



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
Институт Энергетической Электроники

*191119, Санкт-Петербург, ул. Днепропетровская, 33
Для писем: 192007, Санкт-Петербург-7, а/я 53*

**БЕСКОНТАКТНАЯ КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА
В СЕТЯХ 10/6/0,4 кВ.
Разработка и опыт эксплуатации**

2012 г.

ВВЕДЕНИЕ

Производство на современных промышленных предприятиях во многом зависит от надежности работы систем электроснабжения и распределительных устройств. Разработка и внедрение в промышленность распределительных устройств и коммутационной аппаратуры, отвечающим современным требованиям по надежности – одна из основных задач разработчиков и изготовителей этого оборудования.

ЗАО «Институт Энергетической Электроники» специализируется на разработке и изготовлении бесконтактной коммутационной аппаратуры с использованием мощных силовых тиристоров. Современные силовые тиристоры имеют ряд преимуществ, позволяющих создать компактные силовые коммутаторы для применения в распределительных устройствах 10/6/0,4 кВ:

- высокое быстродействие;
- большая коммутационная способность;
- большой срок эксплуатации.

В ЗАО «ИЭЭ» разработаны и изготавливаются следующие устройства с использованием тиристорных коммутаторов:

- тиристорное устройство автоматического ввода резерва на напряжение 10/6/0,4 кВ – ТАВР;
- тиристорное устройство автоматического переключения сети – ТАПС-0,4 кВ;
- тиристорное токоограничивающее устройство – ТОУ-6 кВ.

1. Тиристорное устройства автоматического ввода резерва – ТАВР

1.1. Устройства ТАВР-10 кВ и ТАВР-6 кВ

Как известно, существует проблема надежного электроснабжения технологических производств с непрерывным циклом работы, к которым, в частности относятся нефтеперекачивающие станции (НПС). Основным технологическим оборудованием НПС являются мощные (5000-6300 кВт) электродвигатели 6/10 кВ. Надежность работы электродвигателей в основном определяет надежность работы всей НПС.

Системы электроснабжения НПС, как правило, построены по «классической» схеме – два питающих понизительных трансформатора, распределительное устройство (РУ-6/10 кВ) с двумя секциями сборных шин и установленный между секциями шин секционный выключатель с устройством аварийного ввода резерва – (АВР). Устройства АВР в РУ-6/10 кВ выполнены на коммутационных электромеханических аппаратах (масляные, вакуумные и элегазовые выключатели) контактного типа.

При нарушении электроснабжения со стороны энергосистемы на одном из вводов РУ-6/10 кВ основной задачей является сохранение в работе электродвигателей, подключенных к секции шин потерявшей питание, т.е. переключение их на питание от исправного источника. Для сохранения в работе электродвигателей необходимо в момент аварии переключать их на исправный источник в синхронном режиме, т.е. при появлении синфазного режима напряжений между секциями шин. Электромеханические коммутационные аппараты контактного типа из-за большой инерционности не способны производить переключение в синхронном режиме.

Тиристорное устройство автоматического ввода резерва – ТАВР-10/6 кВ предназначено для установки на двухвводных распределительных промышленных подстанциях 6/10 кВ, имеющих в составе нагрузки электродвигатели. Устройство ТАВР служит для синхронизированного переключения электродвигателей с секции сборных шин, потерявшей питание, на резервную секцию сборных шин.

Основные технические характеристики ТАВР-10/6 кВ

Технические параметры	
- частота переменного тока, Гц	50
- номинальное напряжение переменного тока для 10 кВ, кВ	10
- максимальное напряжение переменного тока для 10 кВ, кВ	12
- номинальное напряжение переменного тока для 6,34 кВ, кВ	6,3
- максимальное напряжение переменного тока для 6,3 кВ, кВ	7,2
- максимальный ток (действующее значение в течение 0,1 с), кА	8,0
- ток динамической устойчивости КТ (амплитудное значение в течение 0,01 с), кА, не менее	40

- число включений ТАВР, раз, не менее 100000
- режим работы автоматический
- совместная работа с блоками релейной защиты: SPAC, SEPAM, БМРЗ
- охлаждение КТ воздушное, естественное
- тип исполнения КТ модульный, трехфазный
- питание ТАВР две сети трехфазного переменного тока 220/380 В
- мощность потребления ТАВР в режиме Работа, Вт, не более 200
- мощность потребления ТАВР в режиме Ожидание, Вт, не более 50
- назначенный срок службы, лет 20
- ТАВР предназначен для эксплуатации в климатических условиях, оговоренных ГОСТ 15150-69, исполнение УХЛ4.
- Степень защиты – IP20 по ГОСТ 14254-80.
- Атмосфера эксплуатации – типа II (промышленная) по ГОСТ 15150-69, невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли и агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих изоляцию.

Аварийные защиты ТАВР-10/6 кВ

- контроль неполнофазного включения тиристорного коммутатора;
- контроль невключения тиристорного коммутатора;
- неготовность внешней схемы к работе ТАВР-6/10 кВ;
- обрыв цепей синхронизации;
- отказ включения/отключения одного из вводных выключателей;
- отказ включения/отключения секционного выключателя;
- отказ цепей питания;
- пробой фаз(ы) тиристорного коммутатора в режиме ожидания;
- включение ТАВР-6/10 кВ на короткое замыкание.

Система регистрации в аварийный период

- регистрация токов ввода 1;
- регистрация токов ввода 2;
- регистрация токов тиристорного коммутатора ТАВР;
- регистрация напряжений ТН-1;
- регистрация напряжений ТН-2;
- регистрация отключения ввода 1;
- регистрация отключения ввода 2;
- регистрация включения ТАВР;
- регистрация включения СВ.

Визуальная световая индикация ТАВР

- сигнальная лампа режима «ТАВР ГОТОВ»;
- сигнальная лампа режима «ТАВР НЕ ГОТОВ»;
- сигнальная лампа режима «ВКЛЮЧЕНИЕ СВ ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ ВВОДА 1 ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ ВВОДА 2 ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ 3В ОТ ТАВР».

Органы управления ТАВР

- переключатель режима работы АВР/ТАВР;
- переключатель режима возврата – РУЧНОЙ/АВТОМАТ;
- кнопка «СБРОС».

Состав и конструкция

Устройство ТАВР-6/10 кВ состоит из двух частей – трехфазного тиристорного коммутатора и модуля управления.

Тиристорный коммутатор ТАВР-10/6 кВ

Основой устройства ТАВР-10/6 кВ служит мощный трехфазный тиристорный коммутатор на напряжение 6,3 кВ или 10 кВ. Тиристорный коммутатор ТАВР в РУ-6/10 кВ устанавливается параллельно штатному секционному выключателю АВР. Коммутируемая мощность позволяет переключать группу электродвигателей с суммарной мощностью до 25 000 кВт. Тиристорный коммутатор включает в свой состав блоки управления тиристорами и цепи защиты тиристорov от перенапряжений. ТК образован тремя однофазными силовыми тиристорными модулями, каждый из которых для работы в цепях переменного тока 6/10 кВ собран на встречно-параллельно включенных тиристорных столбах (биполярная схема включения). Количество последовательно включенных тиристорov выбирается в соответствии с рабочим напряжением РУ и типом установленных тиристорov. Тиристорный коммутатор монтируется на выкатном элементе шкафа комплектного распределительного устройства РУ-6/10 кВ.

Модуль управления ТАВР-10/6 кВ

Модуль управления ТАВР построен на контроллерах и отвечает современным требованиям по надежности и сервисному обслуживанию. Контроллер основной логики имеет встроенное жидкокристаллическое табло, на котором отражаются все параметры работы ТАВР и коммутационных аппаратов в распредустройстве. Параметры уставок датчиков напряжения и токов можно менять непосредственно с клавиатуры контроллера основной логики после ввода разрешительного кода. Модуль управления имеет встроенную тестовую программу проверки исправности устройства ТАВР без вывода его из работы и встроенный электронный регистратор работы ТАВР в аварийный период. Регистратор фиксирует токи вводных выключателей, токи через тиристорный коммутатор, напряжения на секциях сборных шин и работу коммутационной аппаратуры РУ в аварийный период. Для снятия информации с регистратора устройства на переносной компьютер используется стандартный порт USB. В модуле управления может быть установлен преобразователь стандартного интерфейса протокола Modbus RTU для передачи информации в локальную сеть предприятия. Монтаж МУ производится в релейном шкафу ячейки ТАВР. Питание модуля управления ТАВР производится от двух источников с

параметрическим переключением на неповрежденный источник при нарушении электроснабжения на одном из вводов РУ-6/10 кВ.

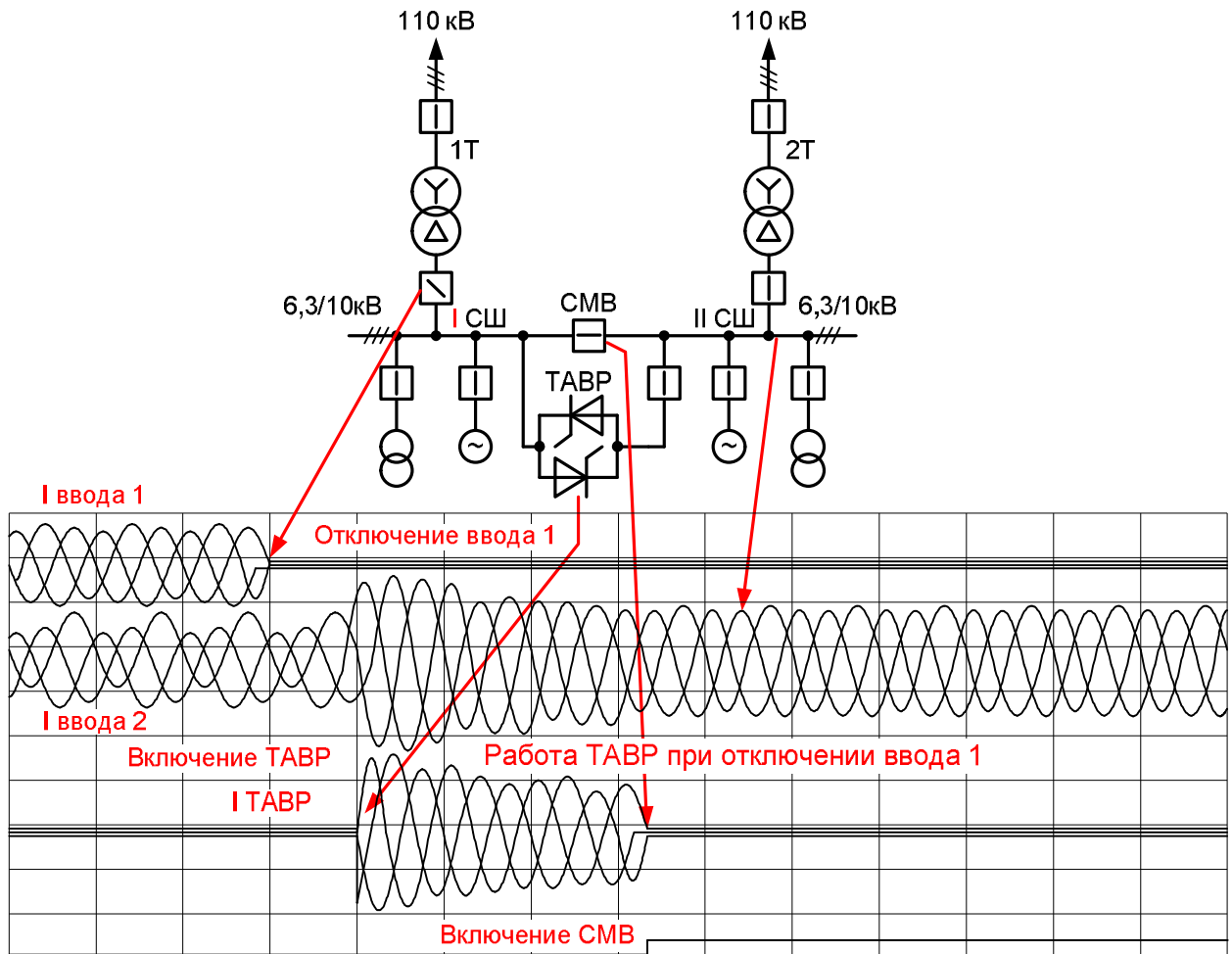


Рисунок 1.

Типовая схема включения TAPR в состав ЗРУ-10/6 кВ

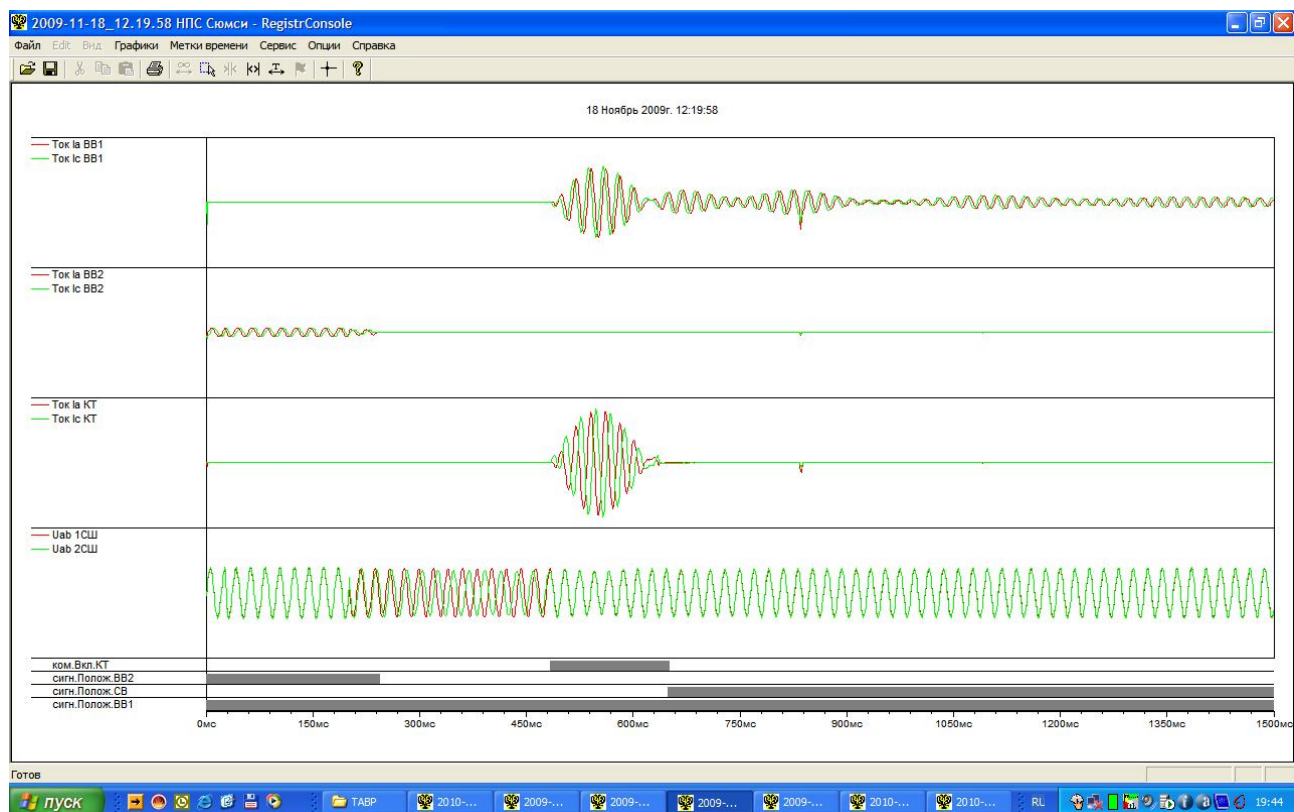


Рисунок 2
Осциллограммы работы устройства ТАВР на НПС «Сюмси»



Рисунок 3
Модуль управления ТАВР-10/6 кВ



Рисунок 4

Трехфазный тиристорный коммутатор ТАВР-10 кВ

1.2. Устройство ТАВР-0,4 кВ

Тиристорные устройства автоматического ввода резерва (ТАВР-0,4 кВ) предназначены для повышения устойчивости работы электродвигателей технологических производств с непрерывным циклом работы при возникновении аварийных перерывов и посадок питающих напряжений на вводах подстанции. ТАВР устанавливается на двувводных промышленных трансформаторных подстанциях 6/10 кВ/0,4 кВ.

Работа ТАВР основана на включении трехфазного тиристорного выключателя, установленного параллельно штатному секционному выключателю, в момент аварийного нарушения электроснабжения со стороны одного из вводов РУ-0,4 кВ.

При восстановлении питания со стороны поврежденного ввода производится автоматическое отключение секционного выключателя и включение соответствующего вводного выключателя.

Устройство ТАВР-0,4 кВ разработано для установки в составе трансформаторных подстанций с установленной мощностью трансформаторов от 630 кВА до 2500 кВА.

Для внутризаводских РУ-0,4 кВ ТАВР-0,4 кВ выполняется в виде отдельных конструктивов, которые устанавливаются рядом с панелью секционного выключателя. Для комплектных трансформаторных подстанций ТАВР устанавливается непосредственно внутри шкафа секционного выключателя. В зависимости от коммутируемой мощности тиристорный коммутатор имеет разные габариты.

Основные технические характеристики ТАВР-0,4 кВ

Технические параметры

- | | |
|--|---------|
| - номинальное значение трехфазного напряжения переменного тока частоты 50 Гц (действующее значение) | 380 В |
| - максимальное значение трехфазного напряжения переменного тока частоты 50 Гц (амплитудное значение) | 590 В |
| - номинальное значение тока главной цепи | 2500 А; |
| - допустимая амплитуда ударного тока в течение 0,02 с, не более | 45000 А |
| - ток термической стойкости в течение 0,2 с, не более | 25000 А |
| - мощность потребления, не более | 100 Вт |
| - число коммутаций, не менее | 100 000 |
| - средняя наработка на отказ, не менее | 20000 ч |
| - назначенный срок службы, лет | 10 |
- ТАВР предназначен для эксплуатации в климатических условиях, оговоренных ГОСТ 15150-69, исполнение УХЛ4.
- Степень защиты – IP20 по ГОСТ 14254-80.
- Атмосфера эксплуатации – типа II (промышленная) по ГОСТ 15150-69, невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли и агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих изоляцию.

Аварийные защиты ТАВР-0,4 кВ

- контроль неполнофазного включения тиристорного коммутатора;
- контроль невключения тиристорного коммутатора;
- неготовность внешней схемы к работе ТАВР-0,4 кВ;
- обрыв цепей синхронизации;
- отказ включения/отключения одного из вводных выключателей;
- отказ включения/отключения секционного выключателя;
- отказ цепей питания;
- пробой фаз(ы) тиристорного коммутатора в режиме ожидания;
- включение ТАВР-0,4 кВ на короткое замыкание.

Система регистрации в аварийный период

- регистрация токов ввода 1;
- регистрация токов ввода 2;

- регистрация токов тиристорного коммутатора ТАВР;
- регистрация напряжений ТН-1;
- регистрация напряжений ТН-2;
- регистрация отключения ввода 1;
- регистрация отключения ввода 2;
- регистрация включения ТАВР;
- регистрация включения СВ.

Визуальная световая индикация ТАВР

- сигнальная лампа режима «ТАВР ГОТОВ»;
- сигнальная лампа режима «ТАВР НЕ ГОТОВ»;
- сигнальная лампа режима «ВКЛЮЧЕНИЕ СВ ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ ВВОДА 1 ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ ВВОДА 2 ОТ ТАВР»;
- сигнальная лампа режима «ОТКЛЮЧЕНИЕ ЗВ ОТ ТАВР».

Органы управления ТАВР

- переключатель режима работы АВР/ТАВР;
- переключатель режима возврата – РУЧНОЙ/АВТОМАТ;
- кнопка «СБРОС».

Состав и конструкция

Устройство ТАВР-0,4 кВ состоит из двух частей – трехфазного тиристорного коммутатора и модуля управления.

Основой устройства ТАВР служит мощный трехфазный тиристорный коммутатор на напряжение 0,4 кВ. Тиристорный коммутатор ТАВР в РУ-0,4 кВ устанавливается параллельно штатному секционному выключателю АВР. Тиристорный коммутатор включает в свой состав блоки управления тиристорами. ТК образован тремя однофазными силовыми тиристорными модулями, каждый из которых для работы в цепях переменного тока собран на встречно-параллельно включенных тиристорах (биполярная схема включения). Каждый модуль включает в свой состав цепи управления тиристорами.

Модуль управления ТАВР-0,4 кВ

Модуль управления ТАВР построен на контроллерах и отвечает современным требованиям по надежности и сервисному обслуживанию. Контроллер основной логики имеет встроенное жидкокристаллическое табло, на котором отражаются все параметры работы ТАВР и коммутационных аппаратов в распредустройстве. Параметры уставок датчиков напряжения и токов можно менять непосредственно с клавиатуры контроллера основной логики после ввода разрешительного кода. Модуль управления имеет встроенную тестовую программу проверки исправности устройства ТАВР без вывода его из работы и встроенный электронный регистратор работы ТАВР в аварийный период. Регистратор фиксирует токи вводных выключателей, токи через

тиристорный коммутатор, напряжения на секциях сборных шин и работу коммутационной аппаратуры РУ в аварийный период. Для снятия информации с регистратора устройства на переносной компьютер используется стандартный порт USB. В модуле управления может быть установлен преобразователь стандартного интерфейса протокола Modbus RTU для передачи информации в локальную сеть предприятия.



