

УДК 621.7.09

М. В. Соколовський; В. Л. Дубнюк

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Проектування та виготовлення пристрою для бездротової передачі електромагнітної енергії

Метою виконання даної проектно-дослідної роботи було проведення досліджень щодо практичної можливості передачі енергії електромагнітними хвилями на значні відстані; виготовлення електричної схеми трансформатора Тесла та проектування корпусу для розміщення елементів високочастотного трансформатора задля безпечного використання під час проведення лабораторних та практичних занять у студентському середовищі.

У 1891 році Нікола Тесла [Nikola Tesla] (1856...1943) вперше продемонстрував можливість передавання електричної енергії на достатньо велику відстань без застосування металевих дротів. Для цього він запропонував пристрій, який й зараз називається на його честь – трансформатор або котушка Тесла. Його було запатентовано 22 вересня 1896 року під назвою «Апарат для вироблення електричного струму високої частоти та напруги» (Apparatus for producing electric currents of high frequency and potential).

Трансформатор Тесла – майже звичайний електричний трансформатор, з двома обмотками: первинна має один виток, а вторинна – набагато більше (у нашому випадку 1000 витків). Таким чином коефіцієнт трансформації (відношення кількості витків вторинної до кількості витків вторинної обмоток) становить $k=n_2/n_1=1000$. Якщо використовується джерело живлення напругою 12 В, то на вторинній обмотці такого трансформатора отримуємо електричну напругу в $u_2=ku_1=12$ кВ.

Але головною відміною трансформатора Тесла від звичайного електричного трансформатора є застосування токів високої частоти та робота у режимі резонансу. Зазвичай частота електричного струму у вторинній обмотці трансформатора Тесла становить 20...100 кГц. Задля керування процесом перетворення постійного струму від джерела живлення у змінний струм використано транзистор Т (рис. 1, а), який включено у контур первинної обмотки. Ємність конденсатора С підібрано таким чином, щоб забезпечити

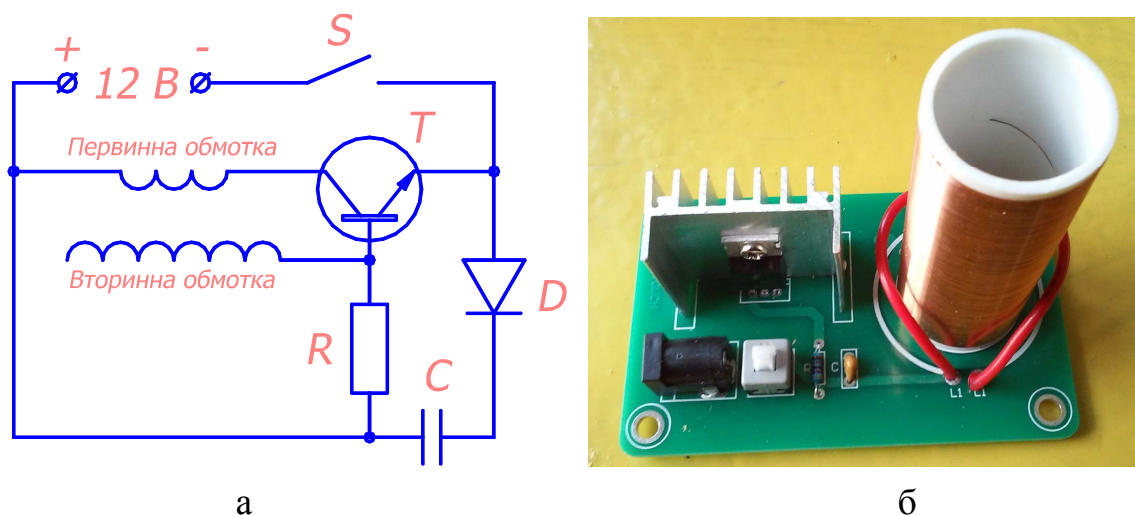


Рис. 1. Трансформатор Тесла:

а) електрична схема; б) виготовлена електрична плата

роботу пристрою на резонансній частоті задля найбільш ефективного перетворення електричної енергії та отримання високочастотного розряду на вторинній обмотці трансформатора. Плату із розташованими електричними компонентами пристрою показано на рис. 1, б.

Конструювання та розробка твердотілих моделей корпусних деталей відбувалось із застосуванням програми AutoCAD. Загалом було запроєктовано набір з одного складаного елемента – корпус 1 та чотирьох деталей: основа 2; тубус 3; кнопка 4 та ніжка 5 (рис. 2, а). Деталі виготовлено із застосуванням технології 3D друку (табл. 1).

