ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ ОЗОНАТОРА НА ПРОЦЕСС

ЭЛЕКТРОСИНТЕЗА ОЗОНА

INFLUENCE OF VIBRATION OF ELECTRODES OF THE OZONIZER ON PROCESS

OZONE ELECTROSYNTHESIS

*Д.А.Скворцова*

*Г.Магнитогорск*

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Носова», физико-математический факультет, группа ФМФПМм-13-1*

*Научный руководитель: проф. В.А.Кузнецов*

*D.A.Skvortsova*

*G. Magnitogorsk*

*FGBOU VPO "Magnitogorsk state technical university of Nosov", physical and mathematical faculty, group FMFPMM-13-1*

*Research supervisor: prof. V. A. Kuznetsov*

Ключевые слова: озонатор, электросинтез озона, вибрация электродов, избыточное давление, разрядный промежуток.

Keywords: ozonizer, ozone electrosynthesis, vibration of electrodes, excessive pressure, digit interval.

Методы теории колебаний являются одними из важнейших и общих при исследовании в различных областях естествознания. В настоящее время колебания приобретают особое значение в связи с бурным ростом мощностей машин, скоростей движения их агрегатов и механизмов, увеличением их долговечности и надежности, обеспечением устойчивости и управляемости систем. Значительную роль в технике играют механические колебания, многие виды которых называют вибрациями. При воздействии вибрации на механические системы возникают своеобразные физико-механические эффекты и явления.

Дифференциальные уравнения являются широко используемой формой записи математических моделей. В данной работе на ряде классических примеров динамических систем различной физической природы было продемонстрировано построение приемлемых математических моделей в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. В работе приведены некоторые примеры применения дифференциальных уравнений для моделирования таких реальных процессов, как влияния вибрации плоских электродов озонатора на интенсивность электросинтеза озона.

Methods of the theory of oscillations are among the most important and common in the study in various areas of science. Currently fluctuations are particularly important due to the rapid growth of capacities of machines, speeds of units and mechanisms, increasing their durability and reliability, sustainability and manageability of systems. Significant play a role in engineering mechanical vibrations, many species of which are called vibrations. Under the influence of vibration on mechanical systems arise peculiar physico-mechanical effects and phenomena. Differential equations are a widely used form of recording mathematical models. In this paper some classical examples of dynamical systems of different physical nature was demonstrated acceptable construction of mathematical models in the form of ordinary differential equations. The paper presents some examples of applications of differential equations to simulate such real processes, such as the influence of the vibration plate electrodes of the ozonizer on the intensity of the electrosynthesis of ozone.

В 1785 году голландский врач и естествоиспытатель Ван Марум впервые сообщил, что вблизи действующей электростатической машины всегда возникает резкий запах неизвестного газа. Позднее, природу неизвестной примеси выяснил швейцарский химик Шенбейн. В 1838 году он доказал, что запах, ощущаемый при электрических разрядах, принадлежит особому веществу, названному им «озоном».

Сегодня озон считается популярным и эффективным средством обеззараживания воды, воздуха и очищения продуктов питания. Так же кислородно-озоновые смеси используемые в лечении различных заболеваний.

Существует множество ***способов получения озона*** в электрическом разряде:

- под действием энергетических пучков;

- при прохождении химической реакции;

- электролизом;

- при воздействии ультрафиолетового излучения;

- коронный разряд;

- дуговой разряд;

- барьерный разряд;

- тихий разряд.

***Озонирование***, способ обработки воды или воздуха путем воздействия на них озона в целях обеззараживания и дезодорации.

В 1857 году Вернер фон Сименс сконструировал первую техническую установку для очистки питьевой воды. С тех пор озонирование позволяет получить гигиенически чистую воду.

***Озонаторы воды*.** Применяются для очистки воды от примесей, от привкусов и запахов, а также для обеззараживания воды.

***Озонаторы воздуха***.Озонаторы воздуха применяются для очистки воздуха от канцерогенных и сильно пахнущих выбросов, дезодорирует и дезинфицирует воздух в помещении.

