

# Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки 6(10)/0,4 кВ

Подстанции трансформаторные комплектные предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50 и 60 Гц на объектах энергетики, нефтяной и газовой промышленности и других объектах с глухозаземленной или изолированной нейтралью на стороне низкого напряжения. КТП изготавливаются в соответствии с техническими требованиями ГОСТ 14695-80, ГОСТ Р 51321.1 2000 и БКЖИ.670230.001ТУ.



Возможно размещение КТП в блок-боксах холодного или утепленного исполнения одно и многомодульной конструкции (металлический сварной каркас, обшитый сэндвич-панелями). Конструктивные и схемные решения КТП наружной установки приведены в разделе «Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 4000 кВА на напряжение до 10 кВ».

В системе менеджмента качества предприятие следует принципам международных стандартов серии ISO 9001:2008 во всех сферах своей деятельности. На производстве АО ЧЭАЗ используются современные технологии: обработка металла на высокоточных автоматизированных комплексах, монтаж с применением современных материалов и инструментов, покраска полиэфирными порошковыми красками. Перед отгрузкой каждое изделие проходит приемо-сдаточные испытания.

## **Состав и классификация КТП**

Состав КТП определяется заказчиком и проектными решениями и в общем случае состоит из УВН (устройства высокого напряжения), силовых трансформаторов (одного, двух и т.д.), РУНН (распределительного устройства низкого напряжения - комплекта шкафов по заказу).

Кроме того, комплектно поставляются: соединительные устройства со стороны высокого напряжения, соединительные устройства или шинопроводы со стороны низкого напряжения, а также шинопроводы для соединения секций шин РУНН ([смотреть рисунок](#)).

По заказу поставляются: тележки грузоподъемные для съема выключателей, комплекты ЗИП и др.

Однотрансформаторная КТП состоит из вводного устройства со стороны высокого напряжения, силового трансформатора, кожухов для защиты выводов силового трансформатора, распределительного устройства со стороны низкого напряжения ([смотреть рисунок](#)).

Двухтрансформаторная КТП имеет два вводных устройства со стороны высокого напряжения (УВН), два силовых трансформатора с защитными кожухами и распределительное устройство со стороны низкого напряжения (РУНН). Кроме того,

подстанция может иметь до двух вводов аварийных вводов (ДГУ или других источников аварийного питания).

В КТП применяются трехфазные двухобмоточные силовые трансформаторы отечественного и импортного производства (ТСЗ, ТМЗ, ТМГ, ТМФ, Trihal, Tesar, Trafomес и др.), устройство и работа которых приведена в техническом описании и инструкции по эксплуатации на конкретный тип трансформатора. По заказу трансформатору могут быть снабжены автономной системой управления принудительной вентиляцией, интегрированной в общеподстанционную АСУ.

КТП может иметь однорядное, двухрядное расположение. При двухрядном (многорядном) расположении двухтрансформаторной КТП для электрического соединения секций РУНН применяются секционные шинные мосты ([смотреть рисунок](#)). По заказу КТП могут изготавливаться иных конфигураций (например, с отдельно стоящим трансформатором).

По исполнению УВН может быть типа ШВВ1 (шкаф «глухого ввода») или типа ШВВ2 (КСО-камера сборная одностороннего обслуживания). В шкафу ШВВ1 высоковольтные кабели присоединяются непосредственно к выводам ВН силового трансформатора. Также по заказу могут устанавливаться высоковольтные ячейки производства «Schneider Electric» и «Siemens».

По климатическому исполнению КТП внутренней установки могут изготавливаться исполнений У, УХЛ, Т; по категории размещения – исполнения 3 или в сочетании категорий: 3 - для устройства со стороны УВН, шинопровода и силового трансформатора и 4 - для исполнения РУНН.

Составные части КТП, в зависимости от сейсмичности района размещения по шкале MSK-64, изготавливаются следующих исполнений: не сейсмостойкое (до 6 баллов включительно), сейсмостойкое (по заказу от 6 баллов до 9 баллов включительно).

Данные о составе, исполнении КТП, а также дополнительно поставляемое оборудование указывается в [опросном листе №1](#).

### Основные параметры КТП внутренней установки

Наименование параметра	Значение параметра
Мощность силового трансформатора, кВА	25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000
Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение на стороне ВН, кВ	7,2; 12
Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне ВН, кА	25
Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА	51
Сопротивление изоляции цепей ввода со стороны ВН, Мом, не менее	100
Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4; 0,69
Частота переменного тока главных цепей, Гц	50±1,25; 60±1,25
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В	24, 110; 220
Ток электродинамической стойкости на стороне НН, кА	25; 50; 70; 130; 150; 178
Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне НН, кА	10; 25; 30; 65; 75; 89
Номинальный ток сборных шин РУНН, кА	0,40; 0,63; 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50; 3200; 4,00, 5,00, 6,30
Номинальный ток распределительных шин РУНН, А	630; 1000; 1600; 2000; 3200
Вид системы заземления РУНН	TN-C; TN-S; TN-C-S
Степень защиты составных частей КТП	IP21; IP31; IP41; IP54

## Описание РУНН

Распределительное устройство низкого напряжения (РУНН) предназначено для приема и распределения электроэнергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 690/380/220 В, в сетях с глухозаземленной нейтралью, а также для управления электрооборудованием и защиты его от коротких замыканий и перегрузок.

РУНН состоит из комплекта шкафов различного назначения, в которых установлены силовые коммутационные аппаратами, измерительные приборы, устройства управления, защиты, автоматики и сигнализации, а также выполнен монтаж силовых и вспомогательных цепей.

Распределительное устройство разделяется на отдельно транспортируемые секции полной заводской готовности, подготовленные для установки на месте монтажа ([смотреть рисунки](#)).

В основе каждого шкафа РУНН лежит каркас, сварного или сборного исполнения. Каркас – жесткий, недеформирующийся и ударопрочный, обладающий высокой динамической стойкостью, что позволяет выполнять РУНН до 6300 А. Детали сварного каркаса изготавливаются из стальных гнутых профилей толщиной 2,5-3 мм покрытые порошковой краской. Детали сборного каркаса изготавливаются из оцинкованных стальных гнутых профилей толщиной 2,5 мм. Профили сборного каркаса соединяются угловыми фиксаторами, обеспечивая прочную и надежную конструкцию. Оболочка выполнена из листовой стали с покрытием порошковой краской RAL 7035, светло – серый.

Шкафы в РУНН разделены между собой металлическими перегородками, повышающими безопасность обслуживания и уменьшающими последствия коротких замыканий. Сборные шины шкафов располагаются в отдельном отсеке, расположенном под крышей шкафа; применяются шины медные неизолированные (или изолированные по заказу).

Шкаф РУНН состоит из модульных элементов и позволяет монтировать щиты РУНН любой конфигурации в стационарном и выдвигном исполнении панелей с различными вариантами разделения функциональных узлов по ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1).

Подвод кабеля и шин может осуществляться в верхней или нижней части шкафа. По заказу шкафы РУНН комплектуются сальниковыми вводами для кабелей, а также сальниковыми панелями снизу или сверху ([смотреть рисунок](#)).

Оперативное обслуживание двухстороннего шкафа производится с фасада, доступ к ошиновке и кабельным сборкам осуществляется с задней стороны шкафа. Также сзади установлены трансформаторы тока для организации цепей защиты и учета электроэнергии. При одностороннем исполнении РУНН обслуживание и доступ производится только с фасада.

В качестве силовой защитно-коммутационной аппаратуры в шкафах РУНН применяются автоматические выключатели стационарного, втычного или выдвигного исполнений. В случае применения стационарных выключателей, дополнительно устанавливаются разъединители для обеспечения видимого разрыва. Возможно изготовление РУНН с вводными и секционными выключателями нагрузки и микропроцессорными блоками защит. Автоматические выключатели выдвигного и втычного типа обеспечивают их быструю замену и регулировку без обесточивания секции или шкафа.

Для комплектования РУНН силовыми коммутационными аппаратами ([смотреть рисунок](#)) используются автоматические выключатели типа UAN, UAS, UCB, UPB, а также других производителей: типа ВА, «Электрон», «Протон» (ОАО «Контактор»), серий Masterpact NW(NT), Compact NS, Compact NSX («Shneider Electric»), Sace Emax и Tmax («ABB») и др.

Типы силовых коммутационных аппаратов указываются в [опросном листе](#).

## Типы шкафов РУНН

Шкафы РУНН по своему функциональному назначению могут быть следующих типов: вводные, секционные, распределительные, учета электроэнергии, релейные, кабельные, шкафы с УККРМ и т.д.). Тип и количество шкафов определяется заказчиком.

### 1. Шкафы ввода рабочего (аварийного питания) и секционирования

Шкаф вводной (ШНВ) - предназначен для подключения силовых вводов и передачи электроэнергии на секции отходящих линий.

Шкафы автоматического включения резервного питания (ШНА) предназначены для восстановления электроснабжения потребителей путем автоматического присоединения резервного источника питания при отключении рабочего, а также возврата на основную схему электроснабжения при восстановлении основного источника электропитания.

Шкаф секционного выключателя (ШНС) обеспечивает секционирование сборных шин.

Шкафы ШНВ, ШНА и ШНС конструктивно выполнены аналогично и включают в себя отсек выключателя, отсек панели управления выключателем и отсек шин (сзади или сбоку), а также могут быть дополнены шкафом шинных соединений. В верхней части шкафа, под крышей располагается отсек сборных шин ([смотреть рисунок](#)).

Тип выключателя ввода (секционирования) и обеспечиваемые им виды защит определяется заказом ([опросным листом](#)). В двери отсека для выключателя выдвижного исполнения выполнена прорезь, которая позволяет при закрытой двери отсека выполнять следующие операции:

- управлять выключателем (с помощью кнопок механического включения и отключения выключателя),
- визуально контролировать состояние выключателя «включено-отключено» и его положение «вквачено-контрольное-выквачено»,
- взводить привод выключателя рукояткой ручного взвода,
- выставлять и изменять уставки полупроводникового расцепителя,
- устанавливать выключатель в «контрольное» положение и в положение «выквачено».

В отсеке панели управления выключателем ввода или секционирования с фасадной стороны размещается аппаратура, определяемая схемой АВР, а также дополнительные устройства учета электроэнергии и контроля параметров сети. На двери отсека устанавливаются соответствующие контрольно-измерительные приборы. При наличии в панели управления микропроцессорного блока РЗА, он устанавливается на дверь шкафа, с выводом его дисплея на фасадную сторону двери. Также на двери панели управления расположена следующая сигнализация: состояния выключателя, срабатывания защит и АВР. Пример шкафа ШНС с разделительной маркировкой разных секций шин [смотреть рисунок](#).

В отсеке шин сзади шкафа располагаются трансформаторы тока для организации цепей защиты и учета электроэнергии, и шинные сборки для подключения шинопроводов от силовых трансформаторов, или силовых кабелей от резервного источника ([смотреть рисунок](#)).

### 2. Шкафы с УККРМ

Шкафы с [УККРМ](#) - установкой конденсаторной компенсации реактивной мощности, - могут быть как отдельно расположенными, так и встроенными в щит РУНН. Защитные выключатели к УККРМ могут быть в составе шкафа отходящих линий, или непосредственно в шкафу УККРМ ([смотреть рисунок](#)). Автоматическое регулирование параметров реактивной составляющей сети осуществляется контроллером типа Novar с возможностью интеграции (по заказу) в АСУ КТП или на верхний уровень. Параметры УККРМ необходимо указать в [опросном листе](#) для заказа КТП.

### 3. Шкафы линейные

Шкаф низковольтный линейный предназначен для подключения и защиты отходящих линий; при необходимости может использоваться с кабельными шкафами.

Тип силового коммутационного аппарата отходящей линии, номинальный ток, вид расцепителя и уставки расцепителя указываются заказчиком для каждого присоединения в однолинейной схеме ([опросный лист](#)).

Шкафы линейные комплектуются функциональными блоками распределения электроэнергии (БРМ) и блоками управления (БДМ). Блоки распределения предназначены для защиты кабельных линий, электродвигателей, и прочих потребителей. Блоки управления используются для управления реверсивными и нереверсивными электродвигателями, задвижками, технологическим оборудованием, освещением т.д. Возможно подключение цепей телекоммуникации, что повышает удобство и безопасность оборудования. По заказу в блоке может быть реализована схема другого функционального назначения. Светосигнальное оборудование вынесено на лицевые панели.

По типу монтажа шкафы линий могут изготавливаться со стационарными (ШНЛ) или выкатными модулями (ШНЛМ). ШНЛ изготавливаются на основе сборного или сварного каркаса, ШНЛМ изготавливается только на основе сборного каркаса из оцинкованного профиля.

Шкаф ШНЛ характеризуется жесткой неподвижной установкой стационарных модулей, которые представляют собой монтажные платы с размещенной на них аппаратурой. Коммутационные аппараты устанавливаются стационарного, втычного или выдвигного исполнения.

Конфигурация стационарного модуля определяется принятой формой секционирования. Каждый блок может располагаться в своей индивидуальной ячейке с вынесенными на дверь органами управления ([смотреть рисунок](#)). При размещении блоков за общей дверью шкафа, оперативное управление блоками возможно при открытой двери или дистанционно ([смотреть рисунок](#)). Для питания стационарных модулей в шкафу ШНЛ установлены распределительные спуски медных шин, к которым подключаются проводом или медной шиной выводы коммутационных аппаратов.

В шкафу низковольтном линейном модульном (ШНЛМ) размещаются выдвижные модули различного вида с установленными в них автоматическими выключателями стационарного исполнения ([смотреть рисунок](#)). Выдвижные модули (ВМ), устанавливаемые в шкафу ШНЛМ, обеспечивает удобное и безопасное обслуживание оборудования. Компактность выдвигного механизма позволяет установить в одном модуле максимально возможное количество оборудования, не снижая удобства эксплуатации. Выдвижной механизм обеспечивает лёгкость перемещения модуля, а надёжные конструктивные элементы механизма позволяют обеспечить работу изделия без поломок и заеданий. Перемещения выдвижных (выкатных) модулей в составе шкафов ШНЛМ в различные положения могут производиться, даже если электрические цепи, с которыми они связаны, находятся под напряжением. Нагрузка при этом должна быть отключена. Все унифицированные модули имеют специальные блокировки, исключающие неправильные действия персонала. Выдвижной модуль (ВМ) может занимать следующие фиксированные положения: присоединенное (рабочее), контрольное (тест), отсоединенное (с блокировкой от выкатывания) и отделенное (нерабочее).

Подсоединение выдвижных блоков к вертикальным шинам питания, к вспомогательным цепям осуществляется через специальные адаптеры. В адаптере установлены контакты втычные для присоединения силовых цепей выдвижного блока к вертикальным шинам, а также предусмотрены отверстия для вывода жгута проводов вспомогательных цепей. Примеры шкафов ШНЛМ двухстороннего и одностороннего обслуживания – [смотреть рисунок](#).

