



2.1	Обзор технологий и сервис	16
2.1.1	Решения для интеллектуальных и «супер сетей» с ВНПТ и FACTS	16
2.1.2	Передача и распределение переменного и постоянного тока	16
2.1.3	Менеджмент целых проектов	18
2.1.4	Партнеры в течении всего жизненного цикла системы	18
2.2.	Передача постоянного тока высокого напряжения (ВНПТ)	19
2.2.1	Технология ВНПТ Siemens	19
2.2.2	Основные типы ВНПТ схем	19
2.2.3	LCC ВНПТ «Классическое» решение	20
2.2.4	Магистральная передача энергии УВНПТ	21
2.2.5	ВНПТ PLUS - На шаг впереди	21
2.2.6	Система управления ВНПТ Win-TDC	22
2.2.7	Услуги	23
2.3	Передача постояннго тока среднего напряжения с использованием SIPLINK	24
2.3.1	Соединение берег-судно	24
2.3.2	Передача энергии между различными распределительными сетями	25
2.3.3	Надежность и доступность промышленных сетей	26
2.4	Гибкие системы передачи переменного тока	27
2.4.1	Поперечная компенсация	27
2.4.2	Продольная компенсация	29
2.5	Линии электропередач	30
2.5.1	Газоизолированные линии электропередач (ГИЛ)	30
2.5.2	Воздушные линии	34
2.6	Решения для доступа к энергосистеме для децентрализованной выработки энергии	48
2.6.1	Примеры проектов	50
2.7	Решения в области Солнечной Энергии	54
2.8	SIESTORAGE-модульная система накопления энергии	56
2.8.1	Модульная энергетическая система накопления энергии для устойчивого энергоснабжения	56
2.8.2	Идеальное решение для широкого круга приложений	58
2.8.3	Поставщик решений для накопления энергии	59
2.9	SIHOUSE - электрификационные установки	60
2.9.1	Компактные, мобильные “включай и работай” электрификационные установки для распределения энергии.	60
2.9.2	Идеальное решение для широкого круга приложений	61
2.9.3	Все о лучшем проектировании	62
2.9.4	Полностью интегрированные решения от единого поставщика	63

2 Решения для передачи и распределения энергии

2.1 Обзор технологий и сервис

2

Подача энергии, генерируемая в разных областях, расположенных на больших расстояниях в общую систему электроснабжения заставляет обращаться к экстраординарным решениям в области передачи и распределения энергии. Несмотря на сложные задачи, существует реальная эффективная возможность соединения в сеть различных регионов, стран или даже континентов, обеспечивая эти территории экономически выгодным доступом к электроэнергии (рис 2.1-1). Siemens со своим обширным опытом в области передачи и распределения электроэнергии, уже реализовал большое количество проектов по сопряжению энергосистем и соединению децентрализованных генераторных установок в общую сеть. В каждом случае условия были уникальными. Поскольку Siemens старается, чтобы его заказчики всегда получали наиболее экономически эффективные решения, и в каждом случае применялись различные и порой уникальные технические решения.

2.1.1 Решения для интеллектуальных и «супер сетей» с ВНПТ и FACTS

Сеть электроснабжения будущего должна быть безопасной, экономически эффективной и экологически чистой. Комбинация этих трех задач решается с помощью интеллектуальных решений и передовых технологий.

Инновационные решения ВНПТ (Передача постоянного тока высокого напряжения) и FACTS (гибких систем передачи переменного тока) имеют достаточный потенциал, чтобы справиться с этими сложными новыми задачами. За счет применения силовой электроники, они обладают свойствами, которые необходимы для избегания технических проблем в энергосистемах, позволяя эффективно увеличить пропускную способность и стабильность системы и помочь избежать каскадных неисправностей.

Видение и стратегия расширения для будущих электросетей отражена, например, в программе для "Smart Grids", которая развилась в рамках Европейской технологической платформы.

Можно отметить следующие особенности будущих интеллектуальных сетей:

- Гибкость: удовлетворение нужд эксплуатации, отвечая на новые задачи и изменения
- Доступность: предоставление коммуникационного доступа для всех пользователей сети, особенно для систем возобновляемой энергии и высокоэффективного местного генерирования энергии с нулевым или низким содержанием выбросов углерода.
- Надежность: гарантирование и улучшение безопасности, а также качества поставок энергии
- Экономичность: обеспечить наилучший результат, используя инновации, эффективный электроменеджмент, равные условия конкуренции и регулирования

Интеллектуальные сети помогут достичь устойчивого развития. Также следует отметить, что стратегия интеллектуальных сетей применима к системам в любом другом регионе мира. Интеллектуальные сети помогут достичь устойчивого развития.

Быстро либерализуемый рынок будет стимулировать торговые возможности Интеллектуальные энергетические сети- это необходимый ответ на требования по защите окружающей среды, а также требования общества и политики в области энергоснабжения.

2.1.2 Передача и распределение переменного и постоянного тока

ВНПТ, FACTS и SIPLINK

Сегодняшние системы передачи электроэнергии имеют задачу передачи энергии из пункта А в пункт В надежно, безопасно и эффективно. Также необходимо передавать энергию таким способом, чтобы не наносить ущерба окружающей среде. Siemens предлагает всесторонние решения, техническую экспертизу и общемировой опыт, чтобы помочь своим заказчикам в решении их задач.

Для каждого случая и этапа передачи энергии, Siemens предлагает оптимизированные решения SIPLINK (Многофункциональный модуль межсистемной связи энергосистем Siemens), ВНПТ или FACTS для наиболее эффективного использования АС (переменного тока) энергосистем и линий.

Типичные применения для FACTS включают в себя быстрый контроль напряжения, увеличенную пропускную способность на длинных линиях, контроль потока мощности в сцепленных системах и гашение колебаний мощности. С FACTS большее количество энергии может быть передано в пределах энергосистемы. Когда экономические и технические возможности традиционной трехфазной технологии достигнут своего предела, ВНПТ станет новым эффективным решением (рис 2.1-2). Ее основная область применения- это передача большого количества энергии на длинные расстояния и соединение асинхронных энергосетей. ВНПТ PLUS- это последняя инновация Siemens в области передачи постоянного тока. Преимущества новой системы, использующая конвертеры напряжения, включают в себя компактное размещение и расширенные возможности управления, такие как независимый контроль активной и реактивной мощности и возможность запуска станции после полного отключения без нужды во внешнем питании.

Для передачи тока среднего напряжения, Siemens предлагает SPLINK системы. В зависимости от применения и конфигурации существующей системы, SPLINK снизит затраты на инвестирование и эксплуатацию в течение всего жизненного цикла системы. Система контролирует активную мощность и оптимизирует стабильность напряжения за счет обеспечения реактивной мощностью.

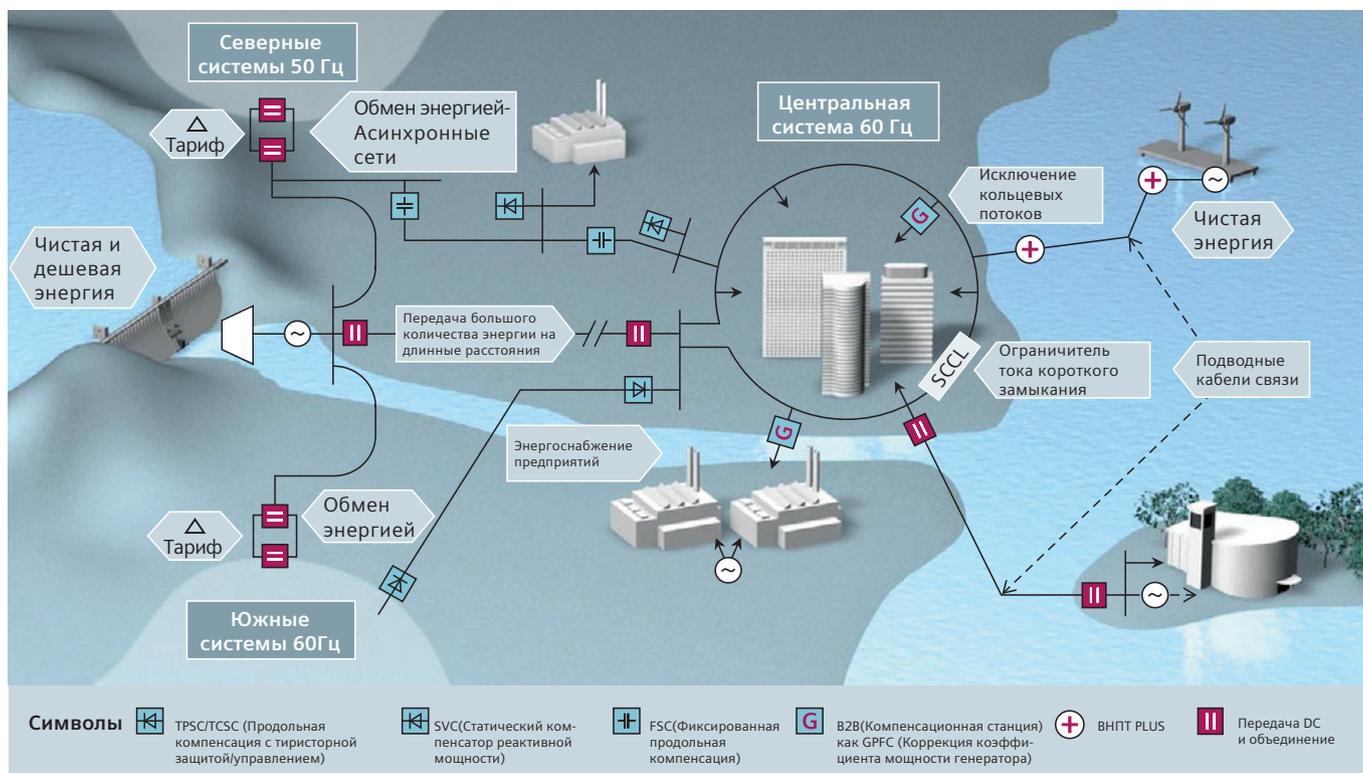


Рисунок 2.1-1: Решения по передаче и распределению энергии

Линии электропередачи

Еще со времен начала электроснабжения, высоковольтные линии составляют самый важный элемент системы передачи и распределения энергии. Их доля в общей длине электрической системе зависит от уровня напряжения и местных условий. Когда условия окружающей среды или конструктивные факторы делают воздушные линии невозможными, “подземные” решения Siemens в области передачи энергии являются идеальным решением. Линии электропередачи с газовой изоляцией (GIL) Siemens это экономически обоснованная альтернатива обычным силовым кабелям.

Доступ к сети

Децентрализованные модули специально разработаны с учетом наилучшего согласования контрастирующих параметров, таких как высокая надежность, низкая инвестиционная стоимость и эффективная передача энергии. Особое внимание уделяется интеллектуальному проектированию “систем сбора” на уровне среднего напряжения, за которыми идет высоковольтная система передачи энергии, обеспечивающая доступ к сети. Полагаясь на обе технологии передачи, Siemens предлагает как AC, так и DC решения на уровнях среднего и высокого напряжения (глава 2.6).

Солнечная энергия

Как альтернативный источник энергии для сельской электрификации Siemens интегрирует энергию от солнечных модулей в низковольтную распределительную систему для частных потребителей в качестве одиночных систем или включенные в общую сеть.

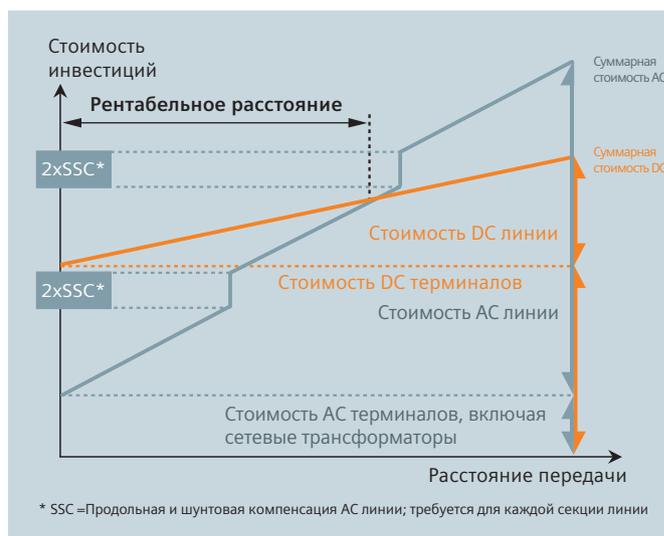


Рисунок. 2.1-2: Сравнения переменного и постоянного тока при передаче энергии на длинные расстояния Без-убыточная дистанция передачи 1000 МВт энергии составляет 600 км

2.1.3 Менеджмент целых проектов

Управление проектом

Обеспечение энергией это не просто комбинирование определенного количества отдельных компонентов. Данная задача требует реализации широкомасштабных проектов, таких как системы передачи энергии или промышленных комплексов, особенно в странах большим ростом потребления энергии. Лучший партнер в реализации таких больших проектов – технический эксперт, который может тщательно проанализировать требования, реализовать комплексный подход к планированию проекта и рассмотреть все главные условия. Квалифицированный партнер проекта может обеспечить высококачественные компоненты и сервис, как для передачи электроэнергии, так и для управления проектом энергосистемы. Также гарантируется, что будет осуществлен профессиональный монтаж системы.

Решения “под ключ”

Богатый многолетний опыт Siemens позволяет предоставлять решения по передаче электроэнергии “под ключ”, ориентированные под индивидуальные требования заказчика. Siemens поставит весь спектр компонентов, включая электростанции, системы передачи АС и DC и высоковольтные объединенные системы с высоким, средним и низким напряжением, которое в конечном итоге доходит до каждого отдельного потребителя. То, что только одна сторона отвечает за координацию всего проекта, снижая до минимума количество согласований между системным оператором и поставщиками, делает решения “под ключ” очень привлекательными. Готовые проекты также снижают собственные риски оператора в проекте, т.к. Siemens отвечает за поставку системы, полностью готовую к работе.

Проектирование, поставка, производство и возведение

В дополнение к полноценному планированию и менеджменту, проектирование это одна из самых сильных сторон Siemens. Siemens может производить или закупить все необходимые компоненты и производить все работы по сооружению вплоть до тестирования и ввода в эксплуатацию целых систем. С Siemens в качестве партнера компании получают выгоду от обширного производственного опыта Siemens, а также работы с опытными инженерами Siemens, которые уже приняли участие в большом количестве проектов по всему миру. Основываясь на этом базисе, Siemens может обеспечить лучшие технологии для проектов, основанных на запатентованных компонентах Siemens, а также

дополнительного оборудования, закупаемого у поставщиков с хорошей репутацией. Эксперты Siemens имеют перед собой задачу определить, какие из различных технических возможностей подходят наилучшим способом в реализации проекта. Они рассматривают пропускную способность систем передачи, эффективность передачи и после определения наилучшего технического решения, оценивают его долговременную экономическую эффективность для оператора. Только после этого возможно начало монтажа системы и своевременный ввод в эксплуатацию.

Содержание и техническое обслуживание

Система будет работать наилучшим образом только тогда, когда оборудование обеспечит долговременную безаварийную работу. Технический сервис Siemens гарантирует, что все компоненты системы всегда будут работать безопасно и надежно. Siemens постоянно обслуживает системы операторов, посредством регулярных проверок, всей переключающей аппаратуры и вторичных устройств. Siemens предоставляет поддержку 24 часа в сутки, 365 дней в году, поэтому в случае отказа во время эксплуатации, проблемы могут решаться немедленно. А вместе с новейшими технологиями онлайн мониторинга и удаленной диагностики, Siemens предлагает расширенные возможности для обеспечения минимальных эксплуатационных затрат.

Оптимизация и модернизация

Ни одна из компаний не в состоянии менять свое оборудование с такой скоростью, чтобы постоянно идти наравне с технически прогрессом. Но в тоже время, можно получить преимущества от применения последних технологических возможностей посредством оптимизации, предлагаемой службой модернизации и обновления Siemens. Эти быстрые и экономически оправданные решения позволяют заказчику инвестировать свой капитал разумно и получить максимальные преимущества от опыта Siemens в адаптации старых систем под новые технические стандарты.

2.1.4 Партнеры в течении всего жизненного цикла системы

Siemens всегда находится рядом с системными операторами, чтобы помочь им развивать свои проекты, создать экономические решения и обеспечить менеджмент проекта (рис. 2.1-3), и осуществить поддержку в проектировании, производстве и возведении. Такая поддержка осуществляется с момента ввода системы в эксплуатацию, как только заказчик нуждается в сервисе и техническом обслуживании и модернизации системы. Взаимное сотрудничество между Siemens и заказчиком не прекращается после сдачи системы «под ключ» Siemens сопровождает системных операторов в течении всего жизненного цикла системы, предлагая обширный сервис с продукцией самого высокого качества, основанных на самых передовых технологиях.



Рисунок 2.1-3: Сервис Siemens для полного жизненного цикла

Для дальнейшей информации
<http://www.siemens.com/energy/power-transmission-solutions>
<http://www.siemens.com/energy/BHPT-facts-newsletter>

2.2. Передача постоянного тока высокого напряжения (ВНПТ)

ВНПТ передача энергии используется в тех ситуациях, когда традиционные высоковольтные АС системы не применимы из своих ограничений. Эти ограничения возможно преодолеть за счет базовых принципов работы ВНПТ, которая представляет собой систему преобразования АС в DC и обратно с помощью мощных преобразователей.

Благодаря своей эффективной управляемости, ВНПТ системы могут использоваться для следующих целей:

- Передача энергии по очень длинным воздушным линиям или кабелям, где системы АС передачи экономически не оправданы или даже просто невозможны
- Передача энергии между системами, работающими асинхронно. Точный контроль за потоком энергии в любом направлении. Улучшение стабильности АС системы
- Контроль реактивной мощности и поддержание величины напряжения АС
- Контроль частоты
- Демпфирование колебаний мощности

2.2.1 Технология ВНПТ Siemens

В зависимости от типа конвертера, используемого для преобразования между АС и DC доступны 2 технологии:

- Конвертер коммутлируемых линий (LCC), основанный на тиристорных вентилях
- Преобразователь напряжения (VSC), основанный для IGBT вентилях, также известный как ВНПТ PLUS

Обе технологии позволяют Siemens поставлять привлекательные решения для наиболее сложных задач по передаче энергии, начиная от передачи энергии особо высокого напряжения до соединения удаленных систем в одну общую сеть; от международных воздушных линий или кабелей до объединения двух систем в одной местности.

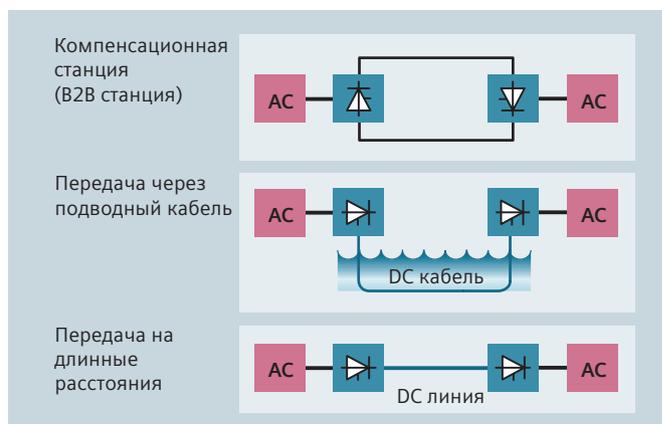


Рис. 2.2-1: Обзор основных приложений ВНПТ

2.2.2 Основные типы ВНПТ схем

Основные типы ВНПТ конвертеров отличаются в соответствии со DC схемами (рис. 2.1.-1), такими как

Компенсационные (Back-to-back) станции

Выпрямитель и конвертер расположены в одном месте. Такие конвертеры в основном используются для:

- Для соединения асинхронных высоковольтных энергосистем или систем с различными частотами
- Стабилизации слабых звеньев АС
- Для поддержания большей активной мощности АС систем, которые уже на пределе своей мощности короткого замыкания
- Для контроля потока мощности в пределах синхронной АС систем

Кабельная передача

DC кабель-наиболее эффективное решение для передачи энергии через моря для электроснабжения островов или морских платформ от материка и наоборот.

Передача на большие расстояния

При передаче большого количества энергии на большие расстояния, передача посредством DC систем более экономически оправдана в сравнении с высоковольтной АС системой.

2.2.3 LCC ВНПТ «Классическое» решение

После более чем за 50 лет своей истории, вместе с Siemens, постоянно работающая над ее развитием, LCC ВНПТ на сегодняшний день наиболее широко используемая технология передачи DC.

Технологии

Тиристорные вентили

Тиристорные вентили используются для преобразования AC в DC, представляют, таким образом, центральный компонент ВНПТ станции конвертации. Вентили имеют следующие особенности:

- Прочная конструкция
- Безопасное противопожарное исполнение, благодаря использованию огнеупорных и самозатухающих материалов
- Минимальное количество электрических соединений и компонентов, избегая тем самым, потенциальных источников сбоя
- Параллельное охлаждение вентилях деионизированной водой, для максимального удельного использования тиристоров
- Сейсмостойкая конструкция по требованию (рис. 2.2-2)
- Тиристор с непосредственным световым управлением и интегрированной защитой от перенапряжений - стандартное решение для систем передачи энергии, мощностью до 5000 МВт
- Тиристоры с электрическим управлением для передачи большого количества энергии мощностью до 7200 МВт и выше

Технология фильтрации

Фильтры используются для баланса реактивной мощности ВНПТ и энергосистемы, а также для обеспечения высоких стандартов по высшим гармоникам

- Могут устанавливаться одно-, двух-, и трехчастотные, а также пассивные фильтры верхних частот и их комбинации в зависимости от конкретных требований станции
- Доступны активные AC и DC фильтры для обеспечения высоких стандартов по высшим гармоникам
- Везде, где возможно, используются одинаковый тип фильтров, чтобы даже в случае отключения одного из них обеспечить удовлетворительную работу системы.

Применимость

Основные области применения для LCC ВНПТ

- Экономичная передача энергии на большие расстояния
- Соединение асинхронных сетей без увеличения мощности короткого замыкания
- Передача DC через подводные кабели
- Гибридная интеграция ВНПТ в синхронную AC систему для повышения стабильности
- Увеличение пропускной способности преобразуя AC линии в DC линии

Номинальные мощности

Типовые характеристики ВНПТ систем:

- Компенсационные станции: до 1200 МВт
- Кабельная передача: до 800 МВт на каждый ВНПТ кабель
- Передача на большие расстояния: обычно до 5000 МВт



Рис. 2.2-2. Сейсмостойкие и огнеупорные тиристорные вентили для передачи на большое расстояние в Гуизихо-Гаундонг, Китай

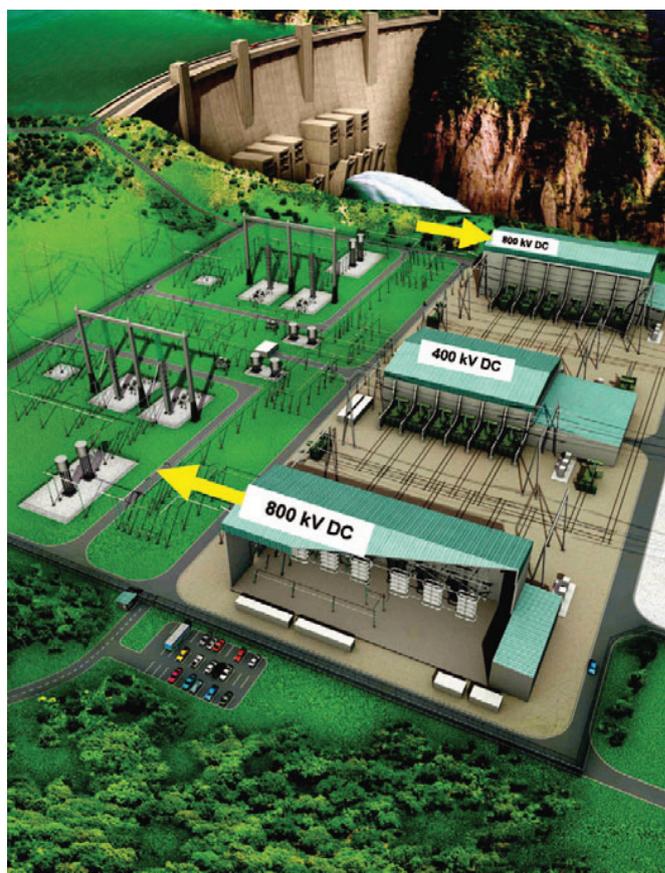


Рис. 2.2.-3 Две двойных 400 кВ конвертерные системы связаны в ± 800 кВ УВНПТ станцию

2.2.4 Магистральная передача энергии УВНПТ

UHV DC от Siemens это ответ на растущие требования магистральной передачи энергии от удаленных генераторных установок до крупных нагрузочных центров. После того, как Siemens выиграла контракт в 2007 году, была успешно запущена первая в мире ± 800 кВ УВНПТ система с мощностью 5000 МВт в южной энергосети в Китае в 2010 году (рис. 2.2-3).

