

# Электрические станции и подстанции

Направление подготовки бакалавров  
13.03.02 «Электроэнергетика и  
электротехника»  
2016 г.

# Лекция № 4

## **РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НАПРЯЖЕНИЕМ 6 – 220 КВ**

# Основные элементы распределительных устройств

Распределительные устройства всех напряжений, осуществляющие прием и распределение электрической энергии, выполняются со сборными шинами.

Распределительные устройства ВН трансформаторных подстанций, предназначенные только для приема электрической энергии (без ее распределения), выполняются без сборных шин по оболочным, мостиковым и другим схемам.

Распределительное устройство со сборными шинами состоит из сборных шин, к которым через ответвительные шины подключаются различные присоединения:

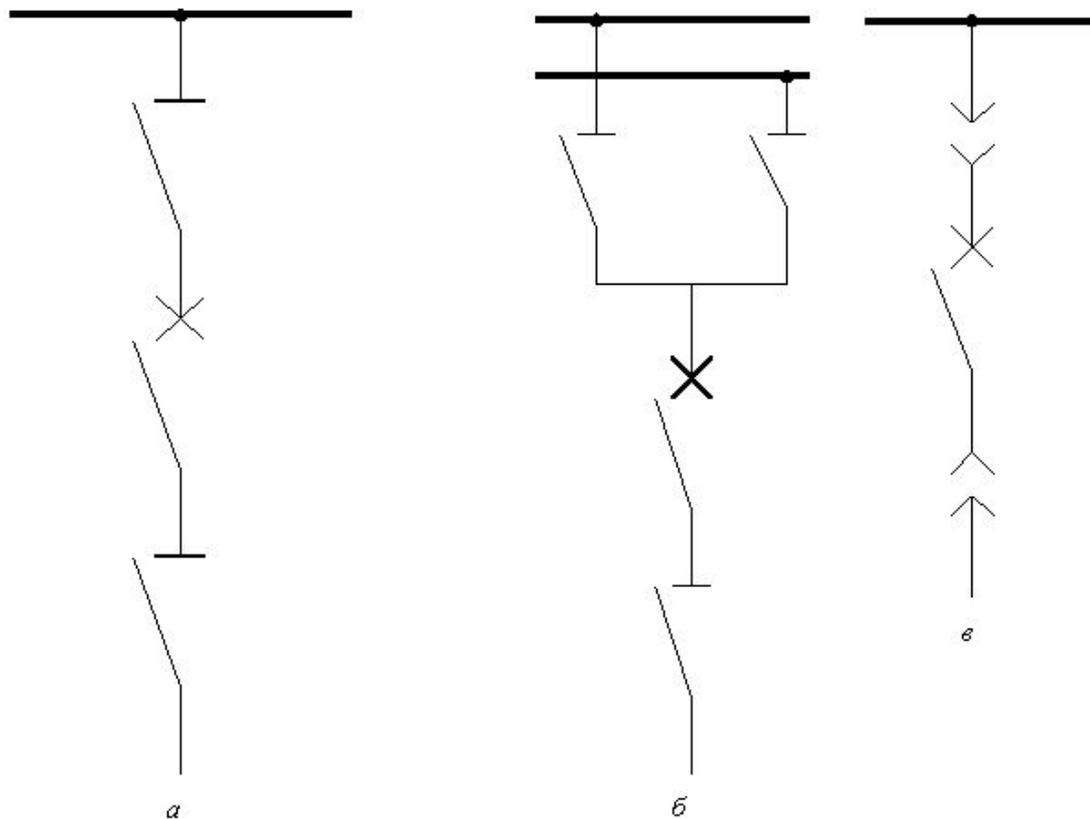
- питающие линии (ввод);
- отходящие линии;
- секционирование;
- трансформаторы напряжения;
- трансформаторы для собственного обслуживания;
- заземляющие разъединители сборных шин и др.

*Сборными шинами* называются короткие участки шин жесткой или гибкой конструкции, обладающие малым электрическим сопротивлением, предназначенные для подключения присоединений.

По своему назначению сборные шины делятся на *рабочие, резервные и обходные*.

*Рабочая система* шин в нормальном режиме находится под напряжением и осуществляет питание всех подключенных к ней присоединений. *Резервная система* шин служит для питания присоединений подстанции в случае ремонта или ревизии рабочей системы шин. В нормальном режиме резервная система шин находится не под напряжением. Обходная система шин применяется при повышенных требованиях к надежности электроснабжения и позволяет осуществлять контроль и ремонт любого коммутационного аппарата без отключения потребителей. В нормальном режиме обходная система шин не под напряжением.

На всех присоединениях на участках от сборных шин до выключателей, предохранителей, трансформаторов напряжения и т.п., а также на участках, где возможна подача напряжения от других источников напряжения, обязательно устанавливаются *разъединители*, обеспечивающие видимый разрыв цепи. Указанное требование не распространяется на шкафы КРУ и КРУН. С выкатными тележками, высокочастотные заградители и конденсаторы связи, трансформаторы напряжения, устанавливаемые на отходящих линиях, разрядники, устанавливаемые на вводах трансформаторов и на отходящих линиях.



Присоединения выключателей к сборным шинам:  
*a* – с одной системой шин; *б* – с двумя системами шин; *в* – с одной системой шин выкатного исполнения

В распределительных устройствах обязательно предусматриваются стационарные заземляющие ножи, обеспечивающие заземление аппаратов и ошиновки без применения переносных заземлителей. Распределительные устройства должны быть оборудованы оперативной блокировкой, исключающей ошибочные действия с разъединителями, выключателями, заземляющими ножами и т.д.

На присоединениях питающих и отходящих линий кроме коммутационных аппаратов устанавливаются трансформаторы тока, на воздушных линиях напряжением 35 кВ и выше – высокочастотные заградители и конденсаторы связи.

Трансформаторы напряжения устанавливаются на каждую систему шин, а если система шин делится на части (секции), то на каждую секцию шин. Трансформаторы напряжения подключаются к сборным шинам через разъединители и предохранители в РУ 6 – 35 кВ и через разъединители в РУ 110 кВ и выше.

# Комплектные распределительные устройства напряжением 6 – 35 кВ

*Комплектные распределительные устройства (КРУ)* предназначены для работы в распределительных устройствах сетей трехфазного переменного тока с изолированной или заземленной через дугогасительный реактор нейтралью.

КРУ набираются из отдельных камер, в которые встроены электротехническое оборудование, устройства релейной защиты и автоматики, измерительные приборы и т.п. Камеры определенной серии независимо от схемы электрических соединений главной цепи имеют аналогичную конструкцию основных узлов и, как правило, одинаковые габаритные размеры.

В зависимости от конструктивного исполнения все КРУ можно разбить на следующие группы:

- стационарного исполнения;
- выкатного исполнения;
- моноблоки, заполненные элегазом.

*В комплектных распределительных устройствах стационарного исполнения коммутационные аппараты, трансформаторы напряжения, трансформаторы собственных нужд небольшой мощности устанавливаются в камерах неподвижно.*

*В комплектных распределительных устройствах выкатного исполнения вышеперечисленное оборудование устанавливается на выкатных тележках.*

*Моноблок* представляет собой комплектное распределительное устройство на три-пять присоединений, заполненное элегазом (выпускаются моноблоки с возможностью расширения), предназначенное для небольших распределительных пунктов и РУВН трансформаторных подстанций 6 – 20 кВ. Моноблоки имеют принципиально новую конструкцию, использующую современные технологии и аппараты. В России первый элегазовый моноблок «Ладога» выпускается с 2004 г. предприятием ПО «Элтехника». Комплектные распределительные устройства выпускаются для внутренней (внутри здания, в том числе модульного) и наружной установки.

Схемы первичных соединений камер подразделяются на следующие виды: с высоковольтным выключателем (вводы, отходящие линии, секционирование); с выключателем нагрузки или выключателем нагрузки и предохранителем (вводы, отходящие линии, секционирование); с разъединителями (секционирование); с измерительным трансформатором напряжения и др.

