

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ЭКСПРЕССНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ЗОЛЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

К. Н. ПОПОВ, В. Н. ТИТОВ

(Представлена научным семинаром физико-технического факультета)

В настоящей статье рассмотрен усовершенствованный авторами прибор для экспрессного определения содержания углерода в золе тепловых электростанций сжигающих каменные угли с большим выходом летучих.

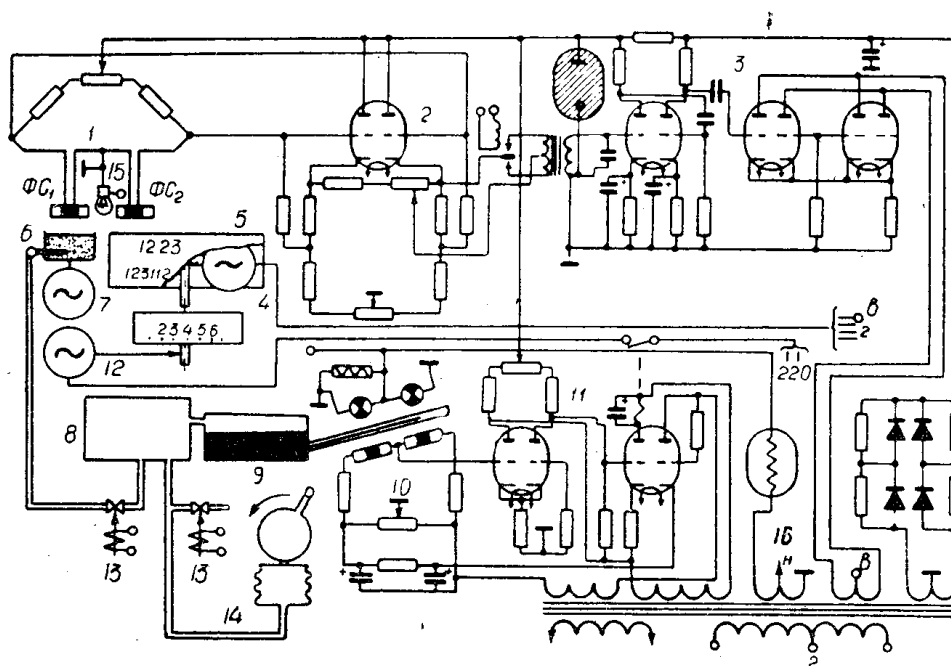


Рис. 1. Принципиальная схема прибора: ΦC_1 , ΦC_2 — фотосопротивления; 1 — измерительный мост; 2 — катодный повторитель; 3 — электронный усилитель; 4 — реверсивный двигатель; 5 — диск с набором эталонных проб; 6 — исследуемая проба; 7 — двигатель подачи пробы; 8 — камера; 9 — микрометр; 10 — измерительный мост на ΦC ; 11 — электронный усилитель; 12 — двигатель со шкалой; 13 — электромагнитные клапаны; 14 — пресс; 16 — блок питания.

Прибор состоит из двух схем: а) фотоэлектронной схемы измерения содержания углерода C_y , которая приведена в верхней части рис. 1; б) фотоэлектронной схемы для измерения гранулометрического состава исследуемых проб (нижняя часть рис. 1).

Принцип действия схемы «а» основан на использовании зависимости величины отраженного светового потока от содержания углерода в пробе. Углерод, являясь основным компонентом в горючих элементах золы [1], обладает большой поглощательной способностью световых волн видимого диапазона, поэтому увеличение содержания C_y в пробе, уменьшает количество отраженного света от ее поверхности.

Основным элементом схемы является диск 5 с набором эталонных проб, который составлен в порядке возрастания C_y° от 2 до 12% с интервалом через 1%.

Лампа 15 одновременно освещает поверхность исследуемой и эталонных проб. Если отраженные световые потоки, измеряемые фотосопротивлениями ΦC_1 и ΦC_2 , не равны, то на выходе усилителя 3 появляется напряжение, которое подается на реверсивный двигатель 4. Двигатель вращает диск 5 в сторону уравнивания световых потоков, т. е. схема осуществляет автоматический поиск той эталонной пробы, в которой содержание C_y° равно C_y^u — исследуемой.

Так как принцип действия прибора основан на измерении интенсивности отраженного светового потока, то различие гранулометрического состава эталонных и исследуемых проб, вносит погрешность в измерение содержания.

Анализ на гранулометрический состав проб, взятых со станции за полтора года ее работы, показал, что в некоторых пробах он значительно отличается. Для таких проