

<i>Проект:</i> <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
<i>Дата создания:</i> 29.03.2022	Rev. 03	Page 1/20

## БЮДЖЕТНОЕ ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

**СТАТИЧЕСКИЙ ТИРИСТОРНЫЙ КОМПЕНСАТОР  
РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 35 кВ  
для ДСП и АПК ООО «ММК «Новотранс»**

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 2/20

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- АКП – агрегат ковш-печь
- ВТВ – высоковольтный тиристорный вентиль
- ДСП – дуговая сталеплавильная печь
- КБ – конденсаторная батарея
- ПДУ – панель дистанционного управления СТК
- РК – реактор компенсирующий
- РФ – реактор фильтровый
- ТРГ – тиристорно-реакторная группа
- СО – система жидкостного охлаждения
- СТК – статический тиристорный компенсатор
- СУ – система управления, регулирования защиты и автоматики
- ШТВЗ - шкаф светового управления тиристорными вентилями и релейных защит ТРГ и ФКЦ
- ШСО – шкаф системы охлаждения
- ШУ – шкаф управления СТК
- ФКЦ – фильтро-компенсирующая цепь

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 3/20

## Состав оборудования и работ по СТК

### 1.1 Назначение и схема СТК

1.1.1. Статический тиристорный компенсатор реактивной мощности, именуемый СТК, предназначен для быстродействующей компенсации реактивной мощности дуговой сталеплавильной печи и агрегата "ковш-печь" ООО «ММК «Новотранс» и улучшения показателей качества электроэнергии в точке присоединения завода к сетям общего назначения. Мощность КЗ на шинах 110 кВ в точке общего присоединения электропечной нагрузки (на шинах 110 кВ ТЭЦ) составляет в минимальном режиме 1 565 МВА.

1.1.2. Мощность СТК рассчитывается исходя из требований заказчика по качеству электроэнергии в точке подключения к сетям общего назначения. Существует два подхода к выбору мощности СТК в зависимости от задач, которые ставятся перед СТК:

Вариант 1 - СТК для компенсации средней реактивной мощности, потребляемой электропечной нагрузки;

Вариант 2 - СТК для подавления кратковременной дозы фликера;

1.1.3. По Варианту 1 СТК компенсирующий среднюю реактивную мощность ДСП и АКП, обеспечивает стабилизацию среднего значения напряжения на шинах электропечной нагрузки, фильтрацию высших гармоник,  $\cos\phi$  в обмотке НН сетевого трансформатора - 1,0 (среднее значение на интервале 15 мин). Преимуществом данного подхода является относительно небольшая мощность и, соответственно, меньшая цена оборудования СТК, более короткий срок окупаемости. Недостатком является неполноценный функционал СТК, т.е. отсутствие возможности осуществлять полноценное симметрирование нагрузки, компенсацию бросков реактивной мощности при работе ДСП в режиме эксплуатационного КЗ и связанных с этим кратковременных провалов напряжения на шинах ДСП, подавление фликера. В связи с данными недостатками СТК, выбранный на основе этого подхода, применяется крайне редко. Предварительно рассчитанная мощность СТК необходимая для компенсации средней реактивной мощности равна 32 Мвар.

2.1.4. СТК для подавления кратковременной дозы фликера (вариант 2) обладает полноценным функционалом, а именно: стабилизация напряжения на шинах элек-

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 4/20

тропечной нагрузки, в том числе при эксплуатационных КЗ ДСП (с учетом ограниченного быстродействия тиристоров), симметрирование активной мощности по фазам, приведение  $\cos\varphi$  в обмотке НН сетевого трансформатора к значению 1,0, фильтрация высших гармоник, максимально возможное (с учетом ограниченного быстродействия тиристоров) подавление фликера. Поскольку мощность данного СТК сравнима с мощностью, потребляемой ДСП в режиме эксплуатационного КЗ, его стоимость выше по сравнению с предыдущим вариантом. Предварительно рассчитанная мощность СТК, необходимая для подавления дозы фликера равна 52 Мвар.

## 1.2. Схема электроснабжения электропечной нагрузки и СТК

СТК подключается к шинам 35 кВ параллельно дуговой сталеплавильной печи с электропечным трансформатором (ЭПТ) мощностью 30 МВА и агрегату печь-ковш (АПК) с мощностью ЭПТ 7 МВА.

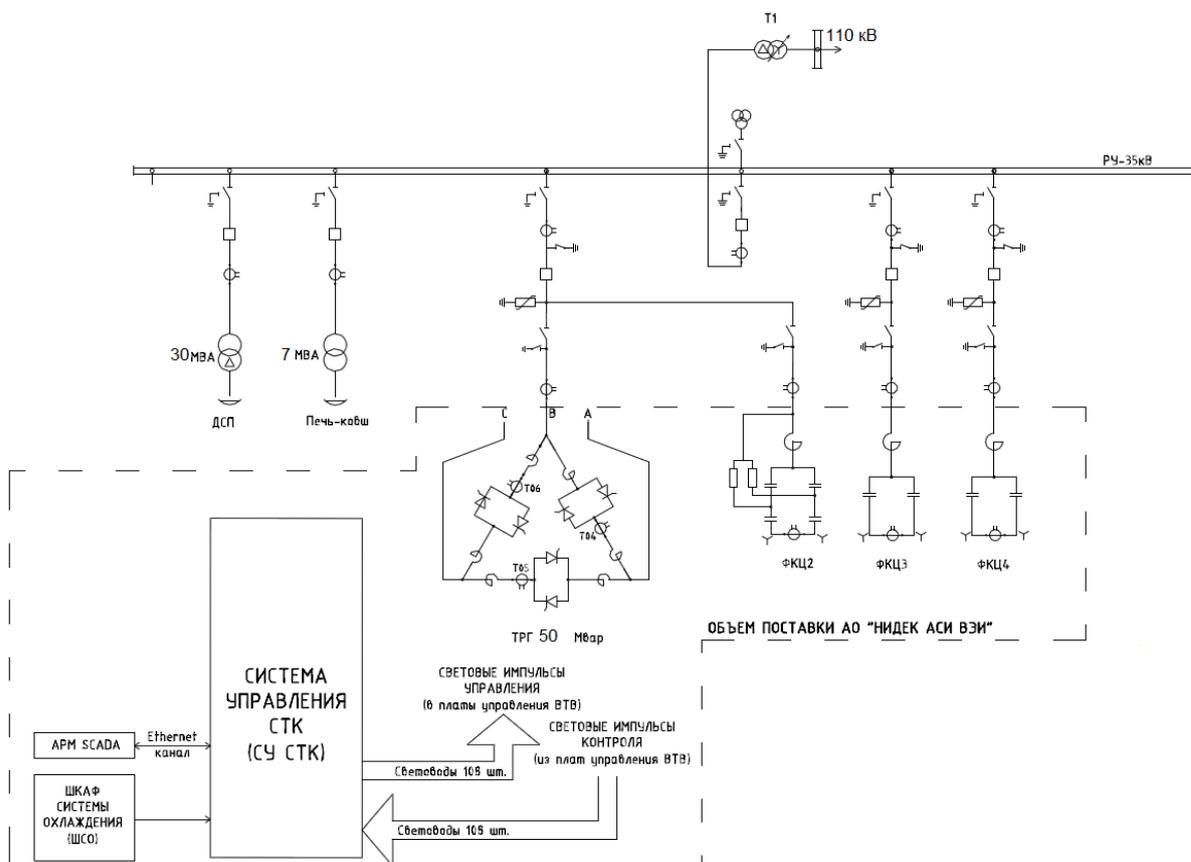


Рис. 1. Однолинейная схема СТК 52 Мвар – объем поставки основного оборудования АО «Нидек АСИ ВЭИ»

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 5/20

### 1.3. Состав оборудования

СТК включает в себя:

- трехфазную тиристорно-реакторную группу (ТРГ) мощностью 52 Мвар при напряжении 35 кВ, соединенную в треугольник, являющуюся плавно регулируемым потребителем реактивной мощности. ТРГ состоит из трехфазного высоковольтного тиристорного вентиля (ВТВ) и трех сдвоенных компенсирующих реакторов (РК);
- три фильтро-компенсирующие цепи (ФКЦ) суммарной генерируемой мощностью 52 Мвар при напряжении 35 кВ, являющиеся источниками реактивной мощности и фильтрами высших гармоник. ФКЦ состоит из трех фаз, соединенных в расщепленную звезду с изолированной нейтралью, каждая из которых включает в себя однофазный фильтровый реактор (РФ) и одну фазу конденсаторной батареи (КБ). Между двумя нейтральями КБ включен трансформатор тока небалансной защиты;
- систему управления и защиты СТК, состоящую из шкафа управления (ШУ) и шкафа светового управления тиристорными вентилями и релейных защит ТРГ и ФКЦ (ШТВЗ);
- систему жидкостного охлаждения с теплообменником типа вода-воздух, обеспечивающую утилизацию тепловых потерь в силовых элементах тиристорного вентиля.

### 1.4. Условия эксплуатации

Оборудование внутренней установки (ВТВ, ШУ СТК, ШТВЗ и ШСО) соответствует климатическому исполнению УХЛ категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 размещается в сухом отапливаемом помещении. При этом:

- температурный диапазон от +5°C до +35°C;
- относительная влажность не более 80% при +20°C;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящих или химически активных газов в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл, среды, содержание токонепроводящей пыли не более 0,7 мг/м<sup>3</sup>.

Условия хранения оборудования внутренней установки (ВТВ, ШУ СТК, ШТВЗ и ШСО)

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 6/20

Оборудование наружной установки (РК, РФ, КБ, АВО) соответствует климатическому исполнению УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69 и 15543.1-89 размещается на открытой площадке. Температурный диапазон от -45°С до +40°С.

Сейсмоустойчивость - 6 баллов по шкале Рихтера.

## 1.5. Объем поставки основного оборудования СТК

1.5.1. Перечень основного оборудования СТК приведен в таблице 1:

Таблица 1

	Наименование	Сокращенное название	Кол-во
1	Трехфазный высоковольтный тиристорный вентиль при напряжении 35 кВ с жидкостным охлаждением, состоящий из трех тиристорных модулей, каждый из которых содержит 18 встречно-параллельных тиристорных ячеек (включая одну избыточную), с оптическим управлением и контролем	ВТВ	1
2	Шкаф системы охлаждения ВТВ с теплообменником типа вода-вода, двумя насосами (один из которых резервный), системой деионизации и контроля параметров охлаждающей жидкости;	ШСО	1
3	Реактор компенсирующий, сдвоенный, с сухой изоляцией, воздушным сердечником и естественным охлаждением	РК	3
4	Конденсаторная батарея трехфазная фильтро-компенсирующих цепей	КБ	3
5	Реактор фильтровый трехфазный с сухой изоляцией, воздушным сердечником и естественным охлаждением	РФ	3
6	Резистор демпфирующий фильтро-компенсирующей цепи второй гармоники	РД	3
7	Трансформатор тока небалансной защиты в нейтрали КБ	ТА	3
8	Шкаф управления СТК, содержащий систему управления, регулирования, автоматики светового управления тиристорными вентилями и релейных защит ТРГ и ФКЦ	ШУ	1

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 7/20

### 1.5.2. Перечень дополнительного оборудования СТК:

- трубы для соединения ВТВ и ШСО;
- оптоволоконные кабели управления и контроля тиристоров между ВТВ и ШТВЗ;
- запасные части на время проведения пуско-наладочных работ;
- комплект эксплуатационной документации на оборудование СТК.

Дополнительно может быть поставлен ЗИП на 10 лет эксплуатации.

