



# КРИОФЛЕКС

удобный криогенный трубопровод

- Вы сталкивались с трудностями при монтаже жестких криогенных трубопроводов?
- Вы знаете, что даже небольшая ошибка в измерениях на объекте приводит к увеличению стоимости и срыву сроков исполнения?
- У вас возникали запотевание или обмерзание на байонетных соединениях трубопровода?
- Как произвести монтаж в труднодоступных местах, таких как потолок, межстенное пространство или коммуникационный канал?

Есть решение для всех этих проблем :

**КРИОФЛЕКС – гибкий криогенный трубопровод**

## Содержание

- История криогенного направления в Нексанс
- Составляющие трубопровода КРИОФЛЕКС
- Производственный процесс
- Концевые соединения и аксессуары
- Гарантия качества
- Монтаж
- Некоторые реализованные проекты
- Итоги



## История трубопроводов КРИОФЛЕКС

- 1970 - Первый полупроводниковый кабель
  - ◆ Ниобий SC
  - ◆ 3 потока холодных жидкостей и газа
  - ◆ 3 вакуумных слоя
- 1980 – Первый вакуумный трубопровод для ЦЕРНа
- 1980 – 2010 более 100.000 метров криогенных трубопроводов произведено для исследовательских центров и промышленности во всем мире



➔ **40 лет разработок и производства криогенных трубопроводов**

### Коаксиальные трубопроводы для сжиженных газов

- гибкие
  - с вакуумной изоляцией
  - низкий теплоприток
1. Внутренняя гофрированная труба
  2. Спейсер
  3. Супер изоляция
  4. Вакуум
  5. Внешняя гофрированная труба
  6. Кожух





