МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ
"СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ТИРИСТОРНОЙ СИСТЕМЫ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ СЕРИИ ТВВ МОЩНОСТЬЮ 160-800 МВт

## МУ 34-70-052-83

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ
"СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ТИРИСТОРНОЙ СИСТЕМЫ НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ СЕРИИ ТВВ МОЩНОСТЬЮ 160-800 МВт

## МУ 34-70-052-83

Служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
Москва
1983

РАЗРАБОТАНО Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

ИСПОЛНИТЕЛЬ И.Ф. ПЕРЕЛЬМАН

УТВЕРЖДЕНО Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

И.О. заместителя главного инженера С.А. БАЖАНОВ

В Методических указаниях приведены основные технические данные тиристорной системы независимого возбуждения турбогенераторов серии ТВВ мощностью 160–800 МВт, даны рекомендации по обслуживанию тиристорных возбудителей в нормальных режимах, указаны основные анормальные режимы и неисправности возбудителей, описаны действия персонала при нормальных режимах работы возбудителей, при неисправностях и повреждениях в системе.

Методические указания предназначены для оперативного персонала электростанций, обслуживающего установки тиристорных систем возбуждения с АРВ-СД турбогенераторов мощностью 160–800 МВт серии ТВВ.

© СПО Союзтехэнерго, 1983

УДК 621.313.322-81.013.8(083.96)

Методические указания по техническому обслуживанию тиристорной системы независимого возбуждения турбогенераторов серий ТВВ мощностью 160-800 МВт

МУ 34-70-052-83

# ВВЕДЕНИЕ

Тиристорные системы независимого возбуждения, выполненные по унифицированным схемам, применяются или предполагаются к внедрению на всех турбогенераторах серии ТВВ и ТЗВ мощностью 160-800 МВт.

Настоящие Методические указания распространяются на действующие тиристорные возбудители, установленные на генераторах серии ТВВ и ТЗВ.

При составлении Методических указаний по техническому обслуживанию использованы принципиальные схемы тиристорных систем независимого возбуждения института "Атомтеплоэлектропроект", технические описания и инструкции по эксплуатации системы тиристорного возбуждения ЛПЭО "Электросила", инструкции и описания аппаратуры АРВ-СД Сафоновского электромашиностроительного завода.

При техническом обслуживании ТВ генераторов серии ТВВ помимо настоящих Методических указаний следует руководствоваться "Нормами испытаний электрооборудования" (М.: Атомиздат, 1978), ПТЭ, ПТБ, заводскими инструкциями.

При составлении местной станционной инструкции допускаются отклонения от настоящих Методических указаний, если они вызваны особенностями данной электростанции и направлены на улучшение работы тиристорной системы возбуждения.

Методические указания предназначены для:

- дежурных инженеров электростанций и блоков;
- начальников смен электроцеха;

- дежурных электромонтеров, обслуживающих систему возбуждения;
- дежурных по ЦШУ.

Принятые в работе условные обозначения:

ТГ - турбогенератор;

ВГ - вспомогательный генератор;

ПТ1, ПТ2, ПТ3 либо ПТ-ТГ — тиристорные преобразователи системы возбуждения турбогенератора;

СУ1, СУ2, СУ3 либо СУ-ТГ - системы управления тиристорами преобразователей ПТ1, ПТ2, ПТ3;

ПТВ - тиристорный преобразователь возбуждения ВГ;

СУ1-ВГ, СУ2-ВГ - системы управления тиристорами мостов ПТВ;

АРВ-СД (АРВ-ТГ) — автоматический регулятор возбуждения сильного действия в системе возбуждения турбогенератора;

АРВ-ВГ — автоматический регулятор возбуждения вспомогательного генератора;

КГ - контактор гашения поля ВГ;

В3-1, В3-2 — выключатели в цепи выхода тиристорного возбудителя;

В2, В-4 — выключатели в цепи выхода резервного возбудителя;

ТрВ - выпрямительный трансформатор ВГ;

ТрСН - трансформатор собственных нужд тиристорного возбуждения;

ПДУ-ТГ, ПДУ-ВГ — панели дистанционного управления в системах возбуждения турбогенератора и вспомогательного генератора;

ТВ, ТВ-ТГ, ТВ-ВГ — система тиристорного возбуждения; система тиристорного возбуждения ТГ; система тиристорного возбуждения ВГ;

РВ - резервное возбуждение, резервный возбудитель.

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ; СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ

1.1. В качестве основной системы возбуждения на турбогенераторах ТВВ-160-2, ТВВ-200-2А, ТВВ-320-2, ТВВ-500-2Б, ТВВ-800-2, ТЗВ-800-2 применяется тиристорная система независимого возбуждения серии СТН, при которой напряжение с ВГ, жестко соединенного с валом турбогенератора и имеющего свою систему параллельного тиристорного самовозбуждения, подается на тиристорные преобразователи и далее с них на ротор турбогенератора, обеспечивая его возбуждение.

1.2. Номинальные параметры возбуждения турбогенераторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Тип турбогенератора | Номинальный ток ротора, А | Номинальное напряжение ротора при рабочей температуре, В |
|---|---|---|
| ТВВ-160-2 | 2240 | 369 |
| ТВВ-200-2А | 2540 | 300 |
| ТВВ-220-2А | 2750 | 325 |
| ТВВ-320-2 | 2900 | 447 |
| ТВВ-500-2 | 3590 | 482 |
| ТВВ-800-2 | 3790 | 610 |
| ТЗВ-800-2 | 5130 | 447 |

1.3. Основные технические данные независимых систем возбуждения приведены в табл. 2.

| Тип системы возбуждения | СТН-400-2500 | СТН-360-3000 |
|---|---|---|
| Тип турбогенератора | ТВВ-160-2 | ТВВ-200-2 |
| Выпрямленное напряжение в длительном режиме, В не более | 400 | 360 |
| Выпрямительный ток в длительном режиме, А не более | 2500 | 3000 |
| Наибольшее допустимое напряжение, В | 720 | 650 |
| в течение времени, с | 20 | 20 |
| Наибольший допустимый ток, А | 4600 | 5520 |
| в течение времени, с (допустимая длительность форсировки) | 20 | 20 |
| Ток ротора при номинальной нагрузке турбогенератора и $\cos\varphi = 1$, А | 1570 | 1940 |

**Таблица 2**

| СТН-500-3200 | СТН-520-3900 | СТН-670-4200 | СТН-480-5500 |
|---|---|---|---|
| ТВВ-320-2 | ТВВ-500-2 | ТВВ-800-2 | ТЗВ-800-2 |
| 500 | 520 | 670 | 480 |
| 3200 | 3900 | 4200 | 5500 |
| 900 | 960 | 1200 | 870 |
| 20 | 20 | 15 | 15 |
| 5800 | 7180 | 7600 | 10000 |
| 20 | 20 | 15 | 15 |
| 2000 | - | 3000 | 4100 |

1.4. Тиристорная система возбуждения с АРВ обеспечивает следующие режимы работы турбогенератора:

- начальное возбуждение и режим холостого хода;
- включение в сеть методом точной синхронизации или самосинхронизации;
- эксплуатационные режимы при работе в энергосистеме, определяемые диаграммой мощности турбогенератора;
- перегрузки, допускаемые "Типовой инструкцией по эксплуатации генераторов на электростанциях" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983);
- форсирование возбуждения, развозбуждение при переходных и аварийных режимах;
- гашения поля генератора;
- нормальные или аварийные остановы.

1.5. Система обеспечивает двукратную форсировку по току ротора и не менее двукратной по напряжению ротора; имеет устройства, обеспечивающие мгновенное ограничение тока ротора до значения 2 $I_{\text{рот.ном}}$; ограничение при перегрузках по току ротора со временем, зависимым от кратности перегрузки, до значения, близкого к номинальному; ограничение минимального возбуждения с уставкой, зависимой от активной мощности; автоматический запрет форсировки и разгрузку по реактивной мощности при неисправностях тиристорного преобразователя.

1.6. Регулирование возбуждения турбогенератора осуществляется АРВ сильного действия по отклонению напряжения статора $\Delta U$, по первым производным напряжения и частоты $U'$, $f'$, по отклонению частоты $\Delta f$, производной тока ротора $I'_p$.

Структурная схема тиристорного возбудителя с АРВ для турбогенератора ТВВ-800-2 приведена на рис. 1.

Регулятор обеспечивает регулирование возбуждения в требуемом диапазоне, поддержание напряжения на шинах электростанции со статизмом 2,5-4%.

Время нарастания напряжения возбуждения до 95% предельного при форсировке составляет не более 0,05 с.

Диапазон изменения уставки АРВ по напряжению статора на холостом ходу генератора составляет 80-110% $U_{\text{ст.ном}}$.

1.7. При отключении регулятора во время работы в сети обеспечивается устойчивая работа тиристорного возбудителя с током ротора, приблизительно равным (0,8÷0,9) $I_{рот.ном}$. При этом возможен переход с помощью ключа на ручное управление возбуждением турбогенератора от ПДУ-ТГ с диапазоном (0,7÷1,1) $I_{рот.ном}$.

На холостом ходу ТГ с помощью ПДУ-ТГ может быть обеспечено плавное изменение напряжения статора от 0 до 110 % $U_{ст.ном}$.

В новых выпусках систем управления тиристорами предусматривается также возможность использования ПДУ-ТГ в качестве резервного регулятора с дистанционным изменением уставки. Однако подобные схемы на турбогенераторах еще не испытаны.

1.8. Коэффициент усиления АРВ-СД совместно с тиристорным возбудителем по каналу напряжения составляет 50 ед. возб/ед. напр.

1.9. Тиристорная система самовозбуждения ВГ с регулятором АРВ-ВГ (регулирование по $\Delta U$ и $U'$) обеспечивает поддержание на статоре ВГ напряжения с точностью ±2% относительно установленного значения при изменении нагрузки ВГ, т.е. тока ротора от нуля до номинального значения.

При отключении АРВ-ВГ регулирование переключается на ПДУ-ВГ, которая в системе самовозбуждения ВГ выполняет функции резервного регулятора с неизменной фиксированной уставкой.

1.10. Гашение поля генератора при нормальных остановах и действии защит осуществляется переводом тиристорных преобразователей в инверторный режим. В режим инвертирования преобразователи переводятся и во время переходных процессов для кратковременного интенсивного развозбуждения генератора действием АРВ.

1.11. При выходе из строя одной ветви в плечах преобразователей ПТ-1, ПТ-2 (ПТ-3), а также при выходе из строя одного моста ПТВ обеспечиваются все длительные и кратковременные режимы возбуждения генератора.