Технология

Высокое DC напряжение налагает исключительные требования к изоляции оборудования, что ведет к увеличению размеров (рис. 2.2-4). Способность выдержать высокое напряжение и механические воздействия тщательно исследуется во время разработки. Все компоненты тщательно тестируются, чтобы гарантировать их способность выдерживать наиболее тяжелые условия эксплуатации и соответствовать высоким стандартам качества/

Тиристорные вентили оснащены либо 5", либо 6" тиристорам, в зависимости от мощности передачи (рис. 2.2-5).

Применимость

УВНПТ передача- это решение для магистральной передачи энергии от 5000 МВт и выше на расстояние несколько тысяч километров. В сравнении с 500 кВ LCC ВНПТ системой, Siemens 800 кВ УВНПТ система снижает потери на линии примерно на 60% и это важный аспект соответствия программе снижения выбросов углекислого газа и эксплуатационных затрат.

Особое внимание нужно уделить соответствующим AC сетям, которые должны снабжать или поглощать большое количество электроэнергии.

Номинальные мощности

Системы 800 кВ ВНПТ спроектированы для передачи энергии до 7200 МВт на большие расстояния.

2.2.5 ВНПТ PLUS - На шаг впереди

Технология VSC предлагает уникальные преимущества для ВНПТ передачи, которая становится все более важной для задач подключения удаленных источников возобновляемой энергии, газовых и нефтяных платформ в существующую сеть

Используя новейшие модульные IGBT (Биполярный транзистор с изолированным затвором) в новаторских Модульных многоуровневых конвертерах (MMC), развило ВНПТ PLUS как знаковый продукт в эволюции ВНПТ передачи энергии.

Номинальные мощности, доступные для ВНПТ PLUS чрезвычайно привлекательные также для тех проектов, где может использоваться LCC ВНПТ с технической точки зрения.



рис. 2.2-4: 20.8 метровая втулка необходима для подключения терминала 800 кВ тиристорных вентилях, находящихся в помещении, с внешним ВНПТ оборудованием и воздушными линиями.



рис. 2.2-5: Сверхвысокое напряжение и силовая электроника (тиристорные вентили) предназначены для работы с напряжением 800 кВ Юанн- Гуандонг, Китай

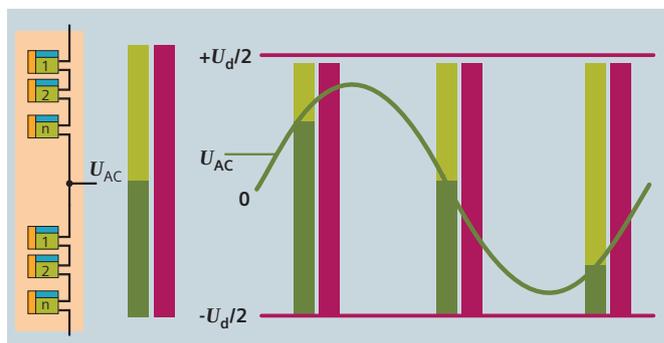


рис. 2.2-6: ВНПТ PLUS многоуровневые конвертеры реализуют преобразование между AC и DC практически без гармоник. С AC стороны конвертера переменное напряжение-идеальная синусоида.

Отличительные особенности

ВНПТ PLUS предоставляет важные технические и экономические преимущества в сравнении с LCC

- ВНПТ технология занимает меньше пространства: ВНПТ PLUS не требует каких-либо фильтров (рис. 2.2-6). В сочетании с компактным дизайном MMC, ВНПТ PLUS становится идеально подходящей для морских платформ или станций, с ограниченным пространством (рис. 2.2-7, 2.2-8).
- Независимость от мощности короткого замыкания: ВНПТ PLUS могут работать в сетях с низкой мощностью короткого замыкания или даже в изолированных системах с наличием или отсутствием собственного генератора, используя способность к запуску без внешнего подвода питания (Black start).
- Униполярное DC напряжение: Полярность DC напряжения устанавливается независимо от направления потока энергии. Это позволяет интегрировать их в многотерминальные системы или DC сети. ВНПТ PLUS может работать в сочетании с экструдированным XLPE или бумажно-масляными DC кабелями.
- Экономичная конструкция и стандартизация: Модульные станции конвертации ВНПТ PLUS могут отлично адаптироваться под требуемый уровень мощности (рис. 2.2-7).
- Могут использоваться стандартные AC трансформаторы, когда как LCC трансформаторы требуют особой конструкции из-за дополнительного воздействия DC напряжения и гармоник

Применимость

ВНПТ PLUS может применяться во всех областях ВНПТ передачи- здесь нет никаких технических ограничений. Преимущества ВНПТ PLUS будут наиболее очевидными в условиях, где требуются такие возможности:

- «Black start» сетей переменного тока
- Работа в AC сетях с низкой мощностью короткого замыкания
- Компактный дизайн, например для морских платформ
- Работа в многотерминальных DC системах или в DC сетях

Номинальные мощности

Конструкция ВНПТ PLUS оптимальна для применения в диапазонах мощностей от 30 МВт до 1000 МВт и выше, в зависимости от величины DC напряжения.

2.2.6 Система управления ВНПТ Win-TDC

Система управления и защиты- это важный элемент в системе передачи энергии. ВНПТ Система управления и защиты Siemens для ВНПТ была разработана с акцентом на гибкость и высокие динамические характеристики и основана на более чем 30-ти летнем опыте эксплуатации ВНПТ систем и других смежных областей индустрии (рис. 2.2-9).

Высокая надежность достигается за счет избыточности и прочной конструкции. Все управляющие и защитные компоненты, начиная от человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) до измерительного оборудования DC напряжения спроектированы таким образом, чтобы реализовать все преимущества, которые предоставляют новейшие разработки в программном и аппаратном обеспечении. Такие системы управления и защиты основаны на стандартных продуктах с жизненным циклом 25 лет и более.

Название Win-TDC отражает комбинацию ПК-системы HMI системы SIMATIC WinCC и высокопроизводительной промышленной системы управления SIMATIC TDC.



Рис. 2.2-7: Сердце ВНПТ PLUS - Модульный многоуровневый конвертер (MMC), который масштабируется в зависимости от требований напряжения и мощности. Трансбэй Кабель, США



Рис. 2.2-8: Всего несколько силовых компонентов требуется вне конвертера, чтобы создать законченную ВНПТ PLUS станцию. Что особо стоит отметить, ВНПТ PLUS обеспечивает выполнение стандартов по гармониками в сети без применения каких-либо фильтров. Трансбэй Кабель, США

SIMATIC WinCC - это HMI программное обеспечение на базе ПК для Microsoft Windows, используемая для операторского управления и мониторинга ВНПТ систем.

SIMATIC TDC (Управление технологией и приводами) это высокопроизводительная система автоматизации, которая позволяет интегрировать как систему разомкнутого так и замкнутого управления в пределах одной системы. Это особенно подходит для ВНПТ(и других приложений энергетики), требующая высокопроизводительного замкнутого управления. Для чрезвычайно быстрых функций управления, как того требуют ВНПТ PLUS системы, SIMATIC TDC дополняется системой PLUSCONTROL, включающая в себя Систему управления током (CCS) и модульная системы управления (MMS).

SIMATIC WinCC и SIMATIC TDC используются в широком диапазоне промышленных приложений, включая генерирование и распределение энергии.

В LCC ВНПТ системах Siemens, DC токи и напряжения измеряются с помощью гибридных оптико-электронных систем: DC ток измеряется с помощью шунта, расположенного на линии высокого напряжения, DC напряжение измеряется с помощью резистивных/емкостных делителей. Обе системы используют лазерную измерительную электронику, так что связь между измерительными модулями и с системами управления исключительно оптическая, что обеспечивает необходимый уровень изоляции и снижение уровня шума.

В системах ВНПТ PLUS, DC токи измеряются с помощью измерительных систем Zero Flux, которые обеспечивают необходимую точность и динамическую характеристику для быстрого управления во время переключений в сети. Измерители Zero Flux располагаются в удобном месте, например, на втулке конвертера или герметичной концевой муфте кабеля.

Siemens предоставляет проверенное программное и аппаратное обеспечение, построенное на самых передовых технологиях. Их исполнение и надежность удовлетворяют самым высоким требованиям как для новых систем, так и для замены старых систем (рис. 2.2-10).

2.2.7 Услуги

Следующий набор услуг дополняет портфолио Siemens ВНПТ

Проекты «под ключ»

Опытный персонал проектирует, осуществляет монтаж и ввод эксплуатацию ВНПТ систем «под ключ».

Финансирование проекта

Siemens готов содействовать своим заказчикам для поиска подходящего источника финансирования для проекта.

Общие услуги

Расширенная поддержка всегда была доступна заказчикам Siemens, начиная с истоков ВНПТ систем, включая:

- Изучение возможности реализации
- Составление спецификации
- Исполнение проекта
- Эксплуатация системы и долгосрочное обслуживание
- Консультации по модернизации/замене компонентов/ переконструированные старых схем, например, модернизация ртутных вентилях и релейных систем управления.

Исследования по разработке системы, стабильности энергосистемы и переходных процессов, проводимые во время реализации проекта:

- Оптимизация нагрузок. Базовый проект ВНПТ системы. Динамические характеристики системы
- Анализ гармоник и проектирование фильтров для LCC ВНПТ
- Изоляция и защита
- Электромагнитная совместимость и воздействие помех на работу ПЛК(программируемых логических контроллеров)
- Специальные исследования, если необходимо

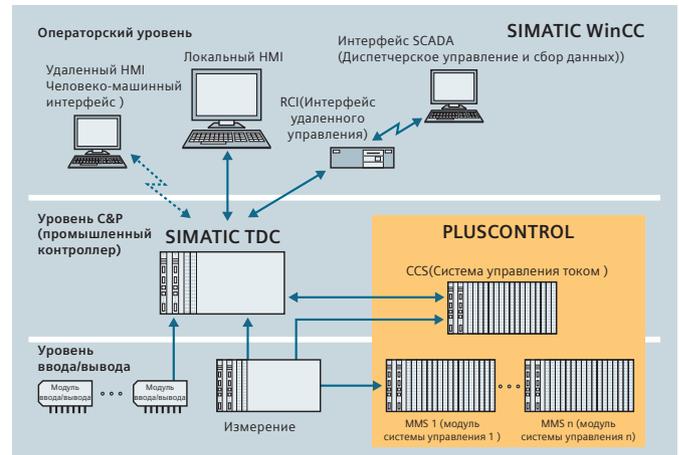


Рис. 2.2-9: Win-TDC иерархия-это 30 летний опыт построения систем управления ВНПТ, который базируется на применении стандартных компонентов, которые широко используются в других отраслях промышленности



Рис 2.2-10: Системы управления и контроля интенсивно тестируются на Siemens перед их отправкой на объект, гарантируя быстрый и бесперебойный пуск в эксплуатацию

Для дальнейшей информации
<http://www.siemens.com/energy/ВНПТ>
<http://www.siemens.com/energy/ВНПТ-plus>
<http://www.siemens.com/energy/ВНПТ>

2.3 Передача постоянного тока среднего напряжения с использованием SIPLINK

2

Аналогично технологии ВНПТ системы в передающих сетях, системы распределения среднего напряжения с разной частотой, напряжением и фазой также могут быть гибко объединены. Инновационное звено среднего напряжения для распределительных систем - это многофункциональный силовой конвертер SIPLINK. Этот конвертер, основанный на компенсационном передаточном звене (рис 2.3-1, 2.3-2) в состоянии селективно управлять потоками энергии между подсетями, и в тоже время, может улучшить качество напряжения, обеспечивая систему реактивной мощностью.

SIPLINK предоставляет средства сопряжения различных электрогенераторов или сетей с различной частотой и мощностью без ухудшения стабильности системы и увеличения токов короткого замыкания. Также улучшена возможность интеграции распределенных и независимых электрогенераторов в существующие сети. SIPLINK может снизить инвестиции, а также расходы в течении жизненного цикла, особенно в таких приложениях:

- Подключение кораблей, стоящих в порту к более экологически чистой береговой энергосистеме(соединение берег-судно (SIHARBOR))

- Передача энергии между различными распределительными сетями(городскими сетями) посредством совместной работы.
- Увеличение доступности и качества напряжения в промышленных сетях

2.3.1 Соединение берег-судно

Давление рынка и увеличение требований к защите окружающей среды заставляет многие порты осуществлять энергоснабжение кораблей в портах от берегового источника. Для решения этой задачи, Siemens разработал SIHARBOR, система подключения берег-судно, которая отвечает требованиям операторов портов, судоходные компаний, верфям, и энергокомпаниям. Благодаря SIHARBOR, суда могут глушить свои дизель-генераторные установки, которые производят не только электричество, но и также выхлопные газы, сажу, мелкую пыль и шум, внося свой вклад в «гаванный смог» (рис. 2.3-3).

SIPLINK это корневой элемент этой энергосистемы. Он состоит из двух самокоммутирующихся IGBT конвертеров с импульсным управлением, соединенных через промежуточную DC сеть. Эти



Рис. 2.3-1: SIPLINK с открытыми дверцами шкафов

конвертеры подключены с одной стороны к местной энергосети, а с другой к системе электроснабжения судна. SIPLINK способен питать не только бортовую систему от распределительной системы, но и подогнать различные параметры систем и соединить их. До 5 МВт мощности можно передавать через соединение вилка-розетка среднего напряжения.

Судно и порт должны быть оснащены такими встроенными системами подключения для использования SIHARBOR. После подключения штекера на корабле, автоматизированная система, установленная на берегу, автоматически инициирует запуск системы. Диалог пользователя этого процесса осуществляется с судна. Энергоснабжение судна при этом не прерывается. SIPLINK это самосинхронизирующийся система и требуется всего несколько минут, чтобы обеспечить энергообеспечение судна. После этого бортовые дизель-генераторы могут быть заглушены, и вся энергосистема судна может поддерживаться более экологически чистой береговой распределительной энергосистемой.

Преимущества этой системы включают в себя:

- Гибкое подключение всех типов бортовых систем, вне зависимости от напряжения и частоты
- Единственный кабель СН вместо нескольких соединений НН.
- Электрическое разделение береговой и судовой сетей, для обеспечения необходимой защиты и предотвращения гальванической коррозии.

Система учитывает особенности судов различных типов, таких как пассажирские суда, контейнерные суда и паромы. Благодаря модульному принципу, возможны любые сочетания 50 Гц и 60 Гц систем электроснабжения, равно как и любые уровни напряжений.

2.3.2 Передача энергии между различными распределительными сетями

Другая сфера применения для SIPLINK- это соединение распределительных сетей (городских сетей), где SIPLINK контролирует обмен электрической энергии между независимыми сетями. Отличительное преимущество здесь состоит в том, что в случаях недостатка мощности в одной из сетей, доступны ресурсы мощности другой системы для компенсации дефицита (рис 2.3-4). Снижается количество дорогой энергии, которую нужно купить «извне», особенно во время пиковых спросов. Это позволяет значительно экономить средства. Другие преимущества, помимо минимизации покупок энергии, включают следующее:

- Повышается надежность электроснабжения и улучшается качество напряжения
- Особенно в густонаселенных территориях, SIPLINK предлагает альтернативы по расширению сетей и экономии инвестиционных средств

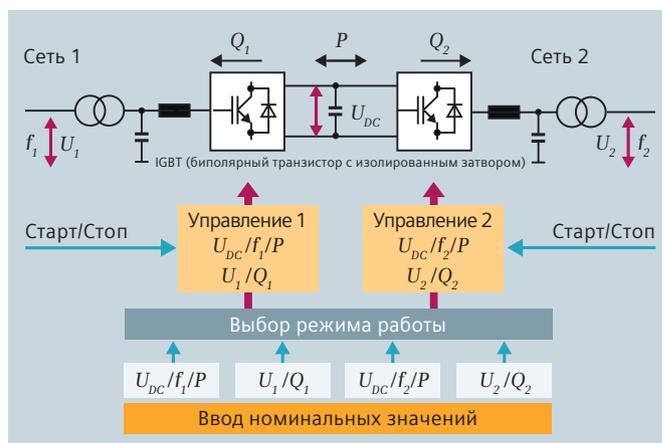


Рис. 2.3-2: Конфигурация системы, состоящий из двух SIPLINK с двумя самокоммутирующихся IGBT конвертера с импульсным управлением для активного управления потока мощности и быстрого регулирования реактивной мощности



Рис. 2.3-3: Инновационное решение для уменьшения «гавального смога» технологии Siemens осуществляют энергоснабжение судов от экологически чистой береговой распределительной энергосистемы



Рис. 2.3-4: Снижение суточных пиков в распределительной системе населенного пункта как результат обеспечения энергии от другой распределительной системы, подключенной через SIPLINK

2.3.3 Надежность и доступность промышленных сетей

SIPLINK также может обеспечить надежное энергоснабжение предприятий и оборудования, например, в нефтяной и газовой или химической промышленности.

SIPLINK обеспечивает неограниченные возможности по переключению между двумя и более сетями на уровне среднего напряжения в соответствии с индивидуальными требованиями отдельной сети. Эти возможности гарантируют высокую надежность электроснабжения и лучшее качество напряжения на уровне распределения. Защита работает в двух направлениях. Чувствительные потребители защищены от «грязных» сетей и наоборот, сети защищены от проблемных потребителей. Расходы на генерирование энергии также могут быть снижены, благодаря интеллектуальному менеджменту ресурсов SIPLINK. При определенных обстоятельствах возможно избежать дополнительных дизель-генераторов, чтобы покрыть пиковые нагрузки, если меньшая мощность требуется от соседней подсети в тот момент. Использование SIPLINK снижает расходы и уменьшает загрязнение окружающей среды.

Высоконадежное энергоснабжение существенно для некоторых производственных процессов. В таких случаях два независимых входящих фидера могут совместно питать нагрузку (Y-схема). Если возникает сбой на одном из этих фидеров, другой берет нагрузку на себя без прерывания и переход не заметен для нагрузки потребителя. Также есть возможность разделить нагрузку между двумя фидерами в любой желаемой пропорции, балансируя таким образом оба фидера.

Многофидерная конфигурация SIPLINK специально рассчитана для промышленных процессов, где критична надежность энергоснабжения и допустимы прерывания энергоснабжения лишь в пределах миллисекундных интервалов (не более 70 мс). В случае короткого замыкания или другого сбоя на одном из фидеров, SIPLINK плавно берет на себя электроснабжения. SIPLINK устойчив к коротким замыканиям и выдает свою номинальную мощность в случае короткого замыкания. В тоже время, передается команда ОТКРЫТЬ на разрыватель на сборной шине. Как только контакты разрывателя откроются (около 50 мс), напряжение на сборной шине немедленно повышается до номинального значения. SIPLINK- мультифидерная конфигурация проще, чем Y-схема и используется, где недопустимы провалы напряжения.

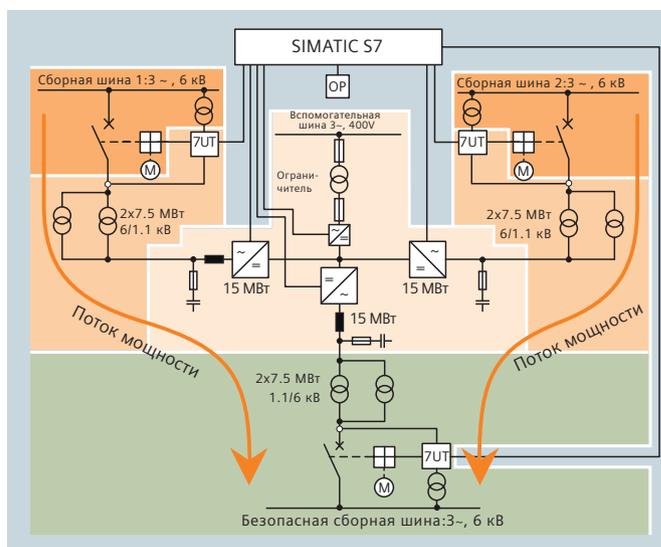


Рис 2.3-5: В отказоустойчивых системах энергоснабжения, безопасная сборная шина (или потребитель) одновременно подключена к двум питающим фидерам

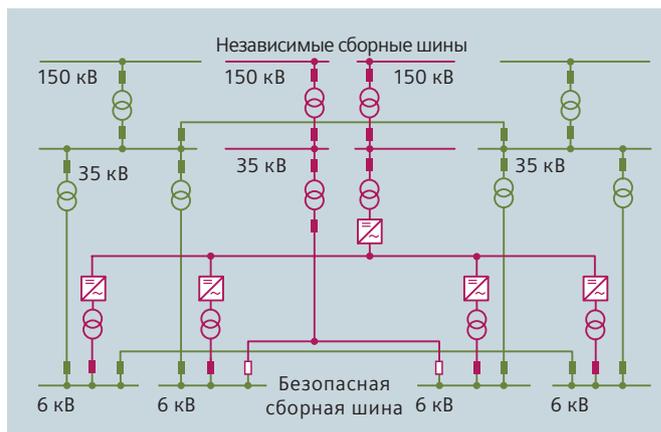


Рис 2.3-6: В соответствии SIPLINK-мультифидерной схемой, каждая надежная сборная шина одновременно подключена к трем сборным шинам и независимому питающему фидеру

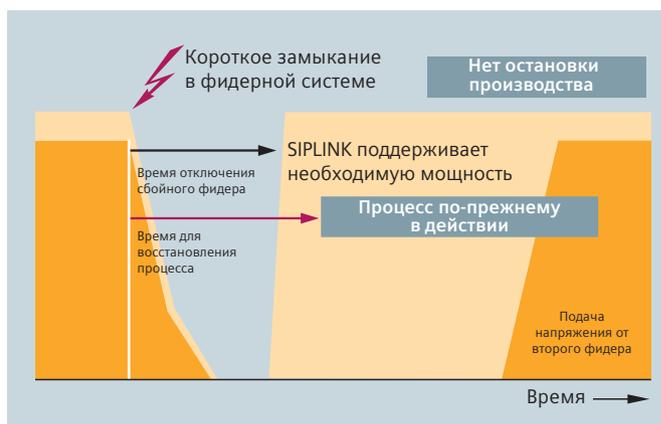


Рис. 2.3-7: Кривая напряжения на сборной шине в случае короткого замыкания в фидерной системе, поддерживаемая SIPLINK

2.4 Гибкие системы передачи переменного тока

Гибкие системы передачи переменного тока (FACTS) развились в высокоразвитую технологию с высокими номинальными мощностями. Технология, проверенная в многочисленных приложениях по всему миру, стала первоклассной и очень надежной. FACTS, основанная на силовой электронике, разработана для улучшения эффективности сетей переменного тока (AC) и реализации эффективной передачи переменного тока на большие расстояния и является неотъемлемой частью интеллектуальных сетей (см. раздел 1).

FACTS также помогает решать технические проблемы в объединенных энергосистемах. FACTS доступна в различных исполнениях:

- Статический компенсатор реактивной мощности (SVC)
- Статический синхронный компенсатор (STATCOM)
- Фиксированная продольная компенсация (FSC)
- Продольная компенсация с тиристорной защитой/управлением (TCSC/TPSC)

2.4.1 Поперечная компенсация

Поперечная компенсация — это компенсация реактивной энергии за счет включаемых, либо управляемых модулей, подсоединенных параллельно передающей сети в узле энергосистемы.

Механически переключаемые конденсаторы/реакторы (MSC/MSR)
Механически переключаемые устройства — наиболее недорогие устройства компенсации мощности (рис. 2.4-1а).

- Механически включаемые конденсаторы простое, но низкоскоростное решение для контроля напряжения и стабилизации сети в условиях больших нагрузок. Их использование не имеет почти никакого эффекта на мощность короткого замыкания, но повышает напряжения в точках подключения.
- Механически включаемые реакторы имеют противоположный эффект, поэтому они предпочтительны для стабилизации сети

в условиях малых нагрузок.

- Передовой вариант механически включаемых конденсаторов-MSCDN. Это устройство представляет собой MSC с дополнительной схемой демпфирования для предотвращения резонансов в системе.

Статический компенсатор реактивной мощности (SVC)

Статический компенсатор реактивной мощности (SVC) представляет собой быстрый и надежный способ регулирования напряжения на передающих линиях и узлах системы (рис. 2.4-1b, рис. 2.4-2). Реактивная мощность меняется с помощью подключения или управления реактивных элементов, подключенных к вторичной обмотке трансформатора. Каждый набор конденсаторов подключается и отключается посредством тиристорных вентилей (TSC). Реакторы также могут либо подключаться (TSR) либо регулироваться (TCR) с помощью тиристорных вентилей.

