

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

II издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 28 по 30 мая 2003 г., в г. Сенограбы

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 27 по 30 октября 2003 г.

Дата вступления в силу: 30 октября 2003 г.

Примечание:

Теряет силу I издание от 30 октября 1990 г.

**Р  
620**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОПТИМАЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
МОНТАЖА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ И ПОСТОВ  
СЕКЦИОНИРОВАНИЯ**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Базовые принципы .....	4
3. Требования по оптимизации конструктивного исполнения силового оборудования для СТЭЛ.....	6
4. Требования по оптимизации конструктивного исполнения вторичных цепей оборудования СТЭЛ.....	9
5. Требования к оптимальным технологиям строительства и монтажа устройств СТЭЛ.....	10

## 1. Общие положения

**1.1.** Настоящие Рекомендации следует применять при проектировании, сооружении и реконструкции тяговых подстанций и других устройств (объектов) тягового электроснабжения электрифицируемых и электрифицированных железных дорог-членов ОСЖД.

**1.2.** К объектам "**тяговые подстанции**" (ТП) относятся тяговые подстанции постоянного тока, переменного тока, а так же подстанции двух родов тока станций стыкования и передвижные ТП.

К "**линейным объектам**" (ЛО) относятся устанавливаемые вне тяговых подстанций посты секционирования и пункты параллельного соединения контактной сети (ПС и ППС), автотрансформаторные пункты системы электроснабжения 2х25 кВ (АТП), устройства компенсации реактивной мощности (КРМ), пункты группировки переключателей контактной сети станций стыкования (ПП) и др.

**1.3.** Принципиальные технические решения по схемам ТП и ЛО, выбору параметров оборудования и его размещению, должны соответствовать "Рекомендациям по общим техническим требованиям к устройствам тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог общего назначения" (Памятка ОСЖД Р-610/4, 2002 г.).

**1.4.** Настоящие рекомендации учитывают сложившееся к настоящему времени положение на сети электрифицированных железных дорог-членов ОСЖД, когда наряду с новой электрификацией ж.д. приходится в больших объемах осуществлять модернизацию и реконструкцию ранее электрифицированных участков, выработавших свой регламентированный ресурс работы.

Критерии выбора сроков, объемов и основные принципиальные решения по выполнению этих работ должны соответствовать "Рекомендациям по основным положениям организации ремонта и

модернизации устройств тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог" (Памятка ОСЖД Р-612/3, 2001 г.).

**1.5.** С вступлением в силу настоящей Памятки аннулируется Памятка ОСЖД Р-620 "Рекомендации по оптимальным конструкциям и технологиям монтажа тяговых подстанций и постов секционирования" 1990 г.

## **2. Базовые принципы**

**2.1.** Базовые принципы оптимизации конструкций и технологий монтажа устройств системы тягового электроснабжения (СТЭЛ) должны основываться на следующих основополагающих предпосылках:

- использование **высоконадежного оборудования**, включенного по схемам, позволяющим обеспечить максимальное резервирование питания контактной сети, функционирование которого не требует постоянного присутствия дежурного персонала, а техническое обслуживание - минимально;
- применение **средств автоматизации обслуживания и функциональной диагностики** всего оборудования, что позволяет перейти от обслуживания "по регламенту" к обслуживанию "по состоянию".

При реализации этих предпосылок необходимо обеспечить:

- качественное повышение технико-эксплуатационных, энергетических, экономических показателей работы СТЭЛ;
- минимизацию затрат на строительство и эксплуатацию;
- учет требований безопасности, экологии и т.д.

**2.2.** Предлагаемые Рекомендации базируются на использовании системного подхода к решению основных проблем электрификации и реконструкции участков железных дорог, учитывающего, во-первых, современный уровень развития техники и, во-вторых, требования существенного сокращения длительности и стоимости всех этапов цикла электрификации и реконструкции. Результатом реализации такого подхода

является не просто разработка нового комплекса оборудования для ТП (ЛО), но и внедрение новых технологий электрификации и реконструкции, охватывающих все этапы: автоматизированное проектирование ТП (ЛО) для конкретного участка, изготовление узлов в условиях современного производства, монтаж на месте эксплуатации, пуско-наладочные работы и минимизацию технического обслуживания при эксплуатации.

