

Системы возбуждения

Общие требования к системам возбуждения:

- обеспечивать надежное питание обмотки возбуждения синхронного генератора в нормальных и аварийных режимах;
- допускать регулирование тока и напряжения возбуждения в заданных пределах;
- обеспечивать быстродействующее автоматическое регулирование возбуждения с высокими кратностями форсирования в аварийных режимах;
- осуществлять быстрое развозбуждение генератора и в случае необходимости производить гашение поля.

Системы возбуждения

Общие требования к системам возбуждения:

- обеспечивать надежное питание обмотки возбуждения синхронного генератора в нормальных и аварийных режимах;
- допускать регулирование тока и напряжения возбуждения в заданных пределах;
- обеспечивать быстродействующее автоматическое регулирование возбуждения с высокими кратностями форсирования в аварийных режимах;
- осуществлять быстрое развозбуждение генератора и в случае необходимости производить гашение поля.

Системы возбуждения

Общие требования к системам возбуждения:

- обеспечивать надежное питание обмотки возбуждения синхронного генератора в нормальных и аварийных режимах;
- допускать регулирование тока и напряжения возбуждения в заданных пределах;
- обеспечивать быстродействующее автоматическое регулирование возбуждения с высокими кратностями форсирования в аварийных режимах;
- осуществлять быстрое развозбуждение генератора и в случае необходимости производить гашение поля.

Системы возбуждения

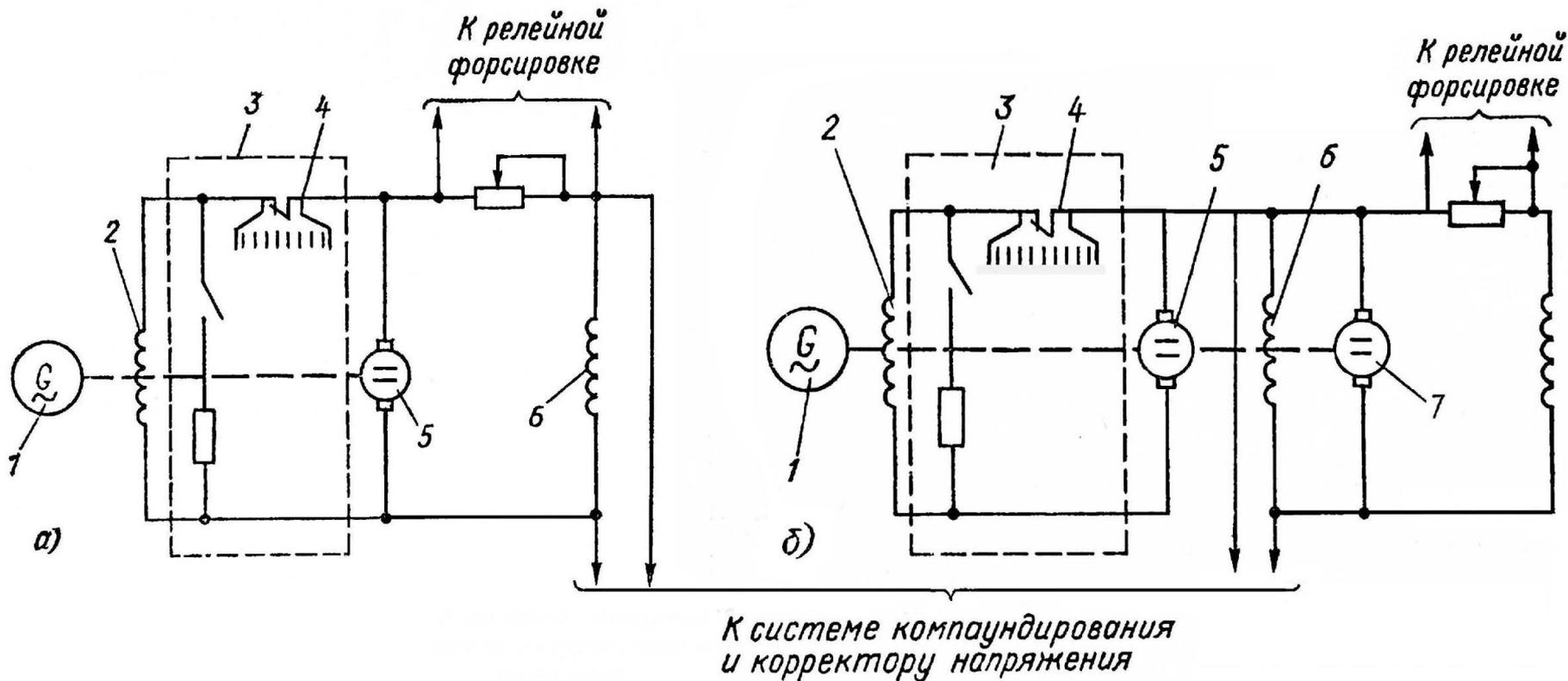


Рис. 1. Электромашинная система возбуждения с генератором постоянного тока: а - с самовозбуждением возбудителя; б - с подвозбудителем:

1 - синхронный генератор; 2 - обмотка возбуждения генератора; 3 - автомат гашения поля; 4 - дугогасительная решетка; 5 - возбудитель; 6 - обмотка возбуждения возбудителя; 7 - подвозбудитель.

