РАЗДЕЛ VI. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Балашов А.М.

О некоторых направлениях повышения эффективности электрофильтров

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»
(Россия, Новосибирск)

doi: 10.18411/lj-12-2020-83

idsp: ljjournal-12-2020-83

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы электрической очистки газов. Автор рассматривает три возможных направления повышения эффективности электрофильтров, два из которых связаны с усилением электрических сил и напряженности поля в активной зоне электрофильтра, а третий способ предполагает полезное использование энергии электрического ветра. Реализация данных мероприятий позволит значительно повысить производительность электрофильтров и существенно расширить область их эффективного использования.

Ключевые слова: самостоятельный газовый разряд, коронирующие электроды, напряженность электрического поля, степень, электрофильтр.

Abstract

This article discusses the issues of electric gas cleaning. The author considers three possible ways to improve the efficiency of electric filters, two of which are associated with increasing the electric forces and field strength in the active zone of the electric filter, and the third method involves the useful use of electric wind energy. The implementation of these measures will significantly increase the productivity of electric filters and significantly expand the scope of their effective use.

Keywords: independent gas discharge, corona electrodes, electric field strength, degree, electrofilter.

Электрофильтры получили широкое распространение для санитарной и технологической очистки газов и выделения взвешенных частиц в различных отраслях промышленности. Наиболее широко электрофильтры применяются для санитарной очистки выбросов в атмосферу на тепловых электростанциях, горно-обогатительных и металлургических предприятиях, предприятиях по производству стройматериалов (цементных и асфальтовых заводах, заводах ЖБИ и др.) и в других отраслях. В основу работы электрофильтра положен самостоятельный газовый разряд в резко неоднородном электрическом поле при давлении, близком к атмосферному, который называется коронным разрядом.

Коэффициент эффективности (степень очистки газов от примесей) электрофильтра зависит от производительности аппарата по газу (скорости потока очищаемого газа V_r) и скорости переноса (осаждения) частиц аэрозоля при выносе их из газового потока [1].

$$\eta = 1 - \exp\left(W_{\Pi} \frac{S_{oc}}{Q_{\Gamma}}\right) \quad (1)$$

где W_{Π} - скорость переноса к осадительным электродам частиц аэрозоля, удаляемых из газового потока, м/с;

S_{oc} – площадь поверхности осаждения аэрозоля (в электрофильтрах - поверхность осадительного электрода), м²;

Q_{Γ} - объемный расход очищаемого газа, м³/с.

Поскольку расход газа Q_g функционально связан со скоростью газового потока V_g , отношение скорости переноса частиц W_{Π} к скорости V_g газового потока W_{Π}/V_g принимают за критерий эффективности работы электрофильтров [2].

В связи с увеличением единичной мощности технологических агрегатов и объемов очищаемых газов низкую скорость газа V_g в электрофильтрах поддерживать невозможно. Поэтому, при увеличении скорости газового потока (скорости газа V_g) для сохранения неравенства (4), необходимо пропорционально увеличивать высоту электродов H , либо увеличивать скорость осаждения частиц W_{Π} .

С целью повышения эффективности электрофильтров, как в отечественной, так и в зарубежной практике часто увеличивают высоту электродов H до 15 м [3]. Однако увеличение высоты электродов приведет к значительному увеличению габаритов, массы и стоимости электрофильтров. Поэтому, для повышения производительности электрофильтра более рационально увеличивать скорость осаждения частиц W_{Π} .

Скорость осаждения частиц аэрозоля определяется по следующей формуле:

$$W_{\Pi} = W_{\text{э}} + W_{\text{ветра}} \quad (2)$$

где $W_{\text{э}}$ – скорость частиц под действием сил электрического поля;

$W_{\text{ветра}}$ – скорость частиц под действием сил электрического ветра.

Анализируя данную формулу, можно видеть, что интенсифицировать работу электрофильтра можно повышением скорости движения частиц $W_{\text{э}}$ под действием сил электрического поля, либо полезным использованием энергии электрического ветра. Сначала рассмотрим два возможных направления повышения эффективности электрофильтров, связанные с возможностями увеличения скорости осаждения частиц под действием сил электрического поля $W_{\text{э}}$.

Скорость осаждения частиц под действием сил электрического поля зависит от напряженности электрического поля E , и с учетом зависимости заряда частицы от напряженности электрического поля. т.е. $q=f(E)$ для частиц размером более 1 мкм определяется по следующей формуле [4]:

$$W_{\text{э}} = 2 E^2 r \delta \epsilon_0 / 3\mu \quad (3)$$

где E – напряженность электрического поля;

r – радиус частицы;

μ – динамический коэффициент вязкости воздуха;

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая постоянная;

δ – показатель диэлектрических свойств частицы; он определяется по формуле, приведенной в работе [4]:

$$\delta = 1 + 2 (\epsilon - 1) / (\epsilon - 2) \quad (4)$$

где ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость частицы.

Скорость движения частицы под действием сил электрического поля не является постоянной и зависит от координаты частицы, т.к. в начальный момент времени заряд частицы изменяется от нуля до q_{max} и ускорение частицы будет изменяться пропорционально q . При получении полного заряда q_{max} частица будет перемещаться с постоянным ускорением т.е. ее движение будет равноускоренным.

Как видно из формулы (3) скорость осаждения частицы под действием сил электрического поля прямо пропорционально квадрату напряженности электрического поля электрофильтра, и следовательно, для увеличения скорости осаждения целесообразно увеличивать напряженность поля в рабочей зоне электрофильтра. Но просто увеличить напряжение питания электродов U и, следовательно, максимальные значения напряженности поля против электродов нельзя из-за опасности полного пробоя воздушного промежутка и перехода коронного разряда в дуговой. В случае использования системы электродов «ряд проводов между плоскостями», наиболее широко используемой в современных

электрофильтрах, наибольшие значения пробивных напряжений и пробивной напряженности поля достигаются случае использования тонких коронирующих проводов диаметром 3 мм и меньше [5]. Менее 2 мм диаметр коронирующих проводов уменьшать уже нельзя из-за снижения механической прочности. Поэтому, возможности для усиления поля в электрофильтрах традиционной конструкции отсутствуют.

Повышения напряженности электрического поля в рабочей зоне электрофильтра возможно достигнуть двумя путями:

1. Увеличением числа активных зон коронного разряда, приходящихся на единицу поверхности осадительного электрода, путем создания перемещающейся зоны разряда за счет поочередного включения групп коронирующих электродов [6]. Для усиления электрического поля и создания перемещающейся зоны разряда необходимо использовать импульсное питание электрофильтра с поочередной подачей импульсов напряжения на различные группы электродов [7,8]. Это позволит увеличить напряжение питания электрофильтра и, соответственно, среднюю напряженность электрического поля без опасности полного пробоя газового промежутка и перехода коронного разряда в дуговой [6].

2. Увеличением значений пробивных напряжений и пробивной напряженности электрического поля, в этом случае можно будет увеличить напряженность поля коронного разряда и, согласно формуле (3) скорость осаждения частиц W , под действием сил электрического поля. Увеличение пробивного напряжения можно достичь повышением степени неоднородности электрического поля, а для этого возможно использовать игольчатые коронирующие электроды. Для промышленных электрофильтров можно рекомендовать систему электродов «ряд проводов с иглами между плоскостями». Проведенные автором исследования и сведения из работы [5] свидетельствуют, что при расстоянии (шаге) между иглами в диапазоне от 20 до 40 мм наблюдаются увеличение на 10-20 процентов значений пробивного напряжения и, соответственно, пробивной напряженности по сравнению с традиционными системами электродов «ряд проводов между плоскостями». Это позволяет повысить напряженность электрического поля в активной зоне электрофильтра и увеличить плотность тока коронного разряда на удельную поверхность осадительного электрода. Электроды данного типа могут быть изготовлены с достаточным запасом механической прочности, что обеспечит их надежность и долговечность в процессе эксплуатации.