Рассмотрим ряд проблем совершенствования озонатора:

1. Охлаждения электродов для повышения эффективности показателей образования озона. ( При работе озонатор сильно нагревается, что приводит к существенному снижению производительности).
2. Целесообразность использования малых разрядных промежутков при синтезе озона в барьерном разряде. (Тепловыделение в разрядном промежутке не равномерное и сосредоточено в основном в пристеночных областях. С уменьшением разрядного промежутка увеличивается доля вклада приэлектродных областей, где образование озона идет более интенсивно, а также как бы уменьшается «провал» по интенсивности образования в центре разрядного промежутка.)
3. Маленький срок службы диэлектрического барьера. (Это обуславливается воздействием на диэлектрический барьер озона, электрического поля и высокотемпературное воздействие микроразрядов. В современных конструкциях озонаторов в качестве диэлектрика вместо стекла используются новые материалы – стеклоэмаль, оксид алюминия и керамика.)
4. Сопротивление оказываемое вибрацией электродов на течение газа через разрядный промежуток. (В реальной работе озонатора, электроды испытывают вибрацию за счет того, что находятся на одной платформе с повыщающим трансформатором.)

Первые три проблемы были решены ранее, а последняя до настоящего времени не рассматривалась.

Цель представляемой работы – исследование явлений, возникающих в разрядном промежутке озонатора, при вибрации его электродов. Прикладное значение упомянутых явлений состоит в том, что они могут быть использованы для усовершенствования существующих моделей барьерных электрических озонаторов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- расчет колебаний электрода, защемленного по контору, при заданном вибрационном воздействии на него;

- расчет колебаний электрода при заданных вибрациях на границе по его периметру;

- исследование течения газа в разрядном промежутке между вибрирующими электродами.

Для расчета колебаний электрода, защемленного по контору (рис.1), при заданном вибрационном воздействии на него, было использовано уравнение Софи Жермен – Лагранжа:

(1)

Где D– цилиндрическая жесткость пластины,

w(x, y) – функция прогибов;

– интенсивность внешней распределенной нагрузки.



Рис.1

В случае колебаний пластины вместо следует подставить , состоящую из трех слагаемых:

, (2)

где , , -интенсивности внешней нагрузки, сил сопротивления и сил инерции соответственно. В данном случае задана внешняя по закону. С учетом всех нагрузок уравнение примет вид:

(3)

Решение данного уравнения

, (4)

где

(5)

для нахождения коэффициентов в уравнении (4) подставили полученное решение и правую часть разложили в двойной ряд Фурье по синусам, затем приравняли соответствующие коэффициенты при синусам и получили выражение для . Для нахождения функции было решено неоднородное дифференциальное уравнение со специальной правой частью

, (6)

которое было получено умножением уравнения

(7)

скалярно на , с учетом ортогональности получили следующую систему независимых уравнений

(8)

где

(8.1)

(8.2)

, (8.3)

(8.4)

;

;

Для получения наглядного визуализированного результата, был применен численный метод. ( Результаты представлены на рисунке 2).