Системы возбуждения

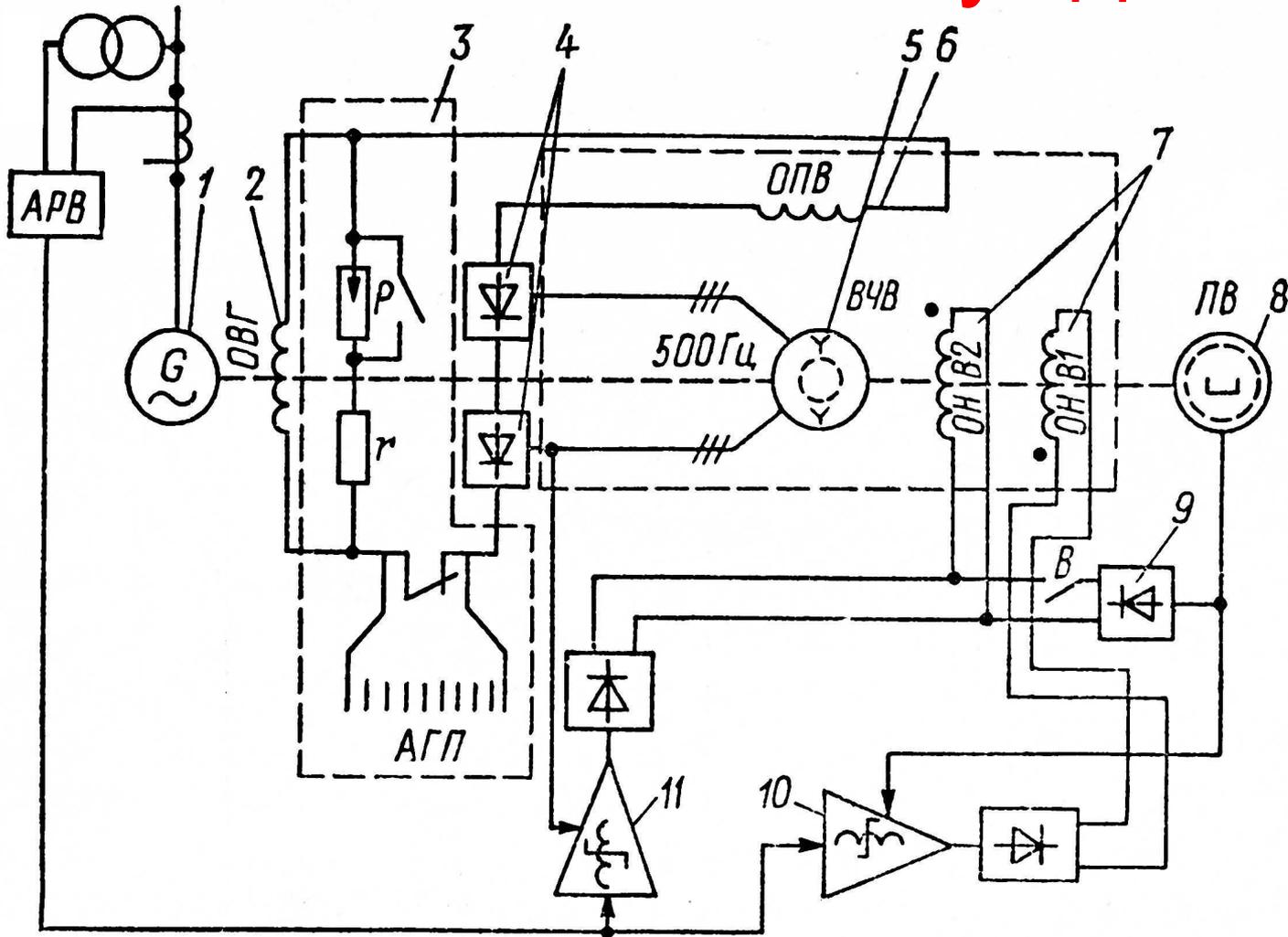


Рис. 2. Высокочастотная система возбуждения с неуправляемыми полупроводниковыми выпрямителями:

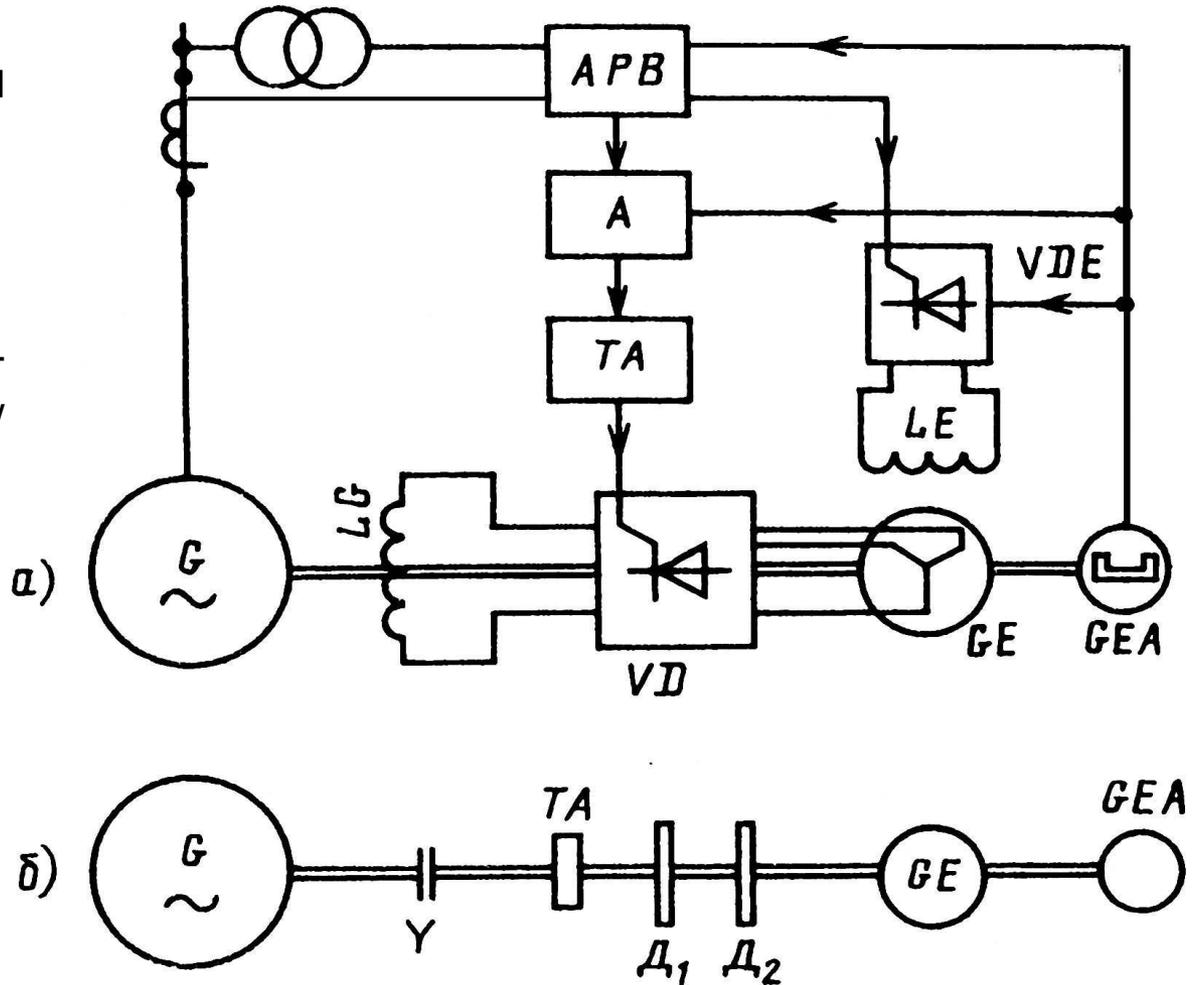
1 - синхронный генератор; 2 - обмотка возбуждения генератора (ОВГ); 3 - автомат гашения поля (АГП); 4 - выпрямительное устройство; 5 - высокочастотный возбудитель; 6, 7 - последовательная (ОПВ) и независимые (ОНВ) обмотки возбуждения высокочастотного возбудителя (ВЧВ); 8 - высокочастотный подвозбудитель (ПВ); 9 - выпрямитель (В); 10, 11 - магнитные усилители (МУ) бесконтактной форсировки и автоматического регулятора возбуждения (АРВ); P - разрядник.

Системы возбуждения

Рис. 3. Бесконтактная система возбуждения:

а — принципиальная схема;

б — схема взаимного расположения оборудования на валу генератора



Системы возбуждения

СБД-430-7800-2УЗ:

- *СБД* – система возбуждения бесщеточная диодная,
- первое число (*430*) – выпрямленное напряжение в В,
- второе число (*7800*) – выпрямленный ток в А,
- *2* – кратность форсировки возбуждения по току и напряжению.

Системы возбуждения

Система возбуждения обеспечивает следующие режимы работы турбогенератора:

- Начальное возбуждение и режим холостого хода (х.х.);
- Включение в сеть любым методом синхронизации;
- Работу в энергосистеме, определяемую диаграммой мощности;
- Автоматическое ограничение минимального возбуждения;
- Допустимые по техусловиям генератора перегрузки;
- Форсирование возбуждения, развозбуждение при переходных и аварийных режимах работы;
- Автоматический запрет форсировки возбуждения при определенных неисправностях вращающегося выпрямителя;
- Гашение поля генератора, нормальные и аварийные остановки.

Системы возбуждения

Состав системы возбуждения :

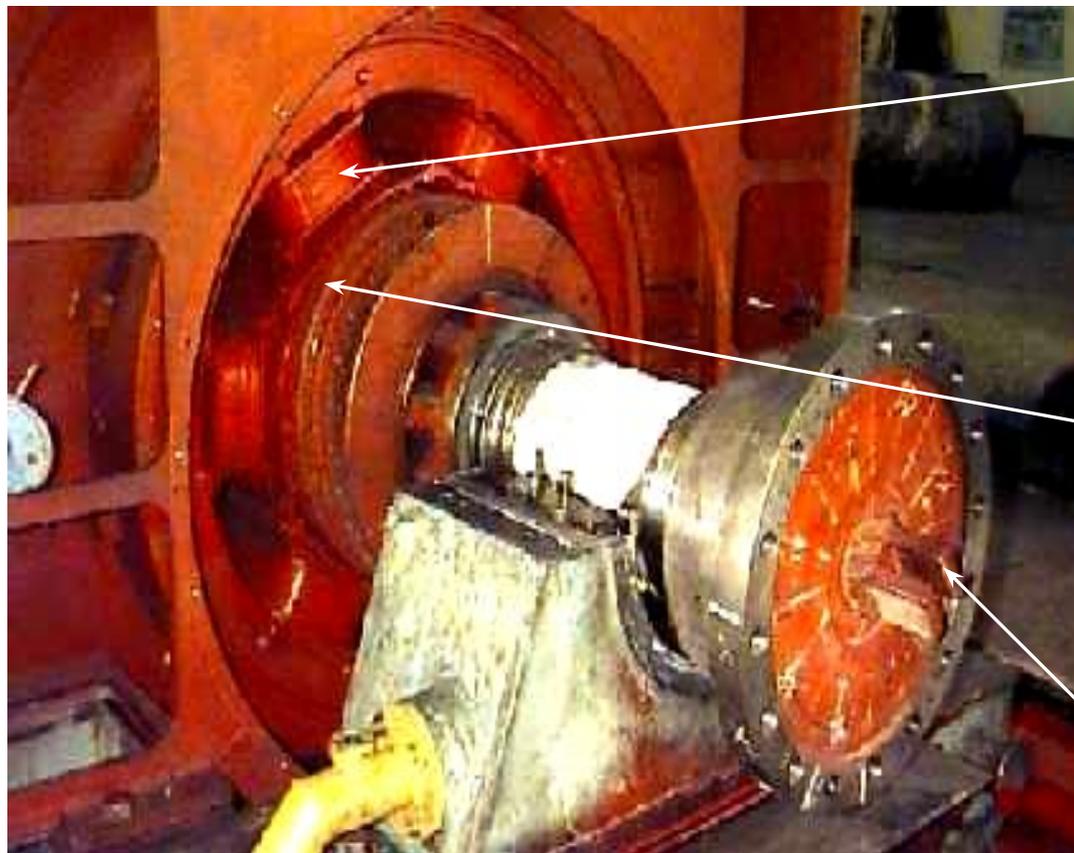
- Возбудитель типа БВД-4000-3000, состоящий из двух синхронных генераторов обращенного исполнения ВГТ-2100-150 с диодным вращающимся выпрямителем на валу.
- Тиристорный преобразователь *ТП* возбудителя типа ТЕ8-320/46Д с системой управления тиристорами *СУТ*.
- Выпрямительный трансформатор возбудителя *TU* типа ОСЗП-133/24.
- Автоматический регулятор возбуждения *AV* типа АРВ СДП1.
- Комплект контроля целостности ветвей блока вращающихся диодов (*БВД*) типа КБКИ-1200.
- Щит возбуждения – шкафы ШСВ-66, ШСВ-67.
- Панель реле возбуждения *ПРВ*.
- Комплект сопротивлений $R3 \div R11$ в цепи обмотки ротора ТГ.
- Датчики тока ротора генератора *ДТИ* – 6 шт.

Системы возбуждения

Таблица 7.1. Технические данные БВД-4000-3000

№	Наименование параметров	Значение
1	Номинальная мощность, (кВт)	4000
2	Номинальный выпрямленный ток (А)	7800
3	Номинальное выпрямленное напряжение (В)	430
4	Номинальный ток возбуждения возбудителя (А)	260
5	Выпрямленный ток при форсировке, (А)	15600
6	Количество диодов Д-105-630 в Б.В.Д., (шт.)	144
7	Количество предохранителей типа ПП-71, (шт.)	72

Системы возбуждения



Обмотка возбуждения
возбудителя (индукторная)

Обмотка якоря возбудителя
(роторная)

Разъем токопровода

Рис. 4.1. Торцевая часть генератора возбудителя в месте разъема ВГТ-2 и ВГТ-1.