Рисунок 5

Тиристорный коммутатор ТАВР-0,4 кВ на ток до 1000 А

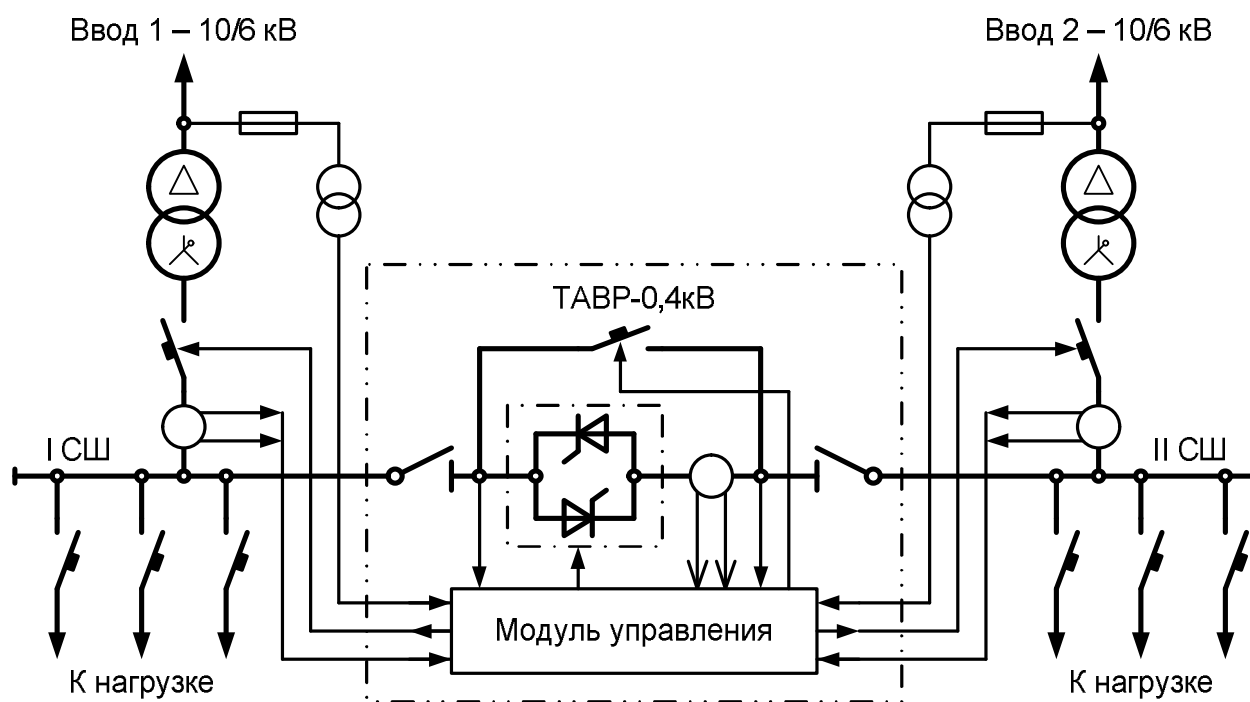


Рисунок 6
Типовая схема включения ТАВР в состав РУ-0,4 кВ



Рисунок 7
Модуль управления ТАВР-0,4 кВ

2. Тиристорное устройство автоматического переключения сети – ТАПС-0.4 кВ

Устройство ТАПС предназначено для питания ответственных потребителей 0,4 кВ, не терпящих перерывов в электроснабжении. Максимальное время перерыва питания не превышает 0,004 с. Это достигается использованию двух источников питания (вводов) и тиристорной коммутацией между вводами при перерывах в электроснабжении.

НОМЕНКЛАТУРА ТАПС-0.4 кВ

Устройства ТАПС-0,4 кВ выпускаются на следующие токи:

- ТАПС-0,4 кВ-800 А
- ТАПС-0,4 кВ-500 А
- ТАПС-0,4 кВ-250 А
- ТАПС-0,4 кВ-100 А
- ТАПС-0,4 кВ-50 А

- Примечание 1. Устройства ТАПС могут изготавливаться на любые токи в диапазоне от 50 А до 800 А.
2. Устройства ТАПС могут изготавливаться в однофазном варианте на тот же диапазон токов.
3. Устройства ТАПС могут изготавливаться с питанием от трех вводов ~ 380 В.

Основные технические параметры

№ п/п	Параметры	ТАПС -50 А	ТАПС -100 А	ТАПС -250 А	ТАПС -500 А	ТАПС -800 А
1.	Номинальное напряжение главной цепи, кВ	0,4				
2.	Номинальный ток главной цепи, А	50	100	250	500	800
3.	Предельно-допустимый коммутируемый ток главной цепи, длительностью 8 с, А	250	700	1 150	2 300	2 300
4.	Предельно-допустимый коммутируемый ток главной цепи, длительностью 0,01 с, кА	3,0	10,0	12,0	18,0	20,0
5.	Время переключения на резервный источник, с, не более	0,004				
6.	Охлаждение	естественное, воздушное				
7.	Средняя наработка на отказ, часов, не менее	20 000				

8.	Режим работы	длительный, автоматический				
9.	Обслуживание	одностороннее				
10.	Подвод силовых кабелей	*	снизу шкафа			
11.	Габаритные размеры	*				
	Высота шкафа, мм		2000	2000	2000	2000
	Ширина шкафа, мм		800	1400	1400	1600
	Глубина шкафа, мм		600	600	600	600
12.	Условия эксплуатации	в соответствии с ГОСТ151-50, климатического исполнения «У», категория «З», при нижнем значении температуры не ниже 0° С и при верхнем значении температуры не выше + 50° С				

