

Рисунок - Расчетный многолетний гидрограф среднемесячных расходов ручья Черемуховый

Выводы

1. Предложена методика расчета многолетнего ряда гидрологических характеристик водотока при коротком ряде наблюдений с использованием метода гидрологических аналогий.
2. Получены данные для оценки энергетического потенциала ручья Черемуховый и выполнения водно-энергетических расчетов проектируемой микроГЭС «Черемуховый лог».

Список литературы

1. Jizhong Zhu. Optimization of Power System Operation / Jizhong Zhu. – New Jersey : Published by John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2009. – 623 p
2. Chao Ma. Short-term hydropower dispatching optimization of cascaded hydropower 162 stations based on two-stage optimization / Chao Ma // 2nd International Conference on Industrial and Information Systems. IEEE Press – 2010. – Vol. 1. – P. 230–233.
3. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное. — М.: Госстрой России, 2004.
4. Google. Планета Земля [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth>.
5. Рождественский А.В., Лобанова А.Г Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. 2009 г.
6. Спирын, Е.А. О выборе типа микроГЭС и ее оптимальной мощности в зависимости от гидрологических параметров. / А.А. Никитин, М.П. Головин, В.В. Карпенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. № 1–2. С. 543–547.

УДК 620.179.162

ОБОСНОВАНИЕ МЕЖЭЛЕКТРОДНОГО РАССТОЯНИЯ В ГАЗОВЫХ РАЗРЯДАХ

Гусак Дмитрий Вячеславович

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: vydigus@mail.ru

JUSTIFICATION OF INTERELECTRODE DISTANCE IN GAS DISCHARGES

Gusak Dmitry Vyacheslavovich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: В современном производстве часто стоит вопрос об очистке воздуха в помещении во время некоторых работ. Для этого используют различные устройства, рассчитанные на определенный загрязнитель. Особенно эффективными признаны те, что используют в своей работе электрический разряд. Однако, в устройствах с трением частиц в возду-

хе, можно обеспечить образование такого разряда без внешней подпитки энергией. Это повлечет снижение энергозатрат и повысит эффективность устройства. А его настройка является актуальным вопросом. Целью работы является проектирование искрового генератора на основе низковольтного индуктора. В результате исследования получено обоснование межэлектродных промежутков для настройки устройств с электрическим разрядом.

Abstract: In modern production there is often question of cleaning indoor air during some works. For this purpose, various devices designed for a certain pollutant are used. Those that use electric discharge in their work are found to be particularly effective. However, in devices with friction of particles in the air, it is possible to provide such discharge without external energy feed. This will reduce energy consumption and increase the efficiency of the device. And its configuration is a topical issue. Purpose of research work is the engineering of a spark generator based on a low voltage inductor. As a result of the research, the justification of the interelectrode distances was obtained for the adjustment of devices with electric discharge.

Ключевые слова: межэлектродное расстояние; пробой в газе; газовый разряд; искра.

Keywords: interelectrode distance; breakdown in gas; gas discharge; spark.

Одним из промышленных устройств для очистки воздуха, в том числе, участвующих в первой ступени очистки, является циклон. Данное устройство предназначено для сухой очистки газов, выделяющихся при некоторых технологических процессах и аспирационного воздуха в различных отраслях промышленности. Эффективность работы циклонов составляет от 83 до 99,5% для пыли размером от 10 мкм [1].

Для очистки от более мелкой пыли, а также органических загрязнителей, применяют электрофильтры, которые при помощи коронного разряда ионизируют воздух и вся пыль оседает на специальных пластинах. Эффективность таких очистителей доходит до 99,8% для частиц диаметром от 0,01 мкм до десятков мкм. Для очистки 1000 м³ газа требуется до 0,8 кВт энергии [2].

Механизм работы электрофильтров можно использовать в циклонах, известно, что при движении частиц внутри воздушного потока и вдоль стенки циклона, происходит их взаимодействие с образованием статического электричества. Если верно расставить электроды по внутренней трубе циклона, можно обеспечить стекание этого заряда на электрод с образованием разряда [3].

При достаточном количестве энергии, происходит образование озона, который дополняет процесс окисления вредных веществ в воздушном потоке [4]. Такая модификация сухого циклона позволит расширить область его применения.

Для того, чтобы верно настроить такие устройства, необходимо знать параметры разряда, который будет возникать при достаточной разности потенциалов. К тому же, важно убедиться, что в среде при воздействии разряда не произойдет взрыва или воспламенения, а лишь начнется процесс окисления вредных и токсичных примесей. С такой задачей легче справиться, когда имеется искра, которую можно воспроизвести с заданными параметрами, либо сгенерировать для проверки этих самых параметров.

В этом может помочь искровой генератор на основе низковольтного индуктора. Генератор позволяет менять подаваемое напряжение и частоту на индуктор и выводит подаваемые значения. Также он подает напряжение на индуктор в виде импульсов, что тоже сказывается на конечном результате.

Но для пробоя различных сред разрядом необходимо знать, на каком расстоянии следует расположить электроды. Для расчета межэлектродного расстояния можно воспользоваться формулой практического расчета пробивного напряжения [5]:

$$U_{np} = a\delta L + b\sqrt{\delta L} \quad (1)$$

где a и b – постоянные, зависящие от рода газа (для воздуха $a=24,5$ кВ/см; $b=6,4$ (кВ/см)^{1/2});

δ – относительная плотность воздуха;

L – расстояние между электродами, см;

$$\delta = \frac{pT_0}{p_0T} \quad (2)$$

где p_0 и T_0 соответствуют нормальным атмосферным условиям ($p_0=1.013 \cdot 10^5$, $T_0=20^\circ\text{C}$).

Относительную плотность воздуха δ для начала можно взять равной единице – циклон работает в нормальных условиях. В дальнейшем можно рассчитать граничные условия, например, для рабочей температуры 400°C и разряжения воздуха до 5 кПа.

Тогда формула (1) значительно упрощается и можно записать её в следующем виде:

$$U_{np} = 24.5L + 6.4\sqrt{L} \quad (3)$$

У нас получилось квадратное уравнение, которое можно решить путем замены переменной $\sqrt{L} = x$. Тогда получаем:

$$24.5x^2 + 6.4x - U_{np} = 0 \quad (4)$$

Следует учитывать, что в ходе расчетов мы получим величину L в сантиметрах. Теперь можно просчитать значения L для различных U_{np} и построить график зависимости $U_{np}(L)$. Для начала рассчитаем все расстояния при разных напряжениях пробоя и сведем их в таблицу.

В случае иных параметров среды, за x можно принять $\sqrt{\delta L}$, тогда при получении значения x , следует учитывать величину δ .

Построим график по результатам расчетов из таблицы для обоих вариантов расстояний L (см. рисунок 1).

Таблица – Результаты расчетов

U_{np} , кВ	L_1 , см	L_2 , см
5	0.11536	0.36104
10	0.27194	0.61262
15	0.43914	0.85359
20	0.61197	1.08992
25	0.78845	1.32060
30	0.96754	1.54968
35	1.14861	1.77677
40	1.33125	2.00229

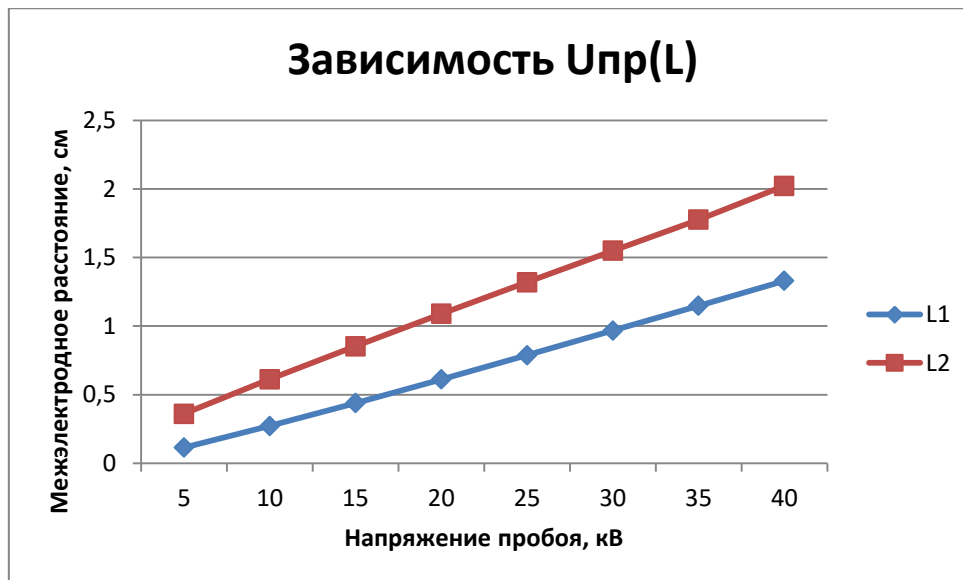


Рисунок 1 – Зависимость межэлектродного расстояния от напряжения пробоя

Анализируя полученный график на рисунке 1, можно предположить, что образование разряда следует рассматривать не как разряд статического электричества, а как организацию емкостного разряда в виде искры со всеми ее параметрами.

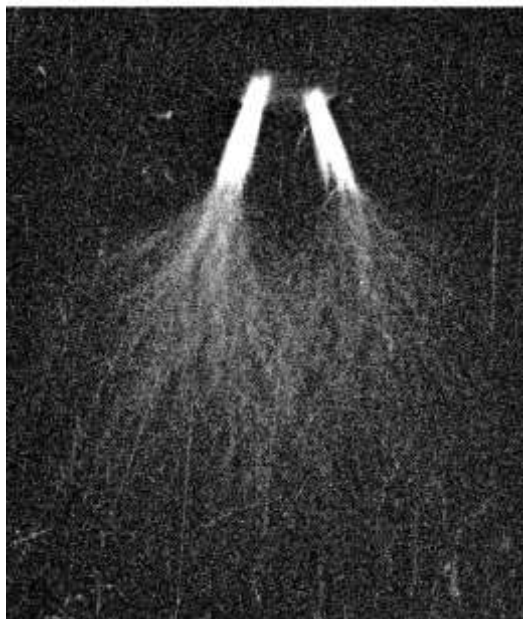


Рисунок 2 – Внешний вид разряда

Разряд же статического электричества образуется из пылевоздушного объема нередко с различной плотностью заряда и затратой времени на стекание заряда к месту образовавшегося канала разряда.

Наличие некоторой временной задержки формирует канал разряда по другим критериям, видоизменяя его, т.к. данный канал формируется не приходом импульса с некоторой емкости, а с учетом имеющихся неравномерностей в объеме его расположения. Значит, это непосредственно связано и с газодинамической величиной Re . Чем он меньше, тем очевиднее разряд в виде искры, со всеми описывающими ее факторами.

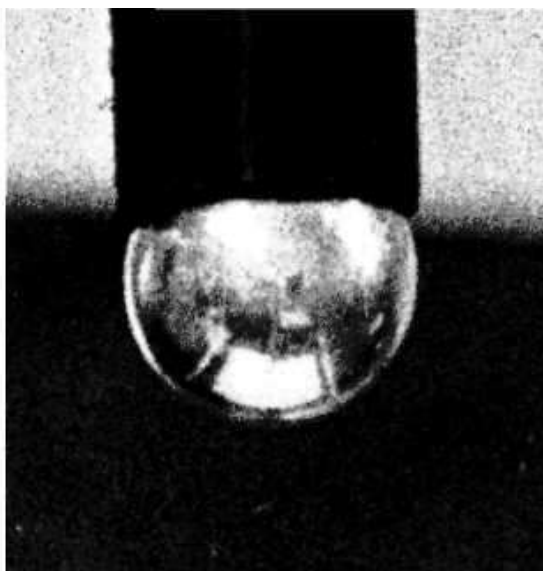


Рисунок 3 – Сферический электрод с радиусом кривизны 15 мм

В силу того, что разряд будет «стекать» из газопылевого объема, увеличится время его стекания, а, следовательно, изменятся и другие его параметры: такие как плотность тока и энергия. Из вышеописанного следует, что искрового разряда в циклоне мы можем не наблюдать, а будем фиксировать только разряд, в виде представленного на рисунке 2, от электрода с радиусом кривизны до 15 мм, вид которого показан на рисунке 3. Разряд является коронным разрядом в виде структуры разрядных образований: стебель и область волновой ионизации.

В результате проведенного исследования получено обоснование межэлектродных промежутков для настройки устройств с электрическим разрядом.

Список литературы

1. Циклоны АО НИИОГаз типа ЦН-15 [Электронный ресурс] // Группа компаний ЕВРОМАШ. – URL: <http://www.evromash.ru/catalog/venti/pa/cyklon/cn-15/> (Дата обращения: 21.09.19)
2. Электрофильтры: принцип работы и основные достоинства [Электронный ресурс] // Научные публикации | Издательство СибАК. – URL: <https://sibac.info/conf/tech/xli/40519> (Дата обращения: 19.09.19)
3. Сечин А.И., Кырмакова О.С. Разработка методики расчета нейтрализатора статического электричества для циклонных аппаратов // Ж. Ползуновский вестник. 2014. № 4-2. С. 24-27.
4. Sechin A.I., Kurmakova O.S., Ivanova T.A. Carrying out thermodynamic calculations and definition of the main reactions of decomposition of vapours of ethyl alcohol // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Ser. "International Scientific Conference on "Radiation-Thermal Effects and Processes in Inorganic Materials", RTEP 2014" 2015. С. 012109.
5. Красько А. С. Техника высоких напряжений (изоляция и перенапряжение): курс лекций: в 2 ч. / А. С. Красько, Е. Г. Пономаренко. – Минск: БНТУ, 2011 – Ч. 1: Электрические разряды в газах. Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. Внутренняя изоляция. – 119 с.