Системы возбуждения

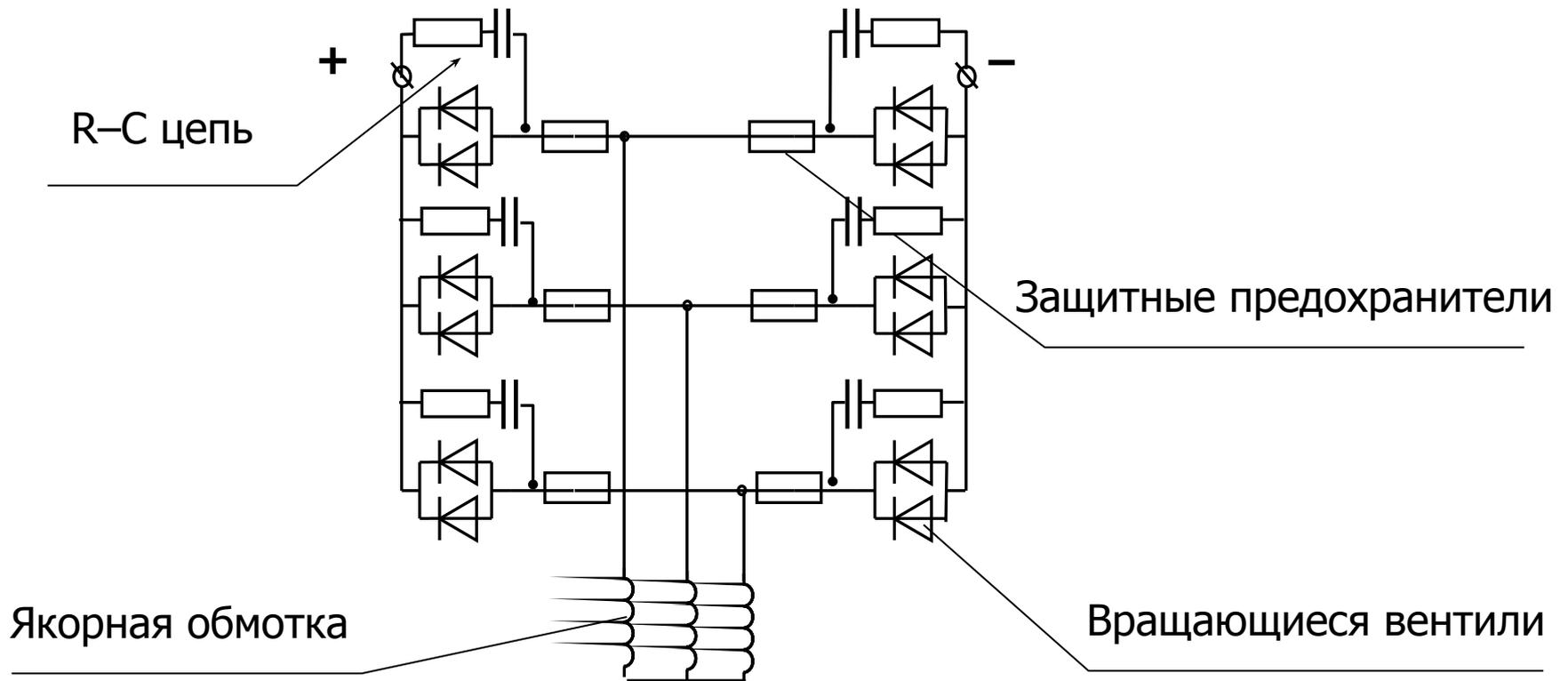


Рис.4.2. Схема одного модуля блока вращающихся диодов (вентильного кольца).

Системы возбуждения



Вращающиеся вентили

R-C цепь

Системы возбуждения



Рис. 4.4. Выпрямительный трансформатор типа ОСЗП-133/24.

Системы возбуждения

Таблица 4.2. Технические данные трансформатора ОСЗП-133.

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Номинальное напряжение сетевой обмотки, кВ	13,8 (24/)
2	Номинальное напряжение вентильной обмотки, В	220
3	Номинальная мощность, кВА	133
4	Номинальный ток вентильной обмотки, А	515
5	Частота питающей сети, Гц	50
6	Схема (группа) соединений	$Y_0/\Delta(11)$
7	Охлаждение воздушное естественное	