На схеме первичных соединений камер показываються все основные элементы установленного электротехнического оборудования. В камерах, предназначенных для среднего расположения в РУ, т.е. такого, при котором с обеих сторон камеры установлены смежные камеры, сборные шины проходят в обе стороны, что и отображается в схеме. При крайнем положении камеры в распределительном устройстве у сборных шин ставится вертикальная линия, показывающая, что в этом месте сборные шины кончаются. В камерах выкатного исполнения отсек сборных шин в этом месте закрывается металлической заглушкой или перегородкой. Такая же линия ставится при наличии в схеме камер секционирования.

Камеры на напряжение 6 и 10 кВ комплектуются электрооборудованием на номинальное напряжение 10 кВ, трансформаторы напряжения, разрядники, силовые предохранители, трансформаторы собственных нужд устанавливаются на напряжение 6 и 10 кВ.

Существует два наиболее распространенных типа дуговой защиты, которыми оснащаются производимые в России КРУ:  
*фототиристорная и клапанная.*

- Принцип действия фототирситорной основан на контроле светового потока, появляющегося в момент возникновения дуги, с помощью фототиристоров. Фототиристорная дуговая защита обладает хорошей чувствительностью и быстродействием, позволяет локализовать повреждение в начальный момент возникновения дуги, но имеет существенный недостаток – низкую надежность фототиристоров. С развитием производства волоконной оптики стало возможным применение волоконно-оптических кабелей в качестве датчиков обнаружения электрической дуги, что позволило повысить надежность дуговой защиты и улучшить ее характеристики. Современной оптоволоконной защитой оснащены камеры КСО “Аврора”.

Клапанная защита реагирует на увеличение давления внутри объема ячейки, возникающего при горении дуги, что приводит к срабатыванию выхлопного клапана. Недостаток клапанной защиты – низкая чувствительность.

Камеры всех серий снабжены блокировками, исключающими ошибочные действия обслуживающего персонала с коммутационными аппаратами, что создает безопасные условия эксплуатации камер.

# **Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней установки напряжением 10(6) кВ**

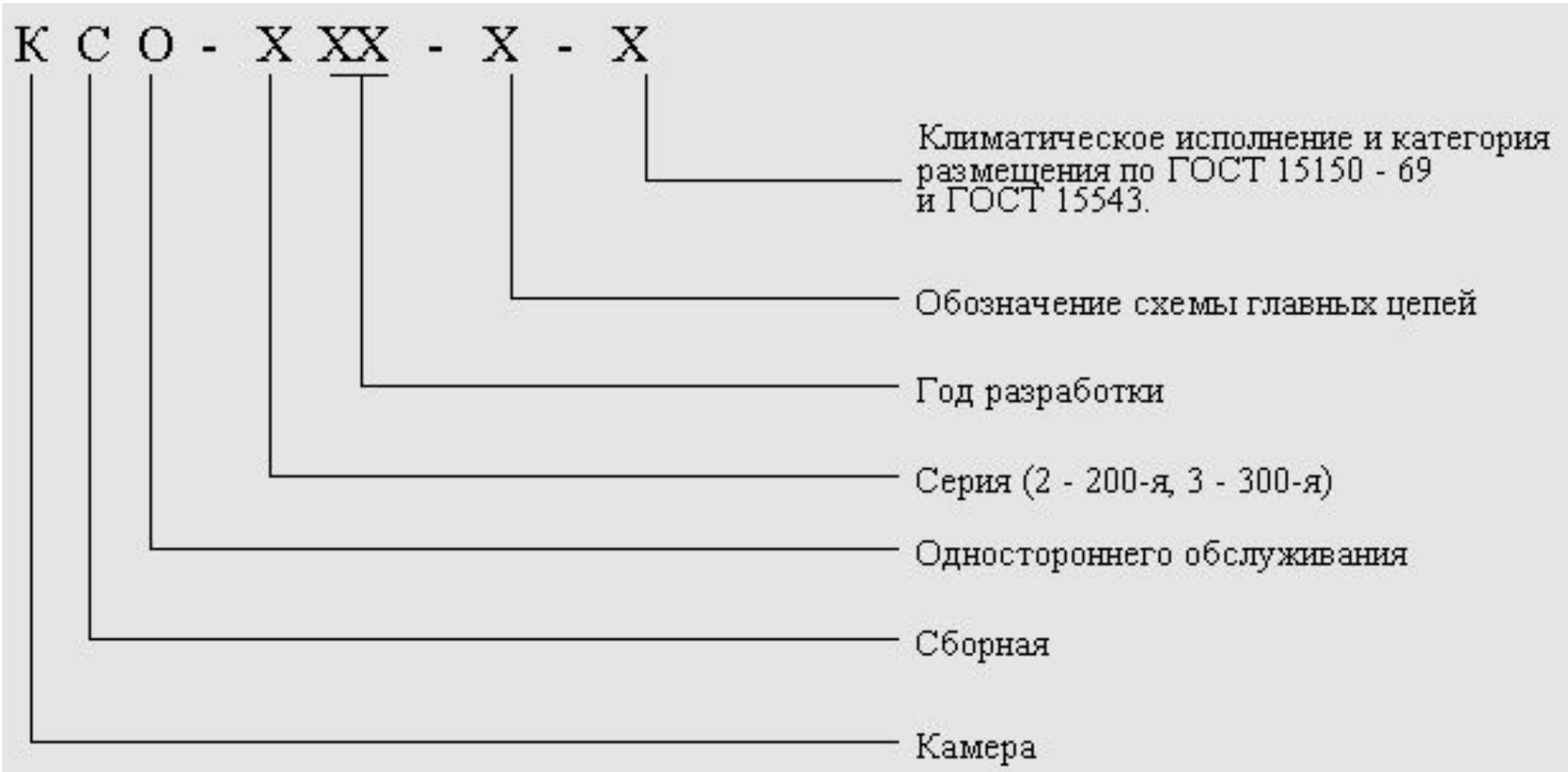
Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения применяются на подстанциях с простыми схемами первичных соединений при небольшом числе присоединений. Они отличаются простой конструкцией, имеют меньшую глубину шкафа, низкие стоимость и металлоемкость по сравнению с КРУ выкатного исполнения.

Вместе с тем имеется ряд технических недостатков:

- открытая незащищенная конструкция камер (сборные шины проложены открыто);
- при выходе из строя коммутационного аппарата присоединение отключается на время, необходимое для его ремонта;
- стационарно установленные выключатели неудобны в техническом обслуживании, существенно увеличивается время, необходимое на контроль и ремонт основного электрооборудования камер;
- в камерах КСО используется одноступенчатая дуговая защита.

Промышленностью выпускаются комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней установки:

- КСО серии 300 с выключателями нагрузки: КСО-366; КСО-366М; КСО-386; КСО-392; КСО-399; КСО-301; КСО-302; КСО-3СЭЩ и др.;
- КСО серии 200 с высоковольтными выключателями: КСО-285, КСО-292; КСО2-10, КСО-298, КСО-2000, КСО-2001, КСО-2СЭЩ, КСО-202, КСО-6(10)-Э1 «Аврора» и др.;
- серии КРУ/ТЕЛ.



Обозначение камер стационарного исполнения

# Комплектные распределительные устройства серии КРУ/ТЕЛ

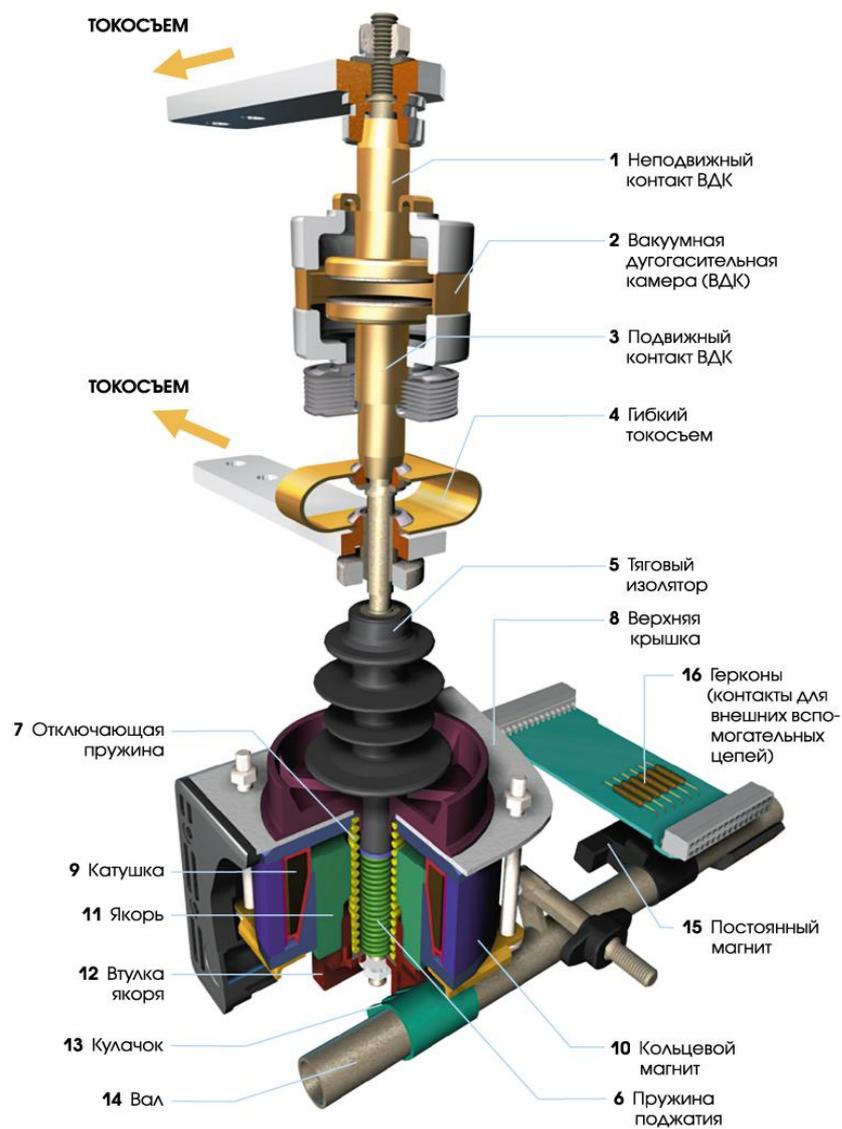
Камеры КРУ/ТЕЛ выпускаются предприятием «Таврида Электрик» и представляют собой наиболее современные камеры модульной конструкции. Предназначены для комплектования распределительных устройств напряжением 6(10) кВ трансформаторных подстанций и распределительных пунктов общепромышленного и городского назначения.

Камера КРУ/ТЕЛ набирается из отдельных модулей. *Модуль КРУ* – совокупность оборудования, установленного в камере и выполняющего определенные функции. Номер модуля соответствует номеру его схемы. Совокупность модулей образует камеру КРУ/ТЕЛ.

В зависимости от числа подключаемых кабелей модули разделяются на однокабельные и двухкабельные (с возможностью подключения одного или двух кабелей площадью сечением до 240 мм<sup>2</sup> каждый). Для подключения силовых кабелей используются термоусаживаемые концевые кабельные муфты фирмы RAUSHEM (Германия) или иные подобные по согласованию с заказчиком.

## Электрооборудование, применяемое в шкафах КРУ/TEL:

- высоковольтные выключатели – ВВ/TEL;
- разъединители с вертикальным расположением подвижного и неподвижного контактов;
- трансформаторы тока: ТПВ («Таврида Электрик»), предназначенные для использования преимущественно в цепях РЗиА, ТСОА («SADTEM», Франция), используемые в целях измерения, технического и коммерческого учета электроэнергии;
- трансформаторы тока нулевой последовательности типа ТЗЛМ;
- емкостные датчики напряжения для индикации наличия напряжения на сборных шинах; трансформаторы напряжения малогабаритные однофазные Y12G фирмы «SATDEM», Франция.



# Конструкция вакуумного выключателя серии ВВ/TEL