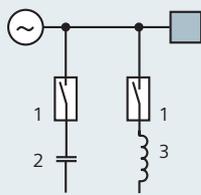


Рис. 2.4-2: Оборудование статического компенсатора реактивной мощности (SVC)

Параллельная компенсация

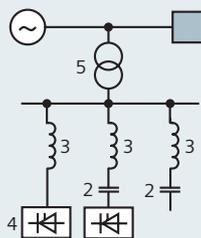
а) MSC (DN)/MSR DN- демпфируемая сеть

52 < кВ < 1,000
50 < МВар < 500



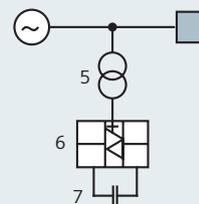
б) SVC

52 < кВ < 800
50 < МВар < 800



в) SVC PLUS

~8 < кВ < 800
±25 < МВар < ±100 (и больше)



1 Распределительное устройство 2 Конденсатор 3 Реактор 4 Тиристорный вентиль(-и) 5 Трансформатор 6 IGBT вентили 7 DC конденсатор

Рис. 2.4-1а: Механически включаемые конденсаторы (MSC) и механически включаемые реакторы (MSR), подключенные к передающей системе

Рис. 2.4-1б: Статический компенсатор реактивной мощности (SVC) с тремя ветвями (TCR, TSC, фильтр) и согласующий трансформатор

Рис. 2.4-1с: SVC PLUS, подключенный к передающей системе

Когда напряжение в системе низкое, SVC обеспечивает емкостной реактивной мощностью и повышает напряжение в системе. Когда напряжение в системе высокое, SVC генерирует индуктивную реактивную мощность и снижает напряжение в сети.

Статический компенсатор реактивной мощности (SVC) обеспечивает выполнение следующих задач:

- Улучшение качества напряжения
- Динамический контроль реактивной мощности
- Увеличение стабильности системы
- Демпфирование колебаний мощности
- Увеличить пропускную мощность передачи
- Контроль дисбаланса (опция)

Конструкция и конфигурация SVC, включая пространство для монтажа, условия работы и потери, зависят от условий работы системы (легкие или тяжелые), конфигурации системы (ячейчатая или радиальная) и поставленных задач.

SVC PLUS новое поколение STATCOM

SVC PLUS это расширенная версия STATCOM, в которой используются VSC инверторы напряжения VSC, основанный на конструкции модульного многоуровневого конвертера (MMC).

- MMC обеспечивает практически идеальную форму напряжения AC на выходе. Поэтому необходима лишь фильтрация высших гармоник (если требуется), и нет необходимости в фильтрация низших и средних гармоник.
- MMC допускает использование малых частот переключения, что снижает потери в системе.
- SVC PLUS использует надежные, проверенные стандартные компоненты, такие как типовые силовые трансформаторы, реакторы и коммутационную аппаратуру.
- Площадь, занимаемая SVC PLUS до 50% меньше, чем площадь обычной SVC станции одинаковой мощности.

Применимость

SVC PLUS выполняет те же задачи, что и обычные SVC. Благодаря передовым технологиям SVC PLUS предпочтительна для решений в стесненных условиях (например, ветряных парков).

Модульная конструкция

Модульная SVC PLUS оснащена силовыми модулями IGBT промышленного исполнения и DC конденсаторами

- Высокий коэффициент готовности, благодаря избыточности силовых модулей.
- Стандартные системы WinCC и SIMATIC TDC, контрольное и защитное аппаратное обеспечение, апробированные в широком спектре задач по всему миру.

Портфолио

- Доступны стандартизованные конфигурации ± 25 , ± 35 и ± 50 Мвар в качестве модулей контейнерного типа. До четырех модулей можно сконфигурировать для параллельной работы
- Простая расширяемость и перемещаемость.
- Открытые стойки модульной конструкции позволяют бес трансформаторное подключение к сети до 36 кВ и ± 100 Мвар. Для больших напряжений используются стандартные AC трансформаторы.
- Также доступны гибридные конструкции с механически переключаемыми конденсаторами (MSC) или реакторами (MSR).



Рис. 2.4-3 2: Модули SVC PLUS в Новой Зеландии

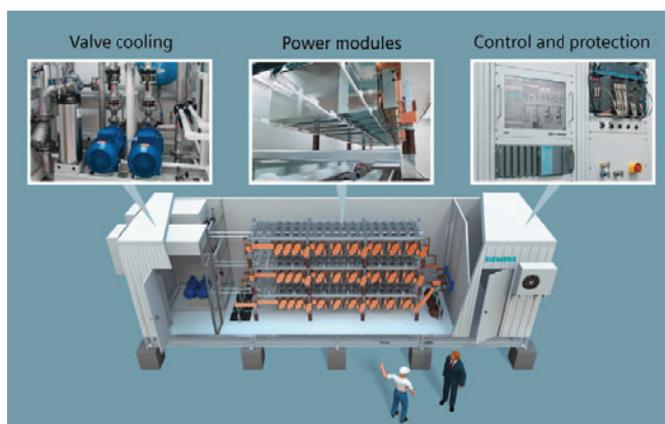


Рис. 2.4-4: SVC PLUS контейнерного типа

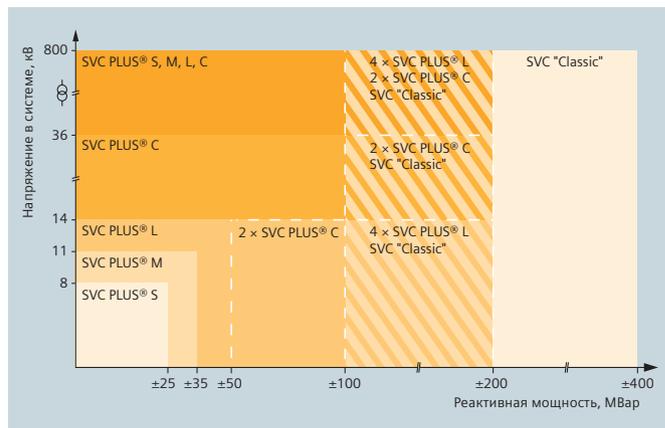


Рис. 2.4-5: SVC PLUS портфолио

2.4.2 Продольная компенсация

Продольная компенсация представляет собой включение реактивного элемента в передающую линию. Наиболее часто применяются последовательные конденсаторы с фиксированной емкостью (FSC). Также могут устанавливаться системы с тиристорным управлением (TCSC) и тиристорной защитой (TPSC).

Последовательные конденсаторы с фиксированной емкостью (FSC)

FSC обеспечивает наиболее дешевое и экономически выгодное решение по продольной компенсации. FSC включает в себя наборы конденсаторов, а также в целях защиты параллельные разрядники (металлооксидные варисторы, MOV), искровые разрядники и байпасный выключатель для цепей изоляции (рис. 2.4-7а).

Последовательные конденсаторы с фиксированной емкостью (FSC) обеспечивают следующие преимущества:

- Увеличение пропускной способности ЛЭП
- Снижение угла потерь при передаче

Последовательные конденсаторы с тиристорным управлением (TCSC)

Компенсация реактивной энергии с помощью TCSC может адаптироваться под очень широкий круг условий работы. Также возможно контролировать величину тока и, следовательно, поток мощности в параллельных передающих линиях, что одновременно повышает стабильность системы. Другое важное применение TCSC-демпфирование колебаний мощности в системе.

Дополнительные преимущества от последовательной компенсации с тиристорным управлением:

- Демпфирование колебаний мощности (POD)
- Управление потоком мощности
- Увеличение стабильности системы
- Последовательные конденсаторы с тиристорной защитой (TPSC)

При использовании мощных тиристорных устройств отпадает необходимость в традиционных искровых разрядниках и ограничителях перенапряжений. Благодаря очень короткому времени охлаждения специальных тиристорных вентилях, TPSC быстро возвращается в рабочее состояние после сбоя на линии, позволяя реализовать максимальную производительность линий передач. TPSC-это наилучшее решение, в случаях, где необходим быстрый возврат на максимальную мощность передачи после сбоев на линии (рис. 2.4-7с).



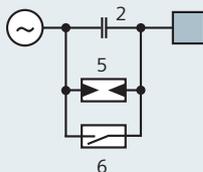
Рис. 4-7-б: Вид TCSC системы

Для дальнейшей информации
<http://www.siemens.com/energy/facts>

Продольная компенсация

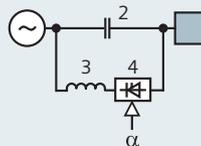
а) FSC

220 < кВ < 800
 200 < Мвар < 800



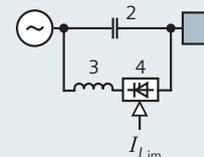
б) TCSC

52 < кВ < 800
 50 < Мвар < 800



в) TPSC

220 < кВ < 800
 100 < Мвар < 800



1 Распределительное устройство 2 Конденсатор 3 Реактор 4 Тиристорный вентиль(-и) 5 Разрядник 6 Защитный автоматический выключатель

Рис 2.4-7а: Фиксированная последовательная компенсация, подключенная к сети

Рис 2.4-7б: Последовательные конденсаторы с тиристорным управлением (TCSC), подключенные к сети

Рис 2.4-7с: Последовательные конденсаторы с тиристорной защитой (TPSC), подключенные к сети

2.5 Линии электропередач

2.5.1 Газоизолированные линии электропередач (ГИЛ)

Для передачи электроэнергии большой мощности в сетях, где воздушные линии не подходят, альтернативным вариантом является применение газоизолированных линий электропередач. По сравнению с кабельными линиями ГИЛ имеют следующие отличия:

- Возможность передачи большей мощности (до 3700 МВА на каждую цепь).
- Стойкость к перегрузкам.
- Самовосстанавливающаяся изоляция, исключение риска теплового пробоя.
- Возможность применения для больших расстояний (70 и более километров) без дополнительной компенсации реактивной мощности).
- Высокая стойкость к токам КЗ и воздействию электрической дуги.
- Возможность прямого подключения газоизолированных линий к КРУЭ и элегазовым ограничителям перенапряжений.
- Огнестойкий, безопасен для применения.
- Минимальное электромагнитное излучение.

История/опыт Siemens

В 1960 году, когда SF₆ (шестифтористая сера) была представлена как газ для изоляции электрооборудования, это направление стало базисом в развитии элегазовой коммутационной аппаратуры. Основываясь на опыте с КРУЭ, компания Сименс приступила к разработке линий электропередачи, заполненных элегазом (SF₆). Целью было создание альтернативы воздушным линиям электропередач. Тестовый проект ГИЛ был реализован в 1970-х годах. Затем были реализованы проекты с применением ГИЛ в туннелях и на открытом воздухе. Для улучшения продукта и оптимизации технико-экономических характеристик изначально использовавшийся в ГИЛ элегаз был заменен на газовую смесь, где основной изоляции является азот (нетоксичный природный газ) с добавлением малой доли элегаза (SF₆). Подобное сочетание позволило добиться экологически чистой передачи энергии на дальние расстояния. Последняя инновация Сименс в области Газоизолированных линий – возможность укладки ГИЛ непосредственно в грунт, что является крайне важным этапом в развитии технологии.

Задачи сегодняшнего и завтрашнего дня

Постоянно растущая численность населения и степень урбанизации приводит к резкому повышению требований к системам передачи сверхвысокого напряжения непосредственно к сердцу города. В то же время доступное пространство для систем передачи электроэнергии постоянно ограничивается. Приобретают все большее значение требования к защите окружающей среды и противопожарной безопасности. Одновременно с этим производство электроэнергии претерпевает концептуальные изменения. Поскольку природные ресурсы ограничены, становится все более актуальным производство электроэнергии с помощью возобновляемых источников электроэнергии. Морские ветровые парки и солнечные батареи применяются все более активно, обеспечивая большим количеством электроэнергии удаленные местности. Соответственно, требуются системы передачи энергии позволяющие передавать большую мощность с исключительной надежностью и минимально возможными потерями.

Системы передачи электроэнергии будущего будут оцениваться по балансу выделяемого углекислого газа, требуя минимально возможного влияния на окружающую среду, начиная с производства оборудования до эксплуатации в течении всего жизненного цикла. Благодаря своим свойствам и низким потерям при передаче, ГИЛ не вызывают увеличения выбросов углекислого газа, доказывая свою экологичность.



Рис. 2.5-1: ГИЛ в туннеле ГАЭС в городе Вер, Южная Германия (протяженность 4000 м, эксплуатируется с 1975 г.)



Рис. 2.5-2: Сравнение магнитных полей для различных высоковольтных систем передачи электроэнергии

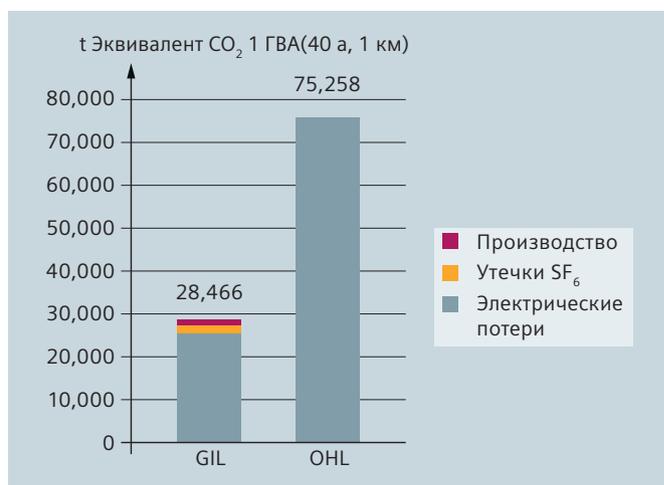


Рис. 2.5-2а: Влияние на выбросы CO2 для ГИЛ и ВЛ

Надежная технология

Газоизолированные линии электропередач высоконадежны как с точки зрения механической, так и с точки зрения электрической конструкции. 35-летний опыт эксплуатации показывает сохранение механических и диэлектрических свойств на протяжении всего периода. Газоизолированные линии производства компании Сименс находятся в эксплуатации уже не одно десятилетие и доказывают свою надежность. В связи с тем, что слабые узлы ГИЛ не выявлены, в ходе эксплуатации достаточно только плановых периодических осмотров. Оценочный срок наработки однокилометрового участка ГИЛ на отказ составляет 213 лет.

Базовая конструкция

Для соответствия механическим и электрическим требованиям ГИЛ оснащаются токоведущей частью большого сечения и прочным корпусом. Это обеспечивает минимизацию потерь и высокую мощность передаваемой электроэнергии. Конструкция газоизолированной линии позволяет минимизировать емкостную составляющую, а следовательно исключить потребность в дополнительной компенсации реактивной мощности даже на дальних расстояниях. Типовые технические характеристики ГИЛ показаны в таблице 2.5-1.

Испытания

ГИЛ испытываются в соответствии с международным стандартом МЭК 62271-204 (Высоковольтные газоизолированные линии на напряжение 72.5 кВ и выше) (рис. 2.5-3, 2.5-4). Долгосрочная работа ГИЛ была подтверждена тестами независимой лаборатории IPH, Берлин, Германия, а также Берлинской электросетью BEWAG (сейчас EIA). Испытание ГИЛ осуществлялось по аналогии с длительными испытаниями силовых кабелей. Результаты испытаний подтверждаются более чем 35 летним опытом эксплуатации ГИЛ по всему миру. На рис. 2.5-3 показана установка испытательного образца.

Уменьшение последствий аварий

Испытания показали отличную стойкость ГИЛ к воздействию электрической дуги. Данный параметр может быть дополнительно улучшен за счет применения альтернативных газовых смесей. Данное свойство позволяет утверждать, что пробой диэлектрического промежутка внутри ГИЛ не приведет к возгоранию и повреждению внешней среды.

Электромагнитные свойства ГИЛ позволяют прокладывать его в местах, недоступных для других решений. Конструкция ГИЛ создает значительно меньшие электромагнитные поля по сравнению с другими системами для передачи электроэнергии. Коэффициент снижения потерь достигает 15-20 единиц. Это свойство позволяет применять ГИЛ для прокладки новых линий электропередач вблизи объектов инфраструктуры городов (например рядом с аэропортами, систем управления полетами, больницами, жилыми массивами и пр.). ГИЛ может быть проложен в комбинированных инфраструктурных туннелях совместно с другими инженерными сетями (например, совместно с телекоммуникационными сетями и пр.). Таким образом, ГИЛ обеспечивает максимальную гибкость в проектировании распределительной сети в системах чувствительных к электромагнитному излучению. ГИЛ производства компании Сименс может удовлетворять самым строгим требованиям по плотности магнитного потока, например, ограничение в Швеции на уровне 1 мкТл (рис. 2.5-2).



Рис. 2.5-3: Испытательная установка IPH, Берлин



Рис. 2.5-4: Образец ГИЛ на диэлектрических испытаниях в лаборатории Сименс

Технические характеристики ток короткого замыкания 63 кА	
Номинальное напряжение	до 550 кВ
Номинальный ток	до 5000 А
Мощность передачи	до 3700 МВА
Удельная емкость	≈ 60 нФ / км
Длина	до 70 км
Смесь газов SF ₆ /N ₂	20 % / 80 % (400 кВ), 60 % / 40 % (500 кВ)
Укладка	Непосредственная укладка в грунт
	В туннели, наклонных галереях, вертикальных шахтах
	Монтаж на открытом воздухе, выше земли

Таблица 2.5-1: Технические данные GIL

Технология соединения

Для обеспечения герметичности линии и для упрощения монтажа длинных прямых участков применение фланцевых соединений не требуется. Наилучшее качество соединений обеспечивает сваркой элементов конструкции ГИЛ (рис. 2.5-5). Процесс сварки предлагаемый компанией Сименс высокоавтоматизирован благодаря применению орбитальных сварочных машин. Применение орбитальных сварочных машин обеспечивает высокую производительность сварочного процесса и тем самым уменьшает общее время монтажа системы. Гарантированно высокое качество сварочных швов контролируется сложной ультразвуковой системой, отвечающей последним стандартам в области рентгеновских исследований.

Прокладка линии

При прокладке ГИЛ нужно учитывать влияние климатических факторов, таких как дождь, пыль, время года и пр. Требования Сименс по чистоте и качеству технологии укладки ГИЛ отличаются от требований к обычным трубопроводам. Для защиты участка сборки от пыли, частиц, влажности и других факторов окружающей среды, на время монтажа системы устанавливается временный тент. Установка тента позволяет соблюсти требования стандартов по прокладке ГИЛ. После монтажа ГИЛ вспомогательные конструкции убираются и окружающая территория приходит в натуральное состояние. По этой причине ГИЛ хорошо подходит для применения в природных охраняемых зонах. Благодаря малой ширине линии система идеально сочетается с окружающим ландшафтом.

Открытый способ прокладки

Прокладка ГИЛ открытым способом это надежный вариант для мест с ограниченным доступом. Технология прокладки на открытом воздухе доказала свою надежность в любых климатических условиях. ГИЛ невосприимчива к высоким температурам окружающего воздуха и сильным атмосферным загрязнениям (таким как пыль, песок и пр.). Благодаря применению коррозионностойкого сплава в подавляющем большинстве случаев отсутствует необходимости в дополнительной антикоррозионной обработке.

Монтаж в туннелях

Туннели, состоящие из сборных элементов, обеспечивают наиболее быструю и простую прокладку ГИЛ, особенно в густонаселенных районах. Туннельные элементы монтируются внутри траншеи, которая тут же закрывается. Таким образом, ГИЛ прокладывается одновременно со строительством туннеля, что минимизирует время нахождения траншеи в открытом виде. При таком методе прокладки, грунт находящийся над туннелем может быть сохранен и применен для других целей (рис. 2.5-7).

Вертикальный монтаж

Газоизолированные линии могут прокладываться под любым углом, даже вертикально. Это делает их идеальными для присоединения подстанций находящихся ниже уровня земли, в случаях когда необходимо передать большое количество электроэнергии с нижнего уровня подземной подстанции на поверхность (например от распределительного устройства подземной подстанции к воздушной линии электропередач). Т.к. ГИЛ пожаробезопасны, они могут быть проложены в туннелях и шахтах без каких либо ограничений. Это позволяет значительно снизить капитальные затраты на прокладку.



Рис. 2.5-5: Орбитальная сварка труб ГИЛ



Рис. 2.5-6: Прокладка ГИЛ открытым способом



Рис. 2.5-7: Технология прокладки ГИЛ в туннеле



Рис. 2.5-8: Прокладка ГИЛ методом непосредственной закладки в грунт

Непосредственная закладка в грунт

Наиболее предпочтительное решение для мест с малой плотностью населения – непосредственная закладка в грунт. При таком использовании трубы ГИЛ дополнительно защищаются активной и пассивной противокоррозийной защитой. Пассивная защита – HDPE покрытие, гарантирующее не менее 40 лет защиты от коррозии. Активные системы дополнительно обеспечивают катодную защиту алюминиевых труб ГИЛ. Магнитное поле, измеренное над линией, минимально. Высокая пропускная способность ГИЛ минимизирует ширину траншеи. Необходимая полоса отвода примерно на 1/3 меньше чем для аналогичной кабельной линии.

Примеры проектов

Компания Сименс имеет практический опыт реализации проектов ГИЛ напряжением до 550 кВ и длиной участков более 90 км (2014 год). Портфель реализованных проектов включает в себя ГИЛ в туннелях, наклонных галереях, вертикальных шахтах, проложенных открытым способом и непосредственно в грунте. Соединения проводились как фланцевым методом так и методом сварки.

Первым проектом Газоизолированной линией, построенной Сименс, стало соединение насосного мотора турбинного генератора ГАЭС в городе Вер, Блэк Форест, Южная Германия с распределительной подстанцией 420 кВ. ГИЛ был проложен в туннеле, проходящем через гору и имеет протяженность каждой фазы ~4000 м (рис. 2.5-1). Этот участок ГИЛ был запущен в работу в 1975 году. Другой, более поздний проект – ГАЭС Лимберг II, Капрун, Австрия, запущенная в работу в 2010 году. Здесь система ГИЛ проложена в шахте под углом 42 гр. к горизонту. ГИЛ соединяет подземную электростанцию с воздушной линией 380 кВ, находящейся на высоте более 1600 метров. Так как системы ГИЛ не подвержены риску возгорания, туннели ГИЛ не только легко доступны, но и могут быть использованы в целях вентиляции. Это позволило значительно сэкономить расходы за счёт отсутствия необходимости второй шахты.

Типичным примером низкого уровня электромагнитных полей является проект PALEXPO в г. Женеве (Швейцария). Система ГИЛ, расположенная в туннеле, заменила 500 метров двухцепной воздушной линии 300 кВ, которую пришлось вынести для последующего строительства здания выставочного центра. Энергокомпания обосновала свое решение в пользу использования ГИЛ вместо кабеля лучшими показателями в части электромагнитной совместимости. Теперь в новом помещении выставки может выставляться и эксплуатироваться исключительно чувствительное электронное оборудование без риска возникновения помех со стороны линии электропередачи 300 кВ, расположенной под ним (рис. 2.5-11).

Типовым примером непосредственного заложения ГИЛ в грунт является проект аэропорта Франкфурт в Кельстербах. Проект был запущен в эксплуатацию в 2011 году. Применение ГИЛ позволило перевести каждую отдельную фазу ВЛ в каждую отдельную фазы ГИЛ, уменьшив тем самым ширину траншеи и переходной пункт (рис. 2.5-8).

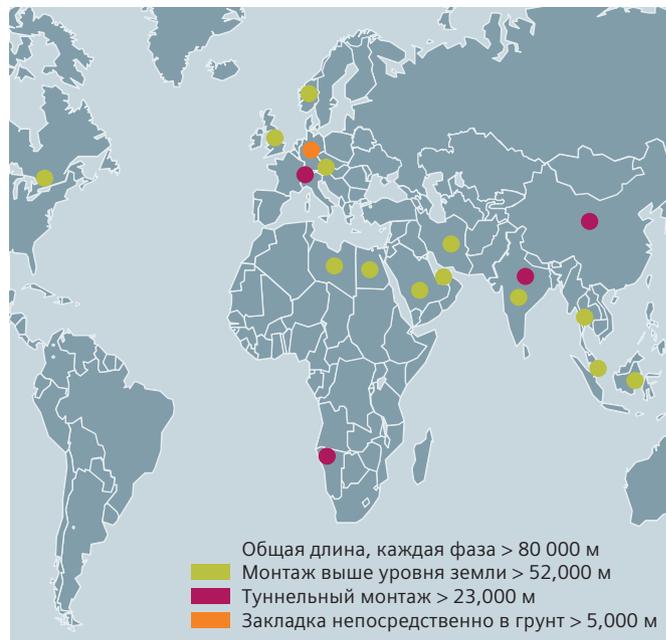


Рис. 2.5-9: Газоизолированные линии, состояние на 2010 год



Рис. 2.5-10: ГИЛ укладка в шахте под углом 42 гр. (Лимберг, Капрун, Австрия)

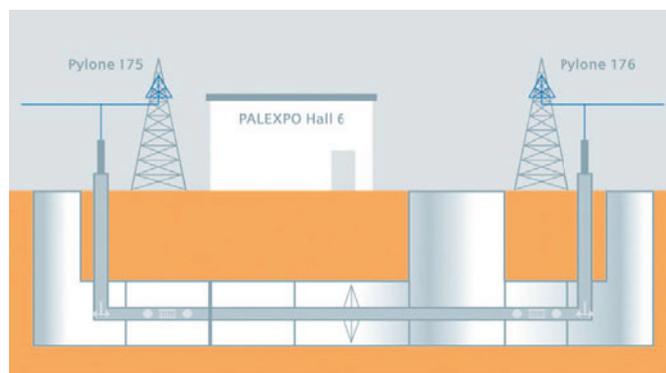


Рис. 2.5-11: Замена участка ВЛ на ГИЛ (PALEXPO, Женева, Швейцария)

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обращайтесь:
Тел: + 49 91 31-7- 2 72 62
E-mail: stefan.schedl@siemens.com

2.5.2 Воздушные линии

С первых дней производства электроэнергии, воздушные линии электропередач стали самым важным элементом в передаче и распределении энергии. Часть, приходящаяся на воздушные линии в передающей и распределительной сети зависит от уровня напряжения, а также от местных условий и существующей практики. В густонаселенных областях, как например, в центральной Европе подземные кабели преобладают в секторе распределения энергии, а воздушные линии в секторе высоковольтной передачи. В других частях мира, например, в Северной Америке, воздушные линии часто используются для распределения энергии в пределах городов. Siemens спроектировал и возвел воздушные линии электропередач для всех используемых уровней напряжений во многих частях мира.

Выбор величины напряжения

Для распределения и передачи электроэнергии используются стандартные величины напряжения в соответствии со стандартом МЭК 60038. В области 3-х фазного переменного напряжения преобладают 3 уровня напряжения:

- Низкое напряжение (до 1 кВ AC)
- Среднее напряжение (от 1 кВ до 36 кВ AC)
- Высокое напряжение (от 52 кВ до 765 кВ AC) и выше

Низковольтные линии обслуживают дома и потребителей малого бизнеса. Линии среднего напряжения обслуживают небольшие поселения, промышленные предприятия и крупных потребителей; передавая мощность обычно меньше чем 10 МВт на каждую линию. Линии до 145 кВ служат для передачи мощности в региональном масштабе и для питания сетей среднего напряжения. Такой уровень напряжения обычно выбирается для среднего уровня напряжения в случае, если мощность меньше, чем 10 МВт. Кроме того, такие высоковольтные линии также передают электроэнергию от электростанций среднего размера, таких как гидроэлектростанции на малых и средних реках, и используются для электроснабжения крупных потребителей-больших промышленных предприятий и сталелитейных заводов. Они используются для подключения к объединенным сетям высокого напряжения локальных распределительных сетей. Пропускная способность соответствует уровню потребления, но редко превышает 100 МВт на каждую линию, в то время как мощность естественного реактивного баланса составляет 35 МВт (приблизительно).

В центральной Европе линии 245 кВ использовались для объединения систем электроснабжения, до того как не был представлен новый уровень 420 кВ для этих целей. Например, передача на большое расстояние от гидроэлектростанции в Алипсе и потребителями осуществляется по линиям 245 кВ. На сегодняшний момент, использование линий 245 кВ снижается в связи с существованием напряжения 420 кВ для этих передающих линий. Уровень 420 кВ представляет наивысшее напряжение, используемое для передачи на переменном токе в Центральной Европе. Оно обычно используется для объединения энергосистем и передачи энергии на большие расстояния. Некоторые линии 420 кВ используются для соединения национальных сетей отдельных Европейских странах, дающие возможность работы в условиях объединенной сети (UCTE Союз по координации передачи электроэнергии по всей Европе). Большие электростанции, такие как атомные станции осуществляют подачу энергии напрямую в сеть 420 кВ. Перегрузочная тепловая способность линии 420 кВ может достигать 2000 МВт, мощность естественного реактивного баланса составляет приблизительно 600 МВт, а максимальная мощность передачи до 1200 МВт.

Воздушные линии с напряжением больше, чем 420 кВ будут требоваться в будущем для экономичной передачи большого количества энергии на большие расстояния. Это задача, которая обычно возникает при использовании гидро, ветро и солнечных источников далеко от центров потребления энергии. Рис. 2.5-12

схематически показывает диапазон использования уровней напряжения переменного тока на основе мощностей и длины передачи. Уровень напряжения должен быть выбран исходя из задач внутри сети или в результате проектирования сети. Siemens проводит такого рода исследования для энергетических компаний по всему миру.

Передача постоянного тока высокого напряжения

Рассматривая передачу большого количества энергии на большие расстояния, более экономичное решение-это технология постоянного тока высокого напряжения (ВНПТ). Siemens в состоянии предложить законченные решения в этой области, начиная от исследовательской работы и последующим проектированием, содействия в развитии проекта до законченных решений под ключ и возведение электростанций такого типа. Для передачи энергии на постоянном токе на сегодняшний день нет стандартов. Напряжения постоянного тока отличаются от уровней напряжения, рекомендованных для AC напряжение, отмеченных выше.

ВНПТ используется для передачи больших объемов энергии и для объединения систем. Напряжения, применяемые для проектов по всему миру, варьируются между ± 300 кВ, ± 400 кВ, ± 500 кВ, ± 600 кВ и недавно (2007 г.) ± 800 кВ. Выбор ВНПТ определяется исходя из следующих параметров:

- Количество энергии, которое нужно передать
- Длина воздушных линий передач
- Допустимые потери мощности
- Экономически обоснованный размер проводников

Преимущества передачи на постоянном токе над переменным током:

- Сеть постоянного тока позволяет передавать энергию между сетями переменного тока с разными частотами и сетями, которые невозможно синхронизировать
- Индуктивность и емкость линии не ограничивают пропускную способность линии и максимальную длину воздушной линии постоянного тока
- Сечение проводника используется более эффективно из-за отсутствия поверхностного эффекта при протекании переменного тока.
- Линии постоянного тока более дешевые в возведении и требуют меньшую зону отчуждения вокруг линии

Экономическое рассмотрение/оценка величины DC напряжения

На рис. 2.5-13 показан экономический эффект использования постоянного напряжения в зависимости от длины линии и мощности передачи. Этот график следует рассматривать как основное руководство. Каждый проект следует рассматривать отдельно, рассматривая каждый вариант с учетом всех обстоятельств. Величины бюджетов для оценки основаны на цифрах 2007 года.

Выводы:

- Уровень напряжения 300 кВ
Оценены диапазоны длины передачи 750 и 1000 км с мощностью 600 МВт. Сумма линии и конвертеров представлена как фактор стоимости на каждый МВт и км передающей линии. Результаты показывают, что ВНПТ передача на большие расстояния при напряжении 300 кВ не оптимальное решение (по сравнению с 400 кВ). Тем не менее, такой уровень напряжения полезен для коротких ВНПТ соединительных линий, например как линия соединения Тайланд - Малазия с длиной 113 км.
- Уровень напряжения 400 кВ
Оценены диапазоны длины передачи 750, 1000 и 1500 км с мощностью 2000 МВт. Сумма линии и конвертеров представлена как фактор стоимости на каждый МВт и км передающей линии. Результаты показывают, что уровень напряжения 400 кВ подходящее решение для линий длиной 750, 1000 и 1500 км с мощностью передачи от 600 до 1000 МВт
- Уровень напряжения 400 кВ
Оценены диапазоны длины передачи 1000 и 1500 км с мощностью 1000, 2000 и 3000 МВт. Сумма линии и конвертеров представлена как фактор стоимости на каждый МВт и км передающей линии. Результаты показывают, что уровень напряжения 500 кВ подходящее решение для линий длиной от 1000 до 1500 км с мощностью передачи от 1000 до 2000 МВт. Хотя в этих диапазонах напряжений и длины уровень 400 кВ также конкурентоспособный.
- Уровень напряжения 600 кВ
Оценены диапазоны длины передачи 1500, 2000 и 3000 км с мощностью 2000 и 3000 МВт. Сумма линии и конвертеров представлена как фактор стоимости на каждый МВт и км передающей линии. Результаты показывают, что уровень напряжения 600 кВ подходящее решение для линий длиной от 1500 до 3000 км с мощностью передачи 2000 МВт и до 2000 км с мощностью передачи 3000 МВт. Но в этих диапазонах уровень 500 кВ также конкурентоспособный
- Уровень напряжения 600 кВ
Оценены диапазоны длины передачи 2000, 2000 и 4000 км с мощностью 2000 и 3000 МВт. Сумма линии и конвертеров представлена как фактор стоимости на каждый МВт и км передающей линии. Результаты показывают, что уровень напряжения 800 кВ подходящее решение для линий длиной от 2000 км и выше с мощностью передачи 2000 и 3000 МВт. Тем не менее, более короткие линии от 1500 до 3000 км с мощностью от 3000 до 7000 МВт экономически выгодны с линиями 800 км

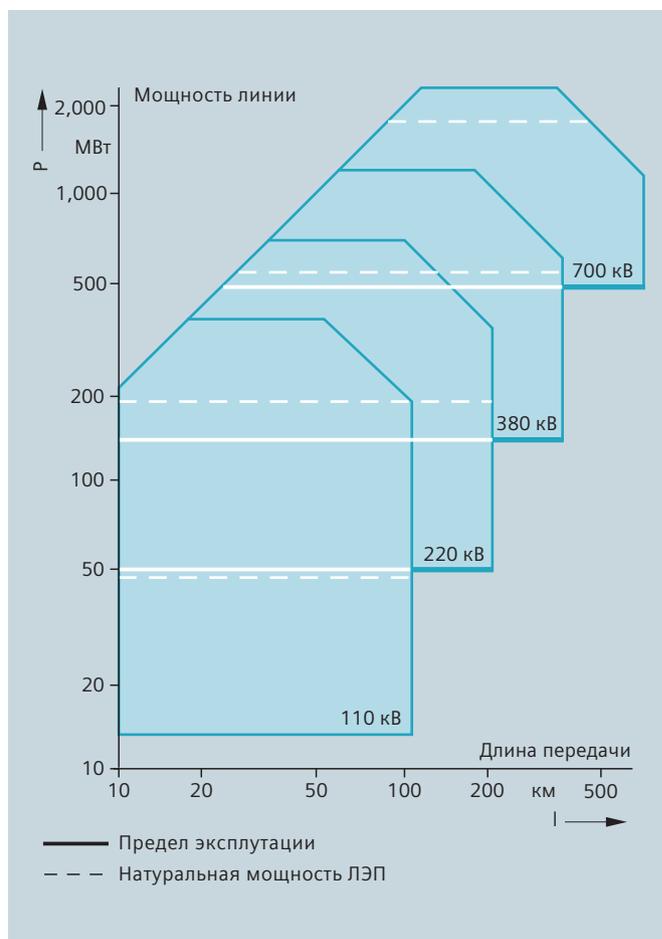


Рис. 2.5-12: Выбор величины напряжения для передачи энергии

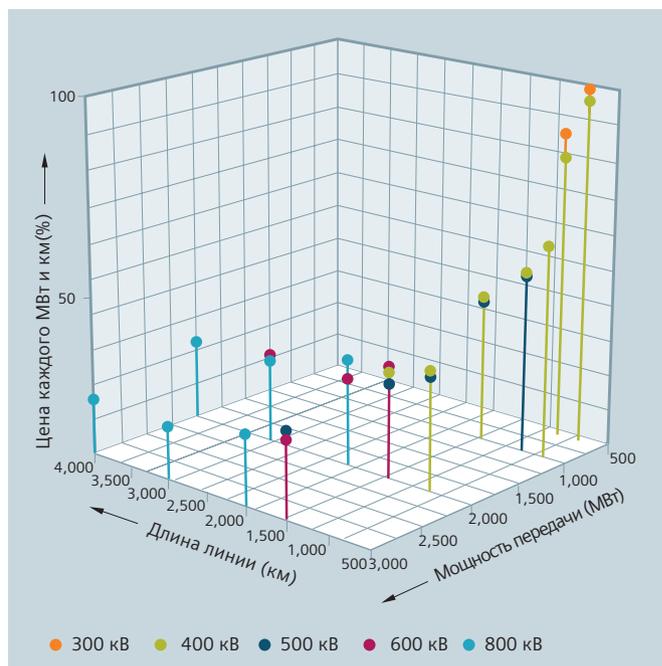


Рис. 2.5-13: Экономический эффект DC напряжения в зависимости от длины линии и мощности передачи

Выбор проводников и проводов заземления

Провода представляют наиболее важный компонент воздушной линии электропередач, поскольку они должны гарантировать экономичную и надежную передачу энергии и составляют значительную часть общей стоимости линии. В течение многих лет, в качестве материала проводника использовался алюминий и его сплавы, благодаря его привлекательной цене, низкому весу и малому необходимому сечению проводника. Тем не менее, алюминий сильно подвержен коррозии. Но, благодаря формированию прочной оксидной оболочки, процесс коррозии останавливается. Поэтому, до определенного предела, алюминиевые проводники хорошо подходят в зонах, где коррозия является проблемой, например морской климат.

Существуют несколько типов конструкции алюминиевых проводников. Полностью алюминиевые проводники (ААС) имеют наивысшую проводимость для данного сечения; но они обладают низкой механической прочностью, которая ограничивает их применение до коротких пролетов и малых усилий растяжения. Для увеличения механической прочности, используют провода из сплава алюминий-магний-кремний. Прочность такого сплава увеличивается вдвое по сравнению с чистым алюминием. Но проводники из одного материала, например, алюминия и его сплавов показывают склонность к образованию вибраций проводов из-за воздушных завихрений. Сложные проводники со стальным сердечником, так называемые алюминиевые проводники с стальным армированием (АССР), позволяют избежать этот недостаток. Соотношение между алюминием и сталью находится в диапазоне от 4.3:1 до 11:1. Экономически обоснованное решение обеспечивает соотношение алюминий-сталь от 6.0 до 7.7. Проводники с соотношением 4.3 следует использовать в линиях в регионах с сильными ветрами и снеговой нагрузкой. Проводники с соотношением больше, чем 7.7 обеспечивают большую проводимость. Но из-за более низкой прочности, получается большой провис проводов, что требует более высоких опор.

Опыт показал, что АССР проводники обеспечивают наиболее экономически оправданное решение и обеспечивают срок службы более, чем 40 лет. Проводники выбираются в соответствии с электрическими, термальными, механическими и экономическими аспектами. Электрическое сопротивление, которое зависит от типа материала и сечения проводника-наиболее важный фактор,

который влияет на падение напряжения и потери энергии в длине линии, и соответственно, на стоимость передачи энергии. Сечение должно выбираться исходя из допустимой температуры, которая не должна превышать во время нормальной работы и во время коротких замыканий. С увеличением сечения растет стоимость линии, но при этом снижаются потери в линии. В зависимости от длины линии и требуемой передаваемой мощности, сечение может выбираться исходя из минимальных затрат при передаче энергии. Тепловой баланс от омических потерь, солнечной радиации, естественной конвекции излучения определяет температуру проводника. Плотность тока от 0.5 до 1.0 А/мм² для алюминиевого проводника является наиболее экономичным решением в большинстве случаев.

Высокое напряжение вызывает высоковольтный градиент на поверхности проводника, что вызывает коронные эффекты, такие как видимые разряды, радио интерференцию, слышимый шум и потери энергии. При выборе проводника, градиент АС напряжения должен быть ограничен в диапазоне от 15 до 17 кВ/см. В то время как слышимый шум ДС линий появляется в основном у положительного полюса и этот шум отличается от шума АС линий, так отличается и субъективное восприятие. Поэтому для ДС допустимый градиент напряжения выше, чем для АС линий. Максимально рекомендуемое значение 25 кВ/м. Напряжение в линии и диаметр проводника- это одни из основных факторов, влияющих на поверхностный градиент напряжения. Для того, что не превышать градиент, проводник может разделяться на несколько. В результате эквивалентный диаметр проводника получается больше, чем диаметр одного общего проводника с таким же сечением. Этот аспект важен для линий с напряжением 245 кВ и выше. Поэтому так называемые расщепленные проводники наиболее часто используются для линий с высоким и экстремально высоким напряжением. В таблице 2.5-2 показаны типичные конфигурации проводников для АС линий.

С механической точки зрения, проводники должны быть спроектированы для повседневных условий эксплуатации и выдерживать максимальные нагрузки от ветра и льда. Для гарантирования сохранности проводника, средняя рабочая механическая нагрузка не должна превышать 20% от максимально допустимой силы растяжения проводника. Максимальная рабочая нагрузка не должна превышать 40% от допустимой для проводника

Номинальное напряжение	кВ	20		110		220		380		700
Наибольшее рабочее напряжение сети	кВ	24		123		245		420		765
Номинальное сечение проводника	мм ²	50	120	150	300	435	связка 2x240	связка 4x240	связка 2x560	связка 4x560
Диаметр проводника	мм	9.6	15.5	17.1	24.5	28.8	2x21.9	4x21.9	2x32.2	4x32.2
Сила тока (температура проводника 80 °С)	[А]	210	410	470	740	900	1,290	2,580	2,080	4,160
Допустимая тепловая мощность	МВт	7	14	90	140	340	490	1,700	1,370	5,400
Сопротивление при 20 °С	[Ом/км]	0.59	0.24	0.19	0.10	0.067	0.059	0.030	0.026	0.013
Реактивное сопротивление при 50Гц	[Ом /км]	0.39	0.34	0.41	0.38	0.4	0.32	0.26	0.27	0.28
Емкость эффективная	[нФ/км]	9.7	11.2	9.3	10	9.5	11.5	14.4	13.8	13.1
Емкость относительно земли	[нФ/км]	3.4	3.6	4.0	4.2	4.8	6.3	6.5	6.4	6.1
Мощность заряда	[кВА/км]	1.2	1.4	35	38	145	175	650	625	2,320
Ток утечки на землю	[А/км]	0.04	0.04	0.25	0.25	0.58	0.76	1.35	1.32	2.48
Полное сопротивление	[Ом]	360	310	375	350	365	300	240	250	250
Мощность естественного реактивного баланса	МВт	-	-	32	35	135	160	600	577	2,170

Таблица 2.5-2: Электрические характеристики воздушных АС линий (данные относятся к одной цепи двух цепных линий)

Провода заземления могут защитить линию от прямого попадания молнии и улучшить поведение линии при коротких замыканиях; поэтому линии с фазным напряжением от 110 кВ и выше обычно укомплектованы проводами заземления. Провода заземления изготовлены из ACSR проводников с достаточным сечением для удовлетворения требований.

Начиная с начала 1990-х, все большее количество проводников заземления для воздушных линий сверх высокого напряжения выполнены как оптические провода заземления (OPGW). Такой тип проводников заземления сочетает функции обычного провода заземления, как было описано выше, а также обладает способностью к передаче большого количества данных через оптические волокна, интегрированные в OPGW. Передача данных необходима для связи между двумя станциями в пределах ВНПТ объединенной энергосистемы для удаленного контроля электростанций. OPGW в таком случае становится основной средой для коммуникации в пределах объединенной энергосистемы. OPGW в основном представляет собой один или несколько слоев алюминиевого сплава с/или стальные нити с алюминиевой оболочкой. Однослойная конструкция используется в областях с малым количеством гроз в году и малыми значениями токов короткого замыкания.

Выбор изоляторов

Изолятор воздушной линии это объект электрического и механического воздействия, потому что они, во-первых, должны изолировать проводник от потенциала относительно земли, а, во-вторых, обеспечивать физическую опору. Изоляторы должны быть способны выдерживать все воздействия при любых условиях, встречающихся на каждой конкретной линии.

Электрическое воздействие происходит из-за:

- Стационарного рабочего напряжения промышленной частоты (наивысшее напряжение в системе)
- Временные перенапряжения на рабочей частоте сети
- Коммутационных и грозовых перенапряжений

Типы изоляторов

В зависимости от требований и опыта используется разнообразная конструкция изоляторов:

- Тарельчатый изолятор (рис. 2.5-14), изготовленный из фарфора или предварительно напряженного стекла. Каждый отдельный элемент соединяется арматурой из ковкого чугуна или ковкого железа. Тело изолятора не стойко к пробою, что вызывает относительно большое количество побоев изоляторов
- Наиболее широкое распространение получили подвесные стержневые изоляторы, изготовленные из глиноземистого фарфора (рис. 2.5-15). Такие изоляторы стойки к пробою. Пробои во время работы возникают крайне редко. Подвесные стержневые изоляторы отлично зарекомендовали себя, особенно в загрязненных территориях. Поскольку фарфор хрупкий материал, фарфоровые подвесные стержневые изоляторы должны быть защищены от изгибающих нагрузок соответствующей арматурой
- Композитные изоляторы-третий тип изоляторов для воздушных линий (рис. 2.5-16). Такой тип изоляторов обеспечивает наилучшие характеристики и надежность, особенно с учетом всех улучшений за последние 20 лет, и применяются они уже более 30-и лет

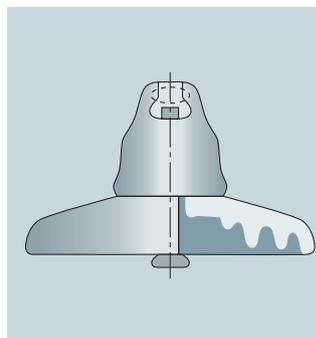


Рис. 2.5-14: Тарельчатый изолятор

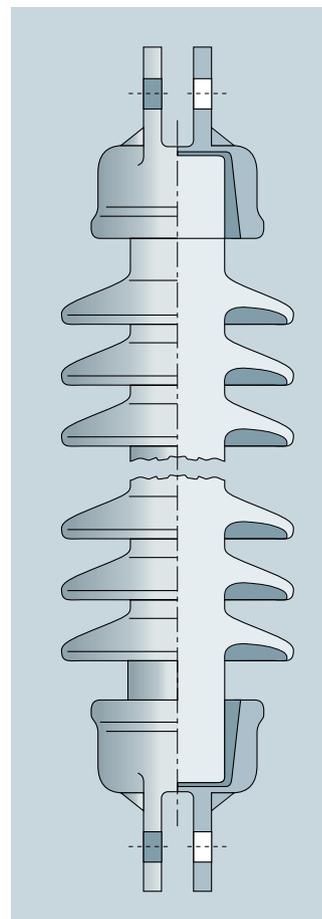


Рис. 2.5-14: Подвесной стержневой изолятор со скобчатыми крышками

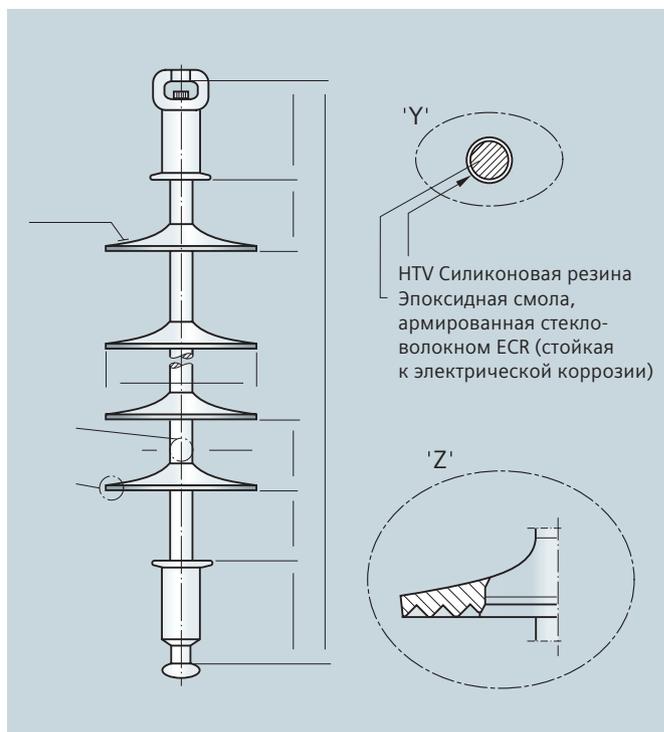


Рис. 2.5-16: Композитный изолятор, армированный стекловолокном с шаром и посадочными фитингами (изолятор Lapp)

Композитный изолятор изготовлен из эпоксидной смолы, армированной стекловолокном. Применяется стекловолокно ECR, которое стойко к хрупкому разрушению (ECR-стекловолокно, стойкое к электрической коррозии). Для избегания хрупкого разрушения, стекловолоконный стержень должен быть очень тщательно защищен от влаги. Это достигается за счет применения силиконовых прокладок. В наши дни используется силикон с высокотемпературной вулканизацией (HTV).

Силиконовая прокладка имеет две функции в данном типе изолятора:

- Герметизация стекловолоконного стержня
- Обеспечения необходимой изоляции короба для провода в юбке изолятора

На обоих концах изолятора запрессована металлическая арматура в стекловолоконный стержень, в сочетании с шаром, либо скобчатыми соединительными фиттингами. Начиная с 1980 гг. запрессованные фиттинги являются преобладающим типом. Очень важно уплотнение пространства между фиттингом и силиконовым корпусом для защиты стержня. В наши дни реализуется за счет специального силиконового эластомера, который обес печивает после вулканизации характеристики клейкого твердого вещества, похожую на жидкость с высокой вязкостью.