**2.3.** Целевая задача "оптимизации" требует решения следующих технических задач:

- переход на системы тягового электроснабжения не требующих постоянного дежурного персонала и технического обслуживания электрооборудования на линии и дающих возможность сосредоточить обслуживание квалифицированным персоналом и оперативное управление в центрах (ж.д. узлах и крупных населенных пунктах) с развитой инфраструктурой;
- упрощение главных схем электрических соединений ТП (ЛО), определяющих количество оборудования, режимы его работы и основные энергетические показатели;
- определение перечня основных силовых компонентов, их конструктивного исполнения, позволяющего снизить затраты, обеспечить высокие гарантийные сроки и исключаящего (минимизирующего) техническое обслуживание;
- разработка схем вторичных цепей на основе микропроцессорных фидерных терминалов, выполняющих все функции на данном присоединении, включая диагностику состояния силового оборудования и самодиагностику;
- организация высоконадежной системы управления и диагностики, обеспечивающей работу без постоянного дежурного персонала, доступность информации и достоверность оценки технического состояния оборудования;

- определение оптимальной технологии проведения всех работ по модернизации и реконструкции СТЭЛ при условии обеспечения бесперебойного электроснабжения в условиях действующего электрифицированного участка.

### **3. Требования по оптимизации конструктивного исполнения силового оборудования для СТЭЛ**

**3.1.** Исходя из названных в разделе 2 базовых принципов, выбор нового оборудования должен определяться следующими основными требованиями:

- обеспечение **улучшенных технических показателей**, т.е. современный технический уровень выбираемого оборудования;
- обеспечение **минимальных затрат на техническое обслуживание, ремонты и обновление** (т.е. обеспечение малолюдной технологии эксплуатации) путем использования оборудования с удлинёнными гарантированными межремонтными сроками и сервисным обслуживанием;
- ряд номинальных токов оборудования должен перекрывать диапазон, определяемый, с одной стороны, токами, характерными для слабозагруженных участков, и, с другой стороны, - токами, характерными для участков тяжеловесного и скоростного движения.

Кроме того, новое оборудование должно удовлетворять следующим технологическим требованиям, обеспечивающим удобство монтажа, пусконаладки и эксплуатации:

- **максимальная завершенность** (функциональная и конструктивная) оборудования на уровне транспортируемых единиц, включая вторичные цепи (в идеале – полная заводская готовность максимально крупных транспортируемых единиц оборудования для уменьшения сроков монтажа и пуско-наладки);
- **совместимость** (конструктивная, электрическая, информационная, метрологическая, электромагнитная и т.д) и, по возможности,

однотипность оборудования вторичных цепей всех распределительных устройств в пределах объекта, во-первых, для удобства обслуживания и, во-вторых, для объединения его в автоматизированную систему управления без дополнительных устройств сопряжения;

- **централизованное изготовление и поставка** оборудования;
- для повышения надежности работы оборудования в неблагоприятных климатических условиях и удобства его эксплуатации предпочтительно **размещать все распределительные устройства внутри зданий** (в т.ч. легковозводимых) или в блоках. На открытой части подстанции устанавливается только оборудование ОРУ вводов внешнего электроснабжения.

**3.2.** Кардинальное решение по конструктивному исполнению оборудования для новой электрификации, а также для реконструкции и модернизации эксплуатируемых участков, может быть достигнуто только на основе создания комплекса укрупненных **функциональных блоков (ФБ)** полной заводской готовности, позволяющего путем агрегатирования соответствующих разновидностей ФБ реализовать все требуемые типы ТП, ЛО и передвижные ТП постоянного и переменного тока и, в то же время, учесть особенности конкретных требований в каждом отдельном случае.

**По вариантам конструктивного исполнения** разбивка на функциональные блоки должна обеспечивать:

- различные решения по компоновке оборудования на имеющейся территории;
- выполнение высоковольтной ошиновки в соответствии с главными схемами электрических соединений;
- возможность быстрой замены основных узлов при аварийном выходе их из строя и т.д.

Функциональные блоки должны поставляться под монтаж **в полностью смонтированном виде**; агрегатирование должно сводиться к

монтажу внешних ошиновок, элементы которых также должны поставляться в готовом виде.

Функциональные блоки должны устанавливаться как **в стационарных зданиях** (если здания действующих ТП это позволяют), так и в **легко возводимых зданиях** с общим объемом, позволяющим размещение всех ФБ, а также в отдельные **контейнеры**, стыкуемые друг с другом для образования общих объемов с линейной ориентацией.

Должно быть также обеспечено использование контейнеров по отдельности (например, для создания временных схем при капитальном ремонте или реконструкции ТП, размещенных в стационарных зданиях).

Функциональные блоки должны выполняться **на основе современной силовой схемотехнической базы**, в частности, использовать вакуумные выключатели, сухие трансформаторы для питания собственных нужд (СН) и линий СЦБ, аккумуляторы, не требующие обслуживания в течение срока службы и т.д.

