

размещение бракованной продукции на складе; документальное оформление возвращённого товара.

Функция 3. Обеспечение запасными частями и сопутствующим сервисом.

Функция 4. Сбор, утилизация или уничтожение отходов производства.

Функции логистики реализуют следующие организации: сельскохозяйственные предприятия; транспортные предприятия; торговые предприятия; коммерческо-посреднические организации; предприятия перерабатывающей промышленности.

Понятие «логистическая система» одно из ключевых в логистике. Логистическая система на предприятии АПК формируется в том случае, если в основе управления предприятием заложены логистические концепции и используются соответствующие принципы управления материальными потоками.

Список использованных источников

1. Логистика : учебник / Б.А. Аникин, Д.А. Родкина, М.А. Гапонова [и др.] ; под ред. Б.А. Аникина, Т.А. Родкиной. – М. : Проспект, 2007. – 408 с.

2. Гаджинский, А.М. Логистика : учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А.М. Гаджинский. – 20-е изд., перераб. и доп. – М. : Дашков и К, 2012. – 484 с.

УДК 621.77.016:62178.061

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА ИОНОВ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

*Студент – Загребанцев А.И., АСОИ-171, 2 курс, ЭТФ
Научный*

*руководитель – Логвин В.А. к.т.н., доцент кафедры «МРСиИ»
Межгосударственное образовательное учреждение высшего
образования «Белорусско-Российский университет»,
г. Могилёв, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработан алгоритм моделирования процессов, протекающих в плазмогенераторе по формированию потока ионов, обладающих необходимым спектром энергий для заданного воздействия на обрабатываемые материалы плазмы тлеющего разряда с целью разработки новых способов, технологий и автоматизированных устройств для создания автоматизированной технологической среды.

Ключевые слова: плазма, тлеющий разряд, автоматизированная технологическая среда.

Создание новых технологий по формированию в поверхностном слое материалов необходимых физико-механических свойств, адаптированных для использования в автоматизированной технологической среде, становится всё более актуальной проблемой современного машиностроения. Использование низкоэнергетического воздействия излучения плазмы тлеющего разряда в контролируемых технологических средах при разработке перспективных способов обработки материалов для прогнозируемого изменения физико-механических свойств этих материалов можно рассматривать как уникальный вид упрочняющей обработки. Низкоэнергетическая бомбардировка в тлеющем разряде ионами с энергией 0,5...5 кэВ, обладающих широким спектром энергетического воздействия различных металлов и сплавов сопровождается возбуждением резонансных явлений в обрабатываемом материале, что приводит к повышению дислокационной плотности и перестройке дислокационных структур.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма моделирования процессов, протекающих в плазмогенераторе по формированию потока ионов, обладающих необходимым спектром энергий для заданного воздействия на обрабатываемые материалы плазмы тлеющего разряда для разработки новых способов, технологий и автоматизированных устройств для создания автоматизированной технологической среды.

Для прогнозирования процессов, протекающих в плазмогенераторе по формированию ионов, обладающих необходимым спектром энергий для заданного воздействия на обрабатываемые материалы в тлеющем разряде в вакууме следует рассматривать процесс облучения как комплексную систему. В квантовой механике любая система полностью описывается заданием волновой функции $\psi(\vec{r}, t)$ (в общем случае комплексной), квадрат модуля $|\psi(\vec{r}, t)|^2$ которой определяет плотность вероятности обнаружить частицу в момент времени t в некоторой точке пространства с радиус-вектором \vec{r} .

Если частица движется в потенциале $U(\vec{r}, t)$, то временная эволюция функции $\psi(\vec{r}, t)$ описывается нестационарным уравнением Шредингера [1]:

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi(\vec{r}, t) + U(\vec{r}, t) \psi(\vec{r}, t), \quad (1)$$

Для частицы, находящейся в состоянии, описываемой волновой функцией $\psi(\vec{r}, t) = \varphi(\vec{r}, t) e^{\frac{iEt}{\hbar}}$ действует стационарное уравнение Шредингера (при конкретном значении энергии E):

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} + U(x)\varphi(x) = E\varphi(x). \quad (2)$$

Которое также можно записать в виде:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + U(x) \right] \varphi(x) = E\varphi(x). \quad (3)$$

Общее решение уравнения (3) можно представить в виде суперпозиции собственных функций оператора, отвечающего выбранной физической величине.

Коэффициент c_n можно интерпретировать, как амплитуду вероятности обнаружить в измерении значение полной энергии равно E_n .

Для предварительных исследований представим нашу систему как одномерную и рассмотрим решения одномерного стационарного уравнения Шредингера (3) для частицы, движущейся в одномерном потенциале $U(x)$. При этом будем полагать, что его форма имеет вид представленный на рисунке 1 и в точках x_{\min} , x_{\max} потенциал становится бесконечно большим [1].

Это означает, что в точках x_{\min} , x_{\max} расположены вертикальные стенки, а между ними находится яма конечной глубины. Для удобства дальнейшего решения запишем уравнение (3) в виде:

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + k^2(x)\psi(x) = 0; \quad (4)$$

где $k^2(x) = \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(x)]$.