### **1.6. Объем работ, входящий в объем поставки:**

#### 1.6.1. В объем выполняемых Нидек АСИ работ входят:

- Разработка исходных данных для проектирования СТК;
- доставка основного оборудования СТК на склад Заказчика;
- шеф-монтаж оборудования СТК;
- пуско-наладочные работы на оборудовании СТК (план пуско-наладочных работ и испытаний предоставляется Заказчику за 2 месяца до начала работ);
- проведение приемочных испытаний СТК при вводе в эксплуатацию.

1.6.2. Обучение персонала Заказчика (2-4 человека) работе с оборудованием СТК производится в АО «Нидек АСИ ВЭИ» с использованием натуральных образцов ШСО, ВТВ, ШУ, ШТВЗ и физических моделей СТК (5 дней) и в период проведения пуско-наладочных работ на объекте установки (5 дней). Программа обучения включает в себя теоретический курс и практические занятия по темам:

- Основная теория СТК
- Документация по СТК
- Система управления и защиты СТК
- Тиристорный вентиль, его управление и контроль состояния тиристоров
- Система охлаждения вентиля
- Контроль и сигнализация для оператора
- Техническое обслуживание

### **1.7. Оборудование, материалы и работы, которые не входят в объем поставки:**

- выключатели и разъединители;
- трансформаторы тока и напряжения 35 кВ;

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 8/20

- оборудование системы питания собственных нужд СТК;
  - любые силовые кабели;
  - любые контрольные кабели;
  - ошиновка внешняя по отношению к границам поставки;
  - металлоконструкции, опорные изоляторы внешние по отношению к границе поставки СТК, показанной на рис.1;
  - здание тиристорного вентиля СТК;
  - проходные изоляторы здания тиристорного вентиля СТК;
  - другое оборудование и материалы не указанные в п. 1.5.1 и 1.5.2.
  - фундаменты, кабельные лотки и прочие строительные материалы;
- Системы заземления, освещения и молниезащиты;
- строительные работы, монтажные работы;
  - проектная, рабочая и т.д. документация.

Все вышеперечисленное стандартное оборудование определяется и выбирается проектной организацией в период выполнения рабочей документации и согласовывается с производителем СТК.

## **2. Цена оборудования и работ**

**2.1 Общая цена Основного оборудования и работ, указанных в п. 1.5 и 1.6 настоящего предложения составляет 2 200 000,00 евро без НДС**

### **3. Коммерческие условия:**

#### **3.1. Условия поставки оборудования:**

DDP склад ООО «ММК «Новотранс», г. Липецк

#### **3.2. Выставление счетов и порядок оплаты:**

50% -аванс в течение 15 дней с даты подписания Договора;

50% в течение 15 дней с уведомления о готовности оборудования к отгрузке

#### **3.3. Срок поставки оборудования:**

10-11 месяцев с даты поступления авансового платежа на счет Продавца. Срок поставки уточняется при подписании Договора в зависимости от загрузки производства.

#### **3.4. Проверки и испытания оборудования:**

Проверки и испытания будут проведены на производ-

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 9/20

ственных площадях нашей компании или наших субпоставщиков. В случае, необходимости присутствия представителей Заказчика при проведении испытаний оборудования, они будут проинформированы за 15 дней до даты испытаний, а Протоколы испытаний будут представлены в течение 10 дней после предусмотренной даты. По прошествии назначенной даты будут проведены все проверки и испытания с представлением Заказчику соответствующего отчета.

Все расходы по присутствию представителей Заказчика на испытаниях будут отнесены на счет Заказчика.

### **3.5. Гарантия на оборудование:**

Гарантийный период составляет 12 месяцев с даты завершения пуско-наладочных работ и ввода оборудования в эксплуатацию, но в любом случае не более 18 месяцев после даты последней поставки.

В течение этого периода мы обязуемся отремонтировать или, если необходимо, заменить все неисправные детали, дефекты которых вызваны качеством материала или изготовления.

На дефекты, причиной которых стали нарушения условий монтажа и эксплуатации или значительные перегрузки оборудования, гарантия не распространяется.

### **4. Прочие коммерческие условия:**

Общие коммерческие условия компании Нидек АСИ.

### **5. Вступление Контракта в силу**

Контракт вступает в силу после его подписания обеими сторонами, поступления авансового платежа на счет Продавца или открытия аккредитива.

### **6. Срок действия предложения:**

До 30 апреля 2022 г.

Генеральный директор



А.Г.Завадский

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 10/20

## Приложение 1

### Краткое техническое описание оборудования СТК

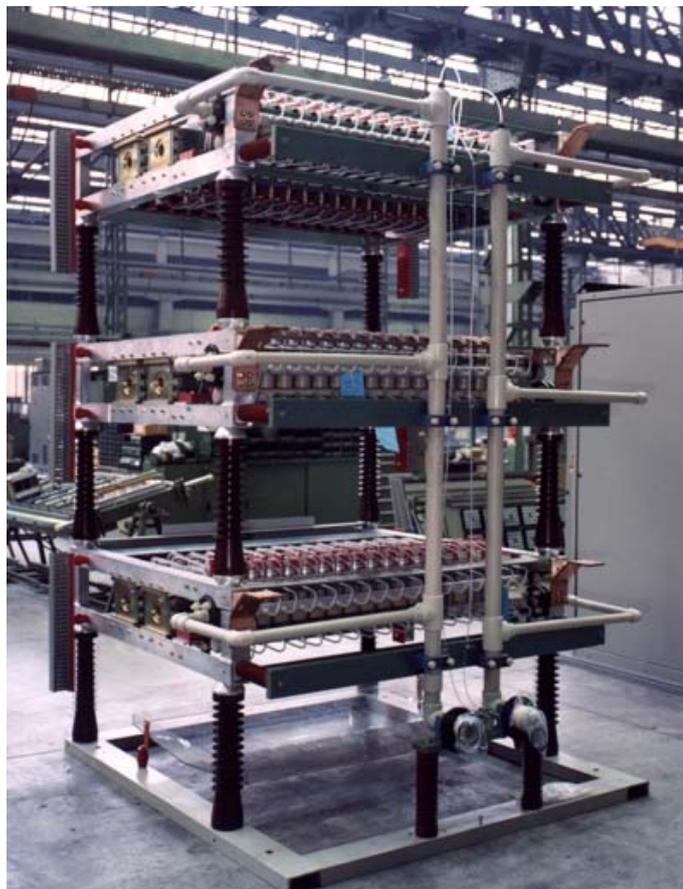
#### Высоковольтный тиристорный вентиль

Трехфазный высоковольтный тиристорный вентиль предназначен для плавного регулирования тока, протекающего через РК. ВТВ состоит из трех тиристорных модулей (по одному на каждую фазу), с воздушной изоляцией и жидкостным охлаждением. Конструктивно модули установлены друг над другом через опорные изоляторы, нижний модуль крепится на опорных изоляторах, зафиксированных на несущей раме. Фотография высоковольтного тиристорного вентиля приведена на рис.1.

Каждый тиристорный модуль охлаждается с помощью жидкого теплоносителя (деионизированной воды) и содержит: тиристорный стек, включающий в себя 18 последовательно соединенных встречно-параллельных тиристоров, стек с резисторами и стек с конденсаторами демпфирующих цепей, блок плат управления и контроля тиристоров.

Для каждой пары встречно-параллельно соединенных тиристоров предусмотрена отдельная плата управления. Питание плат осуществляется непосредственно от демпфирующих цепочек с передачей сигналов управления по оптоволоконным кабелям (по одному на каждый тиристор). Защита тиристора от перенапряжения (ЗПН) осуществляется с помощью предусмотренного для каждого тиристора лавинного диода (BOD). С помощью этой защиты каждый тиристор автоматически включается, когда прямое напряжение на его зажимах достигает значения  $V_{DRM}$ .

