



УПРОЩЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВЕРНУТОЙ СХЕМЫ СТАТОРНОЙ ОБМОТКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

¹Абдиев Руслан Алексеевич

Филиал Национального Исследовательского Ядерного Университета "МИФИ" в г. Ташкенте, студент,

²Таджибаева Дильфуза Музаффаровна

Филиал Национального Исследовательского Ядерного Университета "МИФИ" в г. Ташкенте, студент.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7388728>

ARTICLE INFO

Received: 20th November 2022

Accepted: 29th November 2022

Online: 30th November 2022

KEY WORDS

Развернутая схема, компас 3D, статорная обмотка, пазы, укороченный шаг, пользовательская библиотека.

ABSTRACT

В статье рассматривается проблема излишней траты времени на этапе проектирования асинхронного двигателя, а именно при начертании развернутой схемы статорной обмотки асинхронного двигателя, которая в некоторых случаях требует повторения одних и тех же замкнутых кривых до 100 раз. Определяется упрощенный способ начертания, путем моделирования шаблона с помощью компьютерной программы "Компас 3D"

В любой асинхронной машине имеются два вида обмотки – статорная и роторная. Статорная обмотка, подключенная к сети, создает основное вращающееся магнитное поле, которое индуцирует в обмотке ротора ЭДС. Из этого следует, что статорная обмотка – это один из основных элементов, без которой бы нарушался главный принцип работы асинхронной машины, проектирование которого обязательно. Обмотки во всех электрических машинах укладываются в пазы. Именно поэтому важной характеристикой при проектировании обмотки является число пазов. Из-за большого числа пазов задача черчения становится очень сложной и монотонной. В данной статье предлагается более современный подход к упрощению этапа черчения.

Компас 3D – это универсальная система автоматизированного проектирования, позволяющая в оперативном режиме выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчетно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы[2].

Моделирование по программе Компас 3D – это создание шаблона в собственной библиотеке, который можно будет использовать неограниченное количество раз.

Выборка характеристик для моделирования.

Обмотки электрических машин переменного тока делятся на однослойные и двухслойные. В



основном применяются двухслойные обмотки по следующим двум причинам:

- 1) Возможность укорочения шага
- 2) Облегчение процесса изготовления обмотки. При использовании двухслойной обмотки, формы и размеры всех катушек одинаковы.

Двухслойные обмотки, в свое время, разделяются на петлевые и волновые. В большинстве случаев используются петлевые обмотки.

Одной из самых важных характеристик обмотки является полюсное деление. Полюсное деление – это часть дуги внутренней расточки статора, приходящейся на 1 полюс. В зависимости от полюса деления шаг обмотки разделяют на три вида: укороченный (шаг меньше величины τ), удлинённый (шаг больше величины τ), диаметральный (шаг равен τ)[1]. Укороченный шаг применяется чаще удлинённого из-за улучшения электромагнитных характеристик и уменьшения затрат на обмоточные материалы.

Для моделирования была выбрана двухслойная петлевая обмотка с укороченным шагом. Таким образом выбранные характеристики отвечают требованиям актуальности, экономичности и практичности.

Предварительный расчёт.

Окончательная модель будет актуальной для любых начальных условий. Однако, для удобства, для этапа предварительного расчёта будут выбраны определенные значения m , z и $2p$.

m – число фаз. Некоторые маломощные асинхронные двигатели работают на одной фазе, однако подавляющее

большинство асинхронных машин работают на трех фазах.

z – число пазов. Максимальное число пазов, как было сказано ранее, почти достигает сотню.

$2p$ – число полюсов. Как правило, число полюсов равно двум, четырем или восьми.

Пусть $m = 3$, $z = 36$, $2p = 4$. Тогда:

Полюсное деление: $\tau = \frac{z}{2p} = 9$;

Длина укороченного шага: $y = 0.833 * \tau \approx 8$ см. Однако, для того, чтобы не слипались линии друг в друга, возьмем отклонение в положительную сторону, равное 0.59447. При этом отклонение считается допустимым, так как шаг обмотки остается укороченным ($y < 9$)

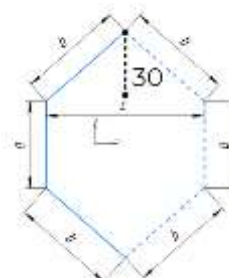
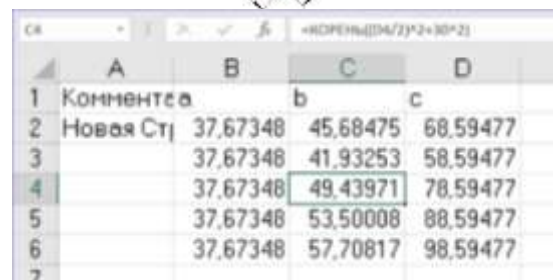
Число пазов, принадлежащих одному полюсу и фазе: $q = \frac{z}{2pm} = 3$;

Создание шаблона. Процесс моделирования начинается с создания документа формата <<фрагмент>> в Компас 3D. Далее, обязательным этапом для создания шаблона является включение параметрического режима. После этого можно начинать чертить фигуру (в данном случае девять шестиугольников с шагом y и по три на фазу) с проставлением необходимых размеров (постоянных и переменных). Далее необходимо открыть окно переменных. Из появившейся таблицы видно, что размеры, указанные ранее, уже отображены в окне внутренних переменных. На данном этапе необходимо ввести новые переменные (a , b и c) в окно внешних переменных. Затем нужно присвоить внутренним переменным ($V1$, $V2$ и т.д.) названия внешних переменных. Теперь, меняя значения внешних переменных, автоматически меняются значения

внутренних переменных, при этом изменяя чертеж фрагмента. При проектировании развернутой схемы обмотки самой главной переменной является u – шаг обмотки. Последним этапом при создании фрагмента является открытия контекстного меню (нажатием правой кнопки мыши) и выбор каждой переменной в качестве внешней, после чего эскиз можно сохранять.