Преимущества композитного подвесного стержневого изолятора

- Малый вес, объем и меньше повреждений
- Меньшая длина в сравнении тарельчатым изолятором и фарфоровым подвесным стержневым изолятором
- До 765 кВ переменного тока и 600 кВ постоянного тока необходимо только одна секция изолятора (практическая длина ограничена лишь возможностью производственной линии)
- Высокая механическая прочность
- Вандалоустойчив
- Хорошие показатели при применении в загрязненных областях, за счет гидрофобности (водонепроницаемости) силиконовой резины

Преимущества гидрофобности:

- Силиконовая резина обеспечивает отличную водонепроницаемость в течении длительного времени; большинство остальных материалов теряют
- свои свойства с течением времени
- Силиконовая резина также способна возвращать свою гидрофобность после временной потери ее.
- Изолятор из силиконовой резины также способен делать на своей поверхности загрязненные слои водонепроницаемыми (передача гидрофобности)
- Низкая проводимость поверхности, даже загрязненной и очень малые токи утечки даже во влажных условиях

Наборы гирлянд изоляторов

Подвеска набора изоляторов несет на себе вес проводника, включая дополнительную нагрузку от льда и ветра и расположена почти вертикально. Используются наборы I-формы (рис. 2.5-17а) и V-формы. Натяжные наборы изоляторов (рис. 2.5-17б, 2.5-17с) завершают проводник и расположены в направлении проводников. Поскольку они нагружены растягивающим усилием проводника, то должны быть соответствующим образом рассчитаны. Существует множество вариантов наборов изоляторов - одинарные, двойные, тройные и более для восприятия механических нагрузок и выполнения требований проекта.

Проектирование путей утечки и воздушных зазоров

Основными факторами при расчете изоляции является напряжение, которое она должна выдерживать, а также уровень загрязнения, которому она подвергается. Стандарты МЭК 60071-1 и МЭК 60071-2, а также технический отчет МЭК 60815, вводят 4

класса загрязненности (в новой версии будет 5 классов) и дают рекомендации в проектировании изоляции.

Поскольку МЭК 60815 применяется к линиям переменного тока, следует отметить, что рекомендации по путям утечек основаны на линейном (междуфазным) напряжении (U_{L-L}). При применении этих рекомендаций по путям утечки из МЭК 60815 к линиям постоянного тока, следует заметить, что постоянное напряжение - это величина полус-земля (U_{L-E}). Поэтому эти значения путей утечек должны быть умножены на коэффициент $\sqrt{3}$. Более того, следует заметить, что значение величины переменного напряжения относится к среднему значению, в то время как постоянное напряжение можно сравнить с пиковым значением, что требует дальнейшего умножения на коэффициент $\sqrt{2}$.

Изоляторы, работающие с постоянным напряжением, находятся в менее благоприятных условиях, чем при работе с переменным напряжением, из-за большего скопления грязи за счет постоянного однонаправленного электрического поля. Надо учитывать фактор загрязненности при использовании постоянного тока. В таблице 2.5-3 показаны конкретные величины путей утечек для различных материалов изоляторов, которые основаны на опыте энергетических компаний в Южной Африке и Китае. Эти результаты были подтверждены опытным производителем изоляторов в Германии. Указанные корректирующие коэффициенты справедливы только для фарфоровых изоляторов. При рассмотрении композитных изоляторов, можно применить дополнительный снижающий коэффициент 0,75. Значения для систем постоянного тока следует рассматривать только как ориентировочные, и должны независимо проверяться при реализации новых ВНПТ проектах.

Чтобы выдерживать коммутационные и грозовые перенапряжения, изоляторы должны проектироваться с соблюдением требований к изоляции в соответствии со стандартами МЭК 60071-1 и МЭК 60071-2. Эти технические аспекты определяют зазор между заземленной арматурой и частями, находящимися под напряжением. Следует также отметить, что переключающие импульсы в ВНПТ сетях имеют второстепенное значение, поскольку импульсы от срабатывания выключателей в линиях переменного тока не передаются на компенсационные линии постоянного тока. Такие линии контролируются и управляются через свои собственные вентильные системы управления. В целях выбора изоляции надлежащим образом, рекомендуется основной уровень прочности изоляции и уровень полной безопасности применять таким же как и для эквивалентной изоляции для переменного тока (определенная исходя из дуговых промежутков).

Выбор и проектирование опор

Напряжение на линии, количество цепей (переменный ток) или полюсов (постоянный ток), тип проводников, конфигурация цепей определяют конструкцию воздушной линии передач. Также должны рассматриваться такие факторы как грозозащита с помощью заземленных проводников, особенности местности и доступное пространство для башен электропередач. В густонаселенных местностях, как например, в Центральной Европе, ширина зоны отчуждения и доступное пространство для башен ограничена. В случаях сверх высоких напряжений, конфигурация проводника влияет на электрические характеристики, электрическое и магнитное поля, а также пропускную способность линии. Очень часто возникают противоречивые требования, например, насколько возможно низкие башни и минимальная зона отчуждения, что может быть удовлетворено только компромиссными решениями. Минимальный зазор от проводников зависит от величины напряжения и провисания провода. В районах с сильным обледенением, проводники не следует располагать вертикально для избегания их соприкосновения после схода льда.

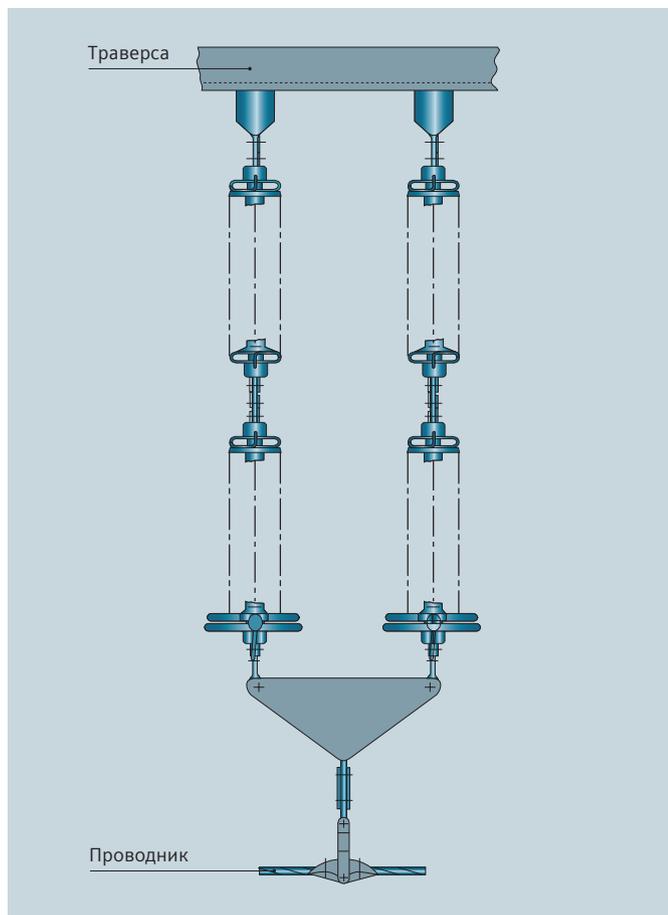


Рис. 2.5-17а: Комплект подвесного изолятора I-формы 245 кВ

МЭК 60815 уровень		Фарфоровые и стеклянные изоляторы		Композитные изоляторы	
		Сети перем. тока	Сети пост. тока	Сети перем. тока	Сети пост. тока
I Легкий	[мм/кВ]	16	39	12	29
II Средний	[мм/кВ]	20	47	15	35
III Средний	[мм/кВ]	25	59	19	44
IV Очень тяжелый	[мм/кВ]	31	72	24	54

Таблица 2.5-3: Указания по путям утечки для разных изоляционных материалов

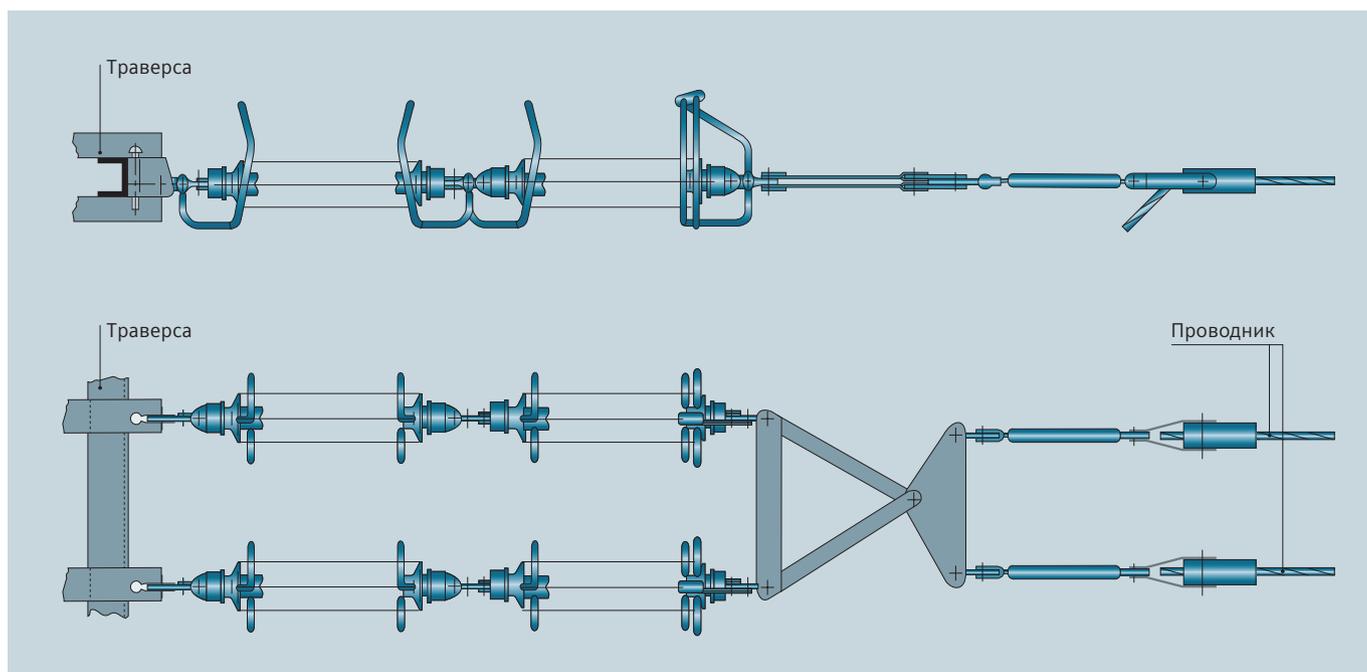


Рис. 2.5-17б: Двойной натяжной изолятор 245 кВ (вертикальная проекция, верх)

Рис. 2.5-17с: Двойной натяжной изолятор 245 кВ (вид в плане, низ)

Для линий с низким и средним напряжением, горизонтальная конфигурация проводников предпочтительна; для таких конфигураций применяются как линейные опорные изоляторы, так и подвесные изоляторы. Предпочтительны опоры, изготовленные из дерева, бетона или стали. На рис. 2.5-18 показаны некоторые типовые конфигурации. Применение заземленных проводов не требуется для этих уровней напряжения.

Для линий высокого и ультра высокого напряжения доступно много различных конфигураций в зависимости от количества цепей (переменный ток) или полюсов (постоянный ток) и местных условий. Из-за очень малых зон отчуждения, довольно большое количество высоковольтных линий передач переменного тока в Центральной Европе содержат как минимум две цепи. На рис. 2.5-19 показаны возможные конфигурации башен. Компонка «е» называется «Дунай» и находит частое применение. Она предоставляет оптимальный компромисс между шириной полосы отчуждения, высоты башни и стоимости линии.

Для линий переменного тока, включающих в себя более двух цепей, существует большое количество возможных конфигураций опор. В случае цепей различного напряжения, цепь с более низким напряжением должна располагаться на нижней позиции рис. 2.5-19г. Линии постоянного тока механически сконструированы в соответствии с практикой типовых линий переменного тока. Отличия от компоновки линий переменного тока

- Конфигурация проводников
- Требования к электрическому полю
- Конструкция изоляторов

Для линий постоянного тока, следует рассмотреть две базовые схемы-монополюсная и биполюсная. На рис. 2.5-19i-l показаны

примеры конфигурации ВНПТ линии, которые можно применять для любых уровней напряжения.

Расположение изоляторов зависит от типа опор на линии. Промежуточные опоры обеспечивает прямолинейность проводников и устанавливаются при малых углах поворота линий. Такой тип опор обеспечивает наименьшие финансовые затраты, поэтому такой тип опор предпочтителен. Анкерные опоры должны воспринимать нагрузку от растяжения проводников в точках крепления. Натяжные изоляторы передают силы натяжения от проводников к опоре. Конечные опоры используются для завершения линии передачи. Они воспринимают общую нагрузку от растягивающего усилия проводника каждой на стороне линии (даже в случае несбалансированных нагрузок, например, когда проводник на одной из стороне опоры поврежден) и снижают нагрузку от натяжки для подстанций

При проектировании опор должен учитываться широкий круг условий нагрузок, описанных в соответствующих национальных и международных стандартах. Следующими факторами при проектировании являются климатические условия, требования с сейсмостойкости и другие факторы окружающей среды каждой конкретной местности.

При проектировании опор также необходимо учитывать ряд факторов. Сильный ветер и снеговая нагрузка вызывают максимальные действующие усилия на промежуточные опоры. В районах с сильным обледенением, несбалансированные силы от натяжения проводников могут вызывать нагрузку от кручения. Поэтому должны учитываться дополнительные факторы от нагрузок для повышения надежности и минимизации ущерба в случае аварий.

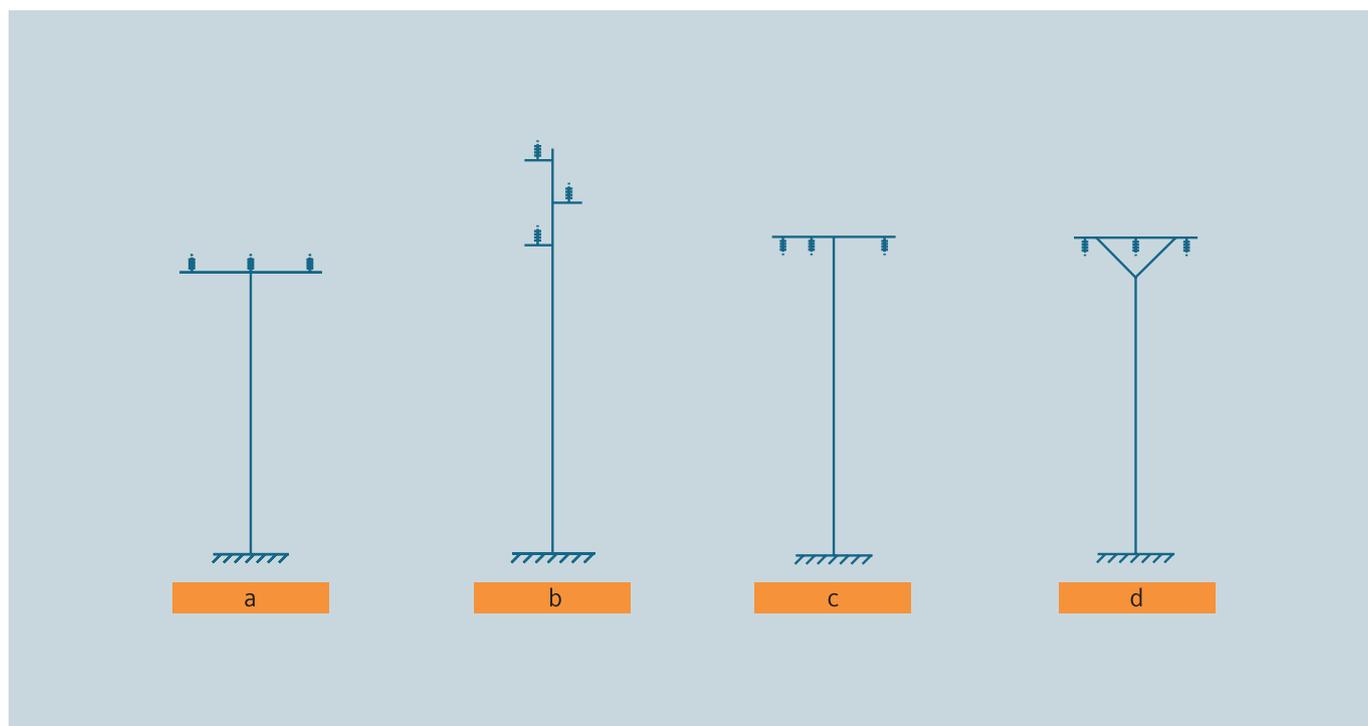


Рис. 2.5-18: Конфигурации опор для среднего напряжения

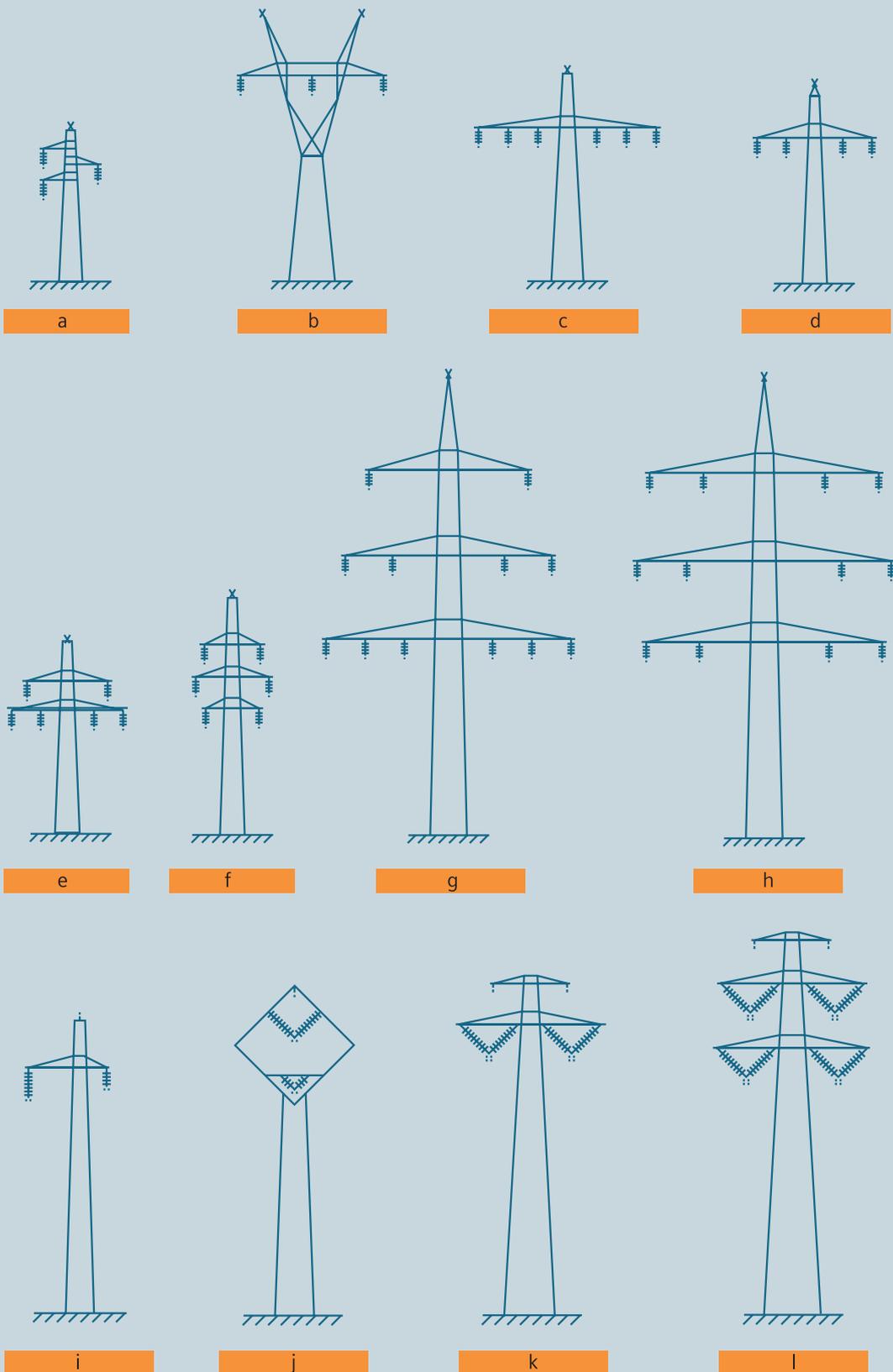


Рис. 2.5-19: (a–h): конфигурации опор для линий высокого напряжения (переменных ток); (i–l): конфигурации опор для линий высокого напряжения (постоянный ток)

В зависимости от уровня напряжения и действующих сил на воздушной линии применяются различные материалы и конструкции. Опоры, изготовленные из дерева, бетона и стали часто используются для линий малого и среднего напряжения. Башни с решетчатой стальной конструкцией преобладают при уровнях напряжения 110 кВ и выше рис. 2.5-20. Вантовые стальные конструкции используются в некоторых частях мира для линий высокого напряжения постоянного и переменного тока. Такая конструкция требует относительно равнинной местности и безопасной обстановки, где нет угрозы вандализма и воровства. Вантовая стальная конструкция обеспечивает существенную экономию средств за счет снижения веса башни и размера фундамента. Однако, в этом случае требуется широкая зона отчуждения.

Фундамент для опор

Опоры воздушных линий передач устанавливаются на бетонный фундамент. Фундамент должен быть спроектирован в соответствии с национальными и международными стандартами применительно к конкретному проекту.

Выбор типа фундамента и конструкцию определяется следующим:

- Нагрузки от конструкции опоры
- Механика грунтов местности
- Доступ к линии маршрута
- Наличие техники
- Ограничения конкретной страны и местности

Бетонные блоки и сваи используются для опор, которые передают изгибающие моменты на фундамент. Для башен с четырьмя стойками, фундамент изготавливается для каждой отдельной стойки рис. 2.5-21. Грибовидный фундамент и фундамент на бетонных блоках требует хорошей несущей способности грунта без грунтовых вод.

Забивные или буронабивные сваи используются для грунтов с малой несущей способностью, для местностей, где несущий слой находится на значительной глубине и с высоким уровнем грунтовых вод. В случае высоких грунтовых вод, условия почвы должны позволять забивку свай. Бетонные плиты могут использоваться для грунтов с высокой несущей способностью, когда подпочва и уровень грунтовых вод не допускают использование в качестве фундамента опорных плиты и блоков, а также свай.

Выбор маршрута и места опор

Выбор маршрута и проектирование представляет собой очень сложную задачу, поскольку зона отчуждения для линий электропередач ограничена и необходимо учитывать множество других аспектов и интересов.

Выбор маршрута и одобрение зависят от установленных правовых условий и процедур страны, в которой осуществляется проект. На сегодняшний день выбор маршрута включает в себя предварительное изучение всех возможных маршрутов, изучение влияния на окружающую среду, публичные слушания и одобрение со стороны местных властей.

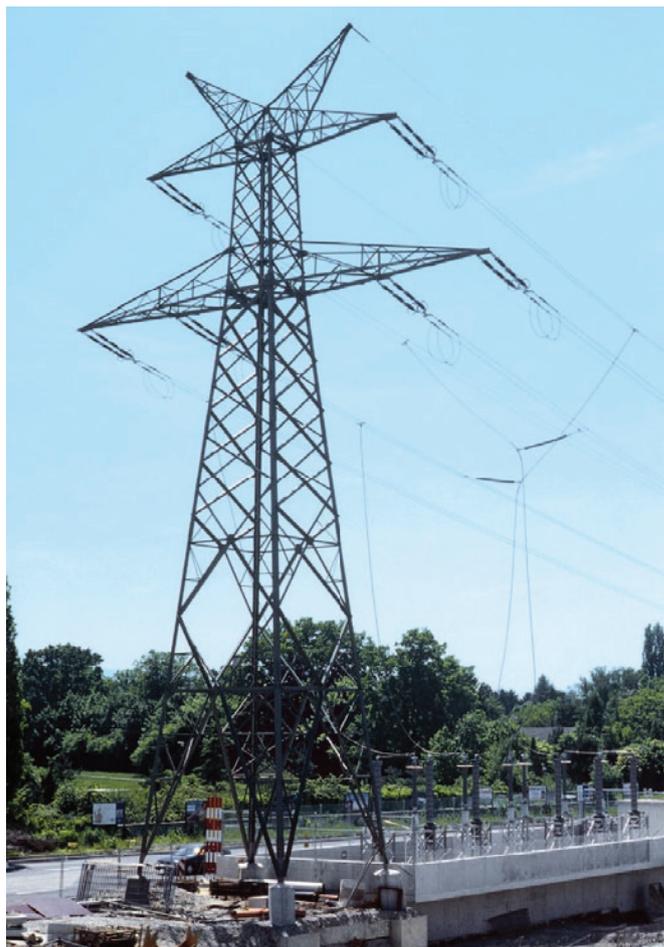
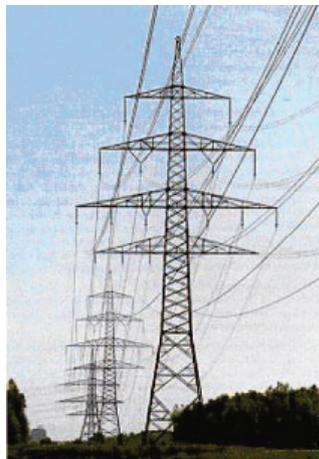


Рис. 2.5-20: Типовые линии переменного тока в Центральной Европе с различными уровнями напряжения.

После проектирования маршрута и процедуры одобрения утверждается конечная линия маршрута линии. После одобрения и утверждения, должны быть проведен обзор продольного профиля линии и определены все пересечения над дорогами, реками, железнодорожными путями, здания и другими воздушными линиями. Результаты оцениваются с помощью специальной программы, разработанной Siemens, которая рассчитывает и распечатывает контур линии маршрута. Положение опор определяется с помощью этой же программы, которая учитывает провисание проводов при различных условиях, расстояние от проводника до земли, объекты, пересекаемые линией, технические характеристики доступной серии опор, их стоимости и компенсаций для владельцев земли.

Результатом является конструкция линии, которая учитывает технические, финансовые аспекты и условия окружающей среды. Планирование линии формирует базис для закупки материалов и возведения линии. На рис. 2.5-22 показывается профиль линии, рассчитанный с помощью компьютера

Деятельность и опыт Siemens

Вот уже больше 100 лет Siemens работает в области воздушных линий электропередач. Деятельность Siemens включает в себя проектирование и возведение сельских сетей электрификации, распределительных линий низкого и среднего напряжений, линий высокого напряжения и оборудования для сверхвысокого напряжения.

Чтобы дать представление о том, что было выполнено Siemens, необходимо сказать, что возведено приблизительно 20 000 км высоковольтных линий напряжением до 245 кВ и 10 000 км линий с сверхвысоким напряжением выше 254 кВ. Воздушные линии электропередач были возведены Siemens в Германии и Центральной Европе, а также на Средней Востоке, Африке, Дальнем Востоке и Южной Америке.

Выдающиеся проекты линий передач переменного тока:

- Линии электропередач 420 кВ через реку Эльба в Германии, включающие 4 цепи и требующие опоры высотой 235 км
- Линии электропередач 420 кВ через Босфор (Пересечение II) в Турции (1983) с пролетом примерно 1800 м (рис. 2.5-23)
- 500 кВ Суэцкий Пролет (1998); высота промежуточных опор 220 м
- 420/800 кВ Пролет Босфор III в Турции (1999)

Кроме того, Siemens возвел две ВНПТ соединительные линии, как проекты «под ключ» включая ВНПТ воздушные линии электропередач. Первый проект - 300 кВ соединительная линия из Таиланда до Малайзии (биполярная передающая линия, рис. 2.5-24); второй проект 400 кВ ВНПТ линия Basslink в Австралии (монополярная передающая линия, рис. 2.5-25а-с).

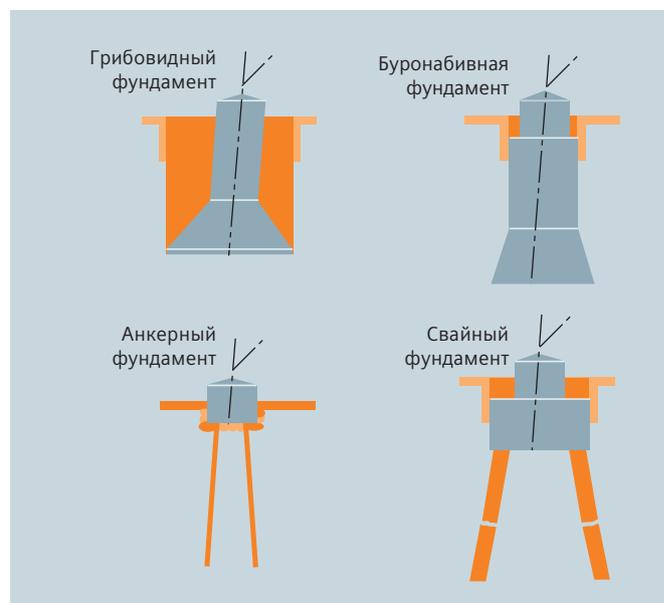


Рис. 2.5-21: Фундаменты для четырехстоечных опор

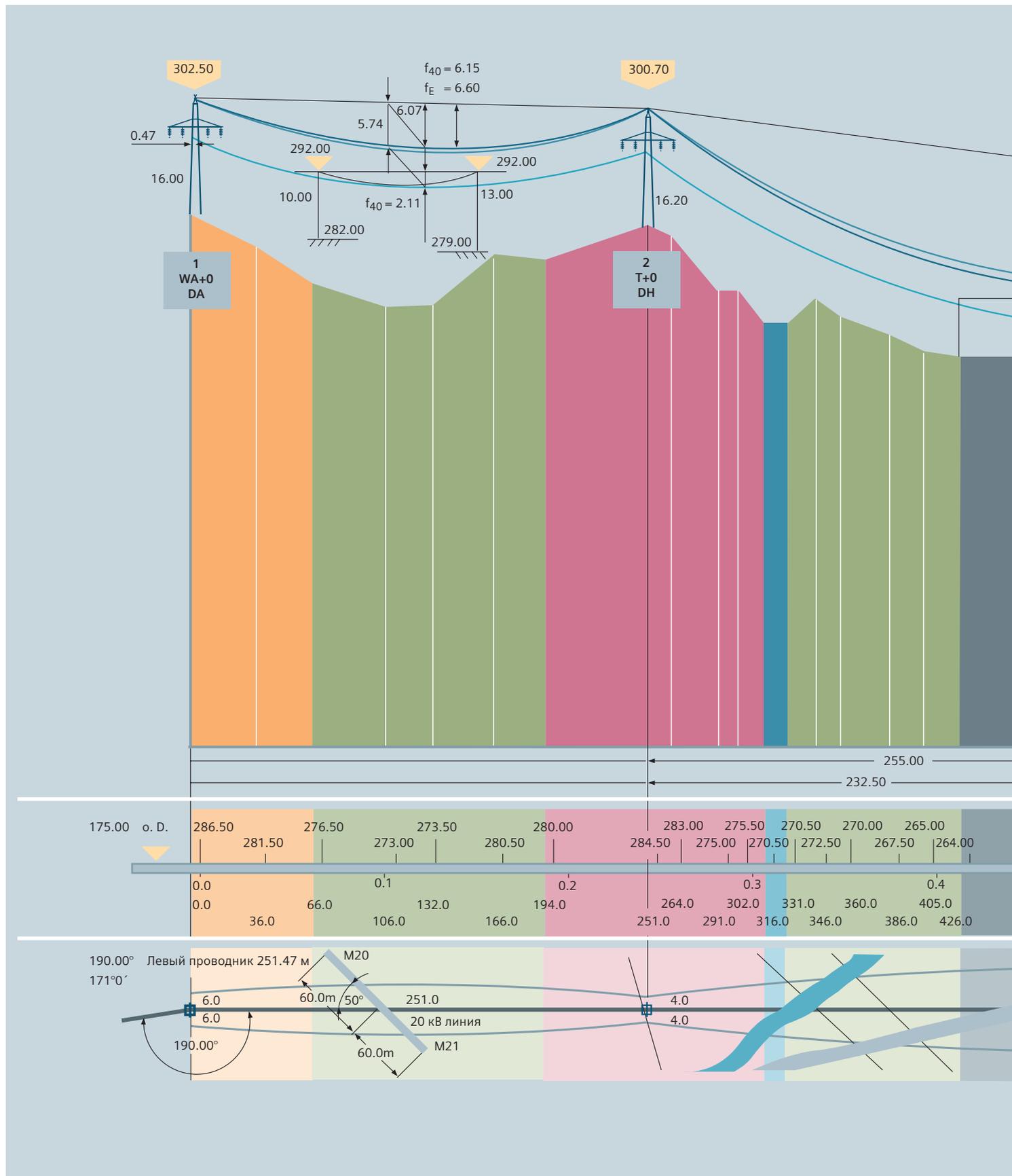


Рис. 2.5-22: Профиль линии, рассчитанный с помощью компьютера

Решения для передачи и распределения энергии

2.5 Линии электропередач

2

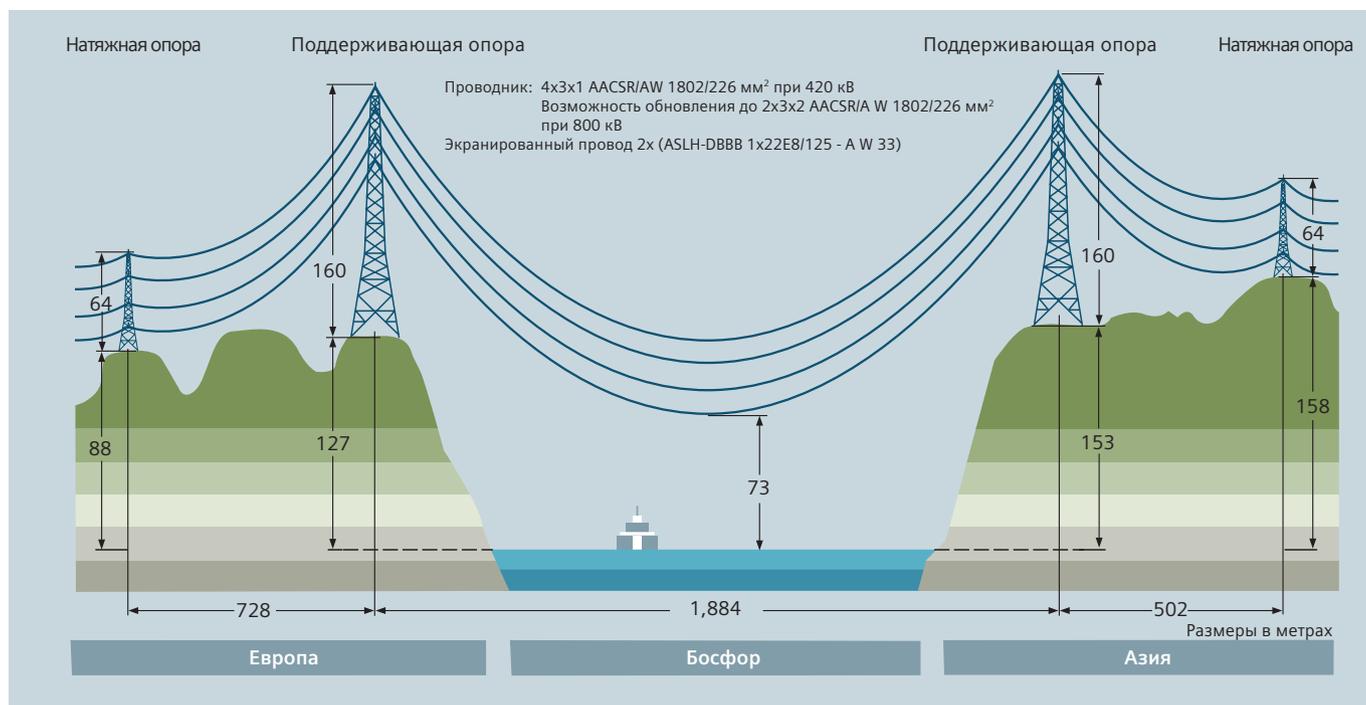


Рис. 2.5-23: 420/800 кВ линия через Босфор, продольный профиль



Рис. 2.5-24: 300 кВ ВНПТ соединительная линия из Таиланда до Малайзии (биполярная передающая линия)

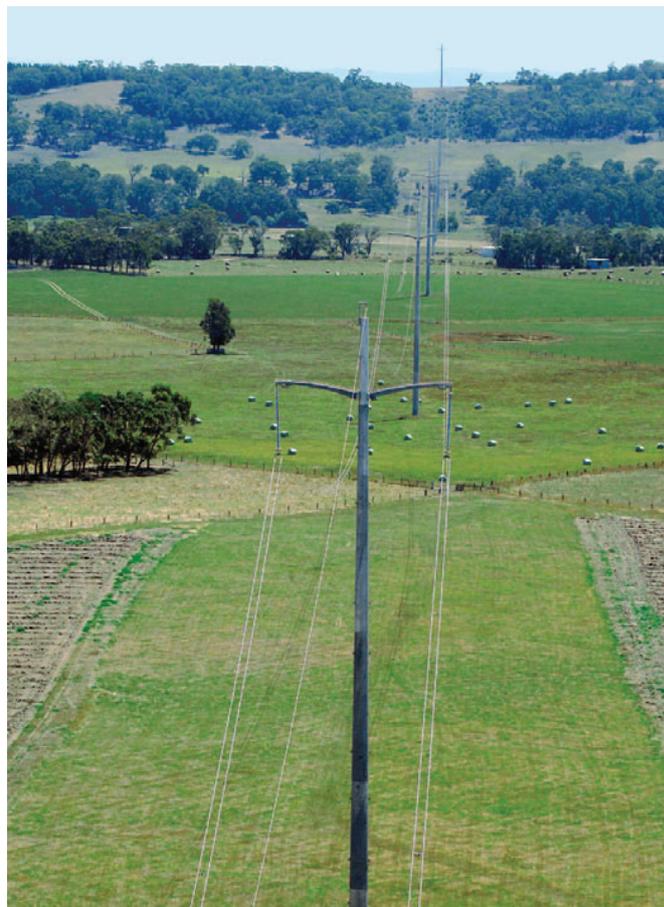


Рис. 2.5-25а: 400 кВ ВНПТ линия Basslink в Австралии (монополярная передающая линия)



Рис. 2.5-25b, с: 400 кВ ВНПТ линия Basslink в Австралии (монополярная передающая линия)

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обращайтесь:
Fax: ++49 (0)91 31 7-3 20 94
E-mail: dirk.etrich@siemens.com

2.6 Решения для доступа к энергосистеме для децентрализованной выработки энергии

2

Решения для доступа к энергосистеме - это специально разработанные решения для модулей децентрализованной генерации энергии и удаленной нагрузки. Они представляют собой неотъемлемую часть развития Smart Grid и Super Grid (см. главу 1). Решения для доступа к энергосистеме включают в себя согласование наилучшим образом контрастирующих параметров, таких как высокая надежность, низкая инвестиционная стоимость и эффективная передача энергии. Например, в конструкции высоковольтных морских платформ для подключения морских ветровых станций к сети (рис. 2.6-1) особое внимание уделяется интеллектуальным системам сбора на уровне среднего напряжения, после чего следует конструирование передающей системы высокого уровня и береговой принимающей подстанции, и компенсация реактивной энергии для соответствия требованиям местной сети.

Готовые предложения и исполнение проекта

Предлагая готовые решения (рис. 2.6-2) Siemens обеспечивает целостную структуру сложного проекта, включая администрирование проекта, конструирование и инжиниринг, работа с субподрядчиками, контроль и поставка оборудования. А также определение приоритетного оборудования для поставок, отгрузка, транспортировка, контроль за графиком исполнения, пусконаладочные работы, сдача в работу, тестирование для гарантирования необходимой производительности и качества работы, а также обучение эксплуатационного и обслуживающего персонала заказчика.

Как для AC, так и для DC технологий передачи энергии Siemens предлагает широкий спектр решений. Технические ограничения для модулей децентрализованной генерации энергии и удаленных нагрузок в вопросах подключения с системами передачи AC и DC хорошо известны и соответствующим образом решаются. Инженерная экспертиза Siemens учитывает все - от базовых концептуальных вопросов конструкции до цифровой и реальной симуляции, и берет на себя всю ответственность за представлен-

ное решение, что необходимо при выполнении таких проектов.

Системные и проектировочные исследования, инжиниринг

Конечная конструкция и спецификация всего оборудования для установки определяется с помощью системных и проектировочных исследований. Важные шаги для достижения итоговых критериев проектирования включают в себя определение оптимизированной экономики в пределах системы модулей генерации энергии, интеграция этой системы в сеть, определение и конфигурирование компонентов сети, проведение исследований потоков мощности и расчеты токов короткого замыкания для целой системы.

Более того, должны быть определены концепция заземления и координация изоляции для всей сети. Также должны быть проверены статические и динамические характеристики системы и определен тип компенсации реактивной энергии (статическая или динамическая). Должны быть исследованы резонансные явления для всех элементов, начиная от системы в целом и до кабелей, трансформаторов, реакторов, ветровых турбин и наборов конденсаторов. Должна быть установлена совместимость и соответствие с требованиями сети, а также утверждена система управления и защиты.

Высоковольтные морские платформы

Морские подстанции для ветровой энергии Siemens (WIPOS™) представляют собой оптимальное решение для гарантирования работы станции в течении длительного срока времени. Вместе с WIPOS™ Siemens играет инновационную роль в конструировании, проектировании и монтаже морских платформ (см. главу 2.6.1 Примеры проектов).

В отрасли морских ветровых станций, слово «платформа» отражает два конструктивных модуля, называемых «палуба», где установлено все оборудование высокого и среднего напряжения, и «фундамент»- модуль, который работает как основа для палубы. Siemens предлагает оптимальные конструкции для обоих модулей, путем совмещения усилий морских экспертов и экспертов в области судостроения.

WIPOS (рис. 2.6-3) работает как интерфейс между ветряными турбинами и материком, посредством чего энергия, полученная от ветра, собирается воедино и затем передается через отводящие кабели к точке подключения на берегу.

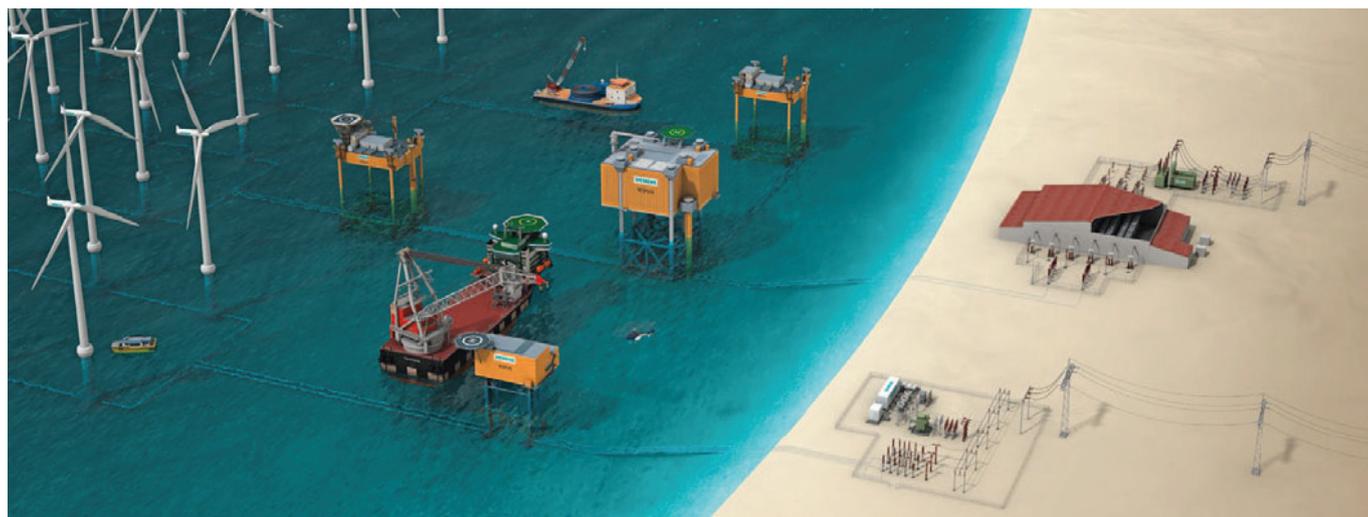


Рис. 2.6-1: Комплексный обзор для AC и DC подключений морских ветряных станций



Рис. 2.6-2: Siemens выполняет проекты на базе EPC-контракта (выполняет инжиниринг, закупку и монтаж оборудования)

Типовая конструкция представляет собой многоярусную конструкцию с основной палубой, где установлено все основное электротехническое оборудование и вертолетной площадкой для посадки вертолетов, спроектированной в соответствии с авиационными требованиями.

Помимо полноплатформенного подхода, Siemens также предлагает концепцию самоподъемных платформ, которые обладают эксплуатационной гибкостью, а также упрощенной процедурой транспортировки и монтажа, благодаря исключению тяжелых судовых подъемных кранов. Siemens предлагает семейство WIPOS конструкций, удовлетворяющим различным погодным условиям на морской станции, приливам и отливам, а также состоянию морского дна с тремя основными конфигурациями:

- WIPOS самоподнимающаяся конструкция
- WIPOS палубная конструкция (палуба/башня)
- WIPOS плавающая конструкция



Рис 2.6-3: Модель морской подстанции для ветровой энергии (WIPOS): Siemens обеспечивает полноценные решения для подключения к сети, с гибкой конфигурацией подстанций как для AC, так и DC приложений

2.6.1 Примеры проектов

Рис. 2.6-4: Морская ветровая станция Лилгранд, состоящая из 48 ветровых турбин, каждая по 2.3 МВт, производитель Siemens Wind Power, установленная в Эресунн. Расположена в национальных водах Швеции, примерно в 7 км от побережья Швеции недалеко от города Мальме. Владелец Vatterfal AB (Ваттерфал AB), Швеция Трансформаторная подстанция 33/138 кВ с трансформатором 120 МВА смонтирована на морской платформе, находящаяся в пределах площади ветровой станции. Передачи энергии осуществляется посредством одного подводного трехфазного кабеля 138 кВ XLPE к существующей станции в Банкофлао (Швеция).

Помимо трансформаторной подстанции на платформе, департамент передачи энергии Siemens произвел сетевые и проектировочные исследования, а также изучение производительности для всей ветровой станции и сетевого подключения.

Работая с конца 2007 года, ветровая морская станция Лилгранд полностью обеспечивает потребности в электричестве примерно 80 000 домов и снижает выбросы углекислого газа на 300 000 тон в год.

Рис. 2.6-5: Морские ветровые станции Линн и Иннер Доузин, состоящие из 54 турбин, каждая 3.6 МВт, производитель Siemens Wind Power, расположены в области Грейт Ваш, в национальных водах Великобритании. Находится примерно в 5 км от побережья Скейтнес, Линкольншир. Владелец Centrica Renewable Energy Ltd (Центрика Возобновляемая Энергия лтд), Великобритания.

Трансформаторная подстанция 33/132 кВ с двумя трансформатором 100 МВА находится в Middle Marsh приблизительно в 5 км от моря. Передача энергии от морских ветряных станций осуществляется через 6 подводных трехфазных 33 кВ XLPE кабелей. От подстанции в сеть передача энергии осуществляет через два кабеля 132 кВ. Помимо трансформаторной подстанции и кабельной системы, департамент передачи энергии Siemens произвел сетевые и проектировочные исследования, а также изучение производительности для всей ветровой станции и сетевого подключения.

Подключение к сети было выполнено в январе 2008 года. Обе ветровые станции запущены в работу на полную мощность осенью 2008 года. Станция полностью обеспечивает потребности в электричестве примерно 130 000 домов и снижает выбросы углекислого газа на 500 000 тон в год.

Рис. 2.6-6: Морская ветровая станция Тсанет, состоящая из 100 ветровых турбин, каждая по 3 МВт производитель Вестас (Дания), расположена в Северном море Находится примерно в 11 км от береговой линии графства Кент. Рис. 2.6-4: Фонес Поинт. Собственник Tsanet Offshore Wind Ltd (Тсанет Морской Ветер лтд), Великобритания. Трансформаторная подстанция 33/132 кВ с двумя трансформатором 180 МВА смонтирована на морской платформе, находящаяся в пределах площади ветровой станции. Передача энергии осуществляется через два подводных трехфазных 132 кВ XLPE кабеля. Точка подключения к сети осуществляется через специфическое распредустройство в Ричбара, графство Кент.



Рис. 2.6-4: 2007г. 110 МВт Морская ветровая станция Лилгранд, Швеция



Рис. 2.6-5: 2008г. 180 МВт Морская ветровая станция Линн энд Иннер Доузин, Великобритания



Рис. 2.6-6: 2009г. 300 МВт Морская ветровая станция Тсанет, Великобритания

Помимо, морской трансформаторной подстанции, береговой подстанции с компенсационной системой (два SVC PLUS) и фильтрами гармоник и кабельной системы, Siemens произвел сетевые и проектировочные исследования, а также изучение производительности для всей ветровой станции и сетевого подключения.

Подключение к сети было выполнено осенью 2009 года, все 100 ветровых турбин запущены к осени 2010 года. Сейчас морская ветровая станция полностью обеспечивает потребности в электричестве примерно 215 000 домов и снижает выбросы углекислого газа на 830 000 тон в год.

Рис. 2.6-7: Морская ветровая станция Грейт Габбард, с планируемым числом турбин 140 шт., каждая по 3.6 МВт производитель Siemens Wind Power (Дания), расположена в Северном море. Находится примерно в 26 км от побережья города Суффолк.

Собственник Грейт Габбард Морские ветра лтд, Великобритания. Трансформаторная подстанция 33/132 кВ с тремя трансформатором 180 МВА смонтирована на двух морских платформ (Иннер Габбард энд Галопер), находящаяся в пределах площади ветровой станции. Передача энергии осуществляется через три подводных трехфазных 132 кВ XPLE кабеля.

Подключение к сети осуществляется в деревне Сайзвел, Суффолк, где Siemens построил подстанцию компенсации реактивной энергии, чтобы позволить ветряной станции соответствовать сетевым требованиям Великобритании Многоуровневая технология SVC PLUS используется для всех трех отводящих цепей.

И здесь, департамент передачи энергии Siemens осуществил сетевые исследования и проектирование для всей ветряной станции.

Сейчас станция полностью обеспечивает потребности в электричестве примерно 350 000 домов и снижает выбросы углекислого газа на 1 350 000 тон в год.

Рис. 2.6-8: В сентябре 2009 года Siemens выиграл контракт на реализацию первой фазы решения доступа к энергосистеме для престижной морской ветровой станции Лондон Аррэй.

Проект доступа к энергосистеме был реализован в два этапа. В первой фазе, будут доставлены две трансформаторные подстанции (каждая с двумя трансформаторами 150 МВА для объединения 630 МВт мощности, генерируемой 175 ветровых турбин(также поставляемых Siemens), перед ее передачей на берег через основной 150 кВ отводящий кабель.

Siemens отвечает за полностью готовое решение береговой подстанции. Что касается двух морских подстанций, Siemens отвечает за общий проект компоновки для гарантирования, что объект выполняет функции подстанции, включая все основное и вспомогательное оборудование, а также тестирование и ввод в эксплуатацию Расположенная в 24 км от Клактон-он-Си, Эссекс, система будет производить 1000 МВт экологически чистой энергии, достаточной для обеспечения 600 000 домов вдоль Южного берега в Англии, и будет самой большой морской ветровой станцией в мире в 2012 году.



Рис. 2.6-7: 2010г 500 МВт Морская станция Грейт Габбард, Великобритания



Рис.2.6-8: 2012 630 МВт Лондон Аррэй, Великобритания

Для дальнейшей информации:
<http://www.siemens.com/energy/grid-access-solutions>
<http://www.siemens.com/energy/wipos>

Решения для передачи и распределения энергии

2.6 Решения для доступа к энергосистеме для децентрализованной выработки энергии

БоВин2

800 МВт морская ВНПТ PLUS линия **БоВин2**, Германия

Для проекта БоВин2, Siemens обеспечит поставку двух инверторов напряжения VSC с технологией ВНПТ PLUS, мощностью 800 МВт. Ветряные станции Вехау Мэйт и Глобал Тек 1 спроектированы для выработки 800 МВт мощности и подключены через Siemens ВНПТ PLUS к берегу. Конвертер установлен на морской платформе, где напряжение повышается и затем преобразуется в ± 300 кВ DC. Платформа будет вмещать в себя все необходимое оборудование для конвертерной станции ВНПТ: два трансформатора, четыре реактора для компенсации AC кабеля и высоковольтное элегазовое распределительное устройство. Морские подстанции для ветровой энергии Siemens (WIPOS) спроектированы как плавающие, самоподъемные станции. Энергия передается через подводный и береговой кабель до Дайле, недалеко от Папенбург, где береговая станция конвертации будет преобразовывать DC обратно в AC и подавать ее в AC сеть 380 кВ.



Рис. 2.6-9: БоВин2, 800 МВт ВНПТ PLUS, Северное море

ХелВин1

576 МВт морская ВНПТ PLUS линия **ХелВин1**, Германия

Для проекта ХелВин 1 Siemens поставляет инвертор напряжения VSC с мощностью 576 МВт, используя технологию Siemens ВНПТ PLUS. Ветряные станции Нордси Ост энд Меервинд спроектированы для генерирования 576 МВт подключены через Siemens ВНПТ PLUS к берегу. Конвертер установлен на морской платформе, где напряжение повышается и затем преобразуется в ± 250 кВ DC. Платформа будет вмещать в себя все необходимое оборудование для конвертерной станции. Так же как и проект БоВин2, Морские подстанции для ветровой энергии Siemens (WIPOS) спроектированы как плавающие, самоподъемные станции. Энергия передается через подводный и береговой кабель до Бьютейл, к Северу от Габурга, Германия, где береговая станция конвертации будет преобразовывать DC обратно в AC и подавать ее в сеть высокого напряжения



Рис. 2.6-10: ХелВин 1, 576 МВт ВНПТ PLUS, Северное море

СулВин 1

864 МВт морская ВНПТ PLUS линия СулВин 1, Германия
Siemens обеспечит поставку самой большой морской системы конвертации напряжения VSC с мощностью 864 МВт для проекта СулВин 1. Siemens ВНПТ PLUS будет соединять ветряную станцию Дан Тайск с немецким побережьем. Конвертер установлен на морской платформе, где напряжение повышается и затем преобразуется в ± 320 кВ DC. Платформа будет вмещать в себя все необходимое оборудование для конвертерной станции ВНПТ: двух трансформаторов, четыре реактора для компенсации AC кабеля и высоковольтное элегазовое распредустройство. Так же как проект Бовин 2 и ХелВин 1, Морские подстанции для ветровой энергии Siemens (WIPOS) спроектированы как плавающие, самоподъемные станции. Энергия передается через подводный и береговой кабель до Бьютейл, где береговая станция конвертации будет преобразовывать DC обратно в AC и передает ее в AC сеть 380 кВ.

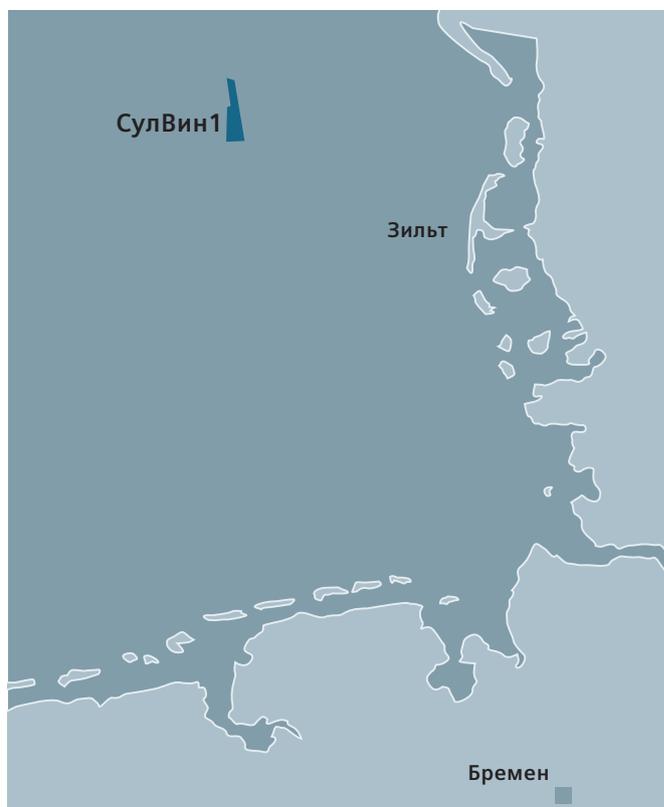


Рис. 2.6-11: SylWin 1, 864 MW ВНПТ PLUS, Северное море

ХелВин 2

690 МВт морская ВНПТ PLUS линия ХелВин 2, Германия
Департамент энергетики Siemens в консорциуме с итальянским производителем кабелей Prysmian возводит проект ХелВин 2. Это сеть между морской ветряной станцией в Северном море и береговой линией. Заказчик - TenneT TSO GmbH, Байройт, Германия. Подключение к сети, спроектированное как высоковольтная линия постоянного тока, имеет мощность 690 МВт. Амрумбанк Вест, построен в Северном море, примерно в 55 км от побережья, в 35 км к северу от Нелогланд, и 37 км на запад от острова Северный Фризской. Ветряная станция будет иметь мощность в пределах от 300 до 400 МВт. Вместе с Мирвинд и восточными морскими станциями в Северном море Амрумбанк Вест-часть кластера ХелВин в Северном море.

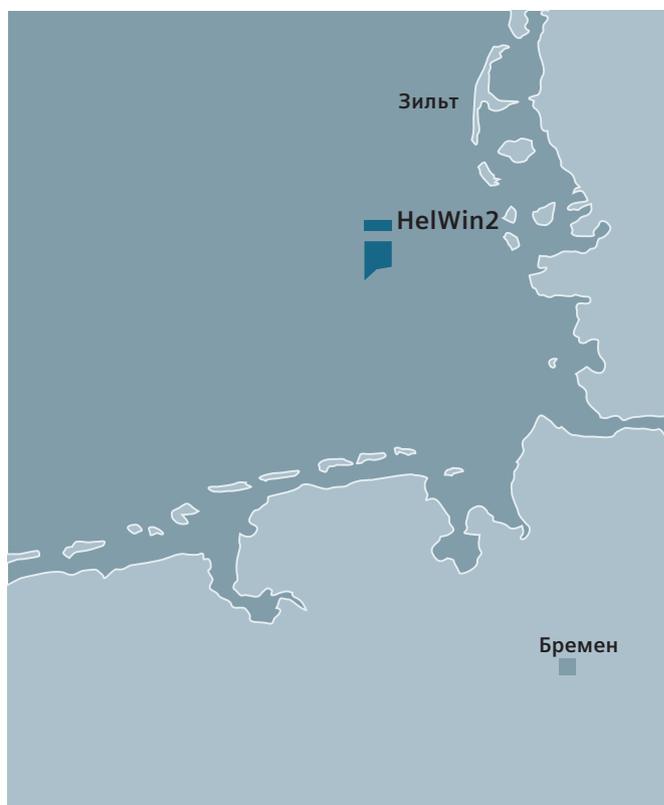


Рис. 2.6-12: HelWin 2, 690 MW ВНПТ PLUS, Северное море

2.7 Решения в области Солнечной Энергии

Фотоэлектрические системы преобразуют солнечную энергию непосредственно в электрическую безо всяких вредных выбросов в окружающую среду и снижают зависимость от дорогих и заканчивающихся ископаемых энергоресурсов. Государственное стимулирование и увеличивающаяся эффективность делают фотоэлектрические системы все более все более привлекательными для инвесторов и энергетических компаний. Эффективность и мощность сети можно повысить за счет подачи в нее солнечной электроэнергии.

Существуют три основные области применения:

- Подключенные к сети фотоэлектрические системы
Эти фотоэлектрические системы (мощностью от 5 кВт до 50 МВт в пике) подключены к сети и генерируют альтернативный ток, который подается в сеть или используется напрямую на месте
- Автономные фотоэлектрические системы:
Автономные фотоэлектрические системы с батареями для хранения электроэнергии и используются для электроснабжения областей, которые не имеют подключения к электросети
- Гибридные системы для резервного электроснабжения в регионах, где электроснабжение ненадежно.

Компоненты и режим работы

Фотоэлектрическая система, подключенная к сети, обычно состоит из следующих компонентов:

- Солнечных модулей
- Кабельная сеть
- Инверторы и распределительные устройства
- Измерение-учет электроэнергии
- Подключение к общей энергосистеме

Солнечные элементы поглощают солнечный свет и преобразуют его в электрическую энергию, генерируя, таким образом, постоянный ток. Несколько соединенных вместе солнечных элементов образуют солнечный модуль. Солнечные элементы обычно изготавливаются из монокристаллического или поликристаллического кремния. Также быстро растет использование тонкослойных модулей. Модули соединяются в группы и комбинироваются в матрицы. Матрицы подключены к инвертору через несколько соединительных коробок. Центральный инвертор преобразует постоянный ток, генерируемый солнечными модулями в переменный ток, который можно подавать в сеть. Оптимальное проектирование структуры и электрических характеристик формирует базис для максимальной эффективности и высокий уровень надежности.

SINVERTsolar инверторы

Базовые элементы для фотоэлектрических систем, подключенных к сети, - электрические инверторы. С номенклатурой инверторов SINVERTsolar, Siemens предлагает сертифицированные, серийно-производимые продукты, которые соответствуют всем важным национальным и международным стандартам безопасности. Благодаря своей конструкции, обеспечивающие электромагнитную совместимость (ЭМС), они также подходят для использования в областях, чувствительных к электромагнитному воздействию.

С помощью инверторов SINVERTsolar также могут быть реализованы большие подсистемы мощностью до 1.6 МВт в пике (комбинация ведущий/ведомый). Устройства, основанные на IGBT технологии, могут обеспечивать КПД до 97%, благодаря чрезвычайно малым потерям. Работа в режиме ведущий/ведомый имеет преимущество в виде возможности работы инверторов в диапазоне близких к оптимальному. Если, например, солнечное

излучение уменьшается, ненужные инверторы могут отключаться автоматически и оставшиеся инверторы загружаются более эффективно и, тем самым, обеспечивается максимально возможная подача электроэнергии в сеть. Ночью все инверторы отключаются, для снижения времени наработки и увеличения времени эксплуатации.

Требования к фотоэлектрическим системам для зданий

При проектировании фотоэлектрических систем, необходимо брать в расчет большое количество конструктивных инженерных требований, поскольку, в основном, при строительстве зданий не рассчитывали применение фотоэлектрических систем. Уже в течение многих лет Siemens развивает очень гибкие структурные и электрические инженерные решения для конкретных приложений для производства солнечной энергии в электрическую. Следующие факторы напрямую влияют на эффективность и, следовательно, на экономическую эффективность при проектировании и монтаже фотоэлектрических систем:

- Расположение системы (максимальное солнечное излучение)
- Ориентация системы (направление на юг оптимально)
- Качество комплектующих (оптимально согласованы между собой)
- Инженерное мастерство (электрическое/механическое)

Доступны следующие интегрированные в задания системы

- Системы, монтируемые на фасад (рис. 2.7-1a)
- Системы, монтируемые на крышу (рис. 2.7-1c)
- Установка на плоские крыши
- Специальные конструктивные инженерные решения (рис. 2.7-1b)

Рекомендации по проектированию

При проектировании фотоэлектронных систем, подключенных к сети (рис. 2.7-2), необходимо заранее четко прописать следующие пункты:

- Выбор наилучшего применения и ориентации (солнечное излучение)
- Выбор наилучшей системы:
 - Принятие решение о суммарной мощности системы в зависимости от размера инвестиций и доступной площади для монтажа системы
 - Составление финансового плана
 - Статистический расчет несущей способности крыши и фасада
 - Электрическое и механическое конструирование
 - Определение возможности подачи энергии в сеть и подача заявления в местные распределительные сети

Электричество от систем, смонтированных на крыше и фасаде, обычно подается систему низкого или среднего напряжения местной распределительной системы в виде 3-х фазного тока. Тип тока, который подается в сеть, должен быть согласован с местным сетевым оператором в каждом индивидуальном случае.

Процесс проектирования

Siemens обеспечивает процесс проектирования при поддержке экспертов в области экономических и электрических аспектов, а также базового и детального инжиниринга. Siemens также оказывает помощь в разработке финансового плана. Проекты, выполненные в Нидерландах, могут предложить следующие решения, основанные на многолетнем опыте и установке фотоэлектрических систем, подключенных к сети:

- (Легкая конструкция) Фотоэлектрическая система на плоской крыше
- Интегрированные в здание фотоэлектрические системы (BIPV)
- Системы, смонтированные на фасаде (рис. 2.7-1a)
- Специальные конструктивные инженерные решения (рис. 2.7-1b)
- Системы, смонтированные на крыше (рис. 2.7-1c)
- Солнечная кровля SolarPark™



Готовые решения

Siemens предоставляет все необходимое для надежных и эффективных систем. Его сервис включает установку «под ключ» фотоэлектрических систем, подключенных к системе, охватывая все, начиная от проектирования, поставок оборудования и техническую реализацию приемочных испытаний, мониторинга и обслуживания. Центр Компетенции работает в тесном сотрудничестве с местными представителями Siemens. На сегодняшний день большинство проектов реализованы в Германии, Италии, Испании, Бельгии и Франции.

Для дальнейшей информации:
www.siemens.com/solar

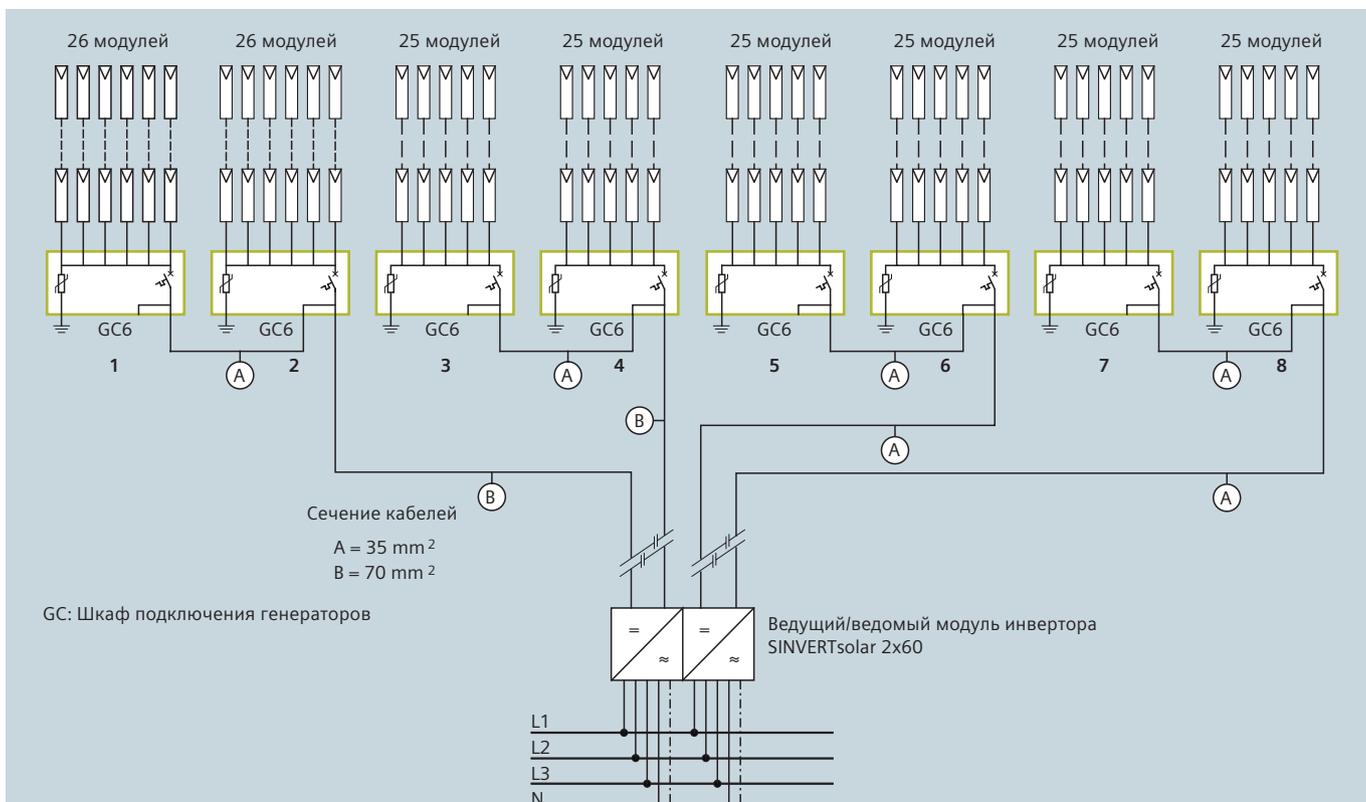


Рис. 2.7- 2: Принципиальная схема структуры фотоэлектрической системы, подключенной к сети

2.8 SIESTORAGE-модульная система накопления энергии

2.8.1 Модульная энергетическая система накопления энергии для устойчивого энергоснабжения

2

Задача: надежное электроснабжение! Децентрализованные, возобновляемые источники энергии, такие как ветровые турбины и фотоэлектрические системы, делают все больший и больший вклад в баланс энергосистем и стабильности (рис. 2.8-1). Тем не менее, поскольку количество энергии, которое они генерируют невозможно точно предсказать, их увеличивающееся использование создает новые непростые задачи. Такие как обеспечение надежности системы, интеграция в систему электроснабжения, качество напряжения, а также управление в режимах пиковых нагрузок.

Решение: SIESTORAGE - Энергетическая система накопления энергии Siemens - это устойчивое и экологически чистое решение. Системы хранения энергии - это лучшее решение для всех этих проблем. SIESTORAGE гарантирует достаточное количество доступной резервной энергии для баланса и регулирования параметров системы, особенно для источников возобновляемой энергии и позволяет повысить стабильность системы для промышленности, зданий и инфраструктуры. Энергия, запасаемая системой, подается обратно в сеть при необходимости. Провалы в генерации энергии могут компенсироваться в течение нескольких минут или даже часов. SIESTORAGE сочетает в себе новейшую силовую электронику для энергетических систем с высокоэффективными литий-ионными батареями. С компактными батареями и шкафом конвертера, начиная с наименьшего модуля, емкость SIESTORAGE может быть расширена до 2 МВт*час, а мощность до 8 МВт (рис. 2.8-2).

Преимущества с первого взгляда

Энергетическая система накопления энергии SIESTORAGE от Siemens идеально подходит для различных задач. В сравнении с другими энергетическими системами хранения энергии она имеет ряд дополнительных преимуществ, таких как:

- Высокая степень доступности и надежности благодаря модульной конструкции
- Подходит для любых требований за счет высокой гибкости системы
- Простота обращения с модулями батарей (безопасное низкое напряжение), что гарантирует наивысшую степень безопасности для системы и персонала
- Полностью интегрированное готовое решение на протяжении всего жизненного цикла системы
- Параллельное соединение шкафов энергохранения на стороне переменного напряжения гарантирует наивысшую гибкость
- Возможность запуска системы без внешних источников энергии для микросетей
- Полное отсутствие вредных выбросов

Всегда верное решение для хранения энергии

Модульная конструкция (рис. 2.8-3)

SIESTORAGE представляет собой модульное решение для хранения энергии. Батареи и управляющая электроника интегрируются в шкаф в виде вставных модулей. Один шкаф накопления энергии включает в себя до 16 батарейных модулей, с напряжением максимум 60 В постоянного тока. Каждый батарейный модуль можно вытащить, вставить и безопасно переместить. Требуемая мощность и емкость достигается за счет параллельного соединения нескольких шкафов со стороны переменного тока. Оба параметра могут быть адаптированы к требованиям конкретного проекта.



Рис. 2.8-1: SIESTORAGE предлагает решения для распределительных систем с большой долей распределенных источников возобновляемой энергии

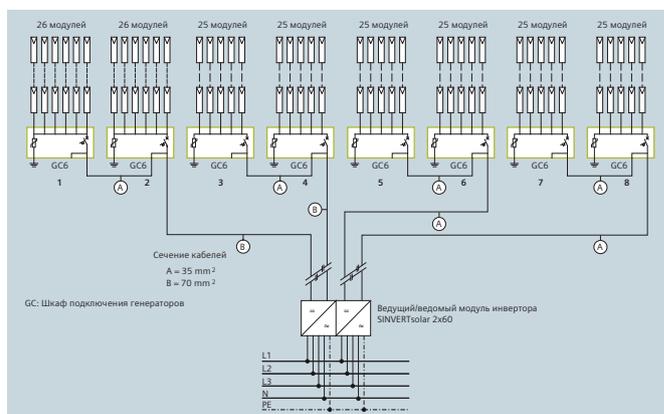


Рис. 2.8-2: Основа модульной системы накопления энергии - проверенные компоненты

Интеллектуальная система управления батареями контролирует степень заряженности, напряжение и температуру каждого батарейного модуля. Сердце SIESTORAGE - это инвертор напряжения SIPLINK. Батареи заряжаются и разряжаются в сети переменного тока, используя активный выпрямитель SIPLINK. Силовая электроника SIPLINK разработана специально для сложных приложений, таких как соединение систем среднего напряжения и является основой для различных приложений системы SIESTORAGE.

Компоненты управления для всего модуля хранения энергии размещены в отдельном шкафу. Комбинированный шкаф управления и подсоединения может использоваться одновременно для четырех шкафов накопления энергии. Система управляется системой SIMATIC S7 либо по месту, либо через Интернет. Информация о режиме работы системы, например о батареях, вспомогательных системах, распределительных устройствах среднего напряжения и сообщениях об ошибках отображаются на мониторе оператора и сохраняются на записывающих устройствах.

