

3. Gezsho A. Duality concepts in time-varying linear systems. JEEE International Convention Record. 1964. Part 1. March 1964.

УДК 621.319.7.006

А.А.Подольский, Л.И.Калакутский

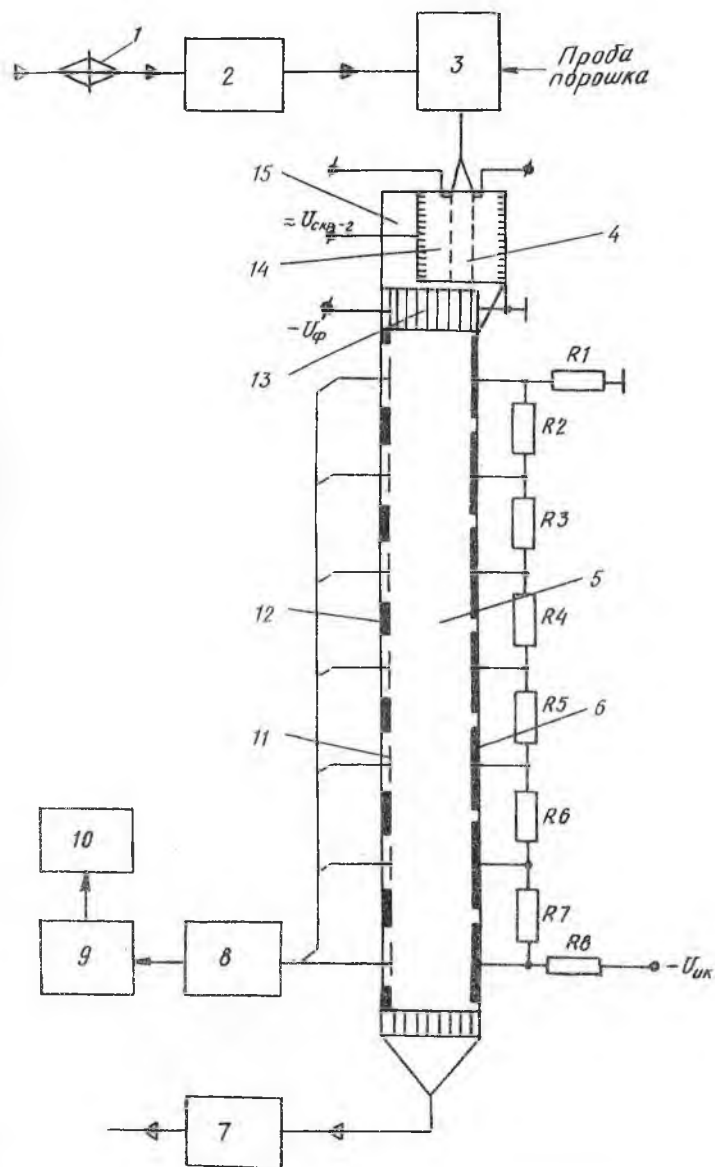
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ
ПОРОШКООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Важнейшим показателем качества порошкообразных материалов является их дисперсный состав. Повышение дисперсности выпускаемых порошков ведет к отказу от большинства существующих методов и средств анализа, требующих больших затрат времени на проведение измерений. Так, при седиментационном (пипеточном) методе для одного анализа порошка с нижней границей размеров частиц 1 мкм требуется несколько часов.

Автоматизация и ускорение дисперсионного анализа порошков позволяют получить данные непосредственно в ходе технологического процесса, что является особенно важным при выпуске материалов с заранее заданными физико-химическими свойствами.

В Куйбышевском авиационном институте разработан и исследован метод экспресс-анализа дисперсного состава, основанный на электростатической классификации предварительно заряженных частиц с последующим измерением совокупных зарядов фракций. Метод был апробирован на макете, показавшем в ходе испытаний удовлетворительные результаты [1], и лег в основу прибора ЭИП-II.

Функциональная схема прибора представлена на рис. 1. Анализируемый порошок засыпается в приемный бункер пневмо-вибрационного диспергатора 3, предназначенного для перевода высокодисперсных материалов в аэрозольное состояние [2]. Воздух, обеспечивающий транспортировку частиц порошка в зарядное устройство 15 очищается фильтром 1 типа АФА-В-18 и подается в диспергатор с помощью воздуходувки 2 типа ПРВ-1М. Струя аэрозоля, вылетающая из диспергатора, поступает через согласующий конус в зарядное устройство, состоящее из двух секций коронного разряда (СКР) 14 и одной зарядной секции (ЗС) 4. Секция коронного разряда предназначена для эмиссии отрицательных ионов в ЗС и представляет собой плоскую камеру с двумя электродами:



Р и с. I. Функциональная схема прибора ЭМП-II

плоским сетчатым и коронирующим, выполненным в виде пластинки с четырьмя рядами игл. При наличии в ЗС высокого переменного напряжения импульсный режим питания СКР обеспечивает поочередное прохождение ионов из каждой СКР в ЗС. В результате в зарядной секции образуется отрицательный пространственный заряд, и частицы, проходящие через ЗС, под действием ионной бомбардировки приобретают высокие униполярные заряды, в первом приближении пропорциональные поверхности частиц. Постоянство плотности ионов и напряженности поля во всем пространстве ЗС обуславливает одинаковые условия зарядки для всех частиц, независимо от траектории. Переменное электрическое поле уменьшает вероятность осаждения заряженных частиц на электродах ЗС.

