

солнечной и ветряной генераций / О.А. Любчик, С.В. Быстрых, А.Н. Казак // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2023. – Т. 66. – №. 5. – С. 423-432.

НАГЛЯДНО -ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Войцеховский А.Н.

Научный руководитель: ст. преподаватель Жук Н.П.
Белорусский национальный технический университет

В образовательном процессе остро стоит вопрос взаимосвязи теоретических знаний с практическими навыками. Одним из эффективных способов такого взаимодействия является наглядная демонстрация природных процессов. Проблема визуализации особенно актуальна в физике, где сложные явления – такие как тепломассообмен, электромагнетизм, динамика жидкостных потоков и работа конструктивно сложных агрегатов – требуют специальных методов для наглядного представления.

В данной работе основное внимание уделяется объяснению процессов электромагнетизма в асинхронных электродвигателях. Существует множество теоретических схем, проекций и аксонометрических изображений, призванных показать, каким образом магнитное поле способствует вращению ротора электродвигателя. Различные видеоролики с анимациями также помогают раскрыть суть данного эффекта. Однако даже эти учебные материалы не всегда способны передать всю сложность взаимодействия магнитных полей, учитывая их природную невидимость.

Возникла идея создания наглядной модели рабочей части электродвигателя. Модель демонстрирует механизм вращения ротора под воздействием вращающегося магнитного поля статора, позволяя наблюдать и анализировать ключевые процессы в режиме реального времени.

Учебная модель состоит из нескольких основных элементов. Основа конструкции поддерживает вращающуюся рамку-магнитопровод, на которую установлены неодимовые магниты. Медный наборный ротор, закрепленный на подшипниках, позволяет моделировать работу различных типов электродвигателей с переменным количеством рамок ротора и возможностью изменения числа пар полюсов статора. Такая модульность обеспечивает гибкость в демонстрации и позволяет адаптировать модель под различные образовательные задачи.

Для определения основных размеров и параметров учебной модели использованы современные технологии компьютерного твердотельного

моделирования в программе Autodesk Fusion 360 (рис.1), что обеспечивает точность и воспроизводимость конструкции при её реализации.

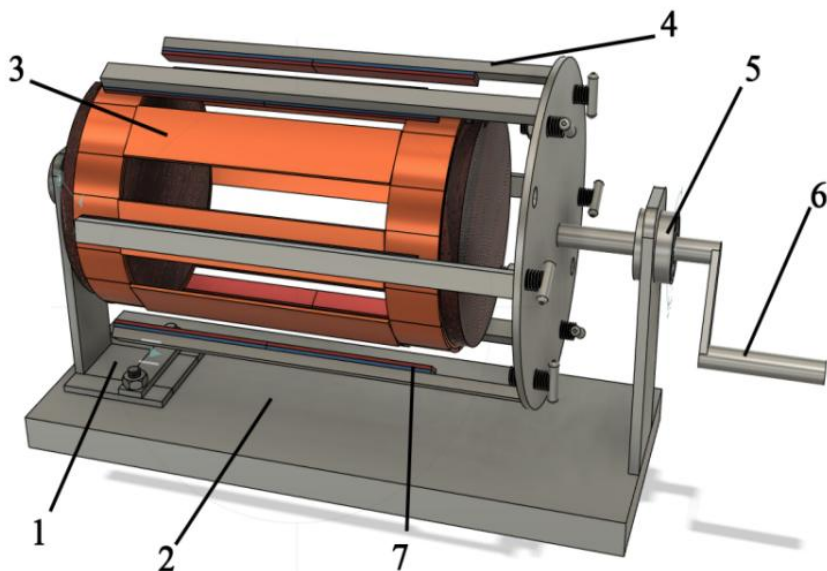


Рисунок 1. Рабочая компьютерная модель
1 – съёмная стойка, 2 – подставка, 3 – медная рамка, 4 – рамка-магнитопровод,
5 – подшипник, 6 – ручка, 7 – неодимовый магнит.

При вращении ротора за ручку неодимовые магниты начинают своё движение. Магнитные линии, пересекая медную рамку, индуцируют в ней электрический ток, который, в свою очередь, создаёт собственное магнитное поле, что показано на рисунке 2.

Оба магнитных поля начинают взаимодействовать друг с другом и рамка начинает вращаться. За счёт потерь на сопротивление рамка немного нагревается. Эти потери приводят к замедленному движению ротора по сравнению с движением рамки с магнитами.

Данный эффект в электродвигателях обозначается коэффициентом скольжения.

Модель наглядно иллюстрирует взаимосвязь между изменениями магнитных полей и возникающими электрическими токами, что даёт возможность увидеть реальные последствия теоретических законов.

