

УДК 621.3

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ МАГНИТОПРОВОДОВ

Коновалов Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Константинова С.В.

В настоящее время именно внедрение новых технологий позволяет значительно сокращать издержки и получать новые, уникальные преимущества, снижая себестоимость изделия.

Материалы, применяемые для изготовления магнитопроводов, должны иметь высокую магнитную проницаемость, низкую коэрцитивную силу, небольшую площадь петли гистерезиса и малые потери энергии на вихревые токи. Как известно, магнитопровод – элемент магнитной цепей электрических машин и приборов (пакеты статоров, роторов, полюсов электрических машин, пакеты трансформаторов и т.д.), предназначенные для локализации потока магнитной индукции, а также является снованием для установки и крепления обмоток, отводов, узлов и деталей. Поэтому магнитопровод должен обладать жесткостью, достаточной для восприятия механических усилий, возникающих в процессе производства, транспортировки и эксплуатации, что должно учитываться конструкцией магнитопроводов.

В зависимости от вида применяемого материала, технологии изготовления магнитопроводы подразделяются на четыре группы: изготавливаемые из сплошного материала, набираемые из отдельных пластин, витые магнитопроводы, магнитопроводы из порошков.

В 2005 году новая технология по изготовлению магнитопроводов – Unicore, реализованная австралийской компанией AEM Cores, была представлена в России на выставке «ЭнелЭкспо-2005» компанией «Коннекторс энд Инжиниринг». Новая технология заключается в том, что при изготовлении магнитопровода, воздействие на ленту производится локально, в нескольких узлах по длине ленты.

Использование компьютерного управления позволяет с высокой точностью рассчитать, изготовить и комплектовать все элементы будущего магнитопровода на одном рабочем месте, одним оператором. Основа технологии - стыковка половин магнитопровода при сборке выполняется не в одной плоскости, а по косо́й. Стык между «половинами» равномерно распределен по стержням магнитопровода, что обеспечивает распределение зазоров в магнитопроводе по длине стержня и значительно снижает потери, что улучшает характеристики магнитопровода.

Конструкция магнитопровода, у которого толщина воздушного зазора равна толщине ленты, обладает наилучшими характеристиками. Это достигается с помощью технологии Unicore с использованием электротехнических сталей марки 3408 - 3409 толщиной 0.27 - 0.35мм ГОСТ 214271.1-83. Магнитный поток огибает зазоры, используя соседние несущие ленты (дорожки). (Рисунок 1).

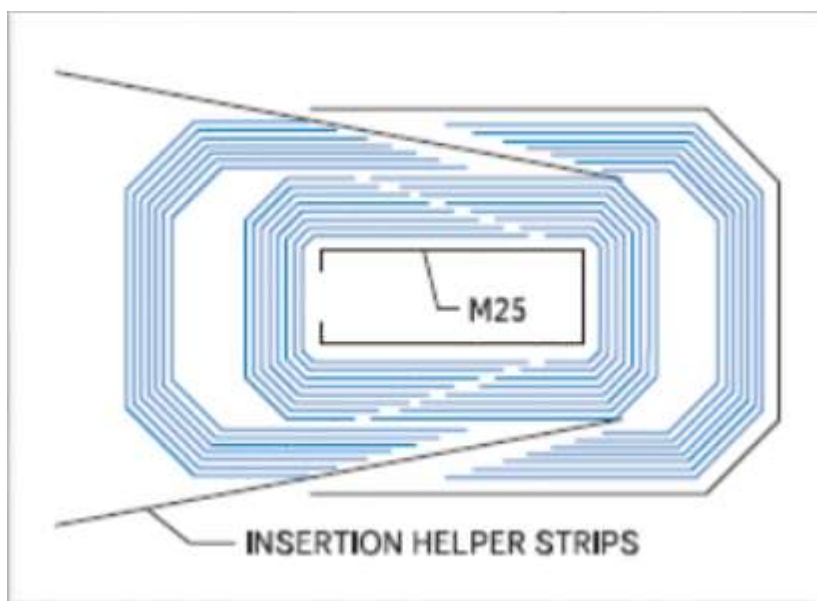


Рисунок 1. Принцип соединения деталей магнитопровода при сборке.

Сборка «половинок» магнитопровода производится косыми пакетами, последовательно, начиная с меньшего (внутреннего) к большему (внешнему). Схематично это показано на Рисунок 2.