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 11/20



*Рис.1. Высоковольтный тиристорный вентиль*

Для каждого тиристора также предусмотрена система контроля, которая отсылает по оптоволокну (по одному кабелю на каждый тиристор) в систему управления следующую информацию:

- Тиристор в норме;
- Тиристор поврежден;
- Тиристор включен защитой ЗПН;
- Отказ системы контроля.

Пластиковые трубы жидкостного охлаждения (входная и выходная) расположены в задней части ВТВ и крепятся к изолирующим пластинам, зафиксированным на каждом модуле через изоляторы. Выходные шины каждой фазы ВТВ расположены в задней части каждого модуля по его краям.

Номинальные параметры и характеристики ВТВ:

- Номинальное напряжение: 35 кВ ± 10 %

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 12/20

- Максимальное рабочее напряжение: 40,5 кВ
- Номинальный ток: 480 А
- Номинальная мощность: 50 МВА
- Номинальная частота: 50 Гц
- Охлаждение: жидкостное
- Изоляция: воздушная;
- Включение и контроль тиристоров: световыми им-пульсами с передачей по оптоволоконным кабелям;
- Количество избыточных тиристоров в каждой фазе: 1

Предварительные габаритные размеры и вес ВТВ:

- Высота: 2610 мм
- Ширина: 2200 мм
- Длина: 2182 мм
- Вес: 2500 кг
- Класс защиты: IP00

Система жидкостного охлаждения

Конструктивно ШСО представляет собой шкаф с двухсторонним обслуживанием. Трубопроводы соединения ШСО и ВТВ и другие компоненты ШСО изготавливаются из нержавеющей стали. Использование этих материалов сводит к минимуму риск коррозии и электролитической реакции, а также способствует сохранению характеристик диэлектрических свойств теплоносителя. Фотографии ШСО приведены на рис.2.

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 13/20



*Рис.2. Вид ШСО с закрытыми и открытыми передними дверями*

Гидравлическая схема ШСО включает в себя два насоса (один - резервный), расширительный бак, ионно-обменный и механический фильтры, запорную арматуру, контрольно-измерительные приборы и устройства автоматики. В состав КИПиА входят:

- Датчик проводимости теплоносителя;
- Датчик расхода теплоносителя;
- Датчик давления теплоносителя;
- Датчик температуры теплоносителя;
- Реле утечки теплоносителя из ВТВ;
- Датчики температуры и влажности в месте установки ВТВ;
- Интеллектуальная система сбора и обработки информации с датчиков и выдачи сигналов управления на основе ПЛК (программируемого логического контроллера).

По каждому из контролируемых параметров имеется защита с двумя уставками срабатывания (предупредительная и аварийная сигнализация). Жидко-кристаллический экран ПЛК и переключатели управления насосами в ручном режиме размещены на передней двери шкафа. Контроль работы ШСО выполнен в ШУ СТК.

#### Основные параметры ШСО:

- Суммарные отводимые потери – до 120 кВт.

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 14/20

- Удельное электрическое сопротивление жидкости - не менее 2,0 МОм • см.
- Мощность одного насоса – 3 кВт

Габаритные размеры и вес ШСО:

- Ширина 1200 мм
- Глубина 1400 мм
- Высота 2312 мм
- Вес 1400 кг
- Класс защиты IP 00

Система управления и защиты СТК

Система управления и защиты СТК состоит из двух шкафов: ШУ и ШТВЗ. Фотография системы управления и защиты СТК представлена на рис.3.



Рис.3. Система управления и защиты СТК 35 кВ

Каждый шкаф имеет следующие габаритные размеры и вес:

- Высота 2000 мм
- Ширина 600 мм
- Длина 600 мм
- Вес 130 кг

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 15/20

- Класс защиты IP 54

### Шкаф управления

Шкаф управления СТК содержит систему управления, регулирования, защиты и автоматики СТК и обеспечивает управление ТРГ и коммутацию ФКЦ в соответствии с заданными алгоритмами имеет высокоскоростной Ethernet канал со скоростью передачи 100 МБод/сек для вывода информации на персональный компьютер или в удаленную сеть, встроенный цифровой осциллограф с памятью на 10 млн.точек, жидкокристаллический графический дисплей и клавиатуру.