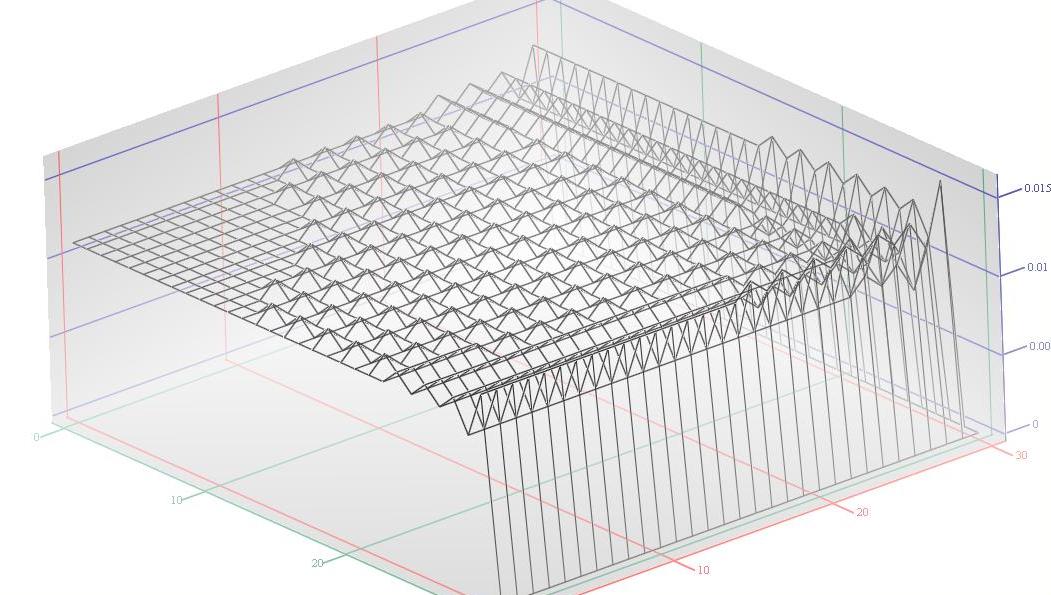


Рис 2.

Для расчета колебаний электрода при заданных вибрациях на границе по его периметру, было использовано то же уравнение Софи Жермен - Лагранжа:

при условии что и с граничными условиями:

*, , , .* (9)

Функцию прогибов задали в виде:

, (10)

где

(11)

вспомогательная функция удовлетворяющая заданным граничным условиям.. С учетом всех изменений уравнение примет вид:

(12)

Его решение будет иметь вид:

.(13)

А функция прогибов

(14)

(15)

для нахождения коэффициентов в уравнении (12) подставили полученное решение и правую часть разложили в двойной ряд Фурье по синусам, затем приравняли соответствующие коэффициенты при синусам и получили выражение для . Для нахождения функции было решено неоднородное дифференциальное уравнение со специальной правой частью

, (16)

которое было получено умножением уравнения

(17)

скалярно на , с учетом ортогональности получили следующую систему независимых уравнений

(18)

где

(18.1)

(18.2)

, (18.3)

(18.4)

;

;

Для получения наглядного визуализированного результата, был применен численный метод. ( Результаты представлены на рисунке 3).

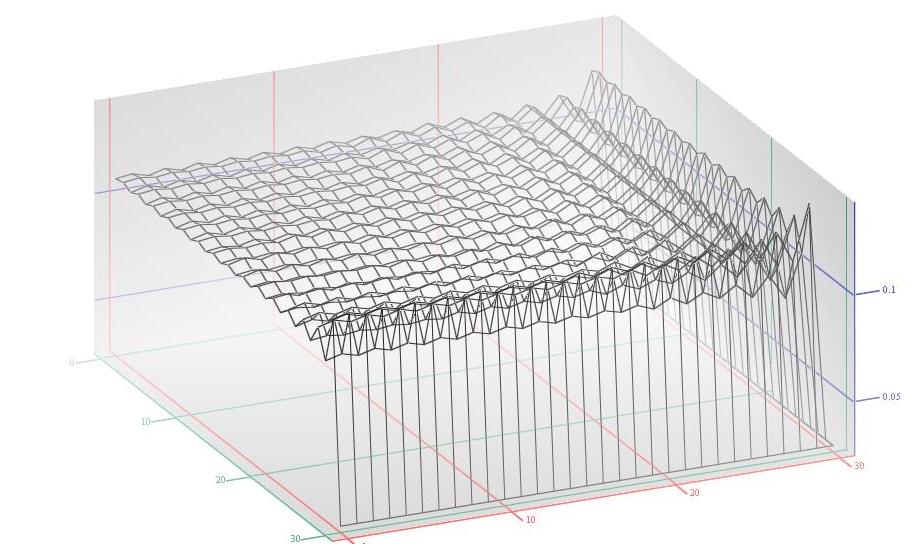


Рис.3

Исследование течения газа в разрядном промежутке между вибрирующими электродами.