Из ЗУ поток аэрозоля и дополнительно прокачиваемого воздуха поступает в электростатический фильтр I3, служащий для фиксации координаты входа заряженных частиц в измерительный конденсатор (ИК) без нарушения ламинарного характера течения. Фильтр представляет собой набор плоскопараллельных металлических пластин, укрепленных на расстоянии 2 мм друг от друга. Между всеми пластинками фильтра, за исключением одной пары, поддерживается постоянная разность потенциалов - 1,5 кВ; напряжение между пластинками выбранной пары отсутствует, они образуют окно для формирования и пропускания струи аэрозоля. В ИК аэрозоль поступает в виде тонкой струи прямоугольного сечения толщиной около 2 мм, окруженной оболочкой чистого воздуха.

В конденсаторе 5 под действием сил электростатического поля происходит пространственная классификация заряженных частиц и осаждение дифференциальных фракций размерных групп на различных участках коллекторного электрода. Измерительный конденсатор выполнен в виде трубы прямоугольного сечения 25x45 мм; электрическое поле в нем создается двумя электродами: высоковольтным 6 и коллекторным I2. Высоковольтный электрод - секционированный, число секций - 7; размеры секций и напряжения на них выбраны из условия обеспечения рациональных зон размещения всех фракций на коллекторном электроде. Коллекторный электрод представляет собой металлическую пластину с длиной рабочей зоны осаждения 450 мм. Координата осаждения частиц монотонно растет с уменьшением их размеров. При максимальном напряжении между пластинками ИК 7,5 кВ и расходе воздуха через конденсатор 40±45 л/мин, который обеспечивает воздуходувка 7, минимальный размер улавливаемых частиц составляет 0,4 мкм.

В коллекторном электроде имеется семь круглых отверстий, расположенных в центрах осаждения выбранных размерных групп; в каждой отверстии установлена круглая измерительная пластинка II диаметром 30 мм, на которую оседают частицы только одной размерной группы. По окончании фракционирования порошка измерительные пластины I1 через герконовые реле, входящие в состав переключателя 8, поочередно подключаются ко входу электрометрического усилителя 9. При подключении каждой пластинки на входе усилителя возникает экспоненциальный импульс напряжения, амплитуда которого определяется величиной накопленного на пластинке заряда и, таким образом, является мерой представительности соответствующей фракции. С выхода усилителя I3 сигналы поступают на вход блока обработки IO^X. Он осуществляет последовательное запоминание сигналов, изменение соотношения уровней сигналов в соответствии с тарифовочными коэффициентами и выдачу информации о дисперсном составе в нормированном виде на стрелочный прибор.

Основные технические данные прибора ЭИП-II

1. Дифференциальные фракции, на которые делится анализируемый порошок, мкм - 63...40; 40...20; 20...10; 10...5; 5...2; 2...1; менее 1.

2. Масса дозы порошка для одного анализа, мг - не более 100.

3. Время измерения одной пробы, мин - не более 3.

4. Вывод информации - по интегральным фракциям, менее: 40, 20, 10, 5, 2, 1 мкм (с помощью стрелочного прибора проградуированного в процентах; имеется выход для подключения самописца).

5. Среднеквадратичное отклонение результатов измерений - не более 3%.

Конструктивно прибор выполнен в виде двух блоков: блок с измерительной линией № 1, габаритными размерами 300x1400x200 мм, массой 40 кг и блока обработки № 2 с габаритными размерами 320x200x200 мм, массой 8 кг.

Мощность потребления прибора - 60 ВА.

Испытания прибора ЭИП-II проводились на порошкообразных материалах различной дисперсности (тальк, мел, карбид, кремний и др.). Некоторые результаты при расчетных значениях тарифовочных коэффициентов представлены в табл. 1, 2, 3.

^X Блок обработки прибора ЭИП-II разработан и изготовлен ст. инженером Н.А. Мильгиным.

Испытания подтвердили высокое быстродействие прибора и хорошую сходимость результатов измерений. Большие отклонения результатов от данных седиментационного анализа, полученные для ряда испытанных материалов, объясняются, в первую очередь, различием физических принципов, используемых при делении частиц по фракциям.

Т а б л и ц а I

Результаты измерений дисперсного состава порошков

Номер порошка	Материал	Фракция, мкм						
		< 63	< 40	< 20	< 10	< 5	< 2	< 1
1.	Тальк оновский проба № 1	100	100	100	99,7	92,9	36,1	5,3
2.	№ 3	100	100	100	95,8	86,3	47,7	8,8
3.	№ 4	100	100	100	87,5	71,0	41,7	15,1
4.	№ 7	100	100	92,6	73,7	58,1	30,2	10,0
5.	Тальк шабровский проба № 12	100	100	100	99,3	93,4	51,8	11,2
6.	№ 14	100	99,7	81,4	59,3	46,4	16,1	4,0
7.	Мел проба № 486	100	99,7	99,7	99,7	96,3	66,6	30,2
8.	№ 724	100	100	100	100	95,7	59,0	23,9
9.	Каолин проба № 1	100	100	99,9	96,2	87,6	43,4	12,1
10.	№ 7	100	100	98,8	89,3	77,2	44,6	7,0
11.	№ 11	100	100	100	100	97,3	72,5	18,7
12.	Карбид крем- ния КЗМ5	100	98,8	98,0	98,0	88,3	16,0	1,8
13.	КЗМ10	100	99,4	96,3	83,0	63,3	27,4	8,0
14.	КЗМ14	100	100	100	23,5	7,7	2,3	0,3
15.	КЗМ20	100	100	94,2	28,4	11,2	2,8	0,0
16.	Фтористый алюминий	100	98,0	73,5	31,5	23,2	13,2	5,7
17.	Криолит	100	98,9	70,9	50,0	40,6	21,8	6,7
18.	Пыль	100	98,3	48,8	17,9	9,8	2,8	0,6

Т а б л и ц а 2

Сходимость результатов измерений дисперсного состава

Номер порошка	Материал	Среднеквадратичное отклонение по фракциям σ , %						
		< 63	< 40	< 20	< 10	< 5	< 2	< 1
1.	Тальк	0	0	0	0,47	0,52	0,68	2,3
2.	Мел	0	0,22	0,45	0,45	1,2	1,0	0,6
3.	Карбид крем- ния	0	0,75	2,2	1,7	2,5	2,2	0,9
4.	Каолин	0	0	0,26	0,34	1,4	1,5	0,3

Т а б л и ц а 3

Сопоставление результатов измерений дисперсного состава порошков прибором ЭИП-II и седиментационным, пипеточным методом (ПМ)

Материал		Фракция, мкм						
		< 63	< 40	< 20	< 10	< 5	< 2	< 1
Карбид кремния КЭМ-5	ЭИП-II	100	98,8	98,3	98,0	88,3	16,0	1,8
	ПМ		96,0	92,5	85	77	6,1	1,0
Карбид кремния КЭМ20-20	ЭИП-II	100	100	94,2	28,4	11,2	2,8	0,0
	ПМ	100	100	95,0	37,5	5,1	2,5	0,0
Тальк онотский, проба № 4	ЭИП-II	100	100	100	87,5	71,0	41,7	15,2
	ПМ		99,0	98,2	95,1	81,0	41,6	
Тальк шабровский проба № 12	ЭИП-II	100	100	100	99,3	93,4	51,8	11,2
	ПМ	100	100	100	95,8	70,2		
Каолин проба № 1	ЭИП-II	100	100	99,9	96,2	87,6	43,4	12,1
	ПМ			88,8	79,5	59,0	42,6	

П р и м е ч а н и е. 1. Порошки № I - II разной степени измельчения получены из ВНИИНерудных материалов; порошки № 16 - 18 - в Институте газа АН УССР, пыль (порошок № 18) отобрана из пылевого выброса Гомельского химзавода. 2. Седиментационный анализ материалов был выполнен во ВНИИНеруд.

1. Подольский А.А., Калакутский Л.И.
Прибор для измерения дисперсного состава порошкообразных материалов. "Коллоидный журнал" АН СССР, т. 37, вып. 6, 1975, с. 1198.

2. Подольский А.А., Калакутский Л.И.,
Малыгин Н.А. Лабораторный диспергатор пневматического типа.
"Заводская лаборатория", т. 41, 1975, № 10, с. 1227.

УДК 621.319.7.006

Н.А.Малыгин

АНАЛИЗ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ
ЗАРЯЖЕННЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ
В ИМПУЛЬСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Движение заряженных аэрозольных частиц в электрическом поле широко используется как в промышленных процессах (электрофльтрация, электроокраска и т.п.), так и в технике измерения параметров аэрозолей. Это обусловило проведение большого числа теоретических и экспериментальных исследований [1] - [3].

В теоретических работах, как правило, рассматривается установившийся процесс движения частиц в постоянном электрическом поле без учета их инерционных свойств. Такое рассмотрение справедливо только для сравнительно мелких частиц при длительном пребывании их в относительно однородном электрическом поле.

В последнее время появились быстродействующие измерительные приборы, в которых используется принцип движения заряженных частиц в пространственно неоднородном [4], [5] или в импульсном электрическом [6] поле. В настоящей статье приведен анализ нестационарности при движении заряженных аэрозольных частиц в электрическом поле плоского конденсатора.

На рис. 1 схематически изображен вертикальный плоский измерительный конденсатор, между пластинами которого под действием приложенного напряжения U создано постоянное электрическое поле напряженностью E . Заряженная аэрозольная частица, движущаяся вместе с потоком с вертикальной скоростью V , входит в конденсатор в точ-