#### **4. Шкафы учета электроэнергии**

Шкафы учета (ШУ) предназначены для установки счетчиков технического или коммерческого учета электроэнергии отходящих линий (в комплекте с пломбируемыми испытательными коробками). Ввод контрольных кабелей в шкафах учета осуществляется сверху или снизу по требованию заказчика ([смотреть рисунок](#)). По заказу в ШУ может быть установлено дополнительное оборудование: догрузочные резисторы, разветвители интерфейса, аппараты резервного питания и др.

При необходимости, счетчики с испытательными коробками могут быть установлены на задних дверях шкафа ШНЛ изнутри, в зоне размещения соответствующего фидера.

## **Схема питания (электрообеспечения) КТП и реализация схемы управления АВР**

Автоматический ввод резерва может осуществляться по различным схемам питания.

Два ввода на общую систему шин

В данной схеме присутствуют два ввода: 1 основной и резервный. Оба ввода подключены к одной секции, к которой подключена и нагрузка. В нормальном режиме подразумевается работа только основного ввода, а в случае неисправности основного ввода схема управления АВР отключает основной ввод и далее питание осуществляется от резервного ввода.

Два рабочих ввода с секционированием

Данная схема предполагает питание от двух вводов, каждый из которых подключен к отдельной секции. Соединение двух секций осуществляется с помощью секционного выключателя. В случае пропажи питания на одном из вводов схема управления АВР подаёт сигнал на его включение и, тем самым, осуществляется подключение секции «потерявшей» питание к секции рабочего ввода.

Два рабочих ввода с секционированием + ввод от ДЭС

В этой схеме питание осуществляется так же, как и в схеме «два рабочих ввода с секционированием». Главным отличием схемы является присутствие третьего ввода от ДЭС на одну из секций шин РУНН. В случае пропажи питания на обоих вводах включается в работу ДЭС. Отключение ввода от ДЭС происходит при появлении напряжения на одном из вводов секций шин РУНН.

Подробнее схемы питания указаны в разделе 2.1 опросного листа для заказа КТП. Во всех схемах питания имеется блокировка включения секционного выключателя на аварийный ввод от ДЭС при коротком замыкании на стороне низкого напряжения. Алгоритм работы АВР (ВНР) и необходимые блокировки согласовываются при заказе в разделе 2.3 ОЛ на АВР опросного листа для заказа КТП. По заказу в схему питания цепей управления, сигнализации включается источник гарантированного питания.

На фасадных дверях шкафов КТП имеется светодиодная сигнализация состояния выключателей, срабатывания защит, сигнализация неисправностей.

Элементной базой для организации АВР (ВНР) может быть:

схема на электромеханических реле;

программируемое интеллектуальное реле типа Logo («Siemens»), Zelio («Schneider Electric»);

контроллер ПЛК типа S7 1200 («Siemens») или др.;

микропроцессорный блок релейной защиты типа БЭМП, БМРЗ и др. ([смотреть рисунок](#)).

Схемы АВР имеют различные исполнения, отличающиеся следующими характеристиками:

по напряжению цепи управления;

по выдержке времени при АВР;

по виду управления;

по объему мониторинга характеристик напряжений, токов и других параметров (ТС);

по виду дистанционного управления исполнительными устройствами (ТУ);

по используемому протоколу связи с верхним уровнем управления и т.д.

При реализации АВР на микропроцессорных устройствах необходимое программное обеспечение устанавливается на производстве и поставляется в составе микроконтроллера.

КТП могут изготавливаться адаптированными для работы в АСУ ТП и АСДУЭ, с телеизмерением, телеуправлением вводов и линейных фидеров, постоянным мониторингом заданных параметров и передачей данных на верхний уровень, при этом в заказе в разделе 2.4 опросного листа указывается необходимый объем передачи данных, протокол связи с верхним уровнем и др. параметры. Также по заказу может быть организован контроль температуры контактных соединений в заданном объеме (только по сборным шинам, по вводным выключателям или по всем коммутационным аппаратам и т.д.), пример [смотреть рисунок](#).