3. Третье возможное направление повышения эффективности электрофильтров связано с полезным использованием энергии электрического ветра. В серийных электрофильтрах электрический ветер совершает циркуляционное движение и энергия электрического ветра полезно не используется. В целях полезного использования электрического ветра необходимо применение специальных конструкций осадительных электродов. Возможные пути полезного использования электрического ветра в электрофильтрах будут рассмотрены в дальнейших исследованиях.

Таким образом, нами сформулированы три возможных направления интенсификации работы электрофильтров:

1. Усиление электрических сил, действующих на частицы в электрофильтре путем увеличения числа активных зон коронного разряда, приходящихся на удельную поверхность осадительного электрода за счет применения поочередного включения групп коронирующих электродов;
2. Повышение максимальной допускаемой напряженности электрического поля в активной зоне электрофильтра путем использования игольчатых коронирующих электродов;

3. Применение специальных конструкций осадительных электродов с целью полезного использования энергии электрического ветра.

***

1. Банит Ф.Г., Лямин Ю.А. Способы интенсификации электроосаждения дисперсной фазы аэрозолей в горизонтальных электрофильтрах.// Труды ВНИИцемент промышленности, 1977. Вып. 40. С. 63-72.
2. Ермилов И.В. Исследование и расчет процессов очистки газов в пластинчатых электрофильтрах // Сильные электрические поля в технологических процессах: Сб. ст. - М.: Энергия, 1979. Вып. 3 С. 106-128.
3. Дымовые электрофильтры/ В.И. Левитов, И.К. Решидов, В.М. Ткаченко и др. М.: Энергия, 1980. - 447 с.
4. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов электрофильтрами. - М.: Химия, 1967. - 364 с.
5. Левитов В.И., Ткаченко В.М. Электрические характеристики некоторых типов коронирующих электродов электрофильтров // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. 1966. №3. С. 91-97.
6. Балашов А.М. Способ повышения эффективности электрофильтров для очистки выбросов предприятий металлургического комплекса.// Тенденции развития науки и образования. 2020. №58-5. С.88-91.
7. Шварц З.Л. Импульсное питание электрофильтров.// Цемент. 1982. №6. С.3-4.
8. Попов И.Б., Морозов В.И., Журавлев В.К. и др. Формирователь импульсов электрической энергии.// Электрофизические способы пылеулавливания: Сборник статей. - Алма-Ата, 1987. С.10-14.

Вайселев А., Борzych М. Тенденции в развитии микропроцессоров

*Саратовский государственный технический университет
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-12-2020-84

idsp: ljjournal-12-2020-84

*Научный руководитель
Ермолаева В.В.*

Аннотация

Развитие микропроцессоров не снижается. В настоящей статье анализируются такие способы повышения эффективности микропроцессоров, как снижение тепловыделения микропроцессоров за счет углеводородных нанотрубок, как использование оптических процессоров для уменьшения энергопотребления. Помимо этого, анализируется закон Мура и возможности его обойти.

Ключевые слова: микропроцессор, закон Мура, углеродные нанотрубки, фотоны

Abstract

Development of microprocessors does not decrease. This article analysis methods of increasing efficiency include microprocessors, such as cooling of microprocessors due to hydrocarbon nanotubes, as using optical processors to reduce power consumption. In addition, Moore's law and the possibilities to get around it are analysed.

Keywords: microprocessor, Moore's law, carbon nanotubes, photons

Микропроцессоры (МП) произвели революцию в нашем мире. Сегодняшний смартфон в тысячи раз производительней, чем мейнфрейм 70-х размером с комнату. Достижения в области микропроцессоров кардинально поменяли наше общество [7]. Однако, человечество стремится к постоянному развитию, и людям уже недостаточно существующих мощностей. Воплощение новых идей, типа чипа, блокирующего боль, или дистанционного проведения хирургических операций требует более мощных микропроцессоров. Существуют традиционные пути повышения быстродействия, как