

Проект

Физика

«МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

Выполнил:

Кужненко Кирилл Алексеевич

учащийся 11 «А» класса

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №46», Россия, г. Калуга

Руководитель:

Иванова Татьяна Анатольевна

учитель физики, канд. физ. наук,

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №46», Россия, г. Калуга

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7
ГЕНЕРАТОРЫ С ЭЛЕКТРОМАГНИТАМИ	7
ГЕНЕРАТОРЫ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ	7
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП.....	9
МОДЕЛИРОВАНИЕ	9
СБОРКА	11
ВНЕСЕНИЕ ПРАВOK В МОДЕЛЬ	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	20

Введение

Изучение явления электромагнитной индукции входят в школьную программу. Но по разным причинам, приборы для демонстрации этого явления не всегда можно найти в школьном кабинете физики. Это приводит к спаду интереса к этому предмету. Повысить мотивацию к изучению предмета можно с помощью демонстраций моделей и устройств. Это активизирует познавательную деятельность учащихся. Наблюдение эксперимента может вызвать у учеников восхищение и удивление. У учащихся появится желание понять и объяснить результаты эксперимента.

Это подтолкнула меня к решению реализовать проект, целью которого – разработать и создать прибор для демонстрации электромагнитной индукции. Чаще всего явление электромагнитной индукции применяют в генераторах переменного тока. Поэтому моим продуктом будет модель генератора переменного тока. С помощью этого генератора ученикам можно будет наглядно продемонстрировать явление электромагнитной индукции.

Для достижения цели нужно решить следующие задачи:

1. Установить, какой продукт и с какими свойствами нужно получить;
2. Изучить литературу по явлению и продукту, который я хочу получить;
3. Определиться с материалами, из которых будет создан продукт;
4. Спроектировать модель продукта на компьютере;
5. Сконструировать модель;
6. Проверить модель на работоспособность;
7. Продемонстрировать модель ученикам и провести опрос;

Ресурсы:

1. Неодимовые магниты (16 штук);
2. Медная проволока, диаметром 0,1 мм;
3. 2 диска из оргстекла;
4. Принтер для 3-d печати;
5. Пластик для 3-d принтера;
6. Программа для проектирования модели на компьютере;
7. Паяльник;

8. 2 гнездовых и 1 штыковой разъем;

9. Печатная плата;

10. 2 провода МГТФ-0,12;

11. Пластина из стеклотекстолита;

12. 2 светодиода;

13. Учебная литература;

Индикаторы:

1. Работающая модель;

2. Увеличение интереса учеников к генераторам переменного тока и к явлению электромагнитной индукции;

3. Ученикам стал понятен принцип работы генераторов переменного тока;

Теоретическая часть

Генераторы с электромагнитами

Любая катушка из изолированной проволоки при пропускании по ней тока приобретает свойства магнитов. Силу тока, проходящую через катушку, можно увеличить, снабдив катушку железным сердечником. Полученная система называется электромагнитом.

Электромагниты используются в роторе синхронных генераторах. Взаимодействие полюсов магнитного поля и полюсов ротора обеспечивает постоянную частоту вращения. Это свойство позволяет применять синхронные машины для выработки электрической энергии на электростанциях. Единичная мощность современных генераторов достигает $1500 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ [4, с. 347]

Основные части синхронной машины являются ротор и статор. Сердечник статора собран из изолированных друг от друга пластин электротехнической стали и укреплен внутри массивного корпуса. Ротор синхронного генератора представляет собой электромагнит явно полюсный или неявнополюсный. Ток поступает в обмотку ротора через контактные кольца от внешнего источника постоянного тока.

Основными недостатками таких машин являются их большую массу и габариты, и низкий КПД, но основным преимуществом является возможность регулирования напряжения.

Генераторы с постоянными магнитами

Для электрических генераторов с постоянными характерно многообразие и специфичность конструкций, многообразие характеристик. Это объясняется специфичными условиями применения. Большинство генераторов отличаются друг от друга не только конструкцией и типом магнитных систем, но и принципом действия.

Постоянные магниты имеют широкую область использования. Они успешно применяются в электромашиностроении, приборостроении, радиоэлектронике, на транспорте, в технике связи и т. д. Поскольку для создания магнитного поля постоянных магнитов не требуется источника питания, то в

некоторых случаях они дают единственное приемлемое техническое решение [6, с. 8].

