

$$\begin{aligned}x &= r(k - \sin k) \\ y &= r(1 - \cos k)\end{aligned}\quad (1)$$

Здесь r и k параметры циклоиды. При произвольных значениях координат возможны 3 ситуации. 1) Если y_0 и x_0 связаны соотношением $y_0 = 2x_0/\pi$, то $r = y_0/2$ и k будет изменяться от 0 до π . В этом случае траектория будет представлять полную полуарку циклоиды. Будем считать, что в этом случае $x_0 = x_f$. 2) Если точка B_1 имеет координаты (x_1, y_0) , причем $x_1 < x_f$, то полуарка циклоиды будет неполная, а значения параметра $k = k_1$, при котором $x = x_1$, можно найти из численного решения уравнения $x_1(\cos k_1 - 1) + y_0(k_1 - \sin k_1) = 0$, причем $r_1 = x_1/(k_1 - \sin k_1)$. Численное решение было получено в Mathcad с использованием функции root. 3) Точка B_2 имеет координаты (x_2, y_0) , причем $x_2 > x_f$ тело будет двигаться сначала по циклоиде, а потом по прямой – отрезок B_0B_2 .

Время спуска можно определить, используя выражение [2]:

$$t = \int_0^x \frac{\sqrt{1+(y'_x)^2}}{\sqrt{2gy}} dx, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, $x = x_0$ в ситуации 1, $x = x_1$ в ситуации 2. В случае 3 полное время $t_p = t + t_r$, здесь t – время движения по циклоиде до точки B_0 и t_r – время движения по отрезку B_0B_2 , $t_r = (x_2 - x_0)/v$, где v скорость в точке B_0 . С учетом того, что вся потенциальная энергия перешла в кинетическую, $v = \sqrt{2gy_0}$. Согласно нашим вычислениям:

$$y'_x = \frac{\sin k}{1 - \cos k}, \quad dx = r(1 - \cos k)dk. \quad (3)$$

После замены переменной интеграл (2) можно взять в явном виде: $t = k_i \sqrt{r_i/g}$, где $k_i = \pi$ и $r = y_0$ для случаев 1 и 3 и $k_i = k_1$ и $r = r_1$ для ситуации 2. Аналогичные вычисления были сделаны для движения по прямой из точки A в точку B , в этом случае $t_s = \sqrt{2(x_i^2 + y_0^2)/(gy_0)}$. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры и результаты вычислений для времени спуска из точки $A(0, 0)$ до точки $B_i(y_0, x_i)$, $y_0=8$.

	x , м	k_i	y_0/x_i	r_i , м	t , с	t_s , с	t_s/t
B_0	12,56	π	$2/\pi$	$y_0/2=4$	2,007	2,378	1,185
B_1	10	2,775	1,25	4,137	1,803	2,045	1,134
B_2	15	π	0,533	$y_0/2=4$	$t_p = t + t_r=2,201$	2,715	$t_s/t_p = 1,233$

Из результатов вычислений видно, что независимо от соотношения между координатами x и y точки B , время спуска по циклоиде всегда меньше, чем по прямой. Отношение времени спуска по прямой к времени спуска по циклоиде возрастает с ростом x .

Литература

1. Сумбатов, А.С. Задача о брахистохроне (классификация обобщений и некоторые последние результаты) / А.С.Сумбатов // ТРУДЫ МФТИ. – 2017. – Том 9, № 3. – С.73–75.
2. Мэтьюз, Дж. Математические методы физики / Дж. Мэтьюз, Р.Уокер. – М.: Атомиздат, 1973. – 397 с.

УДК 621.382

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ СВЕТОДИОДЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВИРУСАМИ

Студенты гр.10903121 Самцов Н.Д., Сурага Ю.С.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Основное направление развития светодиодной промышленности, в настоящее время, направлено на создание новых мощных светодиодов, работающих в УФ-области излучения. Такие светодиоды хорошо себя зарекомендовали в качестве бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха, поверхностей и жидкостей (воды). Исследования в УФ-диапазоне излучения различных

источников света показало, что наиболее эффективно уничтожает вирусы и бактерии излучение в диапазоне длин волн (205 нм ÷ 315 нм) Это обусловлено, величиной энергии разрушения молекул ДНК вируса. Следует отметить, что кроме светодиодных излучателей, существуют и другие УФ-излучатели. Например, ртутные лампы высокого давления у которых длина излучения ($\lambda = 245$ нм и $\lambda = 185$ нм). Однако, излучение с длиной волны $\lambda = 185$ нм, преобразует кислород в озон, который негативно воздействует на кожу человека. Всемирная организация здравоохранения не рекомендует использовать кварцевые лампы для борьбы с коронавирусом. Применение светодиодных ламп в установках обеззараживания дает ряд преимуществ, а именно: более точную фокусировку излучения на требуемом объекте, более плавную регулировку мощности излучения и возможность получения наиболее эффективной длины волны $\lambda = 245$ нм а также, существенное уменьшение массы установки и отсутствие ртути.

Фирмы, обладающие технологией создания полупроводниковых чипов на основе AlGaIn и AlN, ускоренным темпом создают УФ-излучатели в диапазоне длин волн (265–280) нм. Это компания Everlight (мощность излучения УФ-светодиода $\lambda = 280$ нм, $P = 30$ мВт) и компания Seoul Viosys, дочерняя структура Seoul Semiconductor ($\lambda = 275$ нм, $P = 50$ мВт). В пресс-релизе компании, который опубликован 3 марта 2020 г., было заявлено, что эффективность уничтожения вируса COVID-19, с помощью данного светодиода, была 90 %. Следует также отметить, что КПД УФ-светодиодов пока, небольшое (1–2 %). Для сравнения, у кварцевой лампы КПД составляет 10–15 %. Дальнейшие исследования причин низкой эффективности УФ-светодиодов показали, что очень низкий КПД обусловлен большой величиной запрещенные зоны Eg и низкой эффективностью легирования AlGaIn, что затрудняет получение прямого туннелирования между слоями р-типа и n-типа. Чтобы преодолеть эту проблему, группа профессора Zetian Mi [1] из Мичиганского университета изучила конструкцию УФ-светодиода, включая тонкий слой туннельного соединения GaN различной толщины, а также различную толщину верхнего слоя n-типа AlGaIn, что позволило оптимизировать конструкцию УФ-светодиода и существенно увеличить внешнюю квантовую эффективность ~11 %.

Литература

1. GaN-Based Deep-Nano Structures: Break the Efficiency Bottleneck of Conventional Nanoscale Optoelectronics / Navid I. A. [et al.] // Advanced Optical Materials. – 2022. – С. 2102263.

УДК 620.1.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ГРАНУЛИРОВАННОЙ САХАРОЗЫ ОТ ЕЕ РАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Студенты гр.11305121 Сенюта В.В.¹, Корякин М.С.¹, Почкаева А.А.²

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю.А.¹, Почкаев А.В.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

²ООО «Когнитивные Биотехнологии», Минск, Беларусь

Сахароза используется как сырье для создания ряда лекарственных форм и одним из компонентов для генерации некоторых лекарственных средств, поэтому контроль ее качества актуален. По своему составу химически чистая сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) состоит из: α -глюкопиранозила и β -фруктофуранозиды, которая растворяется в дистиллированной воде, массовая концентрация остатка (микроэлементов) после выпаривания составляет не более 5 мг/дм³; рН фактор находится в пределах 5,4–6,6. Сухая сахароза является ярко выраженным диэлектриком с электретными свойствами. Исследовались образцы гранулированной сахарозы шарообразной формы (рис. 1), диаметром приблизительно 4 мм, изготовленных методом дражирования. Объем статистической выборки $n = 10$. Электрические параметры образцов (эффективные сопротивления R^*) определялись методом релаксационной дифференциальной диэлектрической спектроскопии, основанной на дифференциальном анализе переходного заряда во временной области при поляризации образца напряжением в виде ступеньки [1]. Анализировались размерные параметры каждого образца: S^* – площадь фотоизображения, P – периметр и кругообразность $\Theta = 4\pi S^*/P^2$ в программе обработки изображений Image J. Дополнительно взвешиванием определялась масса m каждого