



Ленинградская область

Разработка модели электрогенератора для школьного электромобиля на основе принципа действия крыла бабочки методом растровой электронной микроскопии

Работу выполнила: Якименко Диана Дмитриевна ,
МОБУ СОШ «Центр образования «Кудрово», 11 класс
Руководитель: Лемозерский Владислав Евгеньевич,

педагог дополнительного образования, МОБУ СОШ «Центр образования «Кудрово»,
аспирант каф. микро- и нанозлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Ленинградская область, Всеволожский район, город Кудрово

Цель работы: Разработка модели экологичного электрогенератора на основе исследования принципа действия крыла бабочки.

Решаемые задачи:

1. Исследовать особенности строения и принципы действия крыльев чешуекрылых на основе поиска информации из литературных источников и их взаимосвязь с производством электрогенераторов.
2. Провести растровую электронную микроскопию образцов крыльев чешуекрылых. Обработать результаты
3. Проанализировать полученные результаты микроскопии

4. Разработать модель электрогенератора на основе полученных результатов микроскопии

Объект исследования: крыло бабочки (его особенность строения, заключающаяся в необычайно развитой диэлектрической поверхности, предназначенной для эффективной электризации их при вихре, в процессе их трения о воздух).

Предмет исследования: Исследование принципа действия крыла бабочки (геометрия крыла, электроемкость, накопленный заряд на поверхности чешуек) путём растровой электронной микроскопии.

Методы исследования: 1. Наблюдение (прямое наблюдение) 2. Эксперимент (качественный эксперимент) 3. Моделирование

Оборудование и материалы: Научные статьи российских и иностранных источников, научная литература, образцы крыльев чешуекрылых, растровый электронный микроскоп, микрофотографии растровой электронной микроскопии.

Таблица 1– Принцип работы электрогенератора

№	Описание этапа	Механизм
1	Электроны движутся от плюса к минусу, в результате этого движения мы получаем, что на самой чешушке, всегда находится скопление отрицательно-заряженных частиц	
2	В воздухе находятся положительно-заряженные частицы, протоны, которые движутся вместе с потоками воздуха. При взаимодействии чешушки с данными потоками протоны будут проходить связь чешушку, а электроны будут следовать за ними	
3	Далее, протоны и следующие за ними электроны будут попадать в корпус электрогенератора и продолжать своё движение по проводам к приборам автомобиля	
4	Вышесказанное будет означать, что внутри проводов есть движение электронов, а значит возможно и возникновение электрического тока	

Результаты исследования поверхности крыльев бабочек с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ)

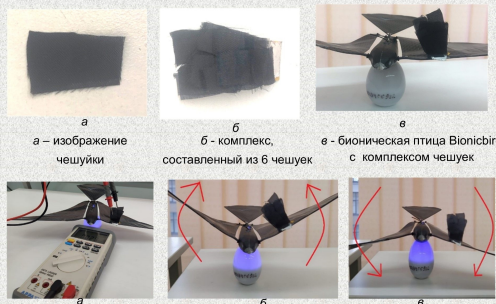
Таблица 2– Количество и форма чешуек в зависимости от вида бабочки

№ образца	Вид бабочки	Комплекс чешуек (520 кратное увеличение)	Комплекс чешуек (1900 кратное увеличение)	Кол-во чешуек (шт)
1	NEVOMORA GLAUCIPPE (Гейбомья)			95
2	DOLESCHALLIA BISALTIME (Осенний лист)			108
3	TROIDES RHADAMANTUS (Золотая птицекрылка)			66
4	PACHLIOPTA KOTZEBUEA (Парусник коцебу)			51
5	PARTHENOS SYLVIA (Сильвия тигровая)			141

Таблица 3- площадь чешушки в зависимости от вида бабочки

№ образца	Изображение чешушки (2100 кратное увеличение)	Расчёт площади чешушки (S)	Площадь чешушки, мкм²
1		$S = a \cdot b$ где a= 108 мкм (длина); b= 40 мкм (ширина).	4320
2		$S = a \cdot b - 2 \cdot \frac{c \cdot h}{2}$ где a=124 мкм (длина); b=40,5 мкм (ширина); c=13,46 мкм (основание треугольных срезов, зелёная линия); h=13 мкм (высота треугольных срезов, жёлтая линия).	4847,02
3		$S = a \cdot b - \frac{c \cdot h}{2}$ где a=153 мкм (длина); b=51,5 мкм (ширина); c=25,8 мкм (основание треугольного среза, зелёная линия); h=5,5 мкм (высота треугольных срезов).	7456,38
4		$S = a \cdot b - \frac{c \cdot d}{2} - \frac{e \cdot f}{2} - \frac{g \cdot h}{2}$ где a=167 мкм (длина); b=60 мкм (ширина); c=13 мкм (основание треугольного среза 1); d=11 мкм (высота треугольного среза 1); e=17 мкм (основание треугольного среза 2); f=15 мкм (высота треугольного среза 2); g=13 мкм (основание треугольного среза 3); h=16 мкм (высота треугольного среза 3).	9717
5		$S = a \cdot b - \frac{c \cdot d}{2} - \frac{e \cdot f}{2}$ где a=100 мкм (длина, красная линия) b=40,5 мкм (ширина, синяя линия) c=16 мкм (основание треугольного среза 1, зелёная линия) d=3,4 мкм (высота треугольного среза 1, жёлтая линия) e=17,5 мкм (основание треугольного среза 2, сиреневая линия) f=5,5 мкм (высота треугольного среза 2, розовая линия)	3974,675

Эксперимент измерения электроемкости



а - экспериментальная установка измерения емкости; б-взмах вверх; в - взмах вниз
Рисунок 2— Симуляция полета крыла бабочки

Зависимость между параметрами комплекса чешуек и их электроемкостью представлена в таблице 3.

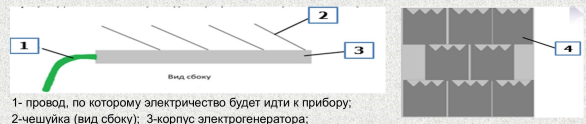
Таблица 3- Результаты экспериментов

Площадь	Параметры чешуек		Форма	
	Площадь чешушки, С, мФ	Эм-кость на единицу площади, N, шт	Вид бабочки	С, мФ
0,5x0,5	21	1	Гейбомья	39
2x1	26	3	Осенний лист	59
2x2	38	6	Золотая птицекрылка	41
2x4	43	9	Парусник Коцебу	62
4x4	56	12	Сильвия тигровая	22

На основании теории и результатов экспериментов наиболее подходящим аналогом для моделирования оказался объект с формой, соответствующей образцу №4.

В результате экспериментов была выявлено следующая закономерность: чем больше площадь и чем больше количество чешуек на единицу площади, тем больше ёмкость.

Модель электрогенератора



На корпусе 3 электрогенератора расположены чешушки 2, 4, на поверхности которых скапливаются электроны. При взаимодействии с воздухом скопившиеся электроны перемещаются за протоны и падают в корпус, от которого переключаются в электрические провода, где в результате движения электронов возникает электрический ток, который по электропроводам 1 поступает к приборам автомобиля.

Заключение

1. Осуществлена взаимосвязь бионики с технологией изготовления электрогенераторов.
2. В рамках работы проведена растровая микроскопия и определены параметры чешуек для 5 образцов.
3. На основе полученных теоретических расчетов и практических экспериментов РЭМ-методики, создана модель комплекса чешуек, над которой проводились измерения емкости в различных режимах.
4. Выдвинутая гипотеза была подтверждена.

Список литературы

1. Лукитин, Б.В. Способы снижения расхода топлива дизельных электростанций // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2 – С.30-36
2. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: Азбуковник– 2000. – 940 с.
3. Р.В.Поль, Введение в учение об электричестве. М.– Л.: Государственное технико-теоретическое изд-во.– 1933.– 348 с.
4. Нейман, Л.Р. Теоретические основы электротехники. – Л.: Энергия, 1967.– 219 с.
5. Мартека, В.А. Бионика: пер. С англ.– 1967.– 247с.
6. Лилиншей, И.Б. Беседы о бионике – М.: Стройиздат, 1989.– 269с.
7. Гармаш, И. И. Тайны бионики.– Киев, 1985.– 187с.
8. Лебедев, Ю.С. Архитектурная бионика– Стройиздат, 1990.– 275с.
9. Х.Райхгоф, Бабочки– Рим,2002.– 223с.
10. Семенов-Огиевский, А.В. Мастерская природы.Художник–М.: Изобразительное искусство,1981.– 208с.