

ISSN 2181-8622

**Ishlab chiqarish texnologiyasi
muammolari**



**Namangan muhandislik-
texnologiya instituti
ILMIY-TEXNIKA JURNALI**

**Tom 7
Maxsus son 1
2022**



2023



Aziz va muhtaram yurtdoshlar, Hurmatli ilm ahli!

Barchangizni kirib kelayotgan yangi yil bilan muborakbod etamiz!

Yangi yilda barcha hayrli ishlaringizda sizga omad yor bo'lsin.

Qalbingizdan quvonch, dasturxoningizdan qut-baraka va oilangizdan shodu-xurramlik aslo arimasin. Hamisha yurtimiz tinch, osmonimiz musaffo, xalqimiz omon bo'lsin! Kirib kelayotgan

Yangi 2023-yil qutlug' bo'lsin!

заземленной плоскости, Н						
Поверхностный заряд, 10^{-4} Кл	0,747	1,0	1,04	1,11	1,21	1,14
Поверхностная плотность зарядов, 10^{-4} Кл/мм ²	9,48	12,64	13,2	14,06	15,32	14,4
Превышение силы прилипания при импульсном напряжении над постоянным напряжением		1,79	1,94	2,21	2,63	2,31

Анализ результатов измерений (табл.) показывает, что зеркального отображения существенно зависят от частоты импульсного напряжения и растет до частоты 200 с^{-1} , затем уменьшается. Это связано с тем, что для используемой схемы питания предельная частота стабильности стримерной формы коронного разряда равна 200 с^{-1} . При этой частоте сила зеркального отображения в 2,63 раза превосходит аналогичную силу при коронном разряде постоянного напряжения. Аналогично увеличивается величина поверхностного заряда и его плотности. Отсюда следует заключение, что в электрических полях стримерной формы коронного разряда эффективность осаждения аэрозольных частиц будет происходить значительно эффективней чем в электрических полях коронного разряда постоянного напряжения. Справедливость этого заключения связано еще с тем, что величина напряженности электрического поля при питании импульсным напряжением больше напряженности поля при питании постоянным напряжением.

Одним из преимуществ стримерной формы коронного разряда также является выявленная закономерность зависимости характера силового воздействия электрического поля от параметров элементов схемы питания, которые связаны зависимостью (3). Это имеет определенное значение для различных технологических процессов выполняемых в сильных электрических полях, и позволит осуществлять тонкое регулирование осуществляемых процессов изменением параметров элементов схемы питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментально установлено, что напряженность электрического поля разрядного промежутка изменяется по закону изменения напряжения между электродами разрядного промежутка. Соответственно изменяется и электрические силы, действующие на частицы пыли находящиеся в электрическом поле.

При частоте 200 с^{-1} сила зеркального отображения, величина заряда и его плотность в 2,63 раза превышают аналогичные параметры для коронного разряда постоянного напряжения.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать заключение о высокой эффективности электрических полей стримерной формы коронного разряда по сравнению с коронным разрядом постоянного напряжения.

Список использованной литературы

1. Дымовые электрофильтры/ В.И.Левитов, И.К.Решидов, В.М.Ткаченко и др.; под общей редакцией В.И.Левитова. - М.: Энергия, 1980.- 448 с.
2. Музафаров Ш.М. Обоснование параметров электромеханического подборщика хлопка-сырца.: Дисс. ...канд.техн.наук.- Т.,1985. - 173 с.
3. Олофинский Н.Ф. Электрические методы обогащения. _ М.:Недра, 1977.- 519 с.
4. Попков С.П., Глазов М.И. Кинетика зарядки и динамика волокон в электрическом поле.- М.: Наука, 1976.-126 с.
- 5.Электрозерноочистительные машины/ Под общ. ред. А.М.Басова.- М.:Машиностроение, 1967.- 201 с.
- 6.Берлин Г.С. Механотроны. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.

