

УДК 621.359.482.4

**В. И. ТРУШ**, старший научный сотрудник  
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОДОВ «ИГЛЫ–ПЛОСКОСТЬ»

Исследованы электрические характеристики коронного разряда в системе электродов «иглы-плоскость» при расположении остриев игл против плоскости с одинаковым шагом в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Определена оптимальная величина шага игл, соответствующая максимальному току короны, изучено влияние нарушения такого их расположения. Четырехкратное увеличение расстояний между рядами игл по отношению к их шагу в рядах приводит к снижению тока коронного разряда в 1,5–1,6 раза.

**электрофильтр, коронный разряд, шаг игл, разрядное расстояние**

Одним из направлений совершенствования электрофильтров является оптимизация геометрических размеров их системы электродов с целью достижения максимальных значений напряженности электрического поля и плотности тока коронного разряда. Применяемые в промышленных электрофильтрах коронирующие и осадительные электроды обладают достаточно высоким качеством, но все же существует возможность дальнейшего улучшения их электрических характеристик, в том числе путем уменьшения неравномерности распределения тока короны в межэлектродном пространстве. В этом плане представляет интерес исследование характера распределения тока короны в системе электродов «иглы–плоскость» при расположении игл против плоскости с одинаковым шагом в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Известно, что максимальную напряженность поля в пластинчатых электрофильтрах можно получить при использовании плоских осадительных электродов с

гладкой поверхностью без выступов [1]. Наибольшую плотность тока коронного разряда получают в электрофильтрах с игольчатыми коронирующими электродами, которые по электрическим характеристикам не уступают тонкому проводу, но превосходят его по механической прочности [2]. Поэтому применение в электрофильтрах системы электродов, сочетающей указанные преимущества, при правильном выборе формы и геометрических размеров коронирующих и осадительных электродов может обеспечить максимальную удельную мощность электрического поля, отнесенную к единице объема рабочего пространства электрофильтра, и соответственно максимальную степень пылеулавливания в нем.

В электрофильтрах с S-образными осадительными электродами и ленточно-игольчатыми коронирующими расположением точек коронирования в межэлектродном пространстве неравномерно, так как с учетом технологических соображений расстояния между коронирующими электродами выбраны равными 180 мм, в то время



как шаг игл вдоль коронирующего электрода составляет всего 40 мм. Для системы плоских осадительных электродов оптимальное расстояние между игольчатыми коронирующими электродами с шагом игл 20 и 80 мм находится в пределах 100–150 мм [1, 2]. В обоих случаях расстояния между иглами в двух взаимно перпендикулярных направлениях отличаются в несколько раз, вследствие чего ток короны вблизи осадительной поверхности распределен неравномерно и сосредоточен, главным образом, против коронирующих электродов, а между ними резко снижается. Наличие в межэлектродном пространстве зон с пониженной плотностью тока короны снижает интенсивность процесса зарядки и электроосаждения частиц пыли.

Естественно ожидать, что при более компактном расположении точек коронирования неравномерность распределения тока короны на плоскости будет меньшей, а общий ток должен быть большим. В связи с этим была поставлена задача исследовать распределение тока короны в плоской системе электродов при расположении остриев игл с одинаковым расстоянием между ними в двух взаимно перпендикулярных направлениях и определить условия, необходимые для достижения в ней максимальной плотности тока.

Проведены эксперименты на лабораторной установке с указанной системой электродов при питании ее регулируемым стабилизированным напряжением отрицательной полярности 0–30 кВ. Над плоским заземленным электродом размером 360x240 мм с закругленными краями был установлен игольчатый коронирующий электрод, на прямоугольном основании которого размером 300x200 мм, выполненном с целью предотвращения экранирования электрического поля вблизи остриев игл из изоляционного материала (деревянная подложка с войлочным покрытием) были закреплены иглы диаметром 0,5 мм с углом раскрытия конуса их острия 15°. Иглы высотой 8 мм в количестве 1155 шт. были размещены на центральном участке основания электрода в шахматном порядке с минимальным шагом 5 мм; в процессе исследований их прореживали, увеличивая расстояние между ними последовательно в 1,4 раза с 5 до 112 мм. После определения оптимального шага игл, расположенных в шахматном порядке, их размещали рядами с шагом в ряду, равном 15 мм, увеличивая расстояния между рядами с 5 до 120 мм. В экспериментах применяли разрядное расстояние  $H=50$  мм; коронирующий электрод устанавливали на 4-х изоляторах с выравниванием высоты всех игл при помощи шаблона с точностью до 1 мм.

При проведении экспериментов по вольт-амперным характеристикам системы электродов, полученным при

различной величине шага игл, определяли величину тока короны при различной напряженности поля  $E = 3-5$  кВ/см, характерной для промышленных электрофильтров. Результаты экспериментов выражены в виде зависимости тока короны  $I$  от шага игл  $\ell$ .

На рис. 1 приведены графики зависимости  $I$  от  $\ell$  при расположении коронирующих остриев игл в шахматном порядке, полученные при различной напряженности поля. Кривые зависимости  $I = I(\ell)$  имеют экстремальную форму с максимумом в области значений  $\ell=15-20$  мм.