При прохождении газа в зазоре между вибрирующими электродами формируется избыточное давление

. (19)

А

. (20)

Для расчета были применены формулы:

, (21)

,(22)

. (23)

А также рассчитана сила вибрации:



*(24)*

Дифференциальные уравнения являются широко используемой формой записи математических моделей. В данной работе на ряде классических примеров динамических систем различной физической природы было продемонстрировано построение приемлемых математических моделей в виде обыкновенных дифференциальных уравнений.

В работе приведены некоторые примеры применения дифференциальных уравнений для моделирования таких реальных процессов, как влияния вибрации плоских электродов озонатора на интенсивность электросинтеза озона.

Были проведены расчеты электродов при двух условиях: защемление по контору и колеблющимися краями далее использованы для расчета и исследования поведения газа в разрядном промежутке.

Рассчитано формирующееся избыточное давление между вибрирующими электродами. Получена зависимость избыточного давления от параметров вибрации, а именно: от амплитуды, частоты, расстояния между электродами и их размеров.

На основе полученной информации в работе далее рассчитывается поле скоростей газа в разрядном промежутке озонатора, поле температур, поле концентрации озона и, наконец, производительность озонатора.

Расчеты концентрации озона и производительности озонатора по уточненной модели дают более адекватные действительности результаты.

В результате нами была построена и реализована математическая модель барьерного электрического озонатора с вибрирующими электродами, позволяющая провести уточнение существующих алгоритмов расчета таких аппаратов.

Попутно были обнаружены и исправлены ошибки некоторых авторов, занимавшихся подобными задачами.

**Список литературы**

1. <http://fizportal.ru/ozone>
2. <http://www.kaufmanntec.ru/activity/5/>
3. Ю.В. Филиппов, В.А. Вобликова, В.И. Пантелеев, Электросинтез озона // МГУ им. М. В. Ломоносова. — Москва: Издательство МГУ, 1987.
4. В.Г. Самойлович, В.И. Гибалов, К.В. Козлов Физическая химия барьерного разряда. — Москва: Издательство МГУ, 1989. — ISBN 5-211-00415-9.
5. В.И Гибалов, А. Т. Рахимов, А. Б. Савельев, В. Б. Саенко// Особенности электросинтеза озона в поверхностном барьерном разряде. Препринт НИИЯФ МГУ — № 99 — 18/576. 1999. 28 с.
6. Скадченко О. Е. Исследование образования озона в струе низкотемпературной плазмы: Автореф. дисс… канд. хим. наук. М., 1972.
7. Новожилов В. В., Павловский В. А. Установившиеся турбулентные течения несжимаемой жидкости. С.-Петербург, 1998.
8. Мирошин Р. Н. О лучевой модели взаимодействия атомов разреженного газа с поверхностью // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 1. 1997. Вып. 4 (№ 22). С. 74-79.
9. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической

промышленности. - Л.: Химия, 1977.

1. Кохут О.И. Очистка промышленных сточных вод. - М.: Госстройиздат, 1962.
2. Скопов А. И. теоритические основы работы газостатических опор. – Ростов – на – Дону. Изд-во ЮФУ, 2009. – 176с.
3. Артоболевский И. И., Болотин В. В. Вибрации в технике. Справочник. Том 1. Изд-во Машиностроение, 1978.
4. Круглов К. И., Рвбаков М. Р. Математическое моделирование и оптимизация автотранспортных средств// МГТУ «МАМИ».
5. Алешкевич В. А., Деденко Л.Г.Механика сплошных сред // физический факультет МГУ.Изд-во Физический факультет МГУ, 1998.
6. Э. Л. Аэро, Н. М. Бессонов, А.Н. Булыгин. Аномальные свойства жидкостей вблизи твердой поверхности и моментальная теория. Колодный журнал, том 60, № 4, 1998, с.446-453.