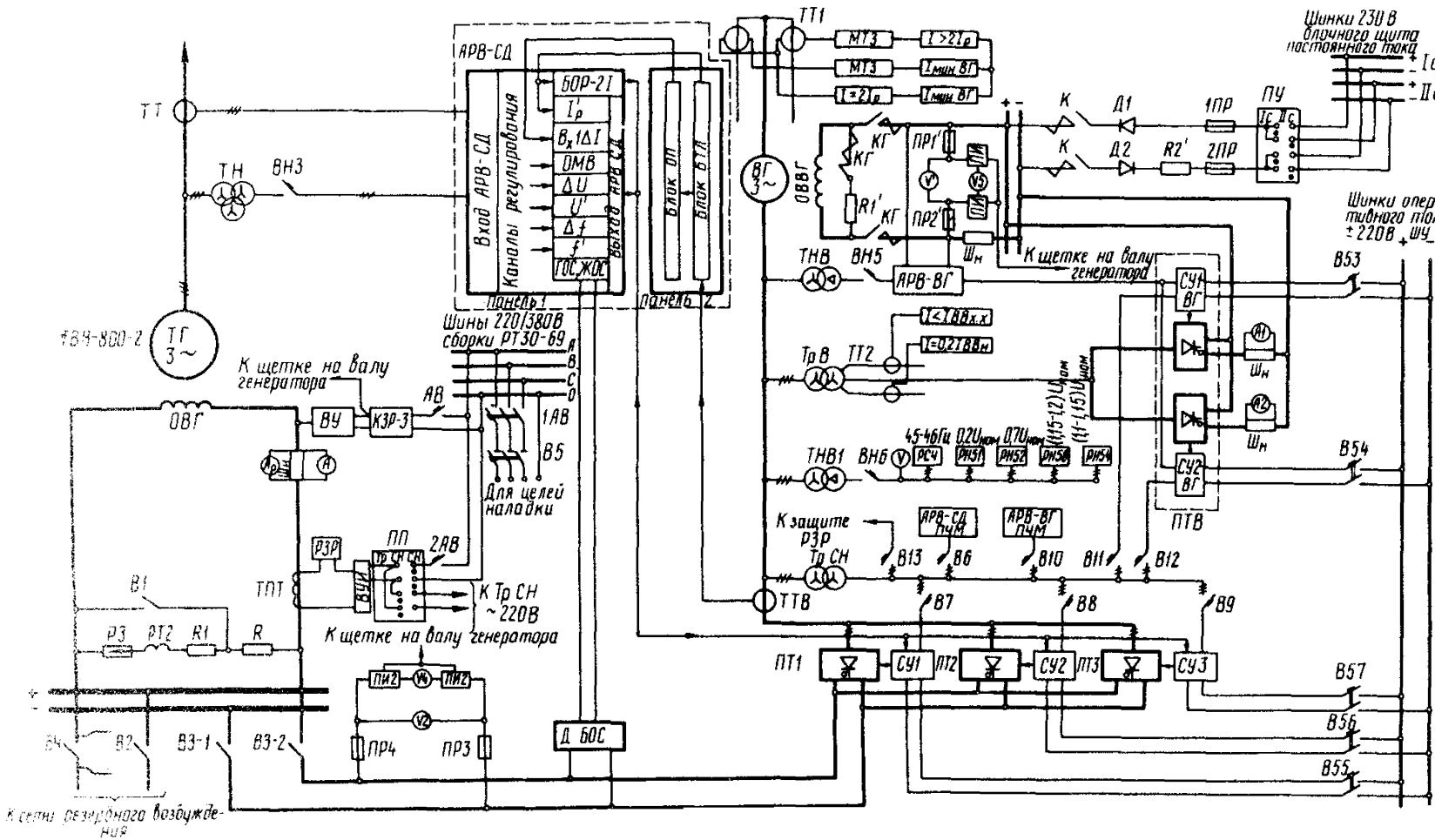
ТТ
ТН
ВН3
ТВН-800-2
ТГ 3~
АРВ-СД
Вход АРВ-СД
Каналы регулирования
БОР-2I
Вх1ΔI
ОМВ
ΔU
U'
Δf
f'
ГОС,ЖОС
Выход АРВ СД
Блок ОП
Блок БТЛ
Панель 1
Панель 2
ТТ1
МТЗ
I>2Iр
I=2Iр
Iмин ВГ
ВГ 3~
ОВВГ
КГ
R1'
ПР1'
ПР2'
Шн
К
Д1
Д2
R2'
1ПР
2ПР
ПУ
Шинки 230 В блочного щита постоянного тока
Iс
IIс
Шинки оперативного тока ±220В
ТНВ
ВН5
АРВ-ВГ
К щетке на валу генератора
СУ1 ВГ
СУ2 ВГ
ПТВ
В53
В54
Тр В
ТТ2
I<IВВх.х
I=0,2IВВн
ТНВ1
ВН6
45-46Гц
0,2Uном
0,7Uном
(1,15-1,2)Uном
(1,1-1,15)Uном
РСЧ
РН51
РН52
РН53
РН54
К защите РЗР
Тр СН
АРВ-СД ПЧМ
АРВ-ВГ ПЧМ
В13
В6
В10
В11
В12
ТТВ
В7
В8
В9
ПТ1
СУ1
ПТ2
СУ2
ПТ3
СУ3
В57
В56
В55
Шины 220/380В сборки РТ30-69
А
В
С
О
К щетке на валу генератора
ВУ
КЗР-3
АВ
1АВ
В5
Для целей наладки
ОВГ
РЗР
ПП
2АВ
ТПТ
К Тр СН ~220В
К щетке на валу генератора
В1
Р3
РТ2
R1
R
ПИ2
ПР4
ПР3
Д БОС
В4
В2
ВЗ-1
ВЗ-2
К сети резервного возбуждения

Рис. 1. Принципиальная схема тиристорной системы независимого возбуждения турбогенератора ТВВ-800-2:

ТГ – турбогенератор; ОВГ – обмотка ротора турбогенератора; В1 – выключатель, шунтирующий ротор; R, R1 – сопротивления самосинхронизации и добавочное; РЗ – разрядник; РТ2 – токовое реле в цепи разрядника; Шн – шунт; ТПТ – трансформатор постоянного тока; РЗР – реле защиты ротора; ВУИ – вспомогательное устройство к ТПТ; ПП – переключатель питания ТПТ; 2АВ – выключатель на сборке РТЗО для питания ТПТ от СН ГРЭС; ВЧ – выключатель гашения поля резервного возбудителя; В2, В3-1, В3-2 – однополюсные выключатели в цепи выхода РВ и ТВ; V4 – вольтметр контроля изоляции цепей возбуждения ТГ; ПИ2 – переключатель контроля изоляции цепей возбуждения ТГ; V2 – вольтметр напряжения ротора ТГ; КЗР-3, ВУ – устройство защиты цепей возбуждения от замыкания на землю в одной точке; ТН, ТТ – измерительные трансформаторы напряжения и тока для питания цепей АРВ-СД; ВН3, ВН5, ВН6 – выключатели трансформаторов напряжения ТГ и ВГ; ВГ – вспомогательный генератор; ОВВГ – обмотка ротора вспомогательного генератора; КГ – контактор гашения поля ВГ; К – контактор начального возбуждения: $R2'$, Д-1, Д- 2 – резистор и диоды цепи начального возбуждения; $V'$ – вольтметр напряжения ротора ТГ; V5 – вольтметр контроля изоляции цепей возбуждения ВГ; ТНВ – трансформатор напряжения

ВГ для цепей АРВ-ВГ; ТНВ1 – трансформатор напряжения ВГ для цепей защиты и автоматики; ТрВ – выпрямительный трансформатор возбуждения ВГ; ТрСН – трансформатор собственных нужд системы возбуждения; В6, В7, В8, В9, В10, В11, В12 – выключатели питания собственных нужд ТВ; В13 – выключатель питания ТПТ от ТрСН; В5 – выключатель с дистанционным расцепителем для подачи 380 В ГРЭС при наладке на узлы ТВ; ПТ1, ПТ2, ПТ3 – тиристорные преобразователи возбуждения ТГ; СУ1, СУ2, СУ3 – системы управления тиристорными преобразователями ПТ1, ПТ2, ПТ3; ПТВ – тиристорный преобразователь возбуждения ВГ; СУ1-ВГ, СУ2-ВГ – системы управления тиристорами мостов ПТВ; В53, В54, В55, В56, В57 – выключатели питания ± 220 В систем управления тиристорных преобразователей; АРВ-СД – автоматический регулятор возбуждения ТГ; АРВ-ВГ – автоматический регулятор возбуждения ВГ; ПЧМ АРВ-СД, ПЧВ АРВ-ВГ – магнитный преобразователь частоты регуляторов; Д БОС – делитель обратной связи

1.12. При выходе из строя двух ветвей в плече (перегорании двух предохранителей в плече) осуществляется запрет форсировки. Для генераторов с двумя преобразователями (генераторы 160-500 МВт) при этом также происходит ограничение тока ротора до значения, соответствующего $\cos\varphi=1$. Для генераторов с тремя преобразователями (ТВВ-800-2, ТЗВ-800-2) такое ограничение происходит при перегорании предохранителей в двух параллельных ветвях в каждом из трех преобразователей.

Следует отметить, что для турбогенераторов ТВВ-800-2 ранее использовались три преобразователя ТВ8-2000/1650Н; в настоящее время - два преобразователя ТВ8-2500/1650Н.

При перегреве тиристоров одного из преобразователей последний выводится из работы съемом импульсов управления с его тиристоров, а работа на оставшемся преобразователе происходит с запретом форсировки и ограничением режима до соответствующего $\cos\varphi = 1$ (при трех преобразователях в этом случае осуществляется только запрет форсировки). При перегреве тиристоров на двух преобразователях происходит гашение поля.

1.13. Охлаждение преобразователей турбогенератора осуществляется дистиллятом от общей системы охлаждения генератора (преобразователи ВГ имеют естественное охлаждение).

Допустимая температура дистиллята на входе в преобразователи при использовании в схеме охлаждения теплообменника составляет 20-40°С, а при отсутствии теплообменника — 20-47°С.

Расход дистиллята на один преобразователь ТВ8-2500/1650Н составляет 4,0 $м^3/ч$, а на преобразователь ТВ8-2500/1050Н — 2,5 $м^3/ч$; перепад давления для преобразователей ТВ8-2500/1050Н и ТВ8-2500/1650Н при номинальном расходе — $20\cdot10^4$Па,

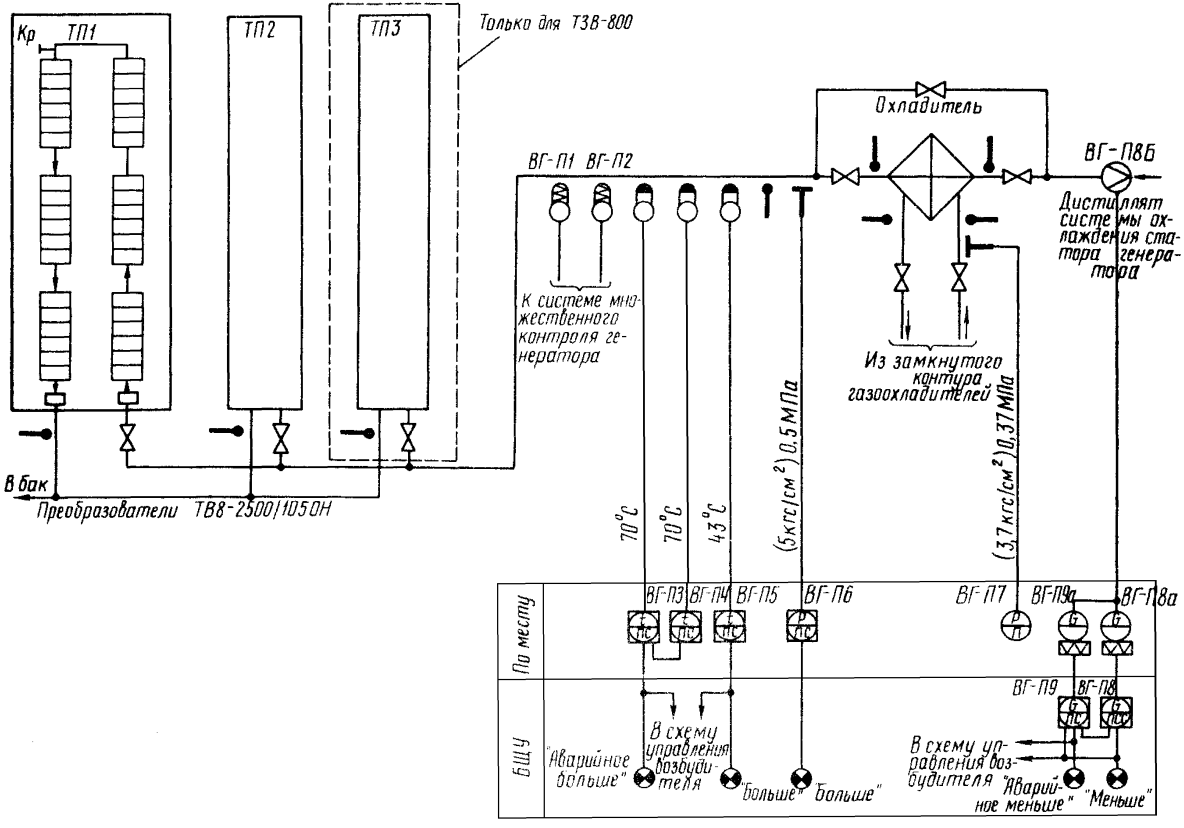
Кр
ТП1
ТП2
ТП3
Только для ТЗВ-800
Охладитель
ВГ-П8Б
Дистиллят системы охлаждения статора генератора
ВГ-П1 ВГ-П2
К системе многоканального контроля генератора
Из замкнутого контура газоохладителей
В бак
Преобразователи ТВ8-2500/1050Н
70°С
70°С
43°С
(5кгс/см²) 0,5МПа
(3,7кгс/см²) 0,37МПа
По месту
ВГ-П3 ВГ-П4 ВГ-П5 ВГ-П6 ВГ-П7 ВГ-П9а ВГ-П8а
ВГ-П9 ВГ-П8
БЩУ
"Аварийное больше"
В схему управления возбудителя
"Больше"
"Больше"
В схему управления возбудителя
"Аварийное меньше"
"Меньше"

Рис. 2. Схема системы охлаждения тиристорных преобразователей:


– запорная задвижка или вентиль;


– электрическая передача;


– сигнальная лампа, табло;


– ртутный термометр;


– термобаллон;


– термометр сопротивления ТСМ-5071;


– отборное устройство;


– диафрагма ДКБ-50-П-б-г ;


– показывающий прибор давления ОБМ1-160;


– показывающий и сигнализирующий прибор давления ЭКМ-1У;


– показывающий и сигнализирующий прибор температуры ТПП-СК;


– бесшкальный датчик расхода ДМ 23575;


– показывающий и сигнализирующий прибор расхода КПД1-504;


– показывающий самопишущий и сигнализирующий прибор расхода КСД1-004

для преобразователя ТВ8-2000/1650Н — $14{,}7 \cdot 10^4$Па ($1{,}5$ кгс/см$^2$). Минимальное удельное сопротивление составляет 50 кОм·см, а эксплуатационное — не менее 75 кОм·см.

При снижении расхода охлаждающего дистиллята до 75% номинального осуществляется запрет форсировки возбуждения турбогенератора. При снижении расхода до 50% с выдержкой времени 5 мин происходит гашение поля.

При повышении температуры охлаждающего дистиллята до 43°С осуществляется запрет форсировки (при отсутствии теплообменника запрет форсировки осуществляется при 50°С), а при повышении температуры дистиллята до 70°С производится гашение поля турбогенератора.

1.14. На рис. 2 представлена схема системы охлаждения тиристорных преобразователей.

## 2. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОЙ АППАРАТУРЫ (ПРИВОДИТСЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА ТВВ-800-2 ПЕРВЫХ ВЫПУСКОВ)

2.1. Машинный зал — вспомогательный генератор на одном валу с турбогенератором.

2.2. Помещение электротехнических устройств блока (тиристорного возбуждения).

2.2.1. ПТ1, ПТ2, ПТ3 — тиристорные преобразователи ТВ-8-2000/1050Н-2 для турбогенератора; СУ1, СУ2, СУ3 — системы управления комплектно с ПТ1, ПТ2, ПТ3.

2.2.2. ПТВ — тиристорный преобразователь ТЕ-8-320/460Н-1; СУ1-ВГ, СУ2-ВГ — системы управления мостов ПТВ комплектно с ПТВ.

2.2.3. R и R1 — сопротивления, шунтирующие ротор в некоторых режимах.

2.2.4. ТрВ — выпрямительный трансформатор.

2.2.5. ТрСН — трансформатор собственных нужд.

2.2.6. Панели АРВ-СД — автоматического регулятора возбуждения турбогенератора.

На лицевой стороне — сельсин со шкалой и ручкой уставки АРВ-СД; вольтметр с переключателем для контроля за работой АРВ-СД.

2.2.7. Панель АРВ-ВГ — автоматического регулятора возбуждения ВГ.

На лицевой стороне — сельсин со шкалой и ручкой уставки АРВ-ВГ; вольтметр с переключателем; В1 — ключ выбора режима регулирования ВГ.

2.2.8. Шит возбуждения генератора состоит из следующих панелей.

Силовая панель ПСВ-41

В4 - выключатель гашения поля в цепи РВ;

Р1-1 - двухполюсный рубильник (два полюса параллельно) в цепи В4;

Пр1 - предохранитель вольтметров.

Силовая панель ПСВ-42

В2 - выключатель в цепи РВ;

Р1-2 - двухполюсный разъединитель (два полюса параллельно) в цепи В2;

Пр2 - предохранитель вольтметров V1, V3 выхода РВ;

V1 - вольтметр напряжения РВ.

Силовая панель ПСВ-43

В3-1 - выключатель в цепи выхода ТВ;

ПР-3 - предохранитель вольтметров V2, V4 выхода ТВ.

Силовая панель ПСВ-44

В3-2 - выключатель в цепи выхода ТВ;

V2 - вольтметр напряжения ТВ;

ПР-3 - предохранитель вольтметров V2, V4.

Силовая панель ПСВ-45

ВУ - вспомогательное устройство для КЗР-3;

КЗР-3 - защита от замыканий в цепи возбуждения;

ВУИ - вспомогательное устройство для трансформатора постоянного тока;

ТрП - трансформатор постоянного тока;

Шн - шунт в цепи ротора.

Силовая панель ПСВ-46

В1 - выключатель, шунтирующий ротор;

РТ2 - реле тока в цепи разрядника;

РЗ - разрядник магнитный (РА 21-2233).

Панель управления, защиты и сигнализации ПСВ-47А

А3, А4, А5 - амперметры преобразователей ПТ1, ПТ2, ПТ3;

V - вольтметр напряжения статора ВГ;

Пр9, Пр10 - предохранители вольтметра;

ДБОС - делитель блока обратной связи;

ЛС1-1 - лампа "Указатель не поднят";

РУ1 - указатель аварийного снижения $I_{ст}$ ВГ;

РУ2 - указатель потери возбуждения ВГ;

РУ3 - указатель срабатывания разрядника ротора.

Релейная аппаратура цепей управления и защиты.

2.2.9. Шкаф системы возбуждения ВГ ШСВ37А

А1, А2 - амперметры мостов ПТВ;

V' - вольтметр ротора ВГ;

К - контактор начального пуска;

КГ - контактор гашения поля ВГ;

Кн1 - кнопки возбуждения из помещения электротехнических устройств;

КнВ, КнО - кнопки включения и отключения КГ по месту его установки;

Релейная аппаратура управления КГ и начальным пуском.

2.2.10. Панель выключателей и реле возбуждения генератора.

В50 - выключатель питания оперативных цепей управления, общих для ТВ и РВ;

В51 - выключатель питания оперативных цепей управления ТВ;

В52 - выключатель питания цепей управления устройствами РВ;

В5 - выключатель цепей 380 В от СН ГРЭС для наладочных работ;

В6 - выключатель питания АРВ-СД;

В7 - выключатель питания СУ1;
В8 - выключатель питания СУ2;
В9 - выключатель питания СУ3;
В10 - выключатель питания АРВ-ВГ;
В11 - выключатель питания СУ1-ВГ;
В12 - выключатель питания СУ2-ВГ;
В13 - выключатель питания ВУИ;
В70 - выключатель питания оперативных цепей технологических защит тиристорных преобразователей;
ЛС70 - лампа сигнализации "Указатель не поднят";
В55, В56, В57 - выключатели питания постоянным током СУ1, СУ2, СУ3 (блоков БПИ);
В53, В54 - выключатели питания постоянным током СУ1-ВГ, СУ2-ВГ (блоков БПИ);
ПП - переключатель питания ВУИ;
РУ-70 - указатель снижения расхода дистиллята до 50%;
РУ71 - указатель повышения температуры дистиллята до 70°С;
Н70, Н71 - накладки в цепях защит от повышения температуры и уменьшения расхода дистиллята.

2.2.11. Панель реле возбуждения генератора.

РУ52 - указатель срабатывания второй ступени защиты от повышения напряжения ВГ;
РУ53 - указатель гашения при снижении частоты на отключенном от сети блоке;
РУ54, Н50 - указатель и накладка сигнализации гашения поля при отключении ВЗ-1, ВЗ-2 и В2;
РУ55 - указатель гашения поля при перегреве двух тиристорных преобразователей;
РУ56 - указатель отключения КГ при неуспешном инвертировании ПТВ;
РУ57 - указатель контроля неуспешного начального возбуждения;
РУ60 - указатель работы первой разгрузочной ступени РЗР-1;
РУ61, Н51 - указатель и накладка отключения выключателя ВЧ при отключении выключателя В2;

РУ62, Н52 - указатель и накладка отключения выключателя ВЧ при аварийном отключении электродвигателя РВ;

РУ63 - указатель "Ток ротора больше $2\,I_{рот.ном}$";

РУ64 - указатель высокого напряжения на статоре ВГ (1-я ступень защиты);

ЛС51 - лампа сигнализации "Указатель не поднят";

Ар - самопишущий амперметр ротора турбогенератора;

V5 - вольтметр контроля напряжения и изоляции цепей возбуждения ВГ;

ПИ - переключатель контроля изоляции цепей возбуждения ВГ.