Система предусматривает осуществление следующих функций:

- Пуск и останов СТК;
- Управление автоматическими выключателями ТРГ и ФКЦ и контроль их состояния;
- Контроль состояния тиристоров и оптических каналов управления и защита тиристорного вентиля;
- Контроль работы системы охлаждения.

Конструктивно ШУ представляет собой шкаф с двухсторонним обслуживанием, включающий клеммную колодку для подсоединения внешних кабелей, блоки питания, платы ввода-вывода контактных сигналов, размещенные на боковых внутренних стенках шкафа, и панель специализированного контроллера, расположенную на передней стороне шкафа. На лицевой панели контроллера размещен дисплей с клавиатурой и разъемы для подключения электронного осциллографа. С помощью клавиатуры можно менять программу и параметры системы регулирования, уставки защит, выводить информацию обо всех обнаруженных неисправностях и аварийных отключениях, протоколы событий, производить осциллографирование аварийных процессов при помощи встроенного цифрового осциллографа. Вывод информации из памяти контроллера можно осуществлять в режиме реального времени через Ethernet канал и при помощи 4-х лучевого электронного осциллографа.

Внутренняя связь между отдельными блоками системы управления осуществляется по оптоволоконным кабелям, что исключает наводку электромагнитных помех в условиях завода. ШУ и ШТВЗ имеют класс защиты IP 54.

Ниже перечислены основные возможности системы управления СТК:

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 16/20

- Протоколирование внешних и внутренних событий. Информация о событиях хранится в памяти данных системы управления;
- Встроенный осциллограф с частотой 5 кГц, фиксирующий процессы как по команде оператора, так и автоматически при срабатывании защит и изменении режимов работы СТК. Записанные данные доступны дистанционно, т.е. через модемы или канал Internet;
- Вывод сигналов неисправности и аварии осуществляется на лицевую панель системы управления и на АРМ. Расшифровка сигналов неисправности и защит на дисплее лицевой панели системы управления и выдача их по протоколу SCADA в локальную сеть предприятия или на АРМ оператора;
- В систему управления встроены функции обнаружения неисправностей и защит ТРГ, ФКЦ, системы охлаждения, а также самоконтроль составных частей системы управления;
- Все настройки управления СТК, системы охлаждения, уставки неисправностей и защит устанавливаются посредством интерфейса человек-машина;
- Для работы оператора организуется удаленное рабочее место, дающее возможность дистанционного управления СТК;
- Система обеспечивает плавное регулирование реактивной мощности в условиях резкопеременной нагрузки;
- Реализована функция вычисления небаланса тока вентиляей, для предотвращения появления постоянного тока в ТРГ.

В системе управления СТК реализованы следующие виды сигнализации и защит:

- Предупредительная сигнализация по нагреву реакторов ТРГ
- Предупредительная сигнализация по токам ввода или небаланса ФКЦ
- Тепловая защита ТРГ
- Максимальная токовая защита ТРГ
- Защита по отклонению тока ТРГ от расчетного
- Защита по токам ввода или небаланса ФКЦ
- Защита по повышению и понижению напряжения на шинах подключения СТК
- Несанкционированное включение/отключение выключателей СТК

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 17/20

- Предупредительная сигнализация и защита по системе охлаждения (неисправность насоса, малый проток, пониженное давление, повышенная проводимость, повышенная температура)
- Индивидуальный контроль наличия неисправности тиристорного вентиля (с указанием номера отказавшего элемента: тиристора, ячейки управления, световода)
- Контроль исправности источников питания
- Контроль работоспособности функциональных узлов системы управления (с указанием узла, требующим замены/ремонта).

