

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДВОЙНОЙ СКРУТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОКОПРОВОДЯЩИХ ЖИЛ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

*Ш. Харрингтон, менеджер по продажам
и маркетингу компании Seeco Bartell Products,
Bartell Machinery Systems LLC*

Производство силовых кабелей с использованием машин двойной скрутки – это быстро развивающаяся область кабельной техники в немалой степени благодаря экономическим преимуществам и производственной гибкости при применении данного типа машин, особенно когда оно совмещено с запатентованной технологией преформирования токопроводящих жил (ТПЖ) компании Seeco Bartell.

На машинах двойной скрутки изготавливается та же самая продукция, что и на крутильных машинах, где в качестве отдающей тары выступают катушки (барабаны). Машин двойной скрутки имеют следующие преимущества перед традиционными:

- низкие капиталовложения по сравнению с сигарными и фонарными крутильными машинами;
- очень высокие производственные скорости;
- сниженные требования к производственной площади;
- использование статических отдающих устройств большой емкости с возможностью непрерывной работы, что обеспечивает минимальное время простоя машины;

- уменьшение количества типоразмеров требуемой для скрутки проволоки при использовании запатентованной технологии преформирования компании Seeco Bartell;

- небольшая численность обслуживающего персонала, что обеспечивает экономию заработной платы.

Различные способы скрутки приведены в табл. 1. Капитальные затраты на скрутку для машины двойной скрутки могут быть приняты за «1» в сравнении с другими способами. Очевидно, что это самое экономичное решение для конструкции многопроволочной жилы, состоящей из нескольких повивов.

Необходимо учитывать два важных положения.

1. Машина двойной скрутки обеспечивает 1200 скруток/мин., в то время как, для сравнения, фонарная машина жесткорамного типа (без открутки) в лучшем случае эксплуатируется при 350 об./мин.

2. Несмотря на то что время загрузки 19 катушек с диаметром щеки 630 мм (стандарт DIN) может быть сведено к минимуму, фонарная машина должна все

Таблица 1

Характеристики различных типов крутильных машин

Показатели	Машина двойной скрутки	Машина SZ-скрутки	Машина сигарного типа	Машина общей скрутки	Машина фонарного типа без открутки (БО)	Машина фонарного типа с откруткой (СО)
Затраты / Скрутка	1	0,8– 2	3–5	7–16	9–12	16–24
«Рабочий фактор»	Важен (БО)	Почти отсутствует (СО)	Почти отсутствует (СО)	Важен (БО)	Важен (БО)	Почти отсутствует (СО)
Ограничения по скрутке	Только однонаправленная скрутка	–	Нет	Нет	Нет	Нет
Ограничения по повивам	До 4 повивов	Нет	1 повив	Нет	Нет	Нет
Типовое отдающее устройство	Контейнер	Контейнер	Катушка	Контейнер	Катушка	Катушка
Режимы работы отдающего устройства	Непрерывный	Непрерывный	Необходим цикл загрузки	Непрерывный	Необходим цикл загрузки	Необходим цикл загрузки

равно быть остановлена для того, чтобы вновь заменить катушки и сварить проволоки.

Предполагается, что даже при наличии современных автоматических загрузчиков два оператора затратят от 30 до 45 минут для завершения загрузочного цикла.

Вместо использования автоматических средств замены в отдающих системах оператор может заменить 19 контейнеров с проволокой и сварить концы проволоки во время работы машины двойной скрутки. Машина останавливается только на время замены приемного барабана, что не должно занять более 10 минут, кроме того, необходим только один оператор.

Машина двойной скрутки обеспечивает более высокую производительность, а также имеет относительно низкие капитальные затраты, что дает наилучшее экономическое решение.

Это преимущество возрастает, когда для сравнения анализируется запатентованная технология преформирования компании Seeco Bartell. Традиционно для изготовления скрученной ТПЖ необходимо использовать проволоку определенного диаметра. Для получения проволоки другого диаметра обычно необходима перезаправка волочильной машины. Для конструкции некоторых ТПЖ требуется более чем один типоразмер проволоки, что связано с многочисленными перезаправками крутильной машины. Время заправки на стадии волочения и скрутки, связанное с запасами проволок нужного диаметра, лишь увеличивает затраты по переработке катанки до многопроволочной жилы.