4x трубные коаксиальные трубопроводы  
для сжиженных газов

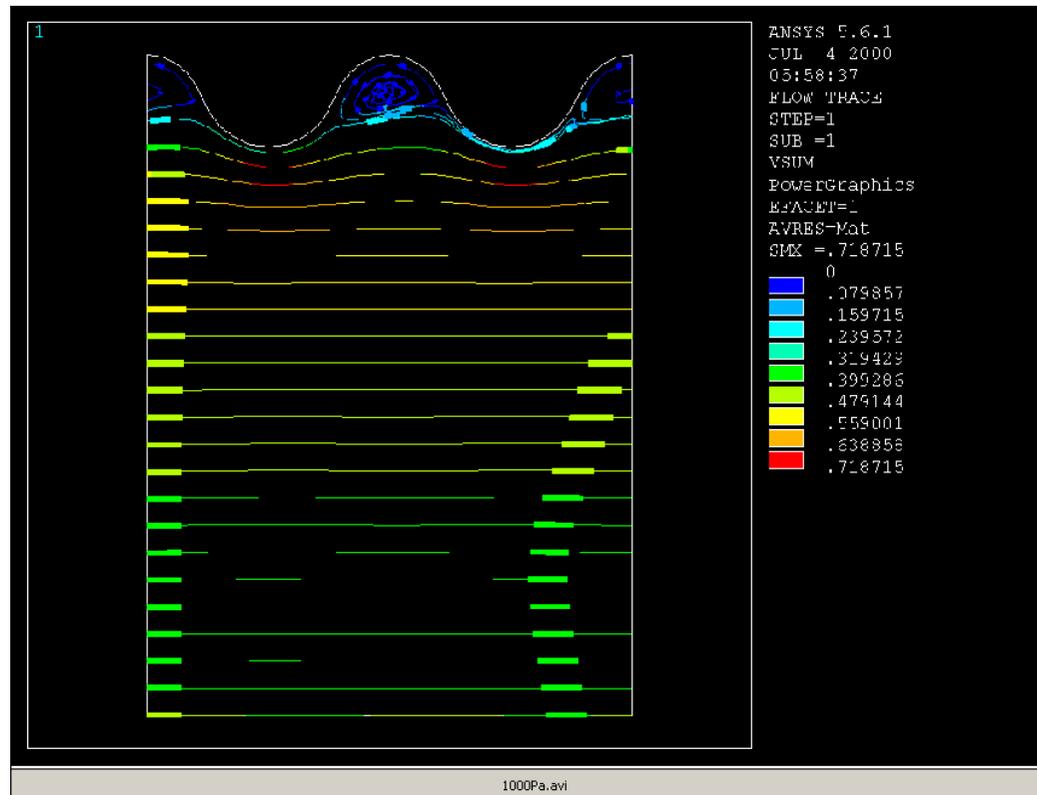
- 2 канала среды

5x трубные коаксиальные трубопроводы  
для сжиженных газов

- 3 канала среды

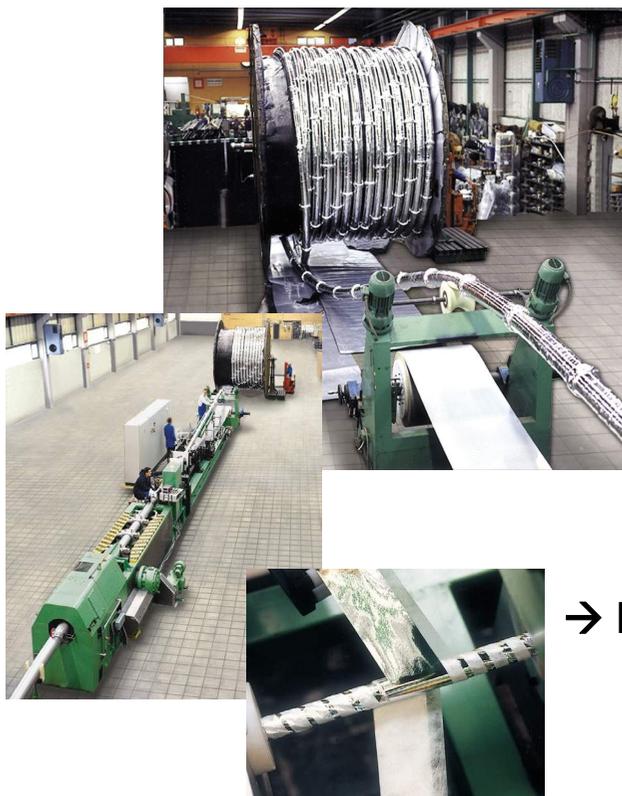


# Nexans Оптимизация условий потока



- оптимальный дизайн для максимальной скорости потока, гибкости и прочности
- сертифицированное max рабочее давление : 20 бар

