

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБМОТКЕ ЛЕНТАМИ ПРОВОЛОКИ И ЗАГОТОВКИ КАБЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОБИН В ЦЕНТРОВОМ ОБМОТЧИКЕ



По материалам презентации фирмы WTM (Италия) на 38-ом общем собрании Международной Ассоциации «Интеркабель»

В настоящее время при производстве проводов и кабелей широко применяется изолирование методом обмотки. Использование ленточной изоляции необходимо для обеспечения требуемых диэлектрических, механических и температурных характеристик при заданной геометрии кабельного изделия. Эти характеристики не всегда могут быть достигнуты с использованием других способов наложения изоляции. Процесс обмотки применяется в производстве многих видов кабельной продукции, в том числе:

- не распространяющих горение и огнестойких кабелей, например, контрольных;
- проводов для двигателей и генераторов;
- проводов для силовых трансформаторов;
- нагревательных кабелей;
- высокотемпературных проводов и кабелей специального назначения;
- облегченных проводов для аэрокосмической промышленности;
- коаксиальных кабелей;
- экранированных кабелей и проводов различного назначения.

Процесс обмотки довольно медленный по сравнению с другими способами наложения изоляции. Однако при производстве некоторых специальных типов кабелей этот процесс практически незаменим. Использование центровых обмотчиков (рис. 1) вместо тангенциальных обеспечивает максимально высокую производительность. Число оборотов обмотчика может составлять 3000 об/мин.

Однако реальные производственные скорости очень сильно зависят от способности ленты выдерживать большие механические напряжения, которые возникают как следствие давления воздуха при высокой частоте вращения обмотчика. Этот эффект становится более значительным при использовании для обмотки широких лент, так как в этом случае действие потоков воздуха на поверхность ленты приводит к её колебаниям, которые невоз-



Рис. 1

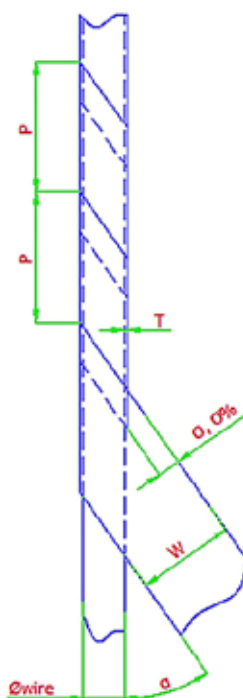
можно контролировать, что влияет на точность наложения ленты. Поэтому с учетом особенностей физического процесса неизбежны ограничения скорости вращения и соответственно линейной скорости движения кабельного изделия при наложении лент.

Увеличение производительности может быть достигнуто лишь при учете нескольких важных моментов, которые будут рассмотрены ниже.

1. Первый – возможность применения для обмотки более широких лент за счет определенных технологических решений. Это позволяет получить больший шаг обмотки при равной степени перекрытия и равной скорости, что в итоге дает большую производственную скорость (рис. 2).



Рис. 2



2. Другая возможность – это использование обмотчиков, в которых вместо роликов лент применяются бобины. Это позволяет снизить время остановки машины для смены ленты во время обмотки, что значительно увеличивает эффективность процесса.

3. Третья возможность – применение двух или более обмоточных головок, работа которых должна быть максимально синхронизирована. Идея состоит в том, чтобы первый слой ленты накладывать точно встык, а последующие слои с перекрытием 50%. Таким образом достигается максимально возможный шаг обмотки и по существу обеспечивается 100% перекрытие.

Рис. 3. \varnothing – диаметр проволоки, α – угол наложения ленты, T – толщина ленты, P – шаг обмотки, W – ширина ленты

Расчет оптимальной ширины ленты для обмотки жилы основан на классических тригонометрических соотношениях (рис. 3).

Ширина ленты рассчитывается исходя из диаметра жилы, необходимой степени перекрытия, толщины ленты и оптимального угла обмотки. Пример расчета для обмотки проволоки диаметром 1,5 мм лентой шириной 6,95 мм приведен на рис. 4.