Концепция «одна входная (исходная) проволока» (ОВП) исключает многое из этой ненужной работы, связанной с традиционной технологией при использовании одного и того же входного диаметра проволоки для всего диапазона скрученных ТПЖ. Это обеспечивает:

- увеличение производительности волочильной машины;

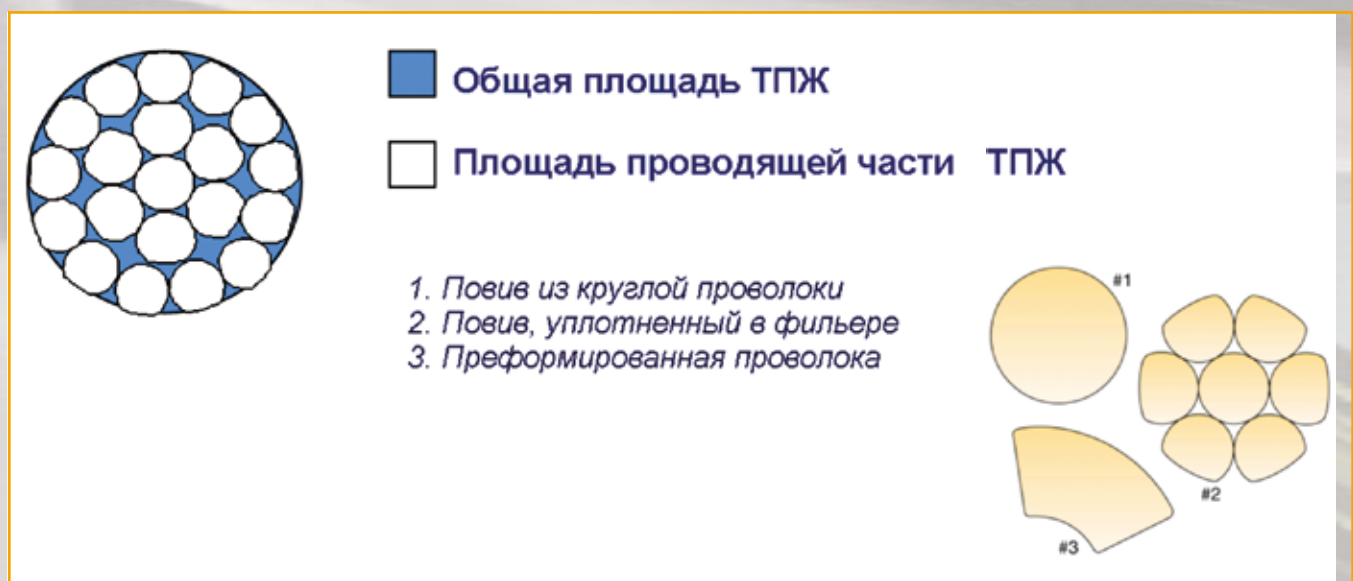
- уменьшение количества волок (фильер) на складе (в обороте);
- снижение брака;
- значительное уменьшение работы в процессе;
- минимальное время замены отдающих устройств на крутильной машине;
- увеличение производительности крутильной машины;
- ускорение цикла производства (концепция «немедленного производства»);
- упрощение полного процесса скрутки;
- существенное снижение параметров, необходимых производителю для управления процессом.

Преимущества технологии ОВП могут быть наилучшим образом показаны при анализе:

- конструкции ТПЖ;
- электрического сопротивления/удельной электропроводности ТПЖ;
- экономии изоляционных материалов.

Конструкция ТПЖ

Большая проблема для сегодняшних производителей – это определить, какая цель должна быть выбрана в пределах всего объема технических требований. Если бы критерии для определения конструкции были основаны исключительно на экономике, то промышленность должна была бы стремиться к программе производства ТПЖ по системе Unilay (однонаправленные повивы) и к самому маленькому диаметру, который только может быть в пределах этой программы. Эта программа дает наибольшие возможности, так как обеспечивает минимальный диаметр многопроволочной жилы, а следовательно, экономию изоляции при ее заданной толщине. Дополнительный фактор (который, между прочим, не определен количественно в технических условиях) – это гибкость многопроволочной жилы. Хороший показатель для гибкости ТПЖ – это коэффициент уплотнения многопроволочной жилы. Обычно чем



выше коэффициент уплотнения, тем менее гибкая ТПЖ, и наоборот.