Системы возбуждения

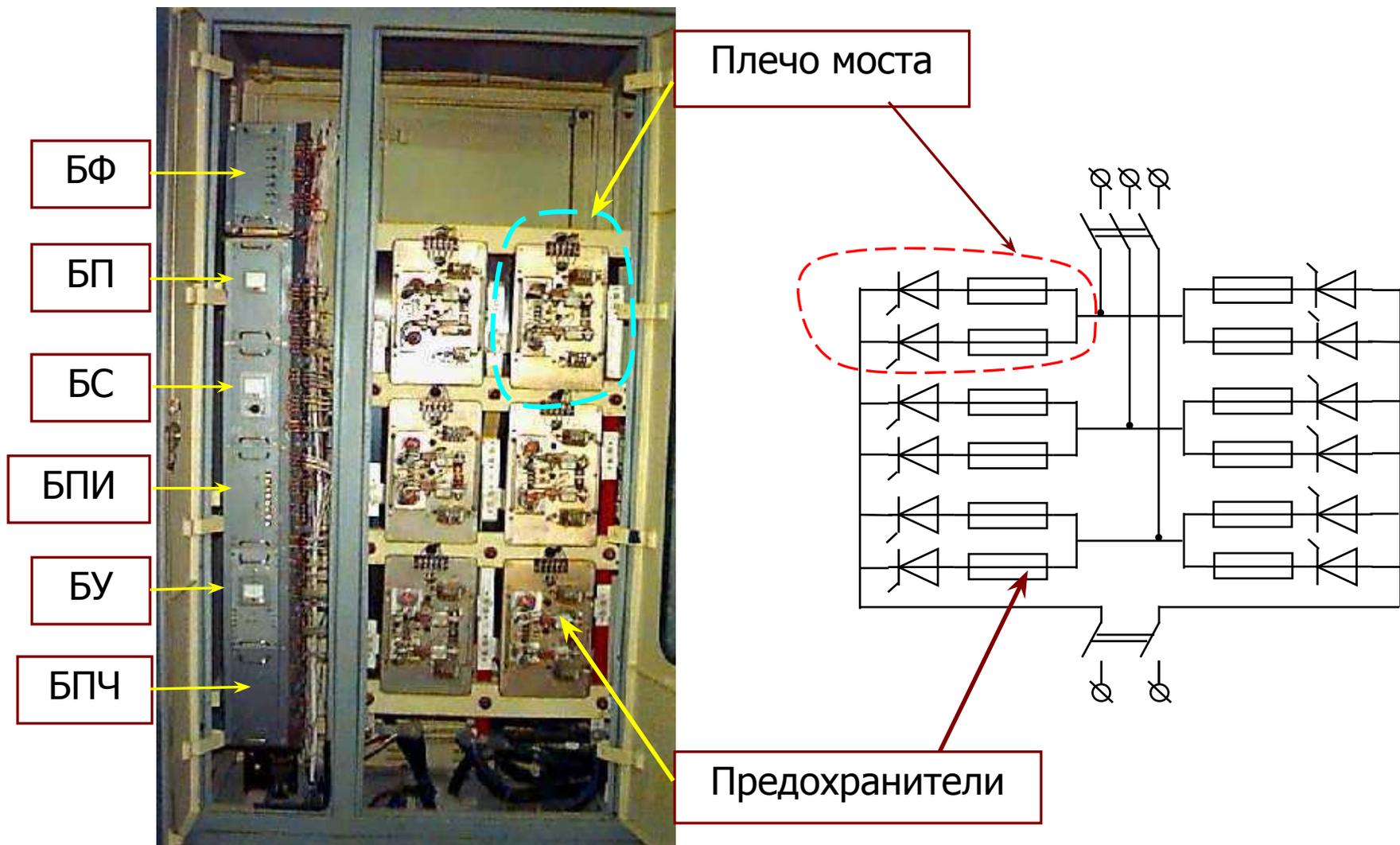


Рис. 7.10. Шкаф моста тиристорного преобразователя.

Системы возбуждения

Системы *АРВ* пропорционального действия осуществляют регулирование возбуждения по отклонению напряжения ΔU . Закон регулирования регуляторов пропорционального действия:

$$\Delta I_f = k \cdot \Delta U,$$

где: ΔI_f – изменение тока возбуждения генератора;
 k – коэффициент пропорциональности.

Системы возбуждения

Системы *АРВ* пропорционального действия осуществляют регулирование возбуждения по отклонению напряжения ΔU . Закон регулирования регуляторов пропорционального действия:

$$\Delta I_f = k \cdot \Delta U,$$

где: ΔI_f – изменение тока возбуждения генератора;
 k – коэффициент пропорциональности.

Системы возбуждения

Регуляторы сильного действия реагируют не только на отклонение напряжения ΔU , но и на скорости отклонения I_p' , U' , f' .

