



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 Дильфуз 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 пазах. 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), удлиненный (шаг больше величины τ), диаметральный (шаг равен τ)[1]. Укороченный шаг применяется чаще удлиненного 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 пропустить 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.

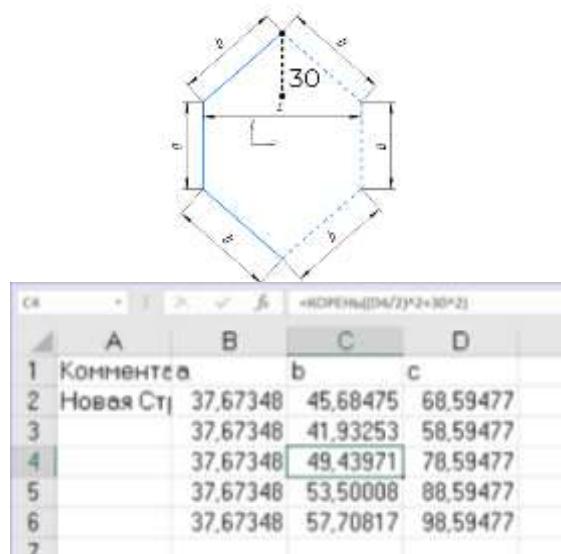


Рисунок 1. Фрагмент одного витка и соответствующая ему таблица переменных Excel

Как видно из рисунка 1, высота допускается одинаковой, поэтому для различных значений шага величина переменной $<<a>>$ и величина высоты, равной 30 м остаются неизменяемыми. В столбце $<<C>>$ данной таблицы изначально было только одно значение, равное 78.59477. Остальные ячейки данного столбца были проставляются вручную. 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 $=\text{КОРЕНЬ}((D4/2)^2+30^2)$. 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 пользователем директиву.

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.

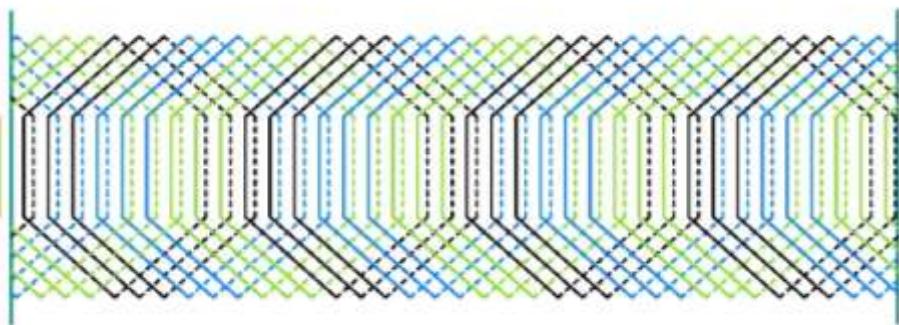


Рисунок 2. Окончательный чертёж

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.