Новое оборудование должно быть **более экологичным**, т.е. использовать комплектующие, не наносящие вредного воздействия окружающей среде, как-то: вакуумные выключатели; сухие (без применения масла) трансформаторы для питания собственных нужд и линий автоблокировки; аккумуляторы с рекомбинационной системой, позволяющей существенно уменьшить вредные выбросы.

ТП и ЛО в результате модернизации или реконструкции должны снабжаться **автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ)**, обеспечивающими возможность дистанционного управления оборудованием с одного пульта управления в пределах ТП, а также с диспетчерских пунктов управления комплексами ТП и ЛО ("энергокругами"), удаленных от них на десятки-сотни километров.

Локальный уровень АСУ ТП и ЛО должен быть образован контроллерами, встроенными в функциональные блоки, чтобы агрегатирование АСУ ТП (ЛО) происходило одновременно с их



агрегатированием в целом и централизованное телемеханическое управление вводилось в эксплуатацию одновременно с включением ТП (ЛЮ) в работу.

Изложенные требования обеспечивают возможность получения ТП (ЛЮ), практически полностью смонтированных и налаженных на заводе-изготовителе, т.е. изделий высокой заводской готовности, с последующим гарантированным сопровождением заводом-изготовителем эксплуатации оборудования на срок, оговоренный договором на поставку.

#### **4. Требования по оптимизации конструктивного исполнения вторичных цепей оборудования СТЭЛ**

**4.1.** Главные требования к реализации вторичных цепей - **функциональная полнота и высокая надежность**. Причем к надежности релейной защиты и автоматики (РЗА) предъявляются особо жесткие требования, поскольку, очевидно, что надежность РЗА должна быть выше надежности защищаемого оборудования.

Опыт создания и эксплуатации сложных систем (каковой является и система электроснабжения) показывает, что обеспечение таких требований возможно только при системном решении, т.е., при реализации в виде продуманной **системы средств повышения надежности**, включающей:

- как резервирование защит на уровне отдельных устройств защиты присоединений, так и резервирование с помощью защит более высоких уровней;
- как средства выявления и локализации отказов в процессе работы (функциональная диагностика), так и средства всеобъемлющего тестирования в паузах;
- как средства выявления и предотвращения невосстанавливаемых отказов, так и средства выявления и предотвращения сбоев от помех (средства обеспечения электромагнитной совместимости);

- как использование высоконадежной элементной базы для создания устройств РЗА, так и сертифицированной технологии их производства и технического обслуживания.

**4.2.** Из требования надежности функционирования присоединения непосредственно вытекает необходимость **интеграции функций РЗА в пределах этого присоединения**, поскольку:

а) необходимо обеспечить автономную работу каждого из присоединений независимо от отказов других присоединений и цепей общеподстанционного управления;

б) необходимо **минимизировать число самых ненадежных из элементов** вторичных цепей присоединения - электрических контактов;

в) необходимо **минимизировать число проводов** между различными присоединениями, как источников электрических и электромагнитных помех, потенциальных путей проникновения высокого напряжения во вторичные цепи, а также потенциальных путей распространения пожара;

г) необходимо обеспечить возможность использования единого структурно-функционального средства повышения надежности – **постоянной диагностики всех элементов присоединения**.

**4.3.** Реализации вышеупомянутых требований может быть осуществлена путем использования микропроцессорных интеллектуальных терминалов присоединений (ИТП), которые **выполняют на конкретном присоединении все функции управления, автоматике, диагностики, сигнализации и регистрации, а также функции, необходимые для РЗА более высоких уровней (РЗА распределительных устройств и ТП в целом)**.

## **5. Требования к оптимальным технологиям строительства и монтажа устройств СТЭЛ**

**5.1.** Переход на использование при строительстве, реконструкции и модернизации электрифицированных участков на идеологию **"функциональных блоков"** позволяет существенно улучшить всю

технологии электрификации, модернизации и реконструкции участков железных дорог путем сокращения стоимости и длительности всех этапов: проектирования конкретных ТП (ЛО), изготовления для них функциональных блоков в условиях современного производства, монтажа на месте эксплуатации, пусконаладочных работ, технического обслуживания при эксплуатации, ремонте и модернизации.

Основным отличием новой технологии является ее **процессуальная полнота**, т.е. полный охват и взаимная согласованность всех стадий строительства, модернизации и реконструкции. На отдельных этапах отличия новой технологии основываться на следующих моментах.

**5.2. Проектирование** конкретных объектов СТЭЛ на основе комплекса функциональных блоков должно производиться с помощью автоматизированной системы проектирования и технологической подготовки производства. Это позволит выполнять процесс компоновки сложных ТП путем построения их трёхмерной математической модели, которая строится с учётом реальных размеров, а также системы допусков и посадок и возможностей технологии изготовления. Таким образом, существенно сокращаются сроки проектирования и исключается значительная часть случайных ошибок, связанных с человеческим фактором.

Исключаются также неточности, свойственные "типовому проектированию", при котором конкретные особенности проектируемого объекта учитываются минимально.

Возможность параллельной работы различных специалистов над одной и той же разработкой и безбумажная технология существенно сокращают время от начала разработки до изготовления изделия и постановки его серийного производства.

Использование системы автоматизированного проектирования позволит, при тех же нормативных сроках разработки, существенно оптимизировать конструкцию, улучшить общее качество разработки при использовании прямого выхода на автоматизированный производственный

комплекс, повысит точность изготовления и снизит количество брака в производстве. В связи с этим уменьшается время и снижаются затраты при монтаже изделия на объекте заказчика.

**5.3. Изготовление** функциональных блоков должно производиться в условиях современного технологически подготовленного производства. При этом должно использоваться автоматизированное сопровождение производства ТП (ЛО), включающее, в частности, материально-техническое снабжение, составление и контроль графиков выполнения заказов, что обеспечит высокое качество изготовления в установленные сроки.

**Строительная часть** при использовании блочно-модульных конструкций существенно проще традиционной технологии, т.к. не требует реконструкции существующего здания подстанции. Опорными конструкциями для установки модулей могут служить отработавшие свой срок шпально-рельсовые пути на щебеночном основании, которые укладываются в две нити параллельно подъездному железнодорожному пути подстанции.

**5.4. Монтаж** оборудования на месте эксплуатации должен выполняться по самой быстрой и дешевой технологии - непосредственно "с колес". В зависимости от конкретных условий на строительной площадке и наличия железнодорожных и\или автомобильных подъемных кранов должно быть разработано несколько вариантов выгрузки и монтажа модулей. Функциональные блоки или модули должны механически легко стыковаться между собой; они должны поставляться с набором готовых шин и кабелей для быстрого электрического соединения (включая комплекты кабелей для подключения к оборудованию открытой части ТП).

**5.5. Пусконаладка** ТП (ЛО) должна быть сведена к минимуму, т.к. функциональные блоки, включая элементы распределенной АСУ ТП (ЛО), должны быть полностью собраны, отлажены и испытаны на заводе.

**5.6. Эксплуатация** новых ТП (ЛО) должна обеспечивать существенно меньшие затраты на техническое обслуживание благодаря использованию в

функциональных блоках высоконадежного оборудования, а также благодаря использованию средств автоматизации его обслуживания (т.е. необходим переход от обслуживания "по плану" к обслуживанию "по необходимости").

**5.7.** Должна быть обеспечена возможность дальнейшей **оперативной модернизации и ремонта** ТП (ЛО) в любом необходимом объеме заменой крупными функциональными блоками.

В целом новая технология должна обеспечить существенное сокращение сроков окупаемости капиталовложений на электрификацию, модернизацию и реконструкцию и сокращение затрат на эксплуатацию всей тяговой части системы электроснабжения железной дороги.

**5.9.** Модернизация или реконструкция ТП в целом в зависимости от способов реконструкции отдельных агрегатов и с учетом возможностей использования территории, доступной строительной техники, вспомогательного оборудования и т.д., может производиться одним из трех известных способов:

- с последовательным выводом оборудования в ремонт;
- с включением в работу на период модернизации передвижных (временных) подстанций;
- с полным отключением подстанции (на все время реконструкции).

Первый способ связан с последовательной проработкой и увязкой способов реконструкции отдельных агрегатов, а последний на действующих участках практически не приемлем, хотя он существенно проще и дешевле двух первых.

Простейшая технология реконструкции, реализующая второй способ, базируется на использовании передвижной ТП, что позволяет проводить работы при полном снятии напряжения. Однако имеющиеся передвижные ТП имеют небольшую мощность и число фидеров контактной сети - не более четырех. Гораздо большими возможностями обладают модульные ТП, которые могут устанавливаться в 2-х вариантах:

- на платформах как передвижные;

- на временных фундаментах.

При этом конкретный набор блоков и вариант их размещения выбирается исходя из конкретных условий каждой ТП и необходимого объема реконструируемого оборудования.

Преимущества создания временных схем на основе конструктивно и функционально законченных блоков очевидны:

- гибкость в выборе требуемого набора оборудования;
- минимальные требования по части отвода площадей и строительства фундаментов;
- простота монтажа и демонтажа.

\* \* \* \* \*

Реализация настоящих Рекомендаций позволит при строительстве, реконструкции и модернизации электрифицированных участков железных дорог достичь в условиях минимальных затрат повышения надежности энергообеспечения перевозочного процесса и минимизации эксплуатационных расходов на их содержание.