2 2.12. Шкаф цепей напряжения генератора.

ВН1 - выключатель цепей напряжения защит;

ВН3 - выключатель в измерительной цепи АРВ-СД;

Р1 - рубильник в цепи ВН1.

Шкаф цепей напряжения ВГ (аппараты могут располагаться и на панели реле возбуждения)

ВН5 - выключатель в измерительной цепи АРВ-ВГ;

ВН6 - выключатель цепей защит и измерения ВГ;

Р6 - рубильник в цепи ВН6.

2.3. Помещение релейного зала.

Панель реле блока

РЗР - реле защиты ротора РЗР-1;

РУ50, РУ51 - указатели сигнализации максимальной токовой и дифференциальной защит ВГ (могут устанавливаться и на панели реле возбуждения);

РУ - указатель работы второй отключающей ступени РЗР.

Сборка РТ30-69 (может устанавливаться и в другом месте)

1АВ - выключатель сборки РТ30-69 для наладочных работ;

2АВ - выключатель сборки РТ30-69 для питания ВУИ;

1Р - рубильник в цепи вызывного сигнала "Неисправность на сборке РТ30-69".

2.4. Блочный щит управления.

Пульт генератора

КУ1 - ключ начального возбуждения и гашения поля при нормальном останове турбогенератора;

$Л_З1$, $Л_К1$ - лампа сигнализации положения реле управления возбуждением генератора РГПГ;

КУ2 - ключ управления выключателями ввода РВ В2 и В4 (в эксплуатации встречаются также схемы, в которых выключатели В2 и В4 управляются разными ключами);

$Л_З2$, $Л_К2$; $Л_З4$, $Л_К4$ - лампа положения выключателей В2 и В4;

КУ3 - ключ управления выключателями ввода ТВ В3-1 и В3-2;

$Л_З3$, $Л_К3$ - лампы положения выключателей В3-1, В3-2;

КПР - ключ выбора режима работы ТВ (с АРВ, без регулирования, с ПДУ);

КР1 - ключ управления уставкой АРВ-СД и ПДУ-ТГ;

КР-2 - ключ управления шунтовым реостатом РВ;

КВ-Г - деблокировка отключения АРВ-СД защитой ротора от перегрузки (1-я ступень РЗР-1) и от повышения тока ротора выше 2 $I_{рот.ном}$;

КВ-В - деблокировка отключения АРВ-ВГ первой ступенью защиты от повышения $U_{стВГ}$;

$Л_З6$, $Л_К6$ - лампы положения выключателя В1 в цепях шунтировки ротора сопротивлением;

$Л_З5$, $Л_К5$ - лампы положения контактора КГ и реле РГПВ;

А - амперметр ротора турбогенератора.

Панель генератора в оперативном контуре (либо пульт генератора)

ПИ1, ПИ2 - переключатели контроля изоляции цепей возбуждения РВ и ТВ;

$V_3$, $V_4$ - вольтметры контроля изоляции цепей возбуждения РВ и ТВ.

Панель устройств синхронизации

ПУН - блок подгонки уставки напряжения.

Панель управления

Показывающие и сигнализирующие приборы расхода дистиллята.

Табло в соответствии с разд. 10.

2.5. Шит постоянного тока.

Панель П366

ПУ – переключатель в цепи ввода начального возбуждения;

1Пр, 2Пр – предохранители в цепи ввода начального возбуждения;

Лс, $R^1$ – лампа и последовательно включенный с ней резистор.

## 3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Эксплуатация ТВ должна производиться в соответствии с действующими Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

При этом следует иметь в виду, что в ряде случаев тиристорный возбудитель может быть отнесен к электроустановкам выше 1000 В.

Корпусы шкафов преобразователей должны быть заземлены. Запрещается работа преобразователей с открытыми дверями.

3.2. При работе генератора с ТВ потенциально связаны с ротором следующие силовые цепи:

- выводы и шины ВГ;
- оборудование шкафов тиристорных преобразователей ПТ–ТГ;
- панели щита возбуждения;
- выпрямительный трансформатор ТрВ;
- панель № 1 АРВ–СД ( цепи блока обратной связи);
- кольца ротора ТГ;
- сопротивления цепи шунтирования ротора ТГ;
- пульт или панель БЩУ ( цепи переключателей контроля изоляции).

3.3. Эксплуатационные работы на токоведущих частях ТВ, находящихся под напряжением (замена щеток на кольцах ротора ТГ, измерение распределений токов и напряжений в шкафах ПТ–ТГ и т.д.), должны производиться двумя лицами с обязательным применением резиновых перчаток и изолирующих ковриков.

3.4. Замена тиристоров, силовых предохранителей в шкафах преобразователей и другие ремонтные работы на токоведущих частях должны производиться только при отключенном ТВ с обязательной проверкой отключенного состояния аппаратов (в схеме начального возбуждения; КГ; ВЗ-1, ВЗ-2, выключателей В51 и В70; выключателей систем управления тиристорами и питания АРВ в соответствии с разд. 7). Должны быть отключены цепи дистанционного включения выключателей ВЗ-1, ВЗ-2 и контактора КГ; на шинопроводах статора ВГ и стороне постоянного напряжения одного из преобразователей ТП-ТГ должны быть установлены закоротки.

## 4. ПОДГОТОВКА К ВКЛЮЧЕНИЮ В РАБОТУ

4.1. Подготовка к включению в работу ТВ заключается в:

а) обеспечении циркуляции через преобразователи ПТ-ТГ дистиллята с требуемой температурой, давлением и сопротивлением изоляции;

б) установке коммутационной аппаратуры силовой схемы и вторичных цепей в необходимое положение.

4.2. При заполнении дистиллятом системы охлаждения преобразователей ПТ-ТГ следует руководствоваться местной инструкцией по эксплуатации генератора и схемой системы охлаждения ТП-ТГ (см. рис. 2).

4.3. После заполнения системы охлаждения мегаомметром на 500-1000 В проверить сопротивление изоляции силовых цепей тиристорных преобразователей относительно "земли". Сопротивление изоляции системы возбуждения при отключенных выключателях ВЗ-1, ВЗ-2 должны быть не ниже 300 кОм. При более низком сопротивлении изоляции и достаточно высоком удельном сопротивлении дистиллята в контуре охлаждения генератора следует промыть систему охлаждения преобразователей дистиллятом. Если промывка не дает удовлетворительного результата, необходимо поставить об этом в известность заместителя началь-

ника электроцеха по эксплуатации. В соответствии с местной инструкцией по эксплуатации генератора при отключенных выключателях ВЗ-1, ВЗ-2 проверить сопротивление изоляции роторных цепей, которое должно быть не ниже 0,5 МОм.

4.4. Включение ТВ производить при температуре охлаждающего преобразователи дистиллята от 5 до 40 °С.

Рекомендуемый нормальный рабочий диапазон температуры от 15 до 30°С.

Температуру контролировать по термометрам сопротивления в системе множественного контроля генератора, по месту — по показывающим приборам ТПП-СК и ртутным термометрам.

4.5. Произвести тщательный осмотр системы охлаждения. При этом проверить:

а) избыточное давление на напоре, которое должно быть не менее $19{,}6 \cdot 10^4$Па (2,0 кгс/см$^2$);

При низком давлении необходимо проверить отсутствие воздуха в системе, давление в системе охлаждения генератора;

б) отсутствие течей в системе охлаждения и ее отдельных элементах; особое внимание следует обращать на отсутствие течей в выпрямительных шкафах (в изоляционных втулках радиаторов, в местах подсоединения фторопластовых рукавов, резиновых шлангов);

в) правильное положение всех вентилей, кранов на тракте охлаждения;

г) наличие давления охлаждающей технической воды из контура НГО на охладителе $(19{,}6 \div 39{,}2) \cdot 10^4$Па $(2\text{-}4{,}0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2})$; температуру этой воды (не более 33°С); в зависимости от температуры дистиллята охладитель может отключаться или включаться в тракт охлаждения.

4.6. Подготовить цепи тиристорного возбуждения:

а) поставить переключатель ПУ ввода начального возбуждения на панели блочного щита постоянного тока в положение 1 (питание от первой системы шин), проверить целость предохранителей 1Пр, 2Пр в этой цепи;

б) включить в шкафах цепей напряжения ТГ и ВГ (либо на панели реле возбуждения):

- рубильник Р1 в цепи измерения и защиты ТГ и рубильник Р6 в цепи защит ВГ по напряжению и частоте;

- выключатели ВН1 (защита ТГ), ВН3 (АРВ-СД, цепи "3 х 100"); ВН5 (АРВ-ВГ), ВН6 (защиты ВГ);

в) включить на панели выключателей и реле возбуждения следующие выключатели:

- В6 - питание 380 В АРВ-СД, В7 - питание 380 В СУ1 преобразователя ПТ1, В8 - питание СУ2 преобразователя ПТ2, В9 - питание СУ3 преобразователя ПТ3 (для ТВВ-800-2 и ТЗВ-800-2), В10 - питание 380 В АРВ-ВГ; В11 - питание СУ1-ВГ, В12 - питание СУ2-ВГ; В13 - питание ВУИ ТрП; В55, В56, В57 - питание СУ1, СУ2, СУ3 (блоков БПИ) постоянным током; В53, В54 - питание СУ1-ВГ, СУ2-ВГ (блоков БПИ) постоянным током; В51 - питание оперативным током цепей управления ТВ; В52 - питание оперативным током устройств РВ (В4, В2); В50 - питание оперативным током цепей управления, общих для ТВ и РВ (В1, шунтирующий ротор резисторами, повторители блок-контактов выходных выключателей и т.д.); В70 - питание оперативным током цепей технологических защит преобразователей;

- проверить отключенное положение выключателя В5 — питание цепей от СН ГРЭС при наладке (согласно рекомендациям ЛПЭО "Электросила" персоналу ЭТЛ в первый период эксплуатации целесообразно перед включением ТВ в работу подать напряжение от СН ГРЭС на системы управления тиристорами, проверить наличие импульсов на тиристорах, исправность систем управления и после этого отключить выключатель В5);

г) установить на панели АРВ-ВГ ключ выбора вида регулирования В1 в положение "А", что соответствует включенному положению АРВ-ВГ.

По указанию персонала лаборатории ключ В1 может быть установлен в положение "Р" (АРВ-ВГ отключен, работа с ПДУ);

д) на панели № 1 АРВ-СД проверить положение потенциал-регулятора — он должен быть установлен в секторе от 0 градусов до положения, соответствующего $U_{ст.ном}$ при холостом ходе генератора;

е) установить на пульте БЩУ ключ КПР (выбор режима регулирования ТВ) в положение "А", соответствующее включению АРВ-СД (либо проверить, что он находится в положении "А");

ж) в последнюю очередь, перед пуском, ключом КУ3 с пульта БЩУ включить силовые выключатели ВЗ-1 и ВЗ-2 в цепях выхода ТВ;

з) по лампам сигнализации проверить правильное положение аппаратов: В4 - отключен, В2 - отключен, КГ - отключен, В1 - включен (шунтирование ротора резистором), ВЗ-1, ВЗ-2 (после операции по п.ж) включены; РГПГ - в положении "гашение".

