

Електрофилтър - конструктивни параметри - обосновка

Димчо Киряков

Electric filter – Constructive parameters – Rationale: An experiment to define the constructive parameters for a suitable for the experiment tube-typed model electric filter has been made. It will be used to study the possibility to decrease the dust in a poultry farm.

Key words: electric filter.

ВЪВЕДЕНИЕ

Електрофилтърът, създаден и развит от д-р Пени е предназначен за най-fino очистване на въздуха (частици от 10 до 0,01 μm) при много висока ефективност на работа[4]. За пръв път намира приложение през 1906 г., когато Фредерик Котрел инсталира първия електрофилтър в завод за цимент в САЩ[1]. Отстраняването на прахови частици от газов поток в електрофилтър (още електростатичен ускорител) се дължи на действието на електростатични сили. В електрическото поле, създадено между положителен и отрицателен електрод, става зареждане на праховите частици от преминаващия през полето прахо-газов поток. Заредените частици се придвижват към утаителния електрод и остават върху неговата повърхност. Образованият слой прах върху утаителния електрод се отстранява чрез стръскване, измиване с вода или по друг начин.

Съществува голямо разнообразие на електрофилтри по отношение на конструкция[3,10], форма, големина, производителност, режим на работа и др.[5,12]. В зависимост от формата на утаителния електрод те биват[2,7]:

- *Тръбен тип.* При него утаителният електрод има форма на тръба, през която преминава прахо-газовия поток. Той се захранва с постоянно напрежение U от порядъка на няколко десетки хиляди волта в зависимост от разстоянието между електродите, като създава силен интензитет на електрическото поле E между тях.

- *Пластиначат тип електрофилтри.* Те съдържат жичен корониращ електрод и плосък утаителен електрод[9]. Замърсените газове се движат в нормално направление на корониращите електроди. Тези електрофилтри са приложими главно при хоризонтални прахо-газови потоци[11].

Целта на тази публикация е да се обосноват конструктивните параметри за създаване на подходящ електрофилтър опитен образец тръбен тип, който да се използва за улавяне на прах в птицевъдни ферми.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За експерименталните изследвания в птицевъдните ферми за опитен образец е избран електрофилтър тръбен тип поради следните предимства:

- възможност за улавяне на най-фин прах при степен на очистване на въздуха, достигаща 99%;

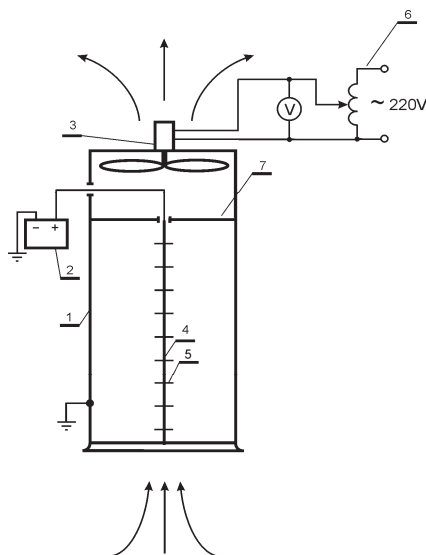
- притежават сравнително малко тегло и обем, възможност за вертикално (висящо) монтиране, позволяващи бързо и лесно вграждане във всяка точка на помещението с птици;

- условията, за които е предназначен да работи напълно отговарят на неговите възможности и са относително стабилни - температура на въздуха $t = (10-30) \text{ }^\circ\text{C}$, влажност $\varphi = (80-90)\%$, концентрация на прах $g < 20 \text{ mg/m}^3$;

- бързо и лесно обслужване при работа с него в производствени условия и лека техническа поддръжка.

Неговото устройство се основава на класическата схема на електрофилтър тръбен тип и е показано на фиг. 1, а външният му вид – на фиг. 2.

Върху корониращия електрод 4, който е свързан с положителния електрод на захранващия източник на високо напрежение 2, са монтирани пресовани кръгли медни пластини 5, определящи фиксираните точки на разряда. Първите опити показват, че положителната корона се запалва при значително по-ниско напрежение, за това тя се приема при експерименталната работа с електрофилтъра. Вентилаторът 3 осигурява движението на въздушния поток през електрофилтъра, който е с активна дължина 720 mm и диаметър на утаителния електрод 1 - 110 mm. От предварителните проучвания се оказва, че посочените размери са най-подходящи. Захранващият източник 2 е регулируем, като осигурява на електрофилтъра опитен образец плавно изменящо се постоянно напрежение U в границите (0÷20) kV[6,8]. Чрез автотрансформатора 6 параметрично се променя честотата на въртене на вентилатора 3, с което се осигурява скорост на въздушния поток $v = (0÷8)$ m/s и обемен разход $V_t = (0÷480)$ m³/h. Масата на тръбния електрофилтър е 1,9 kg. Той е окачен на стойка, закрепена за основа, върху която са поставени източникът на високо напрежение 2 и автотрансформаторът 6.