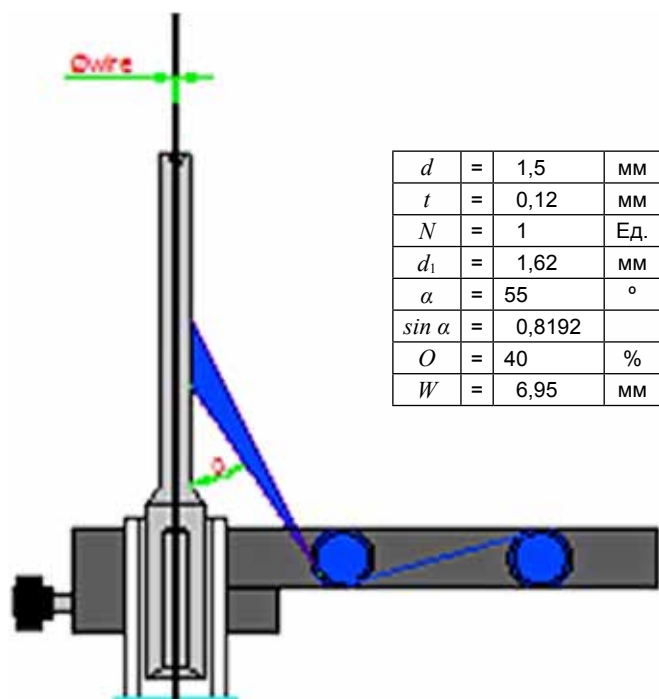


Рис. 4



Частота вращения = 2000 об/мин	Частота вращения = 2000 об/мин
Ширина ленты = 12 мм	Ширина ленты = 15 мм
Шаг обмотки = 13 мм	Шаг обмотки = 19 мм
Линейная производственная скорость = 26 м/мин	Линейная производственная скорость = 38 м/мин

Рис. 5

На рис. 4: N – корректирующий фактор; d_1 – диаметр + односторонняя толщина ленты; O – перекрытие в %.

Зная ширину ленты, можно определить оптимальный шаг обмотки. Этот шаг рассчитывается на основе тригонометрических формул и нескольких корректирующих коэффициентов, определяемых эмпирически. Для расчетов может использоваться предварительная оценка табличных данных или специальная программа, которая может быть добавлена к интерфейсу оператора. Так, при обмотке заготовки кабеля с наружным диаметром 4,8 мм лентой шириной 15 мм и толщиной 0,12 мм с перекрытием 3 мм (20 %) оптимальный шаг обмотки составит 19,82 мм. При этом угол наложения лент (их несколько) изменяется от 37,3 до 52,7°. Тем не менее, лучше применять как можно более широкую ленту, даже если угол обмотки при этом значительно уменьшится, с целью увеличить шаг обмотки. В этом случае при равной скорости вращения обмотчика линейная скорость повысится (рис. 5).

Реальная частота вращения обмотчика, даже если качество ленты оптимальное, редко превышает 2200–2500 об/мин из-за ограничений, связанных с воздействием больших механических напряжений, возникающих вследствие влияния потоков воздуха. Производительность и эффективность процесса обмотки увеличиваются, если снижается «мертвое» время машины, то есть время, которое требуется для смены ролика или бобины ленты.

Применение бобин с крестовой намоткой вместо роликов позволяет использовать обмотчики с высокой частотой вращения и дает возможность работать на современных высокоскоростных обмоточных машинах даже с самыми узкими лентами (от 4 мм) с бобинами, длина ленты на которых превышает 10 000 м (рис. 6).

Очень важными преимуществами применения бобин вместо роликов являются:

- снижение «мертвого» времени машины;
- нулевой отход (нет соединений в процессе срабатывания бобины);
- более высокая производительность;
- снижение расходов на персонал (один оператор обслуживает несколько машин);
- непрерывность производства.

Все это приводит к снижению стоимости производства.

Количество ленты в ролике, даже при его диаметре 400 мм, ограничено. Обычно один ролик диаметром 400 мм с внутренним отверстием 76 мм вмещает около 1000 метров ленты толщиной 0,12 мм. При высокой скорости обмотки возникает проблема непрерывной работы линии, требуются более частые остановки линии для смены ленты, что увеличивает «мертвое» время. Фирма WTM разработала варианты оптимального использования обмоточных головок

Ролики

Бобины с диаметром 200 мм

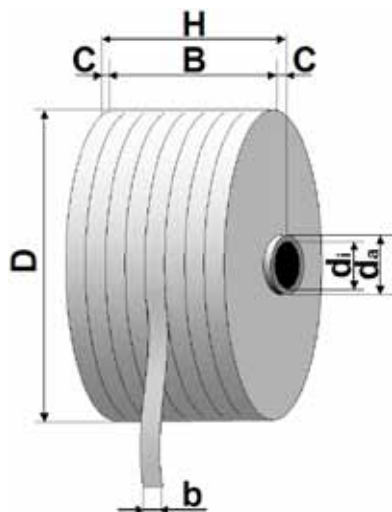
Бобины с диаметром 300 мм



Рис. 6

не только для роликов, но и для бобин, причем довольно большого диаметра, что приводит к более высокой производительности линии.

Типичные размеры шпуль и соответствующее количество ленты приведены на рис. 7.