4.7. При подготовке к пуску ТВ переводом с РВ (см. разд. 8) выполнить подготовку в соответствии с пп. 4.2-4.5. При подготовке цепей выполнить операции по п. 4.6, но оставить отключенными выключатели ВЗ-1, ВЗ-2.

При этом перед включением ТВ методом перевода выключатели В4 и В2 (выключатели РВ) - включены; КГ - отключен; РГПГ - в положении "гашение".

4.8. При отсутствии сигнализации о неисправностях в цепях ТВ и системе охлаждения подготовка к пуску считается законченной.

## 5. ВКЛЮЧЕНИЕ В РАБОТУ

5.1. Возбуждение ВГ и ТГ производится при номинальной частоте вращения ТГ и отсутствии сигналов неисправности.

Для начального возбуждения турбогенератора от ТВ сразу после включения выключателей ВЗ-1, ВЗ-2 и проверки по лампам сигнализации правильности положения аппаратов ТВ (п.4.6.з) с помощью ключа КУ1 подать импульс на возбуждение,

По приборам контроля напряжения статора и тока ротора ТГ наблюдается процесс самовозбуждения, который длится около 6 с. Напряжение статора генератора по прибору на пульте управления должно установиться около $(0,8 \div 1,1)\ U_{ст.ном.}$

5.2. После нормального возбуждения генератора от ТВ воздействием на ключ КР1 дистанционного управления уставкой АРВ на пульте БЩУ напряжение генератора подогнать к напряжению сети.

Генератор синхронизируется и включается в сеть. Воздействием на ключ КР1 произвести набор реактивной нагрузки.

Если синхронизация производится автоматическим синхронизатором при работе ТВ с АРВ-СД, то напряжение статора после начального возбуждения с помощью КР1 установить на 5-10% ниже напряжения сети. После этого включить ключ автоматического синхронизатора; напряжение генератора подгоняется к напряжению сети блоком подгонки уставки напряжения ПУН.

5.3. После нормального пуска системы возбуждения отключить переключатель ПУ ввода начального возбуждения на панели блочного щита постоянного тока.

5.4. Если после подачи импульса ключом КУ1 возбуждения генератора от ТВ не происходит и схема пуска автоматически разбирается с установленной выдержкой времени (отключается КГ), то необходимо проверить правильность собранных цепей возбуждения в соответствии с п. 4.6, наличие напряжения 220 В постоянного тока в схеме начального пуска и т.д.

Если причину отказа возбуждения при проверке найти не удалось, то о неисправности в схеме следует сообщить дежурному инженеру и персоналу электролаборатории.

5.6. При включении в работу ТВ путем перевода возбуждения генератора с резервного возбудителя следует подготовить схему согласно п. 4.7, затем осуществить начальное возбуждение воздействием на ключ КУ1 при отключенных выключателях ВЗ-1, ВЗ-2, после чего выполнить перевод возбуждения на ТВ в соответствии с разд. 8.

## 6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ В НОРМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ

6.1. Регулирование реактивной нагрузки генератора производить воздействием на ключ КР1, от которого осуществляется управление уставкой АРВ-СД либо уставкой ПДУ систем управления СУ-ТГ (при включенном АРВ-СД — воздействие на его уставку, при отключенном АРВ-СД — воздействие на уставку ПДУ).

6.2. Дежурный электромонтер должен один раз в смену производить осмотр оборудования работающего тиристорного возбудителя и при этом проверять:

а) сопротивление изоляции цепей возбуждения турбогенератора (ключом ПИ2 и вольтметром V4 на БЩУ) и ВГ (ключом ПИ и вольтметром V5 на панели реле возбуждения);

б) температуру дистиллята на входе в ПТ-1, ПТ-2, ПТ-3 по электроконтактным и ртутным термометрам и по прибору системы множественного контроля генератора (должна находиться в диапазоне 20-40°С или 20-47°С - см. п. 1.13, рекомендуемый диапазон температуры 15-30°С); некоторое регулирование температуры выполняется включением последовательно в контур дистиллята охладителя и изменением расхода через него технической воды из контура НГО;

в) температуру дистиллята на выходе из ПТ1, ПТ2, ПТ-3 по ртутным термометрам; перепад температур дистиллята на входе и выходе из преобразователей должен быть не более 3°С (температура на выходе не должна превышать 43 или 50°С - см. п. 1.13);

г) давление дистиллята на входе в ПТ1, ПТ2 (ПТ3) по электроконтактному манометру $(19{,}6 \pm 39{,}2) \cdot 10^4$ Па (2-4 кгс/см$^2$);

д) расход конденсата по расходомеру на панели БЩУ (номинальный для преобразователя ТВ8-2500/1650 — 4 м$^3$/ч , для ТВ8-2500/1050Н — 2,5 м$^3$/ч);

е) отсутствие погасших неоновых ламп в шкафах ПТ-1, ПТ-2 (ПТ-3), что свидетельствует о целостности

тиристоров; отсутствие горящих ламп сигнализации неисправности и сработавших указателей в этих шкафах (блок БС); отсутствие сработавших предохранителей — по указателям срабатывания предохранителей;

ж) отсутствие сработавших указателей и горящих ламп "Указатель не поднят" на панели выключателей и реле возбуждения, панели реле возбуждения, панели ПСВ-47А, панели защит блока;

з) отсутствие течей и капельных подтеков в шкафах ПТ-1, ПТ-2 (ПТ-3); состояние аппаратуры в этих шкафах и в ПТВ (отсутствие явных повреждений, сильных нагревов, дыма и т.д.);

и) соответствие состояния коммутационной аппаратуры указанному в п.4.6;

к) показания приборов на шкафах ПТВ и ПТ-ТГ, ПСВ-47А [токи ПТ1, ПТ2 (ПТ-3), $U_{стВГ}$], ШСВ-37А (токи мостов ПТВ, $U_{ротВГ}$);

показания при нагрузке генератора, близкой к номинальной, должны составлять:

- напряжение статора ВГ по вольтметру на панели ШСВ-37А не должно значительно отличаться от номинального значения;

- токи ПТ-1 — ПТ-3 при номинальном токе ротора не должны отличаться более чем на ±20% от среднего тока через преобразователь;

- токи по амперметрам двух мостов ПТВ должны быть приблизительно равны либо распределение токов между мостами должно соответствовать постоянно имеющему место в данной схеме.

При токах ротора ТГ, меньших номинального, токи ПТ1, ПТ2 (ПТ3) могут иметь больший разброс, чем при номинальном токе ротора.

6.3. Один раз в неделю дежурные электромонтеры должны открытием воздушников в шкафах проверить отсутствие воздуха в системе охлаждения ПТ1, ПТ2 (ПТ3); при необходимости слить воду в дренаж до прекращения появления воздуха в сливных трубах. Операции производить вдвоем,

пользуясь диэлектрическими перчатками и стоя на резиновых ковриках.

6.4. Один раз в месяц старший мастер или инженер, обслуживающие систему возбуждения, должны осмотреть аппаратуру ТВ, находящегося в работе.

6.5. Один раз в месяц в течение первого года работы, а затем один раз в квартал персонал ЭТЛ должен, пользуясь токоизмерительными клещами (либо по падению напряжения на предохранителях), проверить относительное распределение тока между параллельными ветвями плеч выпрямителя, а с помощью электронного осциллографа проверить распределение напряжений между последовательно включенными тиристорами — для ТВ8-2500/1650Н или ТВ8-2000/1150Н, либо форму напряжения на тиристорах для ТВ8-2500/1050Н и на тиристорах преобразователя ВГ ТЕ8-320/460Н.

Отклонение токов в параллельных ветвях от среднеарифметического значения тока ветви плеча при полном числе ветвей и при отсутствии одной ветви плеча не должно превышать $\pm 15\%$.

Отклонения мгновенного значения обратного напряжения (в момент закрытия тиристора) на последовательно включенных тиристорах от среднего значения на тиристоре ветви не должно превышать $\pm 20\%$.

Неравномерность распределения тока в ветвях одноименных плеч параллельно включенных преобразователей при среднем значении постоянного тока преобразователя, равном номинальному, не должна превышать $\pm 20\%$ среднего расчетного значения тока ветви всех одноименных плеч при полном числе ветвей и при одной вышедшей из строя ветви в каждом из преобразователей.

6.6. Обслуживание ВГ производится в соответствии с местной инструкцией по эксплуатации турбогенератора.

## 7. ВЫВОД ИЗ РАБОТЫ

7.1. При нормальном останове генератор разгрузить по реактивной мощности воздействием на ключ КР1 уставки АРВ-СД.

Гашение ТВ переводом его в режим инвертирования произвести вручную ключом КУ1. При этом ток ротора, напряжение возбуждения, напряжение статора уменьшаются до 0, включается выключатель В1, шунтирующий ротор на сопротивление.

7.2. При неисправностях в ТВ вывод его из работы производить переводом возбуждения генератора на РВ; перевод заканчивать отключением выключателей ВЗ-1, ВЗ-2 (см. разд. 8).

7.3. После вывода из работы ТВ следует произвести следующие операции:

а) при выводе ТВ в случае отключения блока (нормальном или аварийном) после гашения поля отключить ключом КУ-3 выключатели ВЗ-1, ВЗ-2;

при выводе ТВ из работы переводом возбуждения после отключения выключателей ВЗ-1, ВЗ-2 погасить возбудитель воздействием на ключ КУ1;

б) отключить выключатели В6, В7, В8, В9, В10, В11, В12, В13, В55, В56, В57, В53, В54 на панели выключателей и реле возбуждения.

7.4. При работе генератора в сети с резервным возбудителем и выводе из работы ТВ для устранения неисправности, ревизии или проверки оборудования во вторичных цепях (при работе в силовых цепях см. п. 3.4) необходимо помимо указанного в п. 7.3 отключить:

а) выключатель трансформатора напряжения АРВ-СД — ВН3 (если производится ревизия АРВ);

б) выключатели трансформаторов напряжения ВГ ВН5 (ревизия АРВ-ВГ) и ВН6 (ревизия в цепях защиты);

в) выключатель, подающий питание на цепи управления ТВ В51 (при работе в оперативных цепях ТВ) и выключатель В70 оперативных цепей технологических защит (при работе в этих цепях).

7.5. Отключение системы охлаждения либо ее отдельных элементов (преобразователя, охладителя и т.д.) при выводе ТВ из работы производится только при необходимости устранения неисправностей в системе охлаждения. При останове энергоблока отключение системы охлаждения ТВ определяется отключением охлаждения турбогенератора. Во всех остальных случаях при выводе ТВ из работы либо останове энергоблока система охлаждения преобразователей остается в работе.