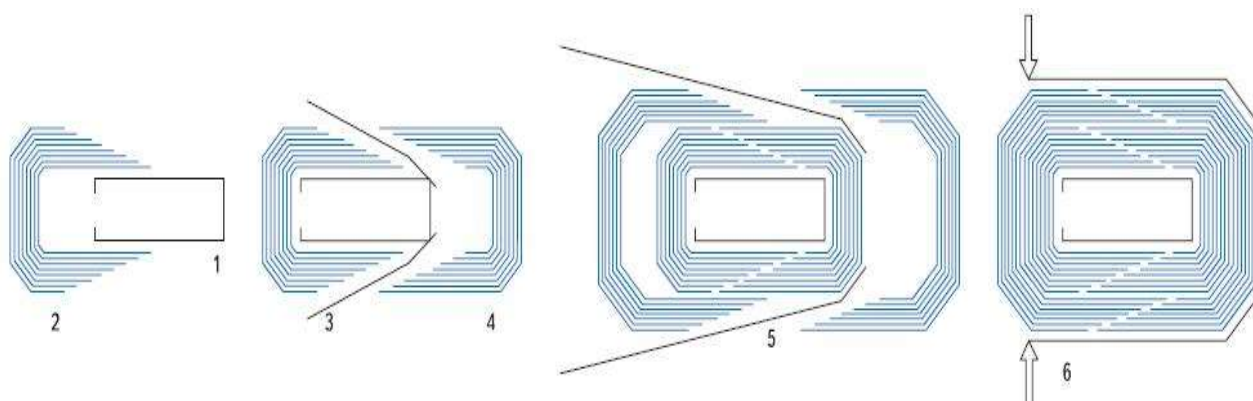


Рисунок 2. Порядок соединения деталей магнитопровода при сборке

Сравнение числа операций при изготовлении «классического» разрезного магнитопровода по традиционной технологии производства магнитопроводов и по технологией Unicore приведено в таблице 1.

Согласно приведенным данным, эффект от внедрения Unicore-технологии имеется даже за счет сокращения числа операций и исключения отжига.

Наиболее распространенный типы магнитопроводов Unicore -DUO и DDG, предназначены для широкого спектра использования. В зависимости от требований, они могут быть видоизменены. DUO - Unicore-тип, состоящий из двух половинок («мама»/«папа»), подтип — DUO1 (1 — количество полос в перекрытии), применяют в магнитопроводах для распределительных, измерительных трансформаторов с высокими требования к потерям.

Новейшая разработка - сердечник DUO, прост в сборке, имеет низкие потери, приемлемую стоимость, применяется для выпуска однофазных и

трехфазных трансформаторов общего назначения с сердечниками ленточного, стречневого и броневого типов. Сердечник DUO, имеющий на перекрытие один слой, после отжига имеет особо низкие потери.

Таблица 1. Сравнение традиционной технологии и технологии Unicore

Оперция	Витой (разрезной) тип	Unicore-тип
Изготовление стержня	Навивочный станок	Гибко-отрезной станок
Отжиг	Требуется	Требуется в некоторых случаях
Обработка торцов ленты	Требуется в некоторых случаях	Не требуется
Рез	Требуется	Не требуется
Шлифовка торцов по резам	Требуется	Не требуется
Пропитка	Требуется	Не требуется
Сборка – прецизионное позиционирование половинок между собой при сборке	Требуется	Не требуется, половинки «самопозиционируются» друг относительно друга

Сердечники DG Unicore с распределённым зазором - тип магнитопровода, имеющего только один разрез на один слой, используется в трансформаторах с одним стержнем.

Виды сердечников DG Unicore:

- с прямым резом (straight cut face),
- с каскадным резом (cascade of cut faces fans out),
- со спиральными слоями (spirally wound laminations).

Сердечник с торцевым стыком - магнитопровод с программируемой толщиной зазора в месте стыка, применяется для однофазных, трехфазных трансформаторах, в дросселях (реакторах).

Броневого сердечник с зазором – магнитопровод, имеющий одну плоскость стыка, применяется в однофазных трансформаторах, в дросселях.

Кольцевой магнитопровод - магнитопровод, не имеющий ни одного разреза ленты, используется в трансформаторах тока и напряжения. Оборудование для производства Unicore непрерывно подает и изгибает стальную ленту материала так, чтобы получился прямоугольный сердечник. Сердечник обязательно отжигается для максимального снижения потерь.

Магнитопроводы типа Unicore отличаются высокими магнитопроводящими свойствами. По технологии производства имеется возможность предварительно рассчитать время изготовления изделия, расход стали на одно изделие и производительность на основе стандартных расчетов специальной программы (созданной компанией AEM Cores), что позволяет оптимизировать будущую продукцию на этапе проектирования по техническим характеристикам и производственным затратам.

Использование перекрытия не в одну (DUO1) толщину ленты, а в две, три и более (DUO2, DUO3), позволяет сократить время сборки. Для подтипа DUO2 время сборки сокращается на 20%, (по сравнению с DUO1), для DUO3 — на 40%. Наиболее эффективным считается DUO3, где потери и время сборки оптимально сбалансированы. Но имеются изделия, где требуется применение только подтипа DUO1 (распределительные трансформаторы).

Литература

1. Магнитопроводы Unicore(Юникор)[Электронный ресурс] – 2020 – Режим доступа: [<https://glavpromenergo.ru/ru/page/1/tehnologii.htm>]. – Дата доступа: [15.04.2020];
2. Новая технология Unicore для изготовления магнитопроводов. [Электронный ресурс] – 2020 – Режим доступа: [https://www.kit-e.ru/articles/circuit/2006_8_184.php]. – Дата доступа: [17.04.2020];
3. Новая технология Unicore для изготовления магнитопроводов. [Электронный ресурс] – 2020 – Режим доступа: [<https://nrgprom.ru/stati/novaya-tehnologiya-unicore-dlya-izgotovleniya-magnitprovodov>]. – Дата доступа: [05.05.2020];