Закон регулирования АРВ СД:

$$\Delta I_f = k_1 \cdot \Delta U + k_2 \cdot \Delta f + k_3 \cdot U' + k_4 \cdot f' + k_5 \cdot I_p'$$

где: ΔU – разность напряжения задатчика и напряжения статора;

U' – скорость изменения (производная по времени) напряжения статора;

ΔI_f – изменение тока возбуждения, вызванное разностью напряжений ΔU ;

Δf – отклонение частоты напряжения статора;

f' – скорость изменения (производная по времени) частоты напряжения статора;

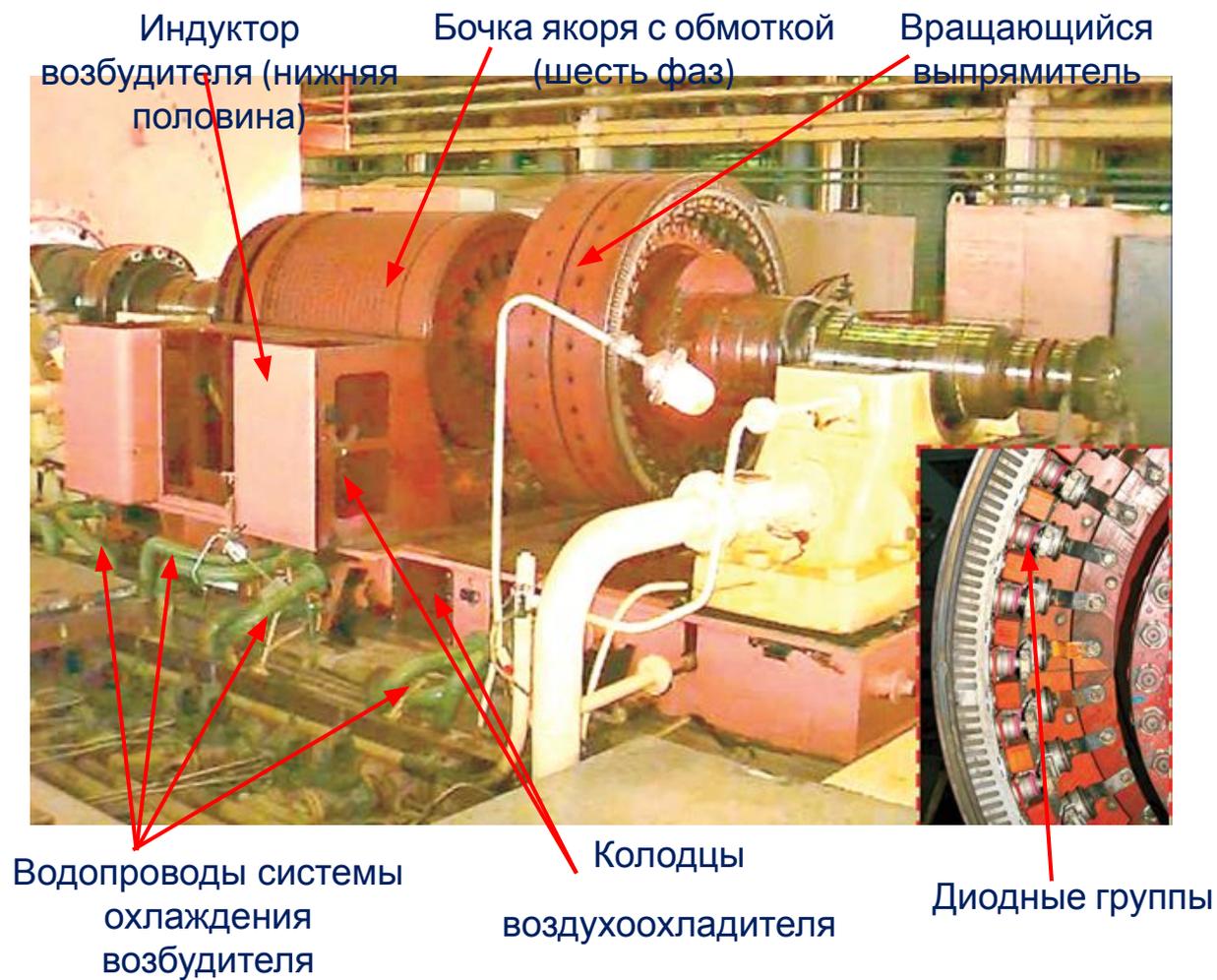
I_p' – скорость изменения (производная по времени) тока ротора;

k_i – коэффициенты пропорциональности.

Системы возбуждения

<i>Основные технические данные и характеристики возбудителя БВД-4600-1500-АУЗ</i>	
Наименование параметра	Значение
Мощность постоянного тока, кВт	4000
Напряжение (форсировка 15с), В	940
Напряжение (длительно), В	518
Ток (длительно) , А	7750
Ток ротора (расчетный) , А	7000
Ток возбуждения (длительно) , А	210
Частота вращения	1500
Напряжение возбуждения	40
Масса якоря возбудителя	26750
Полная масса возбудителя	68650
Номинальные данные охлаждающих сред возбудителя	
Температура охлаждающего воздуха, °С	от +5 до +40
Температура охлаждающей воды, °С	от +15 до +33
Температура входящего масла, °С	от +40 до +45
Допустимые значения температур отдельных частей возбудителя	
Наибольшая температура обмотки возбуждения, °С	150
Наибольшая температура корпуса роторного предохранителя, °С	120
Наибольшая температура вентиля вращающегося выпрямителя, °С	100

Системы возбуждения



Системы возбуждения

Защитный кожух соединительной муфты



Рис. 7.8. Фото оборудования системы возбуждения СБД-470-7000-2УХЛ4 турбогенератора Запорожской АЭС в сборе

Системы возбуждения

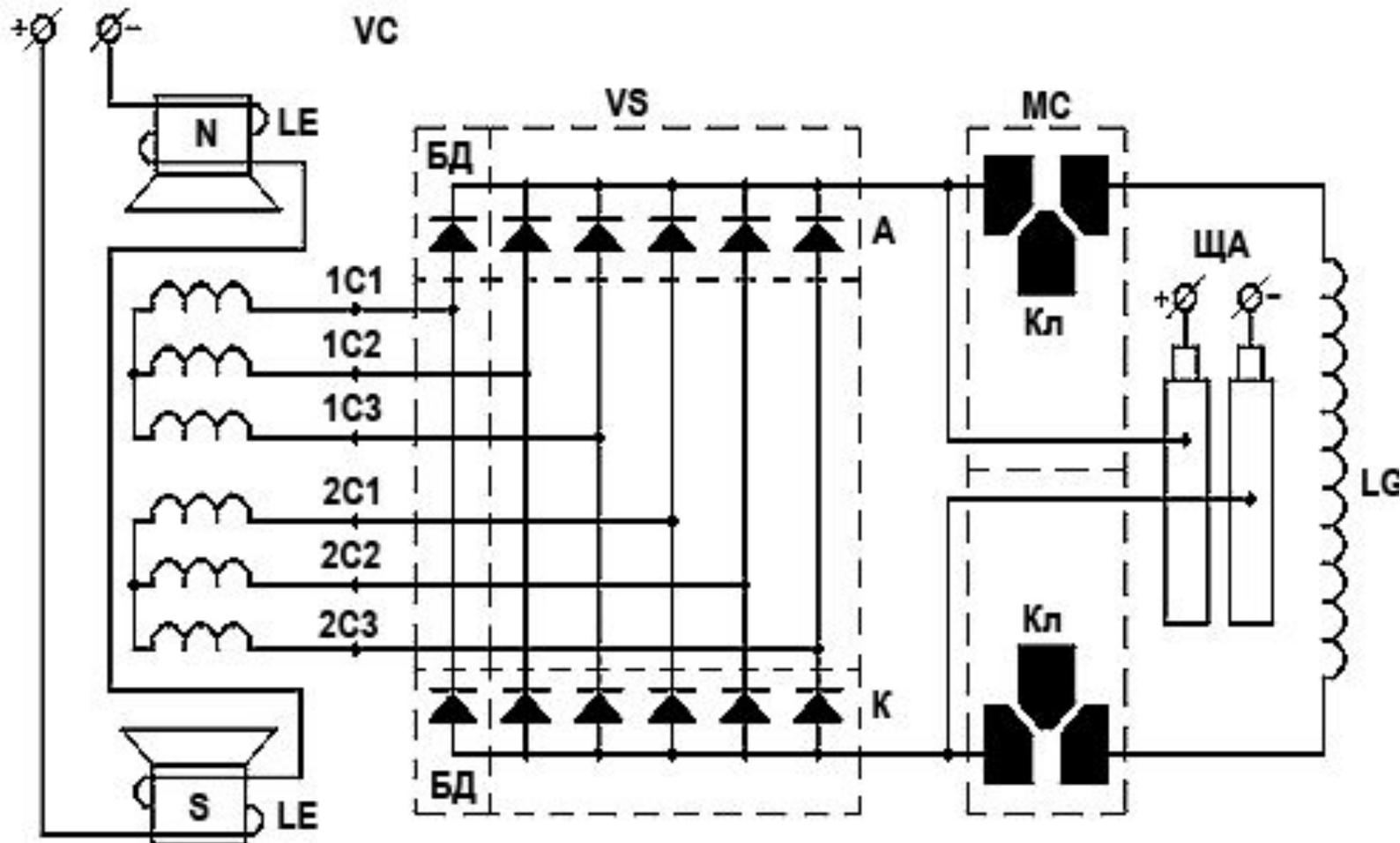


Рис. 7.10. Схема обмоток ротора с вращающимся выпрямителем

Системы возбуждения

Нижняя половина индуктора возбуждателя



Верхняя половина индуктора возбуждателя

Рис. 7.11. Фото элементов оборудования возбуждателя БВД-4600-1500УЗ в разобранном виде

Системы возбуждения



Рис. 7.11. Фото элементов оборудования возбудителя БВД-4600-1500УЗ в разобранном виде

Системы возбуждения

