность тока в обмотке статора | 4,76 А/мм$^2$ |
| Плотность тока в обмотке ротора | 9,54 А/мм$^2$ |
| ОКЗ | 0,624 |
| Реактивность: | |
| $X_d$ | I70% |
| $X'_d$ | 26% |
| $X''_d$ | I7,3% |
| $X_2$ | 2I,I% |
| $X_0$ | 8,76% |
| Постоянная времени $T_{d_c}$ | 6,0 с |
| Длина активной стали статора | 6000 мм |
| Длина корпуса статора | 8635 мм |
| Диаметр корпуса статора | 4I60 мм |
| Диаметр расточки статора | I265 мм |
| Диаметр сердечника статора (по спинке) | 2590 мм |
| Зазор (односторонний) | 95 мм |
| Марка стали (толщина 0,5 мм) | 3330 |
| Диаметр ротора | I075 мм |
| Диаметр центрального отверстия ротора | I20 мм |
| Длина ротора | II8I0 мм |
| Расстояние между осями шеек ротора | 9700 мм |
| Общая длина турбогенератора с возбудителем | I6525 мм |
| Диаметр шеек ротора | 450 мм |
| Сечение меди ротора | I4x28 мм$^2$ |
| Критическая частота вращения: | |
| I | 965 об/мин |
| II | 2750 об/мин |
| Количество вентиляционных каналов статора | I30 |
| Ширина вентиляционного канала статора | 5 мм |
| Максимальный статический прогиб вала ротора | I,I2 мм |
| Отношение диаметра ротора к его активной длине | 0,I7 |
| Соединение фаз | ΔΔ |
| Шаг обмотки статора | I-23 |
| Количество параллельных ветвей в обмотке статора | 2 |
| Количество эффективных проводников в пазу | 2 |
| Количество витков на фазу | 9 |
| Длина витка обмотки статора | I8I20 мм |
| Количество выводов | 9 |
| Пазы статора: | |
| количество | 54 |
| сечение | 33x225 мм$^2$ |
| Пазы ротора: | |
| количество | 36/52 |
| сечение | 32,5xI48,5мм$^2$ |

| | | |
|---|---|---|
| Давление водорода | 0,3 / 3 | МПа / кгс/см² |
| Гидравлическое сопротивление газоохладителя на уровне фланца | 0,I05 / I0,5 | МПа / м.вод.ст. |
| Количество газоохладителей | 4 | |
| Расход воды через газоохладитель | I50 | м³/ч |
| Расход конденсата для охлаждения обмотки статора | 33 | м³/ч |
| Температура охлаждающего конденсата на входе в обмотку статора | 40 ± 5 | °С |
| Давление охлаждающего конденсата на выходе из обмотки статора | 0,2 ± 0,03 / 2 ± 0,3 | МПа / кгс/см² |
| Давление охлаждающего конденсата на входе в обмотку статора | 0,5 / 5 | МПа / кгс/см² |
| Гидравлическое сопротивление обмотки статора | 0,I22 / I,22·I0⁴ | МПа / мм.вод.ст. |
| Напор вентилятора турбогенератора | 0,0055 / 555 | МПа / мм вод.ст. |
| Расход масла на подшипники | 370 | л/мин |
| Расход масла на уплотнения | I20 | л/мин |
| Маховой момент | 30,0 | тс·м² |
| КПД (расчетное) | 98,7 | % |
| Статическая перегружаемость | I,78 | |
| Газовый объем турбогенератора: | | |
| с ротором | 87 | м³ |
| без ротора | 93 | м³ |

## Максимальный нагрев обмоток и активной стали турбогенератора

I. Наибольшая температура обмотки статора, измеренная термометрами сопротивления, заложенными в пазы, не должна превышать 95°С.

2. Температура активной стали статора, измеренная термометрами сопротивления, заложенными в пазы, не должна превышать I05°С.

3. Наибольшая допустимая температура обмотки ротора, измеренная методом сопротивления, II5°С. При этом превышение температуры обмотки ротора над температурой входящего холодного водорода (40°С и ниже) допускается не больше 75°С.

## Описание конструкции турбогенератора

Статор. Корпус статора (рис. 32) сварной газонепроницаемый, состоит из трех отдельных частей: центральной, в которой собрана активная сталь статора и уложена обмотка, и двух концевых, в которые вмонтированы концевые выводы статорной обмотки (со стороны возбудителя) и газоохладители.

Сердечник статора собран на клиньях-ребрах I из I3I пакета, между которыми установлены стальные распорки высотою 5 мм, образующие по длине сердечника I30 вентиляционных каналов.

Пакет состоит из сегментов высоколегированной холоднокатаной стали Э330 толщиной 0,5 мм, покрытых изоляционным лаком.

В осевом направлении активная сталь статора удерживается в опрессованном состоянии нажимными кольцами 3 из немагнитной стали, которые прижимаются к стали гайками 4 на концах клиньев-ребер.

Для предотвращения распушовки стали в зубцовой зоне в крайних пакетах между нажимными кольцами и сталью установлены нажимные пальцы 5 из немагнитной стали, приклепанные к крайним сегментам. От радиального смещения пальцы удерживаются кольцевыми выступами в нажимных кольцах, входящих в поперечные заточки пальцев.

Демпфирование потокорассеяния лобовых частей между нажимными пальцами и нажимными кольцами осуществляется экранными кольцами 6 из красной меди.

Для уменьшения влияния I00-герцовых колебаний сердечника на корпус статора в клиньях-ребрах, на которых собрана активная сталь, предусмотрены стальные прорези в осевом направлении. Клинья приварены только к тем поперечным кольцам 2 корпуса, против которых расположены прорези.

Механическая прочность корпуса достаточна, чтобы статор выдерживал без остаточных деформаций внутреннее давление взрыва самой неблагоприятной смеси водорода и воздуха.

Наружные щиты, конструктивно объединенные с внутренними щитами, сварены из листовой стали.

Газоплотность соприкасающихся плоскостей разъемных частей и щитов обеспечивается резиновым шнуром I2xI2 мм, который приклеивается клеем № 88 ко дну канавок, вырезанных в концевых и наружных щитах.

Алюминиевые вентиляторные щиты (диффузоры) крепятся на внутренних щитах. Вентиляторный щит состоит из двух полущитов, изолированных один от другого и от внутренних щитов статора.

В щитах вентиляторов предусмотрены каналы, по которым охлаждающий газ попадает в лобовые части ротора.

В нижней части корпуса имеется люк, позволяющий проникнуть во внутрь турбогенератора, не разбирая наружных щитов.

Обмотка статора трехфазная стержневая двухслойная с укороченным шагом, с транспозицией элементарных проводников.

Схема соединения обмотки (рис. 33) - двойная звезда, шаги обмотки I-22 (сторона контактных колец - рис. 34) и I-23 (сторона турбины - рис. 35). Начало и конец фаз обмотки выведены наружу через девять концевых выводов, укрепленных в концевой части турбогенератора со стороны возбудителя. Вверху расположены шесть нулевых выводов, внизу - три линейных вывода.

На концах стержней припаяны серебряным припоем медные наконечники для электрического соединения стержней подвода воды к полым проводникам.

Электрическое соединение стержней осуществлено массивными приливами на наконечниках, луженым медным хомутом 2 и медными клиньями 3 (см.рис.34) путем пайки оловянистым припоем.

Для подвода и слива охлаждающей воды из обмотки имеются два водяных коллектора I (см. рис. 35), установленных на изоляторах 2. Подвод воды от напорного коллектора к обмотке и отвод воды к сливному коллектору осуществляются шлангом 3 из изоляционного материала (фторопласта). Шланги крепятся посредством гаек 4 к ниппелям, приваренным к водяным коллекторам и наконечникам стержней.

Со стороны выводов стержни (см.рис. 34) по воде соединены последовательно медными трубками 4 посредством гаек.

Вода из напорного коллектора проходит через нижний стержень, последовательно соединенный с ним верхний стержень и возвращается в сливной коллектор.

Вода, входящая в нижний выводной стержень обмотки из напорного коллектора, протекает по соединительной пустотелой шине в концевой вывод (рис. 36) через ниппель 4 во внутрь тонкостенной трубы 2, откуда через нижние отверстия протекает в полость между внутренней и наружной (толстостенной) трубой 3. Через ниппель I из трубы 3 вода по фторопластовому шлангу протекает во второй концевой вывод, а из него через верхний выводной стержень в сливной коллектор.

Путь воды по обмотке показан на рис. 35.

Для выпуска воздуха из верхних точек обоих коллекторов выведены дренажные трубки (воздушники). У турбогенераторов ранних выпусков (до 1968 г.) воздушники через выводы выведены наружу в нижней концевой части. У турбогенераторов поздних выпусков воздушники выведены наружу в верхней концевой части.

Ротор. Ротор (рис. 37) изготовлен из цельной поковки специальной стали. В центре ротора имеется сквозное отверстие диаметром 120 мм, выполненное для контроля металла поковки. Отверстие заполнено стальной магнитной вставкой, кроме места под стержнями токоподвода, соединяющими обмотку ротора с контактными кольцами. Стержни установлены со стороны возбудителя.

В бочке ротора выфрезеровано 36 пазов, в которые уложена обмотка ротора. Для выравнивания жесткости бочки ротора на больших зубцах выфрезерованы в радиальном направлении 28 поперечных пазов (лаффуновских канавок).

Обмотка ротора состоит из 18 катушек, уложенных в 36 пазов. На рис. 38 показано заполнение паза. Обмотка выполнена из полосовой меди с присадкой серебра, которая значительно повышает механическую прочность. Виток обмотки намотан на ребро и состоит из двух параллельных полос, имеющих в лобовой части выфрезерованные канавки, обращенные одна к другой и образующие таким образом вентиляционные каналы.

Охлаждающий газ попадает в лобовую часть обмотки ротора из зоны давления в корпусе статора через вентиляторный щит и специальные каналы в роторе. Пройдя через каждый виток, газ выбрасывается в воздушный зазор через вентиляционные каналы пазовых клиньев.

В турбогенераторах поздних выпусков пространство под лобовыми частями разделено на два отсека, а под бандажными кольцами выполнены специальные каналы, выходящие на бочку ротора в зоне больших зубцов. В этих роторах охлаждение лобовых частей двухструйное. Охлаждающий газ омывает лобовые части двумя потоками. Пазовая часть обмотки непосредственно охлаждается водородом по схеме самовентиляции с забором газа из зазора между статором и ротором. Для этого на одной боковой стороне пазовой части

катушек, разделенной на I5 участков, вырезерованы параллельные каналы с уклоном по отношению к оси ротора в одном направлении, а на другой стороне катушек - каналы с уклоном в другом направлении так, что концы каналов у дна паза сопрягаются.

На полукруглом дне стеклотекстолитовой коробки (гильзы) 5 каждого паза установлены прессованные стеклотекстолитовые прокладки 6, имеющие полукольцевые вынемки в местах сопряжений с боковыми каналами катушки. Чтобы предохранить полукруглые прокладки от смещения вдоль оси машины, к первым нижним виткам обмотки у выхода из паза приклеяны упоры.

Пазовые дюралюминиевые клинья I, удерживающие обмотку в пазах, имеют заборные и выходные отверстия для охлаждающего газа, совпадающие с боковыми каналами, вырезерованными на катушках. Вдоль оси ротора эти клинья образуют семь групп входа и восемь групп выхода газа.

На рис. 39 показана схема вентиляции обмотки ротора.

Пазовая изоляция катушек выполнена из прессованного стеклополотна марки ПСИФ/ЭП. Витковая изоляция обмотки в пазовой части состоит из 9 слоев стеклополотна марки ПСИФ/ЭП толщиной 0,II мм, склеенных между собой и приклеенных к виткам лаком ЭРI-30 под давлением в горячем состоянии. Витковая изоляция лобовых частей обмотки выполнена из стеклотекстолита толщиной I мм.

Контактные кольца I4 (рис. 40) насажены в горячем состоянии на покрытую снаружи миканитом втулку I3. Контактор (втулка с кольцами) насажен за подшипником турбогенератора на вал ротора в горячем состоянии. Для улучшения условий токосъема на наружной поверхности контактных колец проточены винтовые канавки. Контактное кольцо и траверса охлаждаются двумя центробежными вентиляторами, установленными на валу ротора.

Соединение токоподводов в центральном отверстии с обмоткой, а также контактными кольцами выполнено при помощи гибких наборных медных посеребренных шин I5 и специальных токоведущих болтов 7,II, изолированных теплостойкой вулканизированной резиной.

Газоплотность ротора в зонах болтов обеспечивается резиновыми кольцами 6, надетыми на болты и скимаемыми гайками с наружной резьбой 4 через латунные шайбы 5.

Роторные бандажные кольца изготовлены из специальной немагнитной стали. Посадка их на ротор выполняется по двум вариантам.

По первому варианту (рис. 4I) каждое бандажное кольцо I имеет две горячие посадки: одну - на полуэластичное центрирующее кольцо 2 и другую - на центрирующую заточку бочки ротора. Между носиком кольца и центрирующей заточкой установлена изоляция из стеклотекстолитовых сегментов 9, препятствующих протеканию токов, находящихся на поверхности бочки ротора во время несимметричных режимов работы турбогенератора. Крайние пазовые клинья, на которые насаживаются бандажные кольца, изготовлены из фосфористой бронзы. Центрирующие кольца насажены на вал в горячем состоянии.

Бандажные кольца I, изготовленные по второму варианту (рис. 42), имеют только одну горячую посадку на бочку ротора. Крайние пазовые клинья, на которые насаживаются бандажные кольца, выполнены из специального сплава. От осевых перемещений бандажное кольцо удерживается гайкой 9, навинченной в горячем состоянии на носик кольца с наружной стороны. Гайка удерживается от осевых перемещений кольцевой шпонкой.

Для повышения термической стойкости торцов ротора от воздействия токов обратной последовательности установлены короткозамыкающие кольца 7 в виде двухслойных медных гребенок, образующих демпферную систему. Последние уложены внахлест на изоляцию лобовых частей обмотки. Зубья гребенок располагаются под клиньями в обмотанных и специальных пазах, вырезерованных в больших зубцах.

В обоих вариантах лобовые части обмотки изолированы от бандажных колец стеклотекстолитовыми сегментами 8.

С обеих сторон бочки ротора насажены ступицы двух пропеллерных вентиляторов, на которых установлено 58 лопаток.

Для установки балансировочных грузов на ступицах вентиляторов и центрирующих колец выточены специальные кольцевые канавки. Балансировочные грузы можно устанавливать также на больших зубцах ротора, где имеются специальные отверстия с резьбой.

Система вентиляции. Вентиляция турбогенератора замкнутая одноструйная вытяжная, при которой вентиляторы ротора отсасывают газ из зазора машины и нагнетают его через четыре вертикальных охладителя и радиальные каналы активной стали в зазор машины. В торцовых щитах турбогенератора имеются специальные коро-

ба для направления холодного газа в лобовые части обмотки ротора (рис. 43).

Начиная с 1971 г. ЛЭО "Электросила" выпускает турбогенераторы с тангенциальной системой вентиляции. В них пространство между корпусом и сердечником статора разделено перегородками на четыре отсека. Два отсека - холодного газа и два отсека - горячего газа. Зазор между статором и ротором перекрыт специальными перегородками. Лобовые части обмотки закрыты прокладками, установленными на кронштейнах. Холодный газ, проходя через вентиляционные каналы сердечника статора, попадает в вентиляционные каналы ротора, а оттуда выбрасывается через сердечник статора в отсеки горячего газа. Тангенциальная схема позволяет снизить температуру сердечника статора и ротора по сравнению с одноструйной системой вентиляции. На рис. 44 показана схема движения потоков газов.

Отвод потерь в турбогенераторе осуществляется четырьмя газоохладителями ОГП-300, встроенными в концевые части корпуса статора (рис. 45), по два в каждой части.

Газоохладитель выполнен из латунных трубок, оребренных специальной медной проволокой или специальными шайбами, по которым прокачивается дистиллированная вода.

Трубки развальцованы с обеих сторон в стальных трубных досках. К доскам приболчены водяные камеры, уплотненные резиной.

В верхней части газоохладитель через уплотняющие прокладки приболчен трубными досками к корпусу турбогенератора. В нижней части газоохладитель уплотняется сальниковыми уплотнениями, в которых замкнутый жгут теплостойкой резины 7 вдавливается в паз фланца 6 корпуса статора прижимными кольцами 8. Низ газоохладителя не связан с корпусом статора, что позволяет ему свободно расширяться по длине при колебаниях температуры, не нарушая газоплотности турбогенератора.

Для выпуска воздуха из газоохладителей при заполнении их водой и контроля за работой предусмотрены специальные трубки, проходящие сквозь одну из трубок каждого газоохладителя. Верхний конец такой трубки находится под верхней камерой, а нижний конец подведен к боковой стенке нижней камеры.

Опорные подшипники. Опорный подшипник турбогенератора со стороны турбины монтируется и поставляется турбинным заводом. Подшипник турбогенератора со стороны возбудителя стояночного типа имеет шаровой самоустанавливающийся вкладыш. Смазка подшипника принудительная.

На удлиненной части основания стояка подшипника установлена траверса для подвода тока возбуждения от выпрямительной установки к контактным кольцам ротора. Для разрыва цепи подшипниковых токов этот подшипник изолирован от фундамента и от всех маслопроводов. На стояке подшипника со стороны возбудителя установлен изолированный от корпуса щеткодержатель для щетки, которая используется при измерении сопротивления изоляции обмотки ротора.

Уплотнение вала ротора. Турбогенератор снабжен двухкамерными масляными торцовыми уплотнениями, в которых уплотняющий вкладыш I2 рабочей частью прижимается к упорному гребню (диску) I3 вала ротора (рис. 46).

Вкладыш может перемещаться вдоль оси машины, он уплотнен по отношению к корпусу уплотнения 5 маслостойкими резиновыми кольцами II.

Уплотнение между упорным гребнем ротора и баббитовой поверхностью вкладыша уплотнения обеспечивается масляной пленкой, создаваемой уплотняющим маслом.

Одна сторона корпуса уплотнения жестко крепится к наружному щиту, а другая - уплотняется сальниковым уплотнением I0, которое крепится к стулу опорного подшипника турбогенератора.

Для защиты турбогенератора от попадания в него уплотняющего масла в наружных щитах статора установлены маслоуловители I.

Рабочая баббитовая поверхность вкладыша уплотнения прижимается к упорному гребню вала ротора избыточным давлением газа внутри статора и давлением масла в специальной камере (камере прижимающего масла), образованной стенками корпуса и вкладыша уплотнения. Масло в камеру прижимающего масла подводится через патрубок. Давление этого масла регулируется автоматическим регулятором независимо от уплотняющего масла. Регулировка может быть произведена и вручную.

Уплотняющее масло под давлением, превышающим давление газа в турбогенераторе на 0,06-0,09 МПа (0,6-0,9 кгс/см$^2$), подается в камеру корпуса уплотнения, а оттуда через отверстия в корпусе уплотнения и во вкладыше поступает в кольцевую канавку, проточенную в баббитовой заливке вкладыша. Затем масло заполняет радиальные канавки и клиновые зазоры и, растекаясь в обе стороны от кольцевой ка-

навки, образует сплошную масляную пленку, которая препятствует утечке газа из корпуса турбогенератора.

Для контроля давления уплотняющего масла в обоих корпусах уплотнения предусмотрены штуцера, в которые ввертываются манометры.

Слив масла с водородной стороны уплотнений осуществляется через патрубок в нижней части корпуса уплотнения. С воздушной стороны уплотнений масло сливается в картер опорного подшипника.

Для предотвращения протекания подшипниковых токов корпус уплотнения вала и маслоуловитель со стороны возбудителя изолированы от наружного щита и маслопроводов.

Для контроля температуры баббита вкладышей в каждом из них имеется по четыре малогабаритных термометра сопротивления.

Система маслоснабжения турбогенератора (рис. 47). Источником маслоснабжения уплотнений вала служит масляный электронасос I типа МС-80м с электродвигателем переменного тока. Резервным источником маслоснабжения служат два маслонасоса МС-80м: один – с электродвигателем переменного, другой – с электродвигателем постоянного тока, которые включаются автоматически при снижении давления масла в напорном коллекторе. Контроль давления масла в напорном коллекторе осуществляет электроконтактный манометр.

После насосов масло попадает на маслоохладители 2 типа МОВ-I. Охлажденное масло поступает на уплотнение через два параллельно включенных фильтра: сетчатый 3 и масляный 4 типа 2ФМ-40М.

В системе имеется два аналогичных резервных масляных фильтра. Регулировка давления уплотняющего масла осуществляется регулятором 6 типа РПД-I4, который поддерживает постоянный перепад между давлением уплотняющего масла и газа в корпусе турбогенератора в пределах 0,05-0,09 МПа (0,5-0,9 кгс/см$^2$). Регулировка давления прижимающего масла осуществляется регулятором 7 типа РПМ-I, который поддерживает постоянное давление прижимающего масла в пределах 0,I8-0,2 МПа (I,8-2,0 кгс/см$^2$).

Масло, вытекающее из уплотнений в сторону водорода, стводится по трубопроводам в поплавковый гидрозатвор 5 типа ЗГ-500, левый сливной маслопровод перед входом в гидрозатвор имеет петлю 500 мм, чем устраняется влияние вентиляторов ротора. В гидрозатворе имеется труба с вентилем, через которую производится продувка газового объема, а также отбор газа. Большое сечение сливных труб, соединяющих гидрозатвор с уплотнениями, способствует выделению водорода из масла и возвращению его в корпус турбогенератора.

Гидрозатвор ЗГ-500 обеспечивает слив масла, предотвращая при этом выход водорода из корпуса турбогенератора через сливные маслопроводы. Он выполнен в виде бака, в который встроен регулятор уровня масла в баке. Сигнализация о предельных уровнях осуществляется электронным сигнализатором уровня типа ЭСУ, датчики которого встроены в корпус бака гидрозатвора.

Масло, вытекающее из уплотнений на сторону воздуха, отводится в общий сливной коллектор с маслом, сливающимся из опорного подшипника. Сливной коллектор имеет на длине 7-9 м расширенный участок и далее через гидравлическую петлю соединен со специальным отсеком масляного бака турбины.

Воздух и водород, выделившиеся из масла, в расширенном участке сливного коллектора через вытяжную трубу, выведенную выше крыши машинного зала, удаляются в атмосферу. Гидропетля ограничивает попадание водорода в маслобак. Вентиляция маслобака осуществляется центробежным вентилятором, который работает непрерывно.

Схемой предусмотрена установка демпферного бака 8. При переключениях насосов, неисправностях в схеме маслоснабжения демпферный бак обеспечивает питание уплотнений вала маслом. При этом уплотняющее масло подается помимо регулятора РПД-I4 с заданным перепадом, а прижимающее масло подается непосредственно через регулятор прижимного масла РПМ-I. Для контроля за уровнем масла в демпферном баке предусмотрены смотровые фланцы, а также сигнализация уровня масла в баке индуктивными указателями жидкости УЕИ. Вместимость бака позволяет в течение II-I2 мин работать уплотнениям нормально.

Для контроля давления масла у каждого насоса устанавливаются манометр со шкалой от 0 до 2,5 МПа (0 до 25 кгс/см$^2$) в напорной линии, мановакуумметр со шкалой 0,I МПа (I кгс/см$^2$) во всасывающей линии.

В схеме маслоснабжения предусмотрены манометры для измерения давления масла непосредственно в корпусах уплотнений вала, а также на выходе и входе регуляторов давления масла.

Система газового хозяйства (рис.48). Си-

стема предусматривает следующие операции:

1) заполнение турбогенератора водородом;

2) автоматический контроль чистоты водорода;

3) поддержание заданной чистоты водорода;

4) вытеснение водорода из корпуса статора и заполнение его воздухом.

Все операции по вытеснению водорода и воздуха из корпуса турбогенератора осуществляются углекислотой (азотом). Перед вскрытием турбогенератора углекислота (азот) вытесняется сжатым воздухом.

Газ вводится в корпус турбогенератора и удаляется из него через два коллектора, расположенные: один - снизу турбогенератора (углекислотный), другой - вверху (водородный). Через нижний коллектор вводится только углекислота (азот) как наиболее тяжелый газ. Вытесняемый при этом газ (водород или воздух) удаляется через верхний коллектор. Углекислота (азот) вытесняется введением газа (водорода или воздуха) через верхний коллектор.

Контроль давления водорода в корпусе турбогенератора осуществляется взрывобезопасным электроконтактным манометром ВЭ16РБ, шкала которого отградуирована от 0 до 0,6 МПа (от 0 до 6 кгс/см$^2$). Если давление газа в корпусе турбогенератора выше или ниже установленных пределов, подается сигнал.

Если подача водорода производится от баллонов, то давление его перед регулятором автоматической подпитки, установленным на посту газового управления (ШУ-200), поддерживается в пределах 0,8-1 МПа (8-10 кгс/см$^2$) при помощи редукторов высокого давления.

Контроль чистоты водорода осуществляется автоматически при помощи газоанализатора ТП-1120. Принцип действия газоанализатора основан на изменении теплопроводности газа в зависимости от его чистоты. От приемника газоанализатора ЭПВ-300, установленного на панели газового управления, импульсы подаются показывающему прибору, шкала которого отградуирована в процентах.

Восстановление чистоты водорода осуществляется продувкой корпуса турбогенератора чистым водородом. Операция продувки турбогенератора до требуемой чистоты водорода производится вручную.

Для осушения водорода, находящегося в корпусе турбогенератора, в системе устанавливается осушитель водорода.

После вытеснения водорода углекислотой (азотом) подача воздуха в турбогенератор производится через этот же осушитель. Во время работы турбогенератора на водороде магистраль подачи воздуха к осушителю должна быть отсоединена.

Наполнитель осушителя (силикагель) заменяется по мере необходимости. Для подачи сигнала о появлении жидкости (воды, масла) в корпусе турбогенератора установлен индуктивный указатель жидкости.

Все трубопроводы газового хозяйства выполняются из стальных цельнотянутых труб. Все фланцевые соединения газопровода уплотняются маслоупорной резиной или хлорвиниловым пластикатом.

Система водяного охлаждения обмотки статора (рис. 49). Охлаждение обмотки статора осуществляется по замкнутому циклу. Циркуляция дистиллята обеспечивается двумя центробежными электронасосами с двигателями переменного тока. Один из электронасосов I является резервным. Он включается автоматически при снижении давления конденсата ниже заданного.

На напорном коллекторе насосов установлен предохранительный клапан 8, который срабатывает при давлении выше 0,6 МПа (6,0 кгс/см$^2$) и перепускает дистиллят в линию всасывания насоса.

Для охлаждения дистиллята устанавливаются три теплообменника 2 типа ВВТ-I (два рабочих и один резервный). Схемой предусмотрено последовательное соединение любой пары теплообменников. Отвод тепла из них осуществляется дистиллятом по замкнутому циклу при помощи насосов. В резервный теплообменник сырая вода попадает при помощи насосов газоохладителей.

Для предохранения каналов обмотки от попадания инородных частиц установлены фильтры 3 типа ФВ-90, а от металлических частиц - магнитные фильтры 21 типа УФ-12.

Засоренность фильтров контролируется по перепаду на них давления дистиллята. За счет неплотности системы охлаждения обмотки дистиллят загрязняется газом. Очистка дистиллята от газа предусмотрена в расширительном баке 5, в который сливается нагретый в обмотке дистиллят. Расширительный бак пополняет утечки дистиллята из системы. Бак расположен на 2 м выше водяных коллекторов обмотки. Верхняя часть бака соединена со сливными трубопроводами циркуляционной воды конденсатора, благодаря чему в нем создается разрежение 0,003 МПа (300 мм рт.ст.) и выделяющийся газ удаля-

ется. Вакуум в баке может быть создан также при помощи водоструйного эжектора 6 типа ЭВ-I, который работает параллельно с линией, соединяющей расширительный бак со сливными трубопроводами циркуляционной воды конденсатора.

Из расширительного бака конденсат перекачивается насосом, и цикл повторяется.

Режим водяного охлаждения обмотки контролируется следующими приборами:

- рабочее давление насоса (перед теплообменником) - манометром со шкалой 0-I МПа (0-I0 кгс/см$^2$);

- низкое давление дистиллята - электроконтактным манометром II со шкалой 0-I МПа (0-I0 кгс/см$^2$), манометр установлен в месте входа конденсата в обмотку;

- аварийный расход дистиллята через обмотку - расходомером БНД;

- уменьшение расхода дистиллята - расходомером БНД,

- прекращение подачи дистиллята в обмотку - струйным реле I3 типа РСН-25;

- вакуум в расширительном баке - мановакуумметром;

- температура дистиллята на входе и выходе из обмотки статора и теплообменников - ртутными 9 и дистанционными I0 термометрами;

- температура дистиллята на выходе из обмотки - термосигнализаторами I4;

- состояние дистиллята - кондуктометром I2 типа СЭМС-0,2, датчик которого устанавливается на напорном трубопроводе;

- работа электронасосов - звуковой и световой сигнализацией.

Для контроля наличия водорода в дистилляте, охлаждающем обмотку статора, дренажные трубки (воздушники) из напорного и сливного коллекторов обмотки выведены под стеклянный колпак (отметка 6 м). Контроль водорода под колпаком производится автоматическим газоанализатором ТИП16.

Возбуждение турбогенератора. Возбудитель (рис. 50) представляет собой трехфазный синхронный генератор индукторного типа.

Корпус статора I сварной неразъемный. Сердечник статора 2 собран из сегментов, выштампованных из высоколегированной стали и покрытых изоляционным лаком. Сердечник собран и опрессован на клиньях. Сегменты собраны пакетами, разделенными между собой электротехническим картоном. Каждые три пакета, расположенные в середине статора, разделены вентиляционными каналами, которые образованы распорками, приклепанными к крайним сегментам пакета.

Вдоль оси активная сталь удерживается в сжатом состоянии нажимными кольцами 4 из немагнитной стали, которые стопорятся по отношению к клиньям шпонками.

В сегментах и нажимных кольцах выштампованы для обмотки возбуждения пазы, расположенные под углом 90$^0$ один к другому. Сквозь сердечник для его вентиляции проходят аксиальные каналы круглого сечения, расположенные в шахматном порядке на трех окружностях.

Под напором вентиляторов 6, установленных на концах ротора 7, холодный воздух проходит по аксиальным каналам и выбрасывается через радиальные каналы в середину статора.

В пазах статора уложены рабочая обмотка 8 и обмотка возбуждения. Рабочая трехфазная обмотка состоит из двух групп, выполненных из высокочастотного провода прямоугольного сечения. Соединение каждой группы - треугольник. Начало и конец каждой группы подведены к левой нижней доске выводов, а другой - к правой доске выводов.

Обмотки возбуждения уложены в четыре парных паза под углом 90$^0$ одна к другой. Последовательная обмотка 9 имеет четыре параллельные группы катушек, уложенные на две больших пазов. Ее шинные выводы расположены снизу корпуса статора со стороны привода и обозначены буквами $U_1$ и $U_2$. Сверху последовательной обмотки уложена независимая обмотка возбуждения I0, которая питается от подвозбудителя - синхронного генератора ГСП-4,5 с постоянными магнитами на роторе, соединенном при помощи торсионного валика с ротором возбудителя. Независимая обмотка возбуждения имеет две параллельные группы катушек. Концы каждой группы выведены наружу корпуса статора и имеют следующие обозначения: 1Ш1, 1Ш2, 2Ш1, 2Ш2.

Группа состоит из четырех последовательно соединенных катушек. Изоляция обмоток возбудителя-класса В.

Сердечник ротора собран на валу из цельных листов высоколегированной стали. Активная сталь удерживается в сжатом состоянии на валу нажимными кольцами из немагнитной стали, которые застопорены в осевом направлении разрезными кольцевыми шпонками и запорными кольцами. От смещения в тангенциальном направлении сердечник заклинен шпонкой.

Во избежание влияния вибрации ротора турбогенератора на работу возбудителя ротор пос-

леднего соединен с ротором турбогенератора посредством жесткой муфты специальным торсионным валиком, проходящим через центральное отверстие ротора возбудителя с односторонним зазором 5 мм.

Охлаждение воздуха, циркулирующего в возбудителе, происходит в четырех вертикально установленных воздухоохладителях II, встроенных в корпус статора.

Воздухоохладители охлаждаются дистиллятом.

Возбудитель имеет два стояковых подшипника I2 с принудительной циркуляцией масла от главного маслопровода турбин. Оба стояка изолированы от фундамента плиты, на которой расположены все части возбудителя. На этой же плите на специальной подставке установлен подвозбудитель I3. Подставка изолирована от плиты.

Система теплоконтроля. Контроль теплового состояния основных узлов и систем охлаждения турбогенератора и возбудителя производится термометрами сопротивления, подключенными к приборам. Контроль температуры масла в подшипниках, воды в газо- и воздухоохладителях дублируется ртутными термометрами. Приборы позволяют производить непрерывный автоматический контроль температуры подключенных точек, регистрировать ее, выдавать сигнал.

А. Контроль температуры обмотки статора. Температура обмотки статора измеряется термометрами сопротивления, заложенными под клин в каждом пазу. В турбогенераторах ранних выпусков термосопротивление устанавливалось со стороны возбудителя, а в турбогенераторах поздних выпусков – со стороны турбины.

Регистрация температуры автоматическая. При превышении температуры 75°С подается сигнал. Разность температур между показаниями любого из термосопротивлений не должна превышать 20°С.

Б. Определение температуры обмотки ротора. Превышение температуры обмотки ротора над температурой охлаждающего газа определяется по методу сопротивления по формуле

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1}(235 + t_1) + t_1 - t_2,$$

где $R_2$ – сопротивление обмотки ротора постоянному току в нагретом состоянии при температуре $t_2$, Ом;

$R_1$ – сопротивление обмотки ротора постоянному току в холодном состоянии при температуре $t_1$, Ом.

В. Контроль температуры стали статора. Температура активной стали статора измеряется термосопротивлениями, уложенными на дно пазов. Помимо автоматической регистрации температуры предусмотрена сигнализация при температуре активной стали выше 95°С.

Г. Контроль температуры газа. Температура холодного и горячего газа измеряется термосопротивлениями и ртутными термометрами, установленными в наружных щитах, камерах газоохладителей, корпусе статора. Температура холодного газа измеряется также термометрическими сигнализаторами, установленными на концевых частях турбогенератора.

Сигнализация предусмотрена при снижении температуры холодного газа ниже 20°С, при температуре холодного газа выше 40°С и температуре горячего газа выше 75°С.

Д. Контроль температуры дистиллята обмотки статора. Температура дистиллята измеряется на входе в обмотку и выходе из нее термосопротивлениями и ртутными термометрами. Помимо автоматической регистрации подается сигнал при температуре ниже 35°С и температуре выше 45°С для дистиллята на входе в обмотку и при температуре выше 85°С для дистиллята на выходе из обмотки.

Е. Контроль температуры на входе в газоохладители. Температура воды на входе в газоохладители измеряется термосопротивлением и ртутным термометром. Предусмотрена сигнализация при температуре воды ниже 25 и выше 33°С.

Ж. Контроль температуры вкладышей уплотнений. Температура баббита вкладышей уплотнений измеряется термосопротивлениями. Помимо автоматической регистрации температуры предусмотрена сигнализация при температуре баббита 75°С. При температуре баббита выше 80°С турбогенератор должен быть остановлен.

З. Контроль температуры масла на входе и сливе подшипников уплотнений. Температура масла на входе подшипников уплотнений измеряется ртутным термометром, на сливе – термосопротивлением и ртутным термометром. При температуре масла на сливе выше 65°С подается сигнал.

И. Контроль температуры активной стали и охлаждающего воздуха возбудителя. Температура активной стали статора измеряется термосопротивлениями. Предусмотрена сигнализация при температуре выше 95°С. Температура холодного и горячего воздуха измеряется термосопротивлениями и ртутными термометрами, установленными в камерах воздухоохладителей и корпусе возбудителя. Сигнализация работает при температуре холодного воздуха выше 75°С.

## УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел: Турбогенератор в сборе | Операция 55-01 | Предыдущая операция – | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лист I-I | Последующая операция 55-02 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Проверка инструмента, приспособлений и материалов перед ремонтом. Проверить оснастку перед ремонтом, транспортировать ее к ремонтной площадке | – | См. приложение 3 | – | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 32,0 |
| 2 | Проверить наличие, состояние и комплектность инструмента | – | См. приложение 2 | – | 5<br>4 | I<br>I | I6,0 |
| 3 | Проверить наличие основных, вспомогательных материалов, запасных частей | – | – | – | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел: Турбогенератор в сборе | Операция 55-02 | Предыдущая операция 55-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лист I-I | Последующая операция 55-03 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Подготовка ремонтных площадок. Согласовать размещение площадок для ремонта генератора с размещением площадок для ремонта турбины | – | План размещения деталей и узлов ремонтируемого оборудования | – | Руководитель ремонта | | – |
| 2 | Оборудовать ремонтные площадки приспособлениями и оснасткой (все присоединения к магистралям выполняются персоналом электростанции) | – | Стропы грузоподъемностью 5,0 и 0.5 т | – | 4<br>3<br>2 | I<br>I<br>2 | 64,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 55-03 | Предыдущая операция 55-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Турбогенератор в сборе | Лист I-I | Последующая операция 57-01 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции: Опрессовка корпуса статора, определение мест утечки<br>Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Заполнить турбогенератор фреоном в количестве, при котором давление в корпусе поднимается до 0,0015-0,0025 МПа (15-25 мм вод.ст.).<br>После введения фреона турбогенератор заполнить воздухом давлением до 0,25 МПа (4,5 кгс/см2) | – | Баллон для фреона, пост сжатого воздуха | Фреон I2 | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>I | 20,0 |
| 2 | Отсоединить водоводы от газоохладителей, замаркировать детали. Проверить закрытие всех вентилей на трубопроводах циркуляционной воды к газоохладителям и кранников в месте выпуска воздуха из газоохладителей | Клейма, ключи гаечные 24х27 мм, молоток слесарный | – | – | 4<br>2 | I<br>2 | I5,0 |
| 3 | Отыскать места течей при помощи мыльной пены и прибора ГТИ-3, проверяя все сварные швы, стыки, фланцы всех патрубков и задвижек, находящихся под давлением водорода. Проверить газоплотность выводов.<br>Контроль мастера | – | Прибор ГТИ-3, ведро, груша медицинская, кисть малярная<br>Приложение I2 | Мыло хозяйственное | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>2 | 30,0 |
| 4 | Снизить давление воздуха до 0,4 МПа (4 кгс/см2), количественно определить утечку воздуха | – | Манометр ртутный | – | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>I | 24,0 |
| 5 | Выпустить воздух из турбогенератора и устранить все места течей, оставляя только те дефекты, для устранения которых необходимо выполнить значительный объем работ | Ключи до 4I мм, ключ специальный для выводов (рис.5I) | Электросварочный агрегат постоянного тока, электросварочная оснастка, сосуд для эпоксидного клея | Эпоксидный клей | 6<br>5<br>3 | I<br>I<br>2 | I8,0 |
| 6 | Повторно количественно определить утечку воздуха (суточная утечка не должна превышать 1,5% газового объема статора при рабочем давлении) и выпустить воздух из турбогенератора.<br>Контроль шеф-мастера.<br>Контроль заказчика | – | Манометр ртутный | – | 5<br>4 | I<br>I | I2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 56-01 | Предыдущая операция 55-03 |
|---|---|---|
| Щеточный аппарат | Лист I-I | Последующая операция 56-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Снятие щеточного аппарата<br>Отсоединить от траверсы кабели питания ротора | Ключи гаечные 17х19, 22х27, 32х36 мм | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 5,0 |
| 2 | Снять кожух щеткодержательного аппарата и вынуть щетки. Замерить зазоры № 9, 10, 13 | - | Формуляр (рис. 52) | - | 4<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 3 | Отболтить траверсу от стояка подшипника и снять ее.<br>Контроль мастера | - | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 5,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 56-02 | Предыдущая операция 56-01 |
|---|---|---|
| Щеточный аппарат | Лист I-I | Последующая операция 57-01 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Проточка и шлифовка контактных колец<br>Проверить биение контактных колец.<br>Контроль шеф-инженера | - | Индикатор часовой | - | 6<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 2 | Установить суппорт и приспособление для проточки и шлифовки контактных колец | Ключи гаечные 17х19, 27х32 мм | Приспособление для проточки и шлифовки контактных колец | - | 5<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 3 | Произвести проточку и шлифовку контактных колец при вращении ротора турбогенератора валоповоротным устройством.<br>Контроль шеф-мастера | Резец проходной, шлифовальная шкурка | - | - | 6<br>2 | I<br>I | 24,0 |
| 4 | Проверить биение контактных колец. (Биение по индикатору не должно быть более 0,02 мм).<br>Контроль шеф-инженера | - | Индикатор часовой | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 5 | Снять приспособление для проточки и шлифовки контактных колец. | Ключи гаечные 17х19, 27х32 мм | - | - | 4<br>3 | I<br>I | 2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2
ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 56-03 | Предыдущая операция 56-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Щеточный аппарат | Лист I-I | Последующая операция 56-04 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Ремонт щеточного аппарата | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Продуть и очистить траверсу турбогенератора | | - | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый, сосуд для бензина, ванна для промывки, кисть волосяная | Бензин авиационный - I0 кг, миткаль длиной 5 м | 4<br>2 | I<br>I | I0,0 |
| 2 | Заменить дефектные детали щеткодержателей | | Ключи гаечные 9хII, I0хI2, I4хI7мм, отвертка | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 5,0 |
| 3 | Заменить изношенные щетки. Контроль шеф-мастера | | Ключ гаечный I0хI2 мм | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 5,0 |



Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2
ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 56-04 | Предыдущая операция 56-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Щеточный аппарат | Лист I-I | Последующая операция 57-06 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Установка щеточного аппарата | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Установить, отцентровать и закрепить траверсу | | Штангенциркуль, щуп пластинчатый №5, ключ гаечный I7хI9мм | Строп грузоподъемностью I,0т | - | 5<br>3 | I<br>I | 20,0 |
| 2 | Установить щетки и подсоединить кабели. Контроль шеф-мастера | | Ключ гаечный 24х27 мм | Динамометр | - | 5<br>3 | I<br>I | 8,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 57-01 | Предыдущая операция 55-03 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-I | Последующая операция 58-01 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч. |
| | Разборка масляных уплотнений вала (сторона турбины и контактных колец) | | | | | | |
| I | Снять сальниковые уплотнения вала ротора. Проверить наличие маркировки. При отсутствии маркировки нанести ее | Ключи гаечные I4xI7, I7xI9, 22x24 мм | Формуляр (см.рис.52) | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,0 |
| 2 | Отсоединить и разобрать маслопроводы уплотнения вала | Ключ гаечный I7xI9 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 3,0 |
| 3 | Измерить зазоры между корпусом и вкладышем уплотнения | Щуп пластинчатый № 5 | Формуляр (см.рис.52) | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 4 | Отвернуть и снять стопорный винт, устанавливаемый для предотвращения проворачивания вкладыша уплотнения | Отвертка | - | - | 3 | I | I,0 |
| 5 | Снять верхние половины корпусов уплотнений | Ключи гаечные 22x24, 27x30, 32x36 мм | Строп грузоподъемностью I,0 т | - | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 6,0 |
| 6 | Измерить зазоры масляных уплотнений и заполнить формуляр. Контроль шеф-инженера | Штангенциркуль, щупы пластинчатые № 2 и 5 | Формуляр (см.рис.52) | - | 5<br>3 | I<br>I | 3,0 |
| 7 | Разобрать и снять вкладыши масляных уплотнений и нижние половины корпусов уплотнений | Ключи гаечные 22x24, 27x30 мм | - | - | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 2I,0 |
| 8 | Измерить зазоры между валом ротора и маслоуловителем. Результаты записать в формуляр | Щуп пластинчатый № 5 | Формуляр (см.рис.52) | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 9 | Отболтить и снять маслоуловители. Контроль шеф-мастера | Ключ гаечный I7xI9 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,0 |