7.6. Непосредственно после отключения ТВ и разборки схемы дежурный электромонтер измеряет сопротивление изоляции цепей преобразователя, которое должно быть не менее 300 кОм.

## 8. ПЕРЕВОД ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА С ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ НА РЕЗЕРВНЫЙ И ОБРАТНО

8.1. Генератор должен работать постоянно с тиристорным возбудителем. Перевод на резервный возбудитель допускается при неисправностях в тиристорном возбудителе.

8.2. При переводе возбуждения генератора с тиристорного возбудителя на резервный электромашинный возбудитель порядок операций следующий:

а) снизить реактивную мощность при повышенном напряжении на статоре генератора и значительной реактивной мощности генератора воздействием на уставку АРВ тиристорного возбудителя до значения, допустимого по условиям работы энергосистемы и генератора;

б) пустить и возбудить электромашинный возбудитель до напряжения, превышающего напряжение работающего тиристорного возбудителя на 15-20%.

Для обеспечения быстрого перевода следует в процессе нормальной эксплуатации, если не производится ревизия РВ или работа в его цепях, держать постоянно собранной схему ячейки 6,0 кВ РВ, постоянно включенными разъединители в цепи ввода РВ (перед выключателями В2

и В4), постоянно включенным выключатель В52 цепей управления силовыми выключателями РВ (В2 и В4) на панели реле и автоматов возбуждения. В этом случае по команде с БЩУ следует ключом на ЩЩУ включить электродвигатель РВ и кнопкой выбора выбрать РВ для работы с соответствующим блоком; на БЩУ же остается только ключом 2КР на пульте генератора установить напряжение на РВ выше напряжения ротора на 15-20%;

в) включить ключом КУ2 с пульта БЩУ выключатель гашения поля В4 и выключатель ввода В2, т.е. включить РВ на параллельную работу с ТВ; если управление осуществляется разными ключами, то сначала включить выключатель В2, затем В4;

г) отключить немедленно после включения В4 и В2 (убедиться по загоранию ламп) ключом КУ3 выключатели В3-1 и В3-2 в цепях выхода ТВ (длительность параллельной работы возбудителей должна быть минимальной — не более 1 с).

При включении РВ на параллельную работу ТВ запирается [при наличии блокировки согласно Экспресс-информации "О способах и схемах переводов возбуждения турбогенераторов с тиристорными системами возбуждения и резервными машинными возбудителями". Серия: Эксплуатация и ремонт электростанций. Вып. 4( Информэнерго, 1982) ТВ переводится в режим инвертирования] и отключение его выключателей В3-1 и В3-2 производится без нагрузки; нагружается при этом РВ.

Если в процессе перевода возбуждения при кратковременной параллельной работе ТВ и РВ происходит форсировка на ТВ, то необходимо, несмотря на это, отключить выключатели В3-1, В3-2;

д) установить воздействием на ключ 2КР шунтового реостата РВ требуемый режим работы турбогенератора;

е) погасить ТВ ключом КУ1 и разобрать схему в соответствии с разд. 7.

8.3. При переводе возбуждения с РВ на ТВ порядок операций следующий:

а) в соответствии с п. 4.7 выполнить подготовку ТВ к включению;

б) в соответствии с п. 5.6 при отключенных выключателях ВЗ-1 и ВЗ-2 осуществить начальное возбуждение ТВ воздействием на ключ КУ1; при успешном возбуждении загорается красная лампа над ключом КУ1 и появляется напряжение на выходе ТВ (холостой ход ТВ);

в) при успешном возбуждении по лампе на БШУ и окончанию изменения напряжения ТВ фиксировать момент окончания автоматической подгонки уставки АРВ до $\Delta U = 0$ перед переводом (если по схеме управления для запуска автоматической подгонки требуется повторный поворот ключа КУ1 в положение возбуждения, то выполнить эту операцию); при отсутствии в схеме управления автоматической подгонки уставки АРВ перед переводом следует после успешного возбуждения установить ключом изменения уставки АРВ КР1 напряжение на выходе ТВ на 15-20% ниже напряжения на роторе (может быть установлено и более низкое напряжение выхода ТВ вплоть до 50% напряжения на роторе; перевод на ТВ допускается только при его возбуждении с АРВ-СД); реактивная мощность перед переводом по возможности увеличивается;

г) дистанционным включением выключателей ТВ ВЗ-1 и ВЗ-2 с помощью ключа КУЗ включить ТВ на параллельную работу с РВ;

д) сразу же отключить выключатели В4 и В2 ввода РВ ключом КУ2; воздействием на уставку АРВ ключом КР1 откорректировать режим возбуждения до необходимого значения;

е) резервный электромашинный возбудитель развозбудить и остановить в соответствии с местной инструкцией по эксплуатации РВ.

8.4. При необходимости быстро отключить тиристорный возбудитель может быть применен следующий способ перевода возбуждения на РВ:

а) погасить тиристорный возбудитель и отключить выключатели его выхода ВЗ-1, ВЗ-2 при допустимости асинхронного режима турбогенератора по условиям рабо-

ты в энергосистеме и наличии устройства быстрой автоматической разгрузки блока при потере возбуждения ключом КУ1; устройством аварийной разгрузки блок разгружается до 0,4 $P_{ном}$;

б) подготовить, запустить и возбудить резервный возбудитель до напряжения, приблизительно равного напряжению на роторе перед гашением поля;

в) включить выключатели ввода РВ В4 и В2; при этом должна произойти ресинхронизация турбогенератора; скорректировать значение возбуждения турбогенератора;

г) разобрать схему ТВ в соответствии с разд.7.

Перевод по данному методу должен быть выполнен за время, не превышающее 15 мин.

## 9. ПЕРЕВОД РЕЖИМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРА С АВТОМАТИЧЕСКОГО (АРВ-СД) НА ФИКСИРОВАННОЕ ИЛИ РУЧНОЕ (ПДУ) И ОБРАТНО

9.1. Тиристорная система основного возбуждения постоянно должна работать с АРВ-СД.

Работа без АРВ допускается кратковременно только при неисправностях в АРВ-СД.

9.2. Согласно последней корректировке типовой схемы АТЭП для отключения и включения АРВ-СД предусматривается ключ КПР на три положения: "А" - работа с АРВ-СД, "Ф" - работа фиксированными смещениями в СУ при отключенном АРВ, "Р" (или "ПДУ") - работа с ручным регулированием с помощью ПДУ-ТГ в СУ-ТГ. При автоматическом отключении АРВ-СД из-за неисправности возбуждение осуществляется в указанном выше фиксированном режиме без регулирования возбуждения (соответствует 0,8-0,9 $I_{рот.ном}$).

Для ручного вывода АРВ-СД при обнаружении неисправностей повернуть ключ КПР в положение "Ф". При автоматическом отключении АРВ-СД (срабатывает табло "АРВ-СД отключен") ключ КПР также повернуть в положение "Ф".

Если режим "Ф" не удовлетворяет условиям работы турбогенератора в энергосистеме и необходимо регулиро-

вание возбуждения, то после проверки по вольтметру на стойке системы управления напряжения выхода ПДУ ключ КПР поставить в положение "Р" (или "ПДУ"), чем осуществить переход на ручное регулирование от ПДУ. Диапазон регулирования 0,7-1,1 $I_{рот.ном}$ (в случае использования в дальнейшем ПДУ-ТГ в качестве резервного регулятора с регулированием уставки диапазон может быть расширен).

Регулирование возбуждения при работе с ПДУ осуществлять ключом КР1.

Переход на ПДУ-ТГ при использовании его для ручного регулирования при токе ротора, меньшем 0,7 $I_{рот.ном}$, не допускается.

После отключения АРВ-СД ключом КПР отключить выключатель В6 цепей 380 В АРВ-СД на панели выключателей и реле возбуждения, а при необходимости - и выключатель ВН-3 цепей напряжения АРВ-СД в шкафу цепей напряжения генератора.

9.3. Перевод регулирования с ПДУ на АРВ-СД, либо с фиксированного режима на АРВ-СД осуществлять в следующей последовательности:

а) включить выключатель В6 цепей 380 В АРВ-СД и выключатель ВН-3 цепей напряжения АРВ-СД;

б) проверить по сигнализации на БЩУ окончание подгонки уставки АРВ-СД (в последних типовых схемах АТЭП воздействие на подгонку уставки АРВ-СД производится сразу после отключения АРВ-СД; фактически подгонка происходит после включения автоматов АРВ-СД); правильность установки уставки АРВ-СД может быть также проверена в помещении ТВ после включения автоматов АРВ-СД: $\Delta U$ по вольтметру на панели АРВ в результате автоматической подгонки уставки должно стать равным 0 (при отсутствии автоматической подгонки $\Delta U$ устанавливается равным 0 с помощью изменения положения сельсина на панели АРВ - кнопками либо ручным поворотом ручки сельсина);

в) перевести ключ КПР на пульте БЩУ из положения "Р" или "Ф" в положение "А"; перевод из положения "Р"

в положение "А" через положение "Ф" выполнить быстро, без задержки в положении "Ф";

г) установить ключом управления уставкой КР1 на пульте БШУ требуемое возбуждение генератора.

## 10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТИРИСТОРНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ И ДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

10.1. При эксплуатации ТВ следует иметь в виду, что тиристоры весьма чувствительны к перегрузкам и перенапряжениям, несвоевременное устранение которых может привести к необратимому пробою и повреждению тиристоров, потере возбуждения. Наиболее опасным является: перегрев р–п переходов свыше 140°С из–за нарушения охлаждения или перегрузок, появление недопустимого обратного напряжения, превышающего напряжение, определяемое классом тиристора (превышение допустимых питающих преобразователь линейных напряжений может привести также к повреждениям защитных RC – цепей и других элементов преобразователя).

10.2. В аварийных режимах перегрузки ТВ определяются кратковременно допустимыми перегрузками по току ротора генератора $t = f(\frac{I_{рот}}{I_{рот.ном}})$.

Перегрузка устраняется автоматически действием на АРВ ограничителя перегрузки (ОП) или первой ступени защиты ротора (РЗР–1) с временем, зависимым от кратности перегрузки. Время срабатывания ОП или первой ступени РЗР–1 при $2I_{рот.ном}$ на 4 с меньше допустимых заводских времен перегрузки. При действии указанных устройств ограничения (ОП и первой ступени РЗР–1) устанавливается ток ротора, близкий к номинальному.

В случае отказа действия ограничения через АРВ (например, при неисправности АРВ или ОП) реле времени на выходе первой ступени реле РЗР–1 отключает АРВ. При этом ток ротора также устанавливается близким к номинальному.

Если ограничения возбуждения до номинального тока ротора не происходит, то срабатывает вторая, отключающая ступень защиты РЗР-1, действующая на гашение поля генератора.

10.3. При авариях в энергосистеме (или на параллельно работающих генераторах), сопровождающихся снижением напряжения, АРВ обеспечивает форсировку возбуждения. При этом устройство ограничения максимального тока ротора БОР-2I мгновенно ограничивает его до $2\ I_{рот.ном.}$ Персонал не должен вмешиваться в работу АРВ. Длительность перегрузки при форсировке автоматически ограничивается в соответствии с п. 10.2 переводом возбудителя в режим работы с током ротора, близким к номинальному. При отказе такого ограничения второй ступенью РЗР-1 гасится возбуждение генератора или отключается блок.