Генераторы электричества с постоянными магнитами имеют ряд преимуществ. Например, высокая надежность, простота конструкции, высокий КПД, малая инертность при переходных процессах. В определенном диапазоне частот тока и мощностей генераторы электричества с постоянными магнитами имеют лучшие массогабаритные характеристики, чем генераторы с электромагнитным возбуждением. Но генераторам с постоянными магнитами свойственны недостатки, такие как отсутствие прямого способа регулирования напряжения из-за трудности измерения потока возбуждения от постоянных магнитов; разброс в характеристиках магнитов, из-за разного характера технологических процессов их изготовления.

Технические и массогабаритные данные генераторов с постоянными магнитами зависят от магнитных свойств постоянных магнитов. О качестве постоянных магнитов судят по значению максимальной удельной магнитной энергии W_{max} . Сейчас в генераторах электрического тока с постоянными магнитами применяется железоникелевые и железокобальтовые сплавы, которые применяются в генераторах малой мощности, и интерметаллические соединения на основе редкоземельных элементов и кобальта, применение которых расширило перспективы дальнейшего улучшения характеристик электрических генераторов с постоянными магнитами. [6, с. 10]

Более высокий КПД, высокая надежность, малые массы и размеры, улучшенные выходные характеристики, по сравнению с генераторами, возбуждаемые электромагнитами, обеспечивают преимущества электрическим генераторам с постоянными магнитами.

Практическая часть

Предварительный этап

Проведя анализ всех доступных мне материалов, из которой можно реализовать проект, я пришел к выводу, что наиболее выгоднее будет напечатать детали для генератора на 3D принтере из пластика. Технология 3D печати позволяет создать любые необходимые детали. Это получится экономичнее, чем аналогичные из других материалов. Но ротор и статор нельзя будет сделать из пластика. Из-за того, что плоские детали, напечатанные на принтере, получаются с погрешностями, а для ротора и статора необходимо точно соблюдать размеры. Поэтому я решил сделать эти детали из оргстекла. Поверхность, на которой будет находиться генератор тоже нельзя будет напечатать на 3D принтере, так как для неё нужна прочность большая, чем прочность пластика. В качестве поверхности на которой будет стоять генератор я выбрал пластину из стеклотекстолита размерами 120 на 200 мм.

Следующим этапом создания проекта будет проектирование модели генератора на компьютере. Это позволит увидеть финальный вид продукта и рассчитать размеры деталей для того, чтобы они плотно прилегали друг к другу. Для 3D моделирования я использовал программу КОМПАС-3D (комплекс автоматизированных систем). Одним из главных её преимуществ является легкость в освоении, даже если вы не имели никакой опыт в 3D моделировании до этого.

Все модели, чертежи помещены в приложение 1. Фотографии поэтапной сборки помещены в приложение 2.

Моделирование

Начинаем с моделирования статора. Для этого рисуем окружность диаметром 150 мм. В центре получившейся окружности рисуем отверстие диаметром 15 мм. для оси. Проводим 16 вспомогательных линий каждые 22,5 градусов. Проводим вспомогательную окружность диаметром 125 мм. Это необходимо чтобы провести 16 отверстий диаметром 20 мм на равных расстояниях друг от друга, в которые позже вставим катушки. После этого вспомогательные элементы нужно удалить. После с помощью операции

выдавливания делаем чертеж детали объемным. Выдавливаем деталь на расстояние 3 мм. Статор готов. Аналогично делаем ротор, но отверстия для магнитов делаем равным 10 мм.

Делаем модель катушки. Проводим окружность диаметром 10 мм и выдавливаем на расстояние 1 мм. Выбираем переднюю плоскость катушки и рисуем окружность диаметром 20 мм. Выдавливаем окружность на расстояние 0,5 мм. Выбираем заднюю плоскость катушки. Проводим окружность диаметром 20 мм и выдавливаем ее на расстояние 1,5 мм. Проводим окружность диаметром 5 мм и операцией вырезания элемента выдавливания делаем отверстие в катушке. Катушка готова.

Теперь делаем вал. Рисуем окружность с диаметром 15 мм и выдавливаем 3мм в одну сторону и 35 мм в другую сторону. Затем на этом же чертеже проводим в центре имеющейся окружности 2-ую окружность диаметром 25 мм и выдавливаем ее на расстояние 5 мм в направлении, куда направляли 35 мм 1 окружности. Вал готов.