| Узел | Операция 57-02 | Предыдущая операция 57-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-2 | Последующая операция 57-04 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Проверить овальность и конусность внутренней поверхности корпусов масляных уплотнений. Овальность и конусность не должны превышать 0,5 мм при использовании уплотняющей резины толщиной I0 мм | Нутромер микрометрический | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 2,0 |
| 2 | Убедиться в чистоте рабочей поверхности корпусов уплотнений, в отсутствии рисок, следов коррозии, забоин, смещения одной половины корпуса относительно другой. Мелкие забоины удалить опиловкой и шабровкой | Шабер плоский, напильник личной | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 2,0 |
| 3 | Проверить радиальное биение рабочих поверхностей корпусов уплотнений. (Биение не должно превышать 0,25 мм для уплотнений с резиновыми уплотняющими кольцами) | - | Индикатор часовой | -<br>- | 5<br>4 | I<br>I | 2,0 |
| 4 | Пришабрить или притереть плоскости разъемов корпусов уплотнений. При этом в необжатом состоянии щуп 0,03 мм не должен входить в разъем на глубину более 5 мм. Разъемы проверить краской при перемещении одной половины корпуса относительно другой не более чем на 5 мм. Прилегание разъемов считать удовлетворительным, если на I $см^2$ поверхности разъема приходится четыре точки касания.<br>Контроль шеф-мастера | Щуп пластинчатый № 3, шабер плоский | - | Краска (берлинская лазурь, ультрамарин, газовая сажа)- 0,Iкг | 5<br>4 | I<br>I | I5,0 |
| 5 | Проверить состояние стопорного винта, устанавливаемого для предотвращения проворачивания вкладыша уплотнения | Метчики М6, М16, М20 | - | - | 5<br>4 | I<br>I | I,0 |
| 6 | Очистить поверхности корпусов уплотнений от грязи, окалины, металлических опилок стружек | Шабер плоский | Канистра для бензина | Бензин авиационный - I,0 кг, миткаль — 3 м | 5<br>4 | I<br>I | 5,0 |
| 7 | Проверить состояние центрирующего пояска вкладыша. Зазор между корпусом уплотнения и центрирующим пояском вкладыша должен быть 0,6-0,8 мм | Скоба измерительная до 600 мм, микрометрический нутромер до 600 мм шабер плоский, щуп пластинчатый № 5 | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 5,0 |
| 8 | Запилить тщательно риски, задиры и забоины на поверхности центрирующего пояска вкладыша | Шабер плоский | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 6,0 |
| 9 | Осмотреть канавки вкладыше под уплотняющие кольца. Измерить канавки и зазор между корпусом и вкладышем уплотнения.<br>Контроль шеф-мастера | Штангенциркуль измерительный до 600 мм, микрометрический микрометр до 600 мм | Формуляр (см.рис.52) | - | 5<br>4 | I<br>I | 2,0 |
| I0 | Проверить прилегание плоскостей разъема вкладыша и состояние установочных болтов. В необтянутом состоянии разъемов щуп 0,03 мм не должен проходить на глубину более 5 мм. После шабрения плоскостей разъемы проверять краской при перемещении одной половины вкладыша относительно другой не более чем на 5 мм. Прилегание разъемов считать удовлетворительным, если на I $см^2$ поверхностей разъема приходится четыре точки касания | Щуп пластинчатый № 3, шабер плоский | - | Краска (берлинская лазурь, ультрамарин, газовая сажа) - 0,I кг | 5<br>4 | I<br>I | I0,0 |
| II | Проверить вкладыш на отслоение баббита (вкладыш установить рабочей поверхностью на мягкую листовую резину, нагрузить дополнительной нагрузкой 30-50 кг, стык баббита и тела вкладыша покрыть меловой суспензией, дать ей высохнуть, залить керосин в маслораздающие отверстия, керосин на стыке металлов не должен выступать) | - | Канистра для керосина, сосуд для проверки на отслоение баббита вкладыша, груз 30-50 кг | Керосин - 5 кг, мел - 0,I кг, резина листовая (толщиной 6 мм) - 5 кг (ГОСТ 7338-65) | 5<br>4 | I<br>I | 9,0 |
| I2 | Проверить рабочую поверхность вкладыша. Поверхность должна быть чистой. Проверить правильность формы разделки, убедиться в отсутствии вымывания баббита.<br>Контроль шеф-мастера | - | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 2,0 |
| I3 | Изготовить пластикатовые прокладки | Нож монтерский, молоток слесарный | Просечка | Пластикат кабельный (толщиной 2-4 мм) - 30 кг | 5<br>4 | I<br>I | 8,0 |
| I4 | Изготовить резиновые уплотняющие кольца из шприцованного круглого резинового шнура | Нож монтерский, штангенциркуль | - | Резина I4Р-2, (диаметром I0 мм) - 2кг, ТУ-УТ I0I4-59 | 5<br>4 | I<br>I | I,0 |
| I5 | Изготовить пружины по шесть-восемь витков из стальной пружинной проволоки на оправке | Тиски, плоскогубцы обыкновенные | Оправка диаметром 2-3 мм | Стальная пружинная проволока (диаметром 0,3-0,5 мм)- 0,2 кг | 5<br>4 | I<br>I | 5,0 |
| I6 | Произвести ремонт болтов и гаек. Осмотреть и при необходимости изготовить новые изоляционные детали (втулки, шайбы).<br>Контроль мастера | - | - | Текстолит, гетинакс или стеклотекстолит - 2 кг | 5<br>4 | I<br>I | I0,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 57-03 | Предыдущая операция 57-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-I | Последующая операция 58-04 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Ремонт маслоуловителей | | | | | | |
| I | Извлечь старые ножи из канавок и канавки зачистить от забоин | Молоток слесарный, плоскогубцы обыкновенные, шабер плоский | - | - | 4<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 2 | Вставить в канавку новые полукольца, которне осадить до дна канавки и зачеканить | Молоток деревянный, молоток слесарный, зубило слесарное | - | Латунь Л62 (толщиной 2,0 мм) - 8 кг | 4<br>2 | I<br>I | I2,0 |
| 3 | Опилить выступающие над плоскостью разъема ножи | Напильники личные | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 4 | Соединить половинки маслоуловителя. Ножи расточить под размер диаметра вала и снять фаски. С одной установки проточить дочиста торцовую плоскость фланца маслоуловителей | Ключ гаечный I9x22 мм | - | - | 4<br>2 | I<br>I | I6,0 |
| 5 | Довести до окончательных размеров ножи маслоуловителей. Обработать их шабером | Шабер плоский | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 6 | Проверить прилегание разъемов маслоуловителей щупом 0,03 мм. При наличии зазора плоскости разъемов пришабрить | Шабер плоский, щуп пластинчатый № 3 | - | - | 4<br>2 | I<br>I | I6,0 |
| 7 | Изготовить электрокартонные (или паронитовые) прокладки, устанавливаемые при креплении маслоуловителей к торцовым щитам | Нож монтерский | Просечка | Электрокартон (толщиной I-2 мм) - 5 кг | 4<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 8 | Произвести оттяжку ножей маслоуловителей путем расклепывания их концов на оправке при незначительном отклонении зазоров от норм в сторону увеличения.<br>Контроль шеф-мастера | Молоток слесарный | Оправка для оттяжки ножей | - | 4<br>3 | I<br>I | I0,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 57-04 | Предыдущая операция 57-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-I | Последующая операция 57-06 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Ремонт вкладышей уплотнений вала | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Проточить центрирующий поясок вкладыша уплотнения, если зазор между корпусом и центрирующим пояском вкладыша меньше 0,6мм. Вкладыш установить на станке с точностью до 0,3 мм по окружности и до 0,05 мм по торцу. Отцентровать вкладыш по диаметру 527 мм и по торцу баббитовой поверхности. Центрирующий поясок обрабатывать с чистотой не ниже 7-го класса | - | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 5,0 |
| 2 | Механические повреждения поверхности баббита вкладыша, глубокие кольцевые риски, зазоры устранить проточкой на глубину повреждения | - | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 5,0 |
| 3 | При вымывании баббита произвести заварку образовавшихся канавок баббитом Б83 с последующей механической обработкой. Разделить кольцевую канавку перегородками (если их не было) в виде пробок из баббита или оловянно-свинцового припоя | - | - | Баббит Б83 или припой ПОС40 - 0,2 кг | 5<br>4 | I<br>I | 30,0 |
| 4 | При отслоении баббита вкладыша или значительных подплавлениях и изменении структуры баббита не большую глубину вкладыш перезалить.<br>Контроль шеф-мастера | - | Форма для заливки баббита | Баббит Б83 - 30 кг | 5<br>4 | I<br>I | 30,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 57-05 | Предыдущая операция 57-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-I | Последующая операция 63-01 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Ремонт газовой системы, арматуры, испытание на газоплотность | | | | | | |
| I | Снять и проверить на газоплотность вентили газового хозяйства. У неисправных вентилей заменить фторопластовые прокладки | Ключи гаечные I7xI9, 22x24, 24x27, 50x55 мм | Гидропресс, патрубок с вентилем и манометром | Фторопласт - 2 кг | 4<br>3 | I<br>I | 32,0 |
| 2 | Разобрать и очистить газоосушитель, заменить силикагель, собрать газоосушитель | Ключи гаечные 24x27, I2xI4, I7xI9 мм | - | Силикагель - 30 кг | 4<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 3 | Продуть газопроводы и газовые коллекторы паром | Ключи гаечные I7xI9, 22x24 мм | Пост пара, шланг резиновый для подачи пара | - | 4<br>3 | I<br>I | I0,0 |
| 4 | Произвести осмотр и ремонт указателя уровня жидкости и контрольно-измерительной аппаратуры | Ключи гаечные I7xI9, 22x24 мм | - | - | 4<br>3 | I<br>I | 5,0 |
| 5 | Установить отремонтированные вентили | Ключи гаечные I7xI9, 22x24 мм | - | - | 4<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 6 | Спрессовать газовую систему давлением 0,4 МПа (4 кгс/см$^2$), отыскать места течей при помощи мыльной воды и устранить все повреждения.<br>Контроль мастера | - | Пост сжатого воздуха, сосуд с мыльной водой, кисть волосяная (см. приложение I2) | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 57-06 | Предыдущая операция 58-04 |
|---|---|---|
| Масляные уплотнения вала ротора | Лист I-I | Последующая операция 63-0I |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Сборка масляных уплотнений вала | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Установить и отцентровать нижние половины корпусов уплотнений. Со стороны возбудителя установить пластинчатую прокладку и спаять стык | | Ключи гаечные 22х24, 27х30, 32х36 мм | Строп грузоподъемностью 0,I т, паяльная лампа, канистра на 20 л | Бензин - 3 л, миткаль - Iм | 6<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 2 | Собрать вкладыши | | Набор ключей | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 3 | Проверить баббитовую поверхность вкладышей по упорному гребню | | - | Коробка для краски | Краска (берлинская лазурь, ультрамарин, газовая сажа) - 0,05 кг | 6<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 4 | В канавки вкладышей заложить уплотняющий шнур, проверить осевое положение вкладышей, установить термодатчики | | Штангенциркуль, нож монтерский | - | Резина I4Р-2 (диаметром 8-I0 мм) - 2 кг | 6<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 5 | Установить длину стопорного винта, предотвращающего осевое смещение вкладыша уплотнения | | Штангенциркуль | - | - | 6<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 6 | В канавках корпусов уплотнений подогнать и приклеить резиновые прокладки | | Нож монтерский | Сосуд для клея | Резина I4Р-2, клей № 88 | 6<br>3 | I<br>I | 2,0 |
| 7 | Установить верхние половины корпусов уплотнений. Сболтить горизонтальные разъемы | | Комплект ключей | Канистра | Эмаль ГФ-92ХС - 0,I кг, толуол - 0,I кг | 6<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 8 | Приболтить верхние половины корпусов уплотнений к наружным щитам. Измерить зазор между вкладышем и корпусом | | Щуп пластинчатый № 5 | Строп грузоподъемностью 0,3 т | - | 6<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 9 | Приболтить маслопроводы | | Ключ гаечный I7хI9 мм | - | - | 3 | 2 | 5,0 |
| I0 | Установить и приболтить сальниковые уплотнения. Перед установкой их верхних половин поджать стальные кольца в шлицах, предотвращая тем самым их выпадение.<br>Контроль шеф-мастера | | Ключи гаечные I4хI7, I7хI9, 22х24 мм | - | - | 6<br>3 | I<br>I | 6,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 58-01 | Предыдущая операция 57-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Торцовые щиты | Лист I-I | Последующая операция 58-02 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Снятие верхних половин торцовых щитов (сторона турбины и контактных колец) | | | | | | |
| I | Вскрыть люки торцовых щитов, замерить сопротивление изоляции верхних половин диффузоров и отболтить их от щита. Проверить маркировку | Ключи гаечные 27х30, 32х36, 22х24 мм, отвертка | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 2 | Разболтить верхние половины торцовых щитов и удалить призонные болты | Ключи "Звездочка" 55 и 65 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>2 | 24,0 |
| 3 | Приподнять краном и отодвинуть на I0 мм от фланца статора верхнюю половину щита | Ломики | Стержень диаметром 38 мм, строп грузоподъемностью 5 т | - | 5<br>2 | I<br>2 | 3,0 |
| 4 | Застропить верхнюю половину щита и транспортировать ее на ремонтную площадку | - | Потля для транспортировки щита (рис. 53) | - | 5<br>2 | I<br>2 | I,5 |
| 5 | Замерить зазоры диффузоров и результаты занести в формуляр.<br>Контроль шеф-мастера | Щуп пластинчатый, штангенциркуль | Формуляр (см.рис. 52) | - | 6 | I | 3,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 58-02 | Предыдущая операция 58-01 |
|---|---|---|
| Торцовые щиты | Лист 1-1 | Последующая операция 62-01 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Снятие нижних половин торцовых щитов | | | | | | |
| 1 | Снять верхние половины диффузоров | Ключ гаечный 22х24 мм | Строп грузоподъемностью 0,5 т | - | 5<br>3 | 1<br>1 | 2,0 |
| 2 | Разболтить нижние половины торцовых щитов, крепящие щит к корпусу, оставить неотвернутыми по четыре болта на каждой половине щитов | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 3,0 |
| 3 | Ввернуть в нижнюю половину щита три отжимных болта и отжать щит на 5 мм от торца корпуса турбогенератора | Ключ гаечный 27х30 мм | Болты отжимные М20х90 | - | 3<br>2 | 1<br>1 | 1,0 |
| 4 | Установить на щит приспособление для кантовки щита и прикрепить его болтами к щиту | Ключ "Звездочка" 55 мм | Приспособление для кантовки щита (рис. 54), строп грузоподъемностью 0,5 т | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 3,0 |
| 5 | Прикрепить восемь держателей болтами М20 к корпусу статора | Ключ гаечный 27х30 мм | Держатели (рис.55) | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 2,0 |
| 6 | Застропить щит и подвесить его на двух гаках крана | - | Строп грузоподъемностью 2,5 т | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 0,5 |
| 7 | Вывернуть оставшиеся четыре болта, крепящие щит к корпусу | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 3<br>2 | 1<br>1 | 0,5 |
| 8 | При помощи крана повернуть щит так, чтобы он оказался вверху | - | Строп грузоподъемностью 2,5 т | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 3,0 |
| 9 | Прикрепить приспособление (внешнее полукольцо) для кантовки щитов к торцу статора | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 2,0 |
| 10 | Снять держатели, застропить и освободить от приспособления щит | Ключ гаечный 27х30мм, ключ "Звездочка"55мм | - | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 2,0 |
| 11 | Снять щит и транспортировать его на рабочую площадку | Ключ "Звездочка"55мм | Строп грузоподъемностью 5 т, петля для транспортировки щита (см. рис. 53) | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 1,5 |
| 12 | Освободить и снять приспособление (внешнее полукольцо) для кантовки щита.<br>Контроль шеф-мастера | Ключ "Звездочка"55мм | Строп грузоподъемностью 0,5 т | - | 5<br>3<br>2 | 1<br>1<br>1 | 1,5 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел: Торцовые щиты | Операция 58-03 | Предыдущая операция 58-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Лист 1-1** | Последующая операция 61-12 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: разряд | Состав звена: количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Ремонт торцовых щитов с изготовлением прокладок | | | | | | |
| 1 | Очистить торцовые щиты и канавки вертикального разъема торцовых щитов тряпкой, смоченной в авиационном бензине | – | Канистра вместимостью 20 л | Бензин авиационный – 5 кг, микель 1 л | 4<br>2 | 1<br>1 | 10,0 |
| 2 | Очистить резиновый уплотнительный шнур тряпкой, смоченной в авиационном бензине | – | Канистра вместимостью 20 л | Бензин авиационный – 1 кг, микель – 1 м, шнур резиновый сечением 12х12 мм² (ГОСТ 6467-69) – 10 кг | 4<br>2 | 1<br>1 | 2,0 |
| 3 | Покрыть дно канавки и одну сторону резинового уплотнительного шнура тонким слоем клея № 88 и дать подсохнуть в течение 15 мин | – | Кисть волосяная | Клей № 88 – 0,5кг | 4 | 1 | 0,5 |
| 4 | Уложить резиновый уплотнительный шнур в канавку и прижать тяжелым предметом, выдержать его на воздухе в течение 2 ч. Резиновый уплотнительный шнур усилием от руки не должен отгибаться. Выступающие за разъем концы шнура должны быть длиной 50мм | Нож монтерский | Груз массой 10-15 кг | – | 4<br>3 | 1<br>1 | 2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 58-04 | Предыдущая операция 60-12 |
|---|---|---|
| Торцовые щиты | Лист 1-2 | Последующая операция 57-06 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Установка наружных щитов, диффузоров и маслоуловителей. Электрические испытания | | | | | | |
| 1 | Обрезать концы уплотнительного шнура вертикального разъема нижней половины щита, оставляя выступ длиной 10 мм от горизонтального разъема; в нижнюю половину щита ввернуть три отжимных болта с выступом в 5 мм от вертикального разъема | Нож монтерский, ключ гаечный 24х27мм | - | - | 5<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | 1,5 |
| 2 | Установить приспособление для кантовки щита и прикрепить его держателями и двумя болтами М36 к корпусу турбогенератора | Ключ "Звездочка" 55 мм, ключ гаечный 27х30 мм | Приспособление для кантовки щита (см.рис. 54 и рис. 56, 57), держатели, (рис.55), строп грузоподъемностью 0,5 т | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 2,0 |
| 3 | Установить нижнюю половину щита на приспособление для поворачивания щита, прикрепить его к корпусу статора держателями и к приспособлению двумя болтами М36 | Ключ "Звездочка" 55 мм, ключ гаечный 27х30 мм, домкрат | Строп грузоподъемностью 0,5 т , держатели, петля для транспортировки щита | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 4,0 |
| 4 | При помощи крана повернуть щит в нижнее положение | Ключ гаечный 27х30 мм, ключ "Звездочка" 55 мм | Стропы грузоподъемностью 2,5 т , скоба поворачивания щита | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 2,0 |
| 5 | Установить все болты, закрепляющие вертикальный разъем нижней половины щита | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 2,0 |
| 6 | Снять приспособление для кантовки щита | Ключ гаечный 27х30 мм, ключ "Звездочка" 55 мм | Строп грузоподъемностью 0,5 т | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 2,0 |
| 7 | Нижнюю половину щита придвинуть болтами к корпусу турбогенератора до соприкосновения с ним уплотнительного шнура с зазором по всему периметру, равным 3 мм | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 4,0 |
| 8 | Установить маслоуловители на электрокартонной или паронитовой прокладке, на которую нанесена сетка змеек. Отцентровать | Ключ гаечный 17х19 мм, щуп пластинчатый | Мегомметр 1000 В | Электрокартон или паронит - 2 кг | 5<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | 24,0 |

| Узел | Операция 58-04 | Предыдущая операция 60-12 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Торцовые щиты | Лист 2-2 | Последующая операция 57-06 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции | Установка наружных щитов, диффузоров и маслоуловителей. Электрические контакты | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена | | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Разряд | Количество чел. | |
| | Содержание операции | | | | | | | |
| | маслоуловители. Маслоуловители устанавливаются и центрируются после центровки ротора агрегата. Замерить сопротивление изоляции маслоуловителя со стороны возбудителя | | | | | | | |
| 9 | Установить верхнюю половину диффузора. Прикрепить ее к нижней половине диффузора болтами через текстолитовую прокладку толщиной 2 мм, пропитанную эмалью. Болты должны быть изолированы от диффузора бакелитовыми втулками диаметром 16,5/20,5 мм, длиной 40 мм и текстолитовыми шайбами диаметром 21/38 мм, толщиной 4 мм. Замерить сопротивление изоляции диффузора | Ключи гаечные 27х30, 32х36, 22х24 мм, зубило слесарное | Строп грузоподъемностью 0,2 т мегомметр 1000 В | Эмаль ГФ-92ХК - 0,1 кг | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 8,0 |
| 10 | Обрезать концы уплотнительного шнура вертикального разъема верхней половины щита, ввернуть два отжимных болта с выступом 5 мм в горизонтальный фланец верхней половины щита | Ключ гаечный 24х27 мм, нож монтерский | - | - | 4<br>3 | I<br>I | 2,0 |
| II | Установить верхнюю половину щита на нижнюю | Ключ "Звездочка" 55 мм | Строп грузоподъемностью 5 т, петля для транспортировки щита диаметром 38 мм (см. рис. 53) | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 4,0 |
| I2 | Установить контрольные шпильки горизонтального разъема | - | - | - | 5<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | 2,0 |
| I3 | Установить все болты горизонтального и вертикального разъемов | Ключи "Звездочка" 55 и 56 мм | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 4,0 |
| I4 | Придвинуть к корпусу турбогенераторе верхнюю половину щита болтами, установливая зазор 3 мм по всему периметру | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 8,0 |
| I5 | Завернуть болты горизонтального, затем вертикального разъемов, начиная с болтов по вертикальной плоскости и постепенно приближаясь к болтам по горизонтальной плоскости | Ключ "Звездочка" 55 мм | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 16,0 |
| I6 | Завернуть болты, крепящие нижнюю половину диффузора к щиту, и завернуть болты, крепящие верхнюю половину маслоуловителей к щиту | Ключи гаечные 27х30, 32х36, 22х24 мм, отвертка обыкновенная | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 8,0 |
| I7 | Обрезать конец уплотнительного шнура горизонтального разъема с выступом за щит на 3 мм.<br>Контроль мастера | Нож монтерский | - | - | 3 | I | 0,5 |
| I8 | Произвести электрические испытания обмотки статора | - | - | - | Выполняет персонал электрической лаборатории электростанции | | 8,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 59-01 | Предыдущая операция 55-03 |
|---|---|---|
| Газоохладители | Лист I-I | Последующая операция 59-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Выемка газоохладителя | | | | | | |
| I | Отболтить прижимные кольца и вынуть уплотняющую резину | Ключ гаечный 22х24 мм | См. рис. 45 | - | 5<br>3 | I<br>I | 3,0 |
| 2 | Отболтить верхнюю часть газоохладителя от корпуса статора | Ключ гаечный 22х24 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,5 |
| 3 | Завернуть рым, застропить и вынуть газоохладитель | - | Рым-болт, строп грузоподъемностью 2 т | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,5 |
| 4 | При помощи специальной тележки уложить газоохладитель горизонтально на шпалы | - | Тележка (рис. 58) | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 59-02 | Предыдущая операция 59-01 |
|---|---|---|
| Газоохладители | Лист I-I | Последующая операция 6I-I2 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ремонт газоохладителей | | | | | | |
| I | Разболтить и снять торцовые камеры газоохладителей | Ключи гаечные I7xI9, 22x24, 27x30 мм | - | - | 3<br>2 | I<br>I | 24,0 |
| 2 | Очистить газоохладители от ржавчины и масла. При необходимости чистку производить паром | Шабер плоский | Ерш | - | 3<br>2 | I<br>I | 50,0 |
| 3 | Изготовить и установить новые прокладки вместо дефектных, установить торцовые камеры | Нож монтерский | Просечки диаметром I2, I6, 22 мм | Резина листовая (толщиной 5-6 мм, ГОСТ 7338-65) - 50 кг | 3<br>2 | I<br>I | I8,0 |
| 4 | Опрессовать газоохладители давлением воды 0,5 МПа (5,0 кгс/см2) в течение 30мин. При наличии течи соответствующие трубки газоохладителей заглушить с обеих сторон конусной пробкой. Газоохладитель допускается оставить в эксплуатации, если количество заглушенных трубок не превышает I5% на одну секцию | - | Гидравлический пресс давлением до I0 кгс/см2, шланг резиновый ($D_y$ I7 мм) - 30 м, патрубки для опрессовки с манометром и вентилем, пробки стальные для дефектных трубок | - | 3 | I | 24,0 |
| 5 | Заменить дефектные (порванные или разбухшие) резиновые прокладки, отделяющие зоны горячего и холодного газа.<br>Контроль шеф-мастера | - | - | Резина листовая (толщиной 4-5 мм, ГОСТ 7338-65) - 30 кг | 3<br>2 | I<br>I | I2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 59-03 | Предыдущая операция 59-0I |
|---|---|---|
| Газоохладители | Лист I-I | Последующая операция 6I-I3 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Установка газоохладителей<br>Изготовить новые резиновые прокладки | Нож монтерский | Просечки диаметром I2, I6 мм | Резина листовая (толщиной I0 мм, ГОСТ I7338-65) - 50 кг | 3<br>2 | I<br>I | 20,0 |
| 2 | Поднять газоохладитель в вертикальное положение | - | Тележка для кантовки газоохладителей (см. рис. 58), строп грузоподъемностью 2,0 т | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| 3 | Опустить газоохладитель в камеру и перед окончательной установкой надеть на фланец прижимное кольцо | Ломик, молоток слесарный | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,5 |
| 4 | Опустить полностью газоохладитель и заболтить его верхнюю часть | Ключи гаечные I7xI9, 22x24, 27x30 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 7,5 |
| 5 | Уплотнить газоохладитель при помощи прижимного кольца | - | - | Резина I4Р-2 (диаметром I0 мм) - 3 кг | 3 | I | I,0 |
| 6 | Соединить фланец газоохладителя с водоподводом | Ключ гаечный 22x24 мм | - | - | 3 | I | 5,0 |
| 7 | Подсоединить дренажную трубку для выпуска воздуха из газоохладителя | Ключи гаечные I7xI9, 22x24 мм | - | - | 3 | I | 5,0 |
| 8 | Установить второй газоохладитель с противоположного конца (см. переходы с 3 по 7). Оставшиеся два газоохладителя установить после сборки торцовых щитов.<br>Контроль шеф-мастера | Ключи гаечные 7xI9, 22x24, 27x30мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 22,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-01 | Предыдущая операция 57-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист 1-1 | Последующая операция 58-02 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Шлифовка упорных гребней вала ротора (сторона турбины и контактных колец) | | | | | | |
| 1 | Измерить биение упорных гребней вала ротора | - | Индикаторы часовые (рис. 59) | - | 6<br>3 | 1<br>1 | 3,0 |
| 2 | Установить суппорт и приспособление для шлифовки упорных гребней вала | Ключи гаечные 17х19, 27х31 мм | - | - | 5<br>2 | 1<br>1 | 6,0 |
| 3 | Произвести шлифовку упорных гребней вала при вращении ротора валоповоротным устройством турбоагрегата | - | Приспособление для шлифования упорного диска вала ротора | - | 5<br>2 | 1<br>1 | 30,0 |
| 4 | Проверить конусность рабочей поверхности упорных гребней после шлифовки по линейке и щупу и биение по индикатору. Конусность не должна превышать 0,03мм, биение не должно быть более 0,03 мм. Контроль шеф-инженера и мастера | Линейка, щуп пластинчатый | Индикатор часовой | - | 5<br>2 | 1<br>1 | 3,0 |
| 5 | Снять суппорт и приспособление | Ключи гаечные 17х19, 27х32 мм | - | - | 5<br>2 | 1<br>1 | 2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-02 | Предыдущая операция 62-01 |
|---|---|---|
| Ротор | Лист I-2 | Последующая операция 60-03 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Подготовка к выводу и вывод ротора | | | | | | |
| I | Проверить маркировку лопаток и шпилек вентилятора со стороны турбины, расшплинтовать лопатки вентилятора | Клейма, ключи гаечные 17х19, 24х27 мм, плоскогубцы простые, молоток слесарный | Медная выколотка | - | 5<br>3 | I<br>I | II,0 |
| 2 | Установить подвеску или балку № 50 со стороны возбудителя, поднять ротор краном, положить на балку дополнительные прокладки, опустить ротор на балку или подвеску, выкатить вкладыш подшипника со стороны возбудителя, вывести стул подшипника, отметить положение прокладок подстуловой изоляции | - | Рис.60, стропы грузоподъемностью 2,0 и 15,0 т, подвеска или двутавровая балка № 50, прокладки алюминиевые | - | 6<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | II,0 |
| 3 | Уложить в расточке статора резиновый лист толщиной 5 мм, а поверх него - стальной корытообразный лист | - | Лист стальной корытообразный | Резина листовая толщиной 5 мм (ГОСТ 7338-65) - 40 кг | 4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 2,0 |
| 4 | Установить рельсовый путь строго по оси ротора, без уклона | - | Рельсы | - | 3 | 2 | I,0 |
| 5 | Установить на валу ротора подставку тележки, собрать тележку на стороне контактных колец. Опустить ротор на тележку, снять подвеску (удалить балку) | - | Тележка наружная | - | 3 | 2 | 2,0 |
| 6 | Укрепить на роторе тележку со стороны турбины, а со стороны контактных колец прикрепить таль к тележке | Ключи гаечные 22х27, 32х36, 41х46 мм | Тележка внутренняя, таль грузоподъемностью 5,0т | - | 6<br>3 | I<br>3 | I3.0 |
| 7 | Поднять большим гаком ротор со стороны турбины, а малым гаком удалить нижнюю половину вкладыша подшипника. Талью сдвинуть ротор так, чтобы полумуфта совпала с серединой или ребром картера подшипника. Опустить ротор полумуфтой на прокладку в картере подшипника | - | Стропы грузоподъемностью 15,0 I,0 и 0,5 т | - | 6<br>3 | I<br>3 | 4,0 |
| 8 | Установить штуцер (удлинитель вала).<br>**Примечание. Если тележка со стороны турбины устанавливается непосредственно у ступицы вентилятора, то операция** выполняется без перехода 5. | Ключ гаечный 65х70 мм | Штуцер, строп грузоподъемностью I,0 т | - | 6<br>3 | I<br>I | 2,0 |

| Узел | Операция 60-02 | Предыдущая операция 62-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист 2-2 | Последующая операция 60-03 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Подготовка к выводу и вывод ротора | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| 9 | Застропить ротор за штуцер. При помощи тали и крана выводить ротор из статора до тех пор, пока тележка со стороны турбины не станет на лист. Опустить ротор тележкой на лист. Снять штуцер | | Ключ гаечный 65х70 мм | Стропы грузоподъемностью 15,0 и 1,0 т | - | 6<br>3 | I<br>3 | 3,0 |
| 10 | Застропить ротор со стороны контактных колец. При помощи тали и крана вывести ротор до выхода центра тяжести ротора за пределы статора | | - | Строп грузоподъемностью 15,0т | - | 6<br>3 | I<br>3 | 2,0 |
| 11 | Установить рейки и обернуть их транспортерной лентой. Застропить ротор | | - | Уровень контрольный. Рейки деревянные, строп грузоподъемностью 20,0т | Лента транспортерная | 6<br>4<br>3 | I<br>I<br>2 | 2,0 |
| 12 | Вывести ротор краном из расточки статора и установить его на ремонтной площадке. Снять тележки. Закрыть ротор чистым брезентом | | - | Опоры под шейки ротора | Солидол - I кг, электрокартон (толщиной 0,5 мм) - 0,5 кг, брезент | 6<br>4<br>3 | I<br>I<br>2 | I3,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-03 | Предыдущая операция 60-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-08 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Проверка общего состояния ротора до его ремонта | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Продуть сжатым воздухом и протереть ротор турбогенератора | | – | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм)-30м, сосуд для промывки, канистра вместимостью 20л для бензина, сосуд для спирта | Бензин авиационный 20л, спирт-ректификат – 3л, миткаль – 5м | 3 | I | I,0 |
| 2 | Испытать изоляцию обмотки ротора | | – | Мегомметр I000В, см. приложение 4 | – | 4 | I | I,0 |
| 3 | Проверить продуваемость вентиляционных каналов обмотки ротора воздухом | | – | Приспособление для контроля продуваемости цепей ротора, приложение I3 | – | 3<br>2 | 2<br>4 | I22,0 |
| 4 | Проверить состояние пазовых клиньев | | Молоток слесарный | – | – | 6 | I | 8,0 |
| 5 | Осмотреть (доступную) поверхность бандажных колец (без их съема) | | – | – | – | 6 | I | I,0 |
| 6 | Замерить зазоры на окружности между торцом носика бандажного кольца и торцом бочки ротора | | Щуп пластинчатый № 5 | – | – | 6 | I | 0,5 |
| 7 | Зачистить Z-образные перемычки и шейки вала ротора | | – | – | Шкурка наждачная – 2 м² | 3 | 2 | 8,0 |
| 8 | Осмотреть и проверить состояние центрирующих колец ротора, обращая особое внимание на Z-образные перемычки | | – | – | – | 6 | I | 0,5 |
| 9 | Осмотреть ступицу вентилятора со стороны турбины и вентилятор со стороны контактных колец | | – | – | – | 6 | I | I,0 |
| I0 | Проверить ротор на газоплотность | | Ключ гаечный I7xI9 мм | Приспособление для опрессовки ротора, приложение I4, пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм) – 30м, осушитель, баллон с фреоном, прибор ГТИ-3 | – | 6<br>3 | I<br>I | 6,0 |
| II | Проверить качество посадки контактных колец простукиванием. О состоянии контактных колец можно также судить по замерам радиальных биений. Если во время эксплуатации величина вибрации контактных колец превышает 300 мкм, а устранение радиальных биений не снижает уровня вибрации (при нормальной вибрации агрегата), то это свидетельствует об ослаблении натяга контактного кольца на втулку или втулки на вал | | Молоток слесарный | – | – | 6 | I | 0,5 |
| I2 | Осмотреть состояние поверхностей упорных гребней.<br>Контроль шеф-мастера | | – | – | – | 6 | I | I,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-04 | Предыдущая операция 60-03 |
|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-I2 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Снятие, осмотр и ремонт лопаток вентилятора<br>Проверить маркировку лопаток и шпилек вентилятора со стороны контактных колец | Клейма, молоток слесарный | - | - | 5 | I | I,0 |
| 2 | Расшплинтовать, разболтить и выбить шпильки | Плоскогубцы обыкновенные, ключи гаечные 22х24, 27х30мм, молоток слесарный | Медная выколотка | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 3 | Снять лопатки вентилятора | Ключ гаечный I7хI9 мм, молоток слесарный | Ломик, выколотка специальная | - | 5<br>3 | I<br>I | 3,0 |
| 4 | Провести осмотр лопаток вентилятора и крепежных деталей. Лопатки очистить от краски и проверить методом цветной пробы | Напильники разные, наждачная шкурка | Приложение I5 | - | 5<br>3 | I<br>I | 40,0 |
| 5 | Собрать вентилятор (вентилятор со стороны контактных колец собирается перед началом заводки ротора, а со стороны турбины - после заводки).<br>Контроль шеф-мастера | Молоток слесарный, ключи гаечные 22х24, 27х30 мм, плоскогубцы обыкновенные | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-05 | Предыдущая операция 60-03 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-06 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции: Замена резины токоведущих болтов стеклотекстолитовой изоляцией<br>Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Очистить болты от резины и нарезать резьбу | Нож монтерский | Приложение I6 | - | 3 | 2 | 32,0 |
| 2 | Намотать на болт изоляцию | - | - | Стеклополотно ПСИФ/ЭП-70 - 2,0 кг<br>лак ЭРИ-30 - 0,5 кг | 5<br>3 | I<br>I | 32,0 |
| 3 | Уложить болт в пресс-форму и произвести запечку изоляции | Ключ гаечный 22х24 мм | Термостат | Триацетатная пленка 3м | 5<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 4 | Вынуть болт из пресс-формы, очистить от пленки, наплывов лака | Ключ гаечный 22х24 мм | - | - | 3 | 2 | 4,0 |
| 5 | Проточить канавки для уплотняющей резиновой шайбы | - | - | - | 3 токарь | 2 | I,0 |
| 6 | Испытать болт.<br>Контроль tgδ-фактора | - | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-06 | Предыдущая операция 60-05 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-I2 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции: Проверка газоплотности ротора и устранение утечки<br>Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I | Снять постоянные заглушки центрального отверстия со стороны контактных колец и закрыть его временной заглушкой со штуцером, манометром и вентилем | Ключ гаечный I7хI9 мм | Приспособление для опрессовки ротора, см. приложение I4 | - | 5 | I | 2,0 |
| 2 | Подать через осушитель сжатый воздух давлением 0,4 МПа (4,0 кгс/см²) и фреон 0,0I МПа (0,I кгс/см2), отсоединить подводящие шланги | - | Пост сжатого воздуха, шланги, баллон с фреоном, осушитель | - | 5 | I | I,5 |
| 3 | Проверить течеискателем места уплотнения ротора | - | Прибор ГТИ-3 | - | 5 | I | 2,0 |
| 4 | Устранить утечки | Молоток стальной | - | - | 5 | I | 8,0 |
| 5 | Снять временную торцовую заглушку и установить постоянную | Ключ гаечный I7хI9 мм | Приспособление, ключ (рис. 6I) | - | 5 | I | I,5 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-07 | Предыдущая операция 60-03 |
|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-I2 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Замена изоляции контактных колец | | | | | | |
| I | Снять контактор с вала и разобрать его | Ключи гаечные I7xI9, 24x27 мм, нож монтерский, отвертка, молоток слесарный, клейма цифровые ручные, зубило слесарное | Приспособление для снятия контактных колец (рис.62), горелка автогенная № 6 с комплектом редукторов и шлангов, строп грузоподъемностью 1,0т , медные выколотки, специальный ключ для токоподводе | Асбест листовой - 2 кг, асбестовая лента - 25 м | 5<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | I6,0 |
| 2 | Подготовить детали контактора к сборке | Нож монтерский, метчик, нутромер микрометрический | Мерные подставки; формуляр (рис.63) | - | 5<br>4 | I<br>I | I6,0 |
| 3 | Изолировать втулку | - | Канистра для бензина, посуда для лака, кисть волосяная. (приложение I7) | Бензин - 3 л, миткаль - 2м, киперная лента - 50м, триацетатная пленка - 3м, стеклоткань - 5кг | 5<br>4 | I<br>I | I8,0 |
| 4 | Опрессовать и запечь изоляцию втулки | - | Приспособление для опрессовки изоляции контактных колец (рис. 64) | - | 5<br>4 | I<br>I | I6,0 |
| 5 | Обработать изоляцию втулки | Напильники разные, метчик М20, молоток слесарный | Резец Р18; стеклянная шкурка - 3м | - | 5<br>3 | I<br>I | I0,0 |
| 6 | Посадить контактные кольца на втулку | Скоба микрометрическая, нутромер микрометрический, молоток слесарный | Стальные проставки, горелка автогенная № 6 с комплектом редукторов и шлангов, приспособление для снятия и сборки колец, строп грузоподъемностью I,0т медные выколотки | - | 5<br>3 | I<br>I | I0,0 |
| 7 | Посадить контактор на вал | Скоба микрометрическая, нутромер микрометрический | Горелка автогенная № 6 с комплектом редукторов и шлангов | Асболента - 50м | 5<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | I2,0 |
| 8 | Собрать и подсоединить контактные кольца к обмотке ротора.<br>Контроль шеф-мастера | Специальный ключ (см.рис. 6I), ключи гаечные I7xI9, 24x27 мм, нож монтерский, молоток слесарный | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый, краскораспылитель с бачком для эмали | Шнур лавсановый (диаметром 2мм) - I,0кг, эпоксидная смола ЭД-6 - 0,3кг, дибутилфталат - 0,2кг, полиэтилен - 0,0I кг, эмаль ГФ-92ХК - I,0кг, толуол - I кг | 5<br>3 | I<br>I | 42,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-08 | Предыдущая операция 60-03 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист 1-I | Последующая операция 60-09 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Снятие, ремонт и посадка бандажных колец | | | | | | |
| I | Подготовить к снятию и снятие бандажных колец | - | Приложение I8 | - | 6<br>4 | I<br>I | 70,0 |
| 2 | Ремонт бандажных и центрирующих колец | Наждачная шкурка | Приложение I9 | - | 3<br>5 | 2<br>I | 50,0 |
| 3 | Посадка бандажных колец<br>Контроль шеф-инженера | - | Приложение I8 | - | 6<br>4<br>3 | I<br>I<br>2 | 66,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-09 | Предыдущая операция 60-08 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-03 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Переклиновка пазов обмотки ротора | | | | | | |
| I | Проверить маркировку пазов | Клейма, молоток слесарный | - | - | 5 | I | 4,0 |
| 2 | Подготовить рабочее место для переклиновки пазов, установить подмости, приготовить инструменти и приспособления | Напильник личной кувалда стальная, ключ гаечный 22х24мм | Боек для заклиновки пазовых клиньев ротора (рис. 65, 66), отбойный молоток, пылесос | Стеклотекстолит СТЭФ1, лак ЭРI-30, миткаль-5 м | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 3 | Переклинить пазы ротора | То же | То же, приложение 20 | То же | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 4 | Проверить заклиновку концевых клиньев. Переклинить ослабленные клинья.<br>Контроль шеф-мастера | Молоток слесарный | - | - | 3 | 2 | I6,0 |
| 5 | Повторно проверить проходимость вентиляционных каналов (см. операцию 60-03, переход 3) | То же | См. приложение I3 | - | 6<br>3<br>2 | I<br>I<br>4 | I22,0 |
| 6 | Испытать обмотку ротора повышенным напряжением. (Испытание проводится после окончания ремонта всех частей) | - | - | - | Выполняется персоналом электрической лаборатории электростанции | | |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2
ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-10 | Предыдущая операция 60-08 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-03 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции | Осмотр и мелкий ремонт обмотки ротора в пределах лобовых частей | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Содержание операции | | | | | | | |
| I | Снять стеклотекстолитовые сегменты подбандажной изоляции. Провести ревизию сегментов, дефектные заменить | | - | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 2 | Осмотреть и продуть лобовые части обмотки ротора. Обтереть лобовые части обмотки ротора чистыми салфетками, смоченными авиационным бензином | | - | - | Бензин авиационный, миткаль - 2м | 5<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 3 | Проверить плотность заклиновки обмотки лобовых частей стеклотекстолитовыми клиньями. Ослабленные клинья подклинить стеклотекстолитовыми прокладками с промазкой эмалью | | Молоток слесарный, кисть волосяная | - | Стеклотекстолит (толщиной I-2мм) - 2кг, эмаль ГФ-92ХК - I кг | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 4 | Покрыть эмалью лобовые части обмотки ротора | | - | Пост слитого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм) - 30м, краскораспылитель | Эмаль ГФ-92ХК - 2кг, толуол - Iл | 3<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 5 | Испытать обмотку ротора повышенным напряжением до надевания бандажных колец | | - | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 4,0 |
| 6 | Установить стеклотекстолитовые сегменты на лобовые части | | - | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 7 | Подтянуть ослабленные винты в центрирующих кольцах ротора.<br>Контроль шеф-мастера | | Ключ специальный шестигранный I7мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 8,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2
ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-II | Предыдущая операция 60-03 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист I-I | Последующая операция 60-I2 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции | Ремонт упорных гребней вала ротора | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Содержание операции | | | | | | | |
| I | Проверить конусность и биение рабочей поверхности упорных гребней | | Лекальная линейка, щуп пластинчатый № 3 | Рис. 67 | - | 5<br>4 | I<br>I | 8,0 |
| 2 | Произвести шабрение рабочей поверхности упорных гребней | | Лекальная линейка, щуп пластинчатый № 3, шабер плоский | - | - | 5<br>4 | I<br>I | 40,0 |
| 3 | Произвести шлифовку рабочей поверхности упорных гребней.<br>Контроль шеф-мастера | | Лекальная линейка, шкурка шлифовальная № 6-II; 5-8; I-5; 6-00 | Притир чугунный, плита контрольная | Керосин - 2кг, шлифовальный порошок № I50-240 - 200 г, паста ГОИ | 5<br>4 | I<br>I | 32,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 60-I2 | Предыдущая операция 60-08 |
|---|---|---|
| Ротор | Лист I-2 | Последующая операция 58-04 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Подготовка к вводу и ввод ротора, сборка вентилятора | | | | | | |
| I | Установить тележку на шейке вала со стороны турбины. Установить тележку на шейке вала со стороны контактных колец | Ключ "Звездочка" 55мм | Строп грузоподъемностью 0,5т, тележка внутренняя, рис. 68 | Паронит толщиной 3мм – 3,0кг | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 8,0 |
| 2 | Закрепить на бочке ротора между клиньями деревянные рейки. Сверху уложить транспортерную ленту | – | Пеньковый канат 4 м, транспортерная лента – 8м, деревянные рейки – I компл. | – | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 4,0 |
| 3 | Установить рельсы строго по оси ротора, не допуская уклона. Расстояние между внутренними кромками рельсов 990 мм | Уровень контрольный | Рельсы | – | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>2 | I,0 |
| 4 | В расточку статора уложить резиновый и стальной листы | – | Стальной лист | – | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>2 | 2,0 |
| 5 | Ротор стропить и выверить в горизонтальном положении, завести в расточку статора и опустить на тележки | Уровень контрольный | Строп грузоподъемностью I5т – 2шт, строп грузоподъемностью I т – I шт. | – | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | I0,0 |
| 6 | Снять стропы, транспортерную ленту и деревянные рейки с бочки ротора | – | – | – | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>2 | 4,0 |
| 7 | При помощи рычагов и крана ввести ротор в расточку статора до выхода полумуфты из корпуса турбогенератора. Установить удлинитель вала | – | Рычаги | – | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | I0,0 |
| 8 | Ротор со стороны турбины застропить и приподнять за удлинитель | – | Строп грузоподъемностью I5,0 т | – | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | 3,0 |
| 9 | Вытащить стальной и резиновый листы из расточки статора | – | Пеньковый канат, строп грузоподъемностью I,0 т | – | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | 2,0 |

| Узел | Операция 60-I2 | Предыдущая операция 60-08 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ротор | Лист 2-2 | Последующая операция 58-04 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Подготовка к вводу и ввод ротора, сборка вентилятора | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| I0 | При помощи рычагов и крана ввести ротор в расточку статора до положения, удобного для снятия тележки и удлинителя. Ротор положить полумуфтой на ребро жесткости картера опорного подшипника. Снять и убрать удлинитель и тележку. Довести ротор до его рабочего положения | - | - | Рычаги | - | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | 3,0 |
| II | Установить нижнюю половину вкладыша подшипника со стороны турбины и на него опустить ротор | - | - | Стропы грузоподъемностью I,0 и I5,0 т | - | 6<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 2,0 |
| I2 | Со стороны контактных колец установить балку, уложить прокладки на балку, опереть на нее ротор. Разобрать и вывести тележку со стороны контактных колец и турбины. Удалить рельсовый путь | Ключ "Звездочка" 55мм, ключ 50х55мм | Подвеска или двутавровая балка № 50, строп грузоподъемностью 2т, прокладки алюминиевые | Доски 0,I$м^3$ | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | I0,0 |
| I3 | Установить стул подшипника и нижнюю половину вкладыша подшипника со стороны контактных колец | Ключ "Звездочка" 95мм | Стропы грузоподъемностью I,0 и 3,0т, канистра для бензина | Мигиаль-I0 м, бензин авиационный-5 кг | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | I0,0 |
| I4 | Со стороны контактных колец краном приподнять ротор, удалить прокладки над балкой, опустить ротор на вкладыш подшипника. Удалить балку | - | Стропы грузоподъемностью I5,0 и 2,0 т | - | 6<br>5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>2 | I0,0 |
| I5 | Собрать вентилятор роторе турбогенератора со стороны турбины (см. операцию 60-04) | Молоток слесарный, плоскогубцы обыкновенные, ключ гаечный 25х27 мм | Выколотки для забивки шпилек | - | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 61-01 | Предыдущая операция 60-02 |
|---|---|---|
| Статор | Лист 1-1 | Последующая операция 61-05 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ремонт статора, чистка обмотки и корпуса | | | | | | |
| 1 | Продуть сухим сжатым воздухом, очистить обмотку и корпус статора<br>**При наличии большого количества масла в обмотке статора выпарить масло нагревом обмотки горячим конденсатом или паром температурой не более 120°С** | – | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ 17мм) – 30м, канистра вместимостью 20л – 1шт, пост параллельной подачи конденсата | Бензин авиационный – 15кг, мягкаль длиной 10м | 6<br>3 | I<br>2 | 48,0 |
| 2 | Осмотреть стержни обмотки через вентиляционные каналы | – | – | – | 6 | I | 8,0 |
| 3 | Проверить плотность заклиновки пазов обмотки статора легким постукиванием молотка.<br>Контроль шеф-мастера | Молоток слесарный | – | – | 6 | I | 6,0 |
| 4 | Осмотреть лобовые части обмотки статора, обращая внимание на общее состояние изоляции, качество бандажировки, плотность установки прокладок между лобовыми частями обмотки. Ослабевшие прокладки заменить новыми из гетинакса или текстолита. Поврежденные или слабые бандажи перебандажировать. При наличии разбухания, трещин в изоляции, следов короны, механических повреждений провести электрические испытания обмотки статора по специальной программе, утвержденной руководством энергетической системы. Проверить просадку корзинки лобовых частей статора; зазоры между бандажными кольцами, кронштейнами и лобовыми дугами заполнить гетинаксовыми прокладками, прикрепив их крученым шнуром к бандажным кольцам.<br>Контроль шеф-мастера | Молоток деревянный, нож монтерский | Игольна проволочная, канистра или бидон для лака, кисть волосяная | Гетинакс листовой (толщиной 2-4мм) – 15кг, шнур крученый (диаметром 2,0мм) – 5 кг, лак БТ-99 – 2,0кг, миканита ЛМЧ-II – 3 кг, стеклолента – 250 м | 6<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | 60,0 |
| 5 | Устранить места течи в корпусе статора электросваркой или эпоксидным клеем холодного отверждения. При наличии течи газа через выводы термосопротивлений поджать фланец выводной коробки. Отверстия с резьбой для крепления торцовых щитов и места внутри корпуса, покрытые ржавчиной, очистить. Места, очищенные от ржавчины внутри корпуса, покрыть красной эмалью.<br>Контроль шеф-мастера | Ключ гаечный 14х17 мм | Электросварочный агрегат постоянного тока, электросварочная оснастка, кисть, сосуд для клея, канистра или бидон для эмали, краскораспылитель с бачком для эмали, пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ 17мм) – 30 м | Эпоксидная смола ЭД-6 – 1,0кг, дибутилфталат – 0,1кг, полиэтиленполиамин – 0,1кг, сухой заполнитель (фарфоровая пыль или пылевидный песок), эмаль ГФ-92ХК – 5кг, толуол – 2кг | 6<br>5<br>3 | I<br>I<br>2 | 48,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-02 | Предыдущая операция 6I-I0 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-07 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена | | Трудоемкость, чел.-ч |
| | | | | | Разряд | Количество, чел. | |
| | Содержание операции | | | | | | |
| I | Переклиновка одного паза обмотки статора<br>Заготовить прокладки под клинья паза шириной 30 мм | - | Ножницы гильотинные | Гетинакс или стеклотекстолит (толщиной I-2 мм) - I-3 кг | 6 | I | 0,5 |
| 2 | Произвести переклиновку паза обмотки статора. Под клинья положить гетинаксовые или стеклотекстолитовые прокладки. Концевые клинья перед забивкой промазать эмалью.<br>Контроль шеф-мастера | Пневмомолоток со специальным бойком | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм) - 30 м, ящик для инструмента, рис. 69 | Эмаль ГФ-92ХК (ХС) 0,Iкг | 5<br>3 | I<br>I | 5,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-03 | Предыдущая операция .6I-0I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-I3 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена | | Трудоемкость, чел.-ч |
| | | | | | Разряд | Количество чел. | |
| | Содержание операции | | | | | | |
| I | Замена одного шнурового бандажа крепления лобовых частей обмотки<br>Заготовить (нарезать, пропитать) шпагат, дистанционную прокладку | - | - | Стеклотекстолит или гетинакс - 0,Iкг, шнур крученый (диаметром 2,0мм) - 0,05кг, лак БТ-99 - 0,05кг | 4 | I | 0,5 |
| 2 | Заменить ослабленную прокладку между лобовыми частями обмотки новой из гетинакса или стеклотекстолита и перебандажировать обмотку крученым шпагатом диаметром 2мм. Покрасить бандаж эмалью.<br>Контроль шеф-мастера | Молоток деревянный, нож монтерский | Иголка проволочная, канистра или бидон для лака и эмали, кисть волосяная | Эмаль ГФ-92ХК - 0,05 кг | 4<br>3 | I<br>I | 2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-04 | Предыдущая операция 6I-0I |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-I3 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ремонт одного линейного вывода обмотки статора | | | | | | |
| I | Снять изоляцию вывода на конус, пока не покажется верхняя уплотнительная прокладка | Нож монтерский | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 2 | Снять гайку и кольца, крепящие фарфоровую втулку к корпусу | Специальные ключи, ключ гаечный 24х27 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 3 | Снять фарфоровую втулку | - | - | - | 5<br>3 | I<br>I | I,0 |
| 4 | Вырезать две новые кольцевые прокладки из листовой резины и изготовить одну прокладку из круглой резины диаметром 8мм. При старении фигурной прокладки заменить ее заводской | Нож монтерский, молоток слесарный | Приспособление для вырезки отверстий в резиновых прокладках | Резина листовая толщиной 8 мм (ГОСТ 7338-65) - 5 кг | 3 | I | 3,0 |
| 5 | Собрать вывод. После прикрепления фарфоровой втулки к корпусу до завертывания гайки верхняя уплотнительная прокладка должна быть слегка прижата | Специальный ключ 24х27 мм | - | - | 5<br>3 | I<br>I | 3,0 |
| 6 | Заизолировать вывод. Контроль шеф-мастера | - | - | Микалента ЛМЧ-II - 0,3 кг, стеклолакоткань ЛСЭ - 0,2 кг, стеклолента - 5 мм, эмаль ГФ-92ХК-0,1кг, толуол - 0,1 кг | 5 | I | I,5 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-05 | Предыдущая операция 6I-0I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-06 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Испытание обмотки на плотность водой, устранение мелких дефектов | | | | | | |
| I | Собрать схему для испытания обмотки статора водой | Ключ гаечный I2xI4 мм | Манометры пружинные до I5 кгс/см², вентили | - | 6<br>5<br>3 | I<br>I<br>I | I2,0 |
| 2 | Наполнить обмотку статора водой. Выявить дефекты | - | Приложение 2I | - | 6<br>3 | I<br>I | 4,0 |
| 3 | Устранить мелкие дефекты в системе охлаждения обмотки статора. Проверить на водоплотность в течение 24ч | - | - | - | 6<br>5 | I<br>I | 32,0 |
| 4 | Слить воду и продуть обмотку в течение 3-4 ч | - | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($Д_у$ I7 мм) - 30 м | - | 6<br>3 | I<br>I | I0,0 |
| 5 | Проверить плотность обмотки течеискателем, заполнив ее фреоном-I2 с давлением (I,5-2,5)·I0⁻⁴ МПа (I5-25 мм вод.ст.) и воздухом давлением до 0,5 МПа (5кгс/см²). Контроль шеф-мастера | - | Баллон с фреоном, прибор ГТИ-3 | - | 6<br>5<br>3 | I<br>I<br>I | I5,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-06 | Предыдущая операция 6I-05 |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-2 | Последующая операция 6I-05 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Перепайка головок обмотки, в том числе переизолировка и замена фторопластовых шлангов | | | | | | |
| I | Снять изоляцию головки | Нож монтерский | - | - | 4 | I | I,0 |
| 2 | Снять водосоединительную трубку со стороны контактных колец или шланг со стороны турбины | Ключ гаечный 32х36 мм | - | - | 4 | I | 0,5 |
| 3 | Распаять головку при помощи клещей. Снять клинья и хомутик головки | Молоток слесарный, плоскогубцы простые | Трансформатор сварочный, клещи, кабели, водопроводные шланги для подвода воды | - | 6<br>4 | I<br>I | I,0 |
| 4 | Осмотреть резьбу ниппелей и гаек, состояние луженой контактной поверхности и головки стержней. При необходимости резьбу прогнать леркой, а контактную поверхность пролудить припоем. Обнаруженные неплотности мест пайки наконечника со стержнем и штуцером запаять серебряным припоем. Нагрев произвести автогенной горелкой.<br>Контроль шеф-мастера | Лерка М30хI, лекодержатель | Горелка автогенная, наконечник № 6, редукторы с комплектом шлангов, баллон ацетилена, баллон кислорода | Припой ПСр45 - 0,02кг, флюс № 209 0,I кг, припой ПОС6I - 0,3 кг | 6<br>4 | I<br>I | 8,0 |
| 5 | Растворить канифоль в чистом этиловом спирте | - | Сосуд для спирта | Спирт-ректификат - 0,2 кг, канифоль - 0,I кг | 4 | I | 0,5 |
| 6 | Смазать канифолью контактные поверхности головки стержней | - | - | - | 4 | I | 0,5 |
| 7 | Установить хомутик и клинья на головку стержней. Обжать головку струбциной | Молоток слесарный | Струбцина | - | 6<br>4 | I<br>I | 0,5 |
| 8 | Уплотнить головку стержней асбестовой лентой для предотвращения вытекания припоя | Нож монтерский | - | Лента асбестовая - 2 м | 6<br>4 | I<br>I | I,0 |
| 9 | При помощи клещей нагреть и спаять головки припоем, проверить головки стержней после пайки.<br>Контроль мастера | - | Трансформатор сварочный, клещи, кабели, шланги для подвода воды | Припой ПОС40 - 0,5кг | 6<br>4 | I<br>I | I,0 |
| I0 | Зачистить головку стержней | Напильник личной, нож монтерский | - | - | 6 | I | 2,0 |
| II | Произвести притирку поверхности ниппеля в местах соединения водосоединительных | - | Технологический наконечник, канистра | Паста ГОИ - 0,0Iкг, керосин - I кг | 6<br>4 | I<br>I | 2,0 |

