

# Добро пожаловать в НИХОФФ

**Мировой производитель в сфере кабельной промышленности**

Первый Всероссийский КАБЕЛЬНЫЙ КОНГРЕСС, Москва

22 марта 2017 г.



# Автомобильные Провода

**Автомобильные провода: Динамика Рынка и Технологий**

**Кирилл Дьячков**

Менеджер по продажам

Телефон: +7 916 4419787

[k.diyachkov@niehoff.de](mailto:k.diyachkov@niehoff.de)

Первый всероссийский Кабельный Конгресс

Москва, 22 Марта 2017

## Производство автомобильных проводов

- Ценовое давление и необходимость снижения уровня затрат
- Уменьшение габаритов
- Уменьшение веса

→ Все вышеперечисленные факторы приводят к изменениям методов производства, применяемых для автомобильных проводов.

Данная презентация представляет собой обзор различных методов производства автомобильных проводов и их производственных стандартов в мировой инновационной промышленности.

Для того, чтобы соответствовать надлежащему уровню качества и последним тенденциям развития в области производства кабеля необходимо использовать инновационное, эффективное, надежное, с легкостью модифицируемое оборудование. Оно поможет противостоять ценовому давлению и будет соответствовать высочайшим техническим и экологическим стандартам.

# Автомобильные провода: Динамика Рынка и Технологий

## Содержание:

1. Технология производства стандартных медных проводов
2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей
3. Экранированные провода для транспортных средств
4. Провода из медных сплавов для сигнальных проводов

## 1. Технология производства стандартных медных проводов

# Технология производства стандартных медных проводов М 81 + WF 801

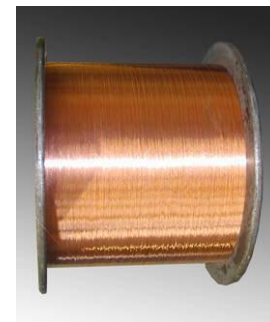
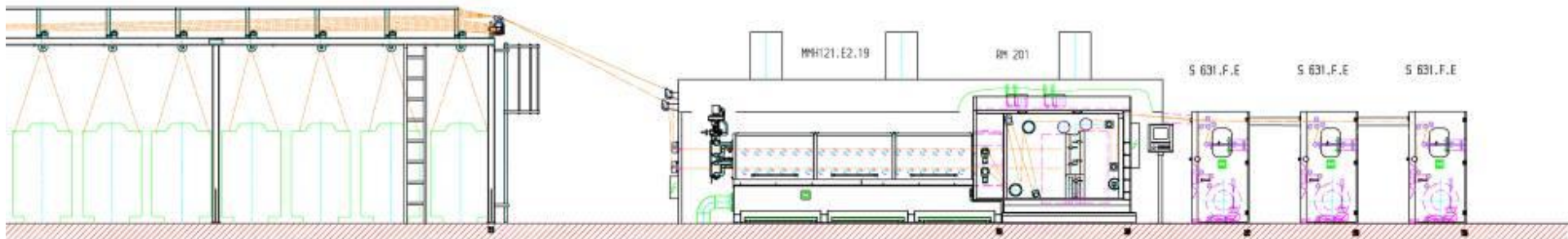
Производственный пример:

$$Q = (1.8 \text{ мм})^2 \times 25 \text{ м/с} \times 25.2 \times 7500 \text{ ч/г} \times 0.85 \rightarrow 13.000 \text{ т/г}$$



# 1. Технология производства стандартных медных проводов

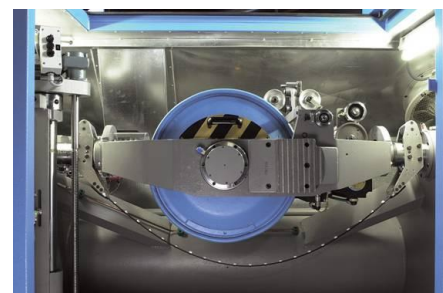
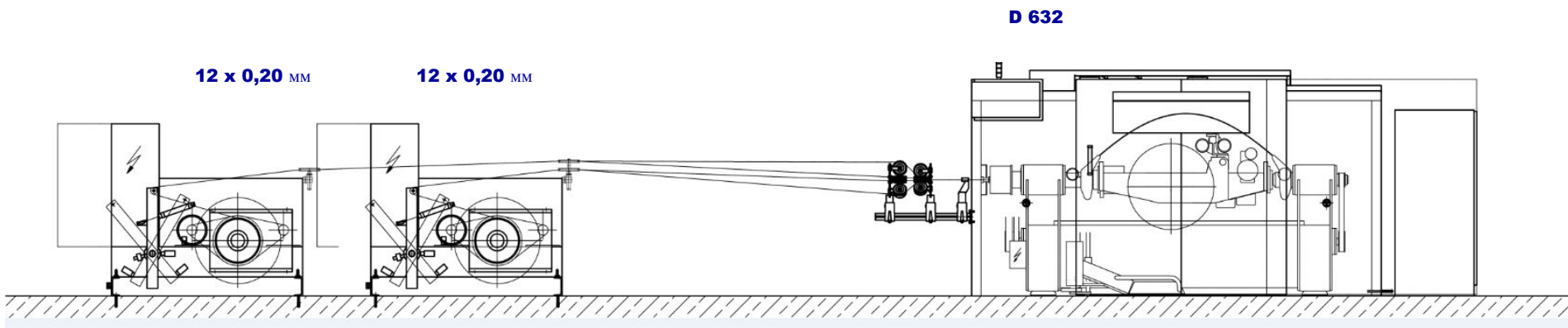
## Многониточное волочение