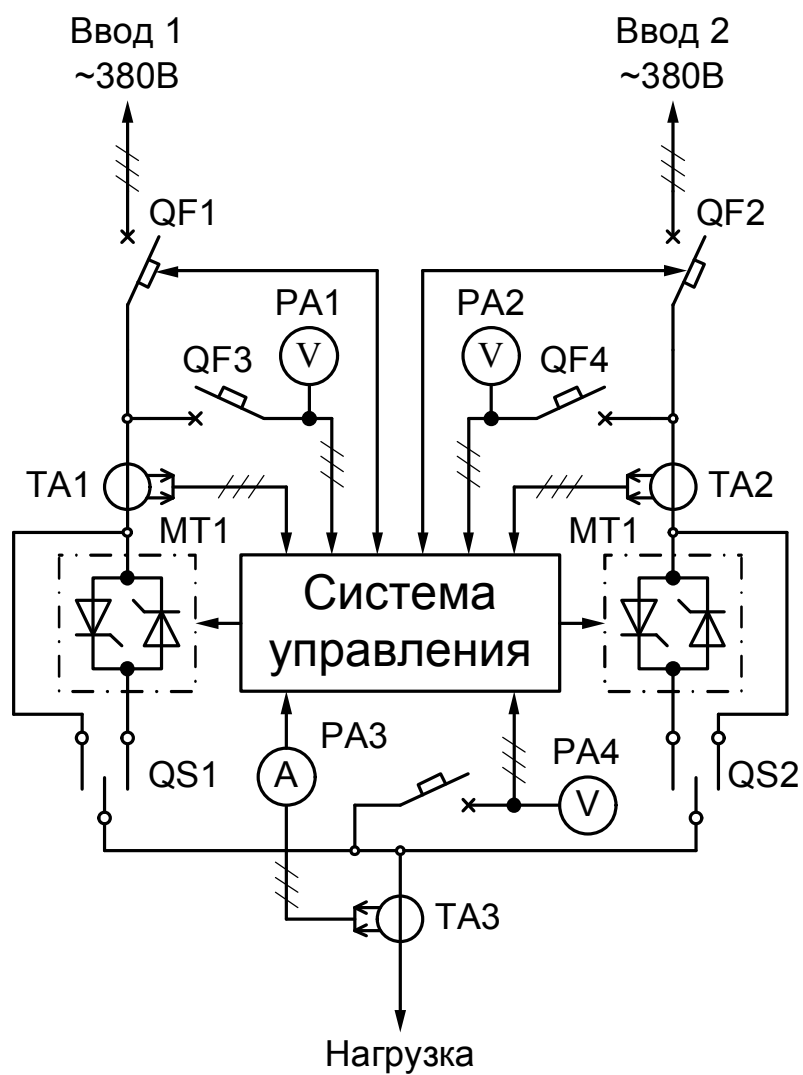


Рисунок 8
Структурная схема ТАФС-0,4 кВ

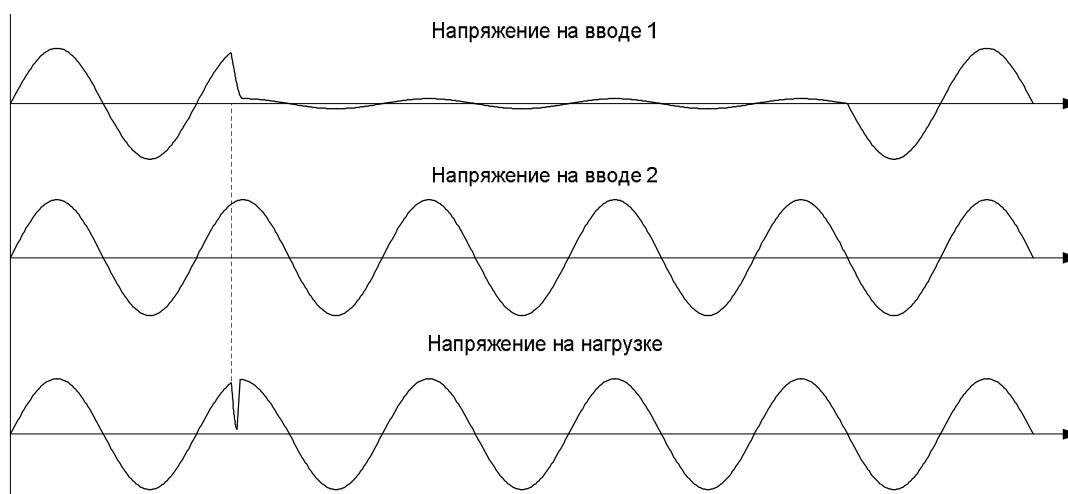


Рисунок 8
Эпюры напряжений на вводах и выходе ТАФС-0,4 кВ

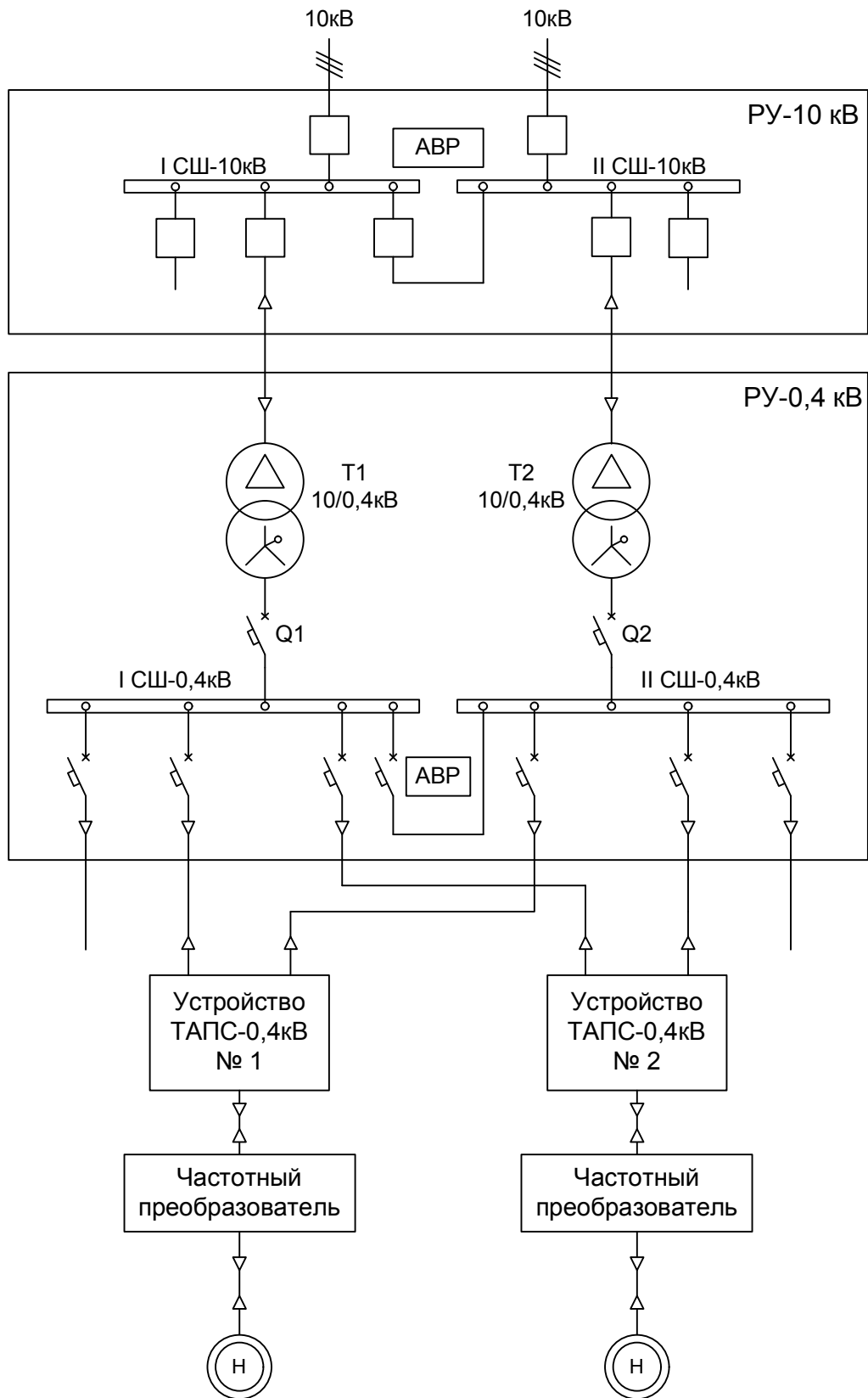


Рисунок 9
 Схема электроснабжения ответственных потребителей с устройствами ТАПС-0,4 кВ



Рисунок 10
ТАПС-0,4 кВ-250 А

3. Тиристорное токоограничивающее устройство – ТОУ-6 кВ

Надежность систем электроснабжения промышленных предприятий и электрических сетей среднего класса напряжения 6/10 кВ больших городов в основном зависит от устойчивой работы кабельных сетей и коммутационного оборудования. Повышения надежности работы систем электроснабжения 6/10 кВ имеют первостепенное значение.

Генеральным директором ЗАО «ИЭЭ» Г.М. Рубашевым была выдвинута идея создания управляемого тиристорного токоограничивающего устройства шунтового типа (ТОУ), на основании которой были разработаны ТОУ для применения на промышленных подстанциях переменного тока среднего класса напряжения 6 кВ. Основной задачей при разработке ТОУ было повышение надежности работы коммутационного оборудования за счет снижения токов короткого замыкания через аварийное присоединение. Разработка управляемого бесконтактного тиристорного коммутатора большой мощности позволила создать эффективную систему токоограничения.

Установка ТОУ на подстанциях среднего класса напряжения позволяет исключить токоограничивающие реакторы из схемы электроснабжения. Отказ от применения реакторов на мощных подстанциях приводит к значительной экономии электроэнергии, что сокращает срок окупаемости капитальных затрат при установке ТОУ.