| Узел | Операция 6I-06 | Предыдущая операция 6I-05 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист 2-2 | Последующая операция 6I-05 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Перепайка головок обмотки, в том числе переизолировка и замена фторопластовых шлангов | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | трубок с гайкой при помощи притира (технологического наконечника) с использованием пасты ГОИ | | | для керосина, сосуд для пасты | | | | |
| I2 | Установить водосоединительную трубку или фторопластовый шланг. Дефектный шланг заменить новым | | Ключ гаечный 32х36мм | - | - | 6<br>4 | I<br>I | I,0 |
| I3 | Испытать обмотку водой давлением I,0 МПа (I0кгс/см²) в течение 24 ч и проверить герметичность течеискателем ГТИ-3.<br>Контроль шеф-инженера | | - | Пост подачи конденсата, прибор ГТИ-3; манометры пружинные до I5 кгс/см², баллон с фреоном, пост сжатого воздуха, шланг ($D_y$ I7мм) - 30 м | - | 6<br>4<br>3 | I<br>I<br>I | 30,0 |
| I4 | Зачистить изоляцию концов стержней на конус | | Нож монтерский | - | - | 6<br>3 | I<br>I | I,0 |
| I5 | Заизолировать конец стержня на конус микалентой ЛМЧ, чтобы в этом месте изоляционная коробка надевалась плотно на головку | | - | Рис. 70 | Микалента ЛМЧ-П-0I7 - 0,3 кг | 4 | I | 2,0 |
| I6 | Установить изоляционные коробки на стержень, закрепив их временно зажимом для покрышек | | - | Зажим для покрышек (рис. 7I) | - | 4 | I | I,0 |
| I7 | Переход с изоляционной коробки на стержень заизолировать восемью слоями стеклолакоткани ЛСЭ вполнахлеста | | - | - | Стеклолакоткань ЛСЭ - 0,6 м | 4 | I | I,0 |
| I8 | Стеклолакоткань покрыть одним слоем стеклоленты вполнахлеста | | - | - | Стеклолента - 3м | 4 | I | 0,5 |
| I9 | Изоляционные коробки бандажировать I2 рядами лавсанового шнура. Места наложения шпагата и стеклоленты покрасить эмалью.<br>Контроль шеф-мастера. | | - | - | Шнур лавсановый - 5 м, эмаль ГФ-92ХК - 0,05 кг | 4 | I | I,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-07 | Предыдущая операция 6I-0I | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-08 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Испытание активной стали | | | | | | |
| I | Подготовить кабели и коммутационную аппаратуру | – | Приложение 22 | – | 6<br>3 | I<br>I | 4,5 |
| 2 | Намотать намагничивающую и контрольную обмотки. Установить термодатчики | – | – | – | 6<br>3 | I<br>3 | I8,0 |
| 3 | Испытать активную сталь. | – | – | – | 6<br>5 | I<br>I | 4,5 |
| 4 | Разобрать схему питания намагничивающей обмотки и схему испытания | – | – | – | 6<br>3 | I<br>3 | I8,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-08 | Предыдущая операция 6I-07 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-I0 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Осмотр активной стали | | | | | | |
| I | Осмотреть и очистить сердечник статора. Проверить плотность прессовки активной стали. Проверить отсутствие местных нагревов, оплавлений, поломки зубцов активной стали, распорок, выступающих из вентиляционных каналов, деформированных нажимных пальцев | – | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7 мм) – 30 м, щуп специальный для контроля запрессорки стали (рис. 72) | Миткаль-5 м | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |
| 2 | Осмотреть активную сталь со стороны спинки, обращая внимание на состояние сварных швов, на отсутствие трещин на клиньях-ребрах. Проверить затяжку и крепление гаек, стягивающих активную сталь.<br>Контроль шеф-мастера | – | – | – | 5<br>3 | I<br>I | I6,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-09 | Предыдущая операция 6I-08 |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Устранение распушений и ослабления плотности спрессовки концевых пакетов сердечника статора | | | | | | |
| I | Устранить распушение (ослабление) пакетов концевых зон сердечника подтяжкой гаек нажимного фланца | Ключ односторонний 85мм | - | - | 6<br>3 | I<br>2 | 32,0 |
| 2 | Устранить неплотность сердечника. Установить в зубцовую зону клинья-заполнители из стеклотекстолита. Опилить клинья-заполнители. Окрасить активную сталь лаком в месте установки клиньев-заполнителей.<br>Контроль шеф-мастера | Напильники разные | Приложения 23, 24, 25, 26 | Стеклотекстолит СТЭФI - 0,5кг, эпоксидный лак ЭД-4 - 0,05 кг, лак БТ-99-0 - I,0кг | 6<br>4 | I<br>I | 4,0 (зубец в пределах одного пакета) |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-I0 | Предыдущая операция 6I-08 |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Устранение местных замыканий не поверхности активной стали статора методом травления кислотой** | | | | | | |
| I | Собрать схему для испытания сердечника на нагрев. Определить и отметить мелом границы участков повышенного нагрева | – | См. приложение 22 | – | 6<br>3 | I<br>3 | 34,0 |
| 2 | Защитить стержни обмотки, вентиляционные каналы и пакеты активной стали вокруг поврежденного места | – | См. приложение 22 | Меловая шпаклевка – 0,5 кг, резиновый коврик | 6<br>5 | I<br>I | 5,0 |
| 3 | Зачистить поврежденные участки активной стали сердечника мелкозернистым абразивом | Шабер плоский, зубило слесарное, молоток слесарный | Шлифовальная машинка с мелкозернистыми абразивами | – | 6<br>5 | I<br>I | 8,0 (площадь обработки 50см$^2$) |
| 4 | Выбрать стружку и абразивную пыль из зоны обработки и примыкающих зон пылесосом с узким наконечником | – | Пылесос | – | 5 | I | 0,5 (площадь обработки 50см$^2$) |
| 5 | Подсоединить и включить намагничивающую обмотку для проверки | – | – | – | 5 | I | 2,0 |
| 6 | Протравить зачищенные участки | – | – | Вата – 0,05кг, азотная кислота – 0,05кг, салфетки, дистиллированная вода – 0,01кг | 5 | I | 5,0 |
| 7 | Нейтрализовать остатки кислоты | – | – | Вата – 0,05кг, кальцинированная сода – 0,05кг, спирт-ректификат – 0,05 кг | 5 | I | 3,0 |
| 8 | Удалить намагничивающую обмотку, собрать пылесосом пыль | – | Пылесос | – | 5 | I | 2,0 |
| 9 | Выполнить операцию 6I-07. Контроль шеф-мастера | – | – | – | 6<br>3 | I<br>I | 45,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-II | Предыдущая операция 6I-08 |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Замена поврежденных участков активной стали вставками-заполнителями | | | | | | |
| I | Удалить брезерованием поврежденный участок сердечника статора | Набор концевых фрез диаметром 20, 22, 25, 28, 32 мм с коническим хвостовиком и нормальным зубом, зубило слесарное, молоток слесарный | Специальная вертикально-фрезерная головка (см. приложение 23) | Коврик резиновый, охлаждающая эмульсия | 6<br>3 | I<br>I | 2,0 (объем выборки металла 200см2) |
| 2 | Изготовить из стеклотекстолита одну вставку-заполнитель | - | - | Стеклотекстолит СТЭФ1 - 0,5кг | 6 | I | 3,0 |
| 3 | Установить вставку-заполнитель на место | - | - | Бензин Б-70 - 0,1кг | 5<br>3 | I<br>I | 2,0 |
| 4 | Сушить сердечник при окружающей температуре до полимеризации клеящего лака (I0-I2 ч при 20-25°С) | - | - | Эпоксидный лак ЭЛ-4 - 0,5 кг | 3 | I | I0 |
| 5 | Испытать сердечник на нагрев. Контроль шеф-мастера | - | См. приложение 22 | - | 6<br>3 | I<br>I | 45,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-I2 | Предыдущая операция 58-03 |
|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 6I-I3 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Испытание корпуса турбогенератора на газоплотность без ротора со сборкой и разборкой щитов и устранением утечки | | | | | | |
| I | Установить газоохладители после ревизии и их опрессовки аналогично операции 59-03 | - | - | - | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>2 | 64,0 |
| 2 | Установить торцовые щиты корпуса статора аналогично операции 58-04 (переходы I-7, I0-I7) | | - | - | 5<br>4<br>3<br>2 | I<br>I<br>I<br>I | 64,5 |
| 3 | Закрыть заглушками центральное отверстие в щитах | Ключи гаечные 32х36, 4Iх46 мм | - | - | 4<br>3 | I<br>I | 6,0 |
| 4 | Закрыть заглушками патрубки подвода и отвода воды | Ключи гаечные I7хI9, 22х27 мм | - | - | 4<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 5 | Опрессовать корпус статора, определить места утечки и при необходимости устранить их аналогично операции 55-03 (переходы I, 3-6) | - | - | - | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>2 | I04,0 |
| 6 | Снять заглушки и торцовые щиты. Контроль шеф-мастера | Ключи гаечные I7хI9, 22х27, 32х36, 4Iх46 мм | - | - | 5<br>4<br>2 | I<br>I<br>2 | 30,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 6I-I3 | Предыдущая операция 6I-I2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Статор | Лист I-I | Последующая операция 60-I2 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | Покраска обмотки, электрические испытания | | | | | | |
| I | Продуть сжатым воздухом и очистить обмотку статора | - | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм) – 30м, сосуд для бензина | Бензин авиационный – I0 л, миткаль – 3м | 4<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 2 | Покрыть лобовые части обмотки и расточку статора электроизоляционной маслостойкой эмалью | - | Пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ I7мм) – 30м, краскораспылитель с бачком для эмали, сосуд для толуола, канистра или бидон | Эмаль ГФ-92ХК – 2кг, толуол – 3кг | 4<br>3 | I<br>I | 8,0 |
| 3 | Испытать обмотку статора повышенным напряжением частоты 50 Гц по программе, утвержденной главным инженером электростанции | - | - | - | Выполняется персоналом электрической лаборатории электростанции | | |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 62-01 | Предыдущая операция 58-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Возбудитель | Лист 1-1 | Последующая операция 60-02 | | | | | |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Демонтаж возбудителя | | | | | | |
| 1 | Отсоединить патрубки подачи воды в воздухоохладители и ее слива. Установить заглушки на патрубках подачи воды | Набор ключей | - | - | 5<br>3 | 1<br>2 | 6,0 |
| 2 | Замаркировать и отсоединить кабели от возбудителя и подвозбудителя | Набор ключей | - | - | 5<br>3 | 1<br>1 | 8,0 |
| 3 | Разобрать и развести полумуфту между возбудителем и валом ротора турбогенератора | Набор ключей | - | - | 3 | 2 | 3,0 |
| 4 | Разболтить крепление возбудителя в фундаментной плите | Ключи "Звездочка" 65, 80 мм, кувалда стальная | - | - | 3 | 2 | 4,0 |
| 5 | Застропить возбудитель и транспортировать его на ремонтную площадку.<br>Установить возбудитель на шпальную выкладку.<br>Контроль мастера | - | Строп грузоподъемностью 15т | Шпалы железнодорожные непропитанные | 6<br>3 | 1<br>2 | 3,0 |

| Узел | Операция 62-02 | Предыдущая операция 62-01 |
|---|---|---|
| Возбудитель | Лист I-3 | Последующая операция 62-03 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ремонт возбудителя и подвозбудителя, в том числе разборка и сборка | | | | | | |
| I | Разболтить фланцевые соединения патрубков маслопроводов | Ключ гаечный I9x22 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 2 | Разболтить фланцевые соединения патрубков водопровода | Ключ гаечный I9x22 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 3 | Разболтить торцовые крышки воздухоохладителей возбудителя | Ключ гаечный I9x22 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 6,0 |
| 4 | Застропить и вынуть воздухоохладители возбудителя | - | Строп грузоподъемностью I,0т | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 5 | Снять защитный кожух полумуфт возбудителя и подвозбудителя | Ключ гаечный I0xI2 мм | - | - | 2 | I | 0,5 |
| 6 | Разболтить крепление и снять подвозбудитель | Ключ гаечный I7xI9 мм | Строп грузоподъемностью 0,1т , рым-болт MI0 | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| 7 | Измерить сопротивление изоляции подшипников возбудителя и подставки подвозбудителя | - | Мегомметр I000В | - | 5<br>2 | I<br>I | 0,5 |
| 8 | Снять подставку подвозбудителя | Ключ гаечный 22x24 мм | Строп грузоподъемностью - 0,2т | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 9 | Разболтить верхние половины щитов возбудителя | Ключ гаечный I7xI9 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| I0 | Снять верхние половины торцовых щитов возбудителя | - | Строп грузоподъемностью 0,2т | - | 5<br>2 | I<br>I | 0,5 |
| II | Измерить зазоры между диффузорами и вентиляторами ротора возбудителя, заполнить формуляр | Щуп пластинчатый № 5 | Формуляр (см.рис.52,*а*) | - | 5<br>2 | I<br>I | 0,5 |
| I2 | Разболтить нижние половины торцовых щитов | Ключ гаечный I7x19мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| I3 | Снять нижние половины торцовых щитов | - | Строп грузоподъемностью 0,2т | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| I4 | Измерить воздушный зазор между статором и ротором возбудителя, а также определить положение статора возбудителя относительно ротора. *Заполнить формуляр* | Щуп пластинчатый | Формуляр (см. рис. 52) | - | 5 | I | 0,5 |
| I5 | Разболтить задний подшипник возбудителя | Ключи гаечные 32x36, 36x4Iмм | - | - | 5 | I | I,0 |
| I6 | Приподнять подшипник краном и снять изоляционную прокладку подшипника | - | Строп грузоподъемностью I,0т | - | 5 | I | 0,5 |
| I7 | Выкатить нижнюю половину вкладыша переднего подшипника, опереть конец ротора на выкладку | - | - | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| I8 | Снять обойму и верхнюю половину вкладыша заднего подшипника, положить электрокартонную прокладку на шейку вала, закрыть подшипник | Ключ гаечный 32x36 мм | - | Электрокартон (толщиной 0,2-0,5мм) - 0,5 кг | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| I9 | При помощи удлинителя (труба с внутренним диаметром 205 ±2мм, длиной I500мм и толщиной стенки не менее 8мм) вывести ротор возбудителя. При перестропке ротор следует укладывать на выкладки, установленные вне статора. Между валом ротора и трубой положить прокладку из электрокартона или паронита | - | Удлинитель вала ротора возбудителя, строп грузоподъемностью 5,0т | Электрокартон (толщиной 0,2 - 0,5 мм) - 2 кг, паронит (толщиной 70 мм) - 2 кг | 5<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 20 | Осмотреть статор возбудителя, убедиться в отсутствии повреждений обмотки, проверить качество крепления лобовых частей и клиновки обмотки статора, очистить статор. При необходимости расточку статора и лобовые части обмотки покрыть электроизоляционной маслостойкой эмалью | Молоток слесарный, молоток пневматический | Пост сжатого воздуха, шланг ($D_y$ I7 мм) - 30 м, канистра вместимостью 20 л, канистра или бидон для эмали, краскораспылитель с бачком для эмали, выколотка для клиновки, кисть волосяная | Бензин авиационный - 5кг, эмаль ГФ-92ХК - 5кг, миткаль, шнур льняной (толщиной 2мм) - 2 кг | 5<br>2 | I<br>I | 32,0 |
| 2I | Осмотреть и очистить ротор возбудителя | - | Пост сжатого воздуха, кисть волосяная, шланг ($D_y$ I7мм) - 30м, канистра вместимостью 20л для бензина | Бензин авиационный - 4кг, миткаль I,5 м | 5<br>2 | I<br>I | I6,0 |
| 22 | Очистить изоляционные прокладки подставки подвозбудителя и заднего подшипника возбудителя | - | Канистра вместимостью 20л, кисть волосяная | Бензин авиационный - Iкг, миткаль I,5м | 2 | I | 2,0 |
| 23 | Разболтить передний подшипник, приподнять его краном, снять изоляционную прокладку | Ключи гаечные I7xI9, 32x36мм, ключ "Звездочка"55мм | Строп грузоподъемностью 0,5т | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| 24 | Очистить изоляционную прокладку, установить прокладку на место | - | Канистра вместимостью 20л,кисть волосяная | Бензин авиационный 0,5 кг, миткаль - Iм | 2 | I | 2,0 |
| 25 | Ввести ротор возбудителя в статор | - | Валоудлинитель, строп грузоподъемностью 5т , шаль | Электрокартон (толщиной 0,2-0,5 мм) - 0,5 кг | 5<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 26 | Снять обойму и верхнюю половину вкладыша заднего подшипника, вынуть электрокар- | Ключ гаечный 32x36мм | - | - | Выполняется персоналом турбинного | | 2,0 |

| Узел | Операция 62-02 | Предыдущая операция 62-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Возбудитель | Лист 3-3 | Последующая операция 62-03 | | | | | |
| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Ремонт возбудителя и подвозбудителя, в том числе разборка и сборка | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
| | тонную прокладку, закрыть подшипник | | | | | | | |
| 27 | Приболтить корпуса подшипников возбудителя к фундаментной раме | | Ключ "Звездочка" 46мм | - | - | Выполняется персоналом турбинного цеха | | |
| 28 | Установить и приболтить нижние половины торцовых щитов возбудителя | | Ключ гаечный 17х19 мм | Строп грузоподъемностью 0,2т | - | 5<br>2 | I<br>I | 3,0 |
| 29 | Измерить зазоры между диффузорами и вентиляторами ротора возбудителя | | Щуп пластинчатый | Формуляр (см. рис. 52, 73) | - | 5 | I | 0,5 |
| 30 | Разобрать подвозбудитель | | Молоток слесарный, ключ гаечный 12х14мм, отвертка обыкновенная | - | - | 5 | I | 4,0 |
| 31 | Осмотреть и очистить подшипник подвозбудителя, смазать его универсальной тугоплавкой водостойкой смазкой | | - | Кисть волосяная | Смазка № I-I3 - 0,3кг, бензин авиационный - Iкг | 5<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 32 | Осмотреть и очистить все элементы подвозбудителя, при необходимости покрыть их электроизоляционной маслостойкой эмалью | | - | Пост сжатого воздуха, шланг ($D_y$ I7 мм) - I0м, пульверизатор с бачком для эмали, кисть | Бензин авиационный - 5 кг | 5<br>2 | I<br>I | 8,0 |
| 33 | Собрать подвозбудитель | | Отвертка обыкновенная, молоток слесарный, ключи гаечные I2xI4, I7xI9мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 4,0 |
| 34 | Установить и закрепить подставку подвозбудителя | | Ключ гаечный 22х24мм | Строп грузоподъемностью 0,Iт | - | 5<br>2 | I<br>I | I,0 |
| 35 | Установить, отцентровать и закрепить подвозбудитель | | Ключ гаечный I7xI9мм | Строп грузоподъемностью 0,Iт, формуляр (см. рис. 73) | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 36 | Установить защитный кожух подвозбудителя | | Ключ гаечный 10; I2 мм | - | - | 2 | I | 0,5 |
| 37 | Сболтить фланцевые соединения патрубков маслопроводов | | Ключ гаечный I9х22 мм | - | - | 5<br>2 | I<br>I | 2,0 |
| 38 | Измерить сопротивление изоляции подшипников возбудителя и патрубков маслопроводов относительно фундаментной рамы.<br>Контроль шеф-мастера | | - | Мегомметр I000В | - | 5<br>2 | I<br>I | 0,5 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 62-03 | Предыдущая операция 62-02 |
|---|---|---|
| Возбудитель | Лист I-I | Последующая операция 62-04 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Ремонт воздухоохладителей возбудителя<br>Разболтить и снять фланцевые крышки воздухоохладителей | Ключи гаечные I7xI9, 22x24мм | - | - | 3 | I | 5,0 |
| 2 | Очистить водяные поверхности | Шабер | Канистра для бензина вместимостью 20 л | Бензин авиационный - 5 л, ветошь - 1кг | 3 | I | 20,0 |
| 3 | Сменить резиновые прокладки | Нож монтерский, молоток слесарный | Просечка I2мм | Резина толщиной 3-5 мм (ГОСТ 7338-65) - I0 кг | 3 | I | 5,0 |
| 4 | Опрессовать воздухоохладители водой давлением 0,5МПа (5кгс/см²) в течение 30 мин | - | Гидропресс давлением до I0 кгс/см², патрубок с вентилем и манометром, фланцевые заглушки | Резина толщиной 3-5 мм (ГОСТ 7338-65) - I0 кг | 3 | I | 7,5 |
| 5 | Собрать воздухоохладители | Ключи гаечные I7xI9, 22x24мм | - | - | 3 | I | 6,0 |
| 6 | Застропить каждый воздухоохладитель и установить на место<br>Контроль шеф-мастера | - | Строп грузоподъемностью I,0т | - | 3<br>2 | I<br>I | 2,5 |



Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 62-04 | Предыдущая операция 62-03 |
|---|---|---|
| Возбудитель | Лист I-I | Последующая операция 58-04 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Установка возбудителя<br>Застропить возбудитель, транспортировать и установить его на фундамент | - | Строп грузоподъемностью I5,0 т | - | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | 8,0 |
| 2 | Произвести центровку ротора возбудителя с ротором турбогенератора и соединить полумуфты | Ключ гаечный 27x30 | - | - | Выполняется персоналом турбинного цеха | | |
| 3 | Прикрепить раму возбудителя к фундаменту, приболтить фланцы патрубков подвода воды<br>Контроль шеф-мастера | Ключ гаечный I2xI4мм, ключ "Звездочка" 65мм | - | - | 5<br>3<br>2 | I<br>I<br>I | I2,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 63-01 | Предыдущая операция 58-04 |
|---|---|---|
| Турбогенератор | Лист 1-1 | Последующая операция 56-02 |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Проверка и отладка водяной, масляной и газовой систем перед пуском | | | | | | |
| 1 | Проверить систему охлаждения обмотки статора | – | Приложение 27 | – | 6<br>4 | 1<br>1 | 8,0 |
| 2 | Проверить систему газоохлаждения статора | – | – | – | 6<br>4 | 1<br>1 | 4,0 |
| 3 | Проверить работу масляных уплотнений | – | – | – | 6<br>4 | 1<br>1 | 16,0 |
| 4 | Проверить газоплотность турбогенератора. Контроль инженера | – | Кисть волосяная, пост сжатого воздуха, шланг резиновый ($D_y$ 17мм) – 30 м, баллон для фреона, прибор ГТИ-3, сосуд для мыльной воды, ртутный манометр | Фреон – 12, мыло хозяйственное – 0,4 кг | 6<br>4<br>3 | 1<br>1<br>1 | 72,0 |

Технология ремонта турбогенератора ТВВ-320-2

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА

| Узел | Операция 64-01 | Предыдущая операция 63-01 |
|---|---|---|
| Турбогенератор | Лист 1-1 | Последующая операция – |

| Номер перехода | Наименование операции / Содержание операции | Инструмент | Приспособление и оснастка | Материал | Состав звена: Разряд | Состав звена: Количество, чел. | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Сдача турбогенератора под нагрузку. Уборка ремонтных площадок. | | | | | | |
| 1 | Убрать ремонтные площадки и территорию вокруг турбогенератора | – | – | – | 5<br>4<br>3<br>2 | 1<br>1<br>2<br>2 | 54,0 |
| 2 | Предъявить турбогенератор к пуску. Выполнить все испытания согласно программе при развороте турбогенератора и вращении его на холостом ходу. Проверить работу турбогенератора под нагрузкой в течение 24ч. Контроль мастера | – | – | – | Персонал электростанции; мастер | | – |

Приложение I

## ПЕРЕЧЕНЬ
операций и трудозатрат на капитальный ремонт турбогенератора

| Операция | Наименование операции | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|
| 55-01 | Проверка инструмента, приспособлений и материалов перед ремонтом | 64,0 |
| 55-02 | Подготовка ремонтных площадок | 64,0 |
| 55-03 | Опрессовка корпуса статора, определение мест утечки | 119,0 |
| 56-01 | Снятие щеточного аппарата | 14,0 |
| 56-02 | Проточка и шлифовка контактных колец | 34,0 |
| 56-03 | Ремонт щеточного аппарата | 20,0 |
| 56-04 | Установка щеточного аппарата | 28,0 |
| 57-01 | Разборка масляных уплотнений вала (сторона турбины и контактных колец) | 40,0 |
| 57-02 | Ремонт деталей масляных уплотнений вала с изготовлением прокладок | 85,0 |
| 57-03 | Ремонт маслоуловителей | 82,0 |
| 57-04 | Ремонт вкладышей уплотнений вала | 70,0 |
| 57-05 | Ремонт газовой системы, арматуры, испытание на газоплотность | 95,0 |
| 57-06 | Сборка масляных уплотнений вала | 62,0 |
| 58-01 | Снятие верхних половин торцовых щитов (сторона турбины и контактных колец) | 39,5 |
| 58-02 | Снятие нижних половин торцовых щитов | 22,0 |
| 58-03 | Ремонт торцовых щитов с изготовлением прокладок | 14,5 |
| 58-04 | Установка наружных щитов, диффузоров и маслоуловителей. Электрические испытания | 102,0 |
| 59-01 | Выемка газоохладителей | 36,0 |
| 59-02 | Ремонт газоохладителей | 128,0 |
| 59-03 | Установка газоохладителей | 64,0 |
| 60-01 | Шлифовка упорных гребней вала ротора (сторона турбины и контактных колец) | 44,0 |
| 60-02 | Подготовка к выводу и вывод ротора | 66,0 |
| 60-03 | Проверка общего состояния ротора до его ремонта | 150,5 |
| 60-04 | Снятие, осмотр и ремонт лопаток вентилятора | 76,0 |
| 60-05 | Замена резины токоведущих болтов стеклотекстолитовой изоляцией | 79,0 |
| 60-06 | Проверка газоплотности ротора и устранение утечки | 15,0 |
| 60-07 | Замена изоляции контактных колец | 140,0 |
| 60-08 | Снятие, ремонт и посадка бандажных колец | 186,0 |
| 60-09 | Переклиновка пазов обмотки ротора | 174,0 |
| 60-10 | Осмотр и мелкий ремонт обмотки ротора в пределах лобовых частей | 76,0 |
| 60-11 | Ремонт упорных гребней вала ротора | 78,0 |
| 60-12 | Подготовка к вводу и ввод ротора, сборка вентилятора | 95,0 |
| 61-01 | Ремонт статора, чистка обмотки и корпуса | 170,0 |
| 61-02 | Переклиновка одного паза обмотки статора | 148,5 |
| 61-03 | Замена одного шнурового бандажа крепления лобовых частей обмотки | 150,0 |
| 61-04 | Ремонт одного линейного вывода обмотки статора | 94,5 |
| 61-05 | Испытание обмотки на плотность водой, устранение мелких дефектов | 73,0 |
| 61-06 | Перепайка головок обмотки, в том числе переизолировка и замена фторопластовых шлангов | 165,0 |
| 61-07 | Испытание активной стали | 45,0 |
| 61-08 | Осмотр активной стали | 32,0 |
| 61-09 | Устранение распушений и ослабления плотности спрессовки концевых пакетов сердечника статора | 52,0 |

| Операция | Наименование операции | Трудоемкость, чел.-ч |
|---|---|---|
| 6I-I0 | Устранение местных замыканий на поверхности активной стали сердечника методом травления кислотой | I04,5 |
| 6I-II | Замена поврежденных участков активной стали вставками-заполнителями | 62,0 |
| 6I-I2 | Испытание корпуса турбогенератора на газоплотность без ротора со сборкой и разборкой щитов и устранением утечки | 272,5 |
| 6I-I3 | Покраска обмотки, электрические испытания | 24,0 |
| 62-0I | Демонтаж возбудителя | 24,0 |
| 62-02 | Ремонт возбудителя и подвозбудителя, в том числе разборка и сборка | I22,5 |
| 62-03 | Ремонт воздухоохладителей возбудителя | 46,0 |
| 62-04 | Установка возбудителя | 20,0 |
| 63-0I | Проверка и отладка водяной, масляной и газовой систем перед пуском | I00,0 |
| 64-0I | Сдача турбогенератора под нагрузку. Уборка ремонтных площадок | 54,0 |
| | Итого ... | 4II2 |

Приложение 2

## ПЕРЕЧЕНЬ
инструмента, применяемого при капитальном ремонте турбогенератора

| Наименование | Номер чертежа или ГОСТ | Количество, шт. |
|---|---|---|
| Клейма ручные цифровые 6-8 мм | ГОСТ I5999-70 | I компл. |
| Клейма ручные буквенные 6-8 мм | ГОСТ I5999-70 | I компл. |
| Линейка измерительная металлическая 500 мм | ГОСТ 427-56 | I |
| Штангенциркуль I25 мм | ГОСТ I66-63 | 2 |
| Штангенциркуль I000 мм | ГОСТ I66-63 | I |
| Рулетка измерительная металлическая I000 мм | ГОСТ I7502-69 | 2 |
| Щупы пластинчатые 0,03-I мм | ГОСТ 882-64 | I компл. |
| Нутромер микрометрический I50-I200 мм | ГОСТ I0-58 | I |
| Машина сверлильная электрическая ручная | ГОСТ 8524-63 | I |
| Машина сверлильная пневматическая ручная | ГОСТ I02I2-68 | I |
| Зубило слесарное 25х200 мм | ГОСТ 72II-54 | I0 |
| Крейцмейсель слесарный I0хI50 мм | ГОСТ 72I2-54 | 2 |
| Отвертка обыкновенная | ГОСТ 5423-54 | 4 |
| Молоток слесарный 0,5 кг | ГОСТ 23I0-54 | 5 |
| Кувалда стальная 2 кг | ГОСТ II042-64 | 2 |
| Кувалда стальная 6-8 кг | ОСТ НКТП 78II/745 | 2 |
| Ножи монтерские | — | 5 |
| Ножницы портняжные | — | I |
| Ножовочный станок | РТУ I079-64 | I |
| Ножовочные полотна | ГОСТ 6645-68 | 30 |
| Напильники драчевые № I-2 | ГОСТ I465-69 | 6 |
| Напильники личные № 3-4 | ГОСТ I465-69 | 6 |
| Ключи гаечные двусторонние: | ГОСТ 2839-7I | |
| 78II-002I (I2xI4 мм) | | 2 |
| 78II-0023 (I7xI9 мм) | | 2 |
| 78II-0025 (22x24 мм) | | 2 |
| 78II-004I (27x30 мм) | | 2 |
| 78II-0043 (32x36 мм) | | 2 |

| Наименование | Номер чертежа или ГОСТ | Количество, шт. |
|---|---|---|
| 7811-0044 (36х41 мм) | | 2 |
| 7811-0046 (46х50 мм) | | 2 |
| 7811-0047 (50х55 мм) | | 2 |
| 7811-0048 (55х60 мм) | | 2 |
| Ключи гаечные односторонние: | ГОСТ 2841-71 | |
| 7811-0123 (19 мм) | | 2 |
| 7811-0124 (22 мм) | | 2 |
| 7811-0125 (24 мм) | | 2 |
| 7811-0141 (27 мм) | | 2 |
| 7811-0142 (30 мм) | | 2 |
| 7811-0143 (32 мм) | | 2 |
| 7811-0144 (36 мм) | | 2 |
| 7811-0145 (41 мм) | | 2 |
| Ключи гаечные разводные 12, 19 и 30 мм | ГОСТ 7275-62 | По 2 |
| Пневмогайковерт | ГОСТ 10210-62 | 2 |
| Плоскогубцы простые | ГОСТ 7236-54 | 4 |
| Кусачки | ГОСТ 7282-54 | 1 |
| Шабер плоский 20х250 мм | К-28504-000 | 5 |
| Шабер трехгранный | К-28502-000 | 2 |
| Кисть волосяная диаметром 20 мм | ГОСТ 10597-65 | 2 |
| Верстак слесарный | — | 1 |
| Тиски слесарные | ГОСТ 4045-57 | 1 |
| Светильники переносные ручные 12 В | ГОСТ 7110-69 | 4 |
| Ключи торцовые разные | ГОСТ 2938-62 | 1 компл. |
| Горелка однопламенная универсальная для ацетилено-кислородной сварки, пайки и подогрева | ГОСТ 1077-69 | 1 компл. |
| Машина шлифовальная пневматическая ручная | ГОСТ 12634-67 | 1 |
| Угольник поверочный 90° | ГОСТ 3749-65 | 1 |
| Угломер с нониусом | ГОСТ 5373-66 | 1 |
| Уровень контрольный | ГОСТ 3059-60 | 1 |
| Индикатор часового типа | ГОСТ 577-68 | 2 |
| Стойка магнитная | ГОСТ 10197-70 | 2 |

Приложение 3

## ПЕРЕЧЕНЬ

**приспособлений и оснастки, применяемых при капитальном ремонте турбогенератора**

| Наименование | Номер чертежа или ГОСТ | Количество, шт. |
|---|---|---|
| Приспособление для заводки щита | 5ВС.487.049 | 1 |
| Тележка наружная | 6ВС.771.024 | 1 |
| Подставка тележки | 5ВС.044.373 | 1 |
| Тележка внутренняя | 6ВС.771.026 | 1 |
| Удлинитель вала | 5ВС.454.097 | 1 |
| Лист | 8ВС.341.720 | 1 |
| Балка двутавровая № 50 длиной 5 м (или устройство подвески ротора) | ГОСТ 8239-56<br>ГОСТ 535-58 | 1 |
| Рейка | 8ВС.174.151 | 70 |

| Наименование | Номер чертежа или ГОСТ | Количество, шт. |
|---|---|---|
| Таль грузоподъемностью 5 т | - | I |
| Стропы грузоподъемностью от 0,2 до 20,0 т | - | По I компл. |
| Тележка для кантовки газоохладителей | Э-4087СБ | I |
| Приспособление для посадки и снятия бандажного кольца ротора (двухпосадочная конструкция) | 5БС.487.035 | I компл. |
| Приспособление для посадки и снятия бандажного кольца ротора (однопосадочная конструкция) | Э-4063 | I компл. |
| Приспособление для снятия центрирующего кольца | 5БС.487.047 | I компл. |
| Приспособление для надевания и снятия ступицы вентилятора | Э-4066 | I компл. |
| Приспособление для снятия контактных колец | 5БС.487.059 | I компл. |
| Приспособление для опрессовки изоляции контактных колец | Э-4148 | I компл. |
| Приспособление для контроля продуваемости цепей ротора | 8р315 | I компл. |
| Боек для заклиновки пазовых клиньев статора | - | 4 |
| Боек для заклиновки пазовых клиньев ротора | - | 4 |
| Зажим для покрышек | - | 4 |
| Приспособление для опрессовки ротора | - | I компл. |
| Приспособление для проточки упорных гребней | - | I компл. |
| Пресс гидравлический ручной на давление 3,0 МПа (30 кгс/см$^2$) | - | I |
| Приспособление для проточки контактных колец | - | I компл. |
| Временное уплотнение для опрессовки статора | Э-4088СБ | I компл. |
| Притир | - | I компл. |
| Приспособление для шлифования упорного диска ротора | - | I компл. |
| Петля для транспортировки щита | - | I компл. |

Приложение 4

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПРОГРАММА ИЗМЕРЕНИЙ И ИСПЫТАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

### I. До ввода в ремонт

I. Проведение контрольного испытания на нагрев обмотки ротора при нагрузке, близкой к номинальной.

2. Проверка параметров дистиллята охлаждения при нагрузке, близкой к номинальной:

а) температуры входящего и выходящего дистиллята;

б) давления входящего и выходящего дистиллята;

в) расхода дистиллята;

г) солесодержания дистиллята;

д) количества дистиллята, сливаемого за I сут из турбогенератора.

3. Проверка температуры обмотки (по всем пазам) и стали статора.

4. Проверка параметров масляной системы уплотнений вала турбогенератора при номинальном давлении водорода в корпусе:

а) давления масла до регуляторов;

б) давления масла после регуляторов;

в) температуры масла до маслоохладителя и после него, до регуляторов и после них;

г) температуры баббитовых поверхностей вкладышей;

д) количества масла, сливаемого за сутки из турбогенератора;

е) расхода масла через уплотняющие подшипники.

5. Проверка содержания водорода (%) в опорных подшипниках.

6. Проверка содержания водорода (%) в главном масляном баке турбины.

7. Проверка содержания водорода (%) в дистилляте, охлаждающем обмотку статора.

8. Проверка снижения чистоты водорода в корпусе турбогенератора за сутки (по газоанализатору и химическому анализу).

9. Проверка влажности водорода в корпусе турбогенератора.

10. Проверка газоплотности турбогенератора при номинальном давлении с определением давления газа в течение 1 сут.

11. Измерение вибрации подшипников при разных нагрузках турбогенератора и на холостом ходу.

12. Измерение вибрации контактных колец.

13. Измерения напряжения на валу турбогенератора и возбудителя с целью контроля исправности изоляции опорных и уплотняющих подшипников.

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

15. Снятие характеристики холостого хода.

16. Снятие зависимости (на выбеге ротора)

$$R_{изол}=f(n);\ Z=(U) \text{ и } Z=f(U)$$

при изменении частоты вращения ротора от 3000 об/мин до нуля,

где

$R_{изол}$ – сопротивление изоляции обмотки ротора, Ом;

$n$ – частота вращения ротора, об/мин;

$Z$ – полное сопротивление обмотки ротора, Ом;

$U$ – напряжение переменного тока, подаваемое к ротору, В.

## 2. После останова турбогенератора и непосредственно после разборки

1. Измерение сопротивления изоляции обмотки статора.

2. Измерение сопротивления изоляции всей цепи возбуждения после останова.

3. Измерение сопротивления изоляции обмотки ротора в горячем состоянии.

4. Проверка газоплотности турбогенератора вместе с газомасляной системой при номинальном давлении водорода. Газоплотность проверяется через 6 ч после снятия возбуждения турбогенератора.

5. Измерение сопротивления изоляции обмотки статора (с определением $R_{60''}/R_{15''}$) после отсоединения труб подвода дистиллята от водяных коллекторов обмотки статора.

6. Испытание корпусной изоляции обмотки статора напряжением $1{,}5\,U_н$ частоты 50 Гц. Испытание проводится после снятия торцовых щитов турбогенератора. Перед испытанием измеряется сопротивление дистиллята. До испытания и после него измеряется сопротивление изоляции обмотки статора.

7. Измерение сопротивления изоляции:

а) *цепи возбуждения после отсоединения* ротора турбогенератора;

б) обмоток возбудителя.

8. Измерение сопротивления изоляции термосопротивлений турбогенератора.

9. Измерение сопротивлений постоянному току:

а) обмотки статора;

б) обмотки ротора;

в) обмоток возбудителя;

г) АГП в цепи возбуждения турбогенератора;

д) реостата возбуждения на всех положениях ползунка;

е) термосопротивлений турбогенератора.

10. Измерение сопротивления обмотки ротора переменному току.

## 3. Во время ремонта турбогенератора

1. Проверка плотности системы водяного охлаждения обмотки статора давлением воды 1 МПа (10 кгс/см$^2$) в течение 24 ч.

2. Проверка газоплотности газовой системы турбогенератора (без статора).

3. Проверка газоплотности ротора с определением падения давления.

4. Проверка газоплотности статора (при необходимости) с определением падения давления.

5. Проверка продуваемости вентиляционных каналов ротора.

6. Испытание газоохладителей турбогенератора и возбудителя давлением воды 0,5 МПа (5 кгс/см$^2$) в течение 30 мин.

7. Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц:

а) изоляции обмотки статора напряжением $1{,}5\,U_{ном}$ (после окончания ремонтных работ на обмотке);

б) изоляции обмотки ротора напряжением 1000 В;

в) изоляции сопротивления АГП напряжением 1000 В;

г) изоляции реостата возбуждения напряжением 1000 В;

д) изоляции цепей возбуждения со всей аппаратурой (без обмотки ротора) напряжением 1000 В.

8. Измерение мегомметром 1000 В сопротивления изоляции:

а) обмотки ротора;

б) обмоток возбудителя;

в) цепей возбуждения без обмотки ротора турбогенератора.

4. Во время сборки турбогенератора

1. Испытание обмотки статора напряжением $U_{ном}$ частоты 50 Гц при установленных торцовых щитах турбогенератора.

2. Измерение мегомметром 1000 В сопротивления изоляции:

а) обмотки ротора;

б) обмотки возбудителя;

в) цепей возбуждения без обмотки ротора;

г) цепей возбуждения вместе с обмоткой ротора;

д) диффузоров;

е) маслоуловителя, корпуса уплотнения, маслопроводов, опорных подшипников турбогенератора и возбудителя;

ж) траверсы турбогенератора.

3. Проверка газоплотности турбогенератора вместе с газомасляной системой на воздухе с определением падения давления при номинальном давлении воздуха.

4. Проверка давления масла до регуляторов и после них при давлении воздуха в турбогенераторе от нуля до номинального.

5. После пуска турбогенератора

1. Измерение зависимости полного сопротивления изоляции обмотки ротора от частоты вращения ротора при неизменном напряжении на обмотке ротора.

2. Снятие характеристики трехфазного КЗ турбогенератора.

3. Измерение сопротивления изоляции стула подшипника № 7 турбогенератора.

4. Выполнение мероприятий, указанных в пп. 2-11 разд. I данного приложения.

Приложение 5

## ПЕРЕЧЕНЬ
чертежей, необходимых при ремонте турбогенератора

| Наименование чертежа | Номер чертежа |
|---|---|
| Турбогенератор. Монтажный чертеж | ОБС.301.017 |
| Общий вид | 1БС.253.011 |
| Общий вид | 1БС.253.011 I-5 |
| Статор обмотанный | 5БС.670.507 |
| | 5БС.671.017 |
| | 5БС.671.134 I-2 |
| | 5БС.671.405 I-2 |
| Статор необмотанный | 5БС.672.351 |
| | 5БС.672.701 I-2 |
| Стержень обмотки статора | 5БС.540.506-509 |
| Вывод концевой | 5БС.516.027-030 |
| Выводы нулевые | 5БС.516.053 |
| Схема вентиляции | ОБС.340.022 |
| Установка теплоконтроля | 6БС.020.243 |
| Установка термосопротивлений в пазы статора | 6БС.020.252 |
| Щит вентилятора | 5БС.013.048 I-2 |
| Щит наружный | 5БС.012.283 |

| Наименование чертежа | Номер чертежа |
|---|---|
| Удлинитель | 8БС.454.424 |
| Водоподвод | 5БС.780.017 |
| Клин пазовый | 8БС.783.640 |
| | 8БС.783.641 |
| | 8БС.783.642 |
| | 8БС.783.922 |
| Ротор | 5БС.675.845 |
| | 5БС.675.934 |
| | 5БС.680.218 |
| Вал ротора с кольцами | 5БС.200.442 |
| | 5БС.200.861 |
| Вал ротора с токоподводом | 5БС.200.454 |
| | 5БС.200.683 |
| Вал ротора | 8БС.201.464 |
| | 8БС.201.925 |
| | 8БС.202.050 |
| Ротор обмотанный | 5БС.675.386 |
| | 5БС.675.833 |
| | 5БС.675.923 |

| Наименование чертежа | Номер чертежа |
|---|---|
| Катушка обмотки ротора | 5БС.523.042.I-9 |
| Стержень токоподвода | 5БС.540.7I7 I-8 |
| Болт токоведущий | 5БС.568.040 |
| | 8БС.568.088 |
| Втулка | 8БС.I9I.068 |
| | 8БС.2I0.5I2 |
| Вентилятор | 5БС.435.I96 |
| Кольцо контактное на втулке | 5БС.555.I78 |
| | 5БС.555.I79 |
| Гайка | 8БС.948.000-00I |
| Шайба уплотняющая | 8БС.370.077-086 |
| Кольцо контактное | 8БС.555.I44 |
| | 5БС.555.234 |
| | 5БС.555.235 I-2 |
| Коробка изолирующая | 8БС.785.3I9 |
| | 8БС.785.320 |
| | 8БС.785.497 |
| | 8БС.785.498 |
| | 8БС.785.499 |
| | 8БС.785.500 |
| | 8БС.785.50I |
| | 8БС.785.502 |
| | 8БС.787.I75 |
| | 8БС.787.I76 |
| | 8БС.787.I77 I-5 |
| | 8БС.787.I78 I-5 |
| | 8БС.787.I79 I-5 |
| Прокладка изолирующая | 8БС.76I.570 |
| | 8БС.762.090 |
| Стержень токоподвода | 5БС.540.7I7 I-5 |
| Кольцо бандажное | 8БС.2I4.945 |
| | 8БС.2I4.945 I-2 |
| | 8БС.296.260 |
| Гайка | 8БС.296.2I3 |
| Кольцо пентрирующее | 8БС.2I4.947 |
| | 8БС.296.2I6 |
| | 8БС.296.26I |

| Наименование чертежа | Номер чертежа |
|---|---|
| Кольцо пружинное | 8БС.2I8.068-073 |
| | 8БС.2I8.077 I-4 |
| | 8БС.2I8.080 I-8 |
| Кольцо дистанционное | 8БС.I96.497 |
| Вентилятор | 5БС.435.233-234 |
| Ступица вентилятора | 8БС.226.033 |
| Лопатка вентилятора | 8БС.437.I98 I-2 |
| Клин пазовый | 8БС.I94.60I |
| Установка термопар на роторе | ЭТ.8078 |
| Сегмент демпферный (нижний) | 8БС.548.444 |
| | 8БС.548.445 |
| Сегмент демпферный | 8БС.548.443 |
| | 8БС.548.446 |
| Схема вентиляции обмотки ротора | 0БС.340.0I7 |
| | 0БС.340.047 |
| Газоохладитель ОГП-320 | 6БС.392.I46 |
| | 6БС.392.247 |
| Подшипник с траверсой | 5БС.264.222 |
| Возбудитель высокочастотный ВГТ | 6БС.I57.064 |
| Маслоуловитель | 5БС.3I7.076-077 |
| | 5БС.377.I42 I-2 |
| Корпус маслоуловителя | 5БС.002.953 I-2 |
| Полукольцо маслоуловителя | 8БС.I96.564 |
| Уплотнение вала (сторона турбины) | 5БС.372.I68 |
| Уплотнение вала (сторона возбудителя) | 5БС.372.I7I |
| Уплотнение вала | 5БС.372.259 I-2 |
| Корпус уплотнения | 5БС.002.277-278 |
| Вкладыш уплотнения | 5БС.263.I38-I39 |
| | 5БС.37I.009 I-2 |
| Маслопредохранитель | ЭТ.5363 |
| Кольцо маслопредохранителя | ЭТ.5362 |
| Кольцо | ЭТ.5360 |
| Полукольцо нажимное | 8БС.2I4.673 |
| Кольцо уплотнительное | 5БС.370.048 |

Приложение 6

ВЕДОМОСТЬ
неснижаемого запаса деталей для капитального ремонта турбогенератора

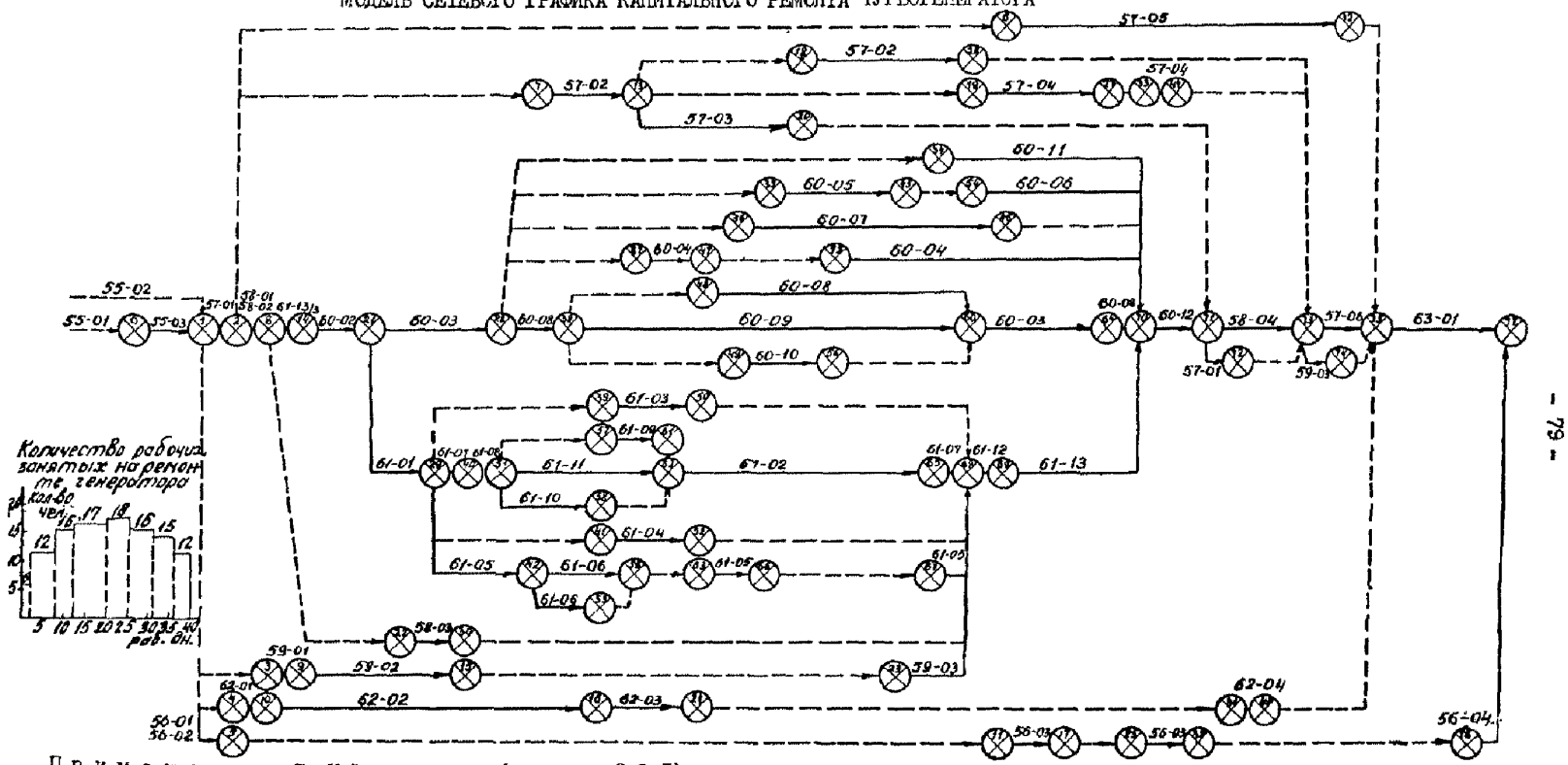
| Наименование детали, узла | Номер чертежа | Количество деталей, узлов турбогенератора | Количество запасных частей |
|---|---|---|---|
| Стержень обмотки статора нижний | 5БС.540.506 | 48 | 3 |
| Стержень обмотки статора верхний | 5БС.540.507 | 48 | 3 |
| Стержень нижний выводной | 5БС.540.508 | 6 | I |
| Стержень верхний выводной | 5БС.540.509 | 6 | I |
| Вкладыш подшипника | 5БС.263.II3 | I | I |
| Вкладыш уплотнения (сторона возбудителя) | 5БС.37I.009 2 | I | I |
| Вкладыш уплотнения (сторона турбины) | 5БС.37I.009 I | I | I |
| Газоохладитель | 5БС.392.247 | 4 | I |
| Щеткодержатель ДБ 20х32 | 5БС.II2.05I | II2 | I0 |
| Щетка 20х32 | Н.Л. 4ВI8 | II2 | 450 |
| Болт токоведущий | 5БС.568.032 | 4 | 4 |
| | 5БС.568.040 | 4 | 4 |
| Сегмент подбандажный | 8БС.787.I96 7 | - | 7 |
| | 8БС.787.I96 8 | - | 2 |
| | 5БС.I92.083 | - | 4 |
| Вывод концевой | 5БС.5I6.068 | 9 | I |
| | 5БС.5I6.027-028 | | |
| Трубка водосоединительная | 5БС.I70.525 | - | 5 |
| Клин пазовый | 8БС.783.922 | I200 | 500 |
| | 8БС.783.64I | 54 | I5 |
| | 8БС.783.642 | 54 | I5 |
| Коробка изоляционная | 8БС.786.I0I | - | I0 |
| | 8БС.786.I02 | - | I0 |
| | 8БС.786.I03 | - | I0 |
| | 8БС.786.I04 | - | I0 |
| Термометр сопротивления | ТСМ-I48 | 8 | 4 |
| Катушка возбуждения | 5БС.520.647 2 | 4 | 2 |
| | 5БС.520.648 2 | 4 | 2 |
| Вкладыш подшипника | ЛМ I774 вар.2 | 2 | I |
| Воздухоохладитель | 6БС.392.I20 | 4 | I |

Приложение 7

Масса узлов и отдельных деталей турбогенератора

| Наименование детали, узла | Масса, кг |
|---|---|
| Ротор в сборе | 55000 |
| Газоохладитель | 2000 |
| Подшипник с траверсой | I0380 |
| Щит турбогенератора (верхняя половина) | 2200 |
| Щит турбогенератора (нижняя половина) | 2200 |
| Статор без щитов и газоохладителей | 259564 |
| Концевая часть статора с газоохладителями со стороны турбины | 26340 |
| Концевая часть статора со стороны возбудителя | 25860 |
| Возбудитель ВГТ-4500-500, собранный на фундаментной раме без ротора | 2I500 |
| Ротор возбудителя | 8900 |

МОДЕЛЬ СЕТЕВОГО ГРАФИКА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ТУРБОГЕНЕРАТОРА




Примечания: 1. Цифры в кружке (например, 2,3,5) обозначают номер события.
2. Число над чертой (например, 57-01, 58-03) обозначает номер операции, наименование и содержание которой приведено в операционных картах.

Приложение 9

## ЖУРНАЛ СМЕННЫХ ЗАДАНИЙ

Дата _____ Смена _____ Мастер _____ Бригадир _____

| Фамилия исполнителя | Наименование работы | Номер операции и перехода | Шифр работы по сетевому графику | Фактические трудозатраты | Отметка о выполнении задания | Работу принял представитель электростанции | Обнаруженные дефекты, замеры, эскизы | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Примечания: 1. На каждом из листов журнала выписывается задание только одному звену на одну смену. 2. В журнал вносятся замеры и эскизы, не вошедшие в техническую документацию.

Приложение 10

ФОРМА ИНФОРМАЦИОННОЙ КАРТЫ СПУ

| Номер турбогенератора | Узел, участок | Мастер | | | | Бригада | | Номер и дата информации | Рекомендация по устранению отклонений от плана |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наименование работы | Шифр работы по сетевому графику | Выполнение работы | | | | Трудозатраты, чел.-ч | Ожидаемая продолжительность ремонта, дн | | |
| | | по плану | | фактически | | | | | |
| | | Начало | Продолжительность, дн. | Начало | Продолжительность, дн. | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Инженер СПУ _____

Шеф-инженер - руководитель ремонта турбогенератора _____

Инженер СПУ _____

Ответственный руководитель - старший мастер _____

Ответственный исполнитель - бригадир, звеньевой _____

Примечания: 1. Графы 1-4 заполняются группой СПУ по сетевому графику, а графы 5-7 - по план-заданию и журналу сменных заданий. 2. В графу 8 заносится количество дней, необходимых для выполнения работы, незавершенной в планируемом периоде.

Приложение II
(Лицевая сторона)

ПЛАН-ЗАДАНИЕ №_____

Цех _____

Договор № _____ от _____ 197__г.

Смета _____

Заказ № _____

| Этап | Срок | |
|---|---|---|
| | плановый | фактический |
| Начало работы | | |
| Конец работы | | |

ТЭЦ (ГРЭС) _____

Агрегат № _____

Узел _____

Бригадир _____

| Основные нормы времени | Наименование и описание работ | Единица измерения | Задание | | | Выполнение | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Количество работ | Нормы времени | | Количество работ | Плановые трудозатраты | Фактические трудозатраты | |
| | | | | на единицу | на объем работ | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Задание выдал (мастер) _____

Задание получил (бригадир) _____

Работу сдал (бригадир) _____ Процент выполнения норм времени _____

Работу принял (мастер) _____ Количество выполненных работ _____

Примечание: В графе "Основные нормы времени" должны быть записаны для работ типового ремонта шифры операционных карт (переходов), на основании которых указываются нормы времени.

Приложение II
(Оборотная сторона)

ТАБЕЛЬ-РАСЧЕТ

| Фамилия, имя, отчество | Профессия и разряд | Тарифная ставка за 1 ч | Фактически отработано часов за 19 г. | | | | | | | | | | | | | | | | Всего нормодней и часов | В том числе | | | Фонд зарплаты | | | | | | | | | Районный коэффициент | Всего |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | в "горячих" условиях | в нормальных условиях | дней в пути, время на сформление командировок | Сумма по тарифу | | | Премия за выполнение норм | | | | | | | |
| | | | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | в горячих условиях | в нормальных условиях | всего | % | | | | руб. | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | за 100% | за перевыполнение (+) | за невыполнение (-) | Всего | Сумма | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Мастер _____ Нормировщик _____ Бригадир _____

Утверждаю к оплате: начальник цеха _____

Приложение I2

# ОТЫСКАНИЕ ТЕЧЕЙ В СИСТЕМЕ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ОБМОТКИ СТАТОРА ТЕЧЕИСКАТЕЛЕМ ГТИ-3

Определение прибором ГТИ-3 негерметичностей (течей) производится методом опрессовки системы сжатым воздухом с добавлением галоидосодержащего газа.

## I. Назначение и принцип работы галоидного течеискателя ГТИ-3

I. Галоидный течеискатель является переносным прибором, состоящим из выносного щупа и измерительного блока, и предназначен для обнаружения течей в любых системах методом опрессовки их галоидосодержащим газом.

Питание галоидного течеискателя производится от сети переменного напряжения 220 В, 50 Гц.

Течеискатель имеет стрелочный и звуковой индикатор определения наличия течи (измерительный прибор и телефоны).

Чувствительность течеискателя регулируется изменением накала датчика.

2. Принцип работы течеискателя основан на том, что платина, накаленная до температуры 800-900°С, эмиттирует положительные ионы. Эмиссия ионов резко возрастает с введением в атмосферу газов, содержащих галоиды. Увеличение эмиссии ионов вызывает резкое увеличение ионного тока между электродами датчика. Это увеличение тока регистрируется стрелочным прибором и телефоном.

Датчик предотавляет собой диод прямого накала, на электроды которого подается напряжение от выпрямителя.

Ионный ток с коллектора датчика подается на вход усилителя постоянного тока, на выходе которого имеется стрелочный прибор, являющийся индикатором ионного тока датчика.

Для большего удобства работы с приборами имеется звуковой индикатор, представляющий собой предварительный усилитель, генератор звуковых колебаний и усилитель низкой частоты, на выходе которого включен телефон.

Частота звуковых колебаний генератора зависит от ионного тока датчика (чем больше ионный ток, тем выше частота звуковых колебаний). Конструктивно течеискатель ГТИ-3 состоит из выносного щупа и измерительного блока.

Выносной щуп оформлен в виде пистолета, соединяющегося при помощи кабеля с измерительным блоком через штепсельный разъем. К выносному щупу подключены наушники.

## II. Подготовка течеискателя к работе

Включать и настраивать течеискатель можно только в атмосфере чистого воздуха.

Перед работой с течеискателем необходимо произвести его калибровку следующим образом:

I. Подключить штепсельный разъем кабеля выносного щупа к колодке разъема измерительного блока.

2. Включить штепсельную вилку кабеля питания течеискателя в сеть 220 В, 50 Гц.

3. Поставить ручку "Громкость" в крайнее левое положение.

4. Поставить переключатель "Накал датчика", находящийся на задней стенке шасси, в положение I0.

5. Включить тумблер "Сеть", поставить его по направлению стрелки, при этом должны загореться сигнальная лампа и включиться электродвигатель вентилятора, который находится в выносном щупе.

Если электродвигатель не работает, надо немедленно выключить течеискатель.

6. Поставить "Переключатель чувствительности" в положение "Калибровка".

7. Установить ручку "Установка нуля" так, чтобы риска на ней совпала с гравировкой О, при этом стрелка прибора должна быть в положении О.

Если стрелка не устанавливается в положении О, то ее необходимо установить при помощи ручки "Корректор".

8. Дать прогреться течеискателю (5-I0мин). Через насадку щупа должен быть виден нагрев спирали (красный цвет).

9. Поставить "Переключатель чувствительности" в положение "Грубая". Если при этом стрелка выходного прибора отклоняется влево за шкалу, то начальный ток датчика меньше 2 мкА, если вправо не более, чем на 45 мкА

(по шкале выходного прибора), то начальный ток - не более 5 мкА. С таким датчиком можно продолжать работу.

10. Установить стрелку выходного прибора в положение 0 при помощи ручки "Установка нуля".

11. Поставить переключатель чувствительности в положение "Чувствительность" и в случае необходимости установить стрелку прибора в положение 0.

12. Установить нужную громкость ручкой "Громкость", а ручкой "Частота" - частоту звукового индикатора порядка 2-4 Гц (при этом будут слышны щелчки звукового индикатора, повторяющиеся при этой частоте).

13. Для проверки работоспособности течеискателя может служить табачный дым. Для этого необходимо дымящуюся папиросу поднести к насадке щупа на 1-3 с. При этом стрелка выходного прибора должна отклониться не менее чем на 5-10 мкА.

После проверки на работоспособность необходимо поставить переключатель чувствительности в положение "Грубая", а переключатель "Накал датчика" - в положение 1, при этом яркость накала датчика сильно уменьшится (чувствительность снизится).

После этого течеискатель готов к работе.

### III. Правила работы с прибором ГТИ-3

При работе с галоидным течеискателем следует особое внимание обратить на чистоту окружающего воздуха. Прибор, находящийся в помещении с загрязненным воздухом, быстро теряет чувствительность и выходит из строя.

После настройки течеискателя приступают к отысканию течей.

Начинать работу следует при пониженном накале датчика. Переходить на повышенный накал можно только тогда, когда есть уверенность в том, что в воздухе нет опасной концентрации галоидосодержащих газов.

Следует помнить, что "Переключатель чувствительности", находящийся на передней панели, только шунтирует стрелочный прибор и не имеет никакого отношения к накалу датчика, регулируемому переключателем "Накал датчика", находящимся на задней панели.

Подозреваемые места течей (головки лобовых частей обмотки, штуцеры резиновых шлангов, фланцевые соединения изоляторов и коллекторов, соединения контрольных трубок и др.) обследуют щупом течеискателя. При этом наконечник щупа следует медленно (1-2 $см^2/с$) продвигать по обследуемой поверхности.

При обнаружении течи щуп нужно немедленно удалить от места утечки (во избежание "отравления" датчика) до исчезновения сигнала.

**В н и м а н и е!**

При работе с течеискателем внутри корпуса статора тщательно следить за исправностью проводника, заземляющего корпус измерительного блока прибора, во избежание поражения электрическим током.

## П р и л о ж е н и е 13

## КОНТРОЛЬ ПРОДУВАЕМОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ ОБМОТКИ РОТОРА С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Настоящие рекомендации содержат указания по контролю продуваемости вентиляционных каналов обмотки ротора турбогенератора с непосредственным охлаждением обмотки водородом после окончания стендовых испытаний машины или ротора, а также на месте установки.

### I. Оборудование

1. Источник сжатого воздуха на давление не менее 0,3 МПа (3 $кгс/см^2$).

2. Заглушки (рис. 74 - 6 шт., рис. 75 - 2 шт.).

3. Входной насадок (рис. 76) с набором сменных ниппелей.

4. Выходной насадок (рис. 77) с набором сменных ниппелей.

5. Измерительный микроманометр типа ММН с двумя шлангами с верхним пределом измерения 0,002 МПа (200 мм вод.ст.).

6. Пружинный манометр, верхний предел измерения 0,6 МПа (6 кгс/см$^2$).

7. Пробки, шт.:

для отверстий в пазовых клиньях ... 7560

для вентиляционных каналов в пазах вала ротора:

сторона возбудителя ..... 4 узкие

сторона турбины ... 2 широкие, 4 узкие

8. Резинотканевые напорные рукава (шланги).

## II. Подготовка к контролю продуваемости

1. Разметить пазы ротора по часовой стрелке (со стороны возбудителя), начиная от большого зуба полюса, находящегося в той части ротора, где расположено место соединения токопровода с внутренним контактным кольцом.

2. Пронумеровать вентиляционные отверстия в клиньях каждого паза, начиная от бандажного кольца, расположенного со стороны возбудителя.

## III. Контроль продуваемости каналов в обмотке ротора

### А. Пазовая часть

1. Заглушить пробками (резиновыми или бумажными) все отверстия в пазовых клиньях.

2. Произвести контроль продуваемости каналов обмотки ротора согласно схеме (рис.78).

Порядок контроля:

а) вынуть пробки из входного и выходного отверстий канала, подлежащего контролю;

б) вставить ниппель напорного насадка во входное отверстие, ниппель выходного насадка (с присоединенным микроманометром) в выходное отверстие.

Шланг от штуцера полного давления должен быть присоединен к штуцеру "+", а шланг от штуцера статического давления - к штуцеру "-" измерительного микроманометра;

в) впустить воздух при давлении 0,3±0,01 МПа (3±0,1 кгс/см$^2$) в канал обмотки ротора через напорный насадок;

г) измерить динамическое давление на выходе из канала;

д) записать значение давления в карту продуваемости.

3. После контроля продуваемости канала вынутые пробки поставить на прежние места.

4. Произвести контроль продуваемости всех каналов по п.2.

5. Определить среднее динамическое давление по отсекам и в каждом пазу.

### Б. Лобовая часть

1. Контроль продуваемости каналов лобовых частей обмотки ротора производить непосредственно после проверки продуваемости пазовой части.

2. Заглушить пробками и заглушками все вентиляционные каналы в валу ротора и отверстия в крайнем отсеке пазовой части со стороны возбудителя.

3. Произвести контроль продуваемости каналов лобовых частей обмотки ротора согласно схеме рис. 79.

Порядок контроля:

а) подвести к заглушкам сжатый воздух давлением около 0,3 МПа (3 кгс/см$^2$) и присоединить шланг контрольного микроманометра к измерительному штуцеру заглушки.

Избыточное статическое давление под бандажным кольцом должно поддерживаться постоянным и равным $5 \cdot 10^{-4}$ МПа (50 мм вод.ст.);

б) вставить ниппель выходного насадка в выходное отверстие канала, подлежащего контролю, предварительно убедившись в наличии струи воздуха, выходящего из канала;

в) шланг от штуцера статического давления выходного насадка подвести к штуцеру измерительного микроманометра и измерить статическое давление воздуха. При этом отверстие в накидной гайке и отверстие в трубке полного давления выходного насадка должны быть закрыты;

г) измерить статическое давление на выходе из канала.

4. Выполнить операции по п.3 для всех нечетных каналов крайнего отсека.

5. Произвести контроль продуваемости каналов по пп. 2-4 в лобовой части обмотки ротора со стороны турбины.

Результаты контроля занести в карту контроля продуваемости каналов.

## IV. Технические требования к продуваемости каналов

1. Средние значения динамического давле-

ния (мм вод.ст.) в каналах пазовой части обмотки ротора должны быть (не менее): на отсек-I3, паз - I8, ротор - I5.

2. Более шести полностью закрытых каналов в пазовой части обмотки ротора не допускается. При этом в пазу не должно быть более одного закрытого канала.

Среднее значение динамического давления в каналах, прилегающих к закрытым, должно быть не ниже среднего на ротор.

3. Наименьшее значение статического давления в отдельных каналах лобовых частей обмотки ротора не должно быть ниже $2 \cdot 10^{-4}$ МПа (20 мм вод.ст.).

4. Полное закрытие каналов в лобовой части обмотки ротора не допускается.

Приложение I4

## ПРОВЕРКА ГАЗОПЛОТНОСТИ РОТОРА

I. У ротора должны быть уплотнены:

а) четыре радиальных отверстия у контактных колец;

б) четыре радиальных отверстия у ступицы вентилятора со стороны контактных колец;

в) два торца центрального отверстия.

Кроме того, должна быть проверена газоплотность временной испытательной аппаратуры.

2. Для выявления мест утечек газа в ротор через центральное отверстие подается сжатый воздух давлением 0,4 МПа (4,0 кгс/см$^2$), добавляется фреон-I2 . Проверка производится течеискателем ГТИ-3.

Для подачи в ротор сжатого воздуха снимается заглушка центрального отверстия вала со стороны контактных колец и устанавливается временная заглушка-фланец с приваренными к нему двумя штуцерами (один для воздуха, второй - для фреона), манометром со шкалой до 0,5 МПа (5 кгс/см$^2$) и вентилем. Заглушка-фланец уплотняется, к штуцерам подсоединяются подводящие шланги.

3. При отсутствии утечки оставить ротор под давлением на 3 ч. За это время падение давления газа по пружинному манометру не должно превышать 5% начального давления 0,4 МПа (4 кгс/см$^2$).

Временную заглушку снять и установить постоянную.

4. При наличии утечки приступить к ее устранению.

Для устранения утечки в зоне больших болтов токоподвода 7 (см.рис.40) необходимо удалить осевой упор 8, выбить стальной выколоткой клинья I, удалить стеклотекстолитовую колодку 2, затем прибором ГТИ-3 определить болт, дающий утечку.

Примечание. У турбогенераторов первых выпусков болты, расположенные ближе к бочке ротора, закрыты ступицей вентилятора. Для их отвертывания необходимо снять ступицу (рис.80).

5. Болт, дающий утечку, необходимо подтянуть, для чего отвернуть контактный винт 3, отогнуть токоподвод, подтянуть гайку 4 (см. рис. 40) при помощи специального ключа (см. рис. 6I).

Повторно проверить газоплотность ротора.

Если подтяжкой болта устранить утечку не удается, то необходимо вывернуть болт, предварительно удалив гайку 4, шайбу 5 и резиновое уплотняющее кольцо 6 (см. рис. 40).

Отслоившуюся или лопнувшую резиновую армировку необходимо заменить стеклотекстолитовой или сменить болт.

Если течь вызвана остаточной деформацией уплотняющей шайбы (старением шайбы), то необходимо заменить ее новой.

6. Перед установкой болта тщательно очистить гнездо, осмотреть резьбу на центральном токоподводе.

Завернуть болт, уплотнить его и проверить газоплотность ротора.

Заклиновку токоподвода необходимо выполнить без зазора по вертикали.

7. Утечки в зоне контактных колец устраняются способом, аналогичным рассмотренному выше.

Текстолитовые колодки в этом узле крепятся стальными хомутами 9. Перед их установкой необходимо убедиться в отсутствии зазора между текстолитовой колодкой I2 и винтами I0.

8. Утечки в заглушках центрального отверстия вала ротора могут быть устранены подтяжкой болтов, крепящих заглушки, или заменой уплотняющей резины.

Приложение I5

## КОНТРОЛЬ СТАЛЬНЫХ ЛОПАТОК ПРОПЕЛЛЕРНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Стальные лопатки пропеллерных вентиляторов, изготовляемые литьем по моделям, могут иметь следы от моделей, достигающие значительной величины.

Следы располагаются в основном в месте перехода от основания к перу. Эти дефекты литья лопаток могут развиться в процессе эксплуатации в опасные трещины и привести к аварийному повреждению турбогенератора.

При проверке и устранении дефектов, выявленных на лопатках пропеллерных вентиляторов, рекомендуется следующая технология и порядок операций:

I. Дефекты в виде следов от моделей, частично переходящие в трещины, могут быть устранены заплавкой. Глубина заплавок не должна превышать I0 мм. Место заплавки на лопатке должно плавно сопрягаться с телом лопатки.

2. После зачистки лопаток и удаления дефектов должна быть произведена цветная дефектоскопия. Контролируемая поверхность лопаток должна иметь шероховатость *RZ*20.

3. Контролируемая поверхность лопаток должна быть обезжирена.

4. На обезжиренную поверхность лопатки мягкой кисточкой наносится сплошным слоем красящий раствор. По мере впитывания раствор должен быть нанесен повторно.

5. После I5–20 мин выдержки чистой мягкой тряпкой быстро и тщательно удаляется красящий раствор.

6. Чистой кисточкой на зачищенную поверхность лопатки наносится белая краска тонким ровным слоем.

7. Через 5 мин окрашенную поверхность необходимо осмотреть. Отсутствие красных проявлок свидетельствует о полном удалении дефектов. Состав красящего раствора приведен в приложении I9.

Приложение I6

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗОЛЯЦИИ И УПЛОТНЕНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ БОЛТОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

В заводском исполнении токоведущие болты, предназначенные для электрического соединения обмотки возбуждения ротора турбогенератора и контактных колец со стороны токоподвода, расположенного в центральном отверстии, изолированы специальной резиной по всей длине для создания электрической изоляции и уплотнения его в радиальном отверстии в валу ротора.

При эксплуатации был выявлен недостаток этой конструкции, связанный с повреждением резины и нарушением герметичности ротора.

Рекомендуется [illegible] изоляция

болта из стеклотекстолита.

Технологические указания по изолировке и обработке болта (рис. 81) следующие:

I. Очистить болт от старой резины.

2. Нарезать резьбу с шагом I мм на цилиндрической поверхности болта диаметром 40 мм.

3. Намотать стеклополотно ПСИФ/ЭП-70 (95 слоев), промазывая лаком ЭРI-30.

4. Обернуть болт двумя слоями триацетатной пленки и уложить в пресс-форму (рис. 82).

5. Предварительно обжать болт в пресс-форме, поместить его в термостат и прогреть до температуры 80-90°С.

6. Обжать болт в пресс-форме окончательно, выдержать его при температуре I40-I50°С в течение 3 ч.

7. Охладить болт, очистить его от пленки и наплывов лака.

8. Испытать изоляцию болта повышенным напряжением 8600 В частоты 50 Гц в течение I мин.

9. Проточить поверхность изоляции и канавку для установки уплотняющего резинового кольца.

I0. Изготовить резиновое кольцо (наружный диаметр 75 мм, внутренний - 35 мм, толщина 20 мм), проточку выполнить на токарном станке.

**Примечания:** I. Резиновая заготовка должна быть предварительно испытана напряжением 8600 В (между двумя электродами).
2. Резцом может служить остро заточенное ножовочное полотно.

II. Натянуть резиновое кольцо на болт и установить в канавку.

I2. Установить болт на токарный станок и проточить резиновое кольцо после деформации от натяга.

I3. Проверить болт по месту установки.

Материалы и приспособления

| | |
|---|---|
| Стеклополотно ПСИФ/ЭП-70 | 2,5 кг |
| Триацетатная пленка | 3 м |
| Лак ЭРI-30 | 0,5 кг |
| Бензин или ацетон | 0,5 кг |
| Киперная лента | I0 м |
| Вакуумная резина толщиной 20 мм (ТУ 233-54Р) | 0,5 кг |
| Пресс-форма | I шт. |
| Термостат | I компл. |
| Термометры 0-200°С | 2 шт. |

Приложение I7

## СЪЕМ И НАДЕВАНИЕ КОНТАКТОРА

### I. Общая часть

При ремонте роторов турбогенераторов иногда возникает необходимость в снятии контактора.

Контактор снимается в случае:

I) износа и необходимости замены контактных колец;

2) разрушения изолирующего слоя между втулкой и контактным кольцом;

3) ослабления натяга посадки контактного кольца;

4) если при ремонтах или ревизиях снятие бандажных и центрирующих колец или вентиляторов невозможно без снятия контактных колец.

### II. Приспособления и инструмент

| | |
|---|---|
| Приспособление для снятия контактора (см.рис.62) | I компл. |
| Приспособление для опрессовки изоляции (см.рис.64) | I компл. |
| Стальные мерные подставки для фиксации положения контактных колец | 8 шт. |
| Рычажные ножницы (или приспособление) для нарезки миканита | I компл. |
| Плита с электронагревом | I компл. |
| Рашпиль | 8 шт. |
| Молоток 600 г | 2 шт. |
| Монтерский нож | 2 шт. |
| Кисть | 2 шт. |

Автогенный пост с горелкой № 6, шлангами, редукторами (запас кислорода и ацетилена для работы на время не менее 2 ч) . . . . . 2 компл.
Мостовой кран или грузоподъемное приспособление. . . . . I компл.
Слесарный верстак с тисками . . . . .I компл.
Гладкая металлическая плита размером I000xI000 мм . . . . . I шт.
Стальная обечайка толщиной I мм . . .I компл.
Деревянный ящик для съемных деталей 2 шт.

## Ш. Материалы

Формовочный миканит 0,4–0,5 мм марки ФМПА (ГОСТ 6I22–60)
Шеллачный лак
Крученый шнур диаметром 2–2,5 мм (ГОСТ I024–4I)
Киперная лента (ГОСТ 45I4–7I)
Кабельная бумага (ГОСТ 645–67).
Электроизоляционный картон толщиной 0,5 мм (ГОСТ 2824–60).
Асбестовая лента размером 0,5x30 мм (ГОСТ I4256–69).
Асбестовый картон толщиной 5–8 мм (ГОСТ 2850–58)
Технические салфетки
Авиационный бензин Б–70 (ГОСТ I0I2–54)
Эмаль ГФ–92ХК (ГОСТ 9I5I–59)
Шлифовальная стеклянная шкурка (ГОСТ 5009–68)

## IУ. Снятие контактора

I. Вывернуть болты крепления скоб контактора (см.рис. 40), снять скобы, замаркировать все снятые детали и сложить в ящик.

2. Вынуть изоляционные детали, замаркировать их и сложить в ящик.

3. Расшплинтовать шайбы, вывернуть контактные болты, замаркировать их и сложить в ящик.

**Примечание. Маркировку съемных деталей выполнять по отношению к щетке, если смотреть со стороны возбудителя, порядковыми номерами по часовой стрелке. Маркировать металлическими цифрами высотой 6–8 мм.**

4. Отогнуть детали соединения так, чтобы они не мешали съему втулки с вала.

5. Установить приспособление для снятия контактора (см. рис. 62). Обернуть изоляцию втулки листовым асбестом и закрепить его асболентой.

6. Нагреть двумя автогенными горелками № 6 контактные кольца до температуры I50–200°С. Стянуть стяжками втулку с посадочных поясков. Снять краном контактор с вала и положить на доски, уложенные на полу.

## У. Подготовка деталей контактора к сборке

I. Сравнить размеры контактора с чертежом. Если нет чертежа, то сделать эскиз положения контактных колец по отношению к втулке и окон в ней.

2. Изготовить стальные мерные подставки (высотой А и В) для фиксации положения контактных колец (см.рис. 63).

3. Срезать и снять бандажи из льняного шнура с контактора.

4. Поставить контактор торцом втулки на ровную металлическую плиту, двумя автогенными горелками нагреть ближнее к плите контактное кольцо до 250–300°С и сбить его молотками (через алюминиевую шину) с втулки.

Повернуть контактор другим торцом и в описанном порядке снять второе кольцо.

После снятия колец сразу же бандажировать миканит асбестовой лентой.

5. Очистить внутреннюю поверхность и торцы втулки, зачистить миканит.

6. Испытать изоляцию втулки повышенным напряжением согласно нормам.

Если изоляция в хорошем состоянии и выдержала испытания, то ее можно оставить.

Если изоляция в неудовлетворительном состоянии: пересохла, отслаивается, имеет пустоты (глухой звук при простукивании) или пробита при испытании, то ее следует срезать ножом и втулку зачистить наждачной шкуркой.

7. Очистить от лака и грязи все крепежные детали.

8. Заменить бандажи из льняного шнура на скобах.

9. Проверить резьбу контактных и токоведущих болтов.

I0. Снять размеры вала ротора, втулки, контактных колец и записать в формуляр (см. рис. 63).

## УI. Расчет и нарезка миканитовых заготовок

Рассчитать количество слоев миканита, его массу и размеры заготовок (мм):

$$A = \frac{\delta t}{m},$$

где $A$ – длина заготовки, мм;
$t$ – шаг наложения заготовок, мм;
$\delta$ – толщина изоляционного слоя, мм;
$m$ – толщина заготовок миканита, мм.

Значение $t$ выбирается в зависимости от диаметра вала:

при диаметре вала до 300 мм $t$ = 15-20 мм;
при диаметре вала больше 300 мм $t$ = 20-30 мм.

Значение $\delta$ выбирается так, чтобы после опрессовки и проточки миканита обеспечивался натяг контактного кольца, указанный в проекте:

$$\delta=(\Delta t\lambda)\alpha,$$

где $\Delta$ – толщина изоляции с учетом натяга, заданного проектом, после запечки и проточки изоляции;
$\lambda$ – припуск на обработку (после опрессовки). Выбирается в пределах 1,5-2,0 мм;
$\alpha$ – коэффициент, учитывающий опрессовку миканита. Принимается равным 1,35.

Количество заготовок

$$n=\frac{\pi(D_1+2\delta)}{t},$$

где $D_1$ – диаметр втулки по металлу, мм.

Масса (кг) заготовок миканита

$$P=2{,}1\cdot m A\delta n\cdot 10^{-6},$$

где 2,1 – плотность миканита, г/см$^3$;
$\delta$ – ширина заготовки, равная длине втулки $\ell$ плюс 20 мм на припуск (на каждую сторону втулки по 10 мм), мм.

Проверить раскрой миканита и нарезать заготовки.

### УП. Изолировка втулок

1. Промыть поверхность втулки бензином и протереть чистой ветошью.

Чистую поверхность втулки покрыть шеллаком при помощи кисти и сушить на воздухе при температуре окружающей среды не менее 20 мин.

2. Промазать заготовки миканита с одной стороны равномерным тонким слоем шеллака.

3. Положить заготовку миканита на горячую плиту промазанной стороной кверху и разогреть до размягчения.

4. Наложить размягченную заготовку на втулку промазанной стороной к металлу и приклеить ее по всей поверхности, плотно прижимая чистой ветошью.

Можно накладывать отформованные на втулке и промазанные шеллаком заготовки без предварительного приклеивания их к втулке.

5. Наложить вторую заготовку миканита поверх первой, сместив ее на величину шага наложения $t$ (рис. 83).

6. Производить наложение остальных заготовок в соответствии с пп. 3 и 4 данного раздела по всей поверхности втулки.

Примечание. Под первую заготовку подложить триацетатную пленку на ширину, равную $At$.

7. Подойдя к первой наклеенной заготовке миканита, отделить ее от поверхности втулки и, немного приподняв, продолжить наложение разогретых заготовок миканита до момента, когда между первым и последним слоями заготовок останется сдвиг, равный величине шага наложения. Триацетатную пленку удалить.

8. Смазать последнюю заготовку шеллаком и плотно прижать к ней ранее приподнятые первые заготовки. Стянуть наклеенные заготовки миканита киперной лентой. Пригладить заготовки горячим утюгом.

9. Снять ленту с поверхности изоляции и обернуть втулку промасленной кабельной бумагой или триацетатной пленкой.

### УШ. Установка прессующих приспособлений и опрессовка изоляции втулки

1. Положить на втулку обечайку из листовой стали толщиной 1 мм. По стыкующим краям сегментов обечайки снять фаску шириной 30-50 мм на всю толщину листа.

2. Установить на обечайку прессующее приспособление (см. рис. 64).

3. Равномерно нагревать для опрессовки и запечки изоляции прессующую часть приспособления двумя автогенными горелками № 6, периодически прекращая нагрев и подтягивая болты. Нагрев до заданной температуры вести 30 мин.

4. При достижении температуры изоляции 150-160°С окончательно затянуть нажимные болты до полной опрессовки изоляции. Выдержать температуру 150-160°С при толщине выпекаемой изоляции до 2,5 мм – 1 ч; до 5 мм – 2 ч.

5. Дать остыть втулке, приспособлению и изоляции до температуры 30-35°С.

6. Снять опрессовочное приспособление.

7. Проверить качество опрессовки изоляции и полученные размеры.

## IX. Обработка изоляции втулки

I. Проточку втулки производить на токарном станке (рис. 84). Крепить втулку по внутренней поверхности. Допустимое биение ±0,05мм, эллипсность ±0,05 мм. Проточку выполнять специальным резцом Р18. Скорость резания в пределах 200 м/мин.

При обточке изоляции втулки глубину резания и подачу при грубой обработке брать не более 0,5 мм, а при чистовой обработке – не более 0,2 мм.

2. После механической обработки вырезать миканит в местах подключения деталей соединения.

## X. Проверка качества

Качество запечки изоляции втулки проверяется простукиванием легким металлическим предметом, при этом звук должен быть звонким. Глухие звуки недопустимы .

Недопустимы . недопрессовка, вздутие и отставание изоляции от металла втулки.

## XI. Сборка контактора и насадка его на вал ротора

I. Подготовить детали к посадке контактных колец. Измерить диаметр втулки, покрытой миканитом. Проверить величину натяга.

2. Покрыть миканит втулки тонким слоем шеллака.

Установить втулку на горизонтальную ровную плиту так, чтобы было удобно производить посадку контактных колец.

3. Расставить равномерно по окружности вокруг втулки четыре мерные стальные подставки высотой А (см. рис. 63) или по размерам, снятым при разборке старого контактора, для фиксации положения первого кольца при посадке.

4. Надеть хомут (рис. 85) на контактное кольцо для посадки его на втулку.

5. Нагреть двумя автогенными горелками контактное кольцо до температуры 270-300°С.

Контроль температуры производить термокарандашами или специально изготовленным временным штихмассом.

6. Насадить контактное кольцо на втулку до упора в соответствии с маркировкой.

Обратить внимание на совпадение осей прорезей во втулке и осей гибких перемычек.

7. Надеть хомут на второе контактное кольцо.

8. Установить на оставшее после посадки первое кольцо четыре мерные стальные подставки требуемой высоты, определяющие место посадки второго кольца.

9. Нагреть второе контактное кольцо до температуры 270-300°С.

I0. Насадить второе контактное кольцо на втулку и при помощи выколоток и молотков довести его до места посадки.

II. Испытать электрическую прочность изоляции контактных колец после охлаждения контактора.

I2. Измерить диаметр вала и расточки втулки, установить натяг посадки контактора на вал. Записать замеры в формуляр.

I3. Заложить миканитовую изоляцию контактора листовым асбестом и стянуть его асбестовой лентой.

I4. Подвесить контактор на кране и отцентровать его по оси ротора. Поставить шпонку на вал ротора.

I5. Автогенными горелками нагреть контактор (втулку и кольцо), обеспечив расширение его по внутреннему диаметру на величину заданного проектом натяга плюс 0,2 мм.

I6. Расширение внутреннего диаметра контактора контролировать временным штихмассом.

I7. При достижении необходимого размера внутреннего диаметра завести контактор на посадочное место вала и при помощи выколоток и молотков довести его до места посадки.

## XII. Изолировка втулок контактных колец роторов турбогенераторов стеклотканью

Для изолировки втулок контактных колец применять стеклополотно ПСИФ/ЭП-70 толщиной 0,I2 мм или стеклоткань марки Э толщиной 0,I мм.

До наложения на металлическую втулку стеклоткань пропитывается специальным лаком.

Лак для пропитки стеклоткани изготовляется на основе эпоксидной смолы.

Для приготовления лака необходимы следующие материалы:

- эпоксидная смола ЭД-6 (ГОСТ I0587-63);
- бакелитовый лак марки А-50%(ГОСТ 90I-56);
- толуол (ГОСТ 4809-49);
- спирт-ректификат (ГОСТ 5963-5I);

Рецептурный состав лака:
Смола ЭД-6 - 36 вес.ч.
Бакелитовый лак - 30 вес.ч.
Толуол - 17,5 вес.ч.
Спиртотолуольная смесь 1:1 - 17,6 вес.ч.

Приготовление лака

1. Нагреть в электрической печи смолу ЭД-6 до 50-70°С, отвесить, согласно рецепту, необходимое ее количество и, растворив в толуоле, охладить.

2. Отвесить требуемое количество бакелитового лака и влить его в раствор эпоксидной смолы.

3. Добавить спирт, а затем толуол в соотношении 1:1 (согласно рецепту).

4. Перемешать смесь до получения однородной массы.

Полученным лаком пропитать стеклоткань и сушить на воздухе до отлипа.

Для получения большей толщины втулки из стеклоткани металлическая втулка протачивается по наружному диаметру на 2 мм, после чего поверхность втулки шлифуется. На поверхность втулки наматывается слоями пропитанная лаком стеклоткань или стеклополотно ПСИФ/ЭП-70, пока не будет получен размер, необходимый после запечки и обработки для насадки контактных колец.

Стеклоткань следует плотно наматывать на втулку (рис. 86).

Для опрессовки и запечки необходимо пользоваться приспособлением (см.рис. 64).

Запечку производить в термостате при температуре 160°С в течение 4 ч.

XIII. Меры безопасности

1. Категорически воспрещается пользоваться неисправным оборудованием, приспособлениями и инструментом.

2. Работать с нагретыми деталями разрешается только в рукавицах.

3. Рычажные ножницы должны быть снабжены ограничительной линейкой.

4. Такелажные работы разрешается выполнять только лицам, прошедшим специальное обучение, сдавшим экзамен, имеющим на руках удостоверение на право безопасного производства работ.

5. При нагреве автогенными горелками соблюдать правила безопасности производства газосварочных работ.

6. При работе с эпоксидно-резольным лаком соблюдать специальные правила техники безопасности.

## Приложение 18

## ПОСАДКА И СЪЕМ БАНДАЖНЫХ КОЛЕЦ

Как показала практика эксплуатации турбогенераторов ТВВ-320-2, при капитальных ремонтах необходимо периодически снимать бандажные кольца для их осмотра и устранения возникших в процессе эксплуатации дефектов. Периодичность осмотров бандажных колец, методы их дефектоскопии определены в Противоаварийном циркуляре № Э-4/74 (СЦНТИ ОРГРЭС, 1974).

Ниже приводятся рекомендации по насадке и съему бандажных колец.

Настоящие рекомендации содержат описание технологического процесса по нагреву бандажных колец специальным нагревателем при надевании и снятии их с ротора специальным приспособлением.

Перед съемом и после насадки бандажных колец необходимо замерить их биение по "пятке" для учета при балансировке ротора турбогенератора.

1. Оборудование и оснастка, применяемые при насадке и съеме бандажных колец:

- специальный нагреватель индукционного типа;
- два трансформатора ТСД-2000-2;
- мостовой кран;
- подставки;

- приспособление для съема и надевания бандажного кольца.

II. Инструмент и материалы:
- наружный микрометр;
- внутренний микрометр;
- измерительная линейка;
- щупы;
- гаечные ключи;
- уровень;
- термопара;
- ветошь;
- асбестовое полотно.

III. При подготовке ротора к насадке и при насадке двухпосадочных колец необходимо:

I) подготовить рабочее место, убрать посторонние предметы;

2) установить металлические призматические подставки с деревянными прокладками. Высота подставок должна быть такой, чтобы расстояние от оси ротора до пола было не менее 700-900 мм;

3) замерить посадочные диаметры сопрягаемых поверхностей, данные записать в формуляр;

4) определить, соответствуют ли полученные натяги требуемым;

5) проверить размеры кольцевых канавок под пружинные кольца и размеры сечения пружинных колец;

6) установить пружинные кольца в кольцевые канавки;

7) установить при помощи крана кольцо I (рис. 87) на бочку ротора;

8) установить под кольцо I на больших зубьях ротора сухари 2 вместе со шпонками 6;

9) продуть сжатым воздухом лобовую часть обмотки ротора и внутреннюю поверхность бандажного кольца для удаления пыли;

I0) застропить бандажное кольцо за цилиндр на удавку с предохранением поверхности медными прокладками. Подвести бандажное кольцо к торцу ротора при помощи крана;

II) надеть бандажное кольцо через центрирующее кольцо на лобовую часть обмотки насколько возможно, освобождая при этом мешающие хомуты, стягивающие лобовую часть обмотки ротора;

I2) надеть на бандажное кольцо для предохранения от ожогов изоляционный чехол из двух слоев асбестовой ткани АТ-I или АТ-2;

I3) застропить краном индукционный нагреватель и надеть его на бандажное кольцо;

I4) установить при помощи прокладок равномерный зазор между бандажным кольцом и индуктором;

I5) присоединить к индуктору кабель от трансформаторов;

I6) подвести шланги с охлаждающей водой к обмотке индуктора. Включить нагрев;

I7) нагреть бандажное кольцо до температуры от I50°С, но не более 230°С. Продолжительность нагрева 40-50 мин. Температуру нагрева бандажного кольца контролировать термопарой;

I8) отключить по окончании нагрева бандажного кольца нагревательный индуктор, не включая подачу воды;

I9) застропить индуктор и снять его при помощи крана;

20) установить при помощи крана кольцо 4, стянуть кольцо I и кольцо 4 при помощи тяг 3 гайками 5;

2I) насадить бандажное кольцо на место, заворачивая гайки 5;

22) выбить шпонку 7 из шпоночного паза в центрирующем кольце;

23) снять приспособление после остывания бандажного кольца.

IV. Снятие бандажных колец производится теми же приспособлением и индуктором, что и насадка.

Работы производить в следующем порядке:

I) установить кольцо I;

2) установить на больших зубьях ротора под кольцо I сухари 2;

3) установить индуктор;

4) установить упорное кольцо 8;

5) установить кольцо 4;

6) стянуть кольца I и 4 при помощи тяг 3 и гаек 5;

7) отжать шпонку 7 при помощи медных прокладок;

8) включить индуктор на нагрев;

9) нагреть бандажное кольцо до необходимой температуры, но не более 200°С;

I0) поворотом гаек 5 снять бандажное кольцо на 200-250 мм;

II) снять при помощи крана приспособление и бандажное кольцо с ротора.

У. Бандажные однопосадочные кольца (рис.88) перед посадкой на ротор собирают с центрирующими кольцами.

Для сборки данного узла необходимо:

1) произвести замеры посадочных мест;

2) определить, соответствуют ли полученные натяги требуемым;

3) уложить бандажное кольцо торцом на шпальную выностку;

4) надеть индуктор на бандажное кольцо;

5) нагреть бандажное кольцо до температуры 180-200°С;

6) опустить при помощи крана центрирующее кольцо на посадочное место в бандажном кольце, одновременно заправляя пружинное кольцо в шпоночный паз.

Перед насадкой бандажного кольца необходимо навесить гайки вместе со шпонками на бочку ротора.

При насадке бандажных колец следует руководствоваться пп. I-20 разд. Ш данного приложения и следующими дополнениями:

1) после насадки и остывания бандажного кольца замерить зазор между торцами бандажного кольца и бочкой ротора. Максимально допустимый зазор 0,4 мм;

2) закрыть гайку двумя слоями асбестовой ткани;

3) наложить на гайку гибкий индуктор;

4) нагреть гайку на 150-170°С, температуру гайки контролировать термопарой;

5) снять с гайки индуктор и асбестовую ткань;

6) навернуть гайку на бандажное кольцо до упора в пружинное кольцо. Температура гайки в конце процесса навинчивания должна быть не выше 120°С.

УI. Работы по снятию бандажных однопосадочных колец (см.рис.88) необходимо производить в следующем порядке:

1) нагреть гайку на 150-170°С при помощи индуктора 13;

2) отвернуть гайку при помощи специального ключа 12;

3) установить на ротор промежуточное кольцо 9;

4) установить упорное кольцо 14;

5) установить тяги 8;

6) натянуть бандажное кольцо гайками 11;

7) надеть на бандажное кольцо индуктор;

8) нагреть бандажное кольцо до 150-230°С;

9) сместить бандажное кольцо на 150-230 мм, заворачивая гайки 11;

10) снять приспособления, индуктор и бандажное кольцо с ротора при помощи крана.

## Приложение 19

## ДЕФЕКТОСКОПИЯ БАНДАЖНЫХ КОЛЕЦ МЕТОДОМ ЦВЕТНОЙ ПРОБЫ

### Назначение

Метод цветной пробы применяется для обнаружения поверхностных трещин и других видов нарушений сплошности на поверхности бандажных колец. Он основан на использовании свойств некоторых анилиновых красителей вместе с растворителем проникать в различные углубления материала и выходить из них на его осушенную поверхность. Метод цветной пробы позволяет выявить на поверхности металлических деталей дефекты в виде трещин глубиной более 0,05 мм и шириной более 0,02 мм.

### Рабочие растворы

1. Красящий раствор - насыщенный раствор судана в смеси: 65% керосина; 30% трансформаторного масла; 5% скипидара.

Подогреть растворитель до 40-50°С, насыпать в него судан до получения насыщенного раствора (пока на дне после взбалтывания не образуется осадок). Охлажденный красящий раствор профильтровать через четыре слоя марли.

2. Белая краска.

А. Основной состав:

Коллодий (промышленный) на спирто-эфирной основе . . . . . 700 мл

| | |
|---|---|
| Ацетон (или растворитель РДВ) | 100 мл |
| Бензол | 200 мл |
| Цинковые густотертые белила | 50 г/л |

Развести 50 г цинковых белил в 200 мл бензола и при перемешивании добавить сначала 700 мл коллодия, а затем 100 мл ацетона. Если при этом полностью не растворяются кусочки свернувшейся краски, то добавить еще 40-50 мл ацетона и смесь тщательно перемешать.

Примечание: Вместо промышленного коллодия на спирто-эфирной основе можно использовать коллодий на ацетоне или растворителе РДВ.

Состав краски в этом случае будет следующий:

| | |
|---|---|
| Коллодий на ацетоне или растворителе РДВ | 600 мл |
| Бензол | 400 мл |
| Цинковые густотертые белила | 50 г/л |

Растворить 50 г цинковых белил в 200 мл бензола и при перемешивании добавить сначала 600 мл коллодия, затем оставшиеся 200 мл бензола. В состав необходимо для полного его растворения добавить ацетон или растворитель РДВ в количестве 50-100 мл на 1 л краски.

Хранить приготовленные краски следует в посуде с плотно притертой пробкой.

Б. Заменяющий состав. Развести 25-30 г каолина или тонко измельченного порошка мела (может быть использован зубной порошок) в 100 мл спирта. Меловой раствор не должен иметь кусочков и посторонних включений.

3. Обезжиривающая жидкость

Для обезжиривания контролируемой поверхности можно употреблять бензин, ацетон, бензол или подогретый 5-10%-ный содовый раствор.

### Подготовка поверхности и проведение пробы

1. Контролируемая поверхность бандажного кольца должна быть чисто обработана и не должна иметь грубых рисок или царапин.

2. Поверхность бандажного кольца разделить по окружности на четыре-шесть участков. Для удобства следует контролировать последовательно диаметрально противоположные участки внутренней и внешней поверхностей бандажного кольца.

3. Обезжирить контролируемый участок бандажного кольца, после чего мягкой кисточкой нанести на него сплошным слоем красящий раствор. По мере высыхания повторно наносить красящий раствор. После 15-20 мин выдержки чистой мягкой тряпкой быстро и тщательно удалить красящий раствор.

4. Нанести белую краску тонким ровным слоем при помощи краскораспылителя С-45 (или С-37). Давление воздуха 0,3-0,4 МПа (3-4 кгс/см$^2$).

Примечания: 1. При отсутствии сжатого воздуха или при проверке небольших по площади участков бандажного кольца допускается в случае применения мелового раствора наносить его на контролируемую поверхность плоской кисточкой шириной 20-40 мм.
2. Краску на основе коллодия следует наносить только краскораспылителем.

Осмотр поверхности следует производить через 5 мин после нанесения белой краски. Появление красных прожилок свидетельствует о наличии трещин.

В случае получения нечетких результатов на сомнительных участках белая краска удаляется и наносится снова.

Если повторное нанесение белой краски не вносит ясность, цветную пробу следует повторить.

### Меры безопасности при проведении цветной дефектоскопии

Ввиду того, что в состав красок входят вредные по своему воздействию на организм человека вещества (бензин, бензол, ацетон и др.), приготовление красок и нанесение их следует производить на открытом воздухе или в хорошо вентилируемом помещении.

При контроле бандажных колец необходимо помнить, что все применяемые вещества опасны в пожарном отношении. Поэтому вблизи места работы не допускается курение, наличие открытого огня, включение электроприборов и всякого рода искрения.

Меры противопожарной безопасности должны соблюдаться и при транспортировке.

### Материалы, применяемые при цветной дефектоскопии

Бензол (ГОСТ 8448-61).

Жирорастворимый темно-красный краситель судан IV (ТУ МХП 175-40).
Коллодий на спирто-эфирной основе (ГОСТ 4576-49).
Густотертые цинковые белила марки МО (ГОСТ 482-67).
Трансформаторное масло (ГОСТ 982-68).
Керосин (ГОСТ 1842-52).
Ацетон (ГОСТ 2768-69).
Мягкие волосяные кисти (ГОСТ 10597-65).
Ветошь, протирочные салфетки (ГОСТ 5354-68).

Приложение 20

## ПЕРЕКЛИНОВКА ПАЗОВ ОБМОТКИ РОТОРА

1. Подготовить рабочее место. Установить ротор на опоры под шейками вала. Установить подмости. Приготовить инструмент и приспособления. Бандажные кольца должны быть сняты.

2. Проверить маркировку пазов. При частичной переклиновке проверить заклиновку концевых клиньев. Ослабленные клинья переклинить, а выступающие - подклинить и выровнять по торцу бочки ротора.

3. Произвести переклиновку пазов. Для увеличения плотности посадки клиньев подклиновую прокладку заменить новой или к старой приклеить полоску необходимой толщины из стеклотекстолита марки СТЭФ, промазанную эпоксидно-резольным лаком ЭРП-30. Прокладку запекать при температуре 160°С в течение 3 ч.

При забивке клиньев между их торцами необходимо установить зазор $1^{+0,5}$ мм. Забитые кромки опилить напильником. Вентиляционные отверстия в клиньях соседних пазов закрыть. Возможные стружки должны отсасываться пылесосом. Обратить внимание на состояние пазовой изоляции коробки (гильзы).

Во время выбивки и забивки клиньев вести непрерывный контроль за сопротивлением изоляции обмотки ротора мегомметром 1000 В с записью показаний в журнал. Плотность заклиновки пазов проверяется простукиванием клиньев.

4. Если клинья сидят плотно, то до надевания бандажных колец производится повторная проверка продуваемости вентиляционных каналов.

### Материалы и приспособления

| | |
|---|---|
| Стеклотекстолит СТЭФ1 толщиной 0,5-1-2 мм | 3 кг |
| Лак ЭРП-30 | 1 кг |
| Миткаль | 5 м |
| Резиновые прутки | 200 шт. |
| Электрокартон толщиной 1-2 мм | 10 кг |
| Пневмомолоток со шлангами | 1 компл. |
| Пылесос | 1 шт. |
| Боек для заклиновки | 1 шт. |

Приложение 21

## ИСПЫТАНИЕ ОБМОТКИ СТАТОРА НА ВОДОПЛОТНОСТЬ

I. Собрать схему для испытания обмотки статора давлением воды I,0 МПа (I0 кгс/см$^2$) в течение 24 ч от линии конденсатных насосов действующего блока.

2. Открыть вентили I и 4 (рис. 89). Установить вентилями 2 и 3 перепад давлений между напорным и сливным коллекторами не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см$^2$).

Открыть краники дренажных трубок для выпуска воздуха из верхних точек коллектора. Когда из вентиля 4 и краников дренажных трубок перестанут появляться воздушные пузырьки, закрыть вентиль 4 и дренажные краники, поднять давление вентилем 2.

Вентиль 3 должен быть приоткрытым для предотвращения повышения давления воды в обмотке статора выше I,0 МПа (I0 кгс/см$^2$).

После достижения давления I,0 МПа (I0 кгс/см$^2$) вентили I и 2 закрыть и повторно убедиться в отсутствии воздуха в обмотке.

Значение давления контролировать напометром 6.

3. Установить давление 0,I МПа(I,0 кгс/см$^2$), вентилями 2 и 3 по манометру 5. Для повышения давления воды в процессе опрессовки открыть вентиль I. При достижении давления в обмотке 0,I МПа (I,0 кгс/см$^2$), контролируемого манометром 6, вентили I, 2 и 3 закрыть.

4. Устранить обнаруженные течи в системе охлаждения обмотки статора.

После устранения течи обмотку проверить на водоплотность в течение 24 ч.

5. Считать нормальной плотность обмотки при отсутствии падения давления в течение 24 ч. Воду слить в дренаж. Обмотку продуть сухим сжатым воздухом 0,3-0,4 МПа (3-4 кгс/см$^2$) в течение 3-4 ч.

6. Заполнить систему охлаждения обмотки фреоном-I2 давлением 0,00I МПа (0,0I кгс/см$^2$) и воздухом давлением 0,5 МПа (5 кгс/см$^2$).

Плотность системы проверить течеискателем ГТИ-3.

Примечания: I. Испытание на водоплотность проводится после остывания турбогенератора.

2. Температура конденсата при заполнении обмотки статора должна быть равна температуре его активных частей. Если это условие не выполнено, то за начальное давление при испытании следует принять давление конденсата по манометру 6 через 4-6 ч от начала испытания после выравнивания указанных температур.

3. В случае изменения температуры среды давление в конце испытания определяется из расчета, что I°С изменения температуры соответствует пропорциональное изменение давления воды на 0,075 МПа (0,75 кгс/см$^2$), т.е.

$$P = P_0 + 0{,}75\,(t - t_0),$$

где $t$ – температура в конце испытания;

$P_0$ и $t_0$ – давление и температура в начале испытания.

Приложение 22

# ИСПЫТАНИЕ АКТИВНОЙ СТАЛИ СТАТОРА

## I. Общие указания

Испытание активной стали производится при каждом капитальном ремонте с выемкой ротора, после полной перемотки обмотки статора, а при повреждении стали - до укладки обмотки и после нее.

## II. Расчет электрических параметров, необходимых для проведения испытаний

Конструктивные данные статора.

Наружный диаметр сердечника статора ($D_a$) 2,59 м
Диаметр расточки статора ($D_1$) . . . . 1,265 м
Высота паза статора ($h_п$) . . . . . 0,225 м
Длина сердечника статора ($\ell_1$) . . . . 6,0 м
Вентиляционные каналы статора:
число ($n_2$) . . . . . 130 шт.
ширина ($b_2$) . . . . . 0,005 м
Коэффициент заполнения активной стали $K_{F\ell}$ 0,93
Масса стали сердечника статора (без зубцов) G . . . . . 115000 кг

Расчетные данные

1. Средний диаметр спинки сердечника статора $D_{ср} = 0{,}5\,(D_a + D_1) + h_п = 2{,}15$ м.

2. Эффективная длина сердечника статора

$$\ell_{эф} = K_{F\ell}(\ell_1 - n_2 b_2) = 4{,}975 \text{ м}$$

3. Высота спинки стали сердечника статора

$$h_a = 0{,}5(D_a - D_1 - 2h_п) = 0{,}437 \text{ м}$$

4. Поперечное сечение спинки сердечника статора

$$Q = \ell_{эф} h_a = 2{,}17 \text{ м}^2$$

5. Напряжение на намагничивающей обмотке

$$U_1 = 4{,}44 B f W Q \delta = 708\, W_1 B,$$

где $B$ - заданная величина магнитной индукции в сердечнике статора ($B$=1,4Т);
$f$ - частота тока ($f$=50Гц), Гц;
$W_1$ - число витков намагничивающей обмотки ($W_1$= 1);
$\delta$ - коэффициент рассеяния ($\delta$ = 1,05).

6. Напряжение на контрольной обмотке

$$U_2 = \frac{U_1 W_2}{\delta W_1} = 674 \text{ В},$$

где $W_2$ - число витков контрольной обмотки ($W_2$= 1).

7. Магнитодвижущая сила (А) при B = 1,4 Т

$$F = \pi D_{ср} F_{уд},$$

где $F_{уд}$ - удельная магнитодвижущая сила, А/м.

Ориентировочные значения удельной магнитодвижущей силы для сердечника статора, собранного из сегментов различных марок сталей, приведены в табл. I.

Таблица I

| Индукция, Т | Удельная магнитодвижущая сила (А/м) для марок стали | |
|---|---|---|
| | 341, 342, 343 | 3310, 3320, 3330 |
| 1,0 | - | 180-250* |
| 1,4 | 800 | 300-500 |

* Бо́льшие значения относятся к статорам с количеством сегментов больше четырех.

Для статора турбогенератора ТВВ-320-2, собранного из сегментов стали 3330, магнитодвижущая сила будет равна

$$F = 1690 \text{ А}.$$

Примечание. Значение удельной магнитодвижущей силы 250 А/м принято по экспериментальным данным.

8. Полный намагничивающий ток равен

$$I_1 = 1{,}05 \frac{F}{W_1} = 1774 \text{ А}$$

9. Полная мощность, потребляемая при испытании и необходимая для выбора источника питания, равна

$$S = U_1 I_1 \cdot 10^{-3} = 1156 \text{ кВ·А}$$

10. Удельные потери (Вт/кг) в активной стали

$$P_{уд} = \frac{P_0 W_1}{G W_2},$$

где $P_0$ – мощность, измеренная ваттметром и приведенная к $B = 1{,}4$ Т.

11. По приведенным расчетным данным подбираются необходимые источники питания, трансформатор, кабель и коммутационная аппаратура.

## Ш. Порядок проведения испытания

1. Собрать схему испытания активной стали (рис. 90). Надежно заземлить статор.

2. Намотать на сердечник статора намагничивающую обмотку, число витков которой следует выбирать по возможности малым для снижения напряжения, подводимого к обмотке. Если при намотке намагничивающей обмотки непосредственно на сердечник статора встретятся затруднения, вызванные конструктивным выполнением корпуса статора, разрешается намотка с захватом корпуса. При этом величина потерь, измеренная ваттметром, будет несколько больше действительных в сердечнике.

3. Намотать на статор контрольную обмотку под углом 90° к намагничивающей и подключить измерительную аппаратуру. Контрольную обмотку необходимо укладывать на дно паза статора (в случае испытания необмотанного сердечника). Потери в активной стали определять при помощи ваттметра.

Если необходимо определить потери в отдельных пакетах статора, то эти пакеты должны быть охвачены специальными контрольными витками, присоединенными к обмотке напряжения ваттметра при помощи вольтметрового переключателя.

4. Заложить в зубцы статора термопары, исходя из условия: одна термопара примерно на 0,3–0,5 м длины сердечника статора. Термопары равномерно распределить по поверхности расточки сердечника и присоединить к переключателю. В переключателе должен обеспечиваться разрыв цепей при переходе с одной термопары на другую.

По одной термопаре заложить в крайние пакеты сердечника статора.

Термопары должны быть тщательно изолированы одна от другой и от корпуса статора.

5. Установить на зажимах намагничивающей обмотки напряжение $U_1$.

6. Отключить питание через 15–20 мин после его подачи и приступить к выявлению мест повышенного нагрева зубцов, для чего проверить на ощупь в течение 5–7 мин нагрев зубцов по всей длине сердечника. После этого в места, имеющие повышенный нагрев, дополнительно заложить термопары. Непосредственно перед включением произвести измерение температуры.

7. Проводить испытание при индукции 1,4 Т в течение 45 мин. В случае, когда индукцию 1,4 Т выдержать невозможно, пересчет длительности испытания (мин) производить по формуле

$$t_x = \left(\frac{1{,}4}{B_x}\right)^2 \cdot 45,$$

где $B_x$ – индукция, отличная от $B = 1{,}4$ Т;
$t_x$ – время испытания при индукции $B_x$, мин.

8. Производить запись измерений по всем приборам через каждые 10 мин.

9. Вести нумерование зубцов и пакетов в соответствии с заводской документацией на турбогенератор. (Положение всех термопар должно быть точно зафиксировано: либо по номеру зубца и номеру пакета, либо по номеру зубца и порядковому номеру клина, считая со стороны контактных колец).

10. На ощупь убедиться по окончании испытаний в отсутствии местных перегревов.

## IУ. Результаты испытаний и их обработка

1. Результаты испытаний обрабатываются по ниже приведенным формулам и заносятся в протокол испытаний.

$B = \frac{U_2}{4{,}44 \cdot f W_2 Q}$ – индукция в сердечнике при данном напряжении, Т;

$P' = P W_1 / W_2$ – мощность, приведенная к числу витков первичной обмотки, Вт;

$P_0 = P'\left(\frac{1,4 \cdot 50}{Bf}\right)^2$ – потери в активной стали, приведенные к индукции $B = 1,4$ Т и частоте 50 Гц, Вт;

$P_{уд} = \frac{P_0}{G}$ – удельные потери в активной стали, Вт/кг.

2. Активная сталь должна быть подвергнута ремонту в местах повышенных перегревов, если:

а) удельные потери в стали превышают значения, указанные в табл. 2;

б) наибольшее значение превышения температуры $\Delta t_{наиб}$ в конце испытаний 25°С;

в) разность между наибольшим и наименьшим перегревами

$\Delta t = \Delta t_{наиб} - \Delta t_{наим.}$ в конце испытаний превышает 15°С.

Допустимые удельные потери в электротехнической стали (ГОСТ 802-58) статора турбогенератора при толщине листов 0,5 мм и при намотке витков на сердечник вместе с корпусом даны в табл. 2.

Таблица 2

| Марка стали | Удельные потери (Вт/кг) при индукции, Т | |
|---|---|---|
| | 1,0 | 1,4 |
| 342 | 1,96 | 3,84 |
| 3310 | 1,54 | 3,00 |
| 3320 | 1,35 | 2,64 |
| 3330 | 1,10 | 2,16 |

### у. Меры безопасности

1. Перед испытанием убедиться в отсутствии замыканий термопар между собой (мегомметром на напряжение 1000 В), убедиться в отсутствии обрывов термопар. Дефектные термопары отсоединить.

2. Переключатель для термопар должен исключать возможность даже случайного замыкания термопар между собой.

3. Потенциал на концах отдельных термопар относительно земли может достигать 600 В и более, поэтому испытания надо проводить с применением соответствующих защитных средств.

4. Перед проведением измерений термо-ЭДС убедиться в отсутствии на концах каждой термопары напряжения, которое может повредить потенциометр. Для этого вольтметр с большим внутренним сопротивлением и пределом измерений около 100 В подключать поочередно к каждой термопаре. Снижая предел измерения вольтметра до 1,0-1,5 В, удостовериться, что в схеме измерений температуры зубцов нет термопар с недопустимо высоким напряжением. После этого можно включать потенциометр для измерений.

5. После намотки на сердечник статора намагничивающей обмотки необходимо проверить сопротивление изоляции кабеля относительно стали статора мегомметром 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 5 МОм в холодном состоянии.

Приложение 23

## УСТРАНЕНИЕ МЕСТНЫХ ДЕФЕКТОВ АКТИВНОЙ СТАЛИ

Настоящими рекомендациями необходимо руководствоваться при исправлении повреждений зубцовой зоны активной стали статора турбогенератора, приведших к ослаблению плотности опрессовки сегментов, замыканиям отдельных листов и появлению местных перегревов активной стали сердечника.

## I. Материалы

Меловая шпатлевка (ГОСТ I0277-62).
Гигроскопическая вата (ГОСТ 5556-66).
Хлопчатобумажные салфетки (ГОСТ 4644-67).
Азотная кислота (ГОСТ 70I-68).
Соляная кислота (ГОСТ I382-69).
Кальцинированная сода (ГОСТ 5I00-64).
Этиловый спирт (ГОСТ 5962-67).
Авиационный бензин Б-70 (ГОСТ I0I2-54).
Электроизоляционный лак БТ-99 (ГОСТ 80I7-56).
Слюда СЛМ-2 (ТУ 2I-25-25-69).
Стеклотекстолит СТЭФI (ГОСТ I2652-67).
Лист толщиной 3-5 и 50 мм.
Эпоксидный клеящий лак ЭЛ-4 холодного отверждения.

## II. Приспособления и инструмент

Переносная вертикально-фрезерная головка.
Пневматическая высокооборотная шлифовальная машинка ШР-06А, ШШМ-068, ШШР-6 и др. (ГОСТ I2634-67).
Электрический промышленный пылесос (ГОСТ I6999-7I).
Пневматический ручной краскораспылитель 0-45 (ГОСТ 7385-65).
Фреза марки ПА диаметром 20-32 мм (ГОСТ I7026-7I).
Дисковая фреза 32÷40х0,5 мм (ГОСТ 2679-6I).
Абразивные шлифовальные головки типа IIЦ, ГУ (диаметром I2-40 мм), твердость СМI, СМ2 (ГОСТ 2447-64).
Молоток Б8 (ГОСТ 23I0-70).
Напильник (ГОСТ I465-69).
Слесарное зубило (ГОСТ 72II-54).
Слесарный крейцмейсель (ГОСТ 72I2-54).
Шабер.
Линейка I-500 мм (ГОСТ 427-56).
Штангенциркуль ШЦ-I,0-I25 мм (ГОСТ I66-63).
Специальный щуп для контроля запрессовки стали (см. рис. 72).
Лабораторная посуда для кислот и щелочи (ГОСТ I7004-7I).
Лупа (ГОСТ 946I-60).
Кислотощелочестойкие резиновые перчатки (ГОСТ 9502-60).
Диэлектрические резиновые перчатки (ГОСТ 9809-6I).
Диэлектрические резиновые коврики (ГОСТ 4997-68).
Защитные очки (ГОСТ 9802-6I).
Деревянные палочки длиной 250 мм, диаметром 4-5 мм.

## III. Устранение распушений и ослабления плотности опрессовки концевых пакетов сердечника статора

I. При доступности гаек на концах клиньев-ребер устранить неплотность концевых зон сердечника подтяжкой нажимного кольца, для чего:

- расстопорить по четыре гайки, расположенные в диаметрально противоположных зонах. Подтяжку гаек производить крутящим моментом около I70 кгс•м;

- произвести обтяжку нажимного кольца гайками попарно в диаметрально противоположных зонах последовательно в несколько обходов до упора, после чего застопорить гайки стопорными шайбами.

2. При невозможности подтяжки нажимного кольца, а также если в результате подтяжки полностью не устранено ослабление сердечника, устранить неплотность сердечника установкой в зубцовой зоне клиньев-заполнителей из стеклотекстолита СТЭФ-I (ГОСТ I2652-67), для чего:

- изготовить стеклотекстолитовые клинья-заполнители. Толщину и количество клиньев выбрать после оценки действительной величины распушения (ослабления) пакетов сердечника;

- расклинить обмотку статора в концевых зонах, удалить пазовые клинья из зоны распушенных пакетов;

- обезжирить поверхности прилегания сегментов железа и клиньев-заполнителей бензином Б-70 и окончательно спиртом, подсушить их на воздухе;

- промазать поверхности склеивания сегментов и клиньев-заполнителей эпоксидным клеящим лаком ЭЛ-4 и выдержать на воздухе I5 мин (время удаления ацетона, входящего в состав лака). На время выдержки сегменты развести при помощи распорки;

- забить клин-заполнитель между сегментами, выдержать его в покое до полной полимеризации лака (при 20-25°С около I0-I2 ч).

Примечание. Если одновременно с распушением зубцов произошло нарушение лакового покрытия отдельных сегментов, примыкающих к месту установки клиньев-заполнителей, на небольшую глубину от вершины зубца необходимо перед установкой клина-

заполнителя проложить между сегментами в вершине зубца слюдяные пластинки на лаке ЭЛ-4 на глубину 30-35 мм;

- проверить плотность опрессовки зубца сердечника щупом. От усилия 10-12 кгс щуп не должен входить между сегментами глубже 4 мм всей плоскостью лезвия на участке не ближе 100 мм от нажимного кольца;

- опилить клин-заполнитель заподлицо с профилем зубца в месте установки пазового клина. Опиловка и повреждение прилегающих сегментов стали статора недопустимы;

- покрасить сердечник в месте установки клиньев-заполнителей лаком БТ-99;

- заклинить обмотку статора пазовыми клиньями. Стыки пазовых клиньев не должны попадать на клин-заполнитель. При необходимости заклинить паз специально изготовленными пазовыми клиньями, перекрывающими установленный клин-заполнитель.

3. Сердечник статора испытать на нагрев при индукции 1,4 Т. Особое внимание обратить на контроль температуры в местах сердечника, подвергавшихся ремонту.

## IУ. Устранение местных замыканий на поверхности активной стали сердечника методом травления кислотой

1. Подготовить сердечник статора к испытаниям на нагрев, установить намагничивающую и контрольную обмотки таким образом, чтобы имелся свободный доступ к поврежденным местам.

2. Установить в зоне повреждения термопары.

3. Включить намагничивающую обмотку и при индукции 1,0-1,4 Т довести температуру поврежденных участков до 70-90°С. Отключить намагничивающую обмотку от источника питания.

4. Определить и отметить мелом границы участков повышенного нагрева, подлежащих обработке.

5. Защитить стержни обмотки, вентиляционные каналы и пакеты активной стали вокруг поврежденного места от попадания стружки и кислоты меловой шпателевкой или асбестовой замазкой. Настелить резиновые коврики.

6. Зачистить поврежденные участки активной стали сердечника шлифовальной машинкой. Зачистку по возможности производить вдоль листов. В недоступных для абразива местах зачистку производить шабером движением вдоль листов сердечника.

7. Тщательно выбрать стружку и абразивную пыль из зоны обработки и примыкающих зон пылесосом с узким наконечником.

8. Установить в зоне повреждения термометры и термопары, подсоединить их, включить намагничивающую обмотку и при индукции 1,0-1,4 Т нагреть поврежденную зону до 75-105°С. Отключить намагничивающую обмотку от источника питания.

9. Протравить зачищенные участки ватным тампоном диаметром 10-15 мм, намотанным на деревянную палочку диаметром 4-5 мм и смоченным в азотной кислоте. Не допускать растекания кислоты за пределы обрабатываемого участка. Большие площади обрабатывать кислотой последовательно небольшими участками.

10. После каждой обработки кислотой длительностью 1-2 мин протереть обрабатываемый участок тампонами или салфетками, смоченными теплой дистиллированной водой, удалить таким образом образовавшуюся при травлении соль азотно-кислого железа. Обработку повторить 5-6 раз.

11. Осмотреть через лупу обработанный участок. Изоляционная лаковая пленка между сегментами стали должна просматриваться сплошными темными линиями. Если лаковая пленка просматривается в виде прерывистых линий, повторить травление, промывку и осмотр участка.

Примечания: 1. Если температура обрабатываемого участка упала ниже 55°С, прекратить травление, так как реакция травления значительно замедляется. Повторить нагрев сердечника и продолжить операции травления, промывки и осмотр. При повторных нагревах сердечника контролировать также температуру обработанных ранее участков для определения качества травления.
2. При невозможности травления с нагревом сердечника производить травление без нагрева смесью азотной (25%) и соляной (75%) кислот.

12. После окончания травления нейтрализовать остатки кислоты 4-5-кратной обработкой протравленных мест ватными тампонами или хлопчатобумажными салфетками, смоченными в 10%-ном растворе кальцинированной соды. После каждого прохода тампоны менять, салфетки тщательно прополаскивать водой.

13. Промыть травленые и нейтрализованные участки теплой дистиллированной водой (40-60°С) протереть насухо.

14. Тщательно промыть исправленные участ-

ки спиртом в два приема (вторая промывка - после удаления защитной обмазки).

15. Удалить защитную обмазку из паза, зазоров, вентиляционных каналов; собрать пылесосом пыль.

16. Произвести испытание сердечника на нагрев по рекомендациям приложения 22, особо контролируя нагрев обработанных участков.

17. Удалить намагничивающую и контрольную обмотки и приступить к дальнейшему ремонту (окраске сердечника, укладке обмотки и т.д.).

## V. Замена поврежденных участков активной стали сердечника статора стеклотекстолитовыми вставками-заполнителями

1. Удалить фрезерованием поврежденный участок сердечника статора. Для фрезерования применить специальную вертикально-фрезерную головку, укрепленную в расточке статора.

Режущий инструмент - набор концевых фрез диаметром 20, 22, 25, 28, 32 мм с коническим хвостовиком и нормальным зубом.

Частота вращения шпинделя - 150-300 об/мин.

Подача - вручную.

Охлаждение - окунанием фрезы в стаканчик со смазочно-охлаждающей эмульсией. Охлаждение поливом недопустимо!

Примечания: 1. Режим фрезерования (частота вращения, диаметр фрезы, подача) уточняется в каждом конкретном случае, так как зависит от жесткости фрезерной головки, плотности опрессовки сердечника и пр. 2. При большой длине повреждения зуба после удаления одного пакета фрезерованием допускается удалять остальную часть подрубкой листов по одному зубилом или подрезкой отрезной фрезой с приводом от высокооборотной шлифовальной машинки с последующей зачисткой фрезерованием.

2. Устранить местные поверхностные замыкания сегментов в зоне обработки путем зачистки абразивом и травлением кислотой с последующей нейтрализацией. Очистить и испытать сердечник на нагрев согласно разд. 4 настоящих рекомендаций.

3. Изготовить из стеклотекстолита СТЭФ1 (ГОСТ 12652-67) вставку-заполнитель, имитирующий по форме и размерам удаленный участок зуба сердечника статора. Механической обработкой заполнителя обеспечить плотную установку его в сердечнике, исключая западание или выступание вставки-заполнителя в обмоточный паз и расточку статора.

4. Обезжирить бензином Б-70 посадочные места в стали сердечника и вставки-заполнители и высушить.

5. Промазать посадочные места в стали сердечника и вставки-заполнители клеящим лаком ЭЛ-4; выдержать на воздухе около 15 мин.

6. Установить вставку-заполнитель на место и прижать при помощи приспособления.

7. Проверить плотность зубцовой зоны сердечника по обе стороны вставки-заполнителя. При необходимости дополнительного уплотнения одновременно установить клинья-заполнители в зубцы пакетов, примыкающих к вставке, согласно разд. 3 настоящих рекомендаций.

8. Сушить сердечник при окружающей температуре 20-25°С до полимеризации клеящего лака в течение 10-12 ч.

9. Испытать сердечник на нагрев при индукции 1,0-1,4 Т.

10. Приступить к дальнейшему ремонту статора (окраске сердечника, укладке обмотки и т.д.).

Примечания: 1. При большой длине вставки-заполнителя изготовить специальные удлиненные пазовые клинья и при заклиновке обмотки установить их таким образом, чтобы они перекрывали вставку-заполнитель и опирались обоими концами на "здоровые" участки сердечника статора не менее чем по 35-40 мм. Два пазовых клина, примыкающих с обеих сторон от клина, крепящего вставку-заполнитель, установить в пазы на клее № 88-Н. В концевых зонах сердечника пазовый клин должен перекрывать вставку-заполнитель и заходить на "здоровую" часть сердечника, составляющую не менее чем один пакет (около 50 мм). Клин установить на клее № 88-Н. Материал специального пазового клина - стеклотекстолит СТЭФ (ГОСТ 12652-67). 2. Максимальная длина стеклотекстолитовой вставки-заполнителя не должна превышать длины трех пакетов сердечника, а высота должна быть не более 60 мм. При повреждениях, превышающих размеры, указанные выше, решение о возможности ремонта и его способе согласовывается с заводом-изготовителем.

## VI. Меры безопасности

1. Строго выполнять требования инструкции и указания администрации по безопасному ведению работ.

2. Соблюдать правила электробезопасности.

для местного освещения пользоваться ручной переносной лампой напряжением 12в или 36В с защитной сеткой. Электроинструмент применять только при необходимости, где нельзя использовать пневмоинструмент. Работы в расточке статора проводить только при отключенной от источника питания намагничивающей обмотке. При работе с электроинструментом применять проверенные индивидуальные средства защиты (резиновые перчатки, маты). Во время индукционного нагрева сердечника и проведения типовых испытаний активной стали оградить сердечник и вывесить предупредительные таблички "Высокое напряжение", "Опасно для жизни" и т.д.

Входить в зону ограждения запрещается.

3. Работать в расточке статора в исправной обуви с мягкой клеевой подошвой без гвоздей и подковок, а также в облегающем тело комбинезоне без свободно висящих концов. Волосы должны быть убраны под головной убор.

4. Производить фрезерование, шлифование и травление в расточке статора под непосредственным руководством и наблюдением мастера.

5. Хранить кислоты и щелочи в стеклянных колбах или бутылях с притертыми пробками, помещенных в специальные плетеные корзинки. На посуде должны быть наклеены этикетки с надписью "Осторожно!" и указанием содержимого.

6. Производить травление в резиновых перчатках и защитных очках. При интенсивном протекании реакции травления уклоняться от вдыхания паров кислоты и выделяющегося водорода. Курить на рабочем месте и пользоваться открытым огнем (для подсветки и т.п.) запрещается.

При случайном попадании кислоты на кожу немедленно промыть пораженный участок кожи пресной водой.

7. Вносить легковоспламеняющиеся вещества (бензин, спирт, лаки и т.п.) в расточку статора в специальной закрывающейся посуде и малыми дозами. Проверить наличие на рабочем месте средств пожаротушения и их исправность. Использованные тампоны и салфетки, пропитанные бензином, спиртом, складывать в специальную банку.

8. Соблюдать правила техники безопасности при работе с эпоксидными лаками и компаундами.

Приложение 24

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭПОКСИДНОГО КЛЕЯЩЕГО ЛАКА ЭЛ-4 ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ

Лак применяется для склеивания гетинакса, стеклотекстолита, пластмассы, металла и других материалов.

### I. Материалы

Смола ЭД-6 или ЭД-5 (ГОСТ 10587-72).
Полиэтиленполиамин (СТУ 49-2529-62).
Полиэфир № I (МРТУ 05-1122-68).
Ацетон (ГОСТ 2768-69).

### II. Оборудование

Фарфоровый стакан или металлическая банка.
Электрическая печь закрытого типа.
Ртутный термометр 0-100°С (ГОСТ 2823-59).
Технические весы с разновесами НТ-2.
Деревянная или металлическая мешалка.
Вытяжной шкаф с вентиляцией.

### III. Порядок приготовления

I. Приготовлять эпоксидный лак по рецепту, приведенному в таблице.

| Материал | Состав | |
|---|---|---|
| | Массовые части | % |
| Смола ЭД-6 или ЭД-5 | 100 | 69 |
| Полиэтиленполиамин | 10 | 6,9 |
| Полиэфир № I | 15 | 10,3 |
| Ацетон | 20 | 13,8 |
| Всего ..... | | 100 |

2. Разогреть смолу ЭД-6 в электрической печи при температуре 60°С.

3. Взвесить необходимое количество эпок-

сидной смолы и полиэфира № I.

4. Ввести в смолу с полиэфиром № I необходимое количество ацетона, смесь перемешать.

5. Взвесить необходимое количество полиэтиленполиамина, ввести его в смолу с полиэфиром № I и перемешать. Лак готов к употреблению.

Примечания: I. Температура массы перед введением полиэтиленполиамина должна быть не выше 30-35°С.
2. Лак готовить необходимо небольшими порциями, так как срок его годности составляет 3-3,5 ч с момента приготовления.

Приложение 25

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭПОКСИДНЫМИ СМОЛАМИ И КОМПОЗИЦИЯМИ НА ИХ ОСНОВЕ

I. К работе допускаются лица, прошедшие медицинскую комиссию и имеющие разрешение на работу с эпоксидными смолами. Лица, работающие с эпоксидными смолами, подвергаются медицинскому осмотру I раз в 6 мес.

2. Работы по приготовлению составов (клея, заливочной массы) с эпоксидными смолами, а также склейка и заливка различных деталей готовыми составами должны производиться в изолированном или огражденном помещении. Посторонним лицам вход в эти помещения запрещается.

3. Рабочие места, на которых приготовляются составы из эпоксидных смол, производится заливка и склейка ими различных деталей, должны быть оборудованы интенсивной местной вытяжной вентиляцией.

4. Компоненты (бензин, малеиновый ангидрид, фталевый ангидрид, дибутилфталат, гексаметилендиамин), входящие в составы с эпоксидными смолами, и готовые составы нужно хранить в стеклянной или керамической посуде с плотными крышками в вытяжных шкафах. После работы посуду и инструменты необходимо тщательно промывать нитрорастворителем 646 и теплой водой.

5. Изделия, в которых применены эпоксидные составляющие, должны до полного отверждения эпоксидной массы находиться в зоне действия интенсивной вытяжной вентиляции. Термостаты и печи, в которых производится сушка эпоксидных композиций, должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией или находиться под колпаком вентиляционной установки.

6. На участке работы с эпоксидными смолами должен быть умывальник с горячей и холодной водой, полотенце и мыло в достаточном количестве.

7. Рабочие, занятые на работе с эпоксидными смолами, должны иметь спецодежду (хлопчатобумажные халаты или комбинезоны, полиэтиленовые перчатки). Спецодежду необходимо стирать не реже 2 раз в месяц. Запрещается уносить спецодежду домой.

8. При изготовлении состава из эпоксидных смол рабочие обязаны производить аккуратно отвешивание, пересыпку и переливку эпоксидных смол и их компонентов, не допуская попадания их на кожу тела и окружающие предметы.

9. В случае попадания эпоксидных смол и их компонентов на незащищенные участки тела необходимо немедленно снять их тампоном из ваты, а затем промыть это место горячей водой с мылом.

I0. Эпоксидные смолы и их компоненты запрещается удалять с кожи растворителями - нитрорастворителями, бензолом, ацетоном, так как они способствуют быстрому проникновению эпоксидных смол и их компонентов под кожу и усиливают ее раздражение.

II. Для защиты кожи рук от вредного воздействия эпоксидных смол перед работой необходимо надевать полиэтиленовые перчатки. В случае их отсутствия можно смазать руки пастой "Защитная". После работы руки и перчатки нужно вымыть теплой водой с мылом, затем руки смазать вазелином (борным) или силиконовой мазью, а перчатки пересыпать тальком.

I2. Запрещается на участке изготовления и применения эпоксидных смол принимать пищу, курить и пользоваться открытым огнем.

Перед едой необходимо обязательно мыть руки и лицо теплой водой с мылом.

Приложение 26

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПАСТ

Настоящими рекомендациями следует руководствоваться при изготовлении паст в качестве профилактического средства для защиты кожи от раздражающего воздействия эпоксидных лаков и других вредных веществ. В рекомендации приведены рецепты, способы приготовления и применения паст "Защитная" и "Невидимые перчатки".

Паста "Невидимые перчатки" может быть приготовлена на метилцеллюлозной или казеиновой основе.

## I. Паста "Защитная"

### I. Материалы

Дистиллированный стеарин I-го сорта (ГОСТ 6484-64).
Дистиллированный глицерин высшего или I-го сорта (ГОСТ 6824-54).
Дистиллированная вода (ГОСТ 6709-53).
Водный технический аммиак (ГОСТ 9-67).

### 2. Оборудование и приспособления

Фарфоровые и стеклянные стаканы.
Электрическая плитка закрытого типа.
Фарфоровая ступка.
Технические весы.

### 3. Порядок приготовления

а) взвесить компоненты пасты согласно рецепту: стеарин - I вес.ч., глицерин - 2 вес.ч., вода - 2 вес.ч., 25%-ный аммиак - 0,24 вес.ч.;

б) расплавить стеарин в фарфоровой чашке, но не доводить его до кипения;

в) подогреть взвешенный отдельно глицерин до температуры 40-50°С. Небольшими порциями добавить его в разогретый стеарин, смесь тщательно размешать;

г) добавить в полученную массу кипящую воду; в случае появления комочков стеарина подогреть массу на плитке до полного их расплавления;

д) добавить медленно тонкой струей водный раствор аммиака, все время перемешивая массу;

е) перемешивать (не менее 30 мин) смесь до получения сметанообразной консистенции. В случае, если смесь не будет застывать, ее нужно разогреть, добавить еще половину порции аммиака и снова размешать;

ж) после охлаждения растирать пасту в ступке до консистенции пушистого крема; готовая паста должна иметь белый цвет, быть пушистой;

з) расфасовать пасту в стеклянную или пластмассовую посуду.

### 4. Применение:

а) хранить пасту в прохладном месте в закрытой таре. Срок хранения 3-4 мес;

б) перед работой тщательно втирать пасту в кожу (расход пасты на одно втирание - 3 г);

в) смыть пасту после работы теплой водой с мылом.

## II. Паста "Невидимые перчатки"

### I. Состав пасты на метилцеллюлозной основе, %:

а) метилцеллюлоза - 4,0;
б) дистиллированный глицерин высшего или I-го сорта (ГОСТ 6824-54) - II,7;
в) белая глина - 7,8;
г) молочный тальк (ГОСТ 879-52) - 7,8;
д) дистиллированная вода (ГОСТ 6709-58) - 68,7.

2. Состав пасты на казеиновой основе, %:

а) технический казеин (ГОСТ 1211-41) - 19,7;
б) этиловый технический (гидролизный) спирт (ГОСТ 8314-57) - 58,7;
в) дистиллированный глицерин высшего или 1-го сорта (ГОСТ 6824-54) - 19,7;
г) водный технический 25%-ный аммиак (ГОСТ 9-67) - 1,9.

3. Оборудование и приспособления

Фарфоровые и стеклянные стаканы.
Термостат.
Фарфоровая ступка.
Технические весы.

4. Способ и порядок приготовления

А. На метилцеллюлозной основе:
- растворить метилцеллюлозу в воде комнатной температуры;
- смешать белую глину и тальк с глицерином;
- смешать обе приготовленные массы и тщательно перемешать.

Б. На казеиновой основе (первый способ):
- замочить казеин (не казеиновый клей!) в 3-4-кратном количестве воды;
- оставить для набухания на 12-20 ч;
- отжать избыток воды;
- добавить в отжатый казеин глицерин, спирт и аммиак;
- нагреть массу до растворения;
- профильтровать полученную массу.

В. На казеиновой основе (второй способ):
- замочить казеин (не казеиновый клей!) в 3-4-кратном количестве воды;
- поставить в термостат при температуре 60-70°С;
- оставить до полного набухания на 2-3 ч;
- перемешивать периодически смесь;
- вводить небольшими порциями аммиак в набухший казеин;
- перемешивать до получения однородной клеящей массы;
- добавить в смесь небольшими порциями при постоянном перемешивании глицерин, а затем спирт.

5. Применение

Хранить пасту следует в банках с притертыми пробками. Срок хранения 8-10 дн.

Перед работой наносить пасту на ладонь руки (расход пасты - 3-5 г) и равномерно растирать по всей поверхности (пасту наносить на чистые сухие руки).

После нанесения паста должна подсохнуть в течение 1-2 мин.

После работы смыть пасту теплой водой с мылом.

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

Приложение 27

## ПРОВЕРКА ВОДЯНОЙ, МАСЛЯНОЙ И ГАЗОВОЙ СИСТЕМ

После капитального ремонта и сборки турбогенератора производится проверка и наладка его систем охлаждения.

1. Проверка системы охлаждения обмотки статора. Система заполняется дистиллятом, включается один из насосов охлаждения, удаляется воздух из обмотки, при этом контролируется проходимость обеих дренажных линий. Закрывается задвижка на сливной линии и поднимается давление в системе охлаждения до 0,6-0,8 МПа (6-8 кгс/см$^2$). Проверяются в корпусе турбогенератора все фланцевые соединения на отсутствие течей.

После проверки фланцевых соединений открывается задвижка на сливной линии и производится проверка системы охлаждения при номинальных параметрах.

2. Проверка дренажных линий газоохладите-

лей и фланцевых соединений системы газоохлаждения производится при номинальных параметрах.

3. Проверка работы масляных уплотнений:

а) большое количество неполадок при пуске турбогенератора с уплотнением торцового типа возникает в результате попадания грязи на рабочую поверхность вкладыша при вращении ротора. Поэтому особое внимание должно быть уделено промывке вкладышей и маслосистемы. Промывку можно начинать при снятых верхних половинах колец сальниковых уплотнений.

Для промывки вкладыш отжимается от упорного гребня на 3 мм. Затем открывается вентиль уплотняющего масла и поддерживается в системе давление 0,02 МПа (0,2 кгс/см$^2$). При этом следует внимательно наблюдать в смотровые окна бачка продувки за тем, чтобы слив масла в сторону водорода не был чрезмерно большим и не переполнялся сливной маслопровод во избежание попадания масла в турбогенератор.

Промывку в таком режиме производить в течение 2 ч, затем открыть вентиль прижимающего масла и повысить давление до 0,05-0,07 МПа (0,5-0,7 кгс/см$^2$), чтобы придвинуть вкладыш к упорному гребню. Одновременно, регулируя давление уплотняющего масла установить между вкладышем и гребнем такой зазор, при котором могут быть промыты все масляные каналы вкладыша.

Следует убедиться, что в сторону водорода сливается масло в достаточном количестве (диаметр сливающейся струи должен быть 25-30 мм). Промывку уплотнения в таком режиме необходимо производить в течение 1-2 ч.

Проверить свободный ход вкладыша.

Во время работы при тепловом расширении ротора вкладыш должен свободно перемещаться без заеданий в аксиальном направлении. Для проверки свободного хода вкладыш при помощи рычага отжимается от упорного гребня, затем открывается вентиль прижимающего масла. Перемещение вкладыша должно происходить при давлении прижимающего масла 0,03-0,04 МПа (0,3-0,4 кгс/см$^2$). Проверку повторить 3-4 раза;

**б) после проверки вкладыша поднять давление прижимающего масла в системе до 0,1-0,2 МПа (1-2 кгс/см$^2$). Убедиться в том, что масло в сторону водорода проходит в небольшом количестве - признак хорошей работы уплотняющих колец;**

в) для нормальной работы уплотнений необходимо, чтобы зависимость между давлением в камере прижимающего и камере уплотняющего масла была минимальной.

В камеру прижимающего масла подать масло давлением 0,2-0,3 МПа (2-3 кгс/см$^2$) и убедиться, что давление в камере уплотняющего масла не повышается.

4. Проверка газоплотности турбогенератора. Перед закрытием люка корпуса турбогенератора проверяются все дренажные линии путем продувки каждой из них сжатым воздухом. Закрывается люк корпуса турбогенератора. Все вентили газовой схемы устанавливаются в рабочее положение, и через осушитель в турбогенератор подается воздух.

На масляные уплотнения через соответствующие регуляторы подается прижимающее и уплотняющее масло, при этом все вентили масляной схемы должны быть в рабочем положении.

В корпус турбогенератора подается фреон-12.

В турбогенераторе давление воздуха поднимается на 0,05 МПа (0,5 кгс/см$^2$) больше рабочего давления водорода.

Прекращается подача воздуха, и при помощи прибора ГТИ-3 отыскиваются неплотности в турбогенераторе и в газомасляной системе. Проверяется отсутствие течей фреона в дренажных трубках системы охлаждения обмотки статора и в газоохладителях. (В системе охлаждения вода отсутствует).

После устранения всех обнаруженных неплотностей в турбогенераторе устанавливается рабочее давление воздуха и определяются утечки.

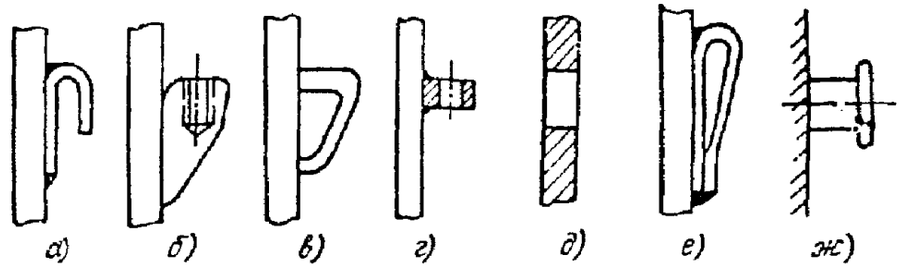



Рис.1. Виды строповочных захватов:
*а* - крюк; *б* - прилив; *в* - проушина; *г* - приваренный сухарь; *д* - строповочное отверстие; *е* - приварная петля; *ж* - шапфа

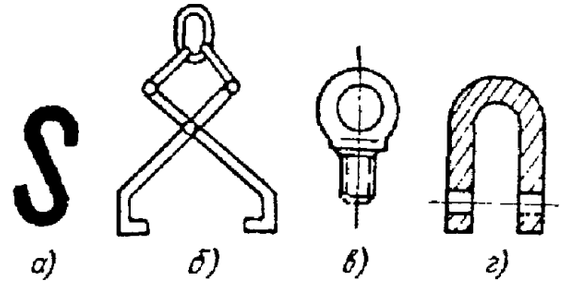



Рис.2. Концевые звенья грузозахватных приспособлений:
*а* - восьмерка; *б* - клещевой захват; *в* - рым; *г* - скоба

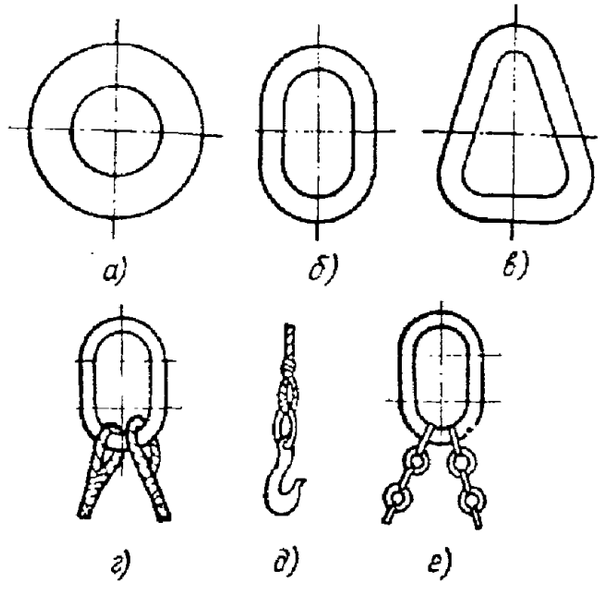



Рис. 3. Кольца:
*а* - круглое; *б* - овальное; *в* - треугольное; *г* - навесное в групповом стропе из двух ветвей; *д* - соединительное для крепления крюка к канату; *е* - навесное в групповом стропе из двух ветвей

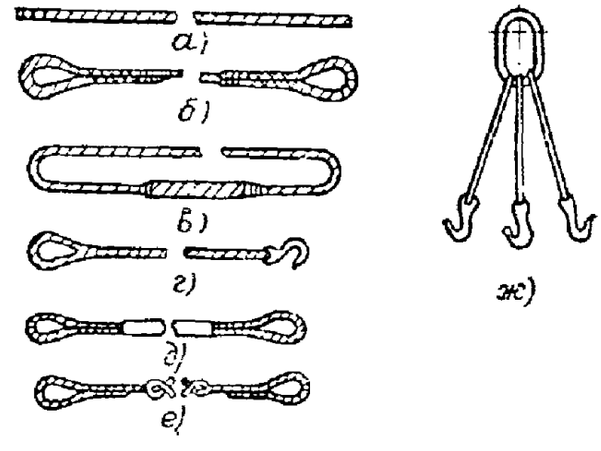



Рис.4. Стропы:
*а* - упругий; *б* - двухпетельный; *в* - универсальный (бесконечный); *г* - однопетельный (одноветвевой); *д* - стонированный (двухпетельный) *е* - комбинированный; *ж* - групповой из трёх ветвей

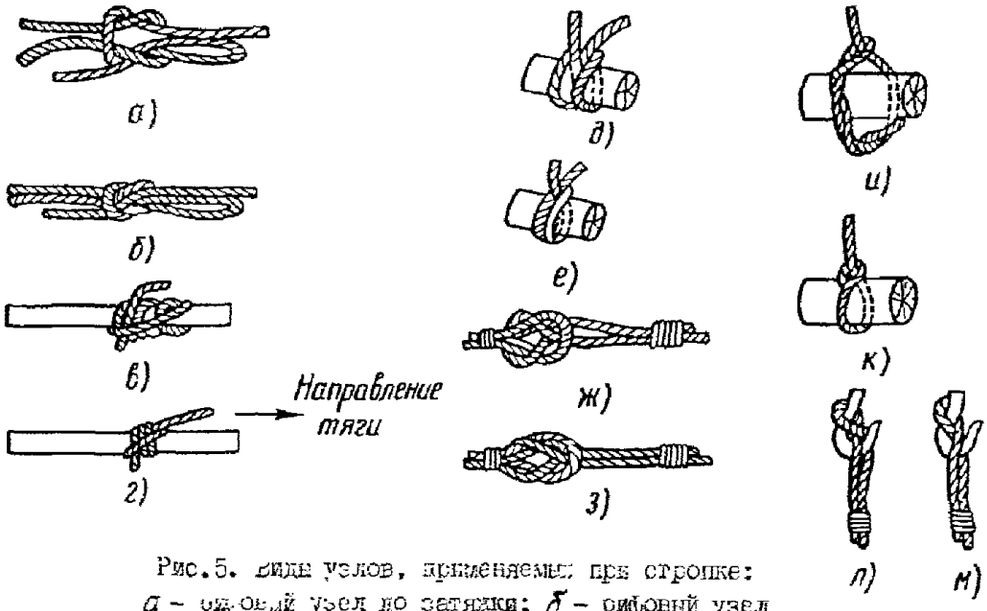



Рис.5. Виды узлов, применяемых при стропке:
*а* – рифовый узел до затяжки; *б* – рифовый узел после затяжки; *в* – задвижной штык в незатянутом положении; *г* – задвижной штык в затянутом положении; *д* – мертвая петля до затяжки; *е* – мертвая петля после затяжки; *ж* – вязка в коуш или в петлю до затяжки; *з* – вязка в коуш или в петлю после затяжки; *и* – удавка (плотничный узел) до затяжки; *к* – удавка (плотничный узел) после затяжки; *л* – крюковой узел с нахлесткой до затяжки; *м* – крюковой узел с нахлесткой после затяжки

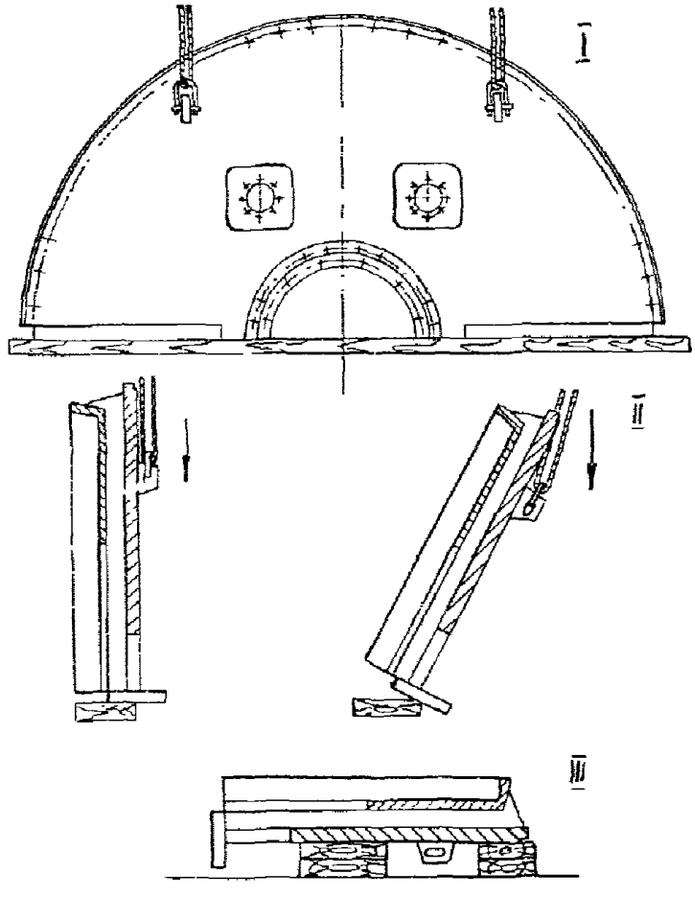



Рис.6. Стропка наружного щита и кантовка:
I,II,III – три положения

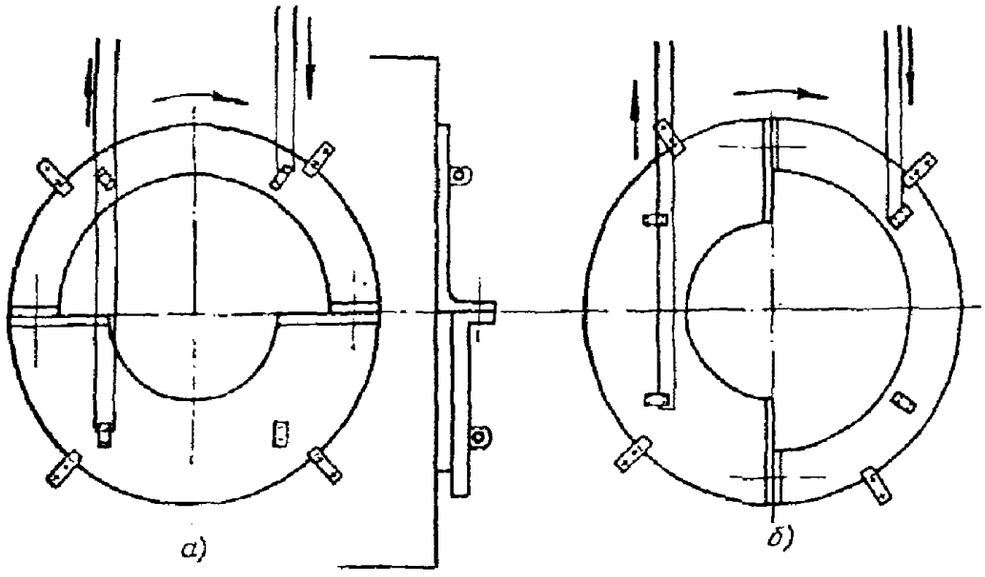



Рис.7. Вывод нижней половины наружного щита:
*а* – начало кантовки; *б* – промежуточное положение кантовки

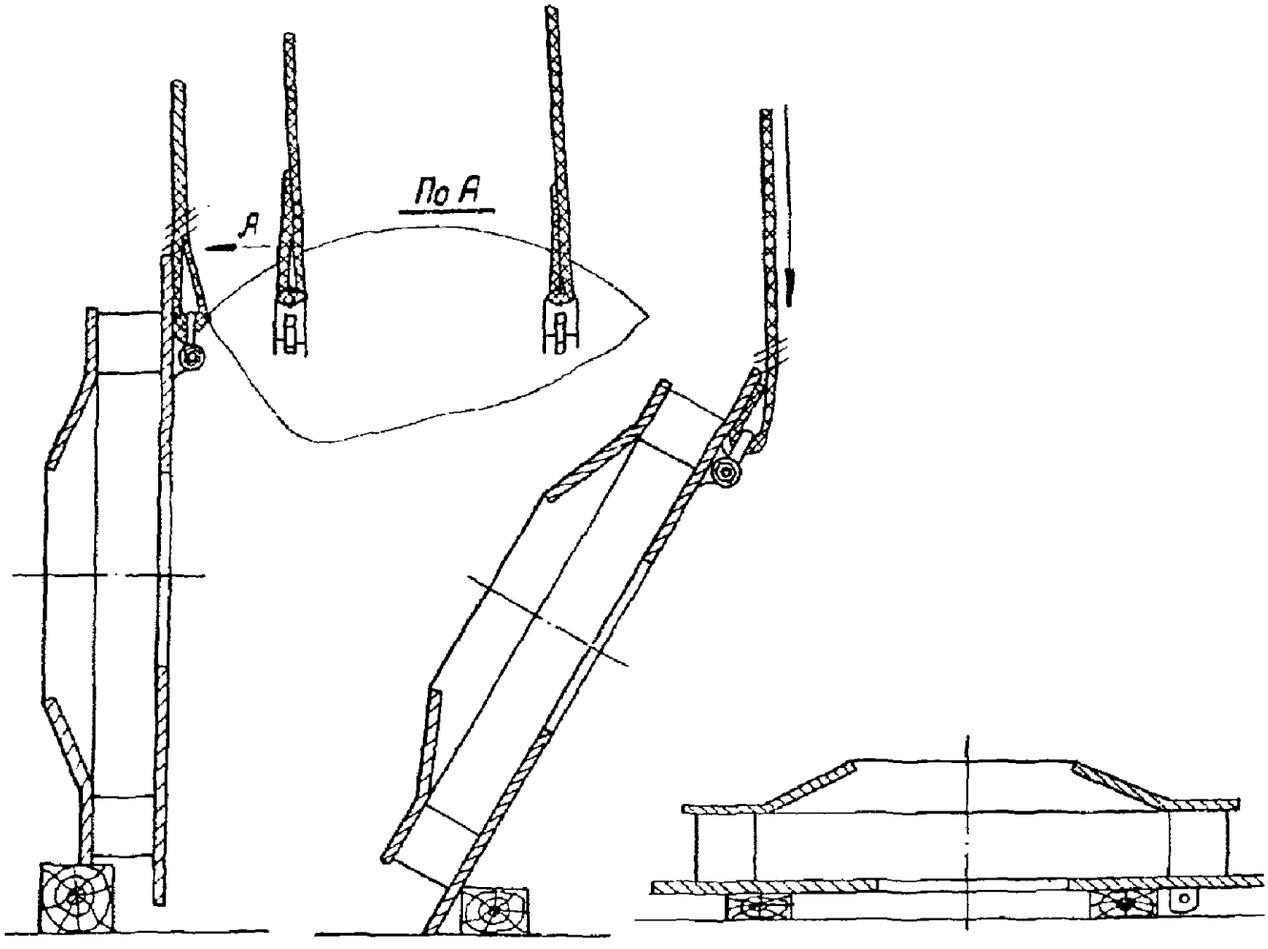



Рис.8. Стропка внутреннего щита

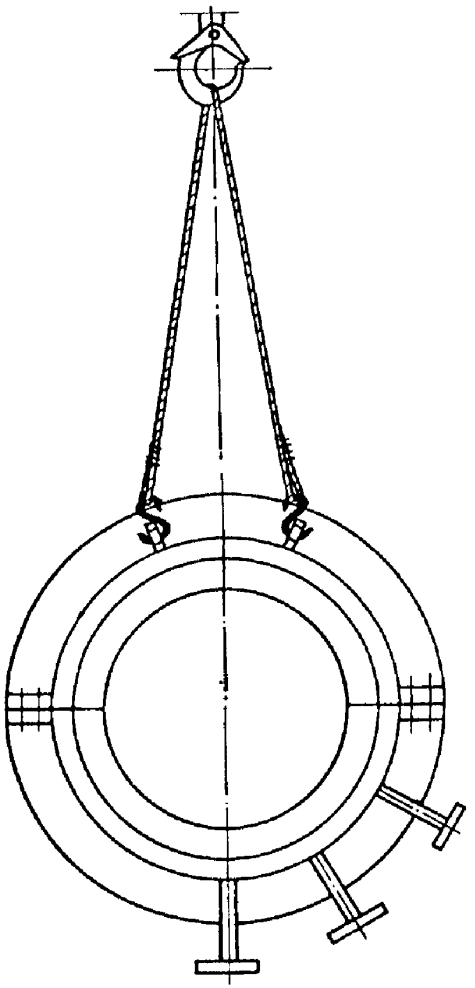


Рис.9. Стропка корпуса уплотнения в сборе

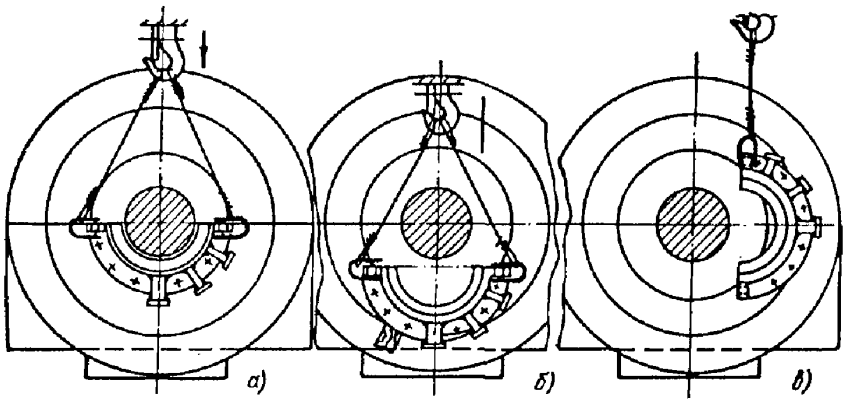



Рис.IC. Стропка нижней половины корпуса водородного уплотнения при выводе: *а, б, в* - три положения стропки

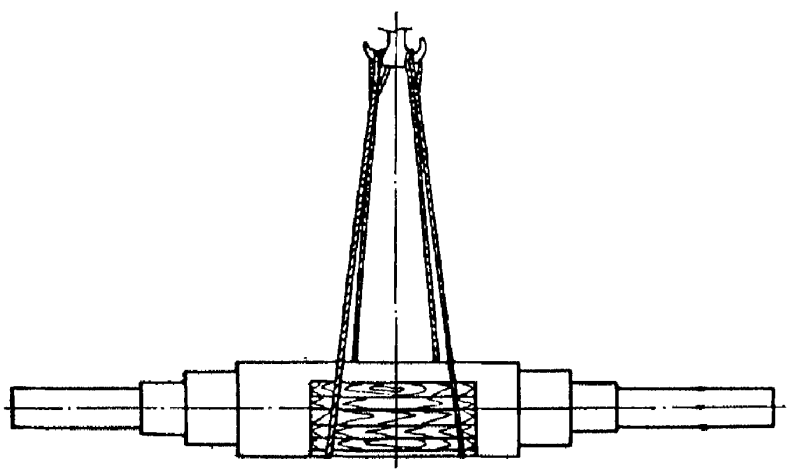


Рис.II. Стропка ротора за бочку двумя стропами

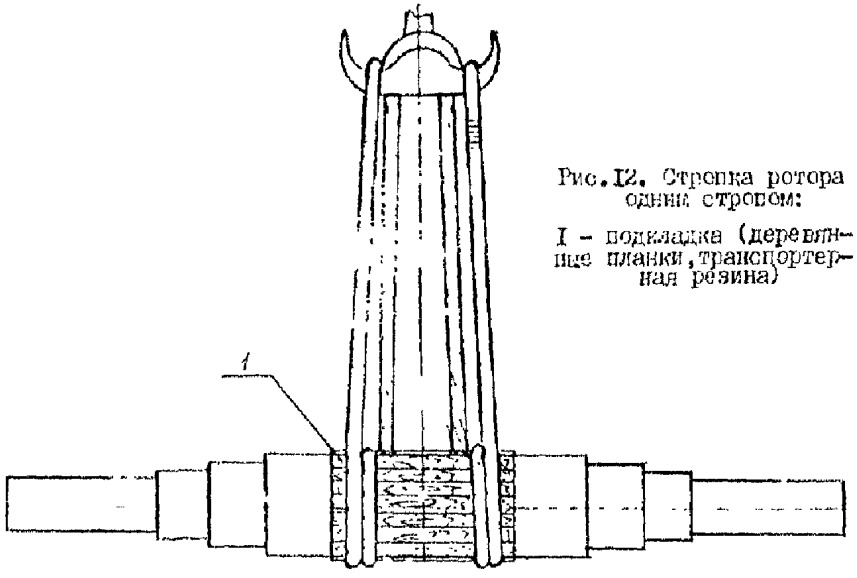



Рис. I2. Стропка ротора одним стропом:

I - подкладка (деревянные планки, транспортерная резина)

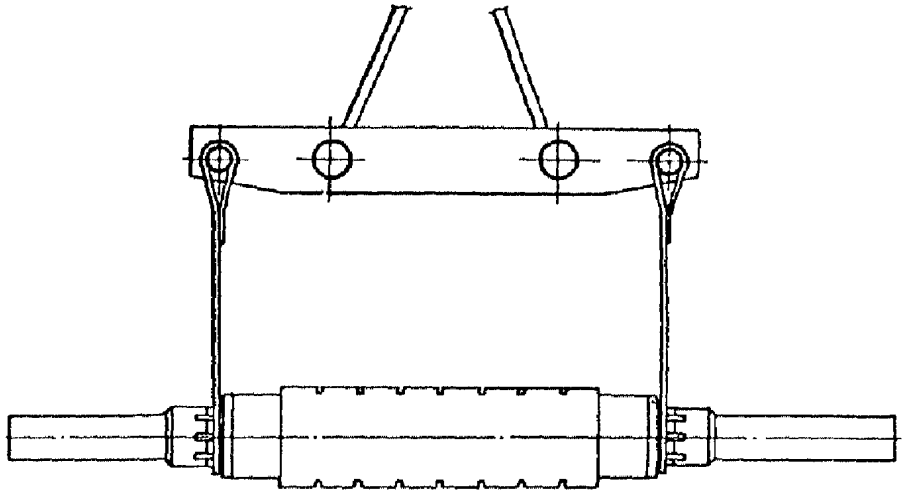
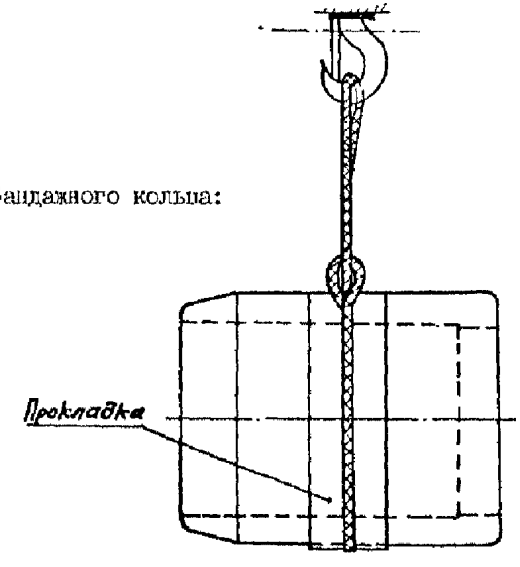


Рис. I3. Транспортировка ротора при помощи приспособления



Рис. I4. Стропка бандажного кольца:



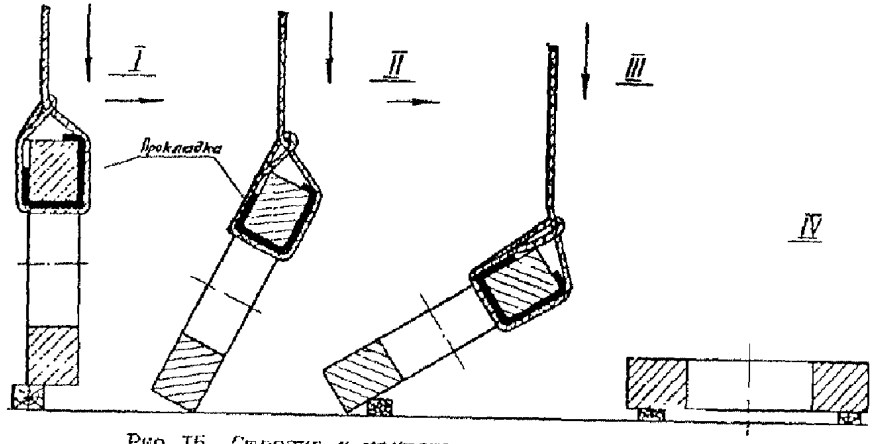




Рис. I5. Стропка и кантовка центрирующего кольца:
I,II,III,IУ - четыре положения кантовки кольца

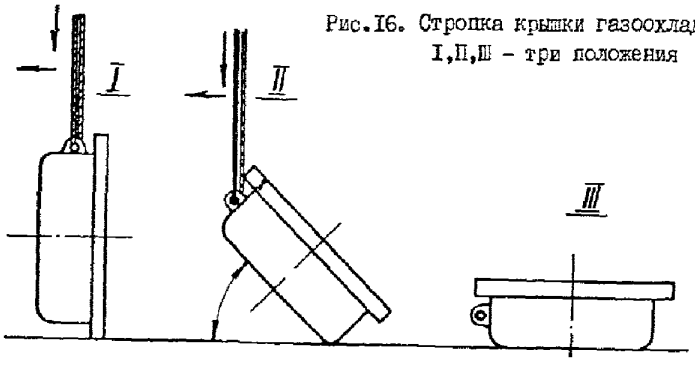



Рис.16. Стропка крышки газоохладителя:
I,II,III - три положения

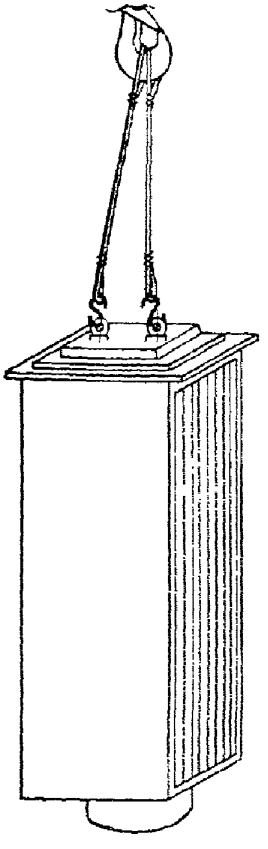


Рис.17. Стропка вертикального газоохладителя

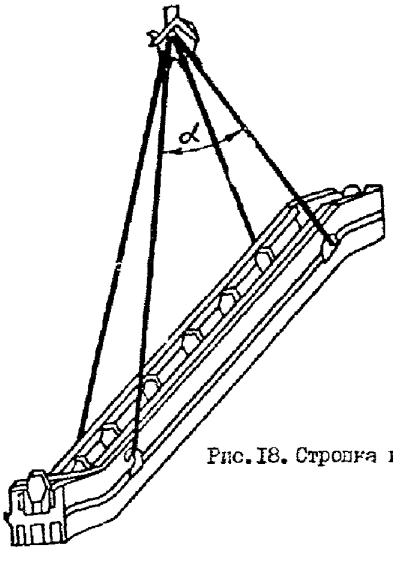



Рис.18. Стропка пресс-формы

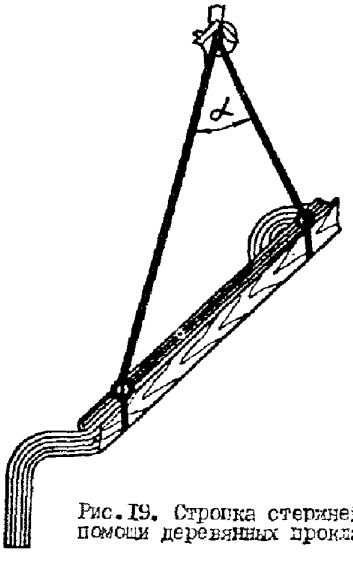



Рис.19. Стропка стержней при помощи деревянных прокладок

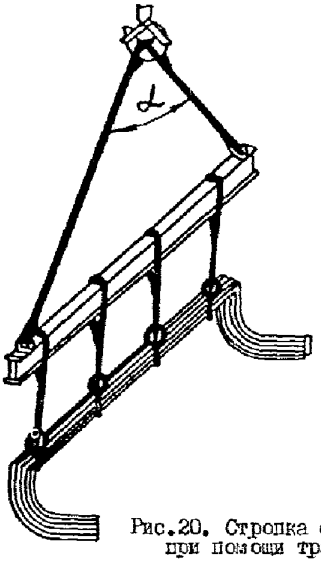



Рис.20. Стропка стержней при помощи траверсы

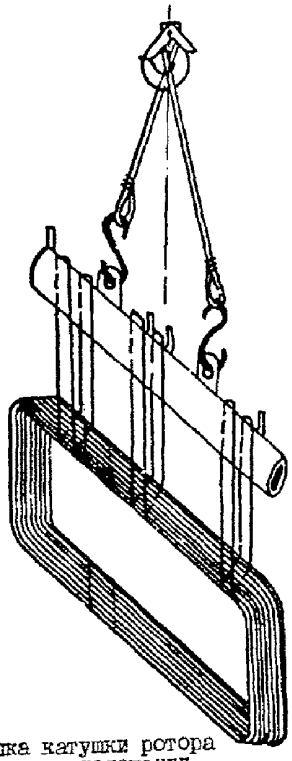


Рис.21. Стропка катушки ротора в вертикальном положении

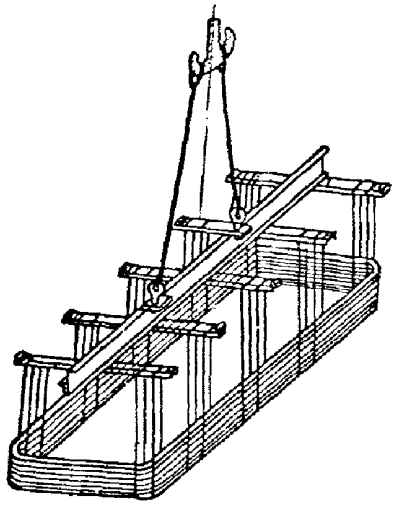


Рис.22. Транспортировка катушек роторов турбогенераторов при помощи специального приспособления

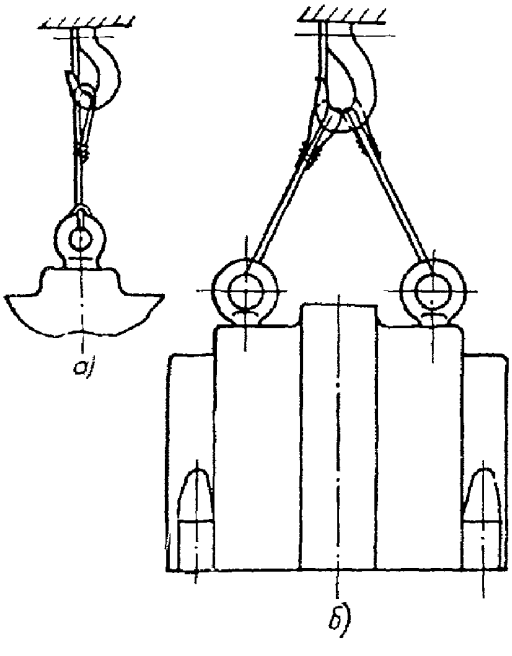



Рис.23. Стропка вкладыша:
а - при наличии одного рыма; б - при наличии двух рымов

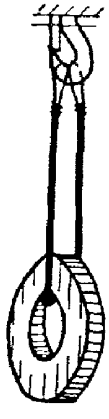


Рис.24. Стропка кольца



Рис.25. Транспортировка втулки

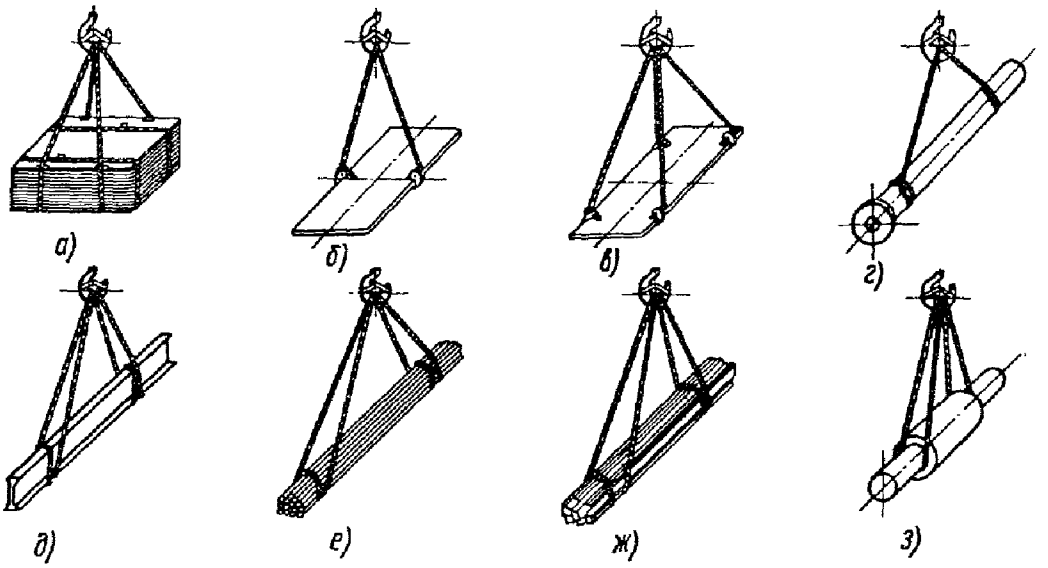



Рис.26. Стропка грузов:

*а* - пачек электротехнической стали; *б* - листовой стали незначительной длины; *в* - листовой стали (основной способ); *г* - деталей с центром тяжести, расположенным вне мест зачаливания; *д* - балок; *е* - пруткового материала (основной способ); *ж* - профильного железа (основной способ); *з* - валов (основной способ)

Примечания: 1. К рис.26,*а*. Стропка допускается при надежной увязке железа в пачке и наличии обжима пачки всеми четырьмя ветвями стропов через пеньковые маты.
2. К рис.26,*б*. Стропка допускается при длине листа не более 2000 мм

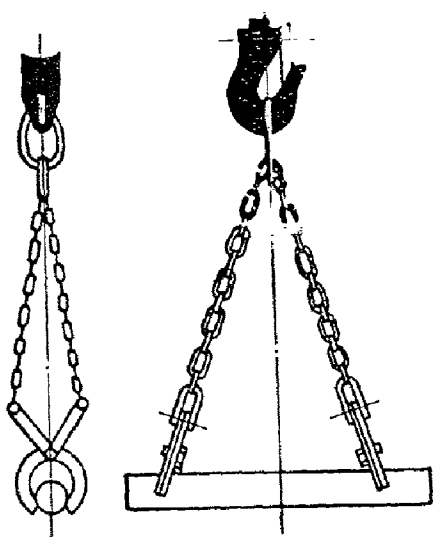


Рис.27. Стропка проката круглого сечения при помощи клещей

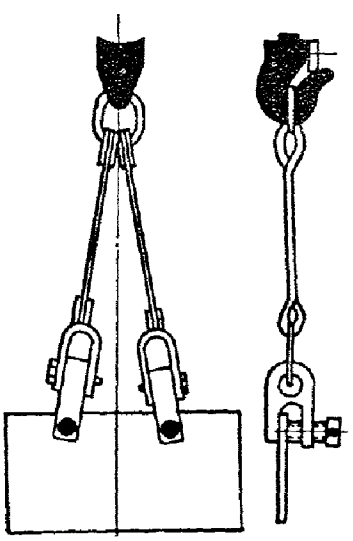


Рис.28. Стропка листового материала в вертикальном положении при помощи струбцин

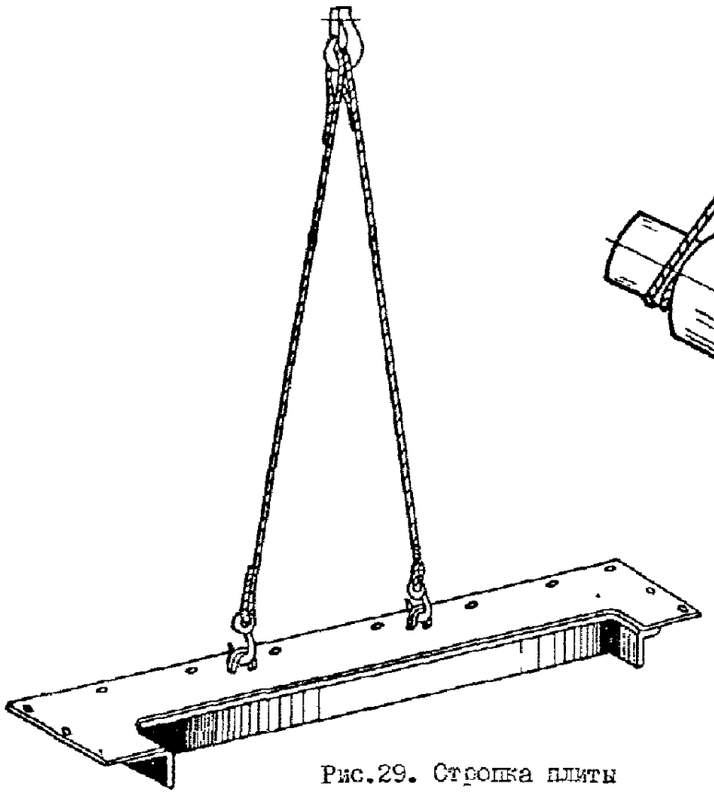


Рис.29. Стропка плиты

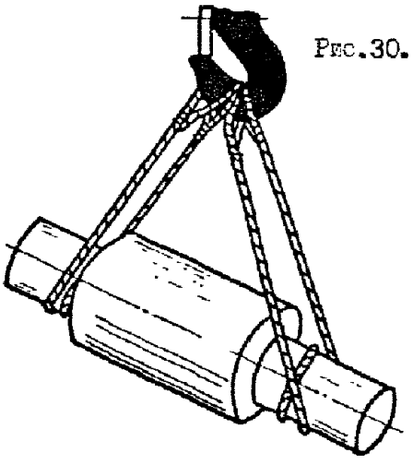


Рис.30. Зачаливание вала

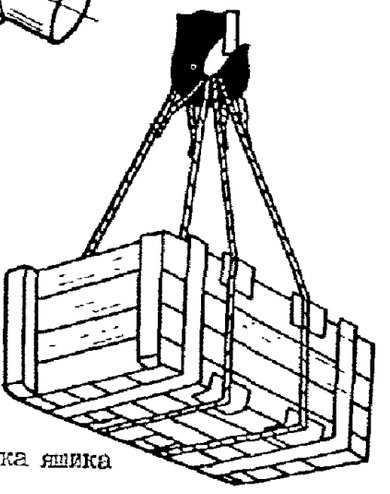


Рис.3I. Стропка ящика

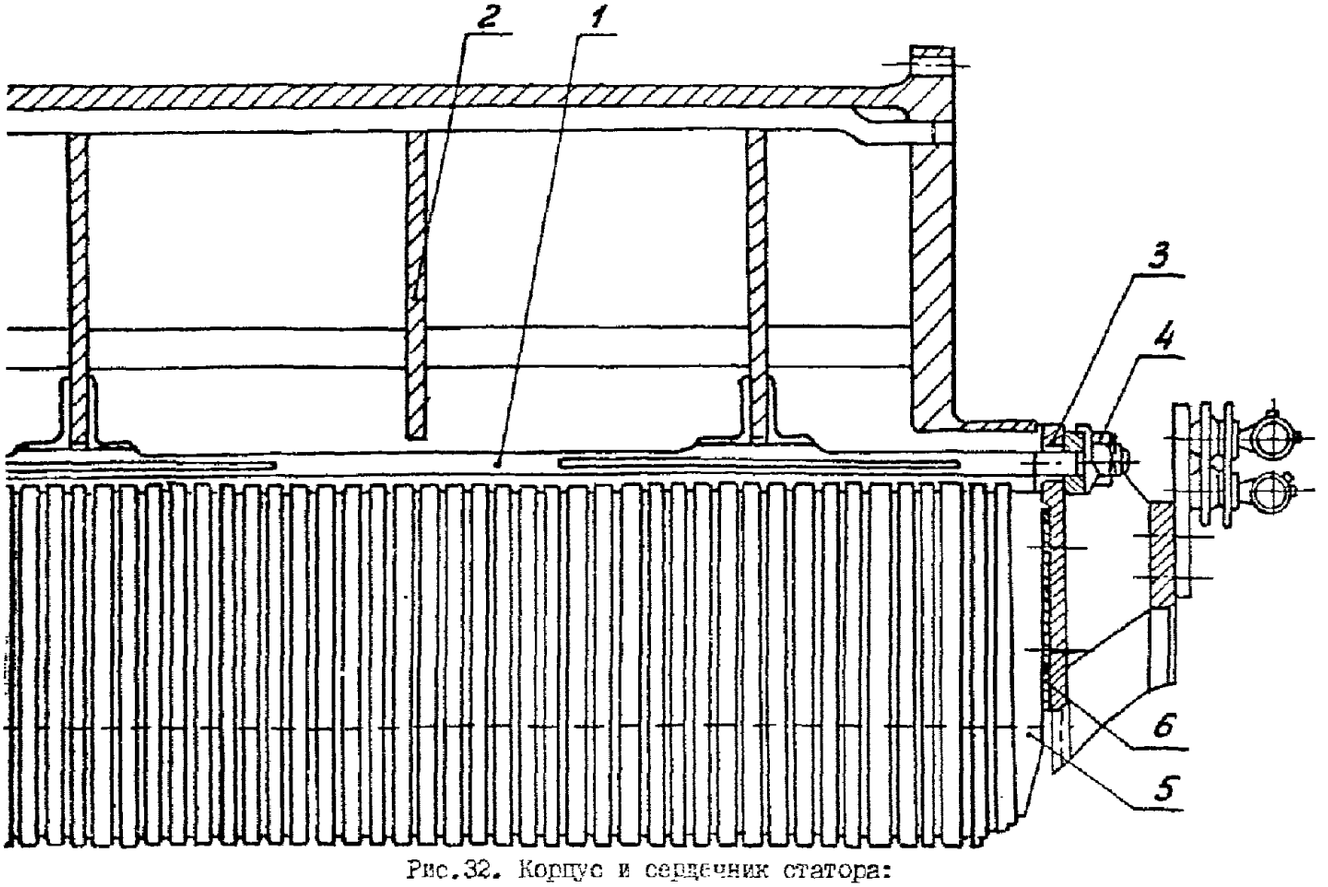



Рис.32. Корпус и сердечник статора:

I - клинья-ребра; 2 - поперечное кольцо; 3 - нажимное кольцо; 4 - гайка; 5 - нажимной палец; 6 - экранное кольцо

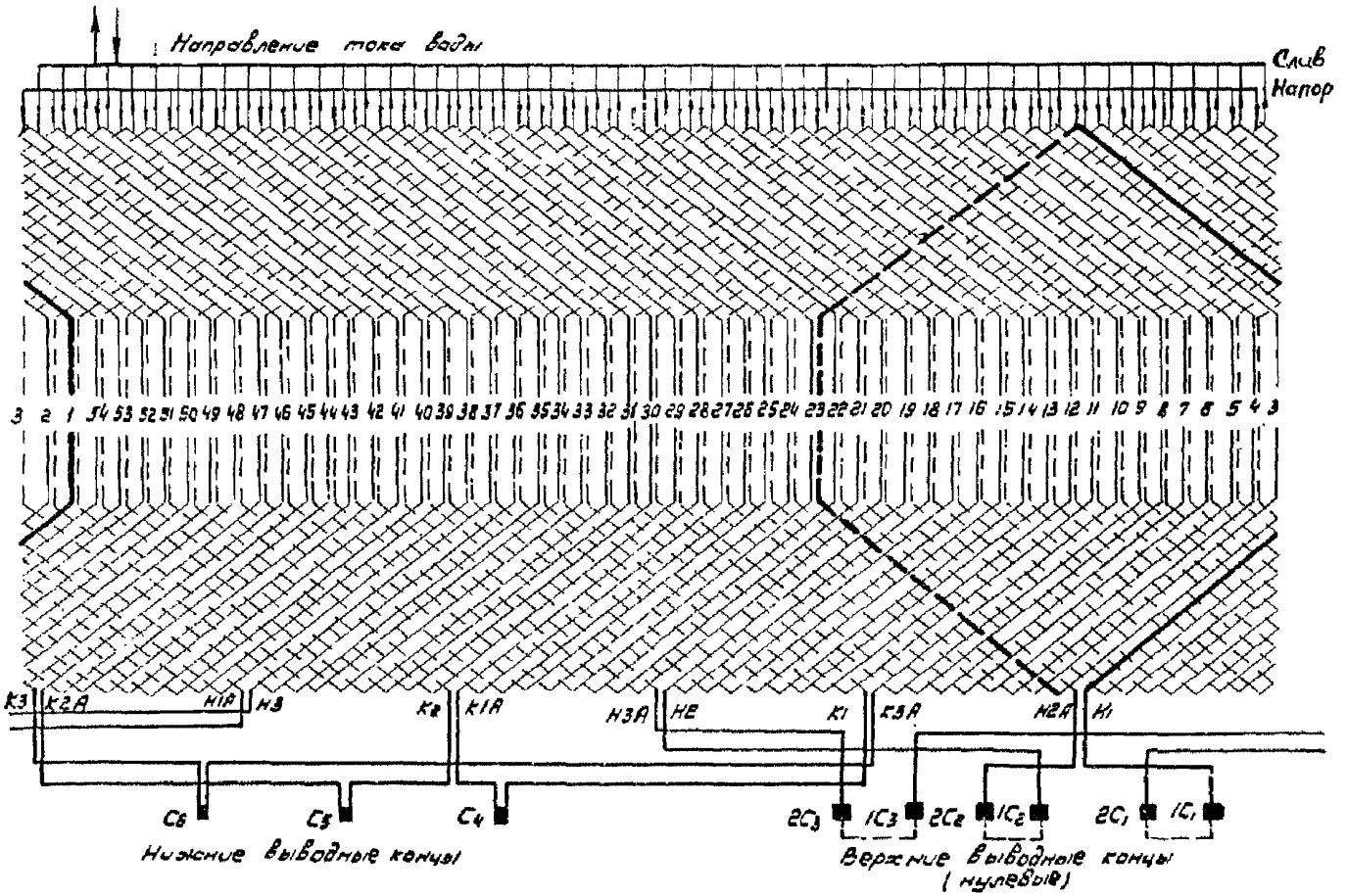



Рис. 33. Схема соединения обмотки статора

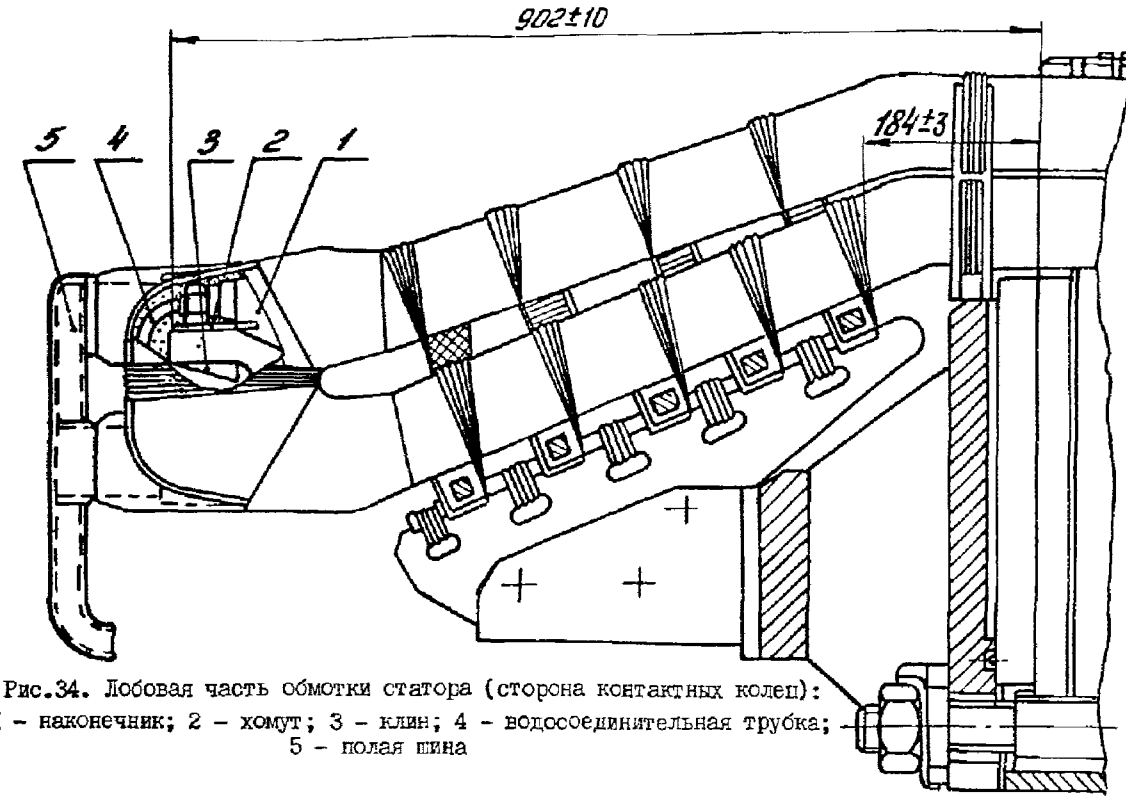



Рис.34. Лобовая часть обмотки статора (сторона контактных колец):
I - наконечник; 2 - хомут; 3 - клин; 4 - водосоединительная трубка;
5 - полая шина

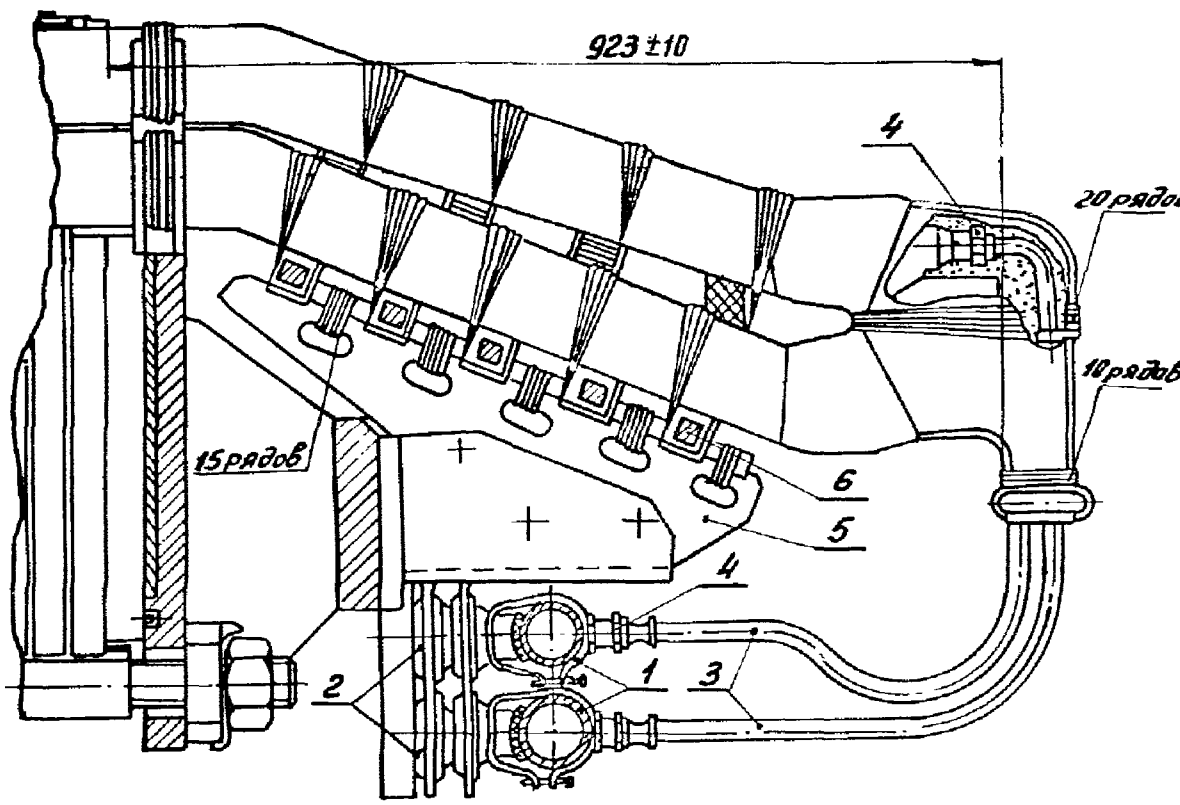



Рис.35. Лобовая часть обмотки статора (сторона турбины):
I - водяные коллекторы; 2 - изоляторы; 3 - шпильки; 4 - гайка; 5 - кронштейн; 6 - бандажное кольцо

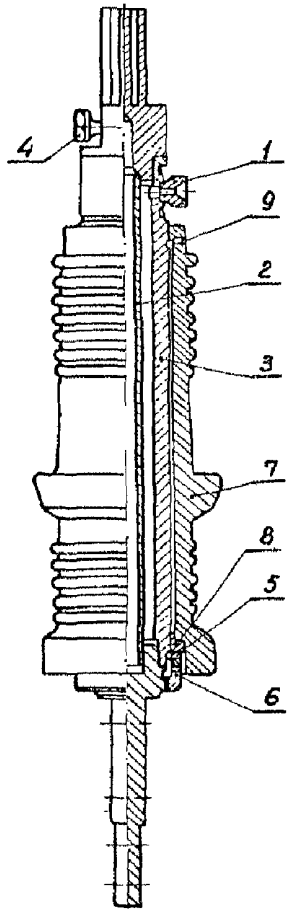



Рис.36. Вывод обмотки статора:

I – ниппель; 2 – внутренняя тонкостенная трубка; 3 – наружная толстостенная труба; 4 – ниппель; 5 – резиновая круглая прокладка; 6 – концевая гайка; 7 – фарфоровая рубашка; 8 – резиновая прокладка; 9 – резиновая прокладка

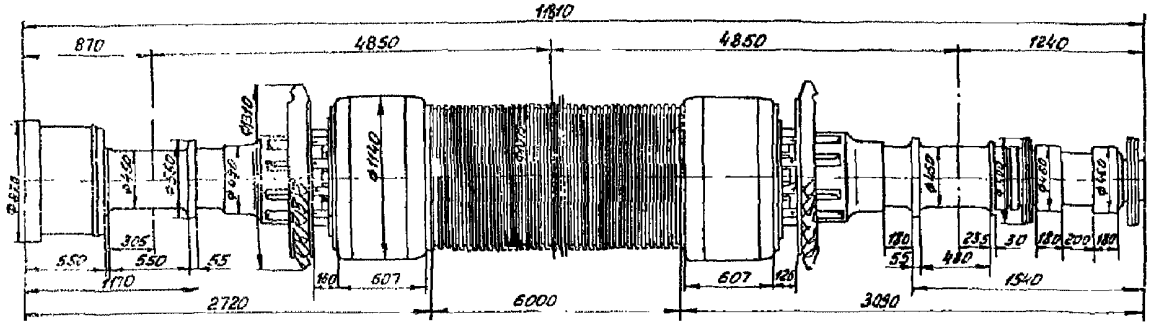



Рис.37. Ротор турбогенератора

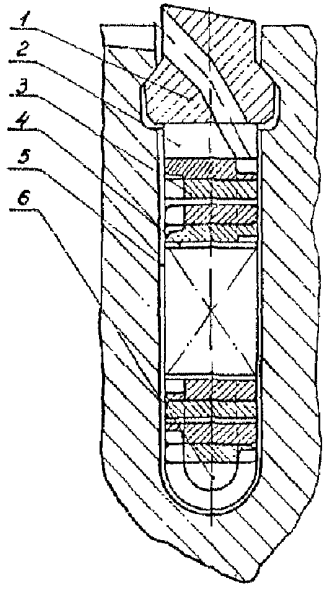



Рис.38. Заполнение паза ротора:

I – пазовый клин; 2 – верхняя прокладка; 3 – виток; 4 – витковая изоляция; 5 – пазовая гильза; 6. – нижняя прокладка

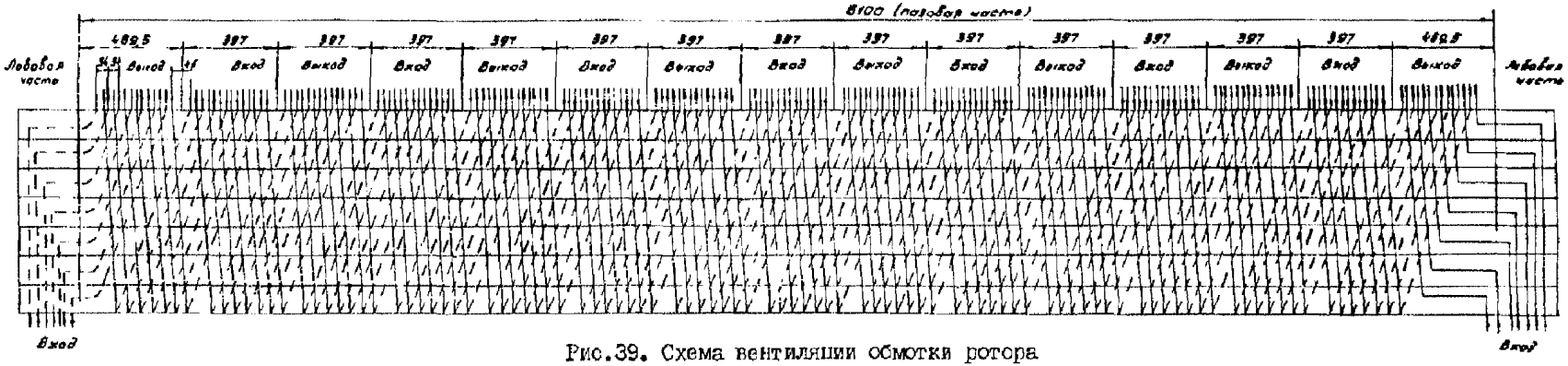



Рис.39. Схема вентиляции обмотки ротора

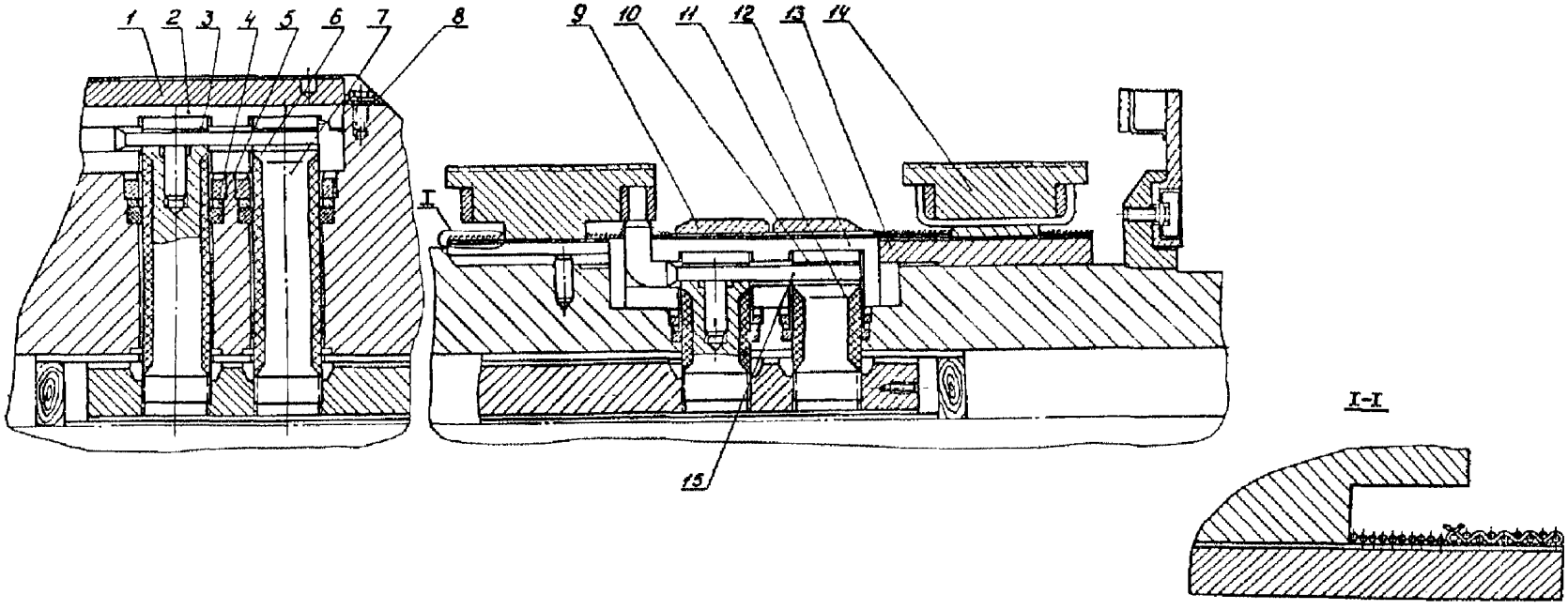



Рис.40. Токоподводы и контактные кольца ротора:

I - клин; 2, I2 - стеклотекстолитовые колодки; 3, I0 - контактные винты; 4 - гайка; 5 - латунная шайба; 6 - резиновое кольцо; 7, II - токоведущие болты; 8 - боевой упор; 9 - хомут; I3 - втулка; I4 - контактное кольцо; I5 - гибкая шина

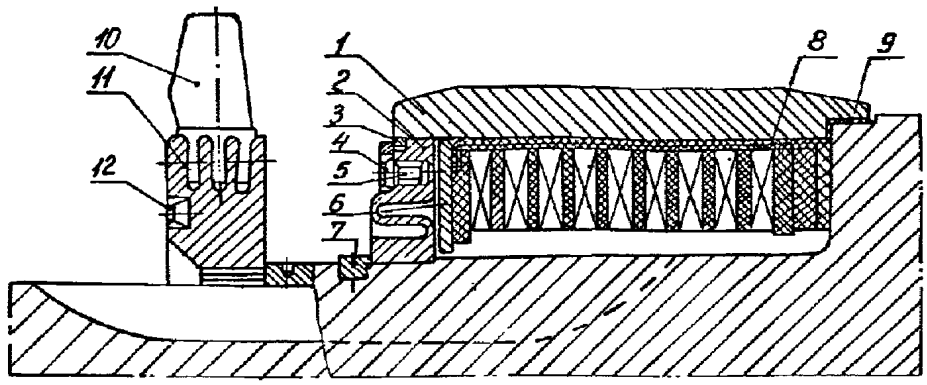



Рис.4I. Разрез лобовой части обмотки ротора с двухпосадочным бандажным кольцом:
I - бандажное кольцо; 2 - центрирующее кольцо; 3 - шпонка; 4 - паз для балансировочных грузов 5 - болт; 6 - дистанционное кольцо; 7 - сухарь; 8,9 - подбандажные сегменты; I0 - лопатка вентилятора; II - ступица вентилятора; I2 - паз для балансировочных грузов

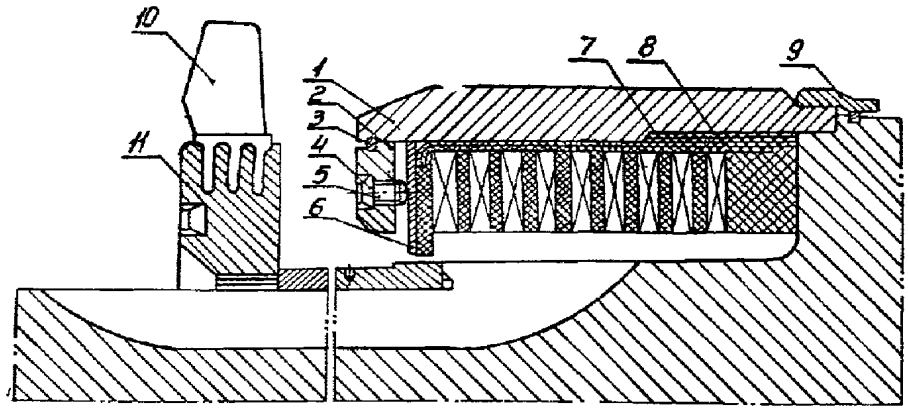



Рис.42. Разрез лобовой части обмотки ротора с однопосадочным бандажным кольцом:
I - бандажное кольцо; 2 - центрирующее кольцо; 3 - шпонка; 4 - паз для балансировочных грузов; 5 - болт; 6 - дистанционное кольцо; 7 - короткозамыкающие кольца; 8 - стеклотекстолитовые сегменты; 9 - гайка; I0 - лопатка вентилятора; II - ступица вентилятора

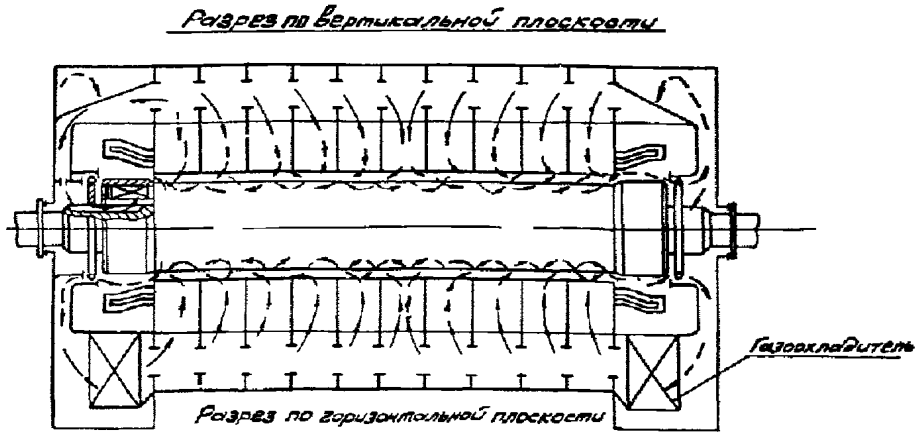



Рис.43. Схема радиальной вентиляции турбогенератора:
——— холодный газ; — — — горячий газ

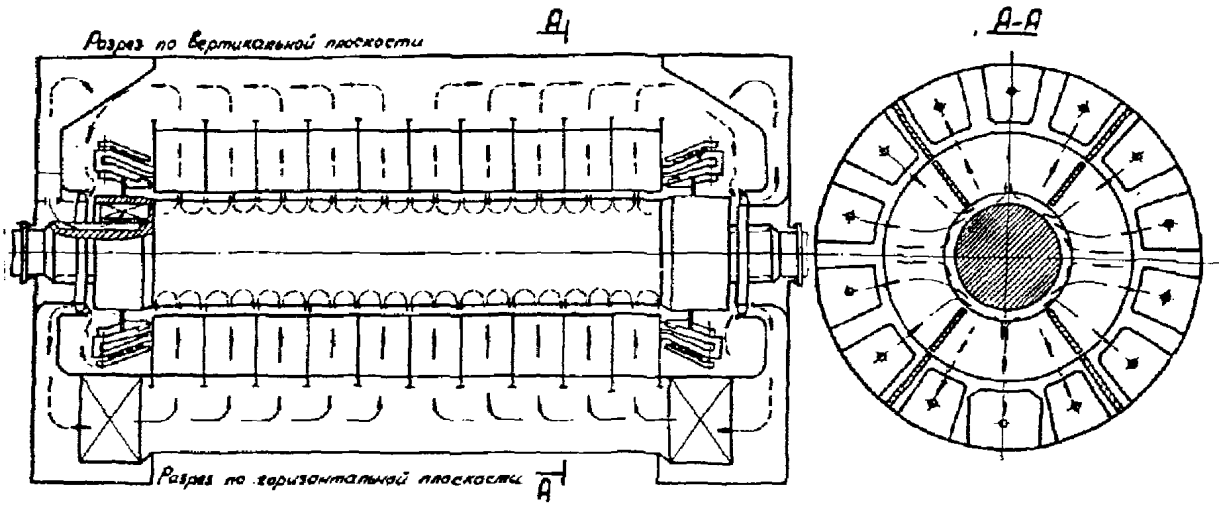



Рис.44. Схема радиально-тангенциальной вентиляции турбогенератора

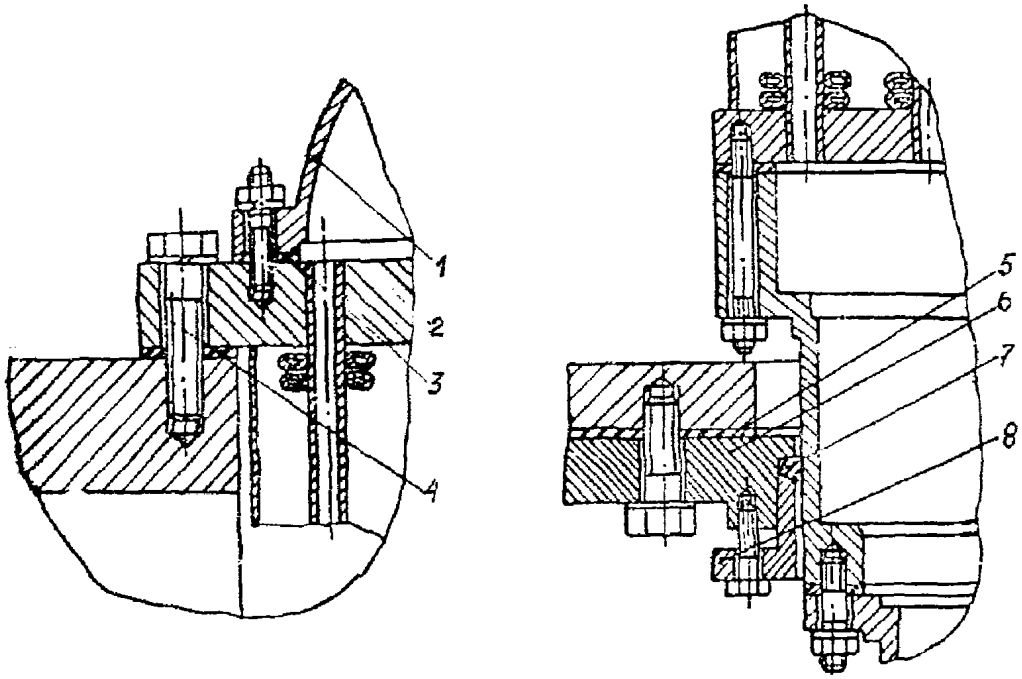



Рис.45. Установка газоохладителя в корпусе турбогенератора:
I - крышка водяной камеры; 2 - трубная доска; 3,4,5 - прокладки; 6 - фланец; 7 - уплотнительная прокладка; 8 - прижимное кольцо

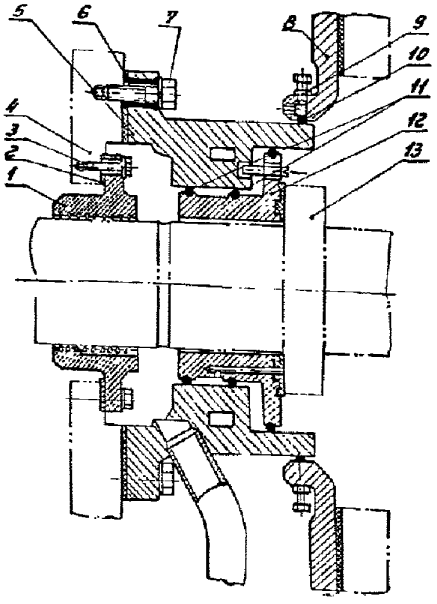



Рис.46. Уплотнение вала ротора турбогенератора (сторона контактных колец):

I - маслоуловитель; 2 - прокладка; 3 - крепление маслоуловителя; 4 - наружный щит; 5 - корпус уплотнения; 6 - прокладка; 7 - крепление корпуса уплотнения; 8 - корпус сальника; 9 - прокладка; I0 - уплотнение сальника; II - резиновые кольца вкладыша уплотнения; I2 - вкладыш уплотнения; I3 - упорный диск ротора

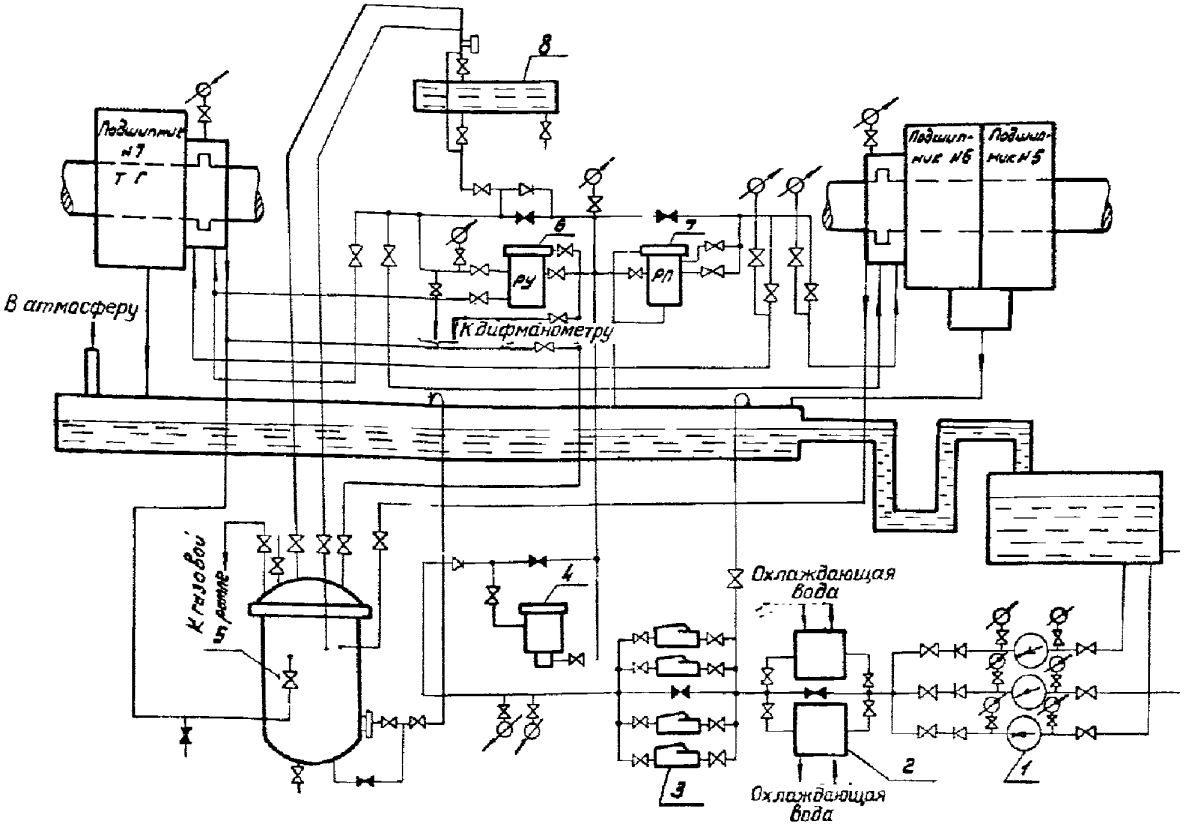



Рис.47. Схема маслоснабжения турбогенератора:

I - маслонасос; 2 - маслоохладитель; 3 - сетчатый фильтр; 4 - масляный фильтр; 5 - гидроаттвор; 6 - регулятор давления уплотняющего масла; 7 - регулятор давления прижимающего масла; 8 - демпферный бак

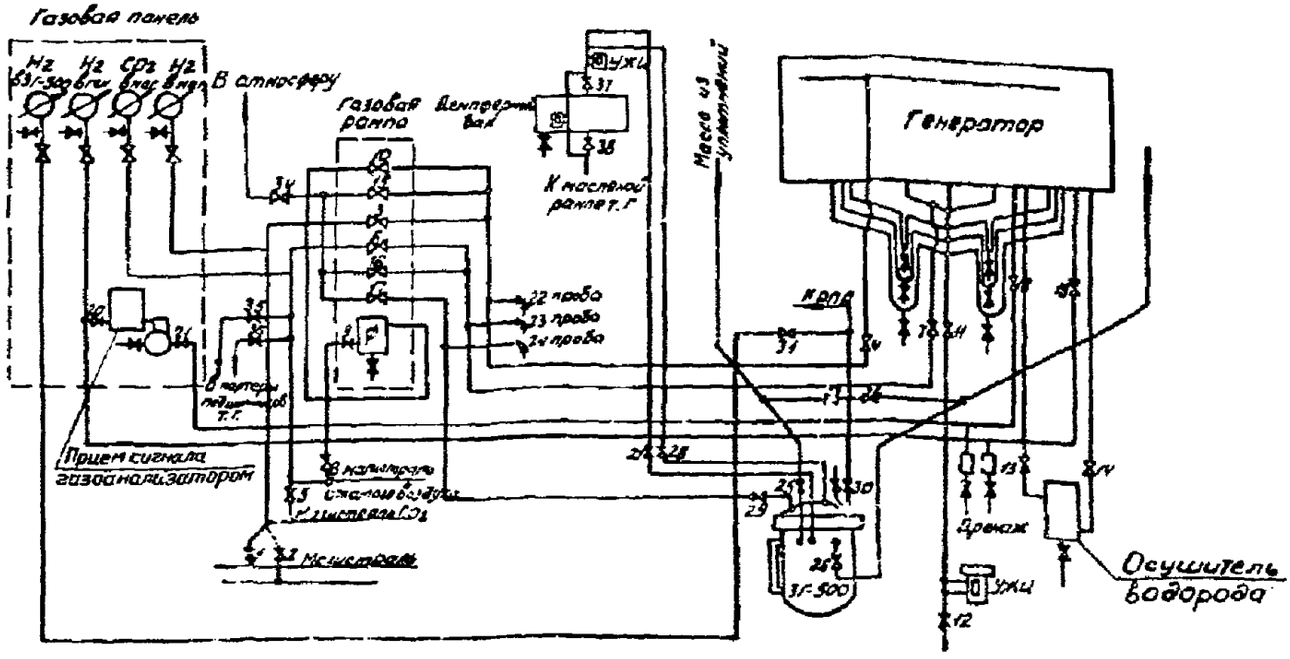



Рис.48. Схема газового хозяйства

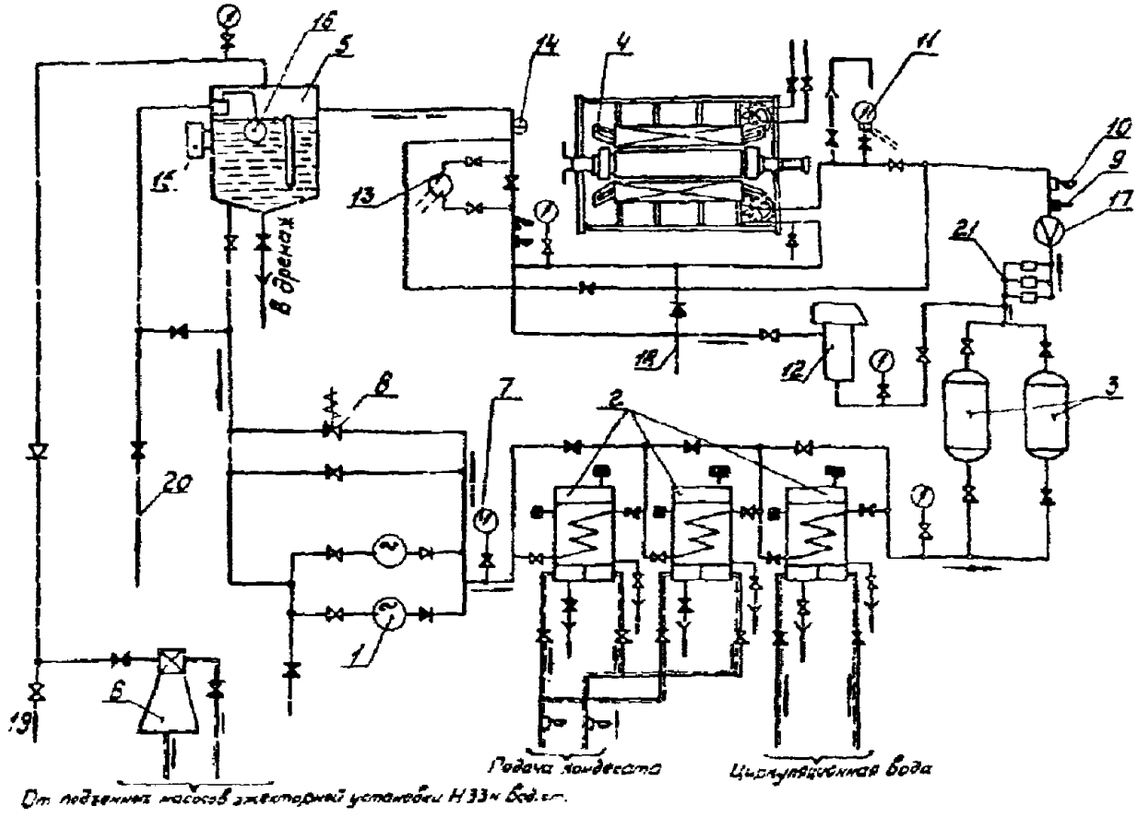



Рис.49. Схема водяного охлаждения обмотки статора:

1 - электронасос; 2 - теплообменники; 3 - фильтры; 4 - обмотка; 5 - расширительный бак; 6 - водоструйный эжектор; 7 - манометр; 8 - предохранительный клапан; 9 - ртутный термометр; I0 - дистанционный термометр; II - электроконтактный манометр; I2 - солемер; I3 - струйное реле; I4 - термосигнализатор; I5 - реле уровня; I6 - регулятор уровня; I7 - измерительная шайба; I8 - линия продувки; I9 - линия магистрали сливного циркуляционного водяного конденсатора турбины; 20 - линия подпитки от магистрали обессоленного конденсата; 21 - магнитные фильтры

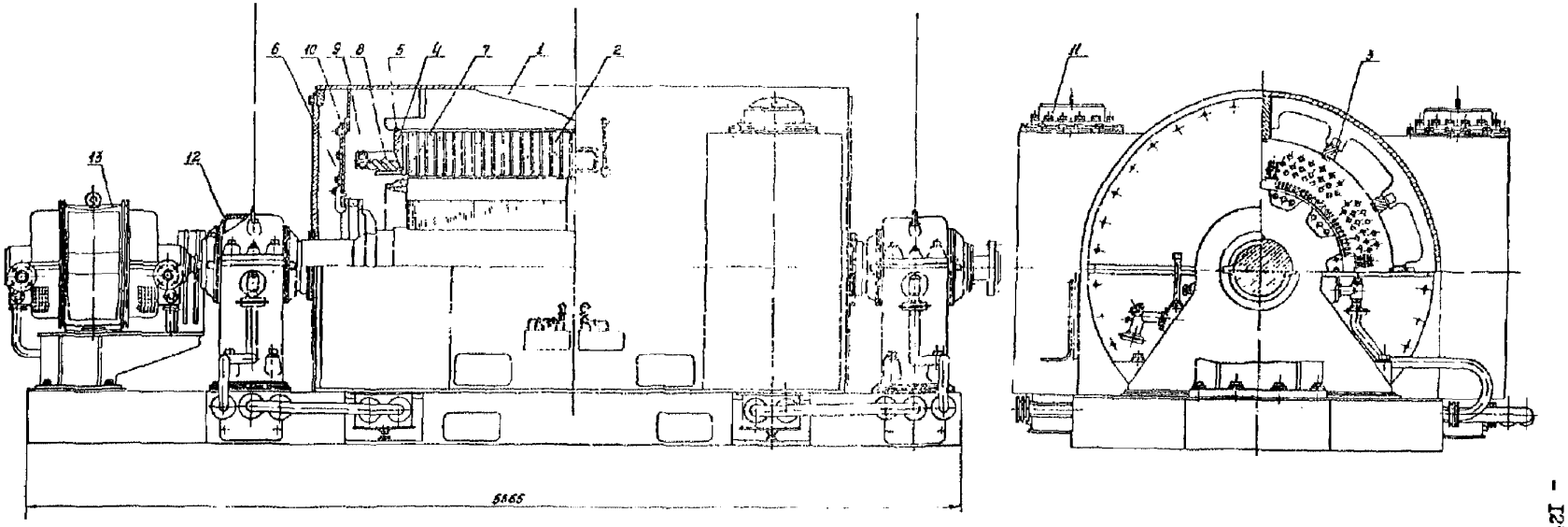



Рис.50. Возбудитель ВТ-4500-500:

I – корпус статора возбудителя; 2 – сердечник статора; 3 – клинья; 4 – нажимное кольцо; 5 – шпонка; 6 – вентилятор; 7 – ротор; 8 – рабочая обмотка; 9 – последовательная обмотка возбуждения; I0 – независимая обмотка возбуждения; II – воздухоохладитель; I2 – подшипник; I3 – подвозбудитель ГСП-4,5

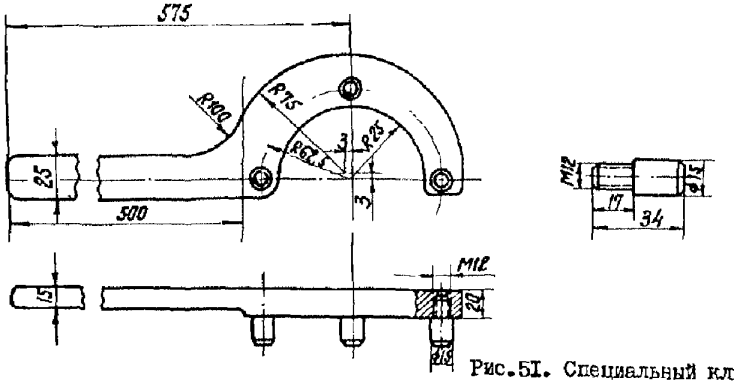
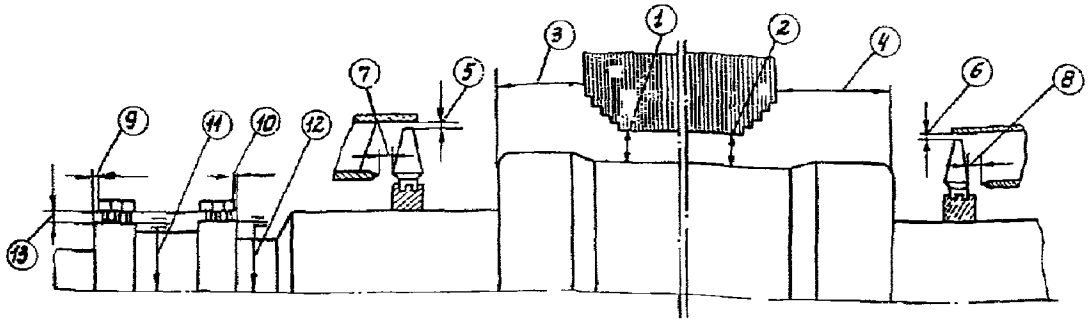
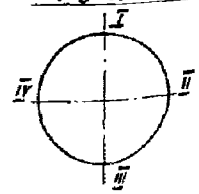



Рис.5I. Специальный ключ для выводов

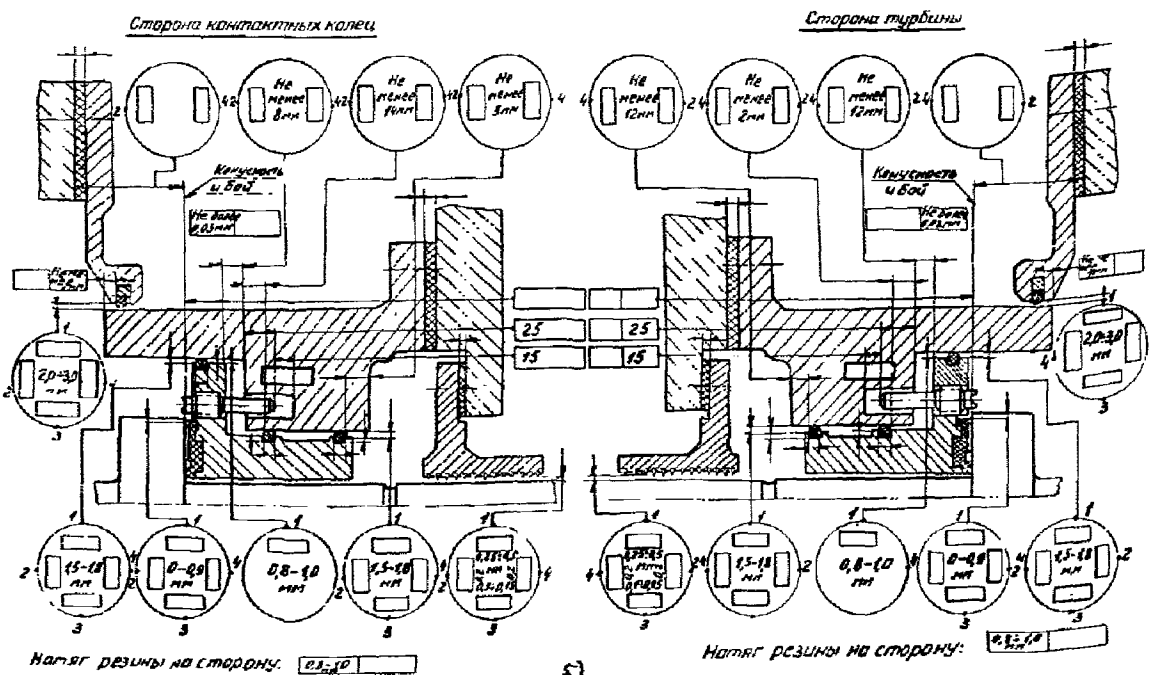



| Точки замера | | Величина зазора (мм) в местах замера | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| До ремонта | I | | | | |
| | II | | | | |
| | III | | | | |
| | IV | | | | |
| После ремонта | I | | | | |
| | II | | | | |
| | III | | | | |
| | IV | | | | |

Схема замеров (вид со стороны возбудителя)




а)




б)

Рис.52. Формуляр и паспорт зазоров:
*а* - турбогенератора; *б*- масляных уплотнений

Примечание. На рис. 52,*а*-цифры в кружках - номера зазоров.

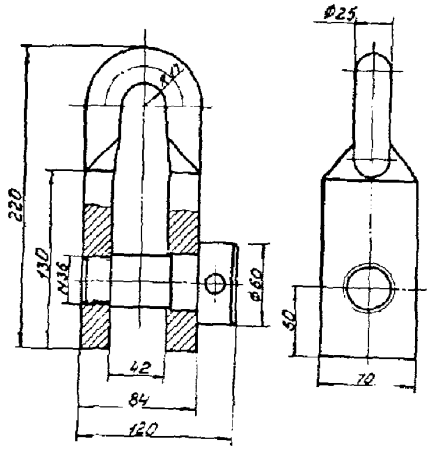



Рис.53. Петля для транспортировки щита турбогенератора

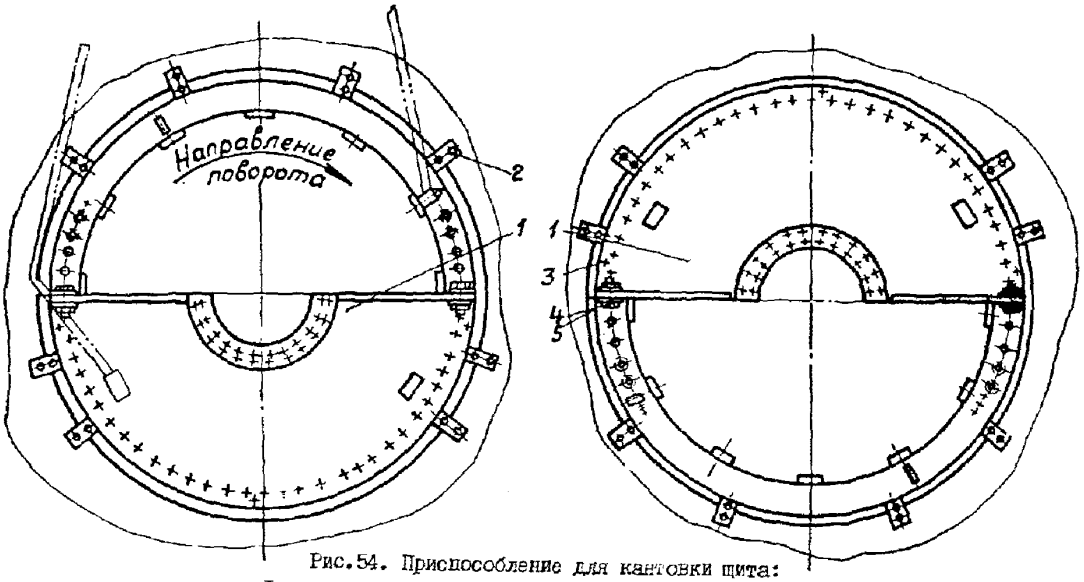



Рис.54. Приспособление для кантовки щита:
I - щит; 2 - держатель; 3 - болт М20; 4,5 - болты

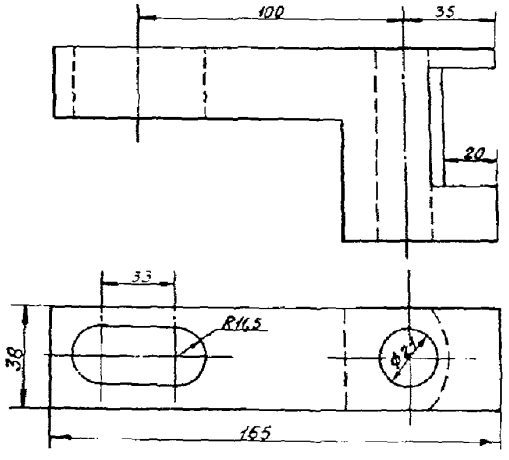



Рис.55. Держатель

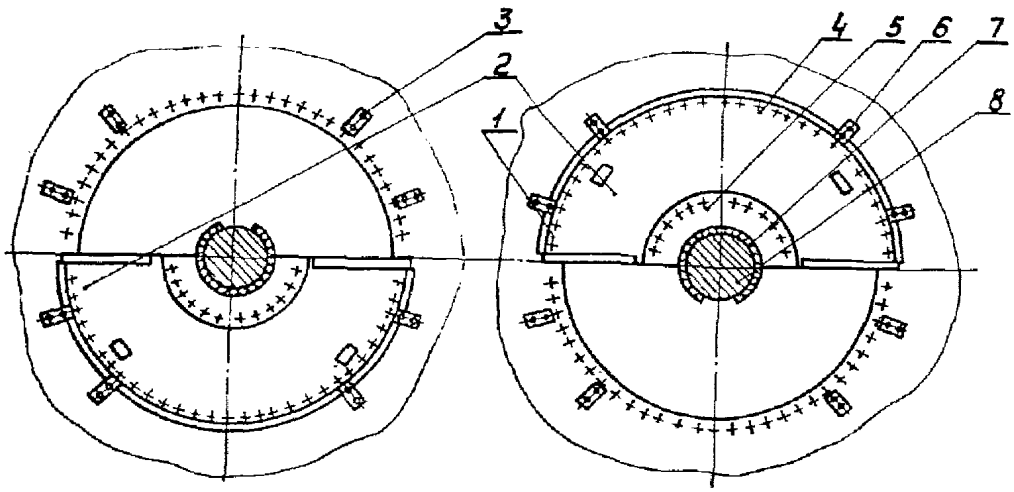



Рис.56. Разборка торцовых щитов:
I - болт М20; 2 - наружный щит; 3 - держатель; 4 - болт М36; 5 - кольцо; 6 - болт М20; 7 - электрокартон толщиной 2 мм; 8 - вал ротора

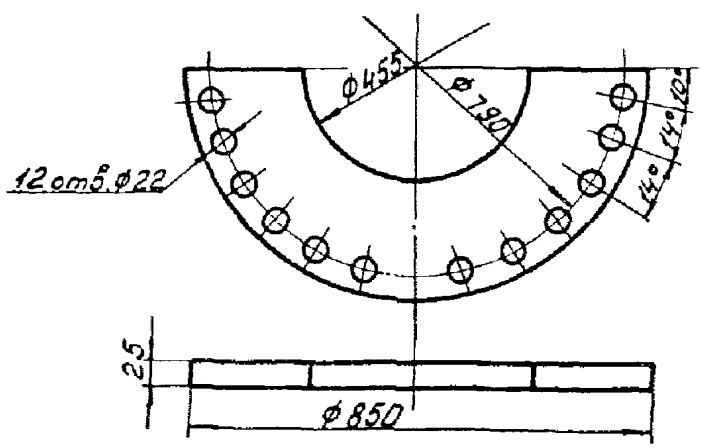



Рис.57. Кольцо

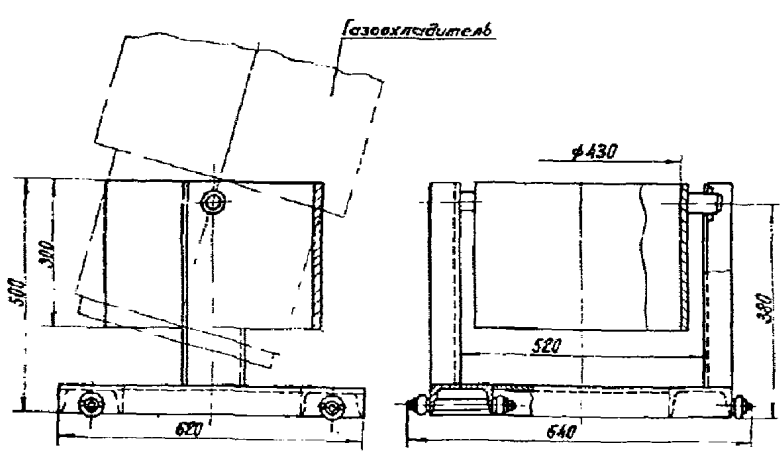
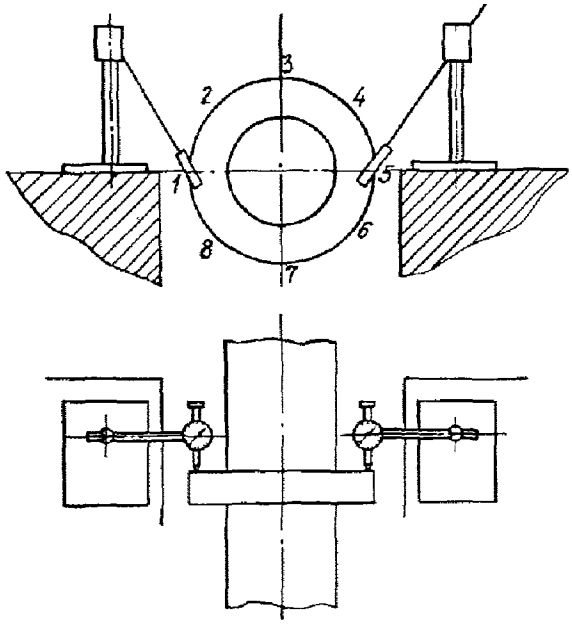



Рис.58. Тележка для кантовки газоохладителей




| Точки отсчета | | Показания, 0,01 мм | | Алгебраическая разность показаний 0,01 мм | Биение гребня 0,01 мм |
|---|---|---|---|---|---|
| Индикатор № 1 | Индикатор № 2 | Индикатор № 1 | Индикатор № 2 | | |
| I | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 6 | + 2 | - 2 | ± 4 | 2 |
| 3 | 7 | + 4 | - 4 | ± 8 | 4 |
| 4 | 8 | + 6 | - 6 | ±I2 | 6 |
| 5 | I | + 8 | - 8 | ±I6 | 8 |
| 6 | 2 | +I6 | + 4 | ±I2 | 6 |
| 7 | 3 | +I4 | + 6 | ± 8 | 4 |
| 8 | 4 | +I2 | + 8 | ± 4 | 2 |
| I | 5 | +I0 | +I0 | 0 | 0 |

Рис.59. Схема замера биения упорных гребней вала ротора

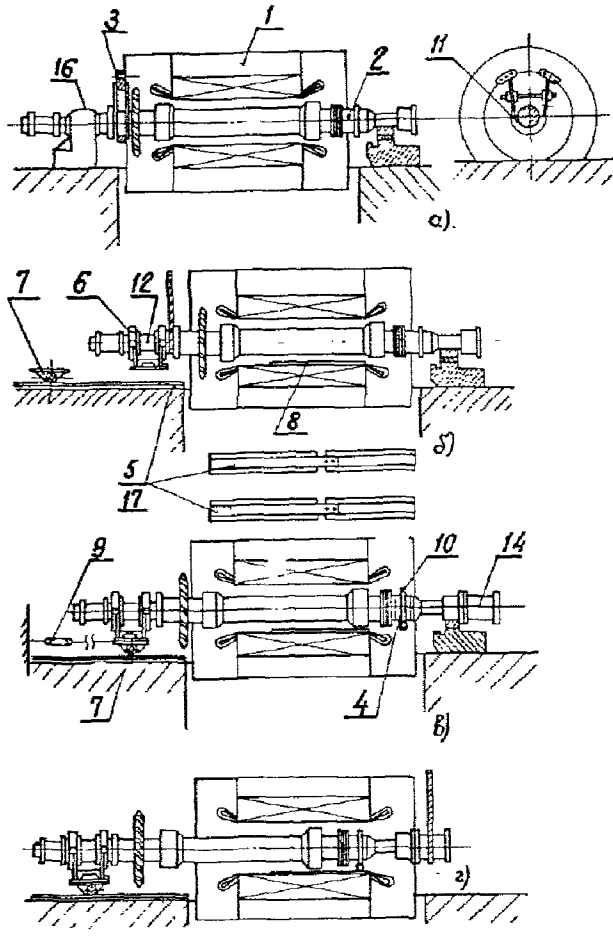



Рис.60. Схема вывода ротора из расточки статора:

I - статор; 2 - ротор; 3 и II - подвески; 4 - прокладка; 5 и I7 - рельсовые пути; 6 - подставка тележки; 7 - тележка со стороны контактных колец; 8 - лист; 9 - таль; I0 - тележка со стороны турбины; I2 - шейка вала ротора; I3 - транспортерная лента; I4 - удлинитель вала; I5 - рейки; I6 - стул подшипника; *а - е* - положения ротора при выводе