Коэффициент уплотнения многопроволочной жилы – это отношение площади ТПЖ ко всей площади, содержащей эти элементы. Этот коэффициент обычно выражен в процентах. Например, коэффициент уплотнения 100% представляет собой сплошную однопроволочную ТПЖ. В многопроволочной жиле коэффициент уплотнения 96% – это площадь проводящей части ТПЖ.

В создании многопроволочной жилы выделяют обычно три конструктивных элемента. Они включают в себя круглую проволоку, повив, сформированный при прохождении через фильеру, и преформированный повив.

Конструктивные элементы

Здесь можно определить множество вариантов при одном и том же коэффициенте уплотнения. В качестве примера может рассматриваться жила с преформированным повивом внутри и многопроволочная жила с тем же самым коэффициентом уплотнения с преформированным повивом снаружи.

Каждый конструктивный элемент имеет некоторую степень снижения исходной площади в процессе скрутки. Круглая проволока удлиняется; повивы, сформированные в фильере, могут иметь сниже-

ние сечения до 18% и повивы из преформированной проволоки – до 24%.

Коэффициент уплотнения – это только один фактор. Существуют также и другие, имеющие отношение к физическим свойствам материала ТПЖ и конструкции каждого повива.

Электрическое сопротивление ТПЖ/Удельная электропроводность

На электрическое сопротивление многопроволочной жилы оказывают влияние удельная электропроводность применяемого материала, физические свойства материала и конструкция многопроволочной жилы.

Удельная электропроводность

Северная Америка постепенно переходит на технические условия, принятые в Европе. В рамках этой системы измерение сопротивления фигурирует как приемочный критерий для многопроволочной жилы. Удельной электропроводности входного материала уделяется такое же внимание, как и конструкции многопроволочной жилы. Уход от традиционного метода измерения веса дает экономию, которая была невозможна до этого.

Электрическое сопротивление ТПЖ

Если взять, например, типовое значение удельной электрической проводимости катанки, полученной методом непрерывного литья, то можно видеть, что данное изделие имеет удельную электрическую проводимость на 1,8% выше по сравнению с проводимостью, которая регламентирована в технических условиях.

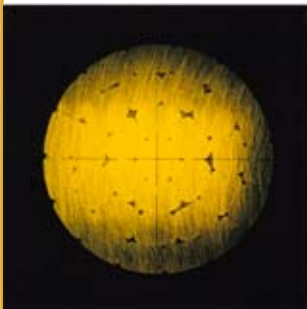
Измерение сопротивления дает возможность учесть этот показатель в конструкции многопроволочной жилы, что обычно приводит к экономии более чем на 1,0%.

Физические свойства

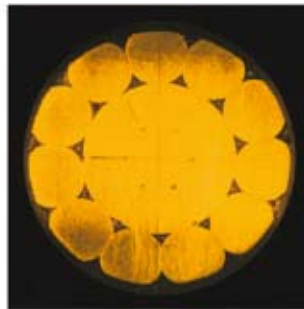
Удельная электропроводность исходной проволоки изменяется в процессе скрутки. Это происходит из-за механической деформации (наклепа) в процессе производства многопроволочной жилы, что приводит к:

- удлинению проволоки во время технологического процесса;
- уменьшению площади поперечного сечения из-за уплотнения повивов, сформированных в фильере;
- уменьшению площади поперечного сечения или преформированию исходной проволоки для производства требуемого сечения при определенном коэффициенте уплотнения.

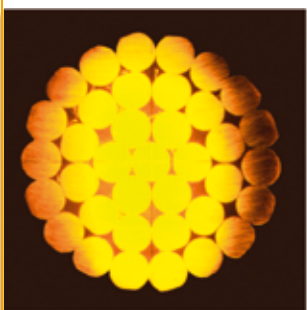
ТПЖ, скрученные способом Unilay (однонаправленные повивы)



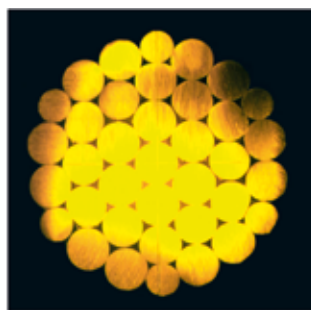
УПЛОТНЕННАЯ
О/Т/Т/Т



УПЛОТНЕННАЯ
О/Т/О

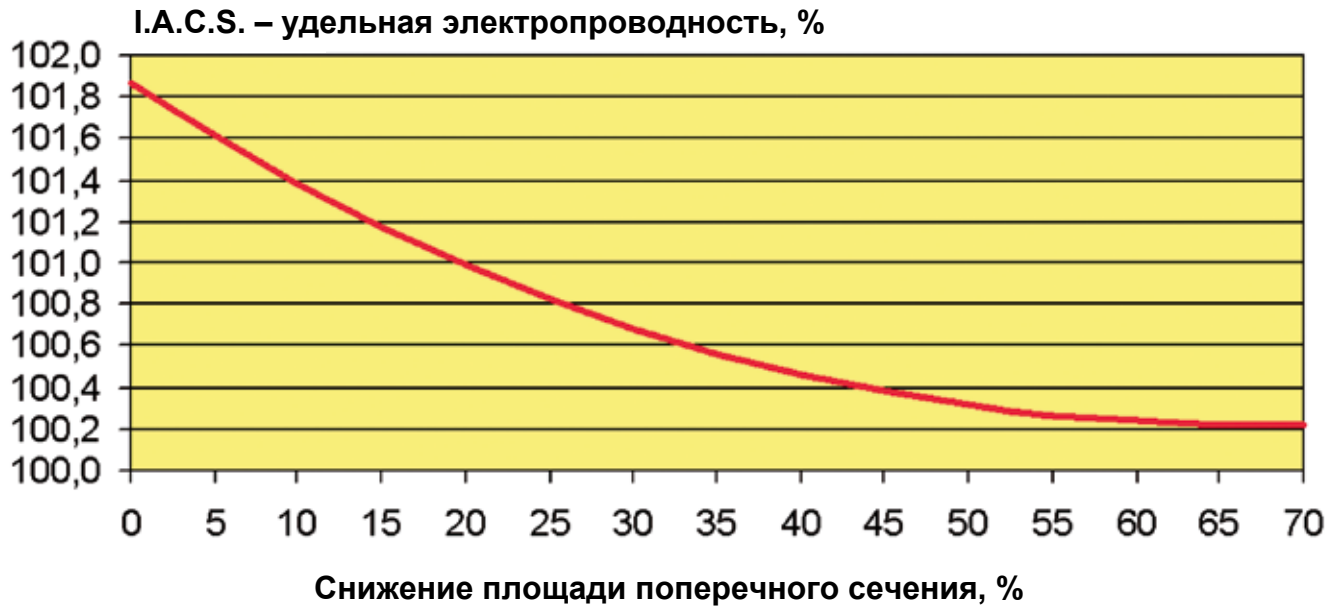


УПЛОТНЕННАЯ
О/О/О/О



Однонаправленные
повивы (Unilay)
О/О/О/О

**Зависимость удельной электропроводности от снижения площади сечения
(материал: отожженная медная проволока диаметром 2,6 мм)**



Конструкция

Следующий показатель в анализе – это кратность шага скрутки многопроволочной жилы, то есть отношение шага скрутки к диаметру этой скрутки. Чем больше кратность шага скрутки, тем длиннее шаг скрутки и ниже сопротивление скрутки.

Зависимость удельной электропроводности от кратности шага скрутки

Из-за огромного количества конструкций многопроволочных жил, которые используются в промышленности, удобно применять математическую модель для

Зависимость электрического сопротивления от кратности шага скрутки для изготовленной многопроволочной скрученной ТГЖ

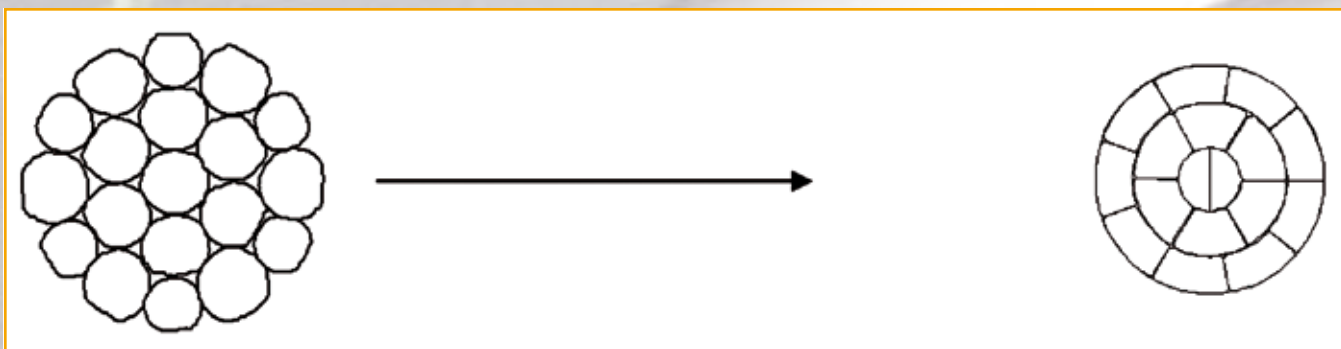


облегчения их расчета. Эта модель использует теоретические и количественные (практические) данные, которые дают возможность прогнозирования сопротивления жилы. Более того, эта программа анализирует геометрию многопроволочной жилы для оптимизации рабочих характеристик машины. Результат – точное прогнозирование конечного сопротивления многопроволочной жилы.

Рекомендуется учитывать технологические операции перед рассмотрением требований к оборудованию, так как конструкция многопроволочной жилы может оказывать существенное влияние на материальные затраты, которые используются для производства всего диапазона ТПЖ.

ЭКОНОМИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Если рассмотреть уплотненный проводник с изоляцией из сшитого полиэтилена (с большим коэффициентом уплотнения) и предположить, что он имеет такую же гибкость, как и используемый в настоящее время уплотненный проводник из разнонаправленных повивов (или комбинации конструкций с однонаправленными повивами Unilay), то можно увидеть существенную экономию изоляции, которая объяснила бы преимущества такого уплотнения.



Экономический анализ ТПЖ сечением 95 мм ² с СПЭ-изоляцией			
Коэффициент уплотнения	86%	92%	96%
Конструкция	1+6+13	1+6+11	2+6+9
Наружный диаметр, мм	11,719	11,39	11,07
Площадь наружных зазоров, мм ²	15,88	0,710	0,663
Стоимость изоляции, доллар США/км	131,35	109,55	106,83

ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ			
Повив	Толщина изоляции, мм	Стоимость изоляционного материала, доллар США/кг	Экономический показатель
один	1,4	2,1	0,65

Заключение

Экономия производственных затрат зависит от многих факторов, таких как: существующее производственное оборудование на предприятиях, где в настоящее время многопроволочная жила производится собственными силами или приобретается; хранение и контроль входящей медной или алюминиевой проволоки; поддержание общего технического состояния и контроль высокоскоростных крутильных машин двойной скрутки. При наиболее благоприят-

ных условиях затраты на оборудование имеют поразительно короткий срок окупаемости, но, несомненно, должны быть подсчитаны для каждой конкретной области применения машины.

Высокие технические характеристики машин двойной скрутки, объединенные с запатентованной компанией Сеесо Bartell технологией преформирования, позволяют производителям кабелей снизить затраты, не подвергая риску технические характеристики изготовленной ТПЖ. Понимание этой и других новых технологий будет способствовать усовершенствованию конструкции многопроволочной жилы и даст возможность в дальнейшем оптимизировать производство скрученных ТПЖ.

ВСЕ СПЕКТР КРУТИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



+7 (095) 225-2532
www.kaeler.com
<http://www.ceecobartell.com>
 email: postmaster@kaeler.com