

ВТСП-кабель



Рынок НТИ:

Энерджинет

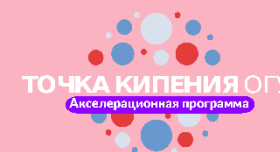
Тема стартап-проекта:

Разработка и реализация кабеля на основе высокотемпературного сверхпроводника

Технологическое направление:

Создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

Акселератор ОГУ
«Думай! Действуй!
Воплощай!»



Постановка проблемы и ее решение

Решение:

Описание проблемы

- Основной проблемой, которую мы стремимся решить, являются существенные потери электроэнергии при передаче её мощным потребителям (до 8 млн. кВт*ч в год).

Какая часть проблемы решается

- Наш продукт позволяет в 2 раза снизить потери активной мощности и электроэнергии в кабельных линиях за счет малого сопротивления сверхпроводящих материалов.

Характерное свойство сверхпроводниковых материалов заключается в том, что при достижении ими критической температуры, их электрическое сопротивление резко падает до нуля. Высокотемпературные сверхпроводники переходят в сверхпроводящее состояние при температурах выше 77,4 Кельвинов. Такую температуру можно поддерживать с помощью недорогого жидкого азота. Использование в кабелях высокотемпературных сверхпроводников в качестве токоведущей жилы позволяет существенно сократить потери активной мощности, а следовательно и расходов на электроэнергию.

Предполагается возможность внедрения кабеля на агрегаты ПАО «ММК», а в перспективе и на другие металлургические предприятия. В частности, на электросталеплавильный цех ПАО «ММК», для питания печного трансформатора дуговой сталеплавильной печи ДСП-180, мощностью 150 МВА.

Целевая аудитория

Целевой аудиторией являются предприятия чёрной и цветной металлургии, металлообработки и машиностроения.

SOM (реально достижимый объём рынка) - ПАО «ММК».

SAM (доступный объём рынка) - Челябинский электрометаллургический комбинат (ЧЭМК), Челябинский металлургический комбинат (ЧМК), Челябинский трубопрокатный завод (ПАО «ЧТПЗ»).

TAM (общий объём целевого рынка) - металлургические и машиностроительные предприятия России и СНГ, такие как Череповецкий металлургический комбинат (ОАО «Северсталь»), Новолипецкий металлургический комбинат, Нижнетагильский металлургический комбинат (ОАО «ЕВРАЗ»).

RAM (потенциально доступный рынок) – Baoshan Iron & Steel (Шанхай, Китай), Tata Steel (Мумбаи, Индия), ММК Metalurji (Искендерун, Турция).

Ценностное предложение

Снижение затрат на электроэнергию за счёт уменьшения потерь активной мощности в кабельных линиях.

Возможность замены существующего кабеля на кабель с большей передаваемой мощностью при тех же габаритах. Увеличение «жизненного цикла» кабеля в результате замедления процессов старения изоляции.

Возможность передачи больших потоков энергии при сравнительно низком генераторном напряжении, что позволяет избавиться от промежуточных ступеней трансформации, а соответственно исключить затраты на содержание подстанций.

В результате расчётов для одного агрегата ПАО «ММК» (печь ДСП-180) цена проекта должна составить порядка 40 млн. руб. При этом экономия затрат на электроэнергию составит 11 млн руб. в год. Таким образом, срок окупаемости для заказчика составит 4 года.

Ключевые конкуренты

КОНКУРЕНТ	ПРОДУКТ	ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТА	НАШИ КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА
American Superconductor https://www.amsc.com/	Сверхпроводящий кабель HVDC	Кабели могут передавать практически любое количество энергии с гораздо большей эффективностью, чем любая другая технология передачи	Представленность на отечественном рынке. Доступность для российских потребителей.
СуперОкс https://www.superox.ru/	Многожильный сверхпроводниковый кабель	Используется ВТСП провод первого поколения.	Используется ВТСП провод второго поколения, что позволяет удешевить процесс производства.
Furukawa Electric Group https://www.furukawa.co.jp/en/	HTS power cable	Высокотемпературный сверхпроводящий силовой кабель (кабель HTS) существенно снижает потери при передаче — до 77 % по сравнению с обычными кабелями, в которых используется медь или алюминий.	Доступность на рынке России и СНГ. Возможность оказания услуг по установке и обслуживанию.