Разделение проволок e.g. 0.35 мм<sup>2</sup>  
FLRY-A: 7 x 0.254 mm      3 x 7 = 21  
FLRY-B: 12 x 0.200 mm      2 x 12 = 24

## 1. Технология производства стандартных медных проводов

### Машина двойной скрутки ARH 630 + D 632



Для производства общего продукта, отображенного на слайде **7** (12,000 т/г) необходимо следующее оборудование: 20 x D 632 и 2 x D 802

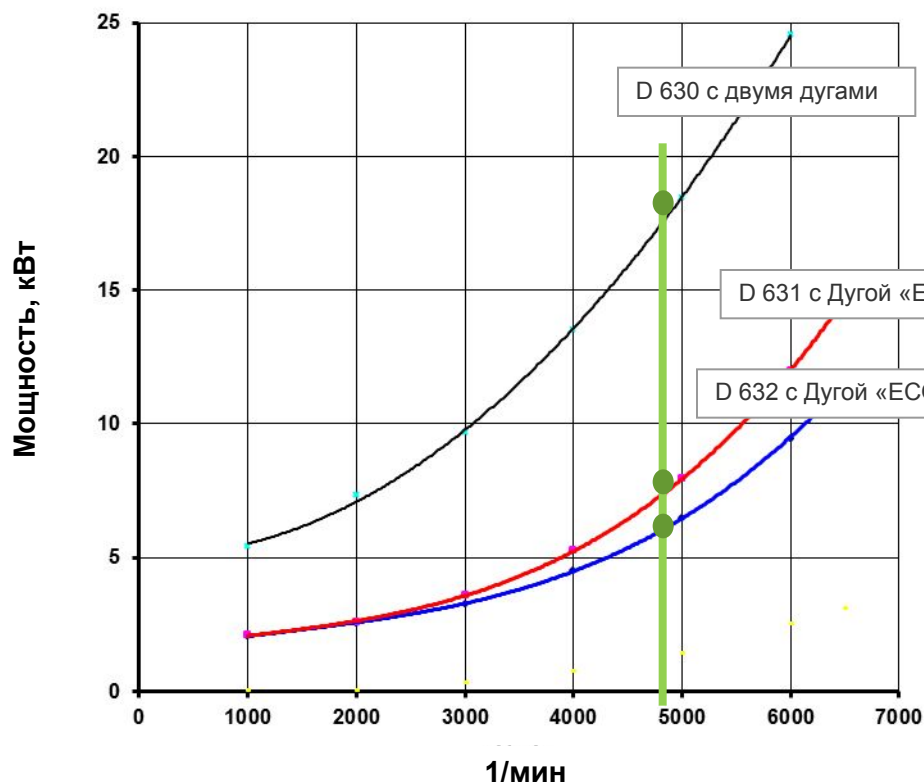
## **NIENOFF Дуги «ЕСО» для Машин двойной скрутки**





## NIENOFF Дуги «ЕСО» для Машин двойной скрутки

График сравнения потребляемой энергии



Пример:

12 x 0.20 мм с 5,000 скруток/мин

**NIENOFF D 632**

**с Дугой «ЕСО»**

**6.6 кВт**

Двойная дуга 18.4 кВт

11.8 кВт/час x 0.10 € центов = 1.18 €/ч ;  
7,500 часов работы x 1.18 €/час

**= 8,850 €/год**

22 x Машины двойной скрутки

**→ Экономия в год ≈ 200,000 €**

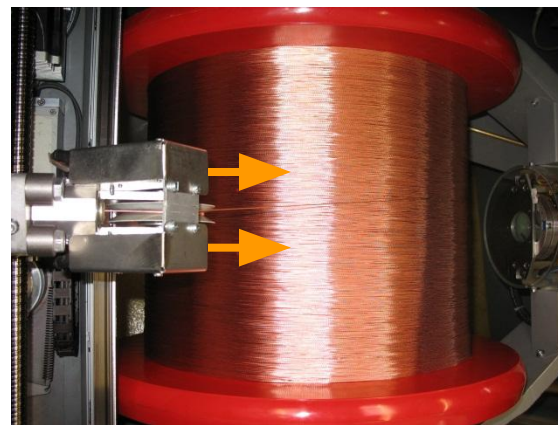
## 1. Технология производства стандартных медных проводов

