

ВОЗБУДИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1. СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА СВГ



Система возбуждения синхронного генератора, СВГ, предназначена для питания обмотки возбуждения турбогенератора, автоматически регулируемым постоянным током, в нормальных и аварийных режимах работы генератора.

Система возбуждения обеспечивает:

- пуск, по одной команде с заданным алгоритмом и темпом нарастания напряжения генератора. На завершающем этапе пуска при поступлении на соответствующие входы напряжения пропорционального напряжению сети обеспечивается подгонка уставки напряжения турбогенератора к напряжению сети;
- работу генератора в автономном режиме и в энергосистеме с нагрузками, от холостого хода до номинальной и с перегрузками, допускаемыми турбогенератором;
- устойчивую работу турбогенератора в переходных и аварийных режимах, при сбросах и набросах нагрузки, режимах недо возбуждения допускаемых генератором по условиям устойчивости и нагрева;
- форсировку возбуждения или развозбуждение при нарушениях в энергосистеме, вызывающих снижение или увеличение напряжения генератора;
- гашение поля обмотки возбуждения генератора при нормальном останове генератора инвертированием через тиристоры, а в аварийных режимах генератора и отключением АГП;
- автоматическое регулирование тока возбуждения турбогенератора с использованием пропорционально – интегрального (ПИ) закона регулирования по отклонению напряжения генератора и изменению реактивной составляющей тока статора и отклонению тока ротора;
- дистанционное изменение уставки напряжения генератора в пределах от 80 до 110 % номинального значения;
- ручное регулирование тока возбуждения в диапазоне от 0 % до 200 % (задается уставками);
- ограничение тока возбуждения генератора двукратным значением по отношению к номинальному току, а также ограничение перегрузки по току ротора генератора по время-зависимой характеристике;
- контроль перегрузки по току статора генератора по время-зависимой характеристике;
- контроль и ограничение реактивной мощности генератора в зависимости от значения активной;
- «подгонку» уставки напряжения турбогенератора к напряжению сети с точностью 0,3 % от установившегося напряжения сети;
- точность поддержания напряжения на выводах турбогенератора в пределах 0,5 % от заданной статической характеристики;
- постоянный контроль сопротивления изоляции цепей ротора;
- начальное возбуждение генератора от сети постоянного напряжения 220 В. или 110 В.;
- контроль токов фаз первичной обмотки питающего трансформатора.

УСТРОЙСТВО



Система возбуждения генератора состоит из следующих функциональных систем:

- силовая схема;
- автоматические регуляторы;
- защиты;
- система управления.

Силовая часть СВГ выполнена по схеме параллельного самовозбуждения с одним тиристорным преобразователем.

Схема выпрямления тиристорного преобразователя – нереверсивный трехфазный мост. Защита тиристоров от коммутационных перенапряжений осуществляется RC-цепочками, от внешних перенапряжений – варисторами. Защита при внутреннем коротком замыкании осуществляется герконовыми датчиками, воздействующими на отключение по независимому расцепителю входного автоматического выключателя. Защита тиристорного преобразователя и ротора от перенапряжений осуществляется тиристорным разрядником.

преобразователя и ротора от перенапряжений осуществляется тиристорным разрядником.

Управление тиристорным преобразователем, защита и сигнализация, автоматическое регулирование возбуждения осуществляется системой управления.

Автоматический регулятор возбуждения системы управления обеспечивает поддержание напряжения на выходе генератора с заданной точностью при изменении нагрузки в статических и переходных режимах. Функционально регулятор представляет собой систему подчиненного регулирования, в которой выходной сигнал одного контура регулирования является входным для последующего и включает в себя устройство ограничения задания напряжения генератора в пределах



от 0,8 до 1,1 U_n , задатчик интенсивности, регуляторы напряжения и тока возбуждения генератора. Регуляторы тока и напряжения генератора – пропорционально-интегральные.

Все задачи системы управления (далее СУ) выполняются программно-аппаратным способом. Выходными сигналами системы управления являются, регулируемые по фазе, управляющие импульсы тиристорного преобразователя.

Кроме этого системой управления выполняются: индикация режимов работы и причин аварийных отключений, а также формирование сигналов для устройств Заказчика.

Выходные сигналы формируются в функции внешних заданий и величин выходных параметров системы возбуждения.

СУ представляет собой набор устройств и печатных плат - основных и периферийных. К основным печатным платам относятся - плата управления, плата выходных каскадов и пультовой терминал с дисплеем. К периферийным платам относятся датчик выходного тока и

датчик выходного напряжения, плата дискретного ввода, датчики входного тока и др.