2. Проблема и существующие альтернативы

При передаче электроэнергии по кабельным линиям возникают потери активной мощности, обусловленные наличием активного сопротивления жил кабеля.

Альтернативы нашему продукту используют низкотемпературные сверхпроводники, либо высокотемпературные сверхпроводники первого поколения в качестве токоведущей жилы.

4. Решение

Проблема может решаться посредством снижения удельного активного сопротивления жилы кабеля, либо повышения напряжения.

8. Ключевые метрики

Количество потребителей, которые получают низкие потери энергии в сверхпроводящей кабельной линии, легкий вес кабеля и другие преимущества нашего продукта

3. Уникальная ценность

Снижение затрат на электроэнергию за счёт уменьшения потерь активной мощности в кабельных линиях.

Возможность замены существующего кабеля на кабель с большей передаваемой мощностью при тех же габаритах.

Увеличение «жизненного цикла» кабеля в результате замедления процессов старения изоляции.

Возможность передачи больших потоков энергии при сравнительно низком генераторном напряжении.

9. Скрытое преимущество

Отсутствие электромагнитных и тепловых полей рассеяния, экологическая чистота и пожаробезопасность.

5. Каналы распространения

Прямые каналы сбыта (торговые агенты, создание сервисных центров, выставки, конференции).

1. Сегмент потребителей

B2B.

Предприятия, работающие в отраслях электроэнергетики, чёрной и цветной металлургии, металлообработки и машиностроения.

7. Структура расходов

Инвестиции 70 млн. рублей.

Затраты на аренду помещения, амортизацию оборудования, сырьё, заработная плата сотрудникам, оплата коммунальных услуг.

Расчётная сумма расходов за 3 года: 194 млн. руб.

6. Поток доходов

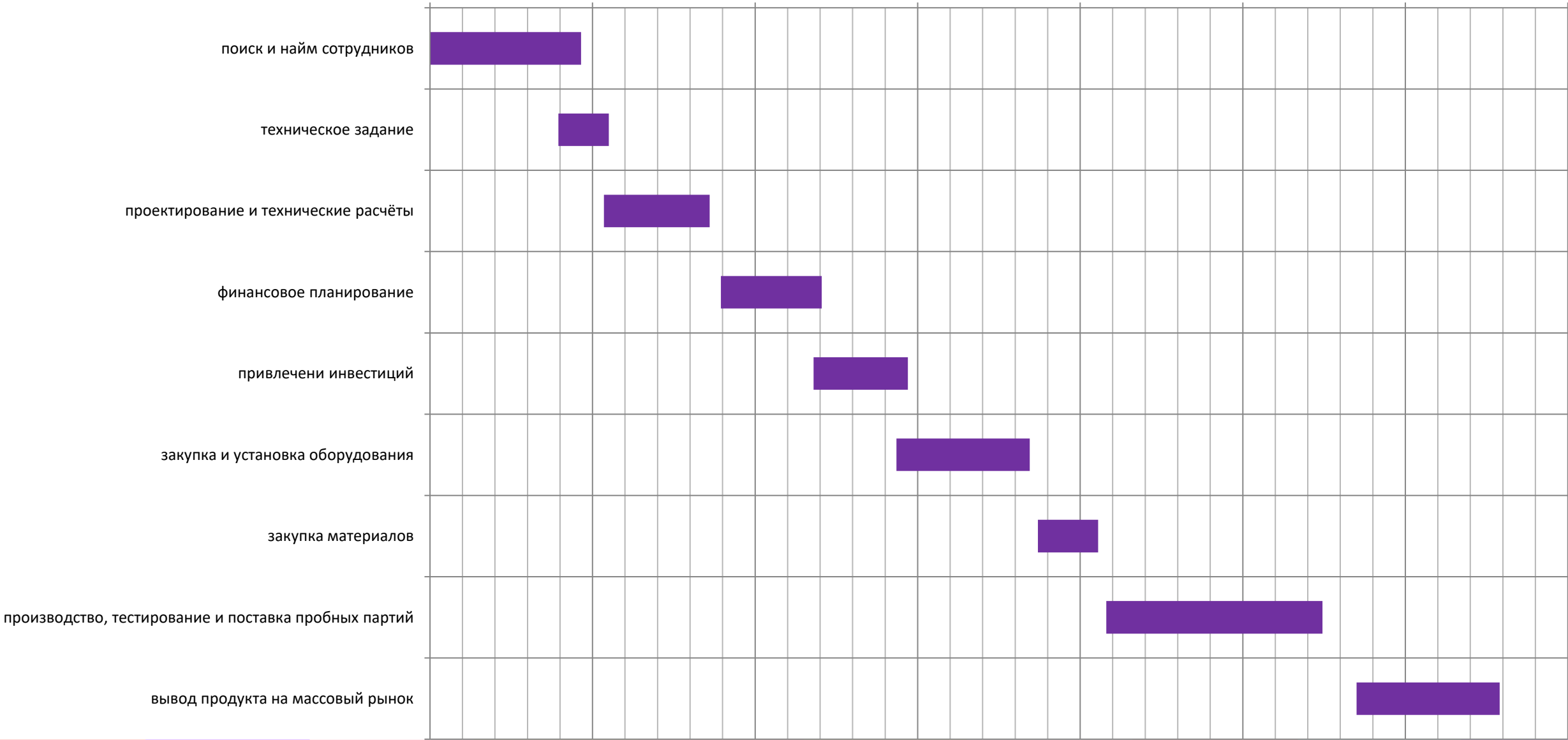
Доход будет формироваться за счёт выручки от реализации товара и оказания услуг по установке и обслуживанию кабельных линий.

Расчётная прибыль к концу третьего года составит: 4 млн. руб. в год

План реализации проекта – Диаграмма Ганта



01.09.2024 10.12.2024 20.03.2025 28.06.2025 06.10.2025 14.01.2026 24.04.2026 02.08.2026



Команда проекта



Чернушкин Владислав Вадимович,
Лидер проекта,
ID 4466059



Соколов Владислав Дмитриевич,
PR-менеджер,
ID 4481852



Бабин Никита Анатольевич,
Менеджер по закупкам,
ID 4467181

СПАСИБО!

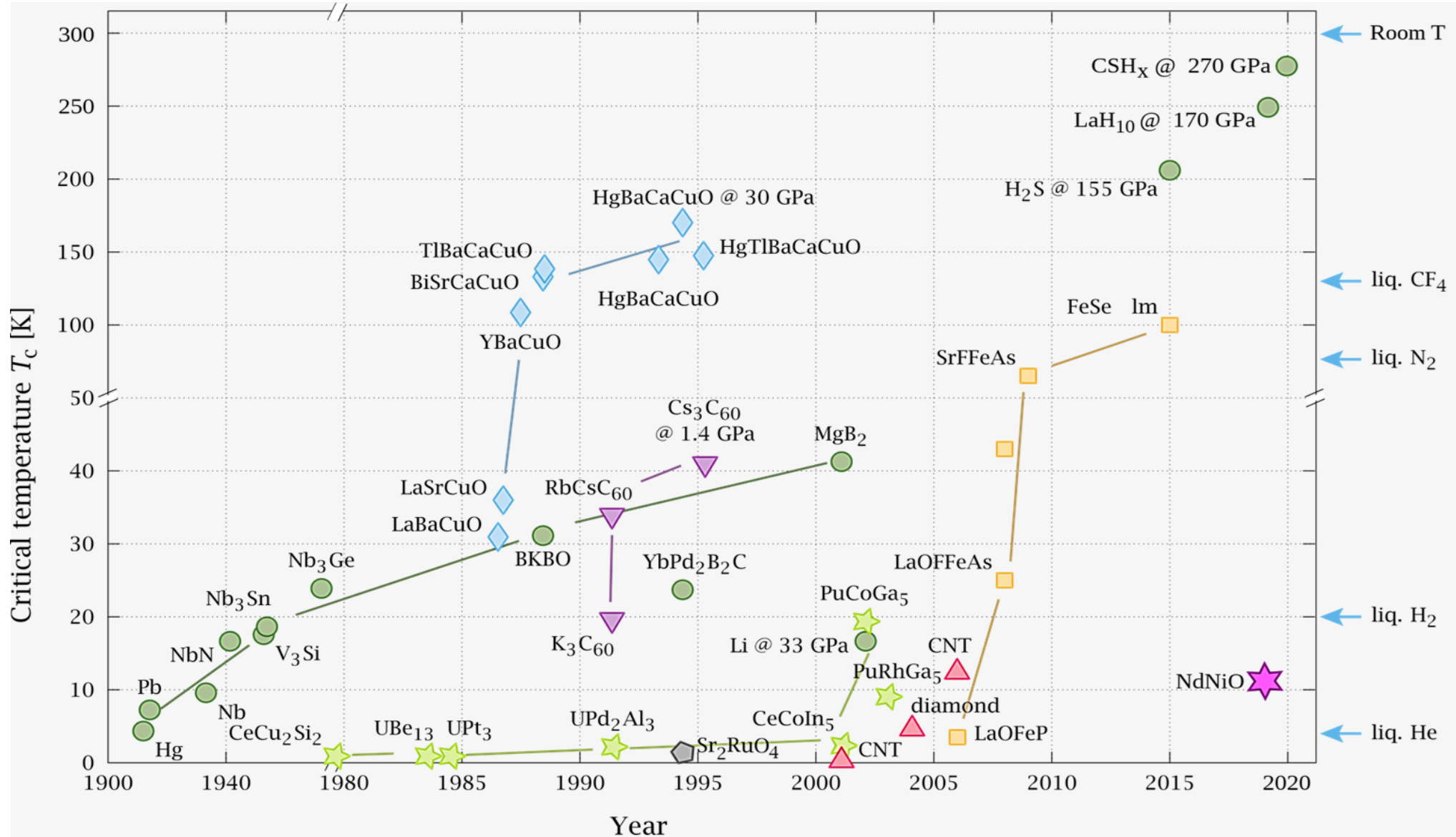
КОНТАКТЫ

8-982-278-23-62

vlad4ernuskin85@gmail.com



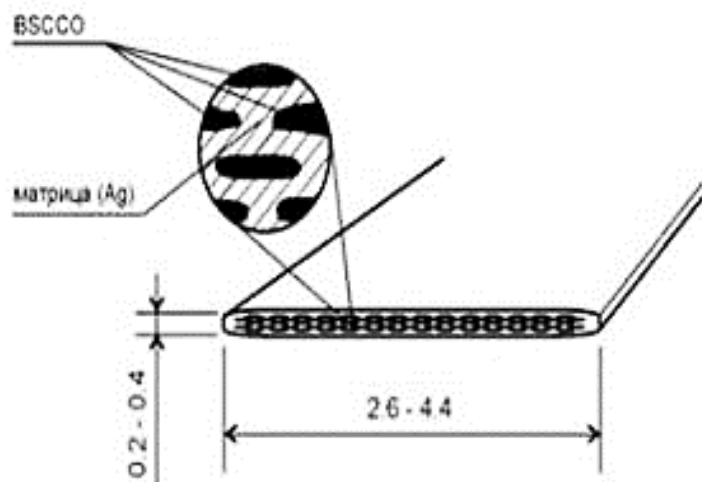
ПРИЛОЖЕНИЯ



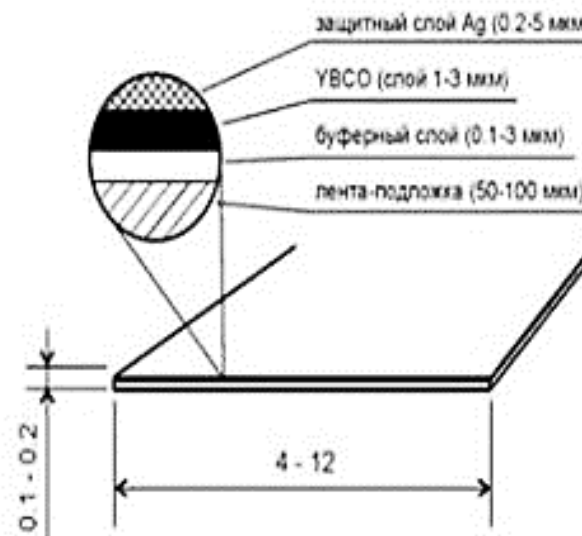
ПРИЛОЖЕНИЯ

Первые успехи связаны с разработкой ВТСП-лент в серебряной оболочке на основе сверхпроводника BSCCO ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$), получившими название лент первого поколения. Несколько позднее появилась технология производства лент 2-го поколения на основе YBCO ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$). Нетрудно заметить, что сечение сверхпроводника