Таблиця 1. Витрати часу та матеріалу на виготовлення деталей.

Номер	Найменування	Час друку, хвилин	Витрати філаменту, метрів
1	Корпус	127	6,07
2	Основа	63	3,80
3	Тубус	39	1,83
4	Кнопка	11	0,23
5	Ніжка (4 штуки)	6	0,24
Загалом		≈ 4 години	12,17

Філамент (пластиковий дотовий матеріал для 3D друку) – АБС (АкрилонітрилБутадиєнСтирол) [ABS – Acrylonitrile Butadiene Styrene]. АБС не має чіткої температури плавлення. Для друку на 3D принтері пластик

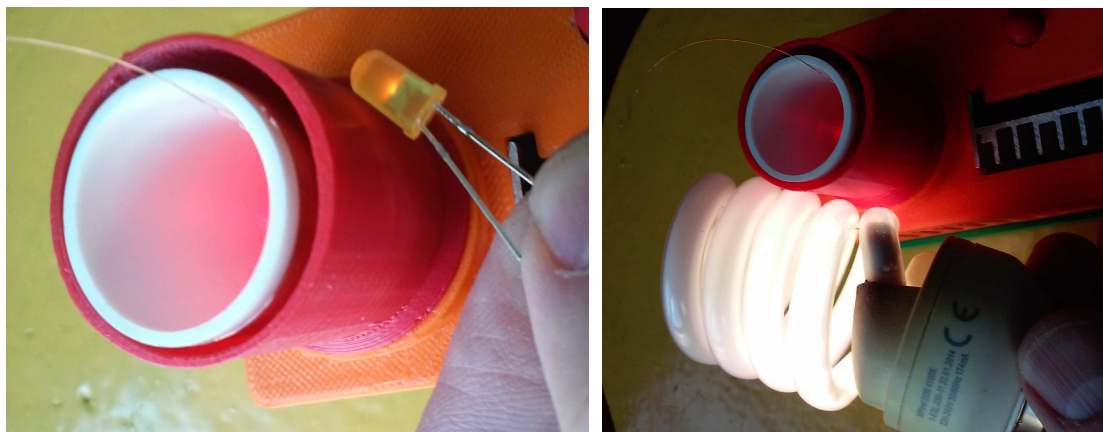


Рис. 2. Конструювання пристрою для передачі електроенергії на відстані:
а) надруковані на 3D-принтері елементи корпусу; б) пристрій складений;
в) роз'єм для джерела живлення; г) вентиляційні отвори; д) опорні ніжки;
є) захисний тубус

розігрівається до температури 240°C . Матеріал нетоксичний, довговічний, вологостійкий, великий діапазон робочих температур ($-40\dots+90^{\circ}\text{C}$), має гарні механічні властивості, ударостійкість та пружність. Для більшої наочності деталі друкувались з філаменту різних кольорів, діаметр філаменту 1,75 мм.

Повністю складений пристрій показано на рис. 2, б. У конструкції корпусу передбачений отвір для підключення зовнішнього джерела живлення напругою 12 В (рис. 2, в). З метою забезпечення гарного повітряного охолодження елементів електричної схеми, зокрема транзистора, передбачено вентиляційні отвори у бічних стінках корпусу (рис. 2, г). Гвинти, що скріплюють корпус та основу пристрою, також утримують й опорні ніжки (рис. 2, д). Для забезпечення захисту від можливого враження електричним струмом при доторканні до котушки вторинної обмотки трансформатора на різьбі встановлено захисний тубус (рис. 2, є).

Відносно невелика потужність пристрою дозволяє запалювати напівпровідникові світлодіоди (рис. 3, а) та внутрішнє середовище навіть згорілих люмінесцентних ламп (рис. 3, б).



а

б

Рис. 3. Демонстрація процесу роботи пристрою для передачі електроенергії на відстані:

Таким чином, під час виконання даної проектно-дослідної роботи спроектовано та виготовлено пристрій для передачі енергії електромагнітних хвиль на відстань; досліджено процес передачі енергії та визначено конструкторські та технологічні параметри процесу виготовлення даного пристрою.

Даний проект впроваджено в рамках діяльності студентського науково-технічного гуртка «Моделювання складних інженерних систем із застосуванням 3D технологій» який у цьому році розпочав свою діяльність на кафедрі лазерної техніки та фізико-технічних технологій механіко-машинобудівного інституту КПІ ім. Ігоря Сікорського.