

УДК 621.314

К.В.Воронин (соиск. НИИЭФА)

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ МАГНИТОПРОВОДОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

С учетом конъюнктуры мирового рынка отечественное трансформаторостроение выходит на качественно новый уровень производства. В связи с этим наиважнейшей задачей трансформаторостроителей является, с одной стороны, обеспечение возможности выпуска трансформаторов, отвечающих требованиям современной энергетики, и, с другой стороны, всемерное снижение стоимости их производства на базе совершенствования технологических процессов и повышения производительности труда.

Несмотря на достаточный прогресс в области трансформаторостроения некоторые вопросы технологии не совсем полно освещены в литературе и научных трудах.

Задачей проводимой научно-исследовательской работы является обобщить опыт, накопленный отечественными и зарубежными фирмами по технологии производства магнитопроводов.

Технологический процесс изготовления магнитопроводов состоит из нескольких самостоятельных этапов (продольный и поперечный раскрой рулонной стали, отжиг, сборка и т.д.), для выполнения которых требуются особые методы обработки и специальное технологическое оборудование.

Магнитопровод, один из важнейших узлов трансформатора, является его магнитной системой, а также служит конструктивным основанием для установки и крепления обмоток, отводов и других деталей. Магнитопровод должен обладать жесткостью конструкции, достаточной для восприятия механических усилий, возникающих в процессе производства, транспортировки и эксплуатации трансформатора.

В результате проделанной работы изучен процесс намагничивания активной стали магнитопровода, характеризующийся кривой намагничивания  $B=f(H)$ . Эта зависимость является нелинейной: на кривой имеется участок, после которого дальнейший рост напряженности магнитного поля практически не приводит к увеличению индукции в стали. Эта зона характеризует насыщение электротехнической стали.

При производстве трансформаторов как в России, так и за ее пределами, наиболее широко применяется магнитопровод стержневого типа. Стержни такого магнитопровода располагаются в трансформаторе, как правило, вертикально. Обмотки стержневого магнитопровода имеют в основном цилиндрическую форму, в связи с чем поперечное сечение стержней стремятся приблизить к кругу, образуемому внутренними витками обмотки. Из-за больших технологических трудностей набора круглого сечения его выполняют ступенчатой формы, набирая из пакетов различной ширины.

Отношение площади фактического поперечного сечения стержня магнитопровода к площади круга с диаметром, равным диаметру стержня, называют коэффициентом заполнения площади круга. Чем больше этот коэффициент, тем меньше может быть диаметр стержня при заданном его сечении, а следовательно, и диаметр обмотки, что делает конструкцию более экономичной (снижается масса активных материалов и потери).

При ступенчатой форме сечения стержня коэффициент заполнения площади круга может быть увеличен за счет увеличения числа пакетов, но это приводит к увеличению трудоемкости изготовления таких магнитопроводов из-за большой номенклатуры используемых пластин, и, как следствие, к увеличению капиталовложений.

Форма сечения ярма стержневого магнитопровода повторяет форму сечения стержня за исключением нескольких крайних пакетов, ширина которых с целью улучшения условий фиксации ярма может быть увеличена до ширины соседнего внутреннего пакета. При диаметрах стержня свыше 750 мм с целью улучшения условий охлаждения можно применить стержни, разделенные поперечным масляным каналом.

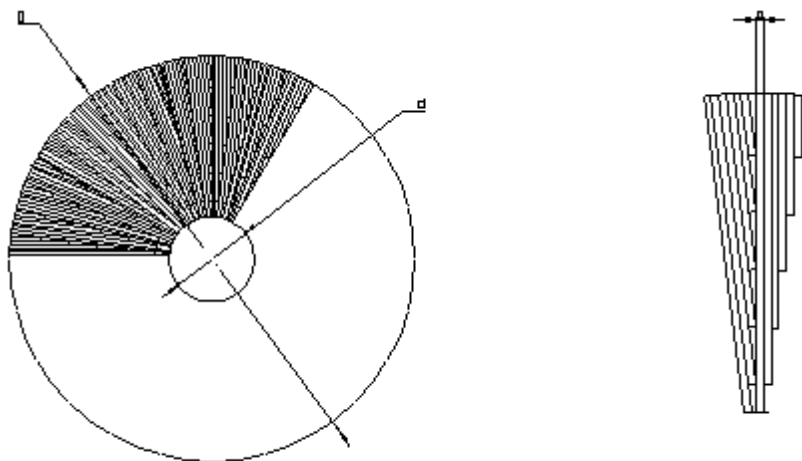


Рис. Круглые поперечные сечения стержней из радиально установленных пластин:  
 $D$  – диаметр стержня;  $d$  – диаметр отверстия внутри стержня;  $a$  – ширина одного пакета

В настоящее время проводится работа по внедрению модели магнитопровода, получившей наибольшее распространение в ряде зарубежных фирм в 1970–1990-х годах. Суть модели состоит в следующем: увеличение коэффициента заполнения круга сечения стержня достигается за счет набора его из радиально установленных пластин или из пластин, изогнутых по эволюте (рис.).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Сапожников А.В. Конструирование трансформаторов. М.: Госэнергоиздат, 1970.
2. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. М.: Энергия, 1980.
3. Рейнтбот Г. Технология и применение магнитных материалов. М.: Госэнергоиздат, 1980.