Следующий этап – создание чертежа в качестве рисунка, который будет служить в качестве обложки. Для этого необходимо лишь проставить буквенные обозначения и сохранить рисунок.

И, наконец, необходимо создать библиотеку с шаблоном. Если используется компас версии 17 или ниже, то необходимо открыть менеджер библиотек. Если используется компас версии 18 или выше, то открыть Приложения -> утилиты -> редактор библиотек. В данном окне нужно создать свою библиотеку и новый шаблон, выбрав в прилагающих пунктах имя шаблона, файл (фрагмент, созданный ранее), таблицу Excel и заставку[2]. Ниже, для понимания, приведен случай одного витка, но на деле нужно сделать те же самые операции только с большим множеством переменных для 9 витков.

	A	B	C	D
1	Комментарий		b	c
2	Новая Стр	37,67348	45,68475	68,59477
3		37,67348	41,93253	58,59477
4		37,67348	49,43971	78,59477
5		37,67348	53,50008	88,59477
6		37,67348	57,70817	98,59477
7				

Рисунок 1. Фрагмент одного витка и соответствующая ему таблица переменных Excel

Как видно из рисунка 1, высота допускается одинаковой, поэтому для различных значений шага u величина переменной b и величина высоты, равной 30 мм остаются неизменяемыми. В столбце c данной таблицы изначально было только одно значение, равное 78.59477. Остальные ячейки данного столбца были проставляются в ручную. На данном примере был взят интервал от 68 до 98 мм. Если проектировщику потребуется другое значение шага, он всегда может добавить новую ячейку с необходимым параметром. Значения переменных b заполняются автоматически, при вводе формулы $=КОРЕНЬ((D4/2)^2+30^2)$. Данная формула обозначает, что переменная b по теореме Пифагора изменяет свою длину(гипотенузу) при одинаковой высоте(одного из катетов), равной 30 мм и второго катета равного переменной $c/2$. После изменения таблицы, её и библиотеку можно сохранять в определенную папку пользователем.

Рекомендуется раскрасить по три витка в разные цвета, обозначающие фазы.

После сохранения библиотеки, созданный шаблон можно использовать, выбирая необходимые параметры.

Использование созданного шаблона.

Данный шаблон состоит из 9 пазов.

Однако, изначально полагалось, что

число пазов должно быть равно 36. Это означает, что используя шаблон 4 раза, пользователь сможет буквально в четыре действия начертить развернутую схему из 36 пазов. Сделав еще несколько действий в ручную (замыкание крайних пазов), чертеж считается готовым.

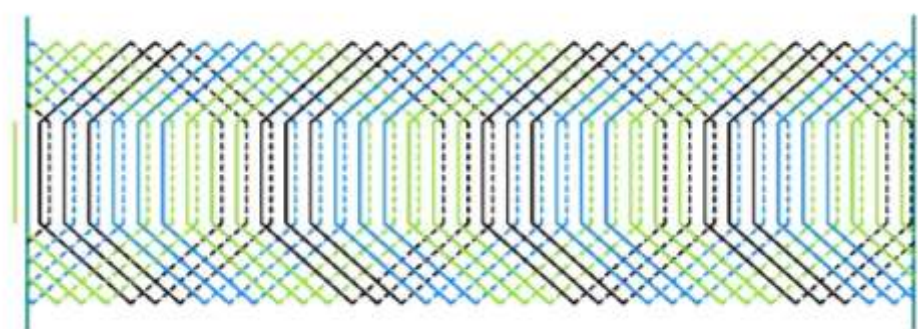


Рисунок 2. Окончательный чертёж

Выводы. Данный шаблон можно использовать для любого количества пазов. Подсчёты показали, что использование готовой библиотеки становится эффективнее с возрастанием числа пазов. Так, например, пользователь совершает примерно в 110 раз меньше действий при начертании 36 пазов, в то время как начертание 72 пазов с использованием

данной модели сокращает количество действий в 300 раз.

Даже несмотря на неполную автоматизацию процесса, что подразумевает собой включение в себя ряд действий выполненных в ручную, данная модель, реализуемая с помощью программы Компас 3D и соответствующая критериям актуальности и экономичности, является отличным инструментом, экономящим время.

References:

1. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / М.М. Кацман. – Москва : Высшая школа, 1971. – 414 с.
2. Герасимов А.А. Самоучитель Компас-3D v19 / А.А. Герасимов. – Санкт- Петербург : БХВ-Петербург, 2021. – 624 с.