Это способствует лучшему восприятию сложных физических принципов через визуальный и практический опыт, упрощая объяснение абстрактных понятий

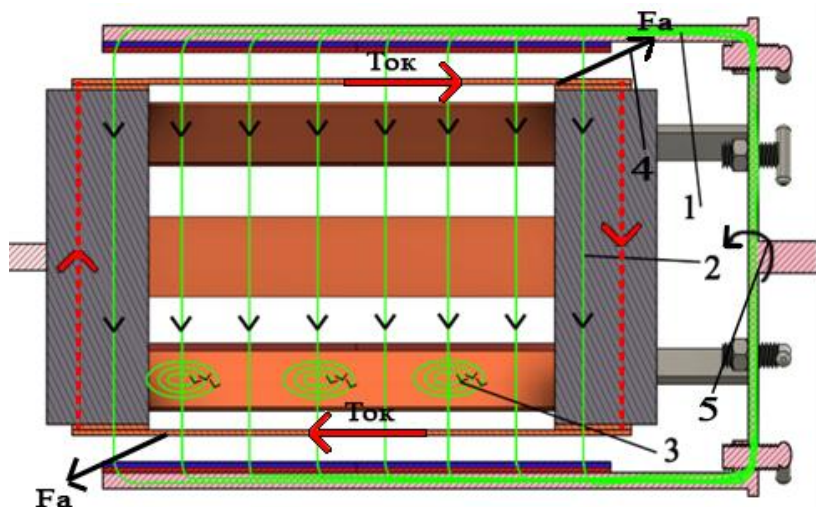


Рисунок 2. Распределение линий магнитного поля

1 – линии магнитного поля в магнитопроводе; 2 – линия магнитного поля, исходящая из полюса магнита; 3 – линии магнитного поля, вызванные самоиндукцией в медной пластине; 4 – сила Ампера, с которой магнитное поле действует на медную рамку с током; 5 – магнитопровод вращается против часовой стрелки.

На данный момент проведены некоторые испытания, что демонстрирует базовые принципы работы. Продолжается процесс создания наборного медного ротора, подготавливаются материалы для изготовления магнитопровода и остальных деталей модели. В планах завершить конструирование в конце текущего учебного года.

Практические примеры подтверждают, что использование наглядной модели существенно облегчает понимание сложных процессов, происходящих в технике, физике и других отраслях наук. Интеграция визуальных демонстраций в образовательный процесс способствует более глубокому усвоению теоретических знаний и развитию практических навыков, что особенно важно для подготовки специалистов в технической области.

Литература

1. Асинхронные электродвигатели и аппараты управления: (справочное пособие) / Б. В. Кузнецов, М. Ф. Сацукевич. – Минск: Беларусь, 1982. – 222 с.

2. Кузнецов С. И. Электромагнетизм: учебное пособие. / С.И. Кузнецов – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 93 с.

3. Алешкевич В. А. Электромагнетизм : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки ВПО 011200 - Физика / В. А. Алешкевич. — Москва : Физматлит, 2014. — 404 с. : ил., табл. :

4. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие для вузов: в 3 т. / И.В. Савельев. – М.: Наука, 1989. – Т. 2: Электричество и магнетизм. – 432 с.

5. Калашников С.Г. Электричество [Текст] : [Учеб. пособие для физ. спец. вузов] / С.Г. Калашников. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Наука, 1977. — 591 с. : ил. :

ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ И ЭКОЛОГИЧНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Иванов А. И., Семёнов Н. С.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. НАН Беларуси
Асташинский В. М.

Белорусский национальный технический университет

Электролитно-плазменная обработка (ЭПО) представляет собой электрофизический метод высокоэнергетической обработки поверхности металлов и сплавов. При этом процессе деталь обычно выступает в качестве анода, а стенки рабочей ванны установки – в качестве катода (рисунок 1).

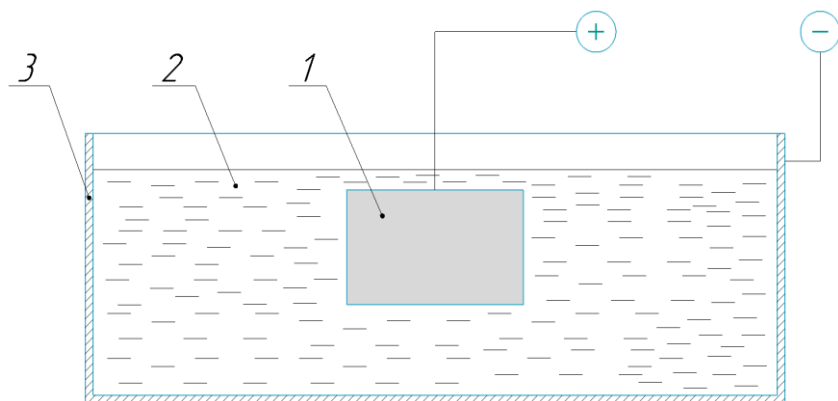


Рисунок 1. Принципиальная схема устройства установки для ЭПО: