

Практическое занятие №3.

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА

Вводная часть

Электрическая фильтрация основана на зарядке взвешенных частиц и осаждение заряженных частиц на осадительных электродах под действием

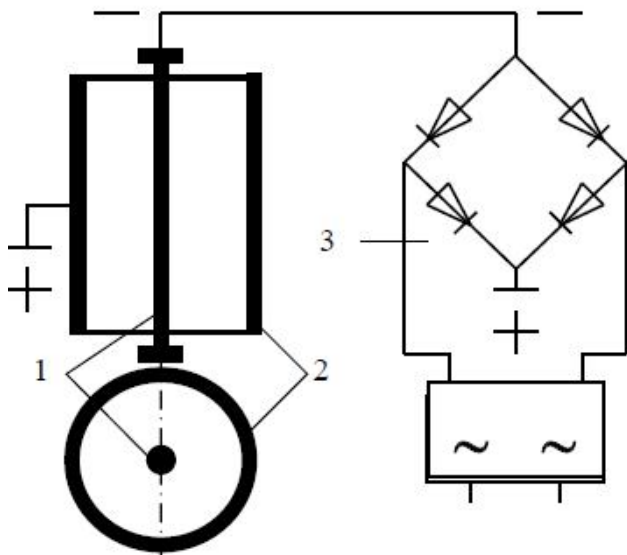


Рис. 3.1. Схема трубчатого электрофильтра

электрических сил. Газ, содержащий взвешенные частицы, проходит через систему, состоящую из заземленных осадительных электродов и размещенных на некотором расстоянии коронирующих электродов, к которым подводится выпрямленный электрический ток высокого напряжения (рис. 3.1). При достаточно большом напряжении, приложенном к электродам, у

поверхности коронирующего электрода возникает интенсивная ударная ионизация газа, сопровождающаяся возникновением коронного разряда (короны). Коронный разряд – это явление ударной ионизации газа под действием движущихся электронов или ионов вблизи коронирующего электрода.

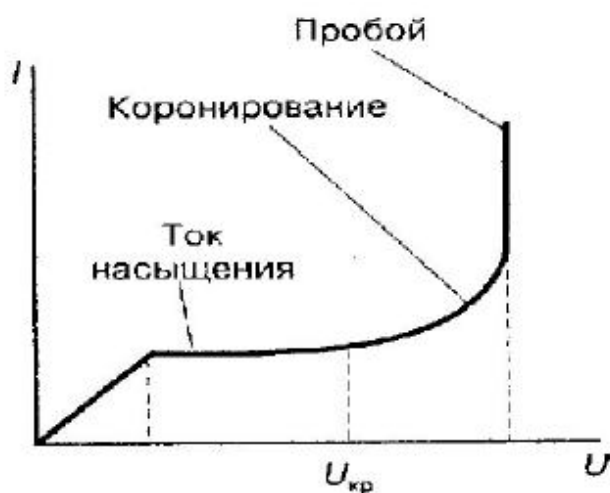


Рис. 3.2. Вольтамперная характеристика электрофильтра

Сила тока зависит от числа ионов и напряжения между электродами. На рис. 3.2 показана ВАХ (вольтамперная характеристика) электрофильтра.

Сила тока растет с повышением напряжения до тех пор, пока все ионы не вовлекутся в движение. После этого наступает насыщение, т.е. все ионы вовлечены в движение, и повышение

напряжения не влияет на силу тока. При некотором критическом напряжении

($U_{кр}$) ионы и электроны настолько ускоряются, что, сталкиваясь с молекулами газа, ионизируют их, превращая в положительные ионы и электроны. Образовавшиеся ионы и электроны ускоряются электрическим полем и участвуют в ионизации молекул. Этот процесс называется ударной ионизацией газа. После этого происходит пробой газа. Взвешенные частицы, поступающие в зону между электродами, адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд. Заряженные частицы под действием электрического поля движутся в сторону электрода с зарядом противоположного знака и оседают на коронирующей 1 и осадительной 2 электродах (рис.3.1). Электрофильтр питается от источника высокого напряжения 3 (20-90кВ).

Время зарядки частиц измеряется долями секунды. Скорость движения частиц зависит от напряженности электрического поля и диаметра частиц (табл. 4.1).

Электрофильтры бывают трубчатые и пластинчатые, которые могут быть горизонтальные и вертикальные, сухие и мокрые. В трубчатых электрофильтрах в качестве осадительных электродов используют трубы диаметром 0,25-0,30 м и длиной 3-5 м. В пластинчатых электрофильтрах в качестве осадительных электродов используют пластинки плоских, «с» - образных и других форм. В качестве коронирующих электродов используют конструкции с не фиксированными и фиксированными точками разряда.

Таблица 3.1

Скорость движения частиц к осадительному электроду, v_3 , м/с

Диаметр частиц, мкм		0,4	1	2	10	30
E, кВ/м	150	0,012	0,013	0,015	0,075	0,1
	300	0,025	0,03	0,06	0,5	0,6

Важную роль в процессе осаждения пыли на электродах играет электрическое сопротивление слоя пыли. Пыли с удельным сопротивлением от 10^6 до 10^{12} хорошо осаждаются и легко удаляются встряхиванием. Пыли меньшего сопротивления быстро отдают заряд и возвращаются в поток. Пыли большего сопротивления разряжаются медленно и препятствуют осаждению новых частиц.