В ИЭЭ было разработано устройство ТОУ предназначенное и для городских электрических сетей. На распределительных п/ст «Западная» и «Балатовская» Пермских ГЭС были установлены системы ограничения аварийных токов на базе ТОУ. Проведенные всесторонние реальные испытания систем показали их работоспособность во всех режимах ограничения аварийных токов короткого замыкания. На п/ст «Западная» ТОУ находится в эксплуатации с мая 1999 года, неоднократная работа ТОУ при ликвидации коротких замыканий на отходящих фидерах показала высокую надежность его работы.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТОУ

При возникновении контура короткого замыкания на одном из отходящих фидеров подстанции, ток КЗ от системы электроснабжения и электродвигателей подпитки (при их наличии) поступает через выключатель неисправного присоединения к точке КЗ. Величина тока КЗ ограничивается мощностью системы электроснабжения, реактивностью понижающего трансформатора, реактора (при его наличии) и сопротивлением кабеля до точки КЗ. При возникновении КЗ, через все элементы схемы электроснабжения распространяется апериодическая ударная волна тока КЗ, которая в предельных случаях может достигать значения 2,55 от установившегося значения тока КЗ. Если в нагрузке на других фидерах имеются электродвигатели, то они обеспечивают дополни-

тельную подпитку точки КЗ, величина которой зависит от установленной мощности электродвигателей и их типа. Кабельные сети 6/10 кВ при КЗ также подвергаются дополнительному термическому и динамическому воздействию, особенно места муфтовых соединений, что снижает их эксплуатационную надежность.

Установка ТОУ на подстанции существенно образом изменяет характер процесса аварийного тока КЗ неисправного присоединения. ТОУ представляет собой мощный бесконтактный коммутатор переменного тока, последовательно с которым установлен активный резистор. Величина резистора определяется мощностью питающего трансформатора и степенью токоограничения. ТОУ подключается параллельно каждой секции сборных шин 6/10 кВ на подстанции. Включение ТОУ во время существования аварийного режима КЗ образует искусственный контур короткого замыкания, подключенный параллельно реальному контуру КЗ. При этом происходит перераспределение тока КЗ от питающего трансформатора между контуром реального КЗ и контуром включенного ТОУ. Характер токоперераспределения зависит от точки удаления реального КЗ от секции сборных шин подстанции. Образование с помощью ТОУ контура искусственного КЗ, параллельного контуру естественного КЗ, существенно влияет на величину ударной волны тока КЗ. На приведенных ниже осциллограммах работы ТОУ в условиях реального КЗ видно, что апериодическая составляющая ударной волны тока даже ниже установившегося значения тока КЗ. Система токоограничения на основе ТОУ увеличивает коммутационную способность фидерных выключателей не менее чем в три раза.

Алгоритм работы ТОУ позволяет его работу в сетях произвольной конфигурации с несколькими степенями селективности. Установка в системе токоограничения на основе ТОУ быстродействующих датчиков тока на отходящих фидерах позволяет отключать неисправный фидер раньше срабатывания штатной релейной защиты.

Состав системы токоограничения на основе ТОУ

Установка на подстанции ТОУ и дополнительных узлов и блоков, входящих в его состав, образуют систему токоограничения, охватывающую все отходящие присоединения, вводные и секционный выключатели. Система токоограничения работает в автоматическом режиме, имеет выходы на систему телесигнализации. В состав комплекта ТОУ входят следующие устройства:

- силовой шкаф ТОУ с токоограничивающими резисторами, защитным вакуумным выключателем на 1600 А, трансформаторами тока ТОУ и разъединителем;
- шкаф системы управления с микроконтроллером управления ТОУ, аккумуляторной батареей гарантированного питания и блоком подзаря-

да батареи, исполнительными реле управления внешней схемой и другими вспомогательными устройствами;

- датчики аварийного тока, устанавливаемые на каждом присоединении и вводных выключателях. Датчик аварийного тока выполнен в виде отдельного блока с клеммным соединителем и устанавливается в релейном отсеке ячейки выключателя каждого фидера. На рисунке 11 представлена структурная схема ТОО в составе двухсекционной распределительной подстанции.

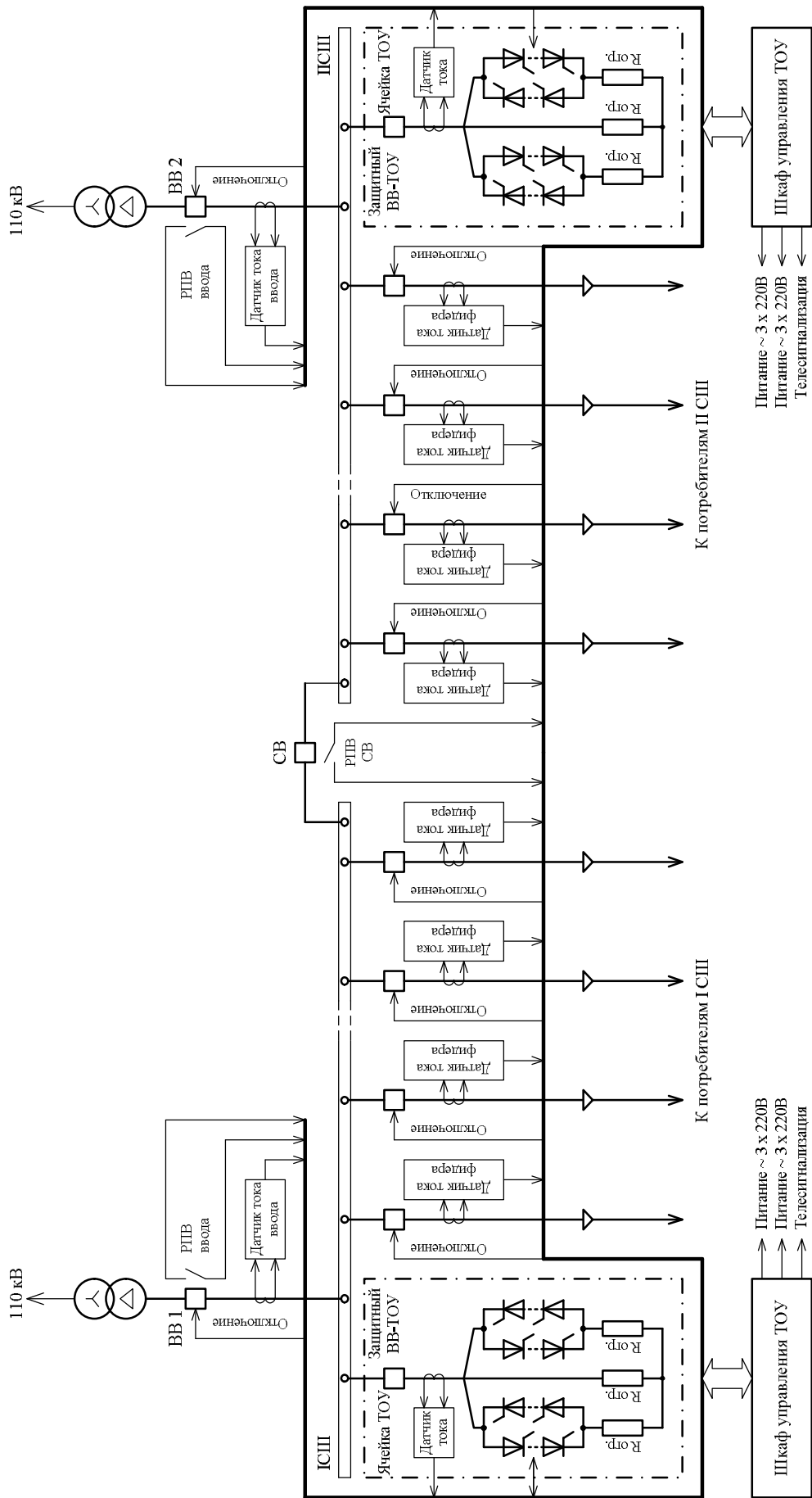


Рисунок 11

Структурная схема ТОУ в составе промышленной подстанции

Примечания:

1. схема подстанции показана условно;
2. силовая схема ТОУ показана условно;
3. шкаф управления ТОУ показан условно.