ОЗОН ГЕНЕРАТОРИНИНГ ЧИҚАРИШ ОРАЛИҒИНИНГ ЭЛЕКТР МАЙДОН КУЧИГА ДИЕЛЕКТРИК ТЎСИҚНИНГ ТАЪСИРИ

ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРА НА НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ РАЗРЯДНОГО ПРОМЕЖУТКА ГЕНЕРАТОРА ОЗОНА

THE EFFECT OF THE DIELECTRIC BARRIER ON THE ELECTRIC FIELD STRENGTH OF THE DISCHARGE GAP OF THE OZONE GENERATOR

Профессори; Ш. М. Музафаров., Ассистенти; О.Г. Киличов
Национальный исследовательский университет

"Ташкентский институт инженеров ирригация и механизации сельского хозяйства"

Аннотация

В статье приводятся недостатки существующих способов генераторов озона (ГО) с диэлектрическими барьерами при питании синусоидальным напряжением. Эти недостатки заключаются в низком КПД (не более 2%) и необходимости охлаждать электроды проточной водой. Проведен анализ распределения напряженности электрического поля в диэлектрическом барьере и газовом разрядном промежутке трубчатого ГО и напряженности электрического поля трубчатого ГО без диэлектрического барьера. Проведен расчет напряженностей электрического поля в обоих случаях на основании проведенных экспериментальных исследований на синусоидальном и импульсном напряжении скважностью более 5. Выявлена возможность осуществлять процесс электросинтеза озона в разрядных промежутках без диэлектрических барьеров.

Annotatsiya

Maqolada mavjud bo'lgan sinusoidal kuchlanish bilan ta'minlaydigan dielektrik barerli ozon generatorlarni (OG) kamchiliklari keltirilgan. Bu kamchiliklar past FIK (2% oshmaydi) va elektrodni suv oqimi bilan sovitish jarayenidan iborat. Trubkali OG dielektrik barerida va gaz razryad oraligida, trubkali OG dielektrik barersiz gaz oraligida elektr maydanning kuchlanganligini taksimlanishi taxlil kilindi. Ikkata hodisa uchun sinusoidal va govakligi 5 dan ortik impulsli kuchlanishlarda o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarni natijalar buyicha elektr maydonning kuchlanganligilar xisoblandi. Xisoblar bo'iicha ozonni barersiz razryad oraliklarda ozonni elektrosintez jarayenini amalga oshirish imkoniyati aniklandi.

Abstract

The article presents the limitations of existing methods of ozone generators (OG) with

dielectric barriers on powering with sinusoidal voltage. These limitations include the low efficiency (less than 2%) and the need to cool electrodes with running water. Analyses have been done on the distribution of the electric field intensity in a dielectric barrier as well as in a gaseous discharge-interval of the tubular OG, on the electric field intensity of the tubular OG without a dielectric barrier. Calculations of the electric field intensities in both cases on the basis of the conducted experimental researches on sinusoidal voltage and pulse voltage with duty cycle of more than 5 have been done. There has been revealed an opportunity to implement the process of the electrosynthesis of ozone in the discharge-intervals without dielectric barriers.

Ключевые слова: озон, генератор озона, диэлектрический барьер, напряженность электрического поля, импульсное напряжение, скважность импульса, трубчатый ГО, разрядный промежуток, емкость разрядного промежутка.

Kalit soʻzlar: ozon, ozon generatori, dielektrik barer, elektr maydonning kuchlanganligi, impulsli kuchlanish, impuls govakligia, trubchali OG, razryad oraligi, razryad oraligini sigimi.

Keywords: ozone, ozone generator, dielectric barrier, electric field intensity, pulse voltage, duty cycle, tubular OG, discharge-interval, capacitance of discharge-interval.

Как показал анализ научно-технической информации, для электросинтеза озона используются переменные высокие напряжения синусоидальной формы. Мировая практика рекомендует использовать частоту 500 Гц. Генераторы озона (ГО) представляют собой электродную систему, в которой один или оба электрода покрыты диэлектрическим барьером. В процессе работы ГО диэлектрический барьер нагревается, что резко снижает выход озона. Поэтому электродную систему охлаждают проточной водой. Процесс электросинтеза озона также предусматривает подготовку воздуха перед подачей в ГО. Сюда входит фильтрация, охлаждение и сушка воздуха. КПД процесса электросинтеза озона не превышает 2%.

Разработка более эффективного способа электросинтеза позволит повысить выход озона и КПД, устранить нагрев диэлектрического барьера и упростить процесса подготовки воздуха перед подачей в ГО.

В существующих устройствах генерирования озона используется барьерный эффект, который, по утверждению авторов [1], стабилизирует разрядный ток и придает разряду равномерный характер. Данное утверждение не совсем обосновано. По утверждению ряда авторов при электрических самостоятельных разрядах в газах одновременно происходят процессы зарядки, рекомбинации и переноса объемных зарядов и при этом амплитуда и частота токов разряда являются случайными величинами и изменяются в больших пределах [2, 3], отсюда стабилизирующая способность барьера вызывает сомнение.

По форме электродов различают трубчатые и пластинчатые озонаторы. Для работы озонаторов это различие не принципиально, хотя в последнем случае бывает труднее избежать некоторых краевых эффектов. Наиболее широко применяются трубчатые озонаторы, которые состоят из пакета трубчатых электродов, размещенных в общем цилиндрическом корпусе. Исходя из этого, рассмотрим трубчатый озонатор.

Трубчатый озонатор представляет собой двухслойный конденсатор, электрическое поле в котором создается между двумя цилиндрическими поверхностями с общей осью (рис.) и имеет радиальное направление. В силу симметрии равнопотенциальные поверхности имеют цилиндрическую форму; оси этих поверхностей совпадают с общей осью электродов, причем, конечно, во всех точках

одной и той же равнопотенциальной поверхности величина напряженности постоянна и уменьшается от одной равнопотенциальной поверхности к другой.

Для определения емкости такого конденсатора и напряженности электрического поля в каждом слое представим себе, что вдоль поверхности раздела двух диэлектриков мы поместили бесконечно тонкий металлический цилиндр [5]. Такой металлический цилиндр не искажает электрическое поле в каждом диэлектрике, так как поверхность раздела остается равнопотенциальной.

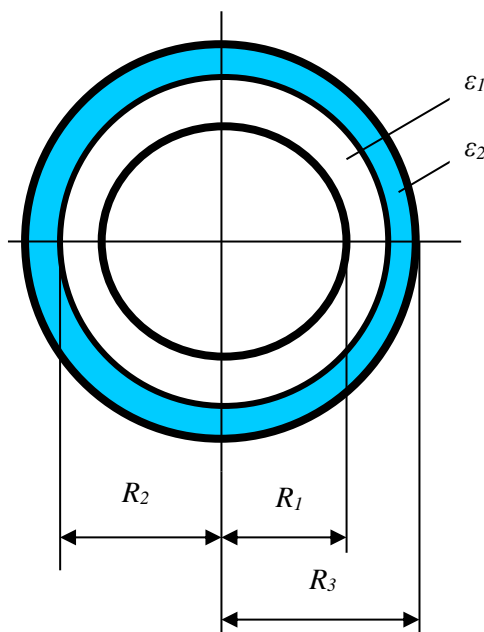


Рис. Параметры цилиндрического генератора озона: ϵ_1 – относительная диэлектрическая проницаемость газового разрядного промежутка; ϵ_2 – относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрического барьера; R_1 – наружный диаметр внутреннего электрода; R_2 – внутренний диаметр диэлектрического барьера; R_3 – внутренний диаметр наружного электрода

В этом случае емкость газового промежутка будет равна:

$$C_1 = 2\pi\ell\epsilon_0\epsilon_1(\ln R_2 / R_1), \tag{1}$$

где ℓ – длина конденсатора, м;

$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная.

Емкость диэлектрического барьера

$$C_2 = 2\pi\ell\epsilon_0\epsilon_2(\ln R_3 / R_2), \tag{2}$$

Емкость последовательно включенных конденсаторов

$$C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) \tag{3}$$

Напряженность электрического поля цилиндрического конденсатора

$$E = Q / \epsilon_0 \epsilon 2\pi R \ell, \tag{4}$$

где R – радиус равнопотенциальной поверхности, для которой определяется напряженность электрического поля.

Так, как при последовательном включении конденсаторов заряды на всех обкладках одинаковы по величине, то

$$Q = C_1 U_1 = C_2 U_2 = C U \tag{5}$$

Отсюда можно определить напряженность электрического поля в каждом слое конденсатора. Напряженность электрического поля в слое газа

$$E_1 = CU / \varepsilon_0 \varepsilon_1 2\pi R_{\varepsilon 1} \ell, \tag{6}$$

где $R_{\varepsilon 1}$ – радиус равнопотенциальной поверхности в слое газа, для которой определяется напряженность электрического поля.

Напряженность электрического поля в слое барьера

$$E_2 = CU / \varepsilon_0 \varepsilon_2 2\pi R_{\varepsilon 2} \ell, \tag{7}$$

где $R_{\varepsilon 2}$ – радиус равнопотенциальной поверхности в слое барьера, для которой определяется напряженность электрического поля.

Для анализа необходимо определить емкость конденсатора и напряженность электрического поля в ГО без диэлектрического барьера. Они равны:

$$C_{\delta\delta} = \varepsilon_0 \varepsilon_1 2\pi \ell / (\ln R_3 / R_1), \tag{8}$$

$$E_{\delta\delta} = CU / \varepsilon_0 \varepsilon_2 2\pi R_{\delta\delta} \ell, \tag{9}$$

где $R_{\delta\delta}$ – радиус равнопотенциальной поверхности конденсатора без барьера.

Таблица 1. Параметры синусоидального и импульсного напряжений использованных в экспериментальных исследованиях

Параметры	Синусоидальное 50 Гц	Импульсное 100 Гц
Действующее напряжение, кВ	9.4	4.12
Амплитуда напряжения, кВ	13.5	20.6
Ток разряда, mA	1.5	6.8
Коэффициент амплитуды	1.41	5

Для проведения числового анализа используем результаты экспериментальных исследований проводимых по Государственному гранту прикладных исследований КХА-9-111-2015 [6]. В экспериментах использовался генератор озона с параметрами: $R_1=0.011$ м; $R_2=0.017$ м; $R_3=0.02$ м; $\varepsilon_1=1$; $\varepsilon_2=7$.

Параметры синусоидального и импульсного напряжений приведены в таблице 1.

В расчетах использовались амплитудные значения синусоидальных и импульсных напряжений. Это связано с тем, что процессы разряда происходят на узком участке напряжений прилегающим к их амплитудам.

Таблица 2. Результаты расчетов влияния параметров диэлектрического барьера на электрические параметры генератора озона

Определяемый параметр	Обозначение	Используемая формула	Значение параметра
1. Емкость газового слоя ГО, 10^{-11} Ф	C_1	(1)	5.1
2. Емкость диэлектрического слоя, 10^{-10} Ф	C_2	(2)	9.57
3. Общая емкость	C	(3)	5.03

ГО с барьером, 10^{-11} Ф			
4. Емкость ГО без барьера, 10^{-11} Ф	$C_{об}$	(8)	3.7
5. Радиус равнопотенциальной поверхности в слое газа, м	R_{e1}	$(R_1+R_2)/2$	0.014
6. Радиус равнопотенциальной поверхности барьера, м	R_{e2}	$(R_3+R_2)/2$	0.0185
7. Радиус равнопотенциальной поверхности конденсатора без барьера, м	$R_{об}$	$(R_3+R_1)/2$	0.0155
8. Напряженность электрического поля в слое газа, кВ/м	E_1	(6)	873* 1332**
9. Напряженность электрического поля в барьере, кВ/м	E_2	(7)	94* 144**
10. Напряженность электрического поля без барьера, кВ/м	$E_{об}$	(9)	580* 885**

Примечание: * - параметры для синусоидального напряжения;
** - параметры для импульсного напряжения

Анализ результатов расчетов (табл.2) показывает, что наличие диэлектрического барьера значительно повышает напряженность электрического поля в слое газа, что способствует процессу электросинтеза озона.

Утверждение авторов [1], что наличие барьера стабилизирует разрядный ток и придает разряду равномерный характер, не полностью характеризует роль барьера. Барьер позволяет получать напряженности электрического поля, значительно превосходящие электрическую прочность газообразных диэлектриков, что является основным предназначением барьера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование импульсных напряжений большой скважности позволит исключить диэлектрические барьеры и соответственно устранить такие недостатки существующих генераторов озона, как нагрев и необходимость охлаждения диэлектрического барьера, повысить их эксплуатационную надежность, повысить выход озона.

ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов Ю.В., Бобликов В.А., Пантелеев В.И. Электросинтез озона.- М. : Изд-во Моск. Ун-та, 1987. – 237 с.
2. Сокольский В.Н. Искрозащита технологических разрядных промежутков.- Л.:Энергия,1980.- 180 с.