Рисуем ось. Проводим окружность диаметром 15 мм. выдавливаем на расстояние 30 мм в одном направлении и 105 мм в другом. Рисуем 2 окружность на этом же чертеже с диаметром 25 мм и выдавливаем ее на расстояние 5 мм в направлении, куда направляли 105 мм 1 окружности. Ось готова.

Рисуем ножку генератора. Проводим горизонтальную прямую длиной 75 мм. Сверху к концам отрезка проводим перпендикуляры длиной 10 мм. От концов перпендикуляров проводим горизонтальные прямые длиной по 30 мм. К концам прямых проводим вертикальные прямые длиной 90 мм. Проводим окружность диаметром 25 мм так, чтобы точки вертикальной прямой лежали на этой окружности. В центре неё проводим 2-ую окружность диаметром 15 мм. От вертикальных прямых проводим продолжения вспомогательными линиями. Через точки пересечения их с внешней окружности проводим прямоугольник высотой 10 и толщиной 15 мм. На внутренней окружности отмечаем две точки на расстоянии 2 мм друг от друга. Через них проводим 2 прямые под углом 5 градусов к верхней стороне прямоугольника. Лишние линии усекаем так, чтобы линия поверхности ножки была непрерывна. Сглаживаем углы при основании.

Выдавливает деталь на расстояние 10 мм. Переходим на вид сверху. На стойке ножки с разных сторон рисуем окружности с диаметрами 3,2 мм. Затем операцией вырезания элемента выдавливания делаем отверстия в стойке ножки. Переходим на вид сбоку. Рисуем окружность с таким же диаметром и вырезаем элемент выдавливания. Ножка для генератора готова. Далее рисуем пластину, на которой будет находиться генератор. Для на виде сверху рисуем прямоугольник с размерами 120 и 200 мм и выдавливаем на расстояния на 3 мм.

Все детали генератора готовы можно приступать к сборке 3D модели. Для этого поочередно добавляем детали и с помощью операции совмещения собираем модель. 3D модель готова, все детали плотно прилегают друг к другу, значит можно приступать к печати необходимых деталей.

Сборка

Все необходимые детали у меня в наличии, можно приступать к сборке.

На катушки наматываем медную проволоку диаметром 0,1 мм по 100 витком, обязательно чередуя направление намотки: сначала по часовые стрелки, потом против. Катушки вставляем в отверстия статора. С помощью паяльника последовательно спаиваем катушки, но не зацикливаем цепь. Из-за того, что медные провода хрупкие, для надежности соединения к 2 медным проводам припаивается провод МГТФ-0,12. Статор готов.

С помощью скотча прилепляем 16 неодимовые магниты в отверстия ротора, чередуя полярность. Ротор с магнитами надеваем на вал. Надеваем вал с ротором и статор на ось.

На ось надеваем 2 ножки и закручиваем в их верхние отверстия 2 винта с гайками до тех пор, пока ножки плотно не будут держаться на оси. В пластине из стеклотекстолита просверливаем 4 отверстия, соответствующие 4 отверстиям ножек и 4 отверстия, соответствующие размеру печатной платы. Вкручиваем винты для закрепления ножек на поверхности. К проводу припаиваем гнездовой разъем.

В 4 винтовые стойки вкручиваем винты: одни со стороны пластины одни со стороны печатной платы. Припаиваем штырьковый и гнездовой разъем к печатной плате. Соединяем гнездовой разъем, спаянный с ротором, и

штырьковой разъем на печатной плате. В гнездовой разъем на печатной плате ставим 2 светодиода. Если в катушках возникнет электрический ток, то светодиоды загорятся.

Генератор готов, можно проводить первый запуск. Светодиоды загорелись, значит в катушках индуцируется переменный ток, но я выявил 2 проблемы:

1. из-за того, что скорость вращения ротора маленькая, скорость изменения магнитного потока тоже не велика, поэтому силу тока, возникающей в цепи, не достаточно, чтобы поддерживать постоянное горение светодиодов;
2. из-за того, что вал гладкий, пальцы при его вращении проскальзывают.