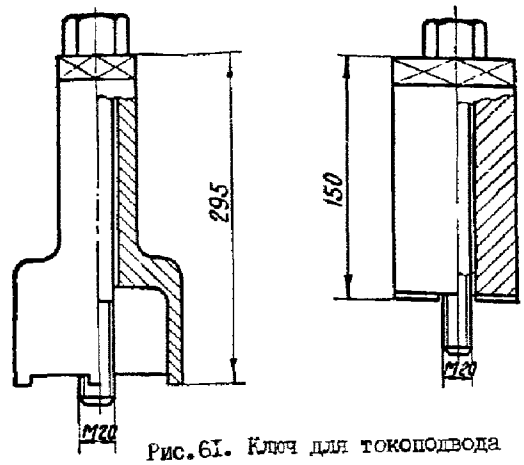



Рис.6I. Ключ для токоподвода

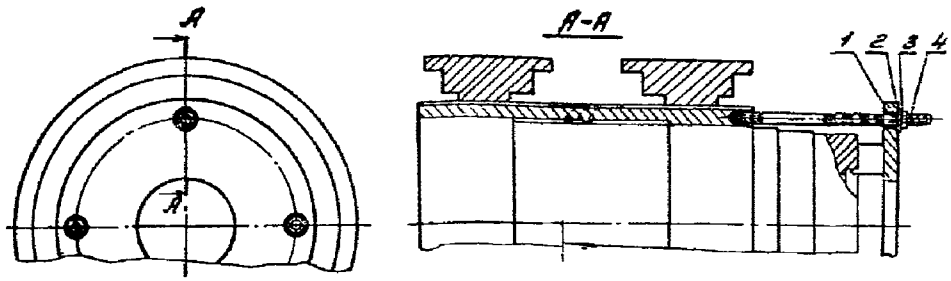
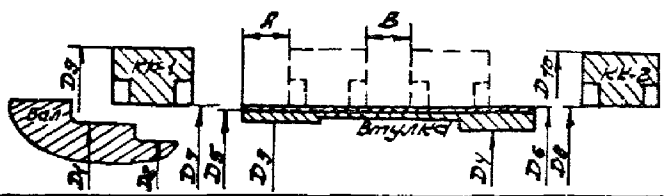
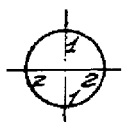



Рис.62. Приспособление для снятия контактных колец:
I - кольцо; 2 - шайба I6; 3 - гайка М16; 4 - шпилька М16



Тип _____ завода _____
Ст.№ _____
Установлен на ТЭЦ (ГРЭС) _____

| №№ п.п. | Место замера | Обозначение | Направление замера | Размер, мм | Средний размер, мм | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | От торца контактного кольца КК-1 | А | — | | | Замерить штангенциркулем |
| 2 | Расстояние между контактными кольцами | В | — | | | |
| 3 | Диаметр вала ротора | $D_1$ | I-I | | | Замерить микрометром гладким |
| 4 | | $D_2$ | I-I<br>II-II | | | |
| 5 | Диаметр посадочного места втулки на вал | $D_3$ | I-I<br>II-II | | | Замерить нутромером микрометрическим |
| 6 | | $D_4$ | I-I<br>II-II | | | |
| 7 | Натяг втулки на вал | $\Delta$ 1-3 | — | | | $\Delta$ 1-3 = $D_1 - D_3$ |
| 8 | | $\Delta$ 2-4 | — | | | $\Delta$ 2-4 = $D_2 - D_4$ |
| 9 | Наружный диаметр втулки | $D_5$ | I-I<br>II-II | | | Замерить микрометром гладким |
| 10 | Диаметр по изоляции втулки после протяжки | $D_6$ | I-I<br>II-II | | | |
| 11 | Внутренний диаметр кольца КК-1 | $D_7$ | I-I<br>II-II | | | Замерить нутромером микрометрическим |
| 12 | Внутренний диаметр кольца КК-2 | $D_8$ | I-I<br>II-II | | | |
| 13 | Натяг кольца КК-1 | $\Delta$ 6-7 | — | | | $\Delta$ 6-7 = $D_6 - D_7$ |
| 14 | Натяг кольца КК-2 | $\Delta$ 6-8 | — | | | $\Delta$ 6-8 = $D_6 - D_8$ |
| 15 | Наружный диаметр кольца КК-1 | $D_9$ | I-I<br>II-II | | | Замерить скобой |
| 16 | Наружный диаметр кольца КК-2 | $D_{10}$ | I-I<br>II-II | | | |

Рис.63. Формуляр замеров контактора и вала ротора турбогенератора

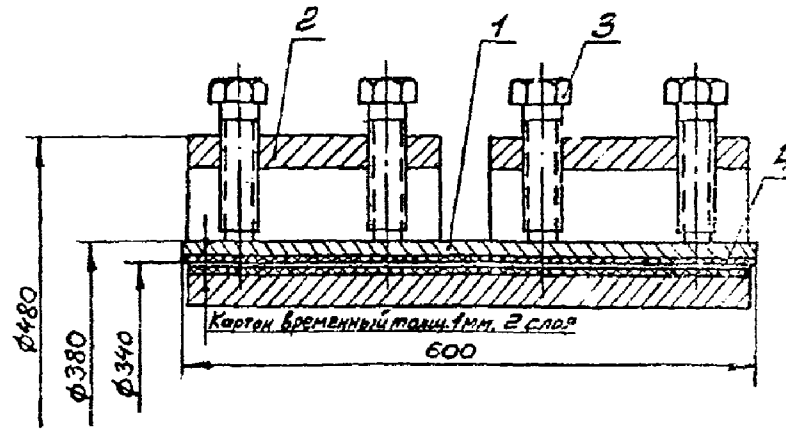



Рис.64. Приспособление для опрессовки изоляции контактных колец: I - бронь; 2 - пресс-кольцо; 3 - болт; 4 - обечайка

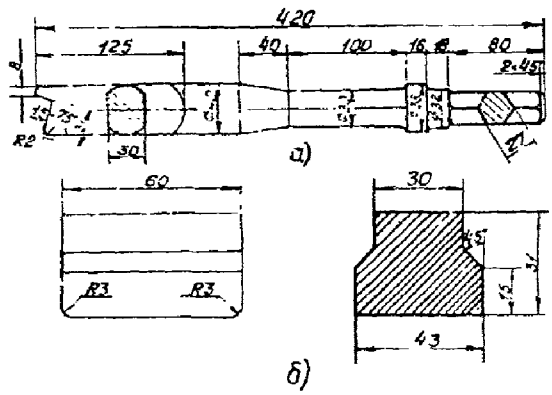



Рис.65. Боек для выбивки клиньев ротора (а) и пазовый клин ротора (б)

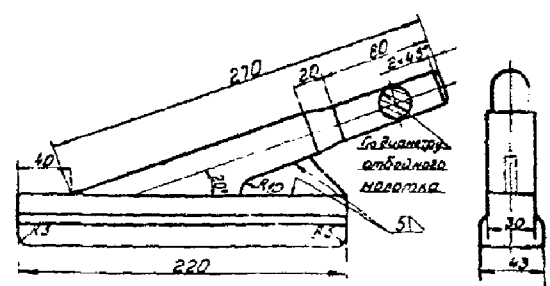



Рис.66. Боек для забивки клиньев ротора

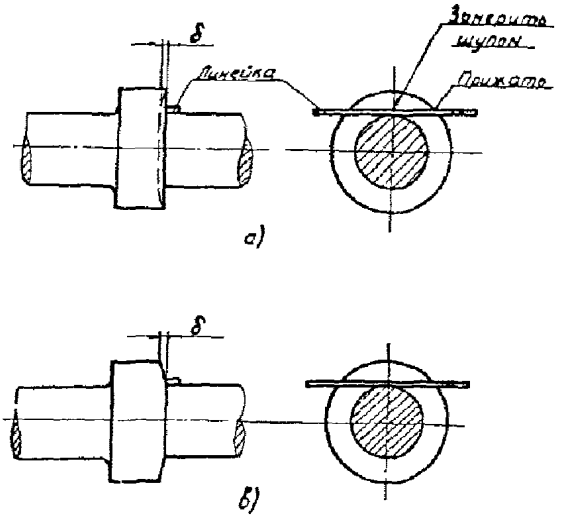



Рис.67. Проверка конусности рабочей поверхности упорных гребней:
а - внутренний конус зеркала гребня; б - наружный конус зеркала гребня; δ - величина конусности

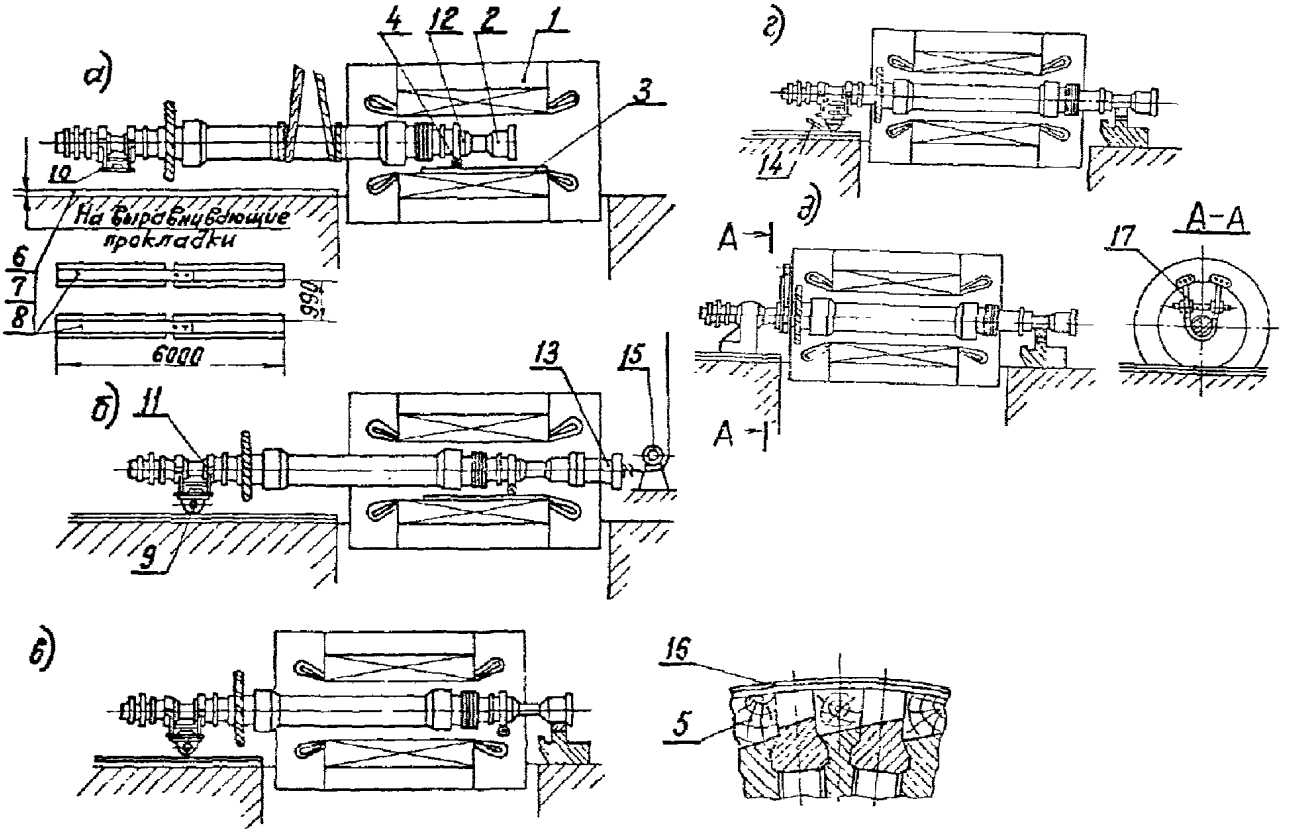



Рис.68. Схема ввода ротора в расточку статора:
1 - статор; 2 - полумуфта ротора; 3 - лист; 4 - тележка со стороны турбины; 5 - рейка; 6,7,8 - рельсовые пути; 9,10 - тележки со стороны контактных колец; 11,12 - прокладки; 13 - удлинитель вала; 14 - ломик; 15 - блок; 16 - транспортерная лента; 17 - подвеска; а-д - положения ротора при вводе

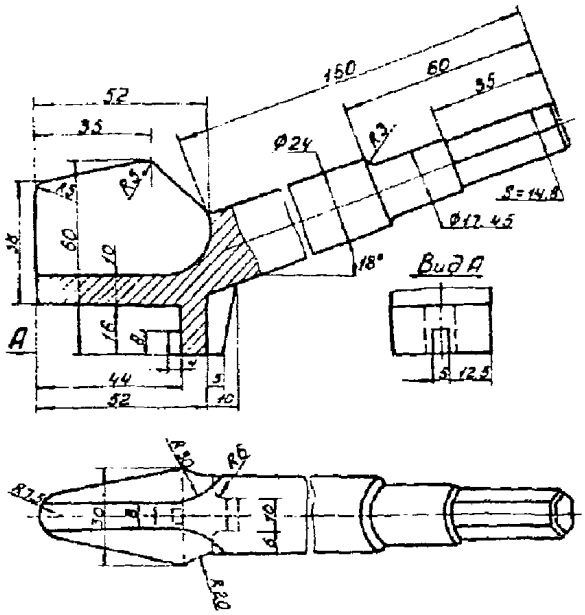



Рис.69. Выколотка для забивки клиньев паза обмотки статора

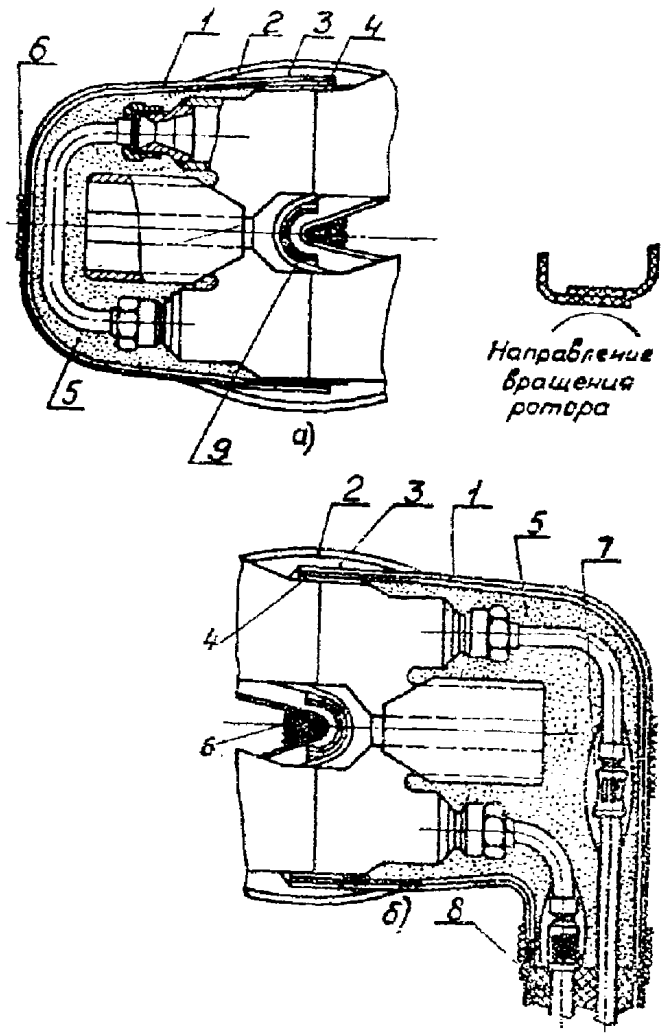



Рис.70. Изоляция головок статора:
*а* – со стороны возбудителя; *б* – со стороны турбины;
1 – коробка; 2 – стеклолента; 3 – стеклолакоткань; 4 – миканлента; 5 – заполнитель; 6 – шнур; 7 – стеклолакоткань; 8 – изолирующая втулка; 9 – слюдинитовая лента

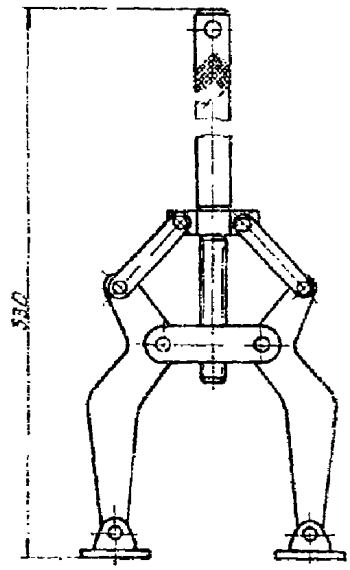


Рис.71. Захам для покрышек

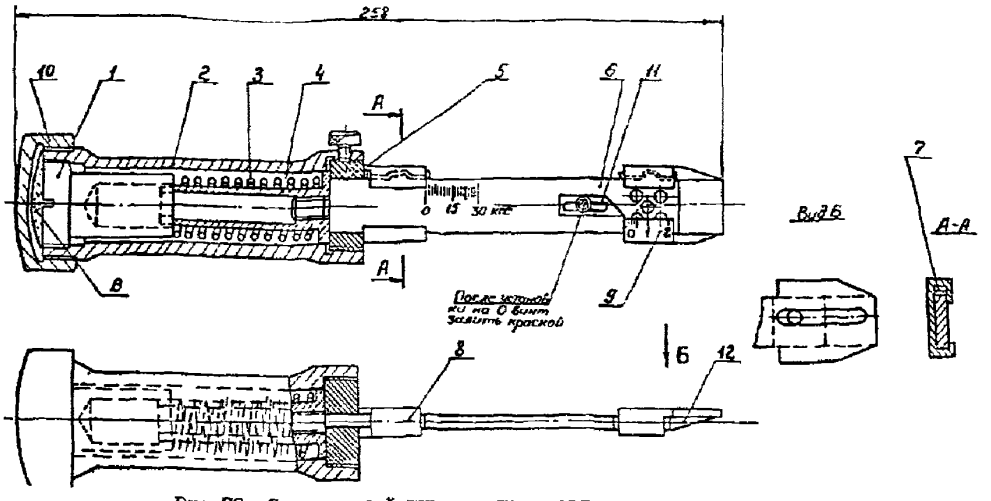
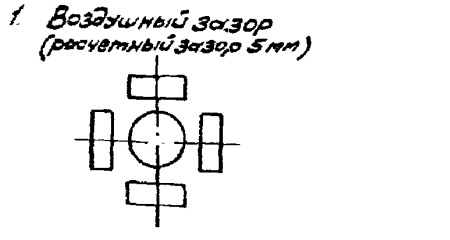
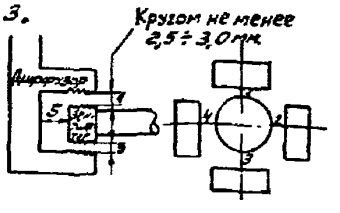


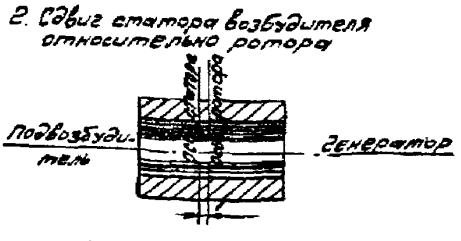

Рис.72. Специальный щуп для контроля запрессовки стали:

I - гайка; 2 - ручка; 3 - пружина; 4 - тарелка; 5 - втулка; 6 - линейка; 7 - пружина; 8,9 - наездники; I0 - колпак; II - планка; I2 - наконечник

Примечания: I. После настройки щупа гайку I залить краской вместе с ручкой 2.
2. Каждые 3 мес щуп необходимо проверять. Место В залить воском.




| Замер | Сторона подвозбудителя | | Сторона генератора | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Допустимый зазор | Фактический зазор | Допустимый зазор | Фактический зазор |
| | Не менее 20 мм | — | Не менее 5 мм | — |

| Сдвиг, мм | | |
|---|---|---|
| № п.п. | Допустимый | Фактический |
| I | I0-I5 | — |

Рис.73. Формуляр зазоров возбудителя и подвозбудителя

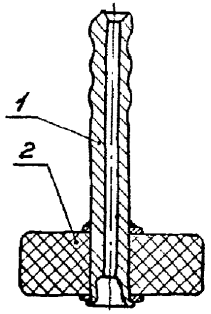



Рис.74. Заглушка:
I - трубка; 2 - корпус (резина)

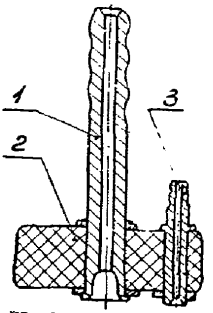



Рис.75. Заглушка со штуцером:
I - трубка; 2 - корпус (резина); 3 - измерительный штуцер

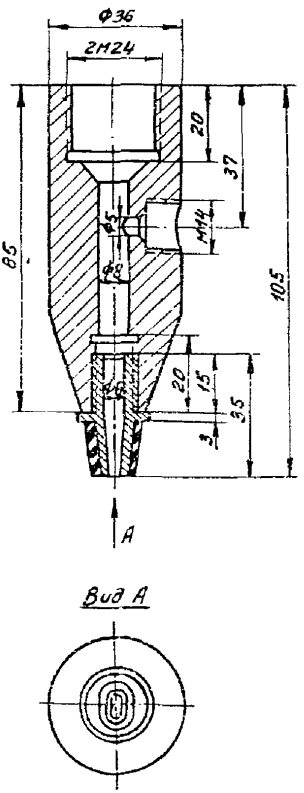



Рис.76. Выходной насадок

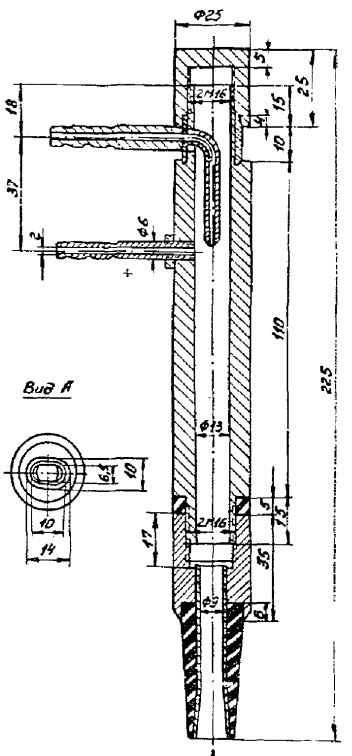



Рис.77. Выходной насадок

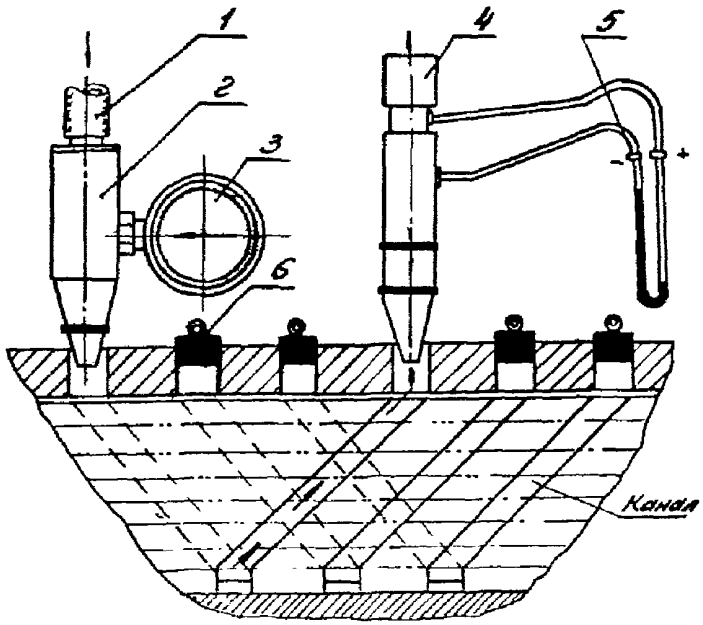



Рис.78. Схема контроля продуваемости пазовой части:
I - шланг; 2 - входной насадок; 3 - пружинный манометр; 4 - выходной насадок; 5 - измерительный микроманометр; 6 - пробка

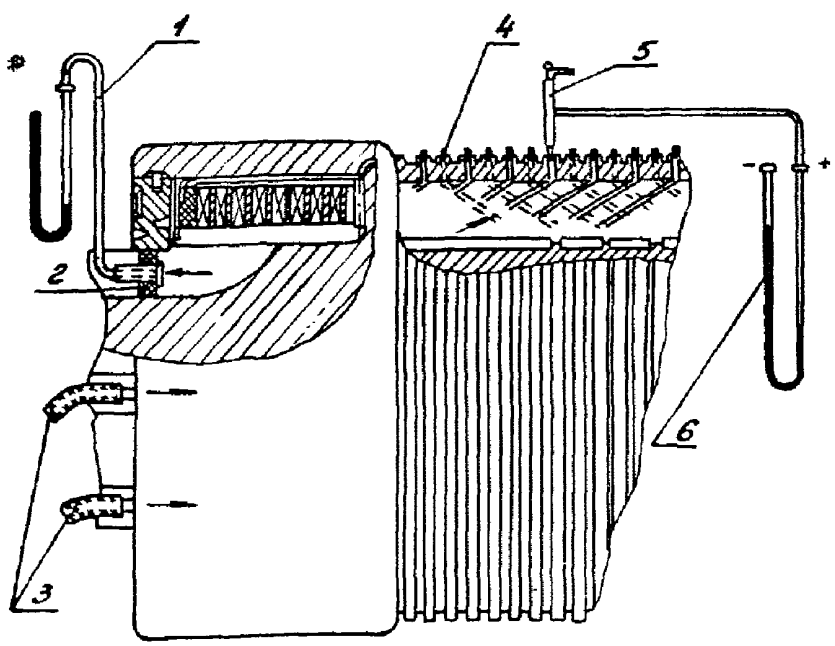



Рис.79. Схема контроля продуваемости лобовой части обмотки ротора:
I - измерительный микроманометр; 2 - заглушка с измерительным штуцером; 3 - шланги; 4 - пробка; 5 - выходной насадок; 6 - измерительный микроманометр

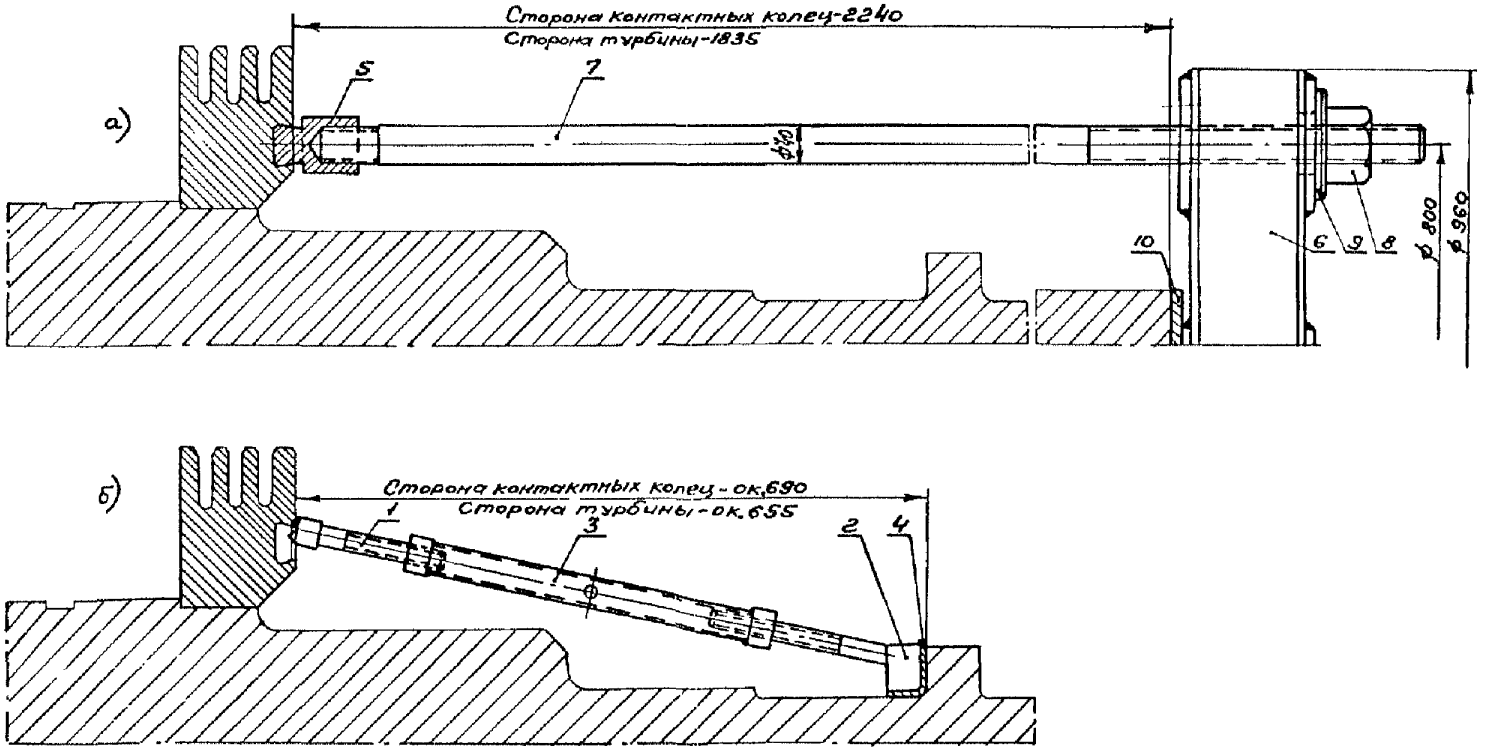



Рис.80. Приспособление для снятия (а) и надевания (б) ступицы:
1,2 – болты; 3 – втулка; 4 – прокладка; 5 – сухарь; 6 – упорная балка; 7 – тяга; 8 – гайка; 9 – шайба 42; 10 – прокладка

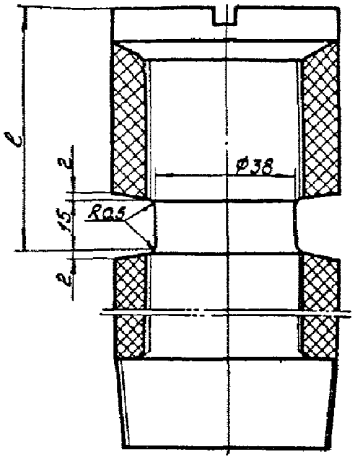
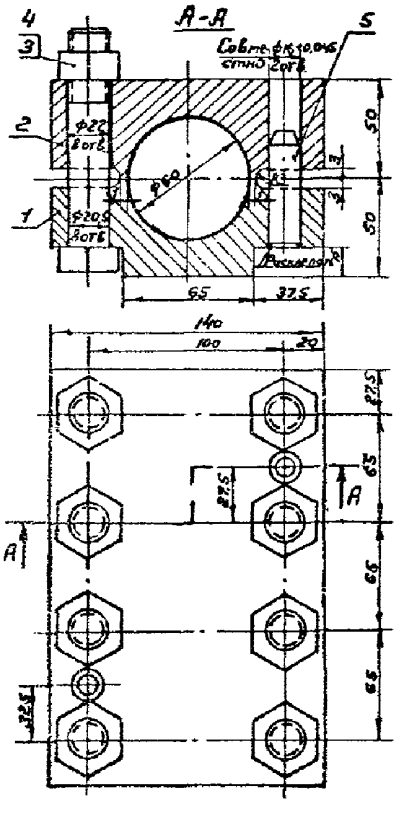
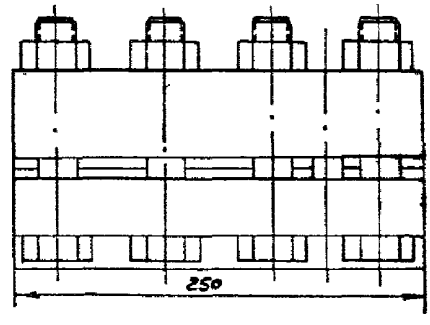



Рис.8I. Токоведущий болт после замены резины стеклотекстолитовой изоляцией



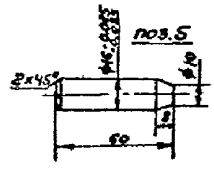




Рис.82. Пресс-форма для опрессовки изоляции токоведущих болтов ротора:

I - основание; 2 - крышка; 3 - болт М20хII0; 4 - гайка М20; 5 - штифт

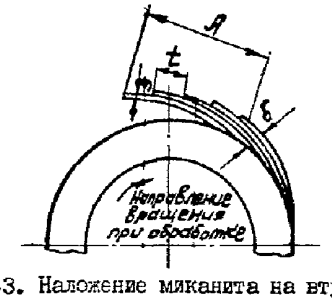



Рис.83. Наложение миканита на втулку

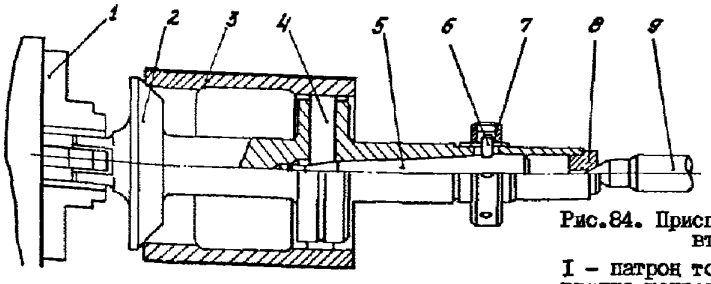



Рис.84. Приспособление для проточки изоляции втулки контактных колец:

1 – патрон токарного станка; 2 – конус; 3 – втулка контактных колец; 4 – плунжеры; 5 – нус; 6 – палец; 7 – гайка; 8 – втулка; 9 – нус

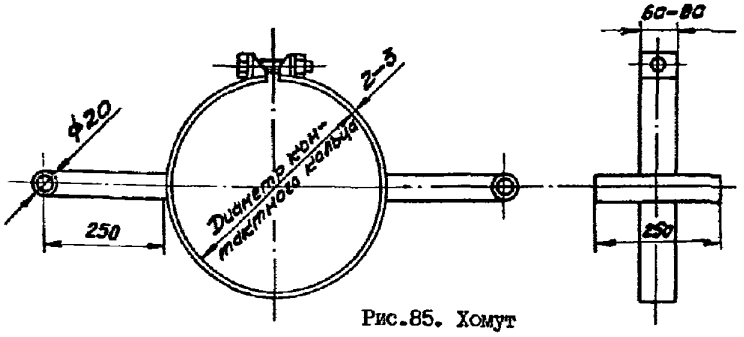



Рис.85. Хомут

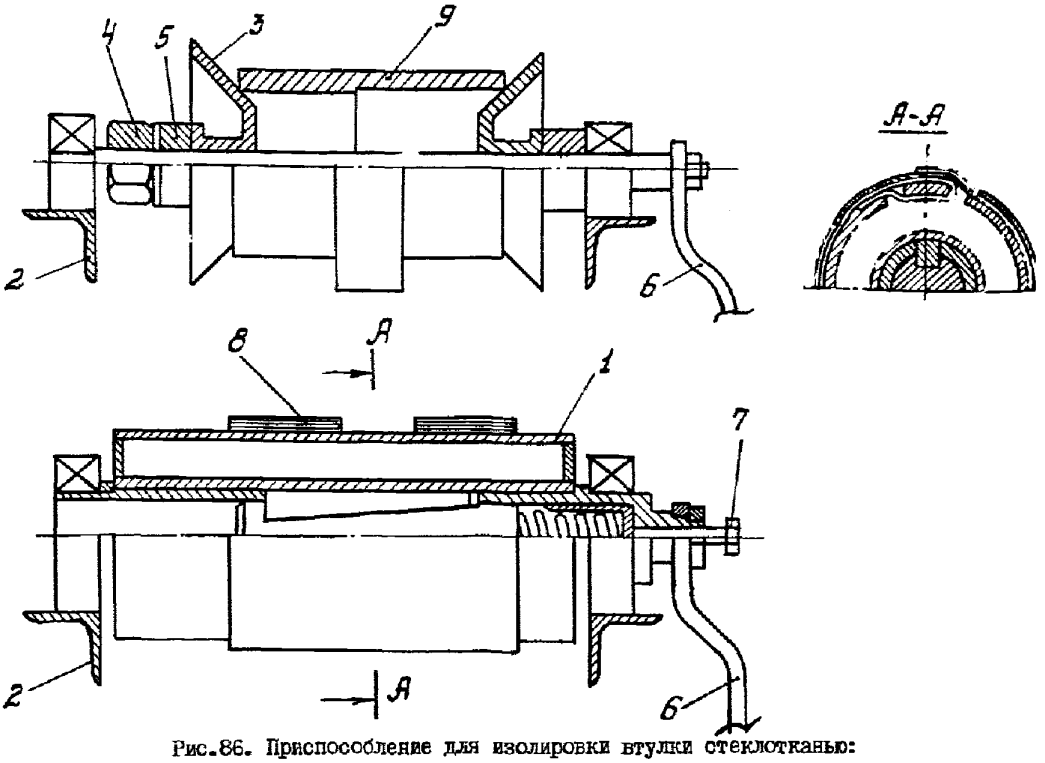



Рис.86. Приспособление для изолировки втулки стеклотканью:

1 – барабан; 2 – опора; 3 – конус; 4 – гайка; 5 – втулка; 6 – ручка; 7 – регулировочный винт; 8 – стеклоткань; 9 – втулка контактных колец

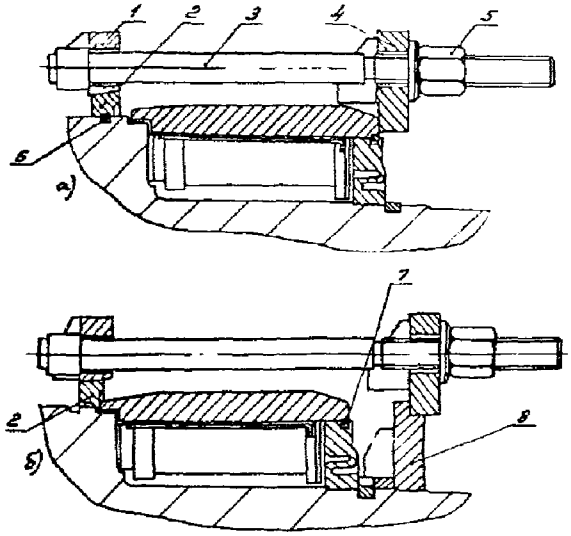



Рис.87. Приспособление для посадки (а) и снятия (б) двухпосадочных бандажных колец: 1,4 - кольца; 2 - сухарь; 3 - тяга; 5 - гайка; 6,7 - шпонки; 8 - упорное кольцо

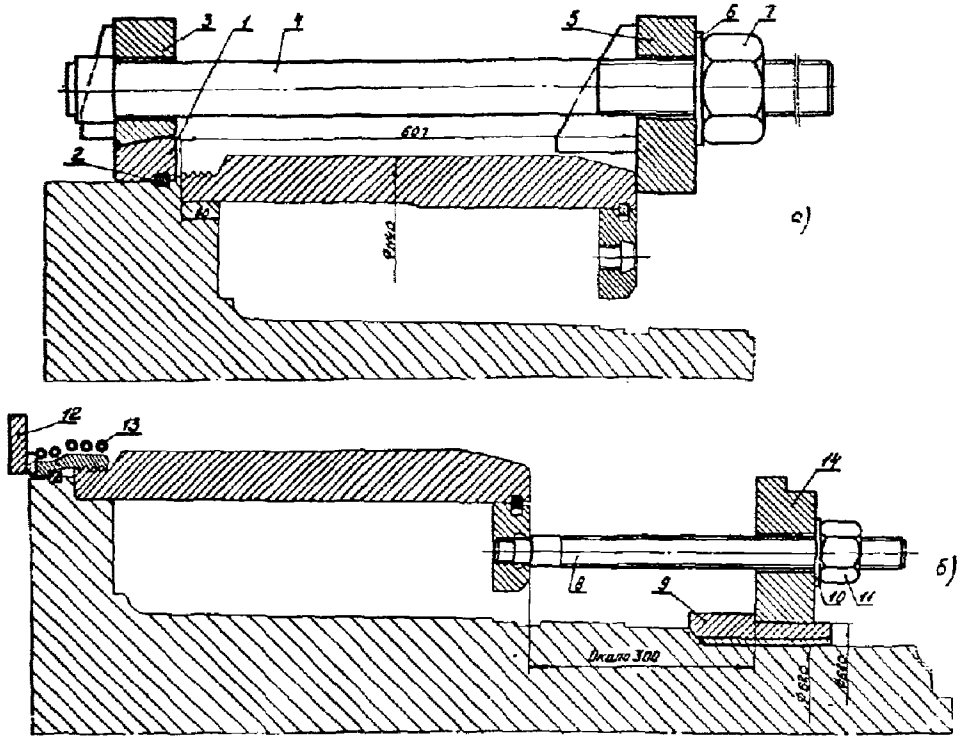



Рис.88. Приспособление для посадки (а) и снятия (б) однопосадочного бандажного кольца: 1 - сухарь; 2 - шпонка; 3,5 - кольца; 4,5 - тяги; 6,10 - шайбы; 7,11 - гайки; 9 - промежуточное кольцо; 12 - специальный ключ; 13 - индуктор; 14 - упорное кольцо

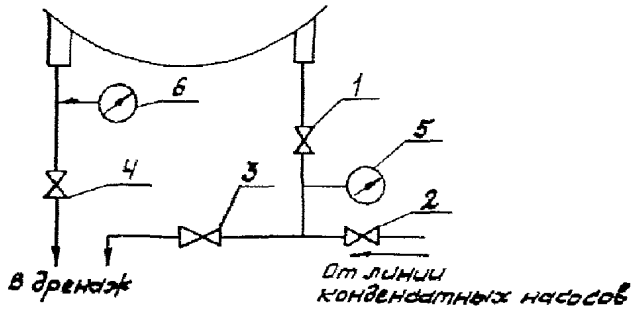



Рис.89. Схема испытания водоплотности обмотки статора

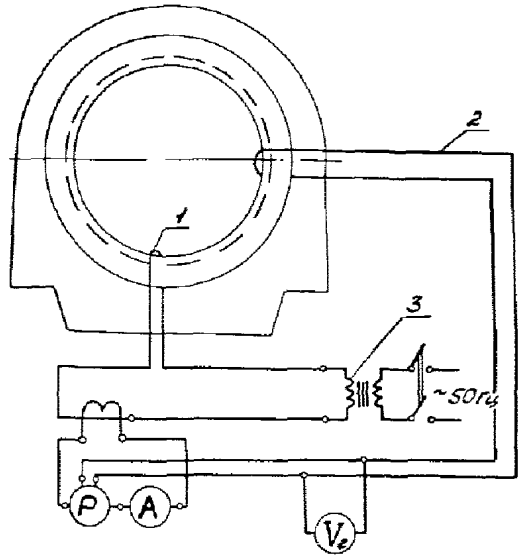



Рис.90. Схема соединений при испытании стали статора:

I - намагничивающая обмотка; 2 - контрольная обмотка; 3 - нагрузочный трансформатор

# О Г Л А В Л Е Н И Е


Введение ..... 3
Глава первая. Подготовка к капитальному ремонту ..... 4
Глава вторая. Производство ремонтных работ ..... 8
Глава третья. Приемка турбогенератора из ремонта и оформление отчетной документации ..... IO
Глава четвертая. Меры безопасности и противопожарные мероприятия при капитальном ремонте турбогенератора ..... II
Глава пятая. Техническая характеристика и краткое описание турбогенератора ..... I4
Глава шестая. Указания по технологии капитального ремонта турбогенератора (операционные карты) ..... 23

Проверка инструмента, приспособлений и материалов перед ремонтом ..... 23
Подготовка ремонтных площадок ..... 23
Опрессовка корпуса статора, определение мест утечки ..... 24
Снятие щеточного аппарата ..... 25
Проточка и шлифовка контактных колец ..... 25
Ремонт щеточного аппарата ..... 26
Установка щеточного аппарата ..... 26
Разборка масляных уплотнений вала (сторона турбины и контактных колец) ..... 27
Ремонт деталей масляных уплотнений вала с изготовлением прокладок ..... 28
Ремонт маслоуловителей ..... 30
Ремонт вкладышей уплотнений вала ..... 3I
Ремонт газовой системы, арматуры, испытание на газоплотность ..... 32
Сборка масляных уплотнений вала ..... 33
Снятие верхних половин торцовых щитов (сторона турбины и контактных колец) ..... 34
Снятие нижних половин торцовых щитов ..... 35
Ремонт торцовых щитов с изготовлением прокладок ..... 36
Установка наружных щитов, диффузоров и маслоуловителей. Электрические испытания 37
Выемка газоохладителей ..... 39
Ремонт газоохладителей ..... 40
Установка газоохладителей ..... 4I
Шлифовка упорных гребней вала ротора (сторона турбины и контактных колец) ..... 42
Подготовка к выводу и вывод ротора ..... 43
Проверка общего состояния ротора до его ремонта ..... 45
Снятие, осмотр и ремонт лопаток вентилятора ..... 46
Замена резины токоведущих болтов стеклотекстолитовой изоляцией ..... 47
Проверка газоплотности ротора и устранение утечки ..... 47
Замена изоляции контактных колец ..... 48
Снятие, ремонт и посадка бандажных колец ..... 49
Переклиновка пазов обмотки ротора ..... 49
Осмотр и мелкий ремонт обмотки ротора в пределах лобовых частей ..... 50
Ремонт упорных гребней вала ротора ..... 50
Подготовка к вводу и ввод ротора, сборка вентилятора ..... 5I
Ремонт статора, чистка обмотки и корпуса ..... 53
Переклиновка одного паза обмотки статора ..... 54
Замена одного шнурового бандажа крепления лобовых частей обмотки ..... 54
Ремонт одного линейного вывода обмотки статора ..... 55
Испытание обмотки на плотность водой, устранение мелких дефектов ..... 56

Перепайка головок обмотки, в том числе перевязка и замена фторопластовых шлангов ..... 57
Испытание активной стали ..... 59
Осмотр активной стали ..... 59
Устранение распушений и ослабления плотности спрессовки концевых пакетов сердечника статора ..... 60
Устранение местных замыканий на поверхности активной стали статора методом травления кислотой ..... 61
Замена поврежденных участков активной стали вставками-заполнителями ..... 62
Испытание корпуса турбогенератора на газоплотность без ротора со сборкой и разборкой щитов и устранением утечки ..... 63
Покраска обмотки, электрические испытания ..... 64
Демонтаж возбудителя ..... 65
Ремонт возбудителя и подвозбудителя, в том числе разборка и сборка ..... 66
Ремонт воздухоохладителей возбудителя ..... 69
Установка возбудителя ..... 69
Проверка и отладка водяной, масляной и газовой систем перед пуском ..... 70
Сдача турбогенератора под нагрузку. Уборка ремонтных площадок ..... 70

Приложение 1. Перечень операций и трудозатрат на капитальный ремонт турбогенератора ..... 71
Приложение 2. Перечень инструмента, применяемого при капитальном ремонте турбогенератора ..... 72
Приложение 3. Перечень приспособлений и оснастки, применяемых при капитальном ремонте турбогенератора ..... 73
Приложение 4. Рекомендуемая программа измерений и испытаний при капитальном ремонте турбогенератора ..... 74
Приложение 5. Перечень чертежей, необходимых при ремонте турбогенератора ..... 76
Приложение 6. Ведомость неснижаемого запаса деталей для капитального ремонта турбогенератора ..... 78
Приложение 7. Масса узлов и отдельных деталей турбогенератора ..... 78
Приложение 8. Модель сетевого графика обмотки ротора турбогенератора . 79
Приложение 9. Журнал сменных заданий ..... 80
Приложение 10. Форма информационной карты СПУ ..... 81
Приложение 11. План-задание. Табель-расчет ..... 82
Приложение 12. Отыскание течей в системе водяного охлаждения обмотки статора течеискателем ГТИ-3 ..... 84
Приложение 13. Контроль продуваемости вентиляционных каналов обмотки ротора турбогенераторов с непосредственным охлаждением 85
Приложение 14. Проверка газоплотности ротора ..... 87
Приложение 15. Контроль стальных лопаток пропеллерных вентиляторов турбогенераторов ..... 88
Приложение 16. Изменение конструкции изоляции и уплотнения токоведущих болтов турбогенераторов ..... 88
Приложение 17. Съем и надевание контактора ..... 89
Приложение 18. Посадка и съем бандажных колец ..... 93
Приложение 19. Дефектоскопия бандажных колец методом цветной пробы .. 95
Приложение 20. Переклиновка пазов обмотки ротора ..... 97
Приложение 21. Испытание обмотки статора на водоплотность ..... 98
Приложение 22. Испытание активной стали статора ..... 99
Приложение 23. Устранение местных дефектов активной стали ..... 101
Приложение 24. Приготовление эпоксидного клеящего лака ЭЛ-4 холодного отверждения ..... 105
Приложение 25. Меры безопасности при работе с эпоксидными смолами и композициями на их основе ..... 106
Приложение 26. Изготовление и применение защитных паст ..... 107
Приложение 27. Проверка водяной, масляной и газовой систем ..... 108

Ответственный редактор **В.А.Кудрявцева**

Техн. редактор Н.А. Малькова **Корректор Л.Ф.Петрухина**

I4,69 уч.-изд.л. Цена I руб.47 коп. (200 экз.)Заказ № 300/75

Л 59051 Подписано к печати 21/J I976 г. Тираж 600 экз.

Ротапринт СПО ОРГРЭС

I09432, Москва, Ж-432, 2-й Кожуховский проезд, д.29, корп.6

gost.e-ecolog.ru