Плата управления является вычислительным устройством. В ней размещены все основные устройства вычислительной системы - ПЗУ, ППЗУ, ОЗУ, микро-ЭВМ. Программно-аппаратные средства платы обеспечивают также связь с пультовым терминалом и ПЭВМ верхнего уровня по интерфейсной связи. С измерительным и коммутационным комплексами генератора связь платы управления осуществляется через периферийные платы. В запоминающих устройствах платы управления размещаются рабочие и сервисные программы СВГ и наладочные «уставки» системы управления.

Управляющие импульсы преобразователя главных цепей формируются непосредственно в плате управления. В плате выходных каскадов производится их усиление и распределение по тиристорам.

В плате также формируются сигналы, отключающие выключатели при авариях.

Плата дискретного ввода обеспечивает связь СУ с аппаратами силовой части изделия и клеммниками для цепей Заказчика.

ЗАЩИТЫ

В системе возбуждения реализованы следующие каналы защит и ограничений:

- ограничение тока возбуждения;
- контроль наличия тока возбуждения;
- контроль и ограничение реактивной мощности генератора;
- защита генератора от превышения напряжения статора выше $1,2U_n$;
- защита генератора от насыщения магнитной системы при снижении частоты напряжения генератора;
- защита тиристорных преобразователей при внешнем и внутреннем коротких замыканиях;
- защита тиристорного преобразователя и ротора генератора от перенапряжений;
- контроль изоляции цепей ротора;
- форсировка возбуждения генератора при снижении напряжения генератора ниже $0,8U_n$.

НОМИНАЛЬНЫЕ ВЫХОДНЫЕ И ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Номинальный выходной ток в пределах от 50 до 4000 А.

Номинальное выходное напряжение в пределах от 25 до 800 В.

Номинальное входное питающее напряжение в пределах от 220 до 10000 В.

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Наименование параметра	Значение
1. Частота входного напряжения, Гц.	50 ± 2 %
2. Кратность форсировки по току, о.е.	2,0
3. Кратность форсировки по напряжению, о.е.	2,0
4. Длительность максимальной форсировки, не более, сек.	60
5. Диапазон регулирования выходного напряжения, о.е.	0,06...2,0 Ун
6. Напряжения питания собственных нужд однофазное, В.	220 ⁺¹⁰ / ₋₁₅ %
7. Оперативное напряжение постоянного тока, В	220 или 110 (+10 /-15 %)
8. Коэффициент полезного действия, не менее	0,95
9. Коэффициент нелинейных искажений сетевого тока не более	5%
10. Степень защиты	IP21...IP 54 (по заказу)
11. Срок службы не менее, лет	15
12. Среднее время восстановления не более, мин.	40
13. Помехоустойчивость	удовлетворяет всем требованиям стандартов
14. Допустимое отклонение частоты напряжения генератора длительно, Гц	⁺² / ₋₃

УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наименование параметра	Значение
1. Высота размещения над уровнем моря	до 1000 м
2. Диапазон рабочих температур	+1 ⁰ С ... +40 ⁰ С
3. Диапазон температур хранения	-40 ⁰ С ... +60 ⁰ С
4. Верхнее значение относительной влажности при 35 °С;	80%
5. Окружающая среда	Взрывобезопасная, не содержащая химически активные газы и пары в концентрациях, разрушающих изоляцию.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ

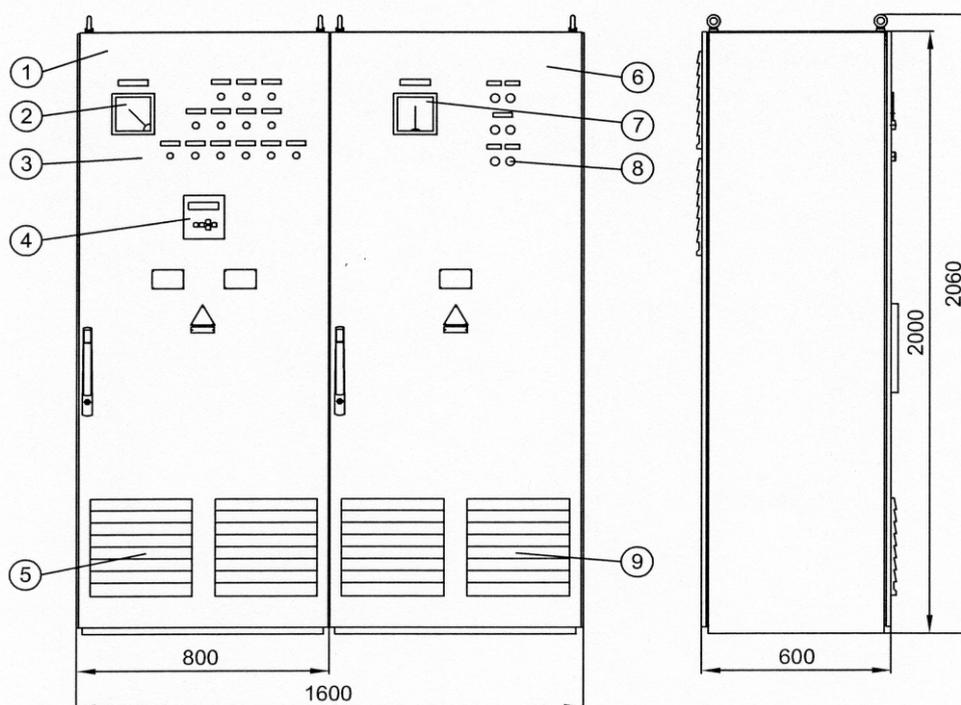
Конструктивно система возбуждения выполнена в виде двух шкафов, с двухсторонним обслуживанием – шкафа преобразователя, шкафа с коммутационной аппаратурой и согласующего сухого трансформатора.

В шкафу преобразователя расположен тиристорный преобразователь, система управления, защиты и сигнализации, входные автоматические выключатели основных и вспомогательных цепей, источники питания, вспомогательные трансформаторы, элементы защиты тиристоров, входные клеммники. Охлаждение тиристоров – естественное или принудительное воздушное.

В шкафу с коммутационной аппаратурой расположены: автомат гашения поля, элементы устройства начального возбуждения, контактор и резисторы самосинхронизации, тиристорный разрядник, силовые контакторы постоянного тока, клеммник внешних подключений.

Подвод кабелей внешних подключений осуществляется снизу, через отверстия в днищах шкафов, уплотненные гермовводами. Для крепления кабелей предусмотрены скобы.

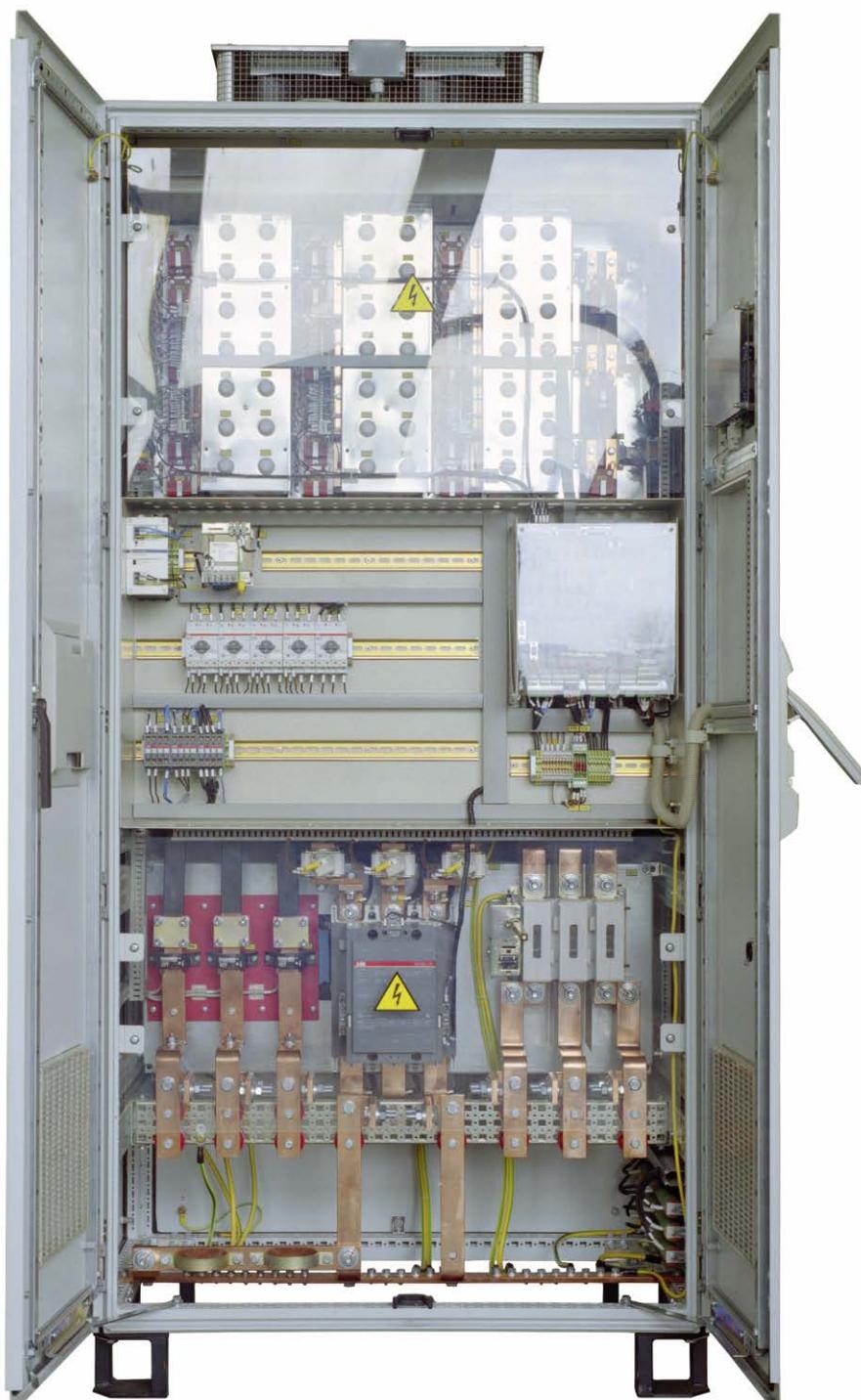
ТИПОВЫЙ ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ



- 1 - шкаф тиристорного преобразователя
- 2 - амперметр
- 3 - органы управления и индикации
- 4 - пульт управления
- 5 - решетка вентиляционная

- 6 - шкаф коммутационной аппаратуры
- 7 - вольтметр
- 8 - органы управления
- 9 - решетка вентиляционная

2. СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВТЕ, ВТП



Тиристорные возбудители серии ВТЕ, ВТП предназначены для питания обмоток возбуждения синхронных двигателей мощностью до 12500 кВт., автоматически регулируемым постоянным током, при их прямом и реакторном пуске, синхронной работе и в аварийных режимах.

Возбудители удовлетворяют требованиям ГОСТ 24688-81, ГОСТ 18142.1-82 и могут быть использованы взамен выпрямителей серий ТВ-320, ТВ-400, ТВ-600, ТВУ, ВТЭ-320, ТЕ8-320, В-ТПЕ8, В-ТПП8, КТЭС.

Возбудители выпускаются на номинальные токи 200, 320, 400, 630, 800 и 1000 А., номинальные напряжения от 24 до 300 В. Возбудители на токи 200, 320 и 400 А., имеют естественное воздушное охлаждение, а на токи 630, 800 и 1000 А. - принудительное воздушное от встроенных вентиляторов.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- легко перепрограммируемые при наладке структуры систем автоматического регулирования;
- стабилизация тока возбуждения в ручном режиме;
- регулирование напряжения статора;
- регулирование $\cos \varphi$ в узле нагрузки;
- регулирование реактивного тока статора;
- двухпроводные интерфейсы для внешних средств автоматизации и диагностики;
- режим автоматического опробования перед включением;
- проверка цепей защиты от перенапряжений;
- проверка исправности силовых цепей.
- разветвленная система защит;
- встроенная система диагностики и записи «аварийного следа»;
- любая объектная ориентация по требованию Заказчика.

УСТРОЙСТВО

Питание ВТЕ, ВТП (далее «возбудитель») может осуществляться от одного ввода напряжением ~380 В, 50 Гц. Предусмотрена также возможность питания средств управления от отдельного ввода. Для управления цепями включения и выключения масляными выключателями предусмотрен ввод напряжения = 220 (110) В. Схема и состав релейно-коммутационной части возбудителя определяется требованиями конкретного объекта применения.

Выпрямитель возбудителя выполнен по трехфазной мостовой схеме с одним тиристором в плече. Параллельно нагрузке (обмотке возбуждения синхронного двигателя) через бесконтактный ключ на тиристорах, подключено пусковое сопротивление, предназначенное для асинхронного пуска и снижения до допустимой величины перенапряжений, возникающих в обмотке ротора при асинхронных режимах работы двигателя. Причем включение тиристорного ключа осуществляется как от микропроцессорной системы управления в режиме пуска, так и непосредственно от возникающих на обмотке возбуждения перенапряжений.

Микропроцессорная система управления осуществляет управление всем комплексом аппаратуры возбудителя начиная от приема внешних и внутренних дискретных и аналоговых сигналов и заканчивая выдачей управляющих потенциальных и импульсных сигналов, а также индикацию с помощью встроенного пультового терминала (ПТ) всех режимов работы возбудителя.

Перед включением на рабочий режим возбудителя производится режим опробования, при котором проверяется:

- исправность цепей защиты ротора от перенапряжений путем подачи импульсов напряжения реальной величины и фиксация срабатывания тиристорного ключа в обоих направлениях;
- исправность преобразователя и внешних силовых цепей.

Возбудители имеют рабочие режимы автоматического и ручного управления током возбуждения. Переключение с режима на режим осуществляется без отключения возбудителя переключателем, установленным на двери преобразователя. Там же установлены измерительные приборы (ток статора, ток возбуждения, напряжение возбуждения, $\cos \varphi$) и пультовый терминал, с помощью которого можно осуществлять выбор структуры системы автоматического регулирования, изменение параметров регуляторов и уставок системы управления и защит. Эти же процедуры можно осуществлять и с помощью ПЭВМ, для чего разработан комплекс сервисного программного обеспечения, значительно облегчающий и ускоряющий процесс наладки.

В режиме ручного управления возбудитель обеспечивает:

- автоматическую подачу возбуждения в функции скольжения ротора в диапазоне 1-5% с выбором оптимальной полуволны тока ротора при прямом или реакторном пуске синхронного двигателя;
- регулировку напряжения возбуждения в интервале от 0,1 до 2,0 номинального;
- ограничение напряжения возбуждения по минимуму от 0 до 0,5 номинального, тока возбуждения по максимуму до 1,75 номинального;
- форсировку возбуждения по напряжению кратностью не менее 2,0 номинального при номинальном напряжении питающей сети и «форсировочном» токе кратностью 1,75 номинального;
- ограничение тока ротора при перегрузке по время – токовой характеристике;
- защиту от внутренних коротких замыканий в преобразователе, от внешних коротких замыканий на стороне постоянного тока;
- гашение поля при нормальных и аварийных отключениях двигателя переводом преобразователя в инверторный режим;
- защиту синхронного двигателя от потери возбуждения и от затянувшегося пуска со временем срабатывания до 30с.

В режиме автоматического управления возбудитель, кроме вышеперечисленного обеспечивает автоматическое регулирование тока возбуждения по напряжению статора, $\cos \varphi$ в узле нагрузки или реактивному току статора.

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ

Конструктивно возбудитель выполнен в виде шкафа с двухсторонним обслуживанием. Органы управления, измерительные приборы и лампы сигнализации расположены на двери шкафа. Охлаждение тиристоров естественное или принудительное (ВТЕ, ВТП) воздушное. Подвод кабелей внешних подключений осуществляется через отверстия в днище шкафа, уплотненные гермовводами. Для крепления кабелей предусмотрены скобы. Силовой преобразовательный трансформатор устанавливается отдельно.

Габариты шкафа ВТЕ (ВТП) (ШхВхГ) мм. – 800 (1000) x 2000 (2150) x 600.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Наименование параметра	Значение
1. Входное питающее напряжение трехфазное, В	380 ⁺¹⁰ / ₋₁₅ %
2. Частота входного напряжения, Гц	50 ± 2 %
3. Кратность форсировки по напряжению, о. е.	2,0 Un
4. Кратность форсировки по току не менее, о.е	1,75 In
5. Оперативное напряжение постоянного тока, В	220 (110) +10 /-15 %
6. Коэффициент полезного действия, не менее	0,95
7. Степень защиты	IP21...IP54 (по заказу)
8. Срок службы не менее, лет	15
9. Среднее время восстановления не более, мин.	40
10. Помехоустойчивость	удовлетворяет всем требованиям стандартов
11. Способ гашения поля	инверторный

УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наименование параметра	Значение
1. Высота размещения над уровнем моря	до 1000 м
2. Диапазон рабочих температур	+1 ⁰ С ...+40 ⁰ С
3. Диапазон температур хранения	-40 ⁰ С ...+60 ⁰ С
4. Верхнее значение относительной влажности при 35 °С;	80%
5. Окружающая среда	Взрывобезопасная, не содержащая химически активные газы и пары в концентрациях, разрушающих изоляцию.