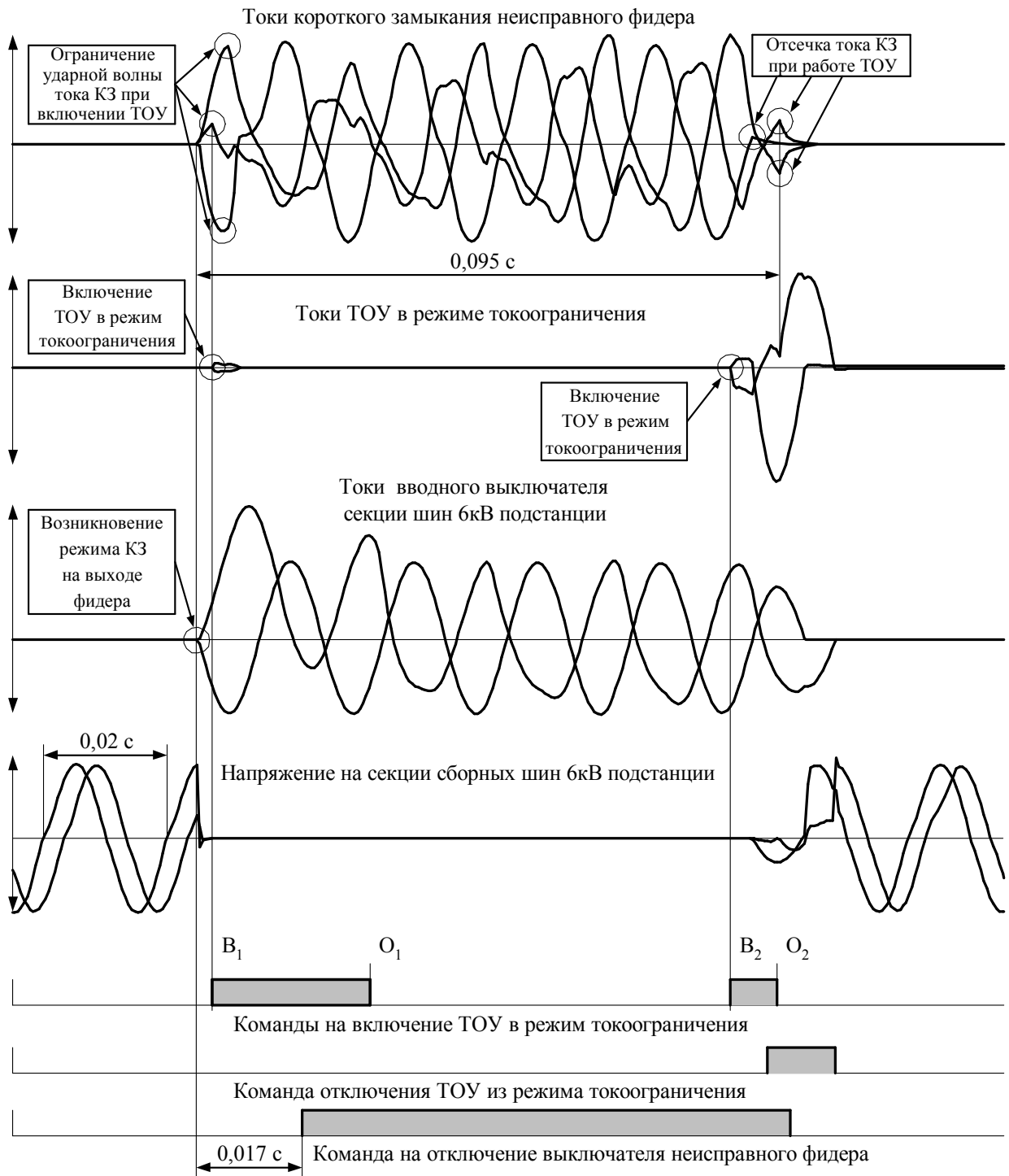


Рисунок 12 – Эпюры осциллограмм при работе ТОУ в режиме токоограничения и коротком замыкании вблизи секции сборных шин подстанции

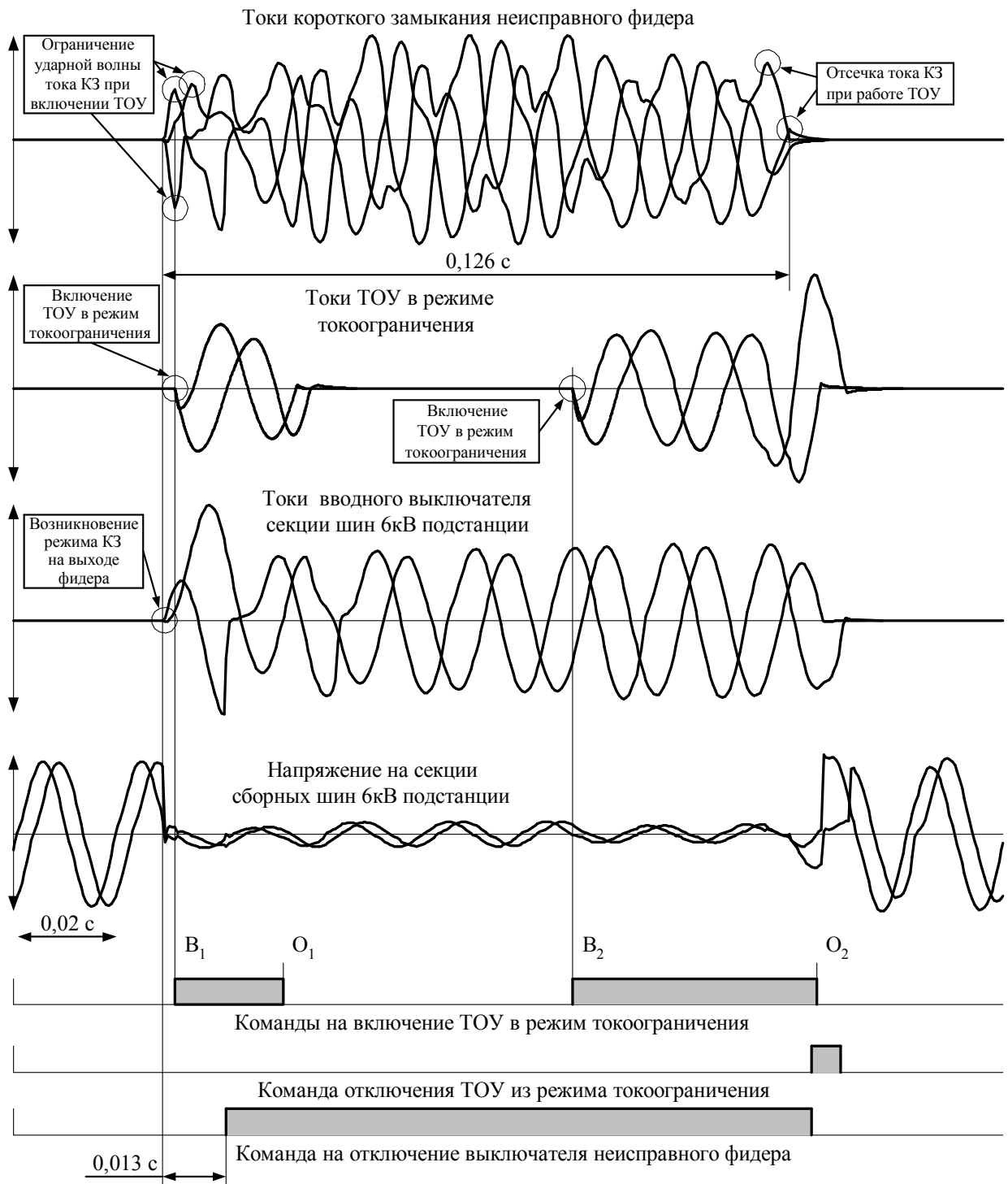


Рисунок 13 – Эпюры осциллограмм при работе ТОУ в режиме токоограничения и коротком замыкании, удаленном от секции сборных шин 6,3 кВ подстанции



