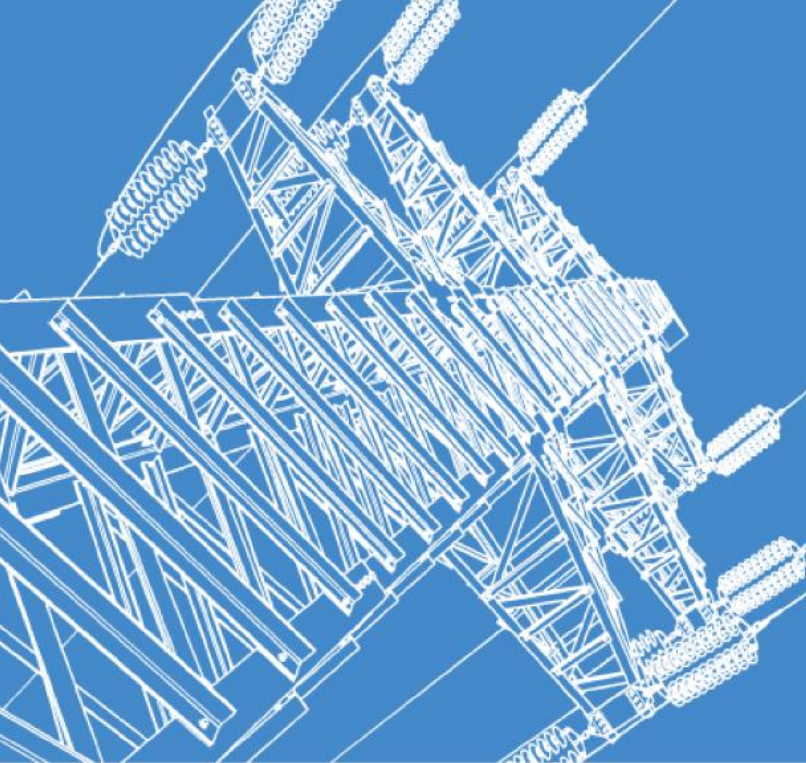




Начальник отдела эксплуатации
высоковольтных линий управления
ТПРОиР
Правков Алексей Александрович

**Применение высокотемпературного
провода для повышения пропускной
способности ВЛ 110 кВ в филиале
ОАО «МРСК Урала» - «Пермэнерго»**



05.12.2019 г.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

ЦЕЛЬ: Обеспечить выдачу максимальной мощности до 175,7 МВт Пермской ТЭЦ-6 после ввода в эксплуатацию новой парогазовой установки (ПГУ) станции мощностью 124 МВт.

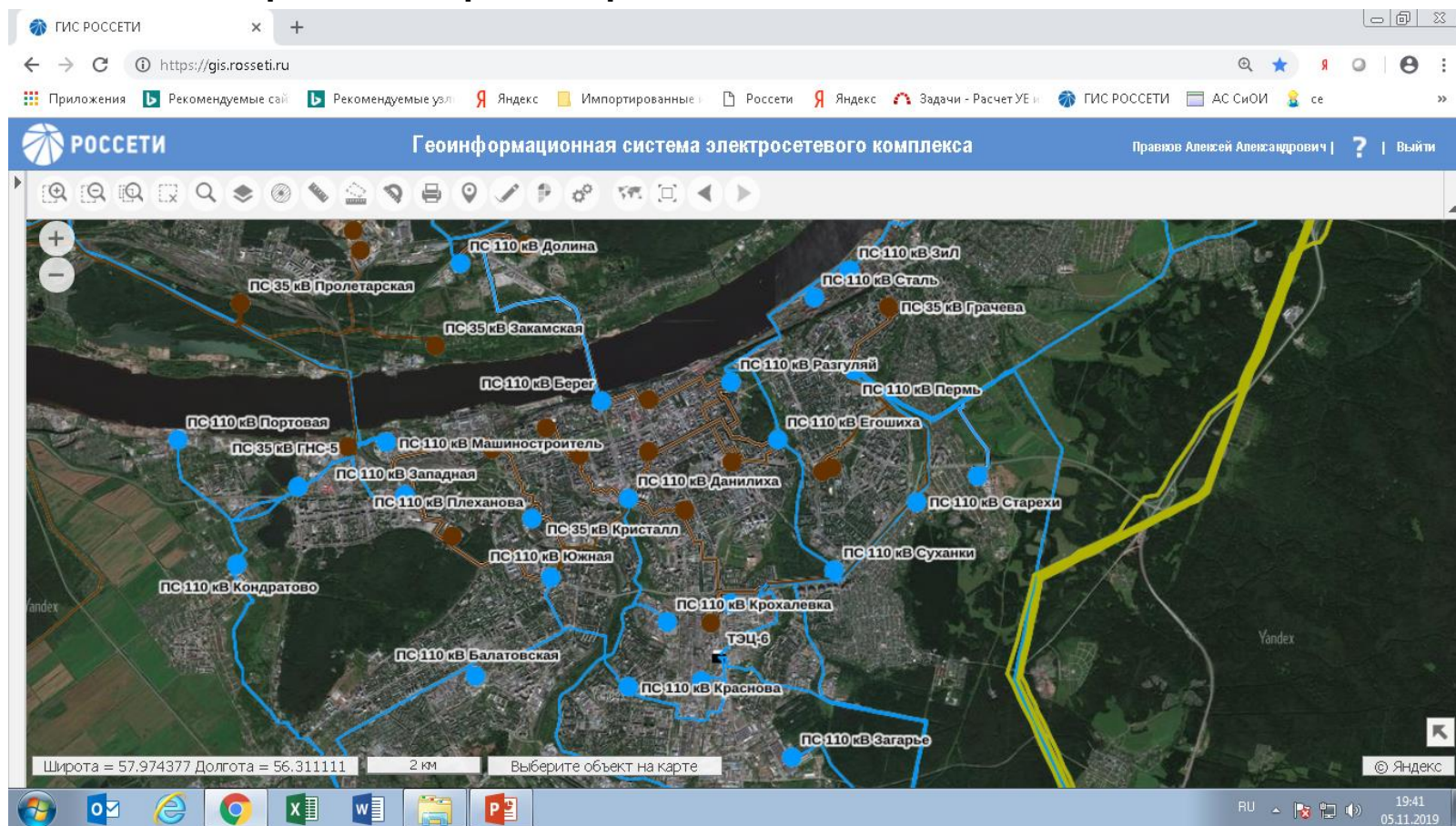
ЗАДАЧА: Повышение пропускной способности ВЛ 110 кВ Пермь - Пермская ТЭЦ-6 I,II цепь, при минимальной замене существующих опор в условиях городской застройки.

Для выполнения задачи и достижения цели были рассмотрены варианты:

1. Проектирование ЛЭП 110 кВ в кабельном варианте, ограничивающий фактор - **это значительная стоимость строительства.**
2. Проектирование ВЛ 110 кВ проводом АС 300/39 с применением опор для ВЛ 220 кВ, ограничивающий фактор - **это отсутствие возможности установки опор больших габаритов в условиях городской застройки.**
3. Проектирование ВЛ в габаритах 110 кВ с применением композитного высокотемпературного провода высокой пропускной способности с максимальным сохранением трассы ВЛ и пикетами расстановки опор, ограничивающий фактор - **это высокая стоимость провода, применение специальной арматуры и отсутствие на территории страны заводов, выпускающих провод, арматуру, применяемую при строительстве.**

ОПИСАНИЕ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Транзитная ВЛ 110 кВ Пермь - Пермская ТЭЦ-6 I,II цепь связывает Пермскую ТЭЦ-6 с Камской ГЭС через узловую ПС Пермь. К ВЛ присоединены три подстанции, «Технологическая», «Суханки», «Старёхи», которые обеспечивают электроснабжение крупных промышленных объектов, а также - жилых кварталов Свердловского и Мотовилихинского районов города Перми.



АНАЛОГИ ПРОЕКТА.

На момент проектирования объекта, на территории РФ, был реализовано только два аналогичных проекта: реконструкция ВЛ 110 кВ Очаково-Одинцово 1 и 2, выполненная в 2008 году сетевой компанией МОЭСК (г. Москва)



Протяженность 13.1 км, провод ACSR 240/32 (в российской маркировке AC 240/32) заменён проводом ACCR 477-T16 Hawk (Ястреб) сечением 238 мм²;

Реконструкция выполнена с использованием существующих опор.

Благодаря малой погонной массе провода и низкому коэффициенту теплового расширения обеспечено существенное повышение надежности и безопасности реконструированной линии, пересекающей городские кварталы с высокой плотностью населения

АНАЛОГИ ПРОЕКТА.

Реконструкция ВЛ 110 кВ Харанорская ГРЭС –Турга I,II цепь МРСК Сибири Читаэнерго. Протяженность ВЛ составляет 1,7 км, провод АССR 477-T13 Flicker (238 мм²)



Эта линия связывает электростанцию с Забайкальской энергосистемой. Ранее пропускная способность данного участка не позволяла обеспечить объекты электрификации Южного хода необходимой мощностью. Для исключения строительства второй ЛЭП 110 кВ с целью обеспечения выдачи мощности была проведена реконструкция существующей ВЛ 110 кВ с применением композитного провода. Это позволило почти в полтора раза повысить пропускную способность воздушной линии электропередачи между Харанорской ГРЭС и подстанцией «Турга».

ВОПРОСЫ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ (ПНП) ПРИ РЕКОСТРУКЦИИ ВЛ 110 кВ в 2009 году.

1) Отсутствие аттестации провода ОАО Холдинг МРСК в 2009 году - Новизна продукта для российского рынка (недостаточное нормативное обеспечение проводов нового поколения в мире в целом и в РФ в частности.)

2) Отсутствие опыта проектирования и эксплуатации ВЛ с высокотемпературным проводом (малый опыт эксплуатации, отсутствие возможности проектирования при помощи САПР российских разработок). Механические характеристики провода должны обеспечивать достаточные габариты до земли при существующей расстановке опор. При работах ВЛ в режимах передачи максимальной нагрузки

3) Отсутствие заводов изготовителей провода и арматуры на территории РФ (Сложность закупки и поставки материалов для эксплуатации и аварийно-восстановительных работ)

4) Высокая стоимость провода – на момент проектирования стоимость в 7,4 раза превышала стоимость провода АС. (провод АС 300/39 -0,107 млн.рублей/км; АССР – 0,787 млн. рублей /км)

5) Отсутствие требований к проведению технико - экономического обоснования применения ПНП для ряда случаев: • при новом строительстве; • при реконструкции линии; • при строительстве временной ВЛ.

Необходимость - оценки потерь при работах ВЛ с повышенной токовой нагрузкой – отсутствие НТД и методик, позволяющих рассчитать экономическую целесообразность применения высокотемпературных проводов на весь срок эксплуатации ВЛ.

КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ПРИМЕНЕНИИ ПРОВОДА АССР

В виду отсутствия на момент реализации проекта достаточного опыта эксплуатации и строительства ЛЭП с проводами повышенной пропускной способности, принятие решения о его применении основывалось на следующих простых выводах.

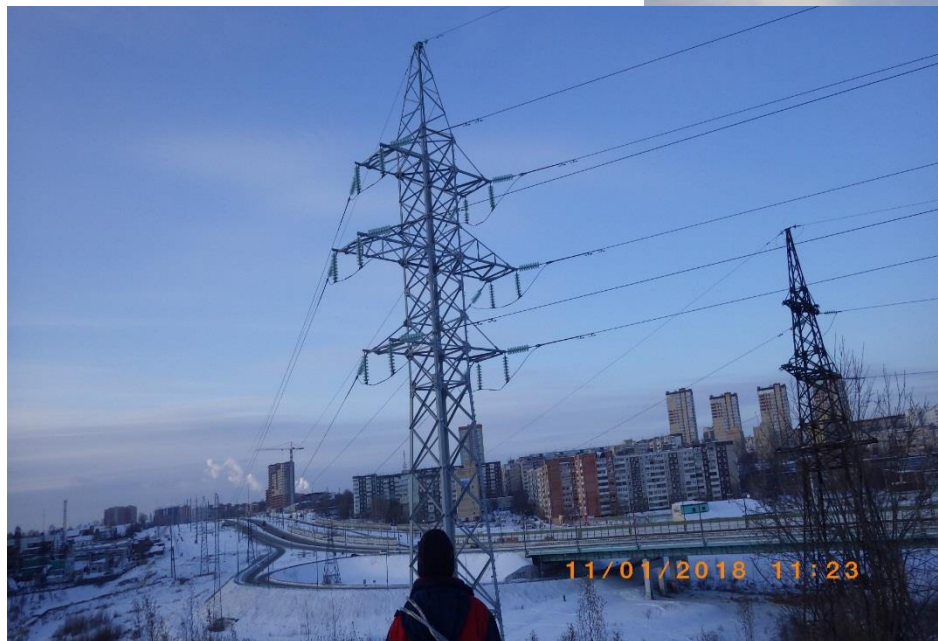


1. Провод Ostrisch-300 АССР-297-T16 по своим основным весовым и габаритным характеристикам идентичен проводу АС 150/24, смонтированному на ВЛ 110 кВ Пермь – Пермская ТЭЦ-6 I,II цепь. Следовательно, существует возможность его монтажа на существующие опоры без их замены.



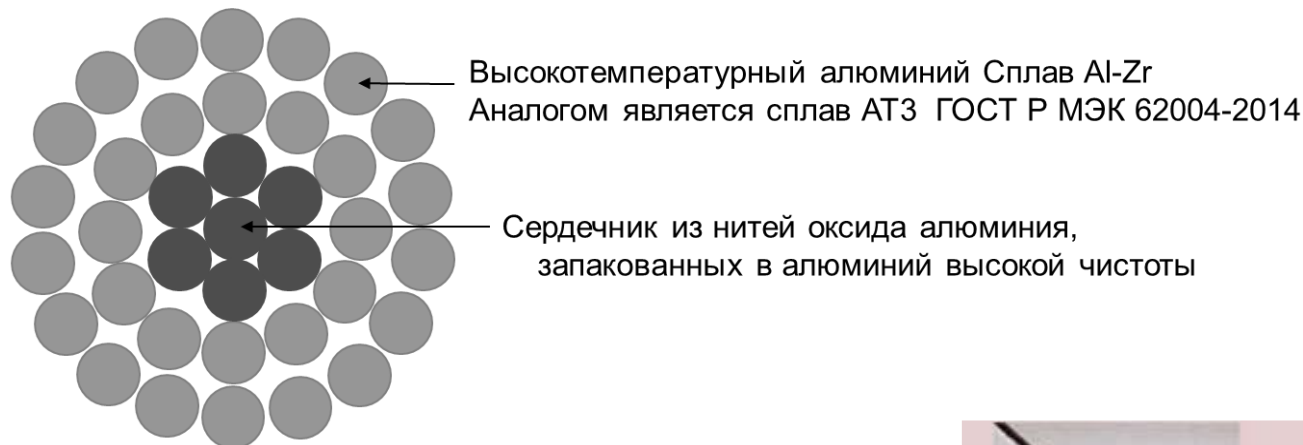
2. Провод АССР обладает низким температурным коэффициентом линейного расширения, и поэтому менее подвержен удлинению, чем провода со стальными сердечниками. Это позволяет значительно увеличить рабочую температуру провода без риска провисания и разрушения провода.