Расчет количества ленты для шпуль с крестовой намоткой (CWS)

Тип головки	CWS диам. 200	CWS диам. 230	CWS диам. 300
<i>B</i>	90 мм	90 мм	120 мм
<i>C</i>	5 мм	5 мм	5 мм
<i>D</i>	200 мм	230 мм	300 мм
<i>H</i>	100 мм	100 мм	130 мм
<i>da</i>	86 мм	86 мм	86 мм
<i>di</i>	76 мм	76 мм	76 мм
<i>b</i>	6 мм	6 мм	6 мм
<i>s</i> (толщина)	0,12 мм	0,12 мм	0,12 мм
Длина	3,096 м	4,321 м	10,459 м

Рис. 7

Из рис. 7 следует, что одна бобина с крестовой намоткой вмещает от 3 до 10 раз большее количество ленты (в зависимости от размеров бобины), чем одинарный ролик.

Оборудование фирмы WTM имеет модульную конструкцию, что позволяет адаптировать различные типы центровых обмоточных головок к различным обмоточным машинам, как вертикальным, так и горизонтальным. Вращающийся шпиндель отделен от головки, поэтому одна и та же машина может быть укомплектована:

- механическими головками для роликов диаметром 400 мм;
- механическими головками для бобин диаметром 200, высотой 100 мм;
- механическими головками для бобин диаметром 230, высотой 100 мм;
- приводными головками для бобин большого размера, имеющих диаметр 300 мм, высоту 120 мм, вес до 12 кг и емкость до 6000–10 000 м ленты.

Центровой обмотчик обеспечивает высокую частоту вращения, которая в случае механических головок для роликов может достигать 3000 об/мин.

Для установки и контроля натяжения ленты во время обмотки применяются различные системы, особенности которых приведены ниже.

а) Механические центровые обмоточные головки для роликов типа TH/400 и для бобин типа TW/200. Такие головки обеспечивают контроль натяжения ленты за счет саморегулируемого трения, которое компенсирует натяжение во время работы, причем натяжение не зависит от уменьшения диаметра ролика или бобин.

б) Механические центровые обмоточные головки, пригодные для бобин типа TW/230. Они обеспечивают контроль натяжения ленты за счет саморегулируемого трения, которое компенсирует натяжение во время работы, причем натяжение не зависит от уменьшения диаметра ролика или бобин. В этом случае двигатель приводит во вращение головку, и натяжение ленты устанавливается двигателем с электронным управлением с возможностью делать это во время работы линии.

в) Сдвоенная моторизованная обмоточная головка, пригодная для бобин большого размера типа TWM/300. Главный двигатель приводит во вращение головку, а другой двигатель дает вращение шпуле, таким образом, отсутствует влияние на натяжение ленты из-за её значительной массы. Оба двигателя отлично синхронизируются между собой с помощью электрического вала и электронного компенсатора, который напрямую действует на ленту, обеспечивая требуемое натяжение.

Средняя производственная частота вращения обмотчиков при использовании бобин составляет примерно 2200 об/мин. В этом случае, применяя для обмотки бобины диаметром 230 мм вместо роликов диаметром 400 мм, можно повысить производительность на 11–20 %. Если рассчитывать производительность на одного рабочего-оператора, то эта производительность при использовании для обмотки бобин вместо роликов возрастает в 4,6 раза.

Разработанная фирмой горизонтальная обмоточная машина с системой наблюдения «on-line» показана на рис. 8. Эта машина применяется, в основном, для производства обмоточных проводов. Машина в основном варианте исполнения имеет две синхронизированные обмоточные головки. Первая головка 1 накладывает ленту встык таким образом, что обеспечивается отсутствие просветов в ленточном покрытии. Вторая головка накладывает вторую ленту с перекрытием (обычно 50 %).

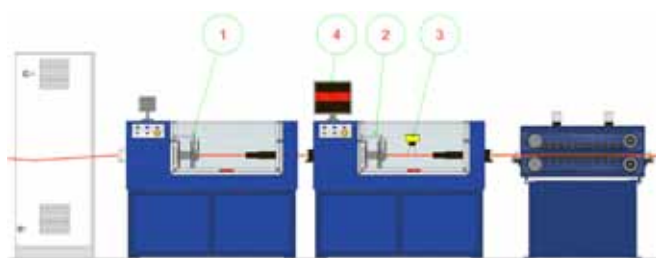


Рис. 8

Чтобы контролировать и регулировать положение второй ленты, применяется система наблюдения (3), позволяющая определить положение второй ленты по сравнению с первой в режиме реального времени. Это положение трансформируется в сигнал обратной связи (4), который позволяет регулировать частоту вращения головки (2) и, соответственно, шаг обмотки лентой.

Обмоточные машины фирмы WTM успешно эксплуатируются в России, Украине, Польше, Италии, Голландии, Швейцарии и других странах.

**Стенд 11 E77
на выставке
«WIRE Düsseldorf 2010»**