Чтобы решить проблему с недостаточной скоростью вращения ротора, я решил сделать 2 шестеренки с 20 и 40 зубьями, что позволит увеличить скорость вращения в 2 раза, а, чтобы шестерёнки было легко раскручивать, я решил сделать ручку.

Внесение правок в модель

Чтобы не тратить много времени, модели шестеренок были взяты из интернета [10,11].

Далее делаем ножки для шестеренки с 40 зубьями. Проводим горизонтальный отрезок длиной 65 мм. К концам отрезка проводим перпендикуляры длиной 10 мм. От концов перпендикуляров проводим горизонтальные прямые длиной по 25 мм. К концам прямых проводим вертикальные прямые длиной 60 мм. Проводим окружность диаметром 25 мм так, чтобы точки вертикальной прямой лежали на этой окружности. В центре неё проводим 2-ую окружность диаметром 15 мм. отсекаем часть внешней окружности между 2 вертикальными прямыми. Сглаживаем углы при основании. Выдавливает деталь на расстояние 10 мм. Переходим на вид сверху. На стойке ножки с разных сторон рисуем окружности с диаметрами 3,2 мм. Затем операцией вырезания элемента выдавливания делаем отверстия в стойке ножки.

Далее делаем ручку. Рисуем окружность диаметром 10 мм и выдавливаем её на расстояние 20 мм. рисуем ещё одну такую же окружность. Проводим горизонтальную вспомогательную прямую через центр окружности. Из точек

пересечения прямой и окружности проводим отрезки длиной 35 мм под углом 5 градусов. Проводим окружность диаметром 25 мм так, чтобы точки отрезков лежали на этой окружности. В центре неё проводим 2-ую окружность диаметром 15 мм. От точек отрезков, лежащих на окружности, проводим вертикальные вспомогательные линии. Через точки пересечения их с внешней окружности проводим прямоугольник высотой 8 и толщиной 14 мм. На внутренней окружности отмечаем две точки на расстоянии 1,5 мм друг от друга. Через них проводим 2 прямые под углом 6 градусов к верхней стороне прямоугольника. Лишние линии усекаем так, чтобы линия поверхности ножки была непрерывна. Переходим на вид сбоку. Над отверстием для оси с шестеренкой рисуем окружность с диаметром 3,2 мм. Затем операцией вырезания элемента выдавливания делаем отверстия для винта. Ручка готова, можно печатать новые детали и приступать к сборке.

Заменяем гладкий вал генератора на вал с малой шестеренкой. Далее надеваем на ось с большой шестеренкой 2 ножки и ручку. С помощью винта и гайки зажимаем ручку на оси. Совмещаем 2 шестеренки. Отмечаем 4 точки на пластине, в которых после просверливаем отверстия. Вкручиваем винты для закрепления ножек, на которых держится ось с шестеренкой и ручкой. 2 версия генератора готова, можно проводить его испытания.

С помощью цифрового мультиметра, электроизмерительного прибора, включающего в себе функции амперметра, вольтметра и омметра, я измерил силу тока и напряжение, вырабатываемые генератором. Напряжение оказалось равным 10 вольтам, а сила тока 9 амперам. Внесение в конструкцию модели 2 шестерёнок и ручки для их вращения помогло решить 2 основные проблемы, с которыми я столкнулся при 1 запуске. Я остался доволен полученным результатом.

Заключение

Работающая модель генератора переменного тока собрана и его можно показывать учащимся на уроках по теме «электромагнитная индукция».

Результатом моей работы стал генератор переменного тока, который можно использовать на уроках физики в разделе «Электродинамика» на уроках: «Электромагнитная индукция», «Магнитное поле», «Магнитный поток». Модель будет находиться в школьном кабинете физики, к ней прилагается инструкция по применению, чтобы любой желающий мог использовать генератор переменного тока. Так же я снял видеофильм для того, чтобы учитель, у которого не окажется технической возможности показать эксперимент, мог продемонстрировать его ученикам. Или чтобы ученик мог повторить пройденный материал.

Я провел демонстрацию ученикам 10 классов, с целью узнать их впечатления. После демонстрации генератора переменного тока я провел опрос, по результатам которого у большинства учеников появился интерес к теме «электромагнитная индукция» и к генераторам переменного тока. Также ученикам стал понятен принцип работы генераторов переменного тока. Полный результат опроса можно найти в приложении 3. Вы тоже можете пройти опрос. Для этого достаточно перейти по ссылке и ответить на несколько вопросов. Ссылка находится в приложении 3.

Генератор переменного тока легко можно использовать на уроках физики, не используя дополнительного оборудования. Чтобы генератор переменного тока начал работать, надо всего лишь раскручивать ручку. Генератор легко собрать и разобрать. Для этого надо раскрутить или закрутить несколько гаек. Генератор небольшого размера, поэтому для его хранения не нужно много времени. Генератор переменного тока- надёжный. Он может прослужить много лет и не сломаться. Поэтому мой продукт можно без проблем использовать на уроках физики.

В заключение могу сказать, что мне удалось создать прибор для школьного кабинета физики. Благодаря моему продукту в школьном кабинете физики появился прибор для демонстрации ученикам явления электромагнитной индукции. Таким образом, цель моего проекта достигнута, а проблема решена.

Список литературы:

1. Мякишев Г. Я. Физика. 11 класс, базовый и профильный уровни: учебник для общеобразовательных организаций / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин/ под ред. Н. А. Парфентьевой. — 23-е изд. - М.: Просвещение, 2014. — 399 с., [4] л. Ил
2. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2020.
3. Брускин Д. Э. Генераторы, возбуждаемые переменным током. Учебн. Пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1974. 128 стр. с ил.
4. М.В. Немцов, И.И. Светлаков Электротехника: учебное пособие — Изд. 2-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2007. — 571, [1] с.: ил.
5. Альпер Н.Я., Терзян А.А. Индукторные генераторы. М., «Энергия», 1970. 492 с. с илл.
6. В. А. Балагуров, Ф. Ф. Галтеев Электрические генераторы с постоянными магнитами. -М.: Энергоатомиздат, 1988. -280 с.: ил.
7. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие. В 3 т. / Под ред. Г. С. Ландсберга: Т. 2. Электричество и магнетизм. — 12-е изд. —М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 480 с.
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/Генератор_переменного_тока
9. <https://rusenergetics.ru/oborudovanie/generator-peremennogo-toka>
10. <https://www.mcmaster.com/57655K56/>
11. <https://www.mcmaster.com/57655K59/>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

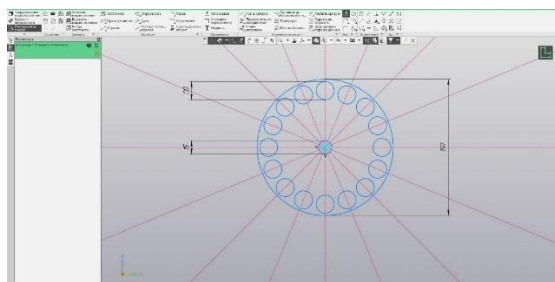


Рис. 1. Четеж статора

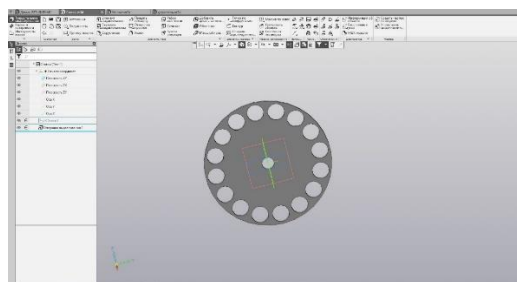


Рис. 1. Статор

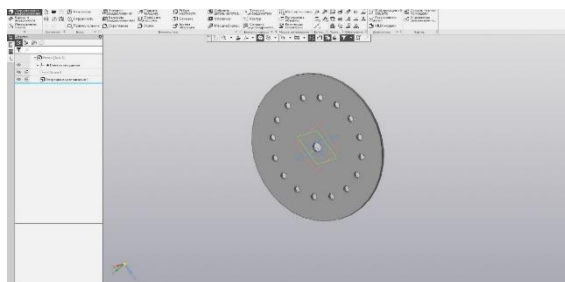


Рис. 2. Ротор

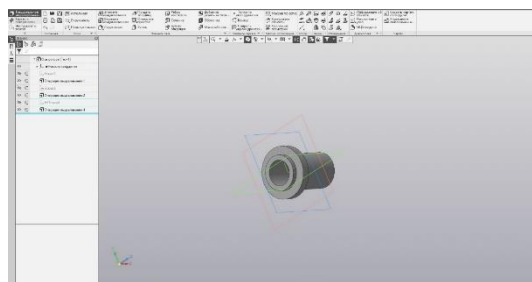


Рис. 3. Вал

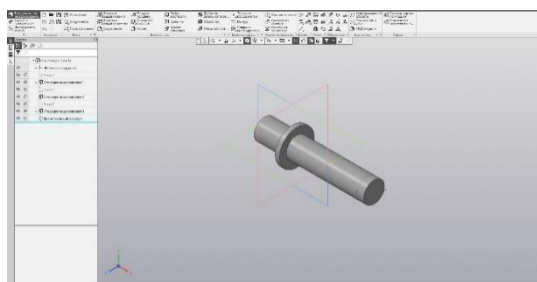


Рис. 4. Ось

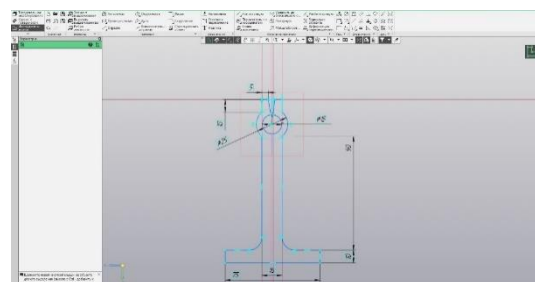


Рис. 5. Чертеж ножки генератора

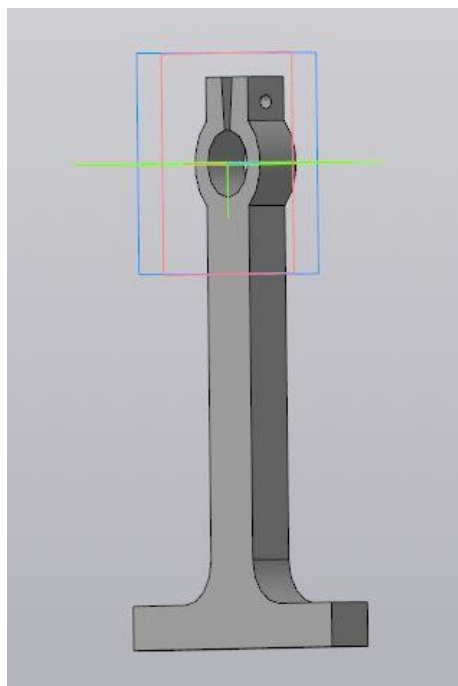


Рис. 6. Ножка генератора

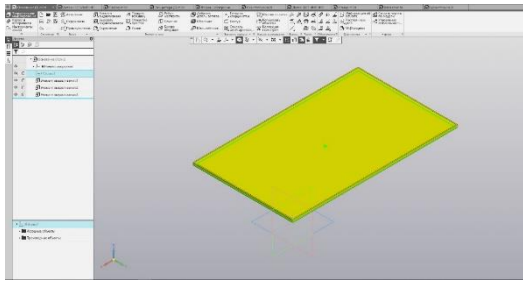


Рис. 7. Подставка

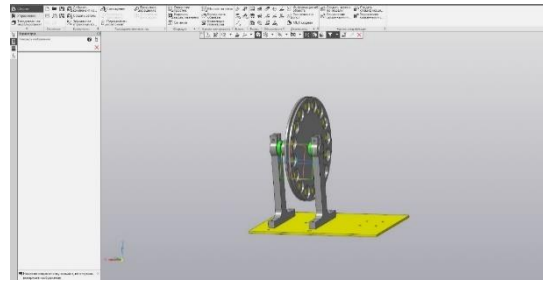


Рис. 8. Сборка

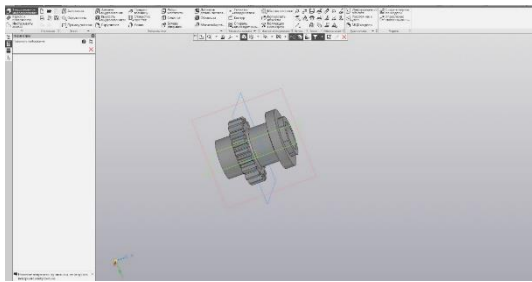


Рис. 9. Вал с шестерёнкой

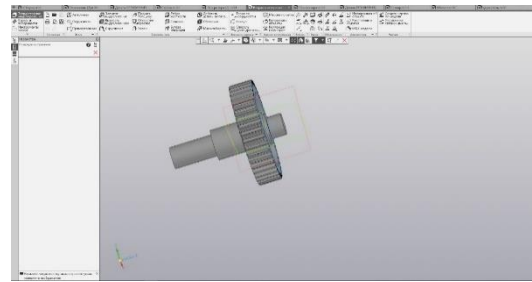


Рис. 10. Шестеренка с 40 зубьями

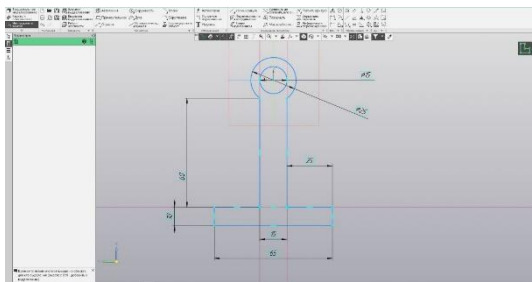


Рис. 11. Чертеж ножки для шестеренки

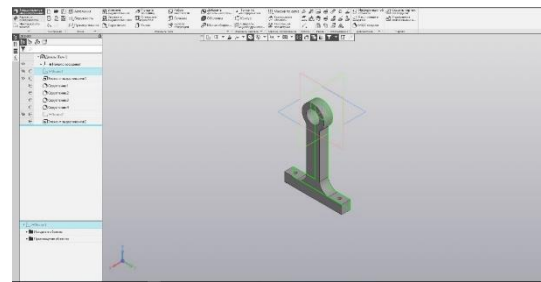


Рис. 12. Ножка для шестерёнки

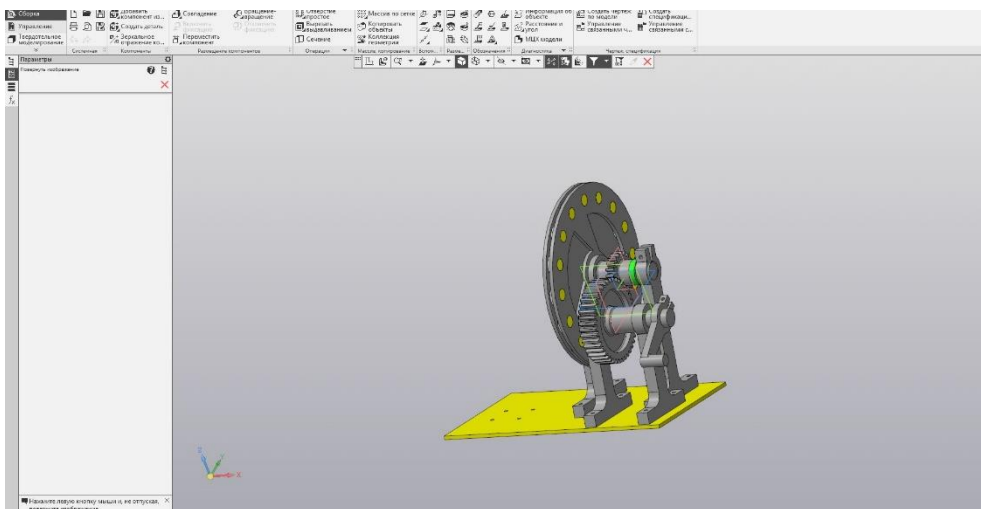


Рис. 13. Окончательная сборка

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Рис. 15. Катушка и медная проволока



Рис. 16. Статор с катушками



Рис. 17. Ротор с катушками



Рис. 18. Ротор на валу



Рис. 19. Статор и вал на оси



Рис. 20. Надеваем ножки на ось



Рис. 21. Внесённые изменения в конструкцию

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe8CBorLwk6pIU3-Hs6cDtGQLOI-Fmux1_Sqv0kkkYo3BidRQ/viewform (ссылка на опрос)

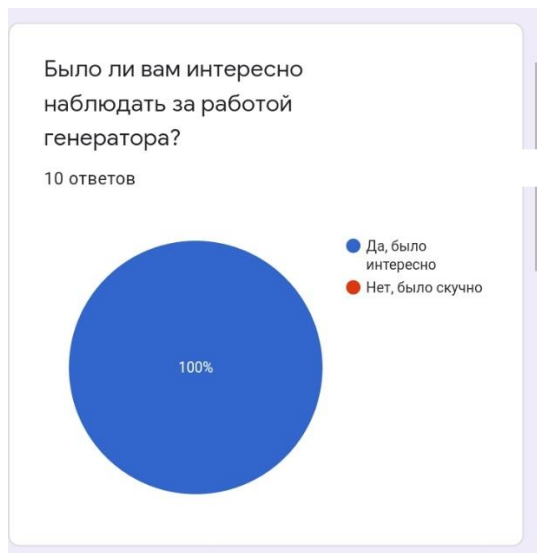


Рис. 22. Результаты опроса

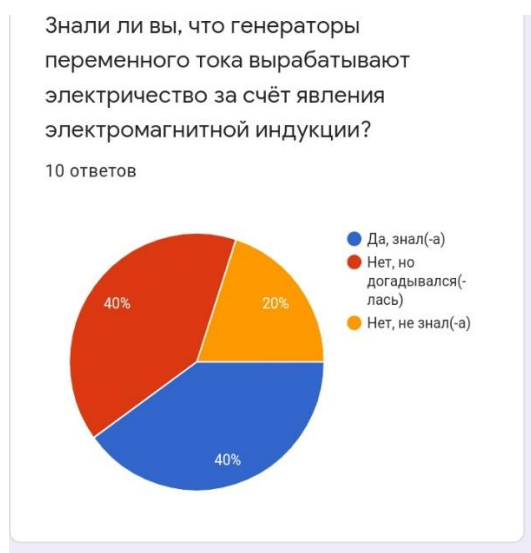


Рис. 23. Результаты опроса

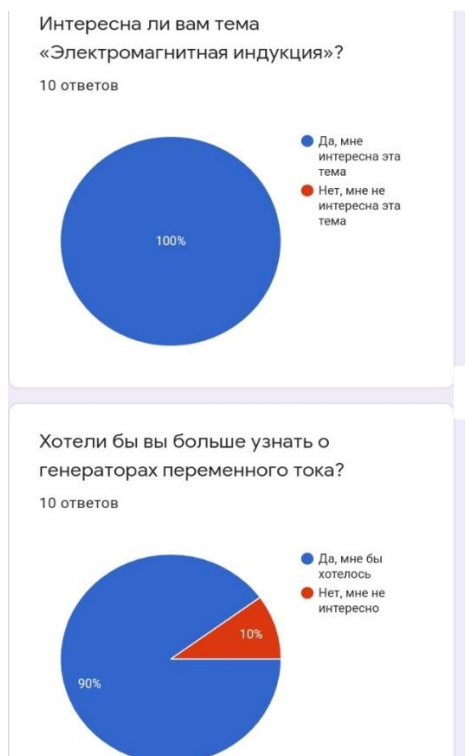


Рис. 24. Результаты опроса

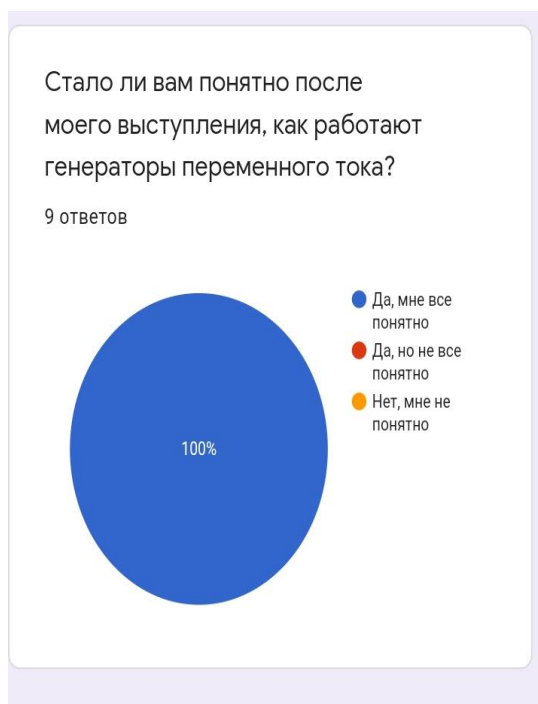


Рис. 25. Результаты опроса