Проект реализован в 2010 году

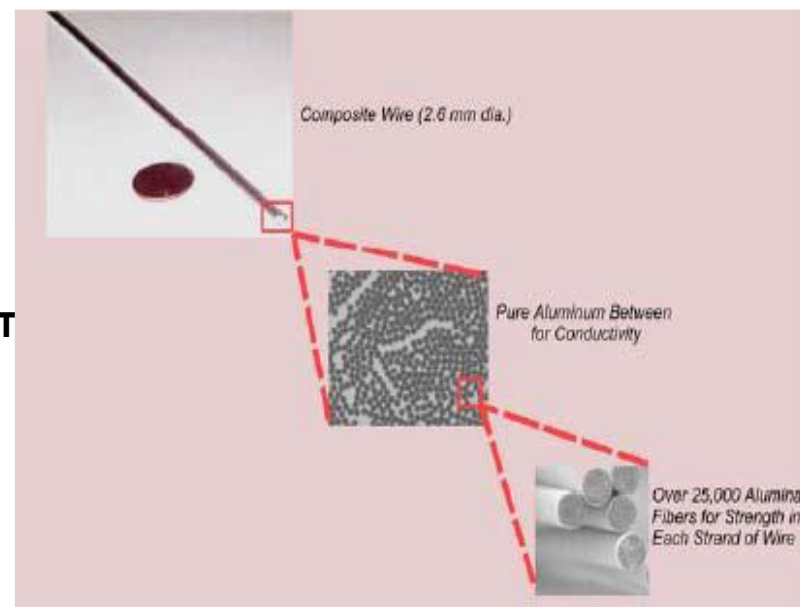


- Увеличение рабочей токовой нагрузки до 896 А и пиковой до 954 А.
- Отсутствие необходимости в установке опор больших габаритов
- Использование существующей трассы ВЛ.
- Приблизительно сходные величины стрелы провеса и тяжения с существующим проводом АС даже при максимальной допустимой токовой нагрузке и предельном температурном режиме .

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА



Очевидно, что провод АССР, благодаря пониженному коэффициенту линейного теплового расширения композитного сердечника из алюминия и оксида алюминия (относительно стального сердечника), обладает малой стрелой провеса. При этом прочность сердечника провода АССР сопоставима с прочностью сердечника из высокопрочной стали, а его масса в 2 раза меньше стального.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА

Сравнительные характеристики провода АССР, который использовался при строительстве

	Ostrisch-300 АССР- 297-T16	АС-150/24
Конструкция скрутки провода	26/7	26/7
Диаметр:		
Проволоки сердечника, мм	2,111	2,1
Проволоки повива провода, мм	2,714	2,7
Сердечник в целом, мм	6,332	6,3
Провод в целом, мм	17,187	17,1
Сечение:		
Алюминий, мм ²	150	149
Провод в целом, мм ²	175	173,2
Масса:		
Сердечник, кг/м	0,085	0,190
Алюминий, кг/м	0,416	0,409
Провод в целом, кг/м	0,501	0,599
Прочность на разрыв, Н	54890	52279
Модуль упругости, ГПа	78	82,8
Коэффициент теплового удлинения:		
Провод в целом, 10 ⁻⁶ /°С	16,7	18,9
Максимальная допустимая температура провода в режиме:		
Длительно-допустимом, °С	210	70
Перегрузки, °С	240	70
Токовая нагрузка при температуре провода 210 °С, А	896	
Токовая нагрузка при температуре провода 240 °С, А	954	
Токовая нагрузка при температуре провода 70 °С, А		450

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ – КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОЕКТА.

ТИПОВЫЕ ОПОРЫ:

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ДВУХЦЕПНЫЕ ШИФРА ПБ 110-8 НА Ж/Б СТОЙКАХ **СК-26.1-6.1**

АНКЕРНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕШЕТЧАТЫЕ ШИФРА УС110-6 ДЛЯ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЙ

ИЗОЛИРУЮЩИЕ ПОДВЕСКИ: АНКЕРНЫЕ ОПОРЫ -
ИЗОЛЯТОРЫ ПС-70; ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ - ЛК-70



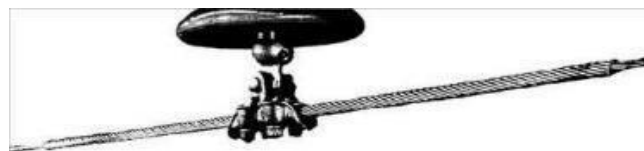
При монтаже провода были применены специальные тормозные и тяговые машины. Монтаж провода производился под тяжением. Раскаточные ролики были подобраны не ниже определенного диаметра.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ – КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОЕКТА.

Важное примечание: зажимы чикагского типа НЕ ДОЛЖНЫ использоваться для целей фиксации, для крепления или натяжения проводов АССР. Испытания, проведенные с применением зажимов чикагского типа, показали, что из-за особенностей конструкции этих зажимов происходит изгиб провода с малым радиусом, в результате чего даже при небольших усилиях натяжения происходит повреждение и разрушение композитного провода.

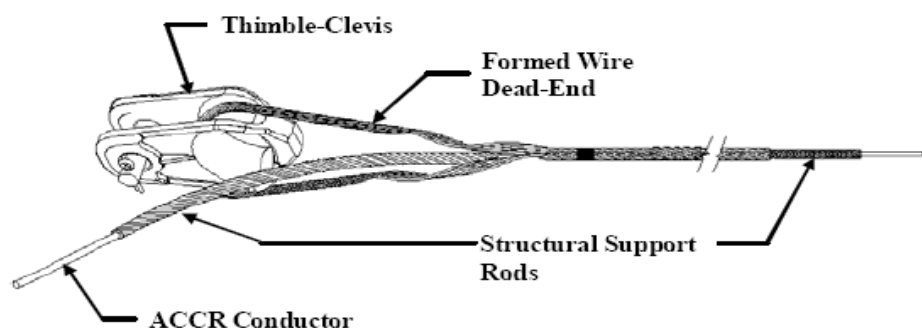
ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ЗАЖИМЫ - Зажимы AGS (КОМПАНИИ PLP) позволяют минимизировать напряжения, возникающие при изгибе и сдавливании провода в поддерживающем зажиме.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ – КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОЕКТА.

Арматура спирального типа компании PLP разработана для применения с композитным проводом компании 3М и предназначена для эксплуатации при высоких температурах.

Арматура выполнена на основе спиральных проволок, которые обеспечивают минимально необходимое усилие обжатия провода. Применение в конструкции спиральной арматуры большого количества проволок обеспечивает как максимальное усилие удержания провода, так и рассеивание тепла. Арматура отличается простотой монтажа.