#### Шкаф светового управления тиристорными вентилями и релейных защит ТРГ и ФКЦ

ШТВЗ обеспечивает управление и контроль тиристорного вентиля и связан с ВТВ 108 световодами управления и 108 световодами контроля.

Защитные функции выполняются установленными в ШТВЗ универсальными электронными программируемыми реле, которые реализуют следующие типы защит:

- максимальные и время-зависимые токовые защиты силовых фидеров (ТРГ и ФКЦ)
- небалансные защиты КБ ФКЦ.

ШТВЗ также осуществляет прием и обработку информационных сигналов от системы охлаждения для передачи в ШУ СТК. ШТВЗ и ШУ СТК обмениваются между собой передаваемыми по оптоволоконным кабелям сигналами, включая уплотненную информацию о срабатывании реле защит вводов ТРГ и ФКЦ и защит СО.

#### Компенсирющие реакторы

Компенсирющие реакторы предназначены для наружной установки и имеют следующие основные конструкционные характеристики:

- Сухая изоляция, с естественным воздушным охлаждением;
- Без магнитного сердечника с вертикальной осью катушки;
- Обмотка цилиндрическая слоевая (алюминиевый проводник);
- Температурный класс F

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 18/20

Каждый реактор состоит из двух катушек, установленных друг на друга через опорные изоляторы, при этом используется взаимная индуктивность. Обмотки имеют нанесенное вакуумным способом покрытие из эпоксидной смолы с алифатическим рядом.

### Конденсаторные батареи

Трехфазные конденсаторные батареи (КБ) состоят из трех отдельно стоящих фаз, каждая из которых состоит из набора силовых конденсаторов, соединяемых последовательно и параллельно, и смонтированных в блоки конденсаторов. В качестве силовых конденсаторов используются конденсаторы, пропитанные экологически безопасной жидкостью и содержащие встроенные секционные плавкие предохранители и разрядные резисторы. Для каждой ФКЦ выбран тот тип конденсатора, который обеспечивает оптимальное напряжение КБ (с учетом падения напряжения на фильтровом реакторе и токов высших гармоник) и номинальную емкость.

КБ поставляются комплектно с опорными изоляторами, трансформаторами тока небалансной защиты и внутренней гибкой ошиновкой.

### Фильтровые реакторы

Конструктивно каждый реактор представляет собой катушку с воздушным сердечником, установленную на опорные изоляторы. Конструкция катушки такая же, как у РК.

### Демпфирующие резисторы

Для снижения влияния резонансных явлений на работу оборудования СТК используется демпфирующий резистор ФКЦ-2. Конфигурация ФКЦ-2 выбрана таким образом, чтобы избежать потерь в демпфирующем резисторе на частоте сети. Основные характеристики демпфирующего резистора следующие:

Испытательное импульсное напряжение	≥ 220 кВ
Тип установки	наружная
Тип охлаждения	естественное, воздушное
Материал резистивного элемента	нержавеющая сталь

Фотографии оборудования аналогичного СТК на напряжение 35 кВ приведены ниже.

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 19/20



Оборудование внутренней установки: тиристорный вентиль, шкаф системы водяного охлаждения, система управления и защиты



Фильтро-компенсирующие цепи

Проект: <b>СТК</b> ООО «ММК «Новотранс»	Документ № ТКП СТК Новотранс 29-03 -2022	
Дата создания: 29.03.2022	Rev. 03	Page 20/20



Компенсирующие реакторы

### ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

- Средняя наработка СТК на отказ не менее 40 000 часов.
- Средний срок службы системы не менее 25 лет
- Среднее время восстановления работоспособного состояния СТК при проведении ремонтных работ в силовой части не более 3 часов, а в управляющей – не более 1 часа.
- Частота планово-предупредительных ремонтов (ППР) – один раз в 12 месяцев.
- Средняя трудоемкость ППР для силовой части СТК - 48 нормо-часов, а для управляющей – 24 нормо-часа.
- Средняя продолжительность аварийного ремонта – 6 нормо-часов.