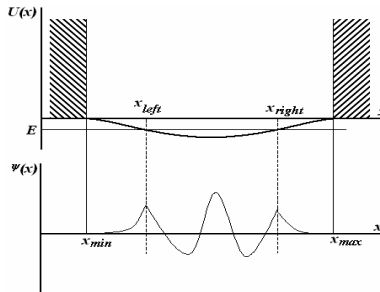


Рисунок 1 – Графическое представление одномерного потенциала

Вычислительный алгоритм для нахождения собственных функций и собственных значений уравнения Шредингера реализуется следующей последовательностью действий [1]:

- Задать выражение, описывающее безразмерный потенциал $\tilde{U}(\tilde{x})$.
- Задать значение γ^2 .
- Задать пространственную сетку, на которой проводится интегрирование уравнения (3).

- Задать x_{\min}, x_{\max} .
- Задать начальное значение энергии E_{start} .
- Задать конечное значение энергии E_{fin} .
- Задать шаг изменения энергии ΔE .
- Проинтегрировать уравнение (3) для значения энергии E_i . слева направо на отрезке $[x_{\min}, x_m]$.
- Проинтегрировать уравнение (3) для значения энергии E_i справа налево на отрезке $[x_{\max}, x_m]$.
- Вычислить значения переменной f_i для значения энергии E_i .
- Увеличить текущее значение энергии на ΔE : $E_{i+1} = E_i + \Delta E$.
- Проинтегрировать уравнение (3) для значения энергии E_{i+1} слева направо на отрезке $[x_{\min}, x_m]$.
- Проинтегрировать уравнение (3) для значения энергии E_{i+1} справа налево на отрезке $[x_{\max}, x_m]$.
- Вычислить значения переменной f_{i+1} для значения энергии E_{i+1}
- Сравнить знаки f_i, f_{i+1} .
- Если $f_i \cdot f_{i+1} > 0$ и $E_{i+1} \leq E_{\max}$, увеличить текущее значение энергии на ΔE и повторить действия, описанные в п.п. 8...17.
- Если $f_i \cdot f_{i+1} < 0$, уточнить методом линейной интерполяции.
- Если $E_{i+1} \leq E_{\max}$ повторить действия, описанные в пп. 8...18.
- Если $E_{i+1} > E_{\max}$, закончить вычисления.

Выше описанный алгоритм удобен для создания модели соответствующей физическому процессу в пакете прикладных программ «MatLab». В результате реализации данного алгоритма получены графические зависимости собственных функций уравнения Шредингера, соответствующих первому, второму, третьему, четвертому пятому и шестому собственным значениям энергии, которые представлены на рисунке 2.

На основе решения уравнения Шредингера для одномерного пространства (3) и алгоритма для реализации этого решения можно составить алгоритм и для решения уравнения Шредингера в трехмерном пространстве, которое наиболее полно описывает процессы, протекающие в вакуумной камере.

Конечной целью любого моделирования является количественное описание свойств системы на основе параметров, определяющих ее состояние. Выбранные для описания свойства системы и описывающие их уравнения составляют содержание модели.

Внешними, задаваемыми параметрами плазмы тлеющего разряда являются состав технологической среды, её давление и расход на прокачке, ток

в разряде, а также геометрия плазмохимического реактора и материал, из которого изготовлены электроды.

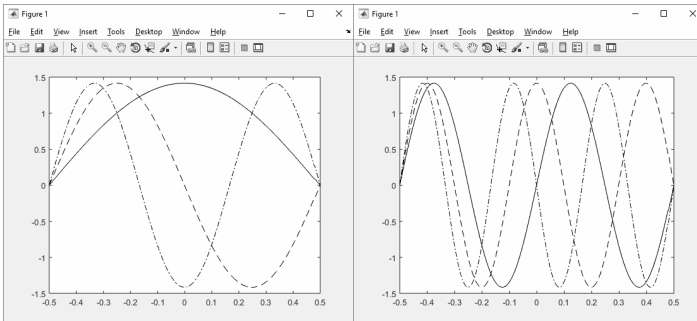


Рисунок 2 – Графические зависимости собственных функций, соответствующие разным значениям энергий

Стационарное состояние плазмы характеризуется внутренними параметрами, такими как приведенная напряженность электрического поля E/N , химический состав, включая распределения частиц по различным степеням свободы. Низкотемпературная плазма (НТП) является самосогласованной системой – ее физическое состояние, определяющее химическую активность, зависит от скоростей химических реакций. Опыт моделирования плазмы молекулярных газов показывает, что всю сложную модель целесообразно представить в виде следующих подмоделей [2]:

- Кинетики электронного газа.
- Колебательной кинетики основных электронных состояний.
- Кинетики образования и гибели заряженных частиц.
- Кинетики реакций нейтральных частиц.
- Тепловых источников.
- Электродинамики.

Таким образом предложенный алгоритм моделирования процессов, протекающих в плазмогенераторе по формированию потока ионов, обладающих необходимым спектром энергий для заданного воздействия на обрабатываемые материалы плазмы тлеющего разряда можно использовать для разработки новых способов, технологий и автоматизированных устройств для создания автоматизированной технологической среды.

Список использованных источников

1. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 592 с. ил.
2. Рыбкин В.В., Моделирование низкотемпературной плазмы газового разряда пониженного давления – Школа по плазмохимии для молодых ученых России и стран СНГ, http://main.isuct.ru/files/konf/plasma/School_Programme.html.