Рисунок 14
Силовой шкаф ТУУ

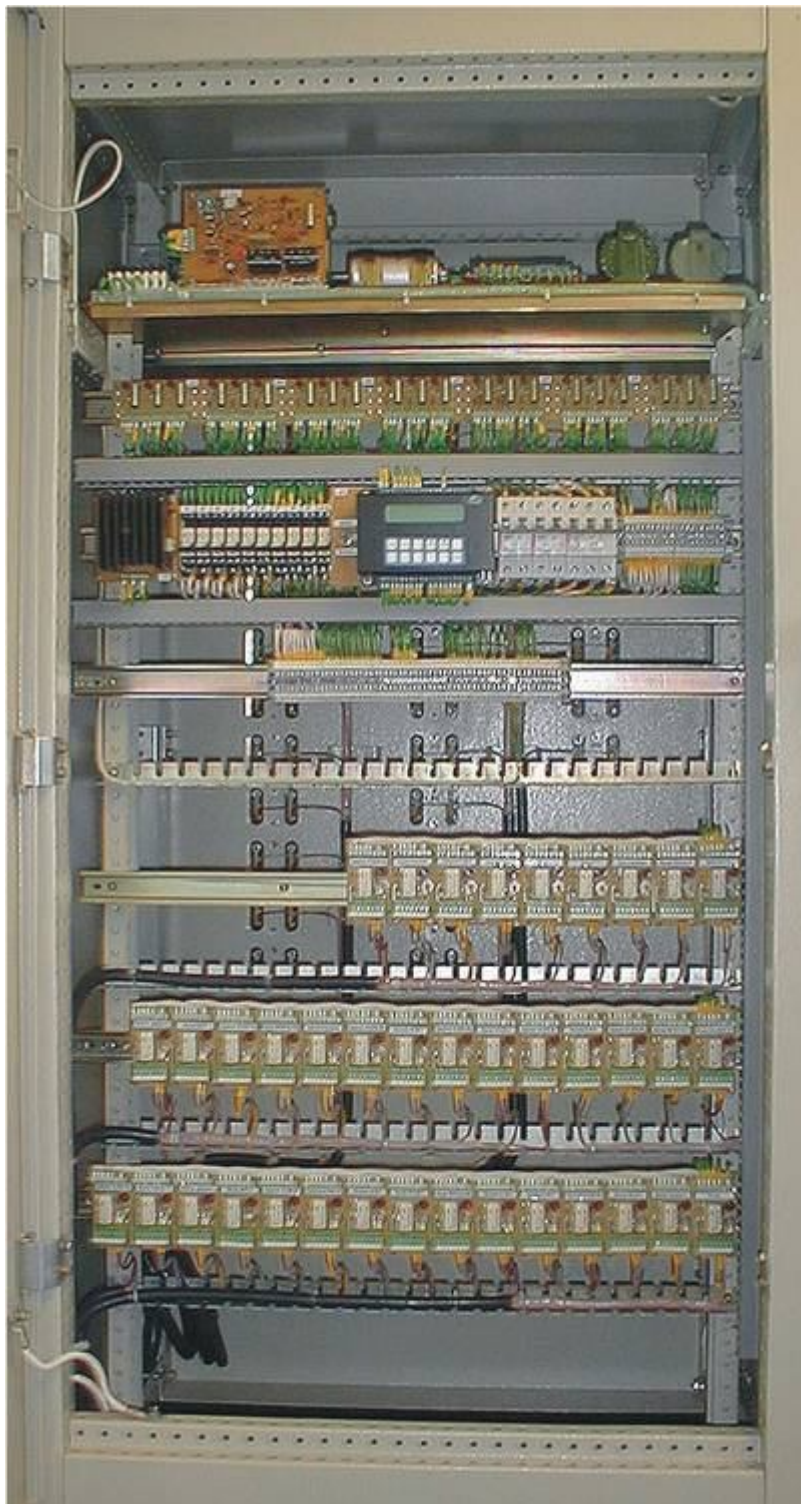


Рисунок 15
Шкаф системы управления ТОУ

4. Опыт эксплуатации силовой бесконтактной коммутационной аппаратуры в промышленности

В ЗАО «ИЭЭ» накоплен большой опыт эксплуатации устройств ТАВР, ТАПС и ТОУ. Случаи отказов можно разделить на несколько разделов:

- неправильная эксплуатация устройств;
- выходы из строя электрорадиоэлементов, входящих в состав ТАВР;
- выход из строя силовых тиристоров;
- отказ оборудования в ЗРУ-6/10 кВ и РУ-0,4 кВ.

Отказы ТАВР по вине эксплуатации происходят вначале эксплуатации из-за несоблюдения оперативным персоналом правил эксплуатации. Выходы из строя электрорадиоэлементов, наоборот происходят с увеличением срока эксплуатации. Отказ оборудования в ЗРУ-6/10 кВ в основном связаны с отказами вводных и секционных выключателей. Силовые тиристорные коммутаторы, как правило, выходят из строя во время грозových перенапряжений и часто сопровождаются выходом из строя другого оборудования в ЗРУ-6/10 кВ (ограничители перенапряжений, проходные изоляторы и др.). В ЗАО «ИЭЭ» непрерывно ведется работа по повышению надежности устройств ТАВР. Ежегодное техническое обслуживание устройств, проводимое силами ИЭЭ, повышает надежность их работы.

5. Перспективы развития бесконтактной коммутационной аппаратуры для сетей 10/6/0,4 кВ

Разработанные в ЗАО «ИЭЭ» бесконтактные коммутационные аппараты типа ТАВР предназначены для работы в аварийный период нарушения электроснабжения. Эти аппараты работают в «холодном» режиме ожидания аварии и не способны в течение длительного времени находиться под током.

Разработка тиристорных коммутаторов предназначенных для постоянной работы под током позволит применить их в качестве вводных аппаратов в ЗРУ-10/6 кВ. При этом у таких распределительных устройств появляются новые свойства, позволяющие производить переключение нагрузки при авариях на одном из вводов со стороны энергосистемы, с поврежденной секции на резервную за время не более 0,005 с. Это, как следствие, влечет за собой повышение надежности работы электродвигательной нагрузки и увеличение надежности самих электродвигателей за счет уменьшения токов в переходной период.

Разработка таких аппаратов на наш взгляд должна проводиться совместно разработчиками бесконтактной аппаратуры и изготовителями распределительных устройств. При этом требуется разработать ряд тиристорных коммутаторов на разные мощности и новые ячейки КРУ, предназначенные для этих аппаратов.

Система токоограничения на базе ТОУ позволяет разработать распределительное устройство 10/6 кВ с отходящими выключателями малой мощности или вакуумными контакторами. Эти работы также требуют тесного сотрудничества между разработчиками и изготовителями тиристорных коммутаторов и распределительных устройств.