Фиг. 1 Принципна схема на електрофилтър опитен образец: 1-утаителен електрод; 2-източник на високо напрежение; 3-вентилатор; 4-корониращ електрод; 5-фиксирани точки на разряда (пресовани кръгли медни пластини); 6-автотрансформатор; 7-изолатор

Интензитетът на електрическото поле между корониращия и утаителния електрод при тръбните електрофилтри може да се определи от израза

$$E = \frac{U}{R \ln \frac{R_2}{R_1}}, \text{ V/m}, \quad (1)$$

където R е променливият радиус, m;

R_1 – радиусът на разреждащия (корониращия) електрод, m;

R_2 – радиусът на утаителния електрод, m [4].

Критичното напрежение, при което започва корониращия разряд при тръбен електрофилтър, е

$$U_{кр} = 31 \left(1 + \frac{0,308}{\sqrt{R_1}} \right) R_1 \ln \frac{R_2}{R_1}, \text{ kV} \quad (2)$$

От (1) и (2) се вижда, че при $R \rightarrow R_I \rightarrow 0$ интензитетът E става най-голям, т. е. появата на коронен разряд става при най-ниско напрежение $U_{кр}$. Тъй като тези изрази са изведени за класически тръбен електрофилтър с корониращ електрод праволинеен проводник, то по-значителното намаляване на R_I ще се окаже неблагоприятно за неговата механична здравина. Това налага използването на фиксирани точки на разряда – пресовани кръгли медни пластини с диаметър 5 mm, нанизани върху меден проводник със сечение 2,5 mm² и разстояние между тях – 50 mm. Такава конструкция позволява запалването на корониращия разряд да става при $U_{кр} = 10 \text{ kV}$. За промишлените образци $20 \text{ kV} < U_{кр} < 40 \text{ kV}$.



Фиг. 2 Електрофилтър опитен образец – външен вид

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При предварителни изследвания на електрофилтъра е достигната степен на прахоулавяне $\eta > 98\%$, която е съизмерима с тази на промишлените образци. Това означава, че те с успех ще могат да се използват за намаляване на запрашеността и в птицевъдни ферми.

Този електрофилтър може да послужи за:

- изследване на възможността за намаляване на запрашеността в птицевъдните ферми;
- създаване на алгоритъм за определяне брой и разположение на електрофилтри в птицевъдни помещения;
- внедряване в птицевъдни ферми при успешни опити с него.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андонов, К. Й. и др. Електрически апарати и електротехнология. Русе, 1981.
- [2] Верещагин, И. П. и др. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. Энергия, Москва, 1974.

[3] Дуров, В. В., В. А. Вавилов, О. Н. Медведев. Способ очистки газов от пыли. Пат. Росия, №1758934, МКИ В 03 С 3/00, 27.01.95, , Бюл. №3.

[4] Иванов, В. И., Б. М. Крапчев. Отопление, вентиляция и климатична техника. Техника, София, 1978.

[5] Огибалов, Ю. С., Е. Н. Андрусенко, А. Я. Рачек, Ю. Л. Чистяков, М. А. Борисенко, И. К. Решидов. Способ электрической очистки газов. Пат. Росия, №771967, МКИ В 03 С 3/00, 19.06.95, бюл. №17.

[6] Павлиянов, Е.Н., Г. Р. Георгиев, Н. А. Ангелов. Вторично захранващо устройство за електронна апаратура. МНК, Созопол, 1993.

[7] Русанов, А. А. Справочник по пыли и золоулавливаю. Энергоатомиздат, Москва, 1983.

[8] Станчев Т.Й., Г.Р.Георгиев. Електрически измервания. Учебник, Русе 2011г.. Русе, РУ "А.Кънчев", 2011, стр. 172, ISBN 978-954-712-514-8.

[9] Стуканов, В. И., С. А. Муминова, В. В. Стуканов. электрофильтр. Пат. Росия, №2097140, МКИ В 03 С 3/10, 27.11.97, Бюл. №33.

[10] Andersson R., E. Perissinato, K. Porle, Ol. Riccius. Anordnung zur Enfladung von Staubteilchen in elektrischen Gas reinigungsanlagen. Pat.DE, №4307808, В 03 С 3/04, В 03 С 3/34, 15.09.94.

[11] Hara K. Electrostatic precipitator. Pat. U.S., №5603752, В 03 С 3/45, 18.02.97.

[12] Krigmont, H. V. Electrostatic precipitator. Pat. U.S., №5547493, В 03 С 3/08, 20.08.96.

За контакти:

Гл. асистент, д-р Димчо Василев Киряков, Катедра "Теоретична и измервателна електротехника", Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888-371, e-mail: kiriakov@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.