составляет лишь малую часть общего сечения провода: в лентах 1-го поколения эта величина обычно не превышает 40%, а в лентах 2-го поколения и того меньше – 5%. В лентах 1-го поколения жилы ВТСП заключены в матрицу из серебра или сплава на его основе. Для создания лент 2-го поколения обычно применяют ленты-подложки (как правило, из сплавов на основе никеля), а ВТСП-жила одна и представляет из себя тонкое покрытие на поверхности ленты. Для предотвращения химического взаимодействия ВТСП и ленты используют так называемый "буферный слой" – ключевое звено в этой технологии. Металлический защитный слой (как правило, из серебра) предохраняет ВТСП от взаимодействия с парами воды и CO_2 воздуха, служит защитой от механических повреждений и от прямого контакта ВТСП с шунтирующим материалом (упрочненная медь, нержавеющая сталь).

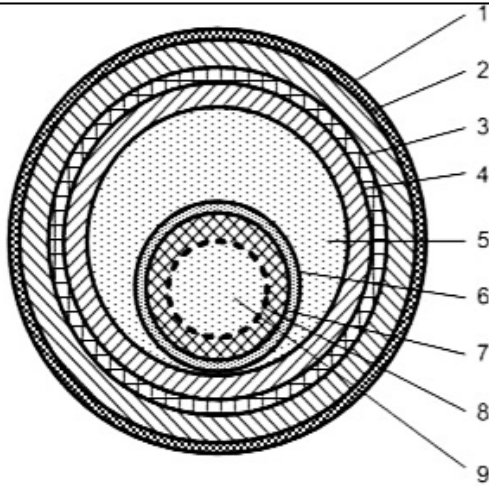
ВТСП провод 1-го поколения



ВТСП провод 2-го поколения



ПРИЛОЖЕНИЯ



Конструкция фазы гибкого ВТСП кабельного прототипа 66 кВ,
100МВА:

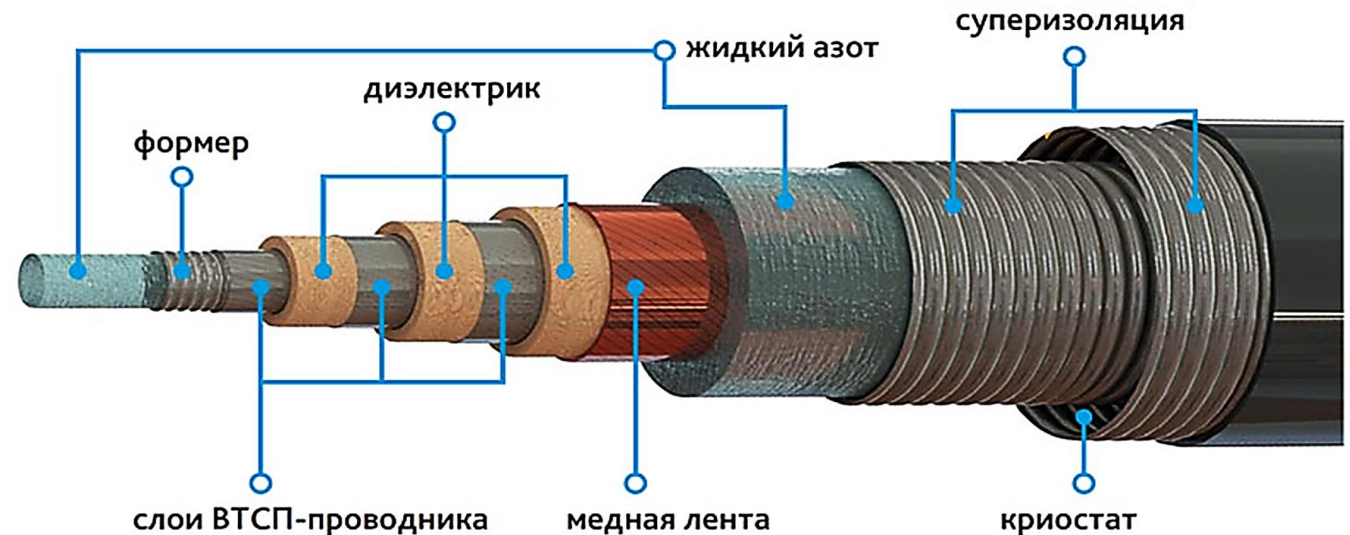
- 1 – оболочка из поливинилхлорида (ПВХ), 2 – внешняя гофрированная труба (сталь), 3 – многослойная термическая изоляция, 4 – внутренняя гофрированная труба (сталь), 5 – жидкий азот (обратный путь), 6 – изоляционный экран, 7 – электрическая изоляция (на основе многослойной полипропиленовой бумаги, пропитанной жидким азотом), 8 – сверхпроводник, навитый на медную трубу, 9 – жидкий азот (К, 1.2

Электрическая изоляция. Для ВТСП кабелей было разработано два вида изоляции: композиционная (диэлектрическая бумага, пропитанная жидким азотом), и твёрдая (аналог сшитого полиэтилена СПЭ)

Термическая изоляция. Состоит из двух коаксиальных гофрированных труб и многослойной «суперизоляции» (алюминиевой фольги с прокладками из стекловолкна).

Охлаждение. Осуществляется жидким и газообразным азотом с температурой 77К. Криогенная система состоит из рефрижераторов и буферной ёмкости, объёмом 50-100 куб.метров.

Проводники. ВТСП ленты наносятся на медные «формеры».



ПРИЛОЖЕНИЯ

Общая схема криогенно-проточной части кабельной линии показана на рис. 6. Криогенная станция располагается с одной стороны кабельной линии. Жидкий азот прокачивается по криостату с ВТСП-кабелем и возвращается по криостату меньшего диаметра. Общая длина петли прокачки составляет 5 км. Криогенная станция замкнутого типа выполнена по двухконтурной схеме. Контур охлаждения включает ВТСП-кабель в криостате, циркуляционный насос, теплообменник и емкость с переохлажденным азотом. Газовый (гелиевый) контур переохлаждения состоит из первичной спирали теплообменника, компрессора и детандера. Этот контур обеспечивает понижение температуры азота после его нагрева при прохождении контура охлаждения. Для повышения надежности системы и предотвращения аварийных ситуаций в криогенной системе предусмотрено дублирование циркуляционного насоса (1), дублирование компрессора (2), наличие запаса переохлажденного азота (3) и запаса азота в заправочной емкости (4) при атмосферном давлении.

СХЕМА ПРОКАЧКИ ВТСП-КАБЕЛЯ И СХЕМА КРИОГЕННОЙ СИСТЕМЫ

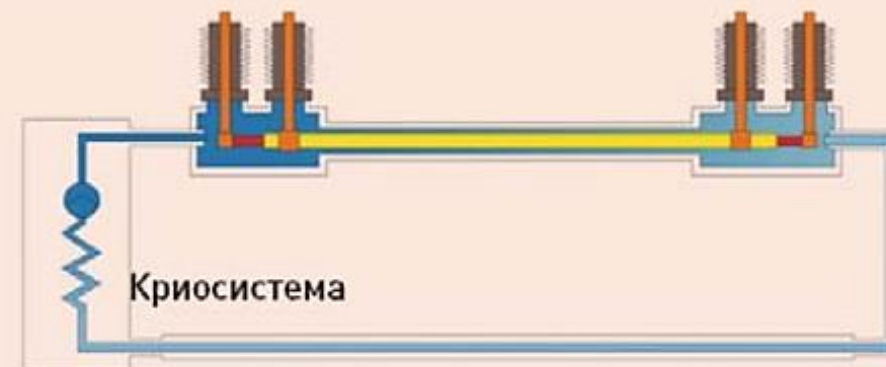
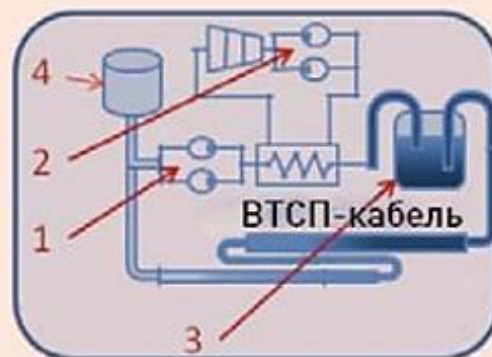


Рис. 6

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОХЛАЖДЕНИЯ КРИОГЕННОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ С РАЗМЕЩЕНИЕМ КРИОГЕННОЙ СТАНЦИИ С ОДНОГО КОНЦА ЛИНИИ (А), ОБОИХ КОНЦОВ ЛИНИИ (Б) И С РАЗМЕЩЕНИЕМ КРИОГЕННЫХ СТАНЦИЙ ВДОЛЬ КАБЕЛЬНОЙ ТРАССЫ (В)

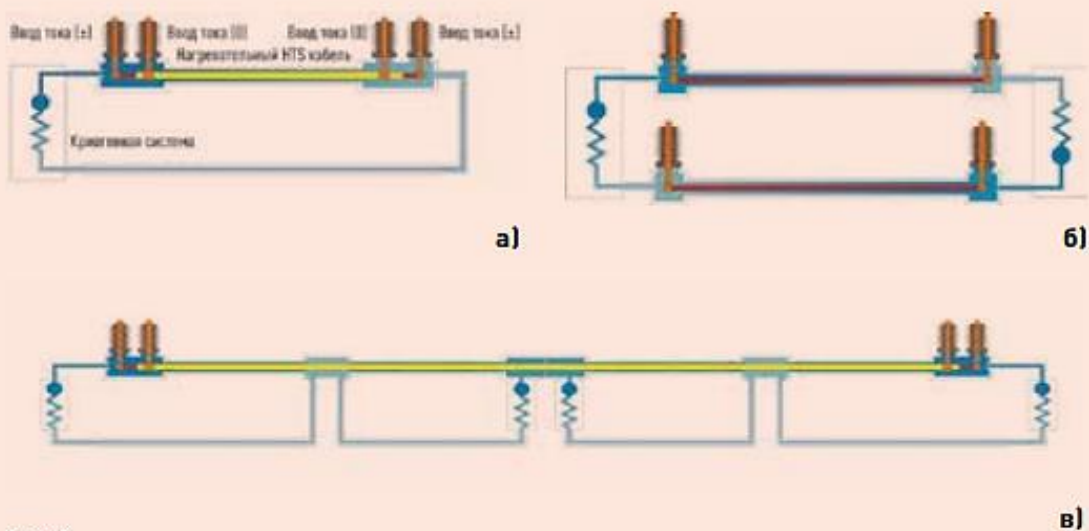


Рис. 12

На рис. 12а и 12б показаны простейшие схемы организации охлаждения одноцепной и двухцепной кабельной передачи. Как следует из табл. 4, расстояние между криогенными станциями может достигать 10–15 км. При увеличении диаметра криостата и переходе на гладкие трубы плечо прокачки может быть увеличено до 20–30 км. При дальнейшем совершенствовании тепловой изоляции криостатов плечо прокачки может достигать 50 км. Длинные линии создаются путем тиражирования участков, как это показано на рис. 12в.