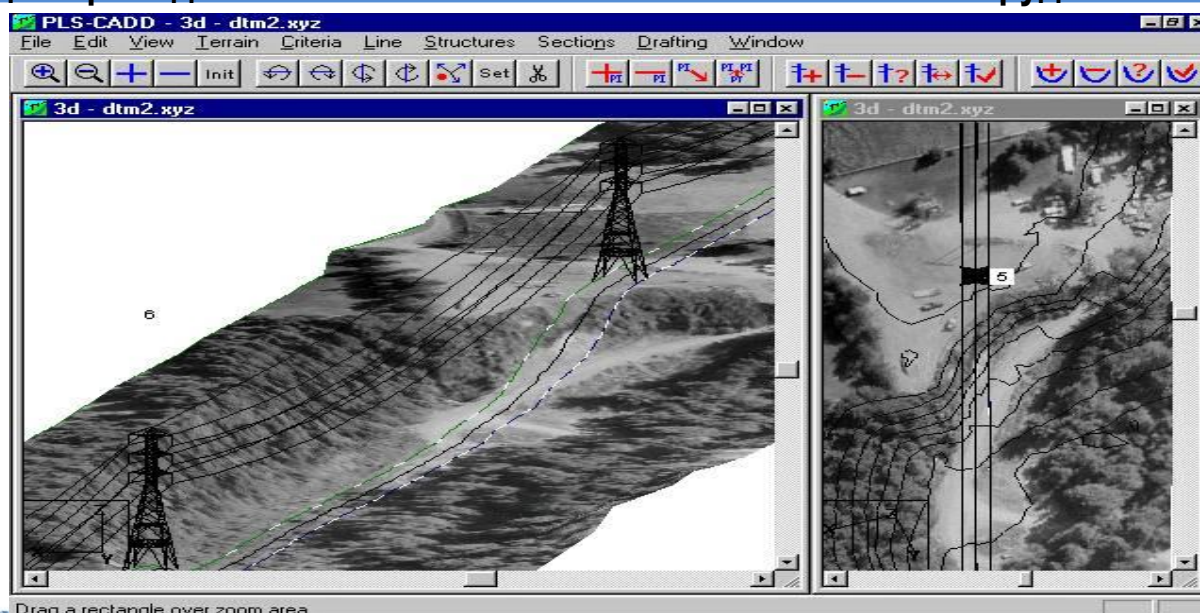


ПРОГРЕСС В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОВОДОВ

1) Отсутствие аттестации провода ОАО Холдинг МРСК в 2009 году. Новизна продукта для российского рынка (недостаточное нормативное обеспечение проводов нового поколения в мире в целом и в РФ в частности.)

– Провод аттестован на уровне ФСК ЕЭС, рекомендован к применению на объектах ПАО Россети. Более двух десятков реализованных проектов.

2) Отсутствие опыта проектирования и эксплуатации ВЛ с высокотемпературным проводом (В России отсутствует САПР удовлетворяющая современным требованиям при проектировании и модернизации ВЛ) – на сегодняшний день появились комплексы которые могут решить данный вопрос и учитывают применение в том числе новых конструкций проводов. Эксплуатация провода в течении 9 лет не выявила значительных трудностей.



ПРОГРЕСС В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОВОДОВ

3) Отсутствие заводов изготовителей провода и арматуры на территории РФ (Сложность закупки и поставки материалов для эксплуатации и АВР) – На территории РФ появились компании и заводы, изготавливающие провод компании 3М и выпускающие и поставляющие продукцию компании PLP.

Российский кабельный завод
Людиновокабель

2007-2008 г. — Строительство нового цеха,
начало широкомасштабной модернизация
производства.



В 2016 году на площадке в подмосковном
Фрязино компания PLP-RUS запустила
собственное производство спиральной
арматуры, а также таких инновационных
продуктов PLP, как поддерживающие зажимы
ARMOR-GRIP® и CUSHION-GRIP®.



ПРОГРЕСС В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОВОДОВ

4) Высокая стоимость провода – С учетом возможности производства провода на заводе в Людиново стоимость провода может быть снижена на 15 - 20%

5) Отсутствие требований к проведению технико - экономического обоснования применения ПНП для ряда случаев: • при новом строительстве; • при реконструкции линии; • при строительстве временной ВЛ.

Необходимость - оценки потерь при работах ВЛ с повышенной токовой нагрузкой – отсутствие НТД и методик, позволяющих рассчитать экономическую целесообразность применения высокотемпературных проводов на весь срок эксплуатации ВЛ.

– появились НИР позволяющие оценить экономическую целесообразность применения ПНП.

Например: Отчет о научно-исследовательской работе «Параметрическое исследование эксплуатационных характеристик неизолированных проводов нового поколения с целью типизации требований к ним» - АО НТЦ ФСК ЕЭС СибНИИ

Опираясь на расчеты НИР Таблица 30 «Оценка эффективности применения высокотемпературного провода на ВЛ с резервной пропускной способностью (провод сечением алюминиевой части 150 мм²)», учитывая, что общее время работы ВЛ 110 кВ Пермь – Пермская ТЭЦ-6 I,II цепь с повышенной токовой нагрузкой до предельной величины пропускной способности за все время срока службы (40 лет) не превысит 400 часов, можно сделать вывод о целесообразности реконструкции с применением ПНП;

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОВОДА ВЫСОКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Выводы

Внедрение инновационных продуктов, таких как провод АССР, требует:

1. Оказания высококачественного сервиса от производителя, в первую очередь относительно выбора решений и их проектирования;
2. Совместных усилий производителей и заказчиков по детализации задач, которые необходимо решить для достижения цели применения высокотемпературного провода.
3. Участия регуляторов и научной общественности в корректировке НТД, регламентирующей применение ПНП.

Спасибо за внимание!