Наличие максимума у кривых на рис. 1 можно объяснить как результат взаимодействия двух встречно направленных эффектов – увеличения количества коронирующих остриев и усиления их взаимного экранирования. По мере сближения остриев игл в результате экранирования их электрического поля повышается начальное напряжение коронного разряда, вследствие чего уменьшается ток короны с каждого острия, и при критической величине шага  $\ell = \ell_{кр}$  влияние обоих эффектов становится равным. При дальнейшем уменьшении расстояний между остриями игл возрастающее экранирование приводит к резкому снижению общего тока короны, несмотря на увеличение их количества. Наиболее сильно влияние экранирования проявляется при наименьшей в условиях проведенных экспериментов на-

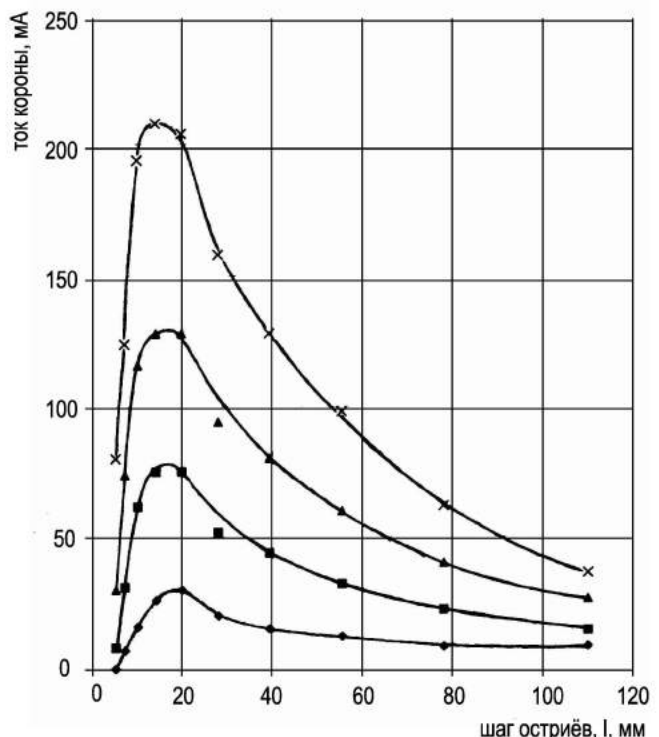


Рис. 1. Зависимость тока короны от шага остриев игл при шахматном порядке их расположения против плоскости  $\ell$   
 ◆ –  $E=3,5$  кВ/см; ■ –  $E=4,0$  кВ/см; ▲ –  $E=4,5$  кВ/см;  
 x –  $E=5,0$  кВ/см

пряженности поля 3,5 кВ/см. В этом случае при уменьшении шага острия до 5 мм ток короны падает до нуля и коронный разряд не возникает.

Результаты экспериментов показывают, что в плоской системе электродов с иглами, острия которых расположены в шахматном порядке, существует оптимальный шаг остриев игл, соответствующий максимальной плотности тока коронного разряда. Для условий проведенных экспериментов с величиной разрядного расстояния  $H = 50$  мм оптимальный шаг остриев составляет 15–20 мм. Нарушение шахматного порядка расположения коронирующих остриев игл приводит к снижению тока короны. На рис. 2 показано, как изменяется его величина при увеличении расстояний между рядами остриев, расположенных с оптимальным шагом в ряду, равном 15 мм. Уже двукратное увеличение расстояний между остриями игл в соседних рядах вызывает снижение тока на 10–15 %, а при четырехкратном, соответствующем расположению точек коронирования в промышленных электрофильтрах, ток уменьшается в 1,5–1,6 раза.

На рис. 3 приведено двумерное изображение распределения тока коронного разряда на плоскости, построенное по результатам экспериментов, при различном (а) и одинаковом (б) расстояниях между остриями игл в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В случае, когда расстояние между рядами остриев игл  $\ell_2$  в 4 раза превышает величину их шага в ряду  $\ell_1$ , ток на поверхности плоского электрода распределен неравномерно, со снижением его в промежутках между рядами острия, а при расположении остриев игл в шахматном порядке, когда  $\ell_2 = \ell_1$ , неравномерность распределения тока меньше. Расположение остриев игл в шахматном порядке, помимо повышения тока, обеспечивает также более равномерное распределение его на поверхности осадительного электрода, что существенно при улавливании в электрофильтрах высокоомной пыли, так как при этом снижается интенсивность обратной короны.

**ВЫВОДЫ**

1. В системе электродов «иглы-плоскость», в которой острия игл коронирующего электрода расположены в шахматном порядке, с одинаковым шагом в двух взаимно перпендикулярных направлениях, зависимость тока коронного разряда от шага остриев имеет экстремальный характер с максимумом. При разрядном расстоянии  $H = 50$  мм оптимальная величина шага остриев игл, соответствующая максимальному току, составляет 15–20 мм.

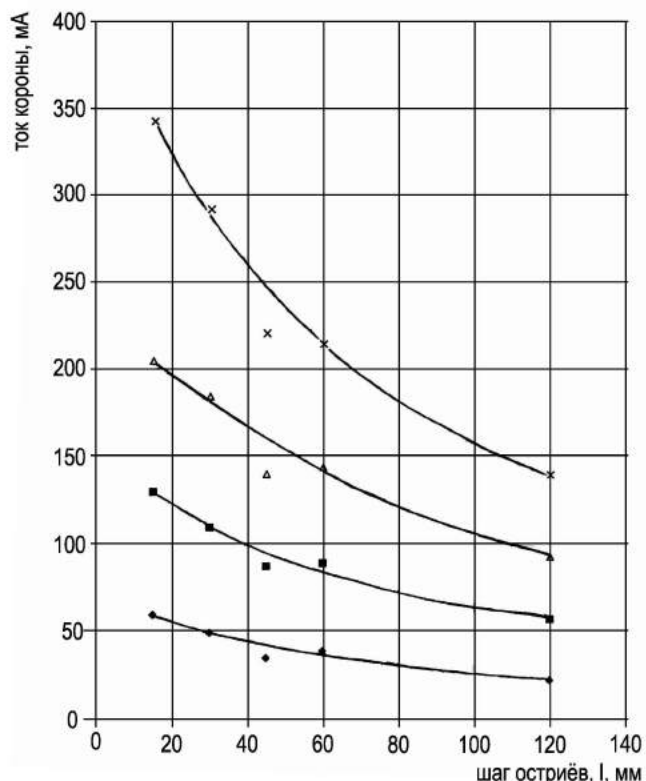


Рис. 2. Изменение тока короны при увеличении расстояния между рядами остриев игл при  $\ell_1 = 15$  мм  
 ♦ – E=3,5 кВ/см; ■ – E=4,0 кВ/см; ▲ – E=4,5 кВ/см;  
 x – E=5,0 кВ/см;

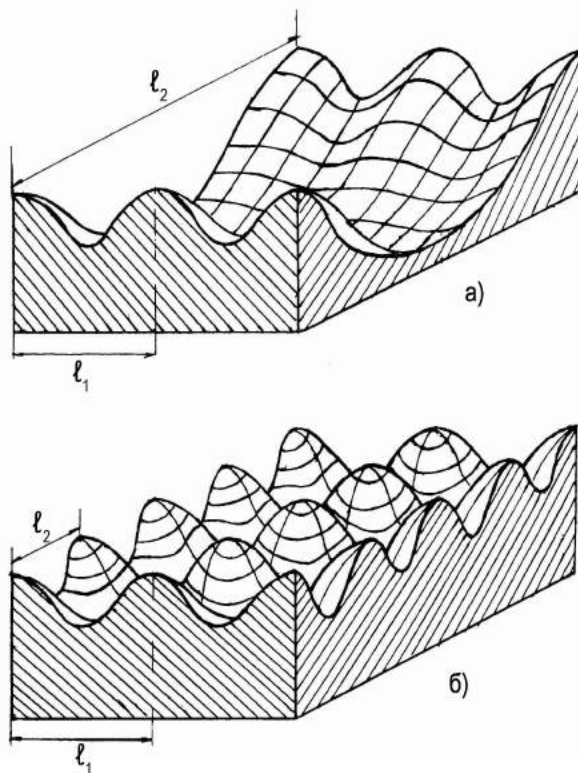


Рис. 3. Распределение тока короны с остриев игл на плоскость при различном отношении расстояний между рядами остриев  $\ell_2$  к их шагу в ряду  $\ell_1$ :  
 а)  $\ell_2 = 4\ell_1$ ; б)  $\ell_2 = \ell_1$ ;



2. Расположение коронирующих остриев игл против плоскости в шахматном порядке соответствует максимальному току коронного разряда. Нарушение такой формы расположения остриев приводит к снижению величины тока. При двукратном увеличении расстояний между рядами остриев игл по отношению к их шагу в рядах ток уменьшается на 10–15 %, а при четырехкратном – в 1,5–1,6 раза.

Досліджені електричні характеристики коронного розряду у системі електродів «голки–площина» при розташуванні вістря голок напроти площини з однаковим кроком у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Визначена оптимальна величина голкового кроку, яка відповідає максимальному струму корони, вивчено вплив порушення такого їх розташування. Чотирикратне збільшення відстані між рядами голок відносно їх кроку в рядах призводить до зниження струму коронного розряду у 1,5–1,6 рази.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левитов В. И., Решидов И. К., Ткаченко В. М. Дымовые электрофилтры. – М.: Энергия, 1980. – 448 с. с илл.
2. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов. / Под ред. Л. В. Чекалова. – Ярославль: «Русь», 2004. – 424 с.

*Поступила в редакцию 22.01.06*

Electric characteristics of corona discharge in the system of electrodes «needle – plane» were investigated at an arrangement of needle points against the plane with an equal step in two mutually perpendicular directions. The optimum size of the needles' step corresponding to the maximal corona current was determined; influence of disturbance of their such arrangement was investigated. The quadruple of distances between the lines of needles in relation to their step in lines provides the reduction of corona discharge current in 1.5–1.6 times.