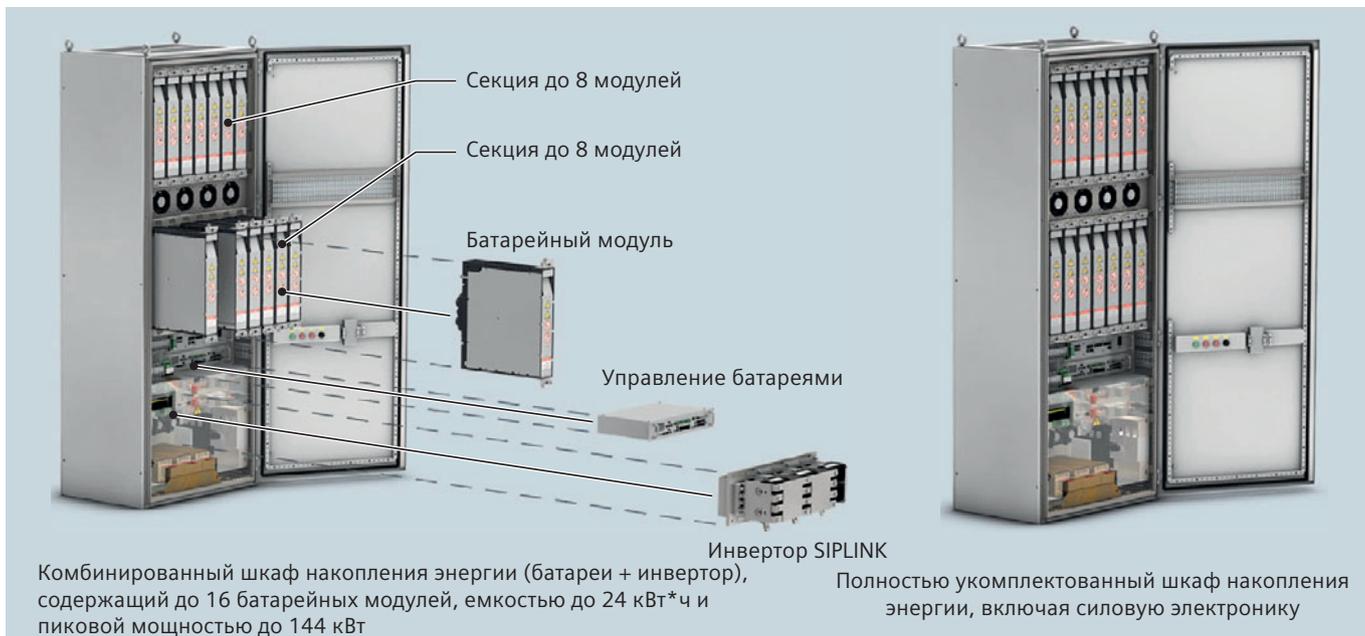


Рис. 2.8-3: Батареи и модули управления вставляются в шкаф как вставные модули, что облегчает замену модулей

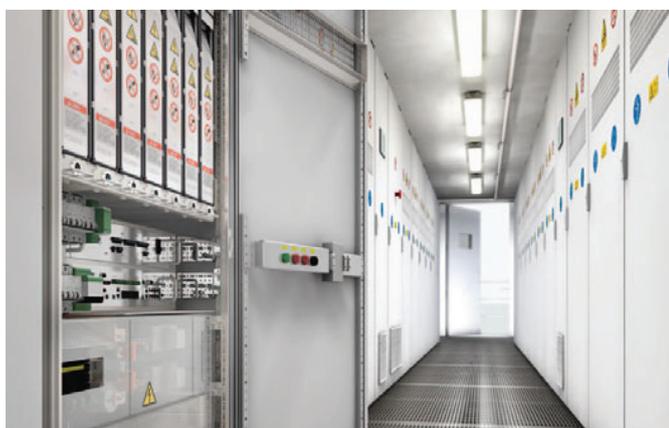


Рис. 2.8-4: Интеграция шкафов накопления энергии в стандартные контейнеры гарантирует легкое применение системы

До 12 шкафов накопления энергии могут быть подключены к одному шкафу управления и одному шкафу присоединения к сети. Это обеспечивает дополнительную избыточность для управления большими системами (табл. 2.8-1).

Интегрированное контейнерное решение

До 24 шкафов накопления энергии могут быть установлены в контейнер. Системы с мощностью более 2 МВт/500 кВт*час можно получить за счет нескольких контейнеров. Секция накопления может быть подключена к системе среднего напряжения через трансформатор среднего напряжения и распределительное устройство. Интеграция шкафов накопления энергии в стандартные контейнеры гарантирует легкость применения и установки системы (рис. 2.8-4). Контейнеры очень легко транспортируются, а также легко и удобно размещаются на месте. Система кондиционирования делает возможным непрерывную работу даже в условиях экстремальных температур окружающего воздуха. Комплексные функции безопасности гарантируют безопасность системы и персонала.

Модульная структура: доступны различные конфигурации и объемы накопления

	<p>Используемая емкость от 16 кВтч до 24 кВтч в зависимости от типа батарей</p> <p>Номинальная мощность от 32 кВт до 96 кВт в зависимости от типа батарей</p>
	<p>Используемая емкость от 48 кВтч до 72 кВтч в зависимости от типа батарей</p> <p>Номинальная мощность от 96 кВт до 288 кВт в зависимости от типа батарей</p>
	<p>Используемая емкость от 80 кВт до 120 кВт в зависимости от типа батарей</p> <p>Номинальная мощность от 160 кВт до 480 кВт в зависимости от типа батарей</p>
	<p>Используемая емкость до 500 кВтч в стандартном контейнере</p> <p>Номинальная мощность от 1 МВт до 2 МВт в зависимости от типа батарей</p>

* емкость гарантируется до конца срока службы

Табл. 2.8-1: Модульное решение для каждого случая применения.

2.8.2 Идеальное решение для широкого круга приложений

Благодаря своей модульности, система SIESTORAGE может быть выполнена в соответствии с требованиями заказчика и, поэтому, используется для широкого круга приложений, таких как стабилизация распределительной системы с высокой долей распределенных источников возобновляемой энергии. Другие приложения включают в себя аварийное электроснабжение чувствительных к остановам производственных процессов (рис. 2.8-6), компьютерных центров и больниц. Также существуют решения по накоплению энергии для энергоэффективных зданий, электросетей островов, малых независимых вспомогательных систем электроснабжения, общественного транспорта и приложения мобильной электрики (рис. 2.8-5).

Интеграция возобновляемых источников энергии

Все больше возобновляемых источников энергии подключаются к распределительной системе. Однако их производительность меняется за счет естественных причин. Это может нарушать баланс между производством энергии и потреблением. SIESTORAGE может компенсировать эти дисбалансы в системе. SIESTORAGE накапливает энергию во время высокого уровня генерации. Система электроснабжения разгружается, а энергия от возобновляемых источников становится более предсказуемой (рис. 2.8-7).

Микросети

Микросети с генерацией энергии от возобновляемых источников требуют самодостаточного и надежного энергоснабжения. SIESTORAGE накапливает энергию во время высокого уровня генерации энергии и отдает ее в случае необходимости. Это делает систему экологически чистой альтернативой дизель-генераторам. Благодаря возможности запуска SIESTORAGE без внешнего источника питания, электроснабжение может быть восстановлено после перебоев без каких-либо проблем. Гарантируется надежное электроснабжение для микросетей.

Отсрочка модернизации системы передачи и распределения энергии

Растущие потребности в энергии и увеличивающаяся доля возобновляемых источников энергии зачастую приводят к тому, что сети работают на пределах своих возможностей. Это приводит к необходимости дорогостоящих капиталовложений для модернизации системы электроснабжения. В случае непосредственных перегрузок, SIESTORAGE хранит запас энергии, который не может быть передан через систему электроснабжения. И он отдает ее обратно в систему в случае высоких нагрузок для предотвращения перегрузки системы. Это означает, что существующие возможности системы значительно возрастают и могут использоваться более эффективно, что может позволить избежать дорогостоящей модернизации системы.

Качество энергии

Системные операторы должны гарантировать постоянно высокое качество энергии. Стремительные провалы и колебания мощности должны компенсироваться. SIESTORAGE в состоянии качественно компенсировать колебания напряжения и частоты. Таким образом, системные операторы смогут гарантировать высокое качество энергии.

Бесперебойное электроснабжение

Центры обработки данных, больницы и производственные процессы требуют абсолютно надежного электроснабжения. Перебои даже на несколько миллисекунд могут иметь серьезные последствия. SIESTORAGE помогает обеспечить надежное электроснабжение. В случае перебоев в сети, единственный потребитель или часть энергосистемы питаются за счет ранее запасенной энергии. SIESTORAGE гарантирует надежное энергоснабжение для критического оборудования.



Рис. 2.8-5: SIESTORAGE может использоваться для буферизации энергии на станциях зарядки электрических транспортных средств.



Рис. 2.8-6: SIESTORAGE гарантирует высокую надежность и качество энергоснабжения для промышленных процессов

Регулирование частоты

Дисбаланс между генерацией энергии и нагрузкой приводит к колебаниям частоты сети. Это может приводить к нестабильности энергосистем. Системные операторы должны обеспечивать стабильность частоты и обеспечивать кратковременную компенсацию во время сбоев в генерации. SIESTORAGE накапливает энергию во время пиков генерации и потом использует ее в качестве балансной энергии в случае необходимости. SIESTORAGE способствует поддержанию стабильной частоты сети. Это означает, что системные операторы могут гарантировать надежное электроснабжение.

Управление пиковыми нагрузками.

Промышленность и коммунальные предприятия согласовывают фиксированную цену за мощность и максимальную нагрузку. Тем не менее, производственные факторы могут вызывать пики нагрузки. Соглашения о разовых превышениях согласованной максимальной мощности приводят к высоким финансовым расходам. Высоких затрат на покупку энергии можно избежать, используя SIESTORAGE. SIESTORAGE накапливает энергию во время низкого потребления энергии. Потом эта энергия может использоваться для компенсации пиковой нагрузки, без каких-либо задержек. Таким образом, промышленные предприятия могут избежать штрафов за превышение установленной максимальной мощности.



Рис. 2.8-7: SIESTORAGE гарантирует независимое энергоснабжение микросетей с возобновляемыми источниками энергии

2.8.3 Поставщик решений для накопления энергии

Полная интеграция от единого источника

Siemens является поставщиком готовых решений: от разработки и проектирования сетей до управления целыми проектами, а также монтажом, запуском в эксплуатацию и дополнительным сервисом. Siemens гарантирует, что компетентное контактное лицо всегда находится в досягаемой близости от любого проекта по всему миру (см. также рис. 2.9-7, стр. 54).

Экологическая чистота и устойчивость

Всесторонний подход Siemens способствует максимизации доходности и оптимизации энергопотребления. Минимизируется урон окружающей среде и гарантируется длительная рентабельная эксплуатация. Сотрудничество с сертифицированными региональными партнерами гарантирует доступность программы рециклинга для батарейных модулей SIESTORAGE соответствует наивысшим стандартам и требованиям к защите окружающей среды (в соответствии с SN 36650 (1997-6), Часть1).

Безопасность во всех отношениях.

Оценки, даваемые независимыми испытательными институтами, доказывают, что модульная система SIESTORAGE обеспечивает наивысшую степень безопасности во всех отношениях. Безопасная эксплуатация подтверждена на основе оценки рисков. Безопасность персонала, работающего с SIESTORAGE, гарантирована, поскольку максимальное напряжение при работе с индивидуальными батарейными модулями не превышает 60 В. Опасное напряжение постоянного тока остается безопасно недоступным внутри батарейного шкафа. Нет необходимости синхронизации шкафов со стороны батарей, поскольку обеспечивается их параллельное соединение со стороны переменного тока. Это гарантирует чрезвычайно высокий уровень доступности системы и низкие затраты по обслуживанию.

Первый проект в Италии

SIESTORAGE с мощностью в 1 МВт и емкостью 500 кВтч установлен в распределительную сеть среднего напряжения крупнейшей энергетической компании Италии - Enel. Enel использует его для изучения новых решений Smart Grid для регулирования напряжения, интеграции возобновляемых источников энергии в систему среднего напряжения, интеграции станций зарядки электрических транспортных средств в сеть среднего напряжения, а также возможностей запуска сетей без внешней подачи напряжения (рис. 2.8-8).



Рис. 2.8-8: SIESTORAGE с мощностью в 1 МВт и емкостью 500 кВтч установлен в распределительную сеть среднего напряжения крупнейшей энергетической компании Италии - Enel.

2.9 SIEHOUSE - электрификационные установки

2.9.1 Компактные, мобильные - “включай и работай” электрификационные установки для распределения энергии.

2

В электрификационной установке монтируется и подключается в одном корпусе широкий спектр силового, управляющего и коммуникационного оборудования. Это обеспечивает безопасность, гибкость электроснабжения, а также необходимую защиту работающего персонала и оборудования (рис. 2.9-1). Электрификационные установки SIEHOUSE от Siemens – это готовый модульный корпус, который полностью сконструирован, произведен, собран и протестирован на заводе Siemens, а затем подключен по месту (рис. 2.9-3).

Гибкое и надежное решение энергоснабжения

Электрификационные установки являются стандартом для нефтяной и газовой промышленности в течение уже многих лет. Также они все больше используются для монтажа оборудования и в других отраслях промышленности, коммунального хозяйства и объектах инфраструктуры. Монолитное строительство часто очень дорогое для многих проектов. В других случаях, план проекта не предусматривает возведение по месту или невозможность получения разрешения на строительство. Электрификационные установки SIEHOUSE представляют собой идеальное решение для таких случаев. Их можно устанавливать без существенных затрат по времени и легко адаптировать практически для любых ситуаций и приложений. Они обеспечивают надежное электроснабжение, используя оптимально доступное пространство, могут легко перемещаться и использоваться как временное решение, требующее минимального к себе внимания. SIEHOUSE не создает неудобств для уже запущенных процессов и увеличивают общую гибкость проекта. В зависимости от условий окружающей среды и других требований проекта, электрификационные установки SIEHOUSE могут быть эффективной и выгодной альтернативой традиционным строящимся по месту подстанциям.

Преимущества SIEHOUSE в сравнении с классическими подстанциями:

- Быстрый монтаж и пуск в работу после подготовки места установки
- Отсутствие дополнительных работ, благодаря заранее проведенным пусконаладочным работам на заводе.
- Высокая гибкость за счет модульной конструкции: простое расширение и смена места расположения, быстрый вывод из эксплуатации и демонтаж.
- Лучшие показатели безопасности эксплуатации за счет снижения численности необходимого обслуживающего персонала.
- Снижение затрат на гражданское строительство и связанные с этим возможные задержки, например из-за плохой погоды
- Проще получение разрешений
- Ниже амортизационные потери



Рис. 2.9-1: SIEHOUSE - оптимальный подход для монтажа электроустановок.



Рис. 2.9-2: SIEHOUSE с несколькими модулями позволяет оптимально использовать доступное пространство.

Различные типы, подходящие к любому проекту и приложению

Модульная и гибкая концепция делает возможным различными типами SIEHOUSE подходящими для любого проекта и приложения. Стандартное контейнерное решение состоит из одного модуля на сборном основании (рис. 2.9-2). Мобильные контейнерные подстанции представляют собой модуль на колесах или раме, которые можно перенести на новое место установки. Также доступны составные модульные контейнерные подстанции. Они состоят из нескольких модулей, которые располагаются в ряд на крыше друг друга или рядом на общем основании. Это обеспечивает оптимальную транспортировку больших электрификационных установок с оптимальным использованием доступного пространства.



Рис. 2.9-3: Полностью интегрированное решение: SIEHOUSE - это система распределения энергии, которая полностью сконструирована, произведена, собрана и протестирована на заводе Siemens, а затем подключена по месту.

2.9.2 Идеальное решение для широкого круга приложений.

Заказные решения для конкретных требований проекта электрификационных установок SIEHOUSE спроектированы с прицелом на индивидуальные требования, соответствия условиям окружающей среды, техники безопасности и охраны труда. По всему миру они соответствуют и порой превышают требования самых амбициозных проектов и выдерживают самые суровые условия окружающей среды. Плюс ко всему, проекты, использующие электрификационные установки SIEHOUSE меньше страдают от задержек и рисков строительства, вызванных погодой, чем проекты с традиционными кирпичными зданиями.

Электрификационные установки SIEHOUSE можно устанавливать на поднятых платформах для защиты от наводнений. Это также делает возможным монтаж кабельных лотков и шинопровода под электрификационной установкой без рытья траншей. SIEHOUSE также снижает необходимость в дополнительных строениях, потому что такие удобства, как офисы, аккумуляторные помещения, ванны и технические комнаты могут быть включены в электрификационные установки (по запросу).

Стойкость к воздействию окружающей среды

В некоторых отраслях промышленности недостаточно просто установить электрическое оборудование внутри помещения в целях защиты от внешнего воздействия. Существует множество причин, которые делают разумным размещать оборудование отдельно, например, при большом количестве частиц в воздухе, а также в случае потенциально опасного прямого контактов с опасными средами и веществами. В таких случаях электрификационные установки SIEHOUSE-это простое, эффективное и экономичное решение. Сцепленные замковыми соединениями стены и кровельные панели создают барьер против воздействий окружающей среды. Внешние частицы не попадают внутрь станции благодаря системе избыточного давления. Также корпус может укомплектовываться дополнительной изоляцией от внешних воздействий. Покрытие обеспечивает отличную стойкость к химическому и абразивному воздействию, а также к влаге. Корпус также может быть выполнен по спецзаказу для экстремальных окружающих температур и влажности. Электрификационные установки могут проектироваться для работы в условиях высоких скоростей ветра (до 240 км/ч), использования в сейсмической зоне и высоких снеговых нагрузках. Также доступны противопожарные стены для защиты распределителей от аварий трансформатора. А специальная отделка обеспечивает соответствие электрификационных установок окружающей обстановке.

Ссылки на различные области применения

SIEHOUSE применяется во множестве ситуаций, например:

- Станция, распределяющая энергию от ископаемых и возобновляемых источников.
- Надежное электроснабжение критичных объектов
- Экономически эффективное решение для приложений с ограниченным пространством
- Временное электроснабжение
- Расширение системы распределения энергии
- Накопление энергии
- Силовая электроника для приложений энергетических систем

SIEHOUSE также применяются во множестве остальных отраслей промышленности и заводов. Быстрый и несложный монтаж, а также возможность точно адаптироваться к конкретному приложению и ситуации, делают их наиболее подходящим решением для широкого круга задач (рис. 2.9-4, рис. 2.9-5, рис. 2.9-6), в особенности в отраслях:

- Нефтяная и газовая промышленность
- Металлургическая и горнодобывающая промышленность
- Центры сбора и обработки данных
- Химическая промышленность
- Автомобильная и аэрокосмическая промышленность
- Пищевая промышленность
- Инфраструктура
- Коммунальные электростанции и подстанции



Рис. 2.9-4: 19 электрификационных установок SIEHOUSE для электроснабжения нефтепроводов в Колумбии (ECOPETROL)



Рис. 2.9-5: 3 сплит модуля SIEHOUSE для Pearl GTL в Катаре, совместно разработанные QP и Shell



Рис. 2.9-6: SIEHOUSE в Лаббок (Техас) для питания воздухообменных вентиляторов на электростанции

2.9.3 Все о лучшем проектировании

Проектирование SIEHOUSE начинается со структурного анализа и расчетов. Наиболее часто используется каркасная конструкция; стены, сцепленные замковыми соединениями и кровельные панели, устанавливаемые на стальное основание. Для выполнения требований проекта берется в расчет каждая составляющая, начиная от используемых конструктивных элементов до веса установленного оборудования. Структурная конструкция, расчеты и трехмерная симуляция реализуются на базе этих данных (рис. 2.9-7, 2.9-8).

Все оборудование от одного поставщика

SIEHOUSE может быть оборудован широким набором оборудования, что гарантирует высокий уровень функциональности и надежности. Эта система-полностью интегрированное универсальное решение от одного поставщика с ответственностью за конструкцию и проектирование. Оборудование, устанавливаемое в SIEHOUSE включает в себя распределительные устройства низкого и среднего напряжения до 52 кВ, которые отвечают соответствующим стандартам ANSI, МЭК и ГОСТ, станции управления электродвигателями низкого и среднего напряжения, частотно-регулируемый привод (ЧРП), сухие и масляные трансформаторы, щиты управления и защиты, входа/выхода ПЛК(программируемых логических контроллеров), релейные щиты, измерительные приборы, анализаторы, шинопроводы, предохранительные клапана сброса давления, дугогасящие элементы, батареи, источники бесперебойного питания (ИБП) и устройства компенсации мощности (рис. 2.9-9).

Дополнительное оборудование для индивидуальных решений

Существует широкий спектр вспомогательного оборудования, которое подбирается в соответствии с местными, индивидуальными требованиями, стандартами и правилами. Оно включает в себя системы заземления и освещения, розетки, распределительные щиты, кабельные лотки, шинопроводы и соединительные принадлежности. Для взрывоопасных зон доступны специально оборудованные электрификационные установки, а также системы обнаружения огня и задымления, системы пожаротушения, аварийные выходы и контроль доступа. Системы обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха могут устанавливаться на крыше любой электрификационной установки.



Рис. 2.9-7: Проектирование SIEHOUSE начинается с структурного анализа, расчетов и трехмерной симуляции

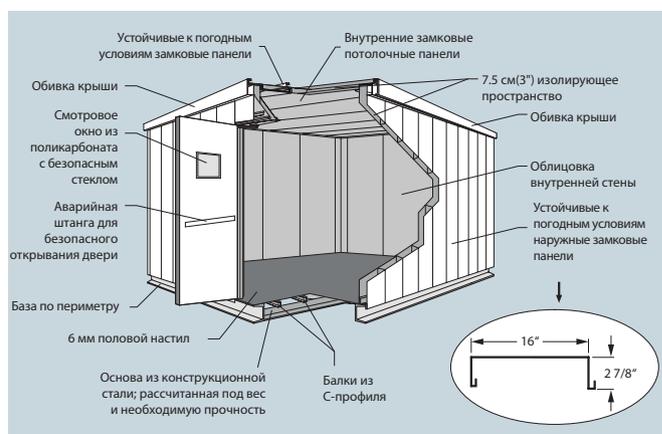


Рис. 2.9-8: Наиболее часто используемая конструкция SIEHOUSE состоит из каркасной конструкции, стен, сцепленных замковыми соединениями и кровельных панелей, устанавливаемых на стальное основание.

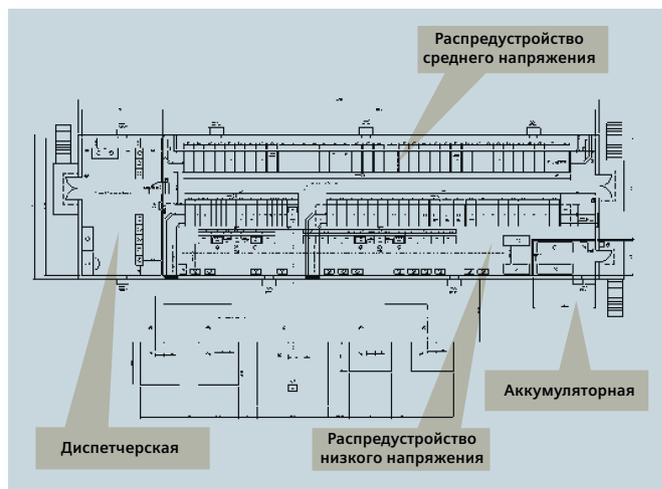


Рис. 2.9-9: Общее решение SIEHOUSE: Наша компетенция в проектировании имеет значение

2.9.4 Полностью интегрированные решения от единого поставщика

Готовые решения по всему миру

Поставить электрификационную установку, идеально подходящую для выполнения поставленных задач, - это лишь одна из задач. Также важно гарантировать надежную эксплуатацию на протяжении всего жизненного цикла, даже если установка работает в самых неблагоприятных условиях. Siemens обеспечивает потребности в электрическом оборудовании и полностью готовые решения для электрофикационных установок. Знания и умения Siemens в энергоснабжении основаны на десятилетиях опыта и инноваций. Мы поставляем интегрированные решения по всему миру - от разработки и проектирования сетей до управления целыми проектами, а также монтажом, запуском в эксплуатацию и дополнительным сервисом. Siemens поддерживает конкуренцию и гарантирует, что компетентное контактное лицо всегда находится в досягаемой близости от любого проекта. Эксперты Siemens вносят свой опыт в управление проектом, финансовые операции и управление жизненным циклом для каждого проекта. Это позволяет им рассмотреть все аспекты безопасности, логистики и защиты окружающей среды

Преимущества решения SIEHOUSE:

- Всеобъемлющий ассортимент продукции
- Экспертная оценка использования
- Глобальный опыт
- Проверенные продукты Siemens
- Надежность и безопасность
- Одно контактное лицо для всего проекта
- Финансовая поддержка



Рис. 2.9-10: От проектирования до послепродажного сервиса: полная интеграция из одного источника