Для обеспечения равномерности поступления газа на входе электрофильтра устанавливается распределительная решетка. Удаление слоя пыли осуществляется встряхивающим устройством. При этом пыль сыпается в бункер, расположенный под электродами. Интервал между встряхивающими импульсами обычно составляет около 3 мин.

Эффективность очистки запыленного газа с помощью электрофильтра определяют по формуле Дейча:

$$\eta = 1 - e^{-v_{уд} F_{уд}}, \quad (3.1)$$

где $F_{уд} = F/Q$ – удельная поверхность осадительных электродов, с/м; F – площадь осадительных электродов, м²; Q – расход газа, м³/с.

Электрофильтры характеризуются следующими параметрами:

1) активная зона – рабочая часть аппарата, образованная межэлектродными промежутками; 2) активное сечение – свободное сечение активной зоны для прохода газа; 3) активная высота поля – расстояние между коронирующими и осадительными электродами; 4) активная длина поля – протяженность поля в направлении хода газа; 5) площадь осаждения – суммарная поверхность осадительных электродов; 6) активная длина коронирующих электродов – суммарная длина всех коронирующих электродов.

Для расчета электрофильтра необходимы следующие исходные данные:

- объемный расход газа Q и другие параметры очищаемых газов;
- концентрация и некоторые другие свойства пыли;
- требуемая степень очистки газа.

Методика расчета

1. Выбирают конструктивный тип электрофильтра с учетом исходных условий (по варианту).

2. Рассчитывают требуемую площадь активного сечения электрофильтра:

$$S = Q/w_r, \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

где Q – объемный расход очищаемых газов, м³/с; w_r – скорость газа, м/с.

3. Определяют напряженность электрического поля:

$$E = U/H, \text{ В/м}, \quad (3.2)$$

где U – рабочее напряжение электрофильтра, В; H – расстояние между электродами, м. Для трубчатых электрофильтров $H=R$, где R – радиус трубы.

4. Определяют скорость осаждения (дрейфа) частиц:

$$w_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot d \cdot E^2}{(\varepsilon + 2) \cdot \mu}, \text{ м/с}, \quad (3.3)$$

где $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$; ε - относительная диэлектрическая проницаемость вещества частиц; μ - динамическая вязкость газа, Па·с.

5. Рассчитывают требуемую активную длину электрофильтра:

$$L = \frac{R \cdot w_{\Gamma}}{2 \cdot w_0} \cdot \ln \frac{1}{1 - \eta}, \text{ м} \quad (\text{трубчатый электрофильтр}), \quad (3.4)$$

$$L = \frac{H \cdot w_{\Gamma}}{w_0} \cdot \ln \frac{1}{1 - \eta}, \text{ м} \quad (\text{пластинчатый электрофильтр}), \quad (3.5)$$

где η - требуемая эффективность очистки.

6. Ожидаемая эффективность очистки:

$$\eta = 1 - \exp \left[- \frac{2 \cdot w_0 \cdot L}{R \cdot w_{\Gamma}} \right] \quad (\text{трубчатый электрофильтр}), \quad (3.6)$$

$$\eta = 1 - \exp \left[- \frac{w_0 \cdot L}{H \cdot w_{\Gamma}} \right] \quad (\text{пластинчатый электрофильтр}), \quad (3.7)$$

Таблица 3.2.

Исходные данные (варианты)

№ вар.	Тип электро-фильтра	H, R мм	U, кВ	Q, м ³ /с	w _Г , м/с	μ, 10 ⁻⁶ Па·с	d, мкм	ε	η
1, 10	УГ (П)	137,5	35	150	0,7	22,2	30	4	0,98
2, 11	ЭГА (П)	150	40	200	1,5	20,1	10	7,5	0,95
3, 12	ЭГТ (П)	130	30	40	0,9	18,8	2	5	0,90
4, 13	УВ (П)	137,5	35	60	1,2	17,5	1	15	0,88
5, 14	СПМ-8	130	30	7	0,8	19,0	0,4	18	0,85
6, 15	ГМЦ-20-2 (П)	137,5	35	25	1,2	23,0	2	2,2	0,90
7, 16	ДМ-316 (Тр)	115	25	20	1,5	20,0	30	4	0,98
8, 17	ШМК-4,5 (Тр)	110	25	5	1,0	17,0	2	5	0,95
9, 18	КТ-9 (Тр)	120	25	8	1,1	18,0	1	15	0,95

Примечание: А – модифицированный; В – вертикальный; Г – горизонтальный; Д – доменный; К – кислотный; М – мокрый; П – пластинчатый; С – сажевый; Т – высокотемпературный; Тр – трубчатый; У – унифицированный; Ц – цилиндрический корпус; Ш – шестигранные электроды; Э – электрофильтр.

Контрольные вопросы

1. Принцип работы электрофильтра.
2. Вольтамперная характеристика электрофильтра.
3. Классификация электрофильтров.
4. Параметры электрофильтров.