### NBAT – NIEHOFF Автоматическая траверса для крутильной машины



D 632

Не требуется участие оператора для настройки крайних положений

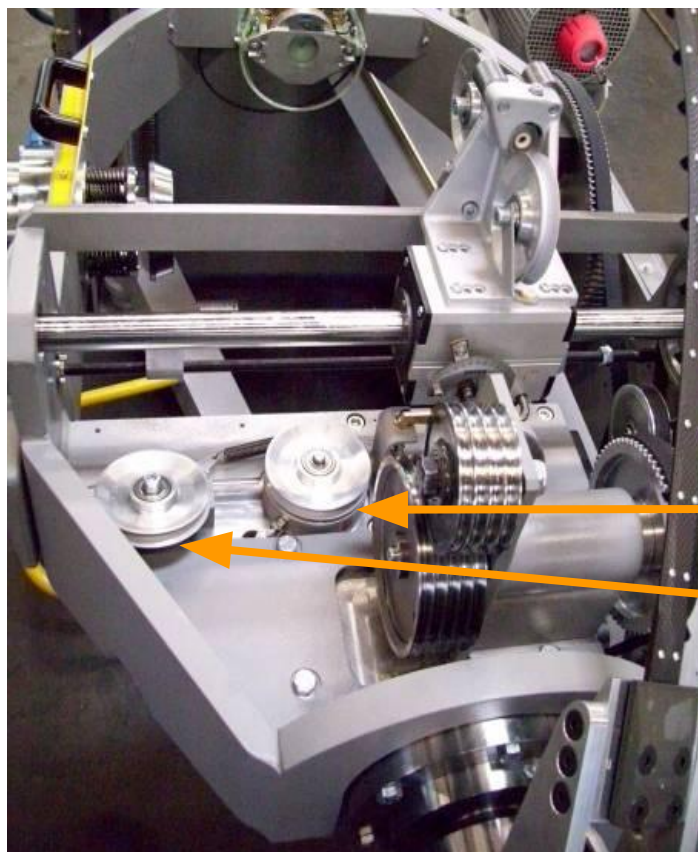


D 632

NBAT - NIEHOFF Автоматическая траверса для крутильной машины

## 1. Технология производства стандартных медных проводов

### Особенности:



#### Контроль натяжения намотки

Еще одной уникальной особенностью оборудования NIEHOFF является функция контроля натяжения проволоки при намотке пустой и заполненной шпули при допустимом отклонении  $\pm 1\%$ .

Датчик  
натяжения

Дансерный ролик

## 2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей

- Используются в автомобилях с аккумулятором, расположенном в багажнике
- Уменьшение массы на 40 % (2.0 кг/автомобиль)
- Снижение затрат
- Необходимость увеличения поперечного сечения алюминиевых проводов на 60% с 35 мм<sup>2</sup> to 60 мм<sup>2</sup>



Аккумуляторный кабель  
Мерседес Е-класса

## 2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей

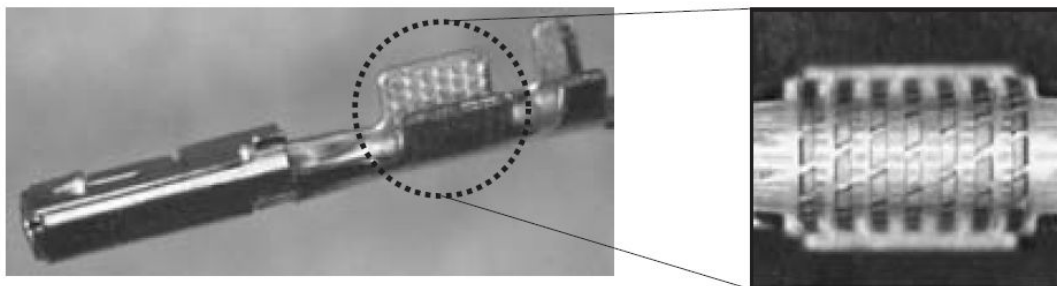
### Производство алюминиевых жил для автомобильных проводов

#### Недостатки алюминия в сравнении к меди:

- высокая подверженность коррозии, окислению  $\rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- холодная сварка
- меньшая степень натяжения и прочности на изгиб
- меньшая электропроводность



Высокочастотная концевая заделка под давлением (более 6 мм<sup>2</sup>)



Специальная технология обжима алюминиевой проволоки 2...4 мм<sup>2</sup> (микро сварка)

### **Производство алюминиевых жил для автомобильных проводов**

Стандартное строение жилы для аккумуляторных кабелей в соответствии с LV112 (датировано - Ноябрь 2012) представляет собой:

$280 \times 0.52 \text{ мм} = 60 \text{ мм}^2 \text{ Al } 99.7$  (соответствует  $35 \text{ мм}^2 \text{ Cu}$ )

#### **Процесс производства:**

- Грубое волочение без отжига  $9.52 \text{ мм} \rightarrow 2.5 \text{ мм}$
- Многониточное волочение с совмещенным отжигом  $2.5 \text{ мм} \rightarrow 0.52 \text{ мм}$
- Предварительная скрутка  $40 \times 0.52 \text{ мм}$
- Основная скрутка  $7 \times (40 \times 0.52 \text{ мм})$

## 2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей

### Производство алюминиевых жил для автомобильных проводов



#### MMH 104

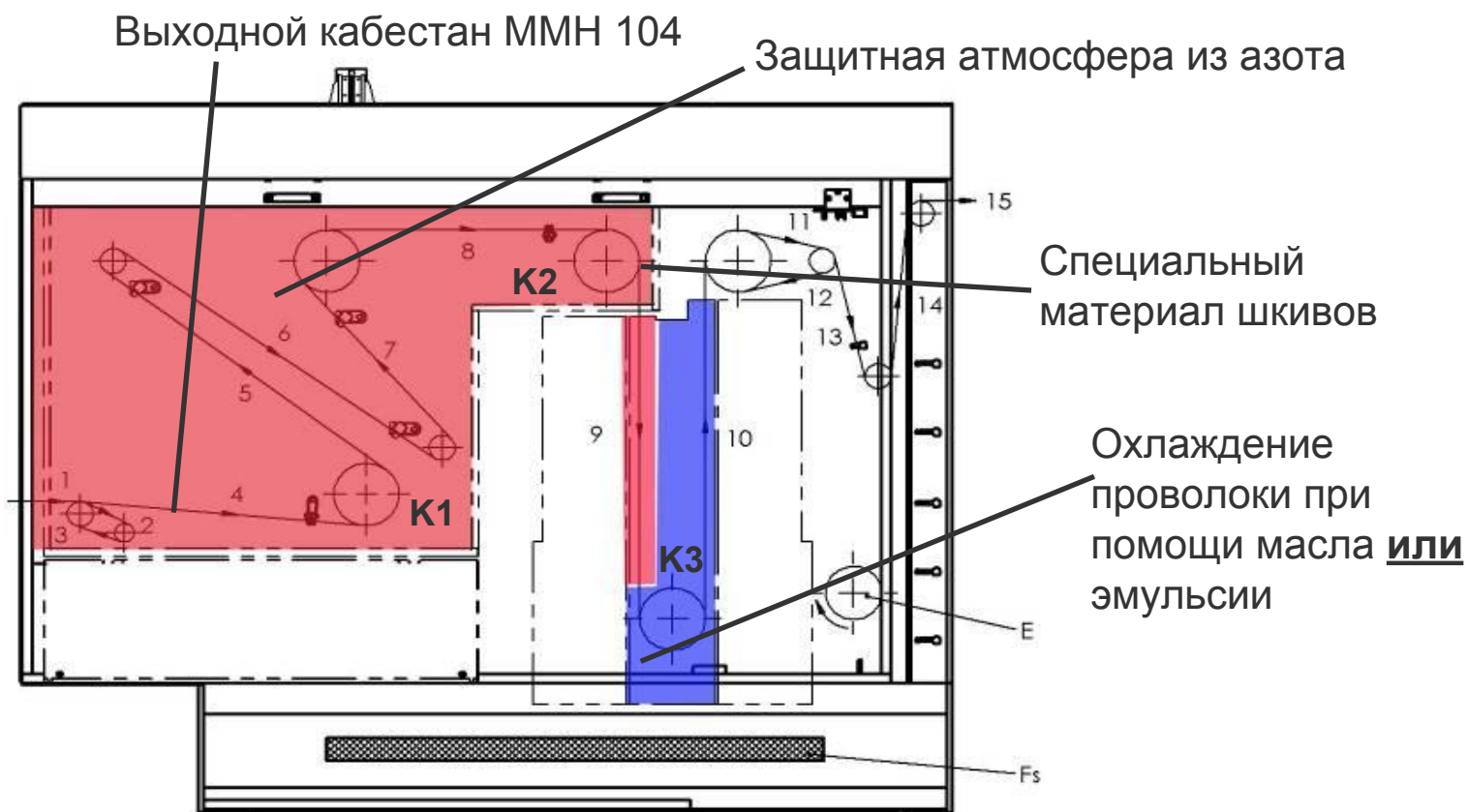
входной диаметр      16 x 2.5 мм  
количество ступеней волочения      23  
диаметр кабестана      6 x 100 + 16 x 80 мм  
макс. скорость линии      36 м/с

#### RMA 201

макс. сила тока при отжиге      2000 А  
макс. мощность при отжиге      50 кВт  
диаметр проволоки на выходе      0.15 ... 0.60 мм



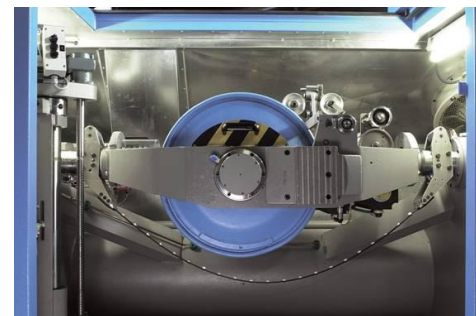
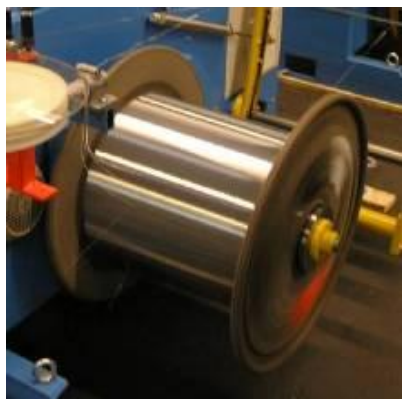
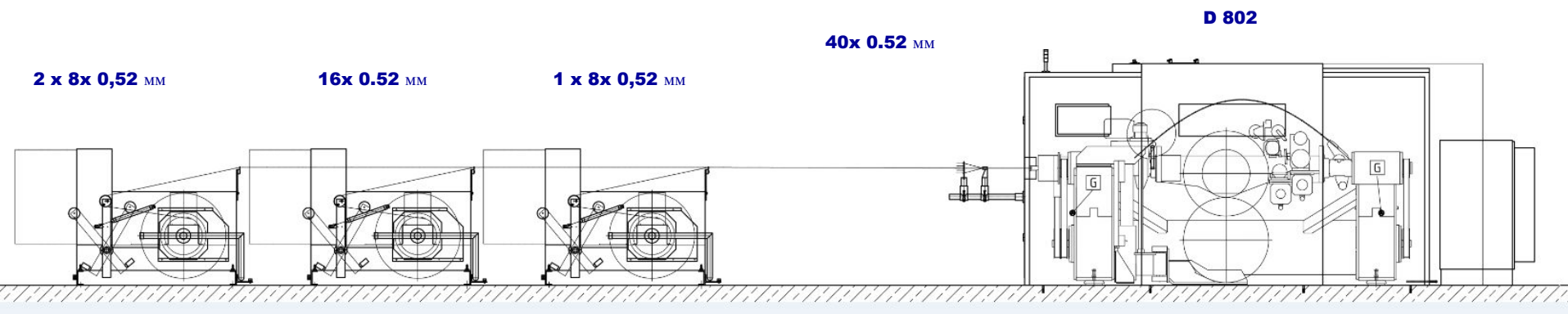
## Приставка отжига для алюминия – RMA 201





## 2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей

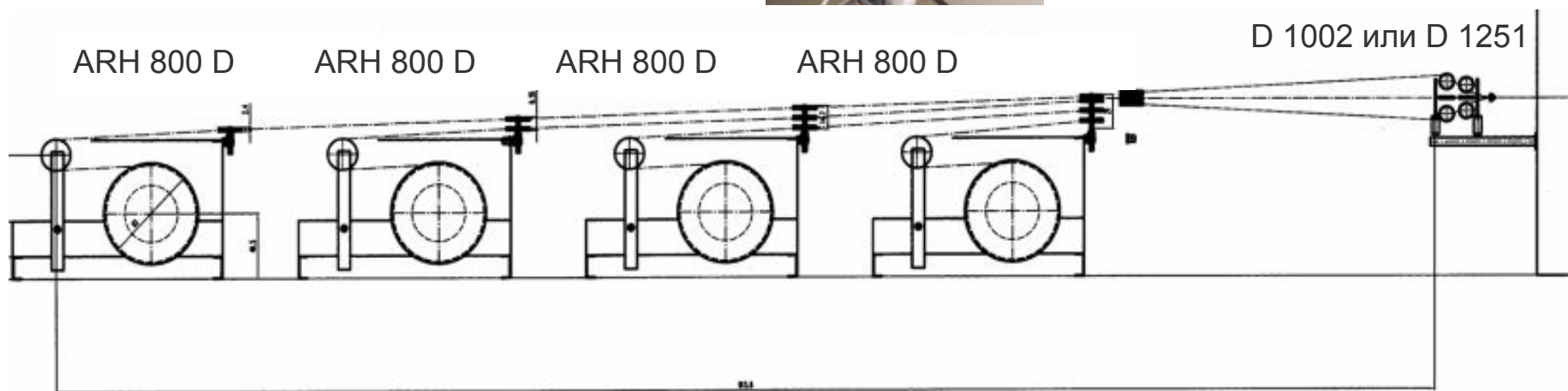
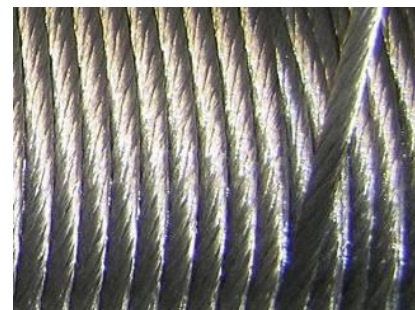
### Машина двойной скрутки для алюминия ARH 800 + D 802 (предварительная скрутка)



## 2. Алюминиевые провода для аккумуляторных батарей

### Машина двойной скрутки хаотичной / упорядоченной

$$7 \times (40 \times 0.52) = 60 \text{ мм}^2$$



### 3. Экранированные провода для транспортных средств

- Высокий уровень тока создает сильное магнитное поле (электромагнитная интерференция)
- В гибридных автомобилях и электромобилях применяется высокое напряжение, при этом необходима защита от силовых кабелей

#### Процесс производства:

- Многониточное волочение с отжигом
- Скрутка
- Экструзия

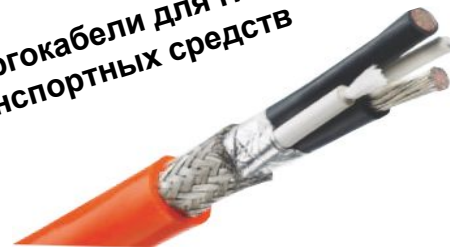
#### Дополнительные этапы производства :

- Скрутка пары
- Оплетка
- Нанесение защитного экрана (фольги)

Информационный или передающий кабели защищены экраном



Энергокабели для гибридных транспортных средств



### 3. Экранированные провода для транспортных средств

## Машины двойной скрутки

	DSI 631	DSI 1001
Диаметр скрутки, мм	макс. 8	макс. 12
Сечение проводника	AWG20 ... AWG30	AWG20 ... AWG7
Шаг скрутки, мм	10 ... 120	20 ... 400
макс. кол-во скруток/мин.	5600	3200



### 3. Экранированные провода для транспортных средств

## Оплеточные машины BMV 24 Z + BZ 380 (24 катушкодержателя с нанесением защитной ленты под и поверх экрана)



## 4. Провода из медных сплавов для сигнальных кабелей

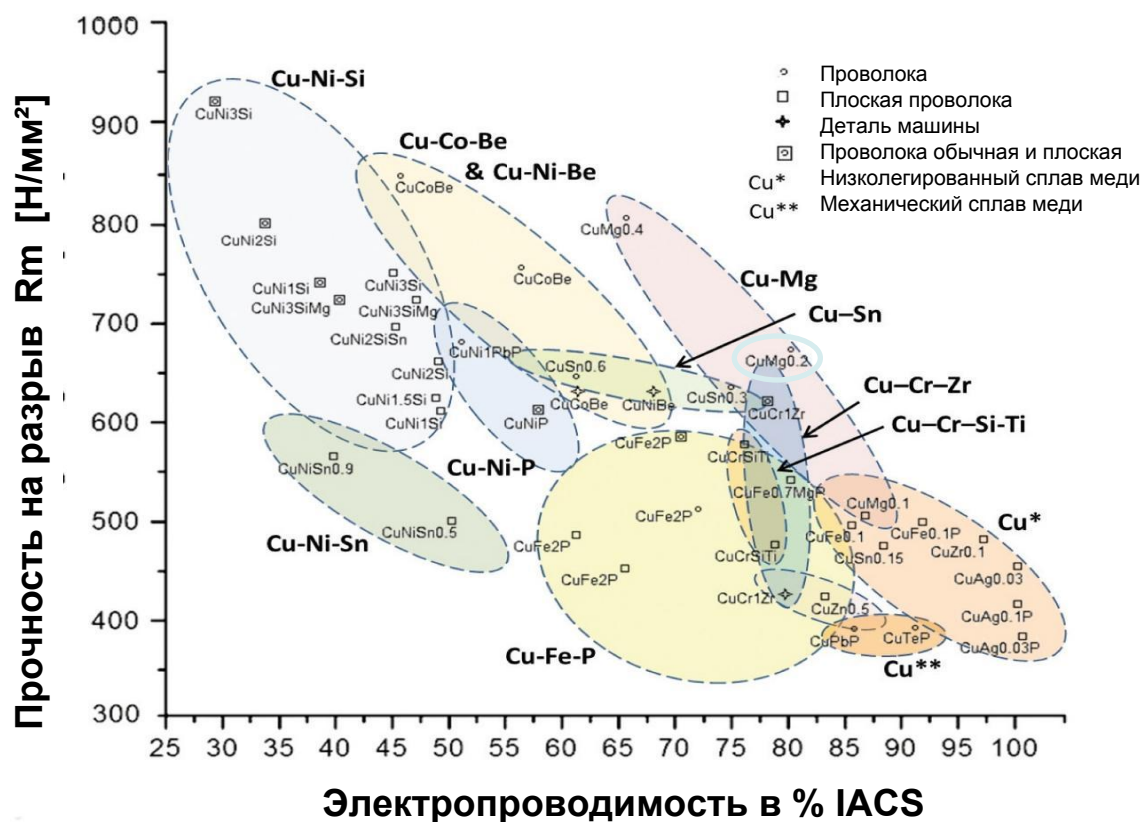
Для снижения веса и габаритов сигнальных кабелей они в будущем будут изготавливаться из Медных Сплавов

Конструкция Симметричной Жилы при уменьшении толщины Стенки Изоляции в соответствии с LV II2

Номинальное сечение проводника (мм <sup>2</sup> )	Одиночная проволока		Сечение мин. (мм <sup>2</sup> )	Прочность на разрыв мин. (МПа)	мин. Электросопротивл. при 20°С одиночной оголенной проволоки Cu (mΩ/m)	Проводимость (IACS)	Вес изолированной проволоки в PVC (г/м)
	Кол-во	Диаметр, мм					
CuMg 0,2 0,13	7	0,155 till 0,16	0,134	670	142,8	75%	1,8
CuSn 0,3 0,13	7	0,155 till 0,16	0,139	620	142,8	72%	1,8
CuAg 0,1 0,17	7	0,18 till 0,185	0,156	540	96,6	95%	2,1

**Процесс производства:** Многониточное волочение,  
Скрутка, Экструзия

# Проводимость медных сплавов в соотношении с прочностью на разрыв



Используемый ресурс: Deutsches Kupferinstitut



## Процесс волочения для медных сплавов

Необходимые свойства материалов:

- Возможность тонкого волочения
- Возможность многониточного волочения

→ Подходящий материал:  
**CuMg0,2**

## Необходимые условия для использования CuMg0,2

- Из-за высокой чувствительности к кислороду допустим только процесс UpCast для изготовления сплава CuMg0,2 без окисления
- Высокая степень однородности распределения Магния в Меди для избегания их разделения при литье
- Лишь немногие производители обладают данным «ноу-хау» и способны обрабатывать указанный вид сырья



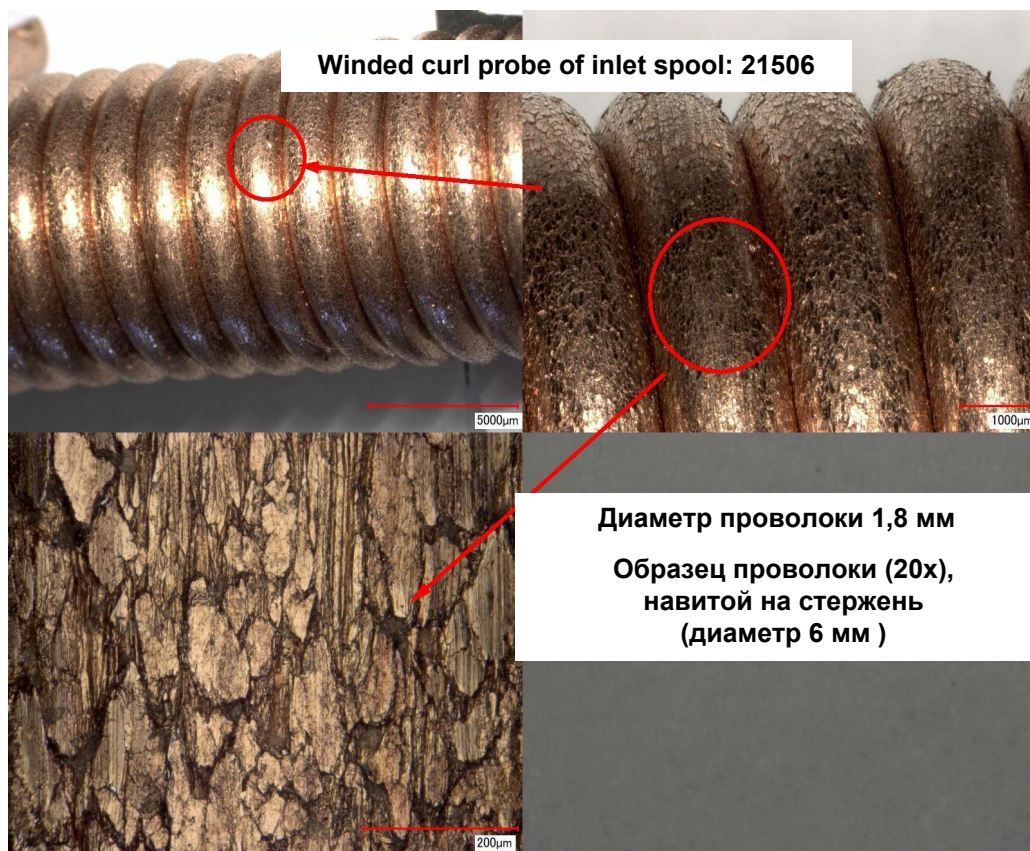
## Примеры чашечных и конических обрывов проволоки из-за её низкого качества

Обрыв проволоки ММН при 15 м/с, диаметр 0,2851 мм



Отсутствие высокой степени однородности распределения Магния в Медной кристаллической решетке (приводит к разделению при литье)

## CuMg0,2-проволока с окисленной поверхностью



Необработанное сырье  
содержит кислород:  
по этой причине уменьшается  
срок службы волок из-за грубой  
поверхности проволоки

#### 4. Провода из медных сплавов для сигнальных кабелей

### Последствия для волок



Высокий уровень абразивности  
(угол прохода  $18^\circ$ )

Рекомендуется меньший угол  
прохода (угол прохода  $14^\circ$ )

## Требования для процесса Скрутки CuMg0,2

«Коронный эффект» (центральная проволока после обрезания оказывается длиннее чем остальные, окружающие её проволоки: жила 6+1) должен быть устранен.

Жила должна быть максимально прямой, исключая любую степень изгибов

Решение NIEHOFF:

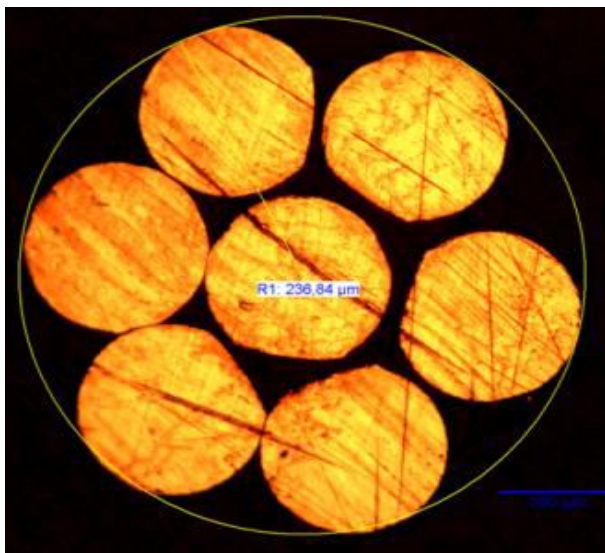
Преформация натяжением и распрямление (запатентовано)



## 4. Провода из медных сплавов для сигнальных кабелей

### Уплотнение жил

Уплотнение перед скруткой  
(стандартный способ  
производства)



Необходим большой диаметр изоляции из-за изгибов одиночной проволоки во время скрутки

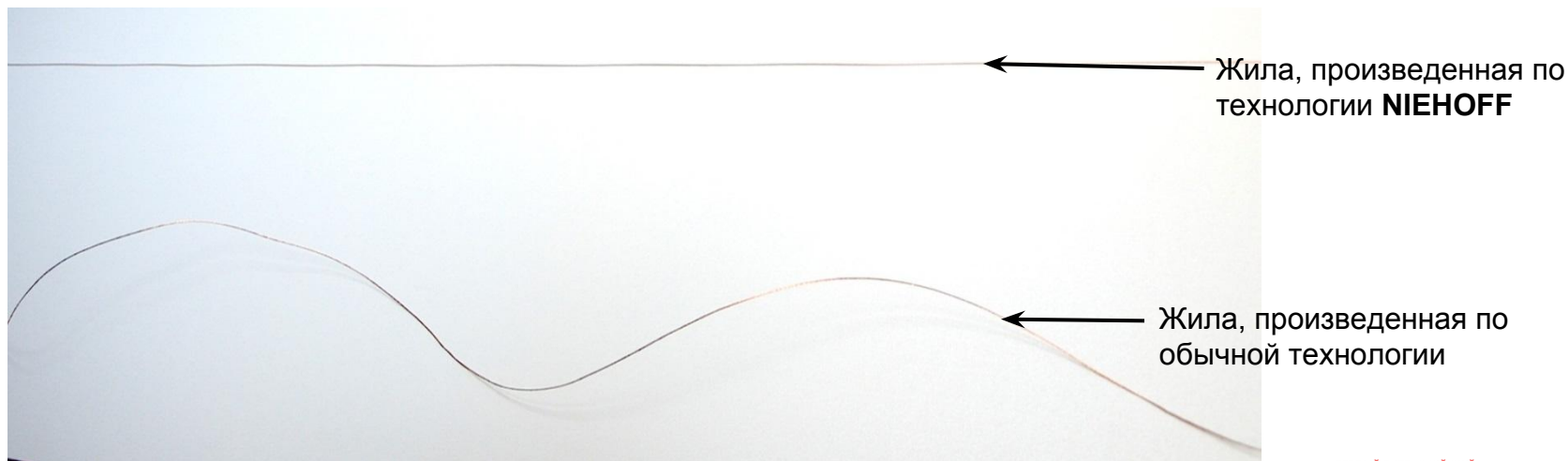
Преформация натяжением и  
распрямление  
(Решение NIEHOFF)



Отсутствуют изгибы  
одиночной проволоки

## Результаты испытаний по технологии NIEHOFF:

- Жила 7 x 0,156 мм
- Шаг скрутки: 12 мм
- Скорость производства: 6.500 **скр/мин**
- Прочность на разрыв (в среднем более 7 проволок): са. 700МПа (в зависимости от Сплава)
- Удлинение при разрыве: (в среднем более 7 проволок): 3,5%
- Прямая жила, отсутствует «Коронный эффект»



# Прогнозы

Дальнейшее развитие в производстве автомобильных проводов в большей степени зависит от технологических разработок в автомобильной промышленности.

- Сигнальные провода с маленьким сечением требуют более высокого показателя уровня прочности на разрыв, который достигается с помощью применения медных сплавов (CuMg, CuAg, CuSn) или использованием сложных материалов, таких как CCS, Cu с армирующими волокнами
- Более высокое напряжения 400В – 48В – 24В для электромобилей и гибридных автомобилей

## Спасибо за внимание.

Филиал коммандитного  
общества Maschinenfabrik  
NIEHOFF GmbH und Co. KG

111020, Россия, Москва, ул.  
Сторожевая, 4, стр.1

Телефон: 8 499 9295537

info@niehoff.de  
www.niehoff.de

Кирилл Дьячков

Менеджер по продажам

Телефон: +7 916 4419787

[k.diyachkov@niehoff.de](mailto:k.diyachkov@niehoff.de)