10.4. При повышении напряжения в энергосистеме АРВ обеспечивает снижение возбуждения генератора. При этом минимальный уровень возбуждения обеспечивается блоком ограничения минимального возбуждения ОМВ, имеющим уставку, зависимую от активной мощности.

10.5. Если неустойчивый режим работы ТВ или форсировка возникают при отсутствии в энергосистеме аварийного положения, отсутствии качаний в энергосистеме, при нормальном или повышенном напряжении на шинах станции, то следует ключом КПР на БШУ отключить АРВ либо перейти на ручное регулирование от ПДУ, убедиться в том, что режим возбуждения устойчив, и устранить неисправность в АРВ.

Если после отключения АРВ либо перехода на ручное регулирование неустойчивый режим или форсировка не прекратились, то следует ключом КУ1 погасить рабочее тиристорное возбуждение. В этом случае блок отключается защитой от потери возбуждения. При допустимости асинхронного режима и наличии быстрой аварийной разгрузки турбогенератора следует погасить возбуждение генератора и выполнить перевод возбуждения на РВ в соответствии с п. 8.4.

10.6. Неисправности и ненормальные режимы работы ТВ определить по предупредительной (центральной — на БЩУ, местной) сигнализации, показаниям приборов и результатам осмотров.

Дежурный персонал должен принять меры по устранению неисправности, а после ее устранения сделать запись в оперативном журнале.

О неисправностях, потребовавших перевода на РВ либо изменения режима регулирования возбуждения (отключение АРВ-СД; переход на ПДУ и т.д.), а также при наличии "земли" в роторе, включении выключателя В1, шунтирующего ротор на сопротивление, или неисправности разрядника в цепи ротора немедленно поставить в известность начальника электроцеха и дежурного инженера электростанции.

Обо всех других неисправностях и ненормальных режимах ставить в известность заместителя начальника электроцеха по РЗАИ либо заместителя начальника электроцеха по ремонту или эксплуатации, вызывая при необходимости старшего мастера, или инженера РЗАИ, или старшего мастера по ремонту.

При сообщении о неисправности информировать об обстоятельствах ее возникновения (установившийся или переходный режим, появление сопутствующих сигналов).

10.7. Возможны следующие неисправности при появлении на БЩУ предупредительных светозвуковых сигналов (табло); действия персонала при этом приведены ниже.

10.7.1. "Неисправность возбуждения генератора". При появлении сигнала необходимо снизить ток ротора генератора до минимально возможного значения; подготовить перевод возбуждения на РВ (сообщить на ЩУ о необходимости пуска РВ и выбора его для работы с соответствующим генератором), по срабатыванию указателей на панели реле и выключателей определить неисправность и принять меры к ее устранению. После устранения неисправности указатели устанавливаются в первоначальное положение.

Расшифровка неисправностей по указателям и меры по устранению неисправностей следующие:

а) при наличии сработавшего указателя на панели ПСВ-47А "Аварийное снижение $I_{стВГ}$" проверить отключенное состояние выключателя В1, шунтирующего ротор, отсутствие других сработавших указателей и табло, значения напряжения на статоре ВГ, токов ПТВ и т.д.; если срабатывание указателя происходит из-за неисправности АРВ-СД и возникшего ввиду этого неустойчивого режима, то после отключения АРВ-СД в соответствии с п. 10.5 и разд. 9 восстановить состояние указателя; проверить также по вольтметру на шкафу АРВ-ВГ устойчивую работу АРВ-ВГ и при неустойчивой его работе ключом В1 на шкафу АРВ-ВГ осуществить переход на ПДУ. Действовать в соответствии с п. 10.6.

Если указатель срабатывает одновременно с появлением на БЩУ сигнала о работе ОМВ (табло "Сработал блок ограничения в АРВ-СД"), то это свидетельствует о кратковременном снижении $I_{стВГ}$ при переходном режиме в процессе ограничения возбуждения и при этом никаких мер принимать не требуется;

б) при наличии сработавшего указателя "Срабатывание разрядника ротора" на панели ПСВ-47А проверить отключенное состояние выключателя В1, шунтирующего разрядник при его работе; осмотреть разрядник (соответствие показаний вакуумметра на разряднике выбранной уставке по вакуумметрическому давлению, отмеченной на шкале чертой); аппаратуру преобразовательных шкафов; при отсутствии последствий делается запись в журнале;

при сработавшем В1, а также при неисправном разряднике действовать в соответствии с п. 10.6;

при появлении поврежденных элементов в шкафах (тиристоры, RC цепи, наличие гари, дыма и т.д.) немедленно перевести возбуждение с ТВ на РВ;

в) при наличии сработавшего указателя "Ток ротора больше 2 $I_{рот.ном}$" на панели реле возбуждения проверить включенное или отключенное состояние АРВ-СД (в последнем случае должно работать табло "АРВ-СД отключен");

при отключенном АРВ-СД поставить его ключ в положение "Ф" или "Р", после этого по согласованию с персоналом ЭТЛ нажать на кнопку КВ-Г на пульте генератора, чем деблокировать сигнал на отключение АРВ-СД (реле на самоудерживании); далее действовать в соответствии с п. 10.6;

г) при срабатывании указателя "Высокое напряжение ВГ" на панели реле возбуждения, если при этом не произошло гашения поля генератора, проверить напряжение на статоре ВГ; проверить, произошло ли переключение с АРВ-ВГ на ПДУ-ВГ (в этом случае должно сработать табло "Отключение АРВ-ВГ"); осмотреть шкафы преобразователей.

При отключении АРВ-ВГ и переходе на ПДУ-ВГ ключ В1 на панели АРВ-ВГ поставить в положение "Р"; после этого по согласованию с персоналом ЭТЛ нажать на кнопку КВ-В на пульте генератора, чем деблокировать сигнал на отключение АРВ-ВГ от 1-й ступени защиты при повышении напряжения на статоре ВГ (снять реле с самоудерживания). Обратное включение АРВ-ВГ выполнить ключом В1 только после устранения неисправности в АРВ-ВГ персоналом ЭТЛ.

Осмотреть шкафы преобразователей, проверить отсутствие поврежденных элементов: тиристоров, RC - цепей, наличие дыма, гари. При наличии поврежденных элементов немедленно перевести возбуждение с ТВ на РВ.

10.7.2. "Перегорание одного предохранителя в ПТ1, ПТ2 (ПТ3)".

Сигнал появляется при срабатывании предохранителя одной параллельной ветви плеча (либо по одному предохранителю в разных плечах).

По лампам сигнализации в блоках БС систем управления СУ-ТГ преобразователей определить шкаф и плечо, в которых произошло срабатывание предохранителей, а по положениям блок-контактов устройств сигнализации предохранителей и погасанию ламп на тиристорах определить отключенные ветви в плече.

При первой же возможности осуществить перевод на РВ и заменить предохранители и вентили. При отсутствии такой возможности режим работы ТВ без одной ветви в плече не ограничивается.

10.7.3. "Перегорание двух предохранителей в ПТ1, ПТ2 (ПТ3)", "Запрет форсировки возбуждения", "Режим $\cos\varphi = 1$".

При срабатывании двух предохранителей параллельных ветвей плеча любого преобразователя появляются указанные сигналы, подаются команды в АРВ-СД на запрет форсировки и перевод генератора в режим работы с $\cos\varphi = 1$ (на генераторе ТВВ-800-2 с тремя преобразователями этот режим устанавливается при срабатывании предохранителей двух параллельных ветвей плеч всех трех преобразователей).

При срабатывании двух и более предохранителей в плече любого преобразователя следует немедленно осуществить перевод возбуждения на РВ.

10.7.4. "Перегорание предохранителей в ПТВ".

Сигнал появляется при срабатывании предохранителя одной параллельной ветви в шкафу ПТВ, а также предохранителей нескольких ветвей. Неисправность определить аналогично указанному в п. 10.7.2. При первой же возможности следует осуществить перевод на РВ и замену предохранителей и вентилей. При отсутствии такой возможности режим работы без одной ветви в плече, а также без двух ветвей в плече, т.е. без плеча (в плече моста преобразователя ТЕ-8 две параллельные ветви) не ограничивается по времени — каждый из мостов ПТВ обеспечивает все режимы работы системы возбуждения.

10.7.5. "Перегрев тиристоров в ПТ1, ПТ2 (ПТ3)", "Запрет форсировки возбуждения", "Режим $\cos\varphi = 1$ (для тиристорного возбудителя с двумя преобразователями)".

При перегреве тиристоров любого из преобразователей этот преобразователь выводится из работы снятием импульсов управления с его тиристоров. Оставшиеся преобразователи работают с запретом форсировки, а в системе с двумя преобразователями с ограничением до режима

$\cos\varphi = 1$ (в системе с тремя преобразователями у генератора ТВВ-800-2 цепи перевода в режим $\cos\varphi = 1$ при отключении одного преобразователя из-за перегрева не работают).

При указанных неисправностях по лампам сигнализации в блоках БС СУ-ТГ или по амперметрам преобразователей определить шкаф, в котором произошел перегрев тиристоров. Проверить запорную аппаратуру в системе охлаждения шкафа, отсутствие воздушных пробок. Устранить неисправность. Действовать в соответствии с п. 10.6.

10.7.6. "Низок расход дистиллята", "Запрет форсировки возбуждения".

Сигналы появляются при снижении расхода охлаждающего дистиллята до 75% номинального. Проверить запорную аппаратуру в системе охлаждения преобразователей, отсутствие воздушных пробок, затрудняющих циркуляцию. Если повысить расход не удается, то следует осуществить перевод на РВ.

10.7.7. "Высокая температура дистиллята в ПТ1, ПТ2 (ПТ3)", "Запрет форсировки возбуждения".

Сигналы появляются при повышении температуры охлаждающего дистиллята до 43 или до 50°С при отсутствии теплообменника.

Проверить запорную аппаратуру в системе охлаждения преобразователей, отсутствие воздушных пробок, затрудняющих циркуляцию. При необходимости включить охладитель либо увеличить расход через него охлаждающей технической воды.

Если снизить температуру не удается из-за неисправности в системе охлаждения (течи, повреждение запорной аппаратуры и т.д.) либо по каким-то неизвестным причинам, то осуществляется перевод возбуждения на РВ.

10.7.8. "Повышение давления охлаждающего дистиллята до 4,0 ат".

Следует проверить давление по манометру перед преобразователями, давление в контуре охлаждения генератора, запорную аппаратуру в контуре охлаждения преобразователей, при необходимости подрегулировать давление вентилями.

10.7.9. "Сработал один из двух аппаратов защиты".

Табло срабатывает при работе одного из двух расходомеров или одного из двух электроконтактных термометров.

Следует проверить на месте по приборам расход и температуру дистиллята.

10.7.10. "Перегрузка ротора генератора".

Сигнал появляется при превышении током ротора номинального значения (при $I_{рот} = 1{,}07\ I_{рот.ном}$ работают сигнальные органы защиты РЗР-1 и блока ОП в АРВ-СД).

Персонал при появлении сигнала должен проверить перегрузки по току ротора и быть готовым к тому, что через некоторое время произойдет срабатывание устройств ограничения тока ротора (блока ОП в АРВ-СД и первой ступени защиты РЗР-1), начинающих работать при $I_{рот} > 1{,}07\ _{рот.ном}$ и уменьшение тока ротора до значения, близкого к номинальному.

Если сигнал о перегрузке появился во время переходных режимов в энергосистеме (качаниях, форсировках при КЗ или существенных снижениях напряжения при набросах нагрузки и т.д.), то персонал не должен предпринимать никаких мер, не должен вмешиваться в работу устройств ограничения.

При достаточных уровнях напряжения и малых кратностях перегрузки, т.е. при появлении сигнала во время нормального положения в энергосистеме (отсутствие качаний, значительных набросов нагрузки, коротких замыканий), а также при нормальной работе АРВ-СД (отсутствие ложных форсировок и качаний при нормальном положении в энергосистеме) рекомендуется снять перегрузку дистанционным воздействием на уставку АРВ.

10.7.11. "Сработал блок ограничения в АРВ-СД".

Если сигналу предшествовала работа табло "Перегрузка ротора генератора", то это свидетельствует о срабатывании выходного органа блока ограничения перегрузки ОП в АРВ-СД.

Персоналу необходимо убедиться по щитовым приборам, что после срабатывания табло "Сработал блок ограничения в АРВ-СД" произошло снижение тока ротора до значения,

близкого к номинальному, и погасло табло "Перегрузка ротора генератора".

Далее по щитовым приборам необходимо наблюдать за режимом работы генератора и за табло "Сработал блок ограничения в АРВ-СД", которое должно погаснуть (отключается выходной орган ОП) после остывания ротора до нормальной температуры через 7-15 мин. Если это произошло при нормальном напряжении в сети, то повторной перегрузки ротора не должно возникать.

Возникновение перегрузки при нормальном напряжении будет свидетельствовать о неисправностях в цепях АРВ, который в этом случае должен быть отключен (см. п. 10.5), а возбуждение при невозможности быстрой ревизии АРВ переведено на РВ.

Если сигналу "Сработал блок ограничения в АРВ" не предшествовал сигнал "Перегрузка ротора генератора", а реактивная мощность и напряжение на статоре уменьшились, то это свидетельствует о работе ограничителя минимального возбуждения (ОМВ) в АРВ-СД.

Если аварийная ситуация в энергосистеме отсутствует, значение реактивной мощности отрицательно или близко к нулю, а напряжение на статоре невелико, то можно воздействием на уставку АРВ в сторону увеличения реактивной нагрузки вывести ОМВ из работы. При этом напряжение на статоре генератора не должно превышать длительно допустимых для генератора и трансформатора в соответствии с местными инструкциями.

В аварийных ситуациях и при увеличенных значениях напряжения на генераторе или шинах электростанции персонал не должен вмешиваться в работу ограничения минимального возбуждения.

10.7.12. "Перегрузка ротора генератора", "Сработал блок ограничения АРВ", "Отключен АРВ-СД".

Срабатывание этих табло свидетельствует о том, что ограничения перегрузки ротора устройствами ограничения через канал АРВ-СД не произошло и первая, разгрузочная ступень защиты РЗР-1 с некоторой выдержкой времени отключила регулятор АРВ-СД, чем и устранила перегрузку.

Отказ ограничения может сопровождаться срабатыванием двух табло: "Перегрузка ротора генератора" и "Отключен АРВ-СД".

В этих случаях следует убедиться, что ток ротора близок к номинальному, поставить ключ регулятора КПР в положение "Ф", а при необходимости в "Р" с подрегулировкой уровня возбуждения.

Совместно с персоналом ЭТЛ выполнить возврат указателя срабатывания РЗР-1 на панели защиты блока, кнопкой КВ-Г на пульте генератора деблокировать самоудерживание реле отключения регулятора АРВ-СД.

После устранения неисправности регулирования возбуждения перевести на АРВ.

10.7.13. "Отключен АРВ-СД".

Следует проверить, что ток ротора близок к номинальному, и поставить ключ КПР в положение "Ф" или "Р".

Отключение АРВ-СД возможно при токе ротора, большем $2\ I_{\text{рот.ном}}$ (табло "Неисправность возбуждения генератора"), и при отказе ограничения перегрузки (табло "Перегрузка ротора генератора", возможно, и "Сработал блок ограничения АРВ").

Регулятор АРВ-СД отключается также при отключении выключателя трансформатора напряжения, питающего измерительные цепи АРВ (срабатывает табло "Неисправность трансформаторов напряжения генераторов"), и выключателя В6 питания цепей 380 В АРВ.

Следует определить отключенный выключатель, осмотреть панели и блоки АРВ и при отсутствии видимых причин отключения однократным включением попытаться его включить. При включении выключателя АРВ-СД вводится в работу установкой ключа КПР в положение "А" после проверки окончания работы подгонки уставки.

При повторном отключении выключателя либо, если после включения АРВ ключом КПР возникают ложные форсировки или развозбуждения, АРВ вновь отключается ключом КПР, а при невозможности быстрого устранения неисправностей возбуждение переводится на РВ.

10.7.14. "Отключен АРВ-ВГ", "Неисправность трансформаторов напряжения ВГ".

Сигналы появляются при отключении выключателя ВН-5 измерительных цепей регулятора АРВ-ВГ. Регулирование возбуждения ВГ автоматически переключается на ПДУ.

Следует проверить выключатель и попытаться его однократно включить.

Если выключатель не включился, необходимо поставить ключ В1 выбора режима регулирования возбуждения ВГ на панели АРВ-ВГ в положение "Р".

Аналогичные действия выполняются при отключении АРВ-ВГ из-за отключения выключателя В10 питания цепей 380 В АРВ-ВГ.

При отключении АРВ-ВГ ввиду повышения напряжения на статоре ВГ (табло "Неисправность возбуждения генератора", указатель "Высокое напряжение ВГ") действия персонала указаны в п. 10.7.1.

10.7.15. "Аварийно зашунтирован ротор генератора".

Сигнал подается в случае самопроизвольного включения выключателя В1, шунтирующего ротор резистором R на возбужденном генераторе. Принять меры к выяснению причин включения В1, устранению неисправности, поскольку длительное обтекание резистора R может привести к развитию неисправности, аварийному отключению блока.

10.7.16. "Отключено питание 380 В систем управления тиристоров", "Блок БПИ преобразователя в работе".

Сигналы появляются при отключении одного выключателя питания цепей 380 В систем управления СУ1, СУ2 (СУ3), СУ1-ВГ, СУ2-ВГ на панели реле и выключателей.

Следует разгрузить генератор до минимально возможного тока ротора, если в схеме не предусматривается автоматическая разгрузка. Осмотром на панели определить отключившийся выключатель (отключение преобразователя проверить также по амперметрам). Осмотреть отключившуюся систему управления и при отсутствии признаков неисправности попытаться включить в работу отключившийся выключатель. При повторном отключении выключателя

необходимо перевести возбуждение на резервный возбудитель и устранить неисправность.

10.7.17. "Отключено питание БПИ преобразователей".

Табло срабатывает при отключении выключателя БПИ постоянным током.

Осмотром на панели определить отключившийся выключатель, осмотреть БПИ в системе управления и при отсутствии признаков неисправности попытаться включить выключатель. При его повторном отключении действовать в соответствии с п. 10.6.

10.7.18. "Обрыв цепей управления КГ, отключение В50".

Сигнал появляется при отключении выключателя питания цепей тиристорного возбуждения В51 (или повреждении в этих цепях) и выключателя питания цепей, общих для тиристорного и резервного возбуждения В50.

Проверить положение выключателя и попытаться однократно включить его. При повторном отключении выключателя действовать в соответствии с п. 10.6.

Аналогичные меры должны быть приняты при нарушении питания постоянным током цепей управления силовых выключателей резервного возбудителя - табло "Обрыв управления В4", при отключении выключателя В70 питания оперативным током цепей технологических защит ТВ - табло "Нет питания технологических защит преобразователей", а также при отключении выключателя В13 питания трансформатора постоянного тока ТрП переменным напряжением 220 В.

10.7.19. "Земля в цепях возбуждения генератора".

Табло срабатывает при работе защиты КЗР-3.

Следует проконтролировать значение сопротивления изоляции по вольтметру с переключателем, определить правильность работы КЗР-3.

При наличии "земли" выполнить перевод возбуждения на РВ.

Если сигнал сохраняется ("земля" в роторе), то следует действовать в соответствии с местной инструкцией по эксплуатации генератора.

10.7.20. "Указатель не поднят на панелях защиты и возбуждения генератора".

Табло срабатывает при гашении поля от защит блока, защит тиристорного возбудителя (при снижении расхода охлаждающей воды до 50%, увеличении температуры дистиллята до 70°С, при снижении частоты на выбегающем отключенном энергоблоке, отключении выходного выключателя В3-1, В3-2; работа второй ступени защиты ВГ от повышения напряжения на статоре, перегрев двух преобразователей и т.д.), работе второй и первой ступеней РЗР-1, отключении выключателя В4 резервного возбудителя при отключении электродвигателя РВ, при самопроизвольном отключении выключателя В2 резервного возбудителя.

Работа каждого указателя, вызвавшего срабатывание табло, должна быть зафиксирована в оперативном журнале, указатель может быть поднят только в присутствии или с разрешения старшего оперативного персонала.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . . 3
1. Технические данные системы возбуждения; структурные схемы . . . . . 5
2. Расположение основной аппаратуры (приводится для генератора ТВВ-800-2 первых выпусков) . 14
3. Меры безопасности . . . . . 22
4. Подготовка к включению в работу . . . . . 23
5. Включение в работу . . . . . 26
6. Обслуживание тиристорного возбудителя в нормальных режимах . . . . . 28
7. Вывод из работы . . . . . 31
8. Перевод возбуждения генератора с тиристорного возбудителя на резервный и обратно . . . . . 32
9. Перевод режима регулирования возбуждения турбогенератора с автоматического (АРВ-СД) на фиксированное или ручное (ПДУ) и обратно . . 35
10. Характерные неисправности тиристорного возбудителя и действия оперативного персонала . . 37

---

Ответственный редактор Р.Р. Яблокова
Технический редактор Н.Д. Архипова
Корректор Л.Ф. Петрухина

---

Л 86512 Подписано к печати 16.12.83 Формат 60x84 1/16
Печ.л. 3,25 (усл.печ.л. 3,02) Уч.-изд.л. 2,7 Тираж 1900 экз.
Заказ № 419/83 Изд. № 257/83 Цена 40 коп.

---

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
3, Москва, Семеновский пер., д. 15

gost.e-ecolog.ru

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул. Ивана Бабушкина, д. 23, корп. 2