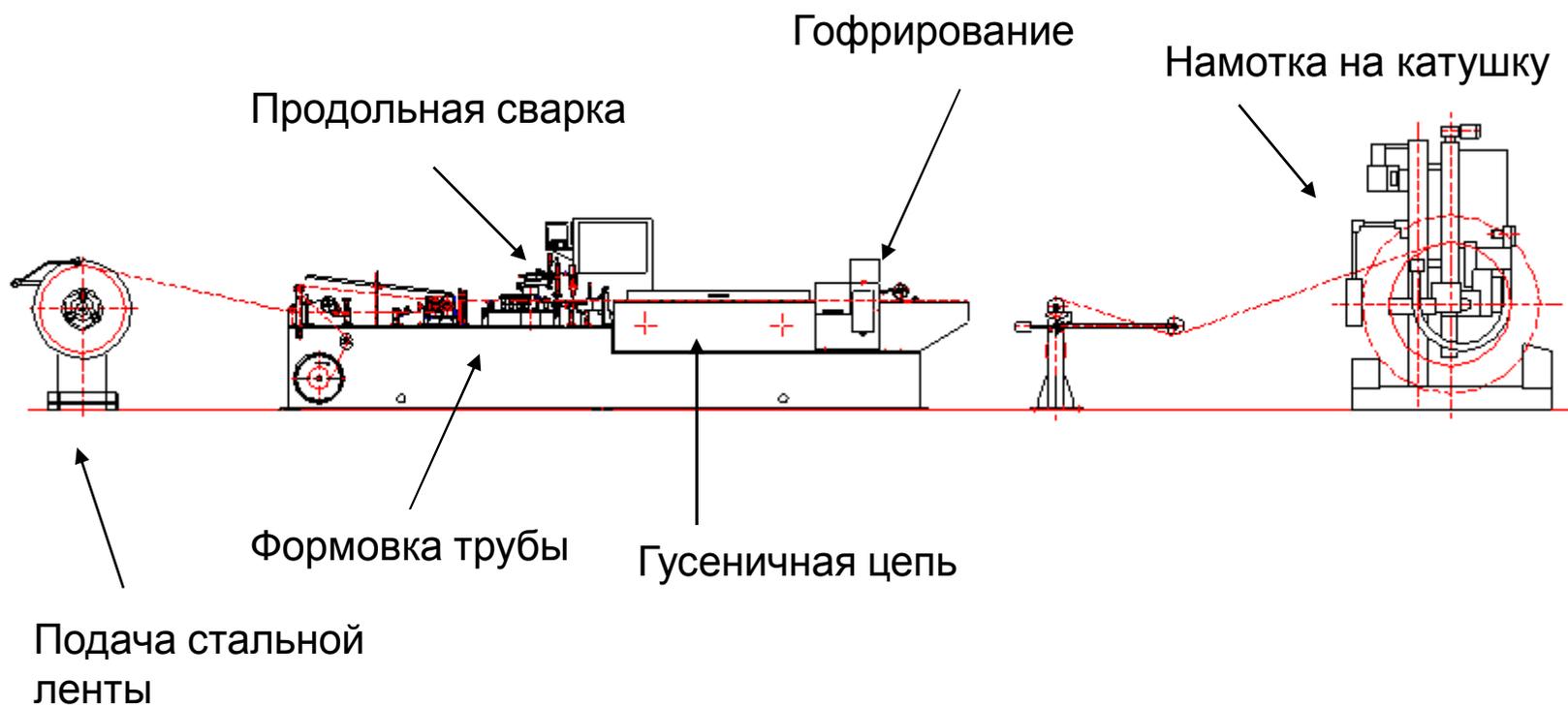
## Производственный процесс



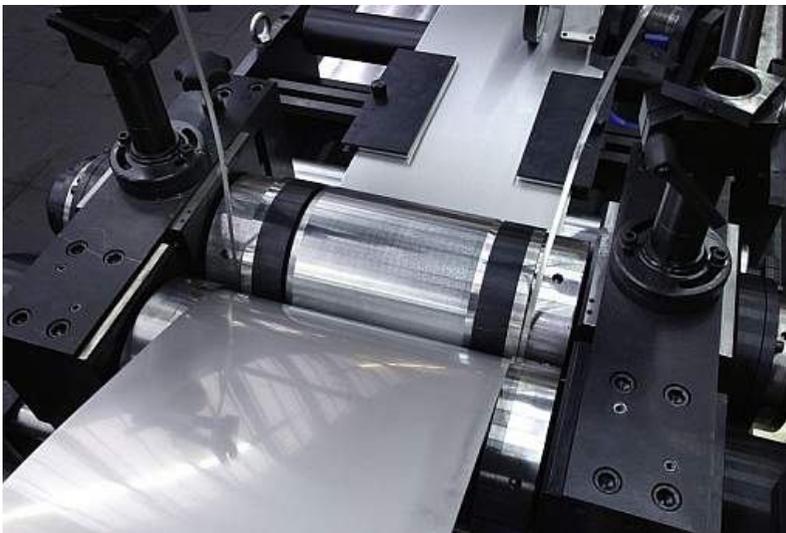
**Уникальный производственный процесс:**

- Продольная сварка и гофрирование стальной трубы производится одновременно
- Автоматическая намотка нескольких слоев суперизоляции и спейсера

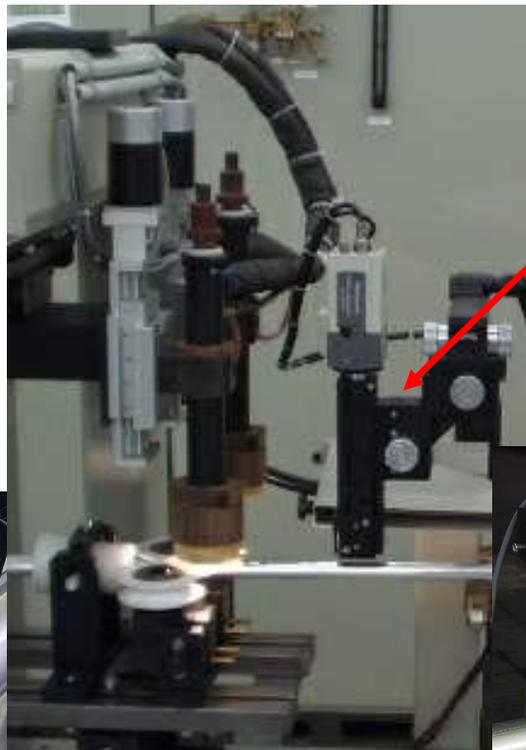
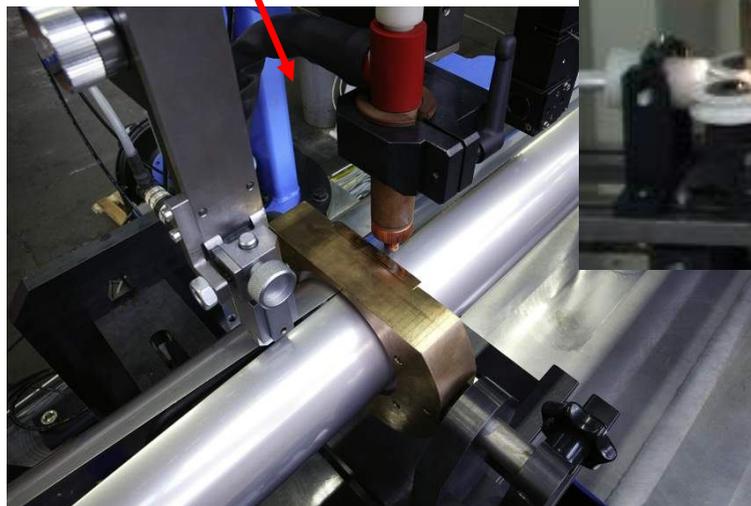
**→ Производство трубы без ограничений по длине**



**Формирование  
стальной ленты в  
трубу**



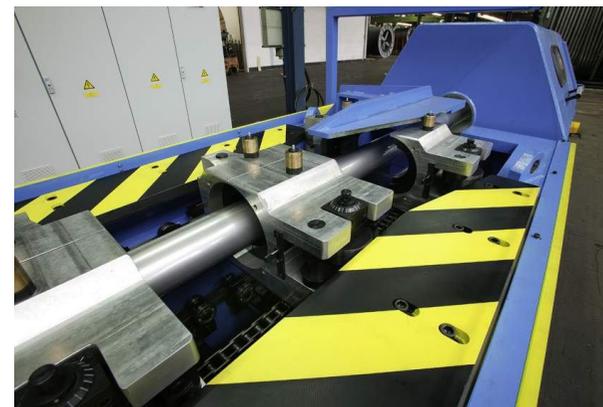
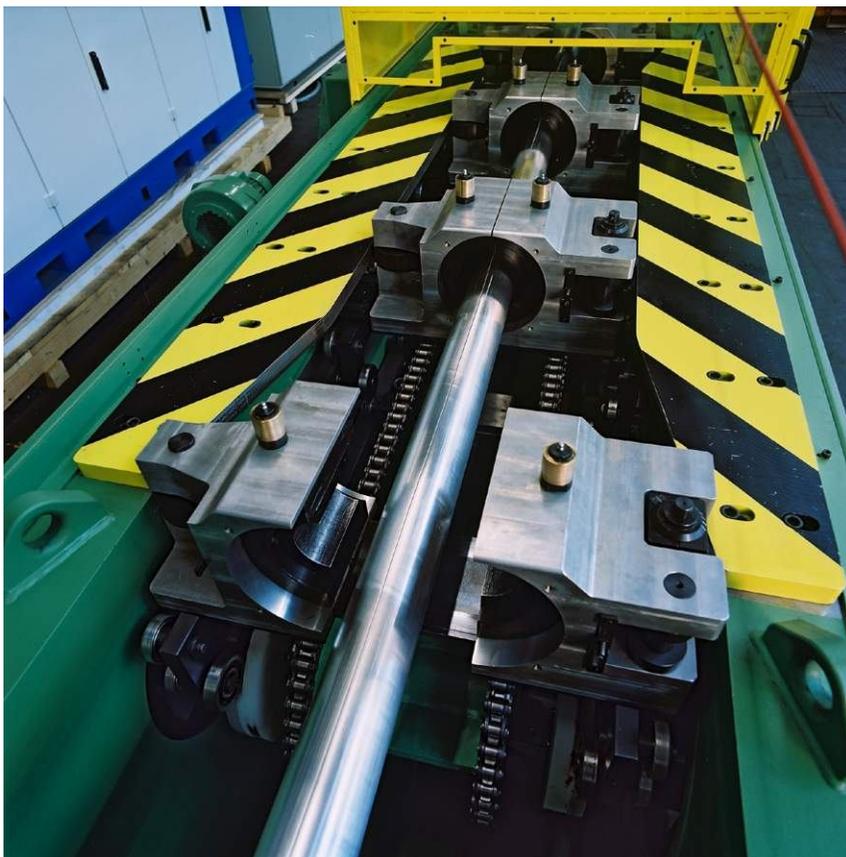
Газовольфрамовая  
сварка



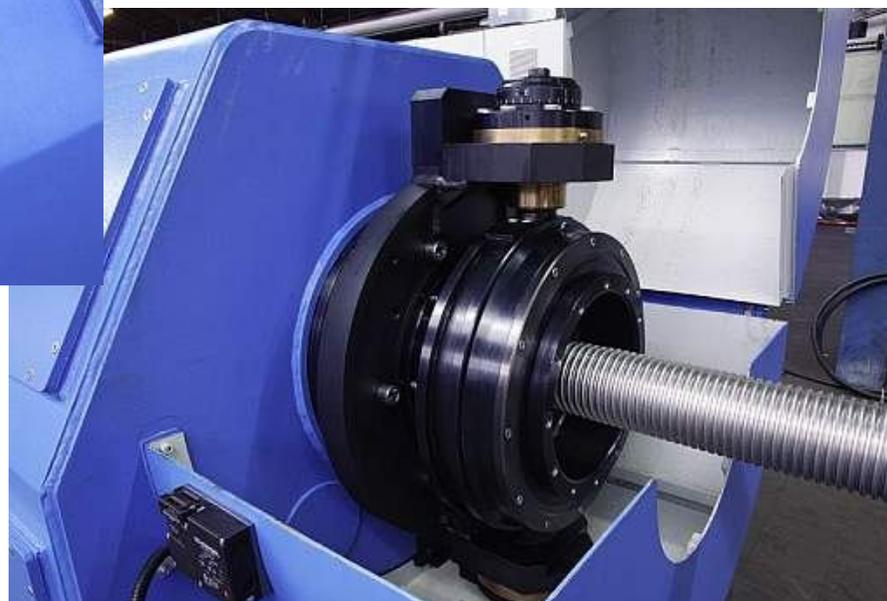
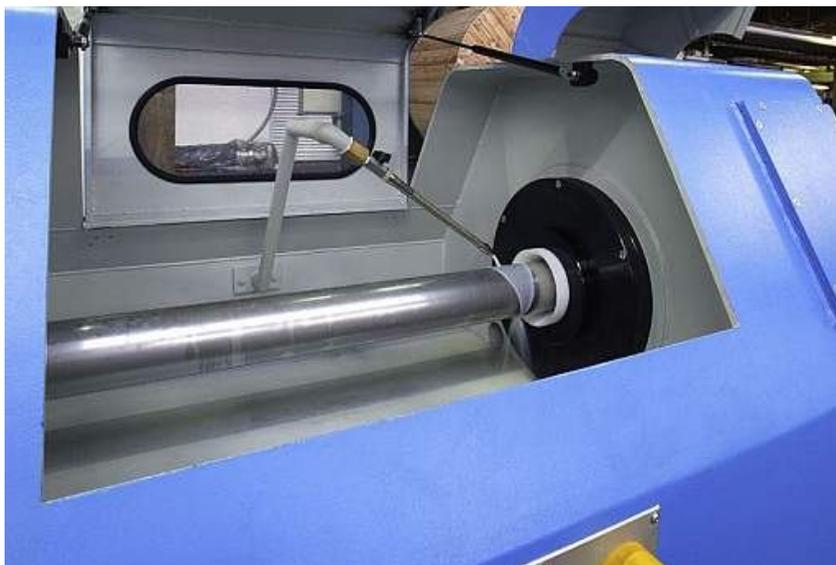
ССD-камера для  
контроля за  
процессом



Контроль вихревыми токами



Протягивание  
сваренной трубы

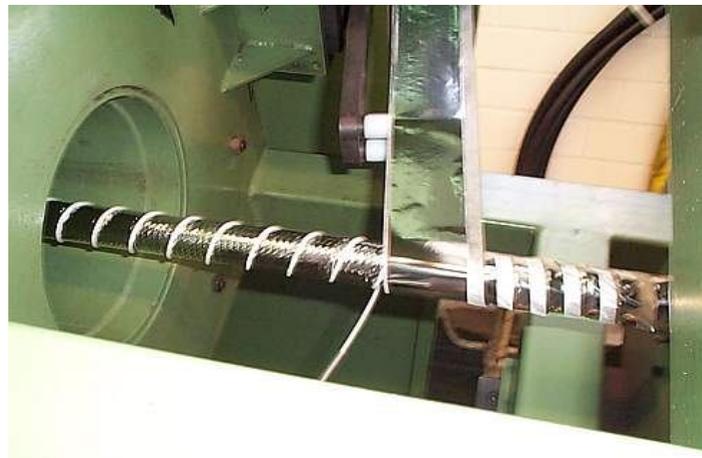


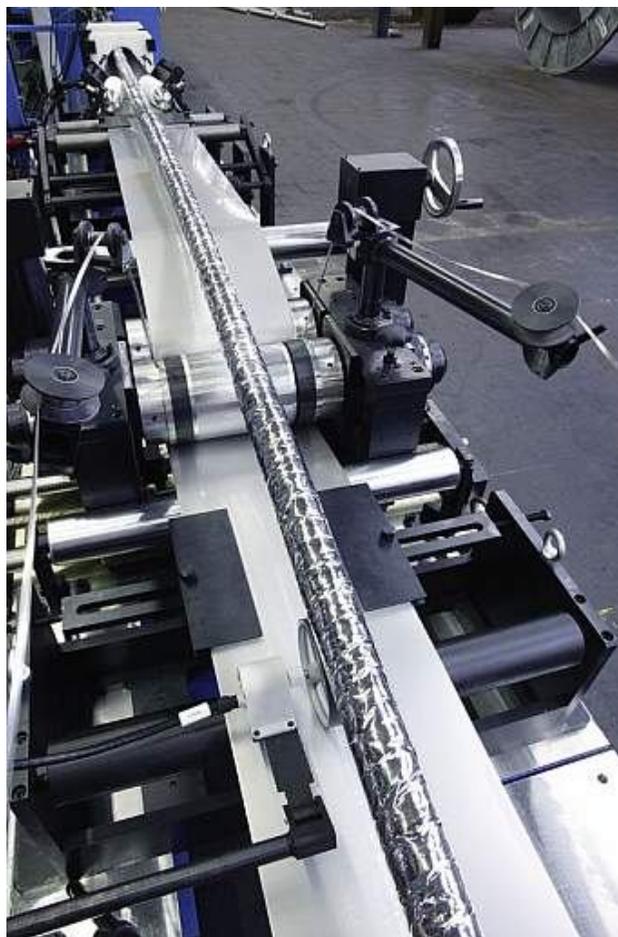


Ультразвуковая очистка

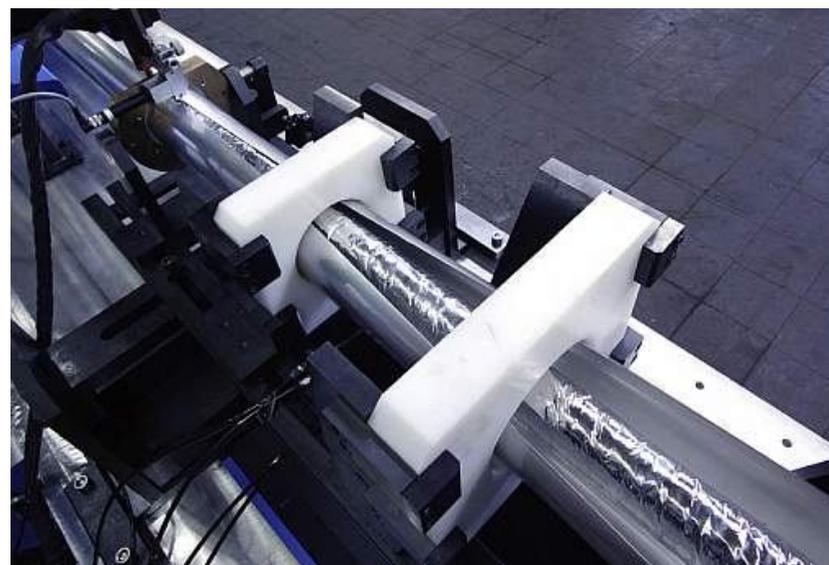


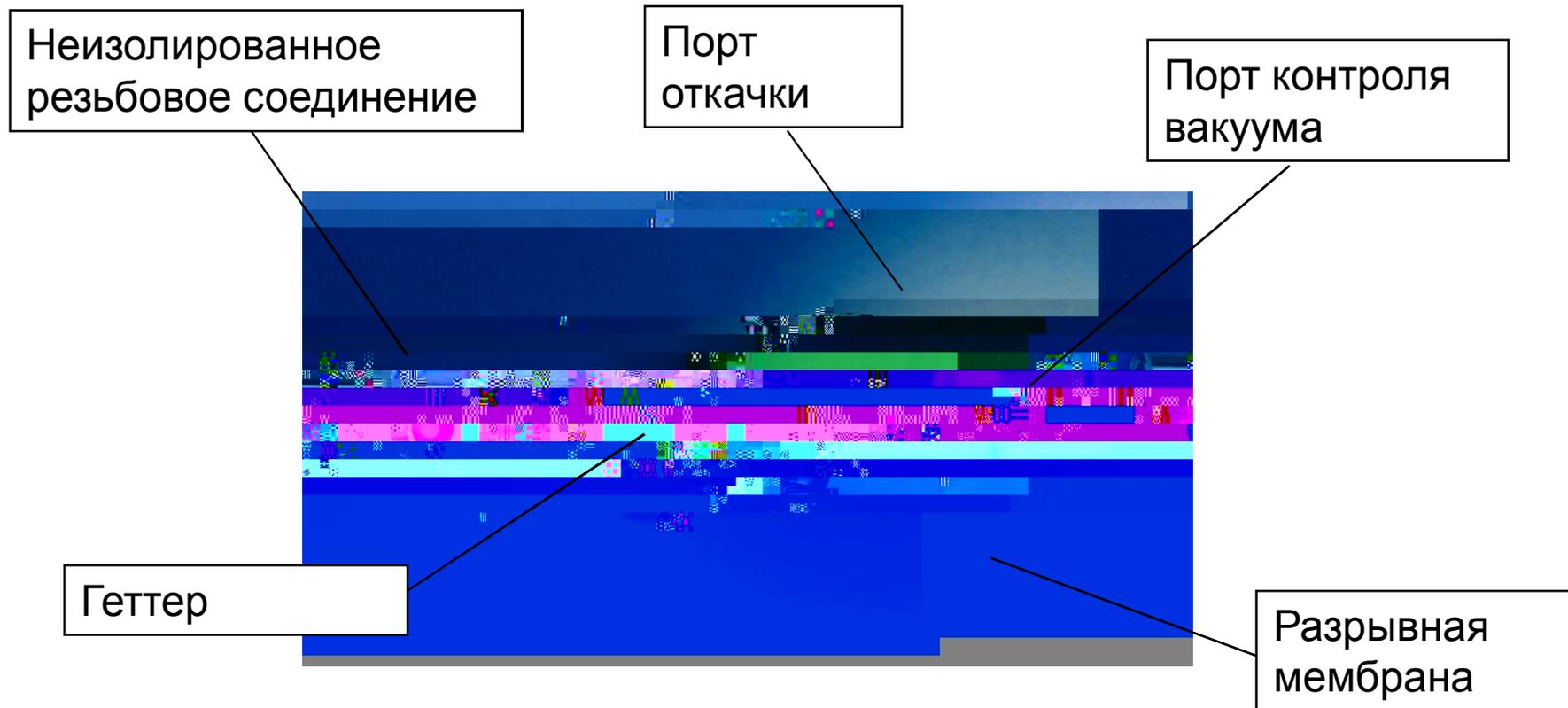
Намотка суперизоляции  
и спейсера





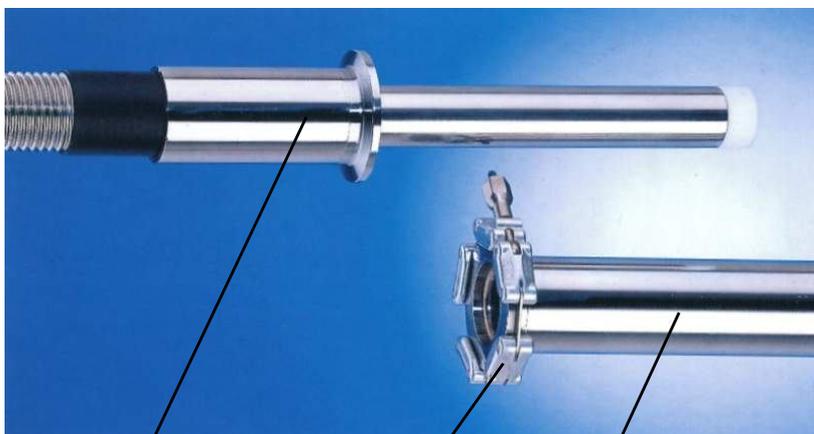
Производство внешней трубы





➔ **Постоянный долговременный вакуум  $1 \times 10^{-5}$  мбар**

Байонетный разъем  
Джонстона



Входящий  
элемент

Обхватывающий  
элемент

Защелка

Тройник



Тройники с вакуумной  
изоляцией для реализации  
сложных криогенных систем



Вентильная сборка с вакуумной изоляцией

Мы предлагаем готовые системы перекачки, включая вентильные сборки с изоляцией, фазовые сепараторы и другое оборудование



Фазовый сепаратор

## Уникальный дизайн и качественные характеристики

- **Порты откачки с резьбовым соединением и металлическим уплотнением**

-> абсолютная прочность при любых условиях

- **Каждый трубопровод снабжен портом для контроля вакуума с помощью Spinning Rotor Vacuum Gauge System.**

-> контроль уровня вакуума после закрытия портов откачки

- **штампованные ESR материалы (Electro Slag Remelted) для критических компонентов**

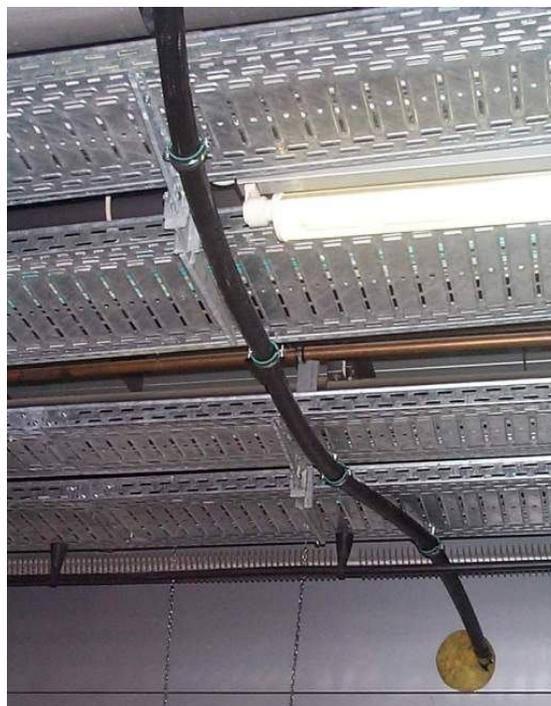
➔ **Трубопроводы с выдающимися надежностью и сроком службы**

## Стандартные испытания:

- Тест на давление гофрированных труб
- Тест на герметичность по гелию
  - ◆ Каждой гофрированной трубы
  - ◆ Каждого сварного шва при производстве
- Тест холодным шоком
- Одновременный тест на давление и герметичность:
  - ◆ Герметичность <math>1 \times 10^{-9}</math> мбар л/с
- Тест на удержание вакуума:

Отслеживание вакуума в течение 2-4 дней после закрытия портов откачки





Трубопроводы можно крепить с помощью обычных кабельных хомутов

### Монтаж криогенных трубопроводов КРИОФЛЕКС:

→ Быстро, просто и малозатратно





Монтаж трубопровода для  
испытательной установки  
двигателей Ариан :

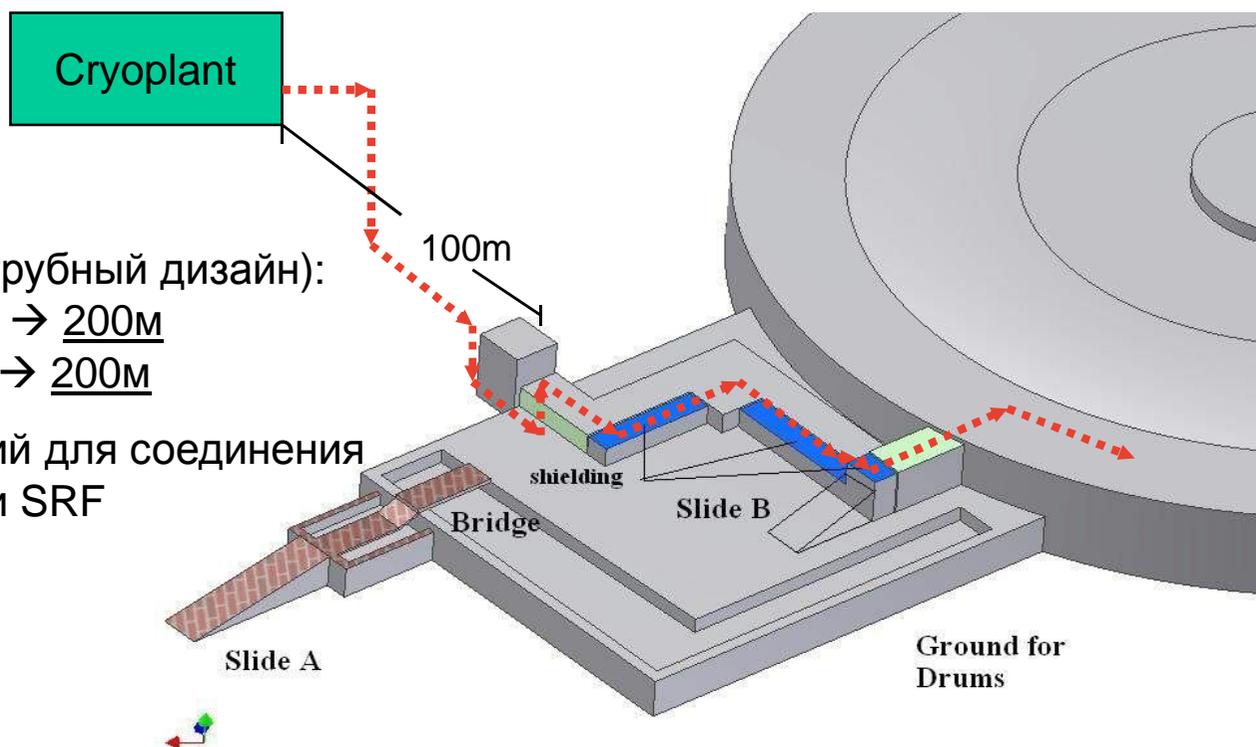
- 2 x 300м LOX
- 2 x 300м LH2
- Внутренний диаметр: 127мм



## Гибкие трубопроводы для перекачки LHe/GHe/LN2 для нового суперпроводящего резонатора в накопительном кольце TLS

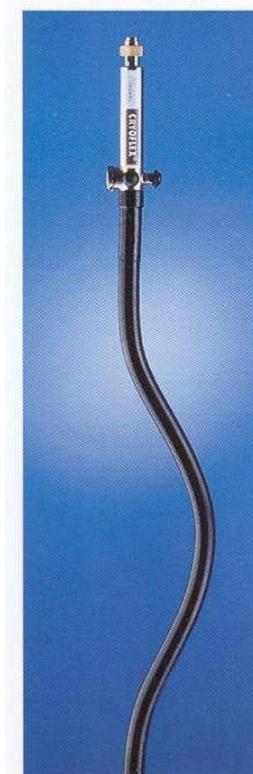
### Масштаб поставок:

- Две основные линии (4-трубный дизайн):
  1. GHe/LN2 тип 39/143 → 200m
  2. LHe/LN2 тин 21/110 → 200m
- Несколько коротких линий для соединения с вентильными сборками SRF





- Гибкие криогенные трубопроводы практически неограниченной длины
  - ◆ Не требуется байонетных соединений между жесткими сегментами
  - ◆ Не требуется сварка на объекте
- Быстрый, простой и малозатратный монтаж даже в труднодоступных местах
- Не требуются высокоточные измерения на объекте
- Повторное использование для будущих монтажей
- Постоянный долговременный вакуум: при обычных использованиях более 10 лет без обслуживания
- Малая толщина стенки → быстрое охлаждение, малый вес
- Высочайшие стандарты качества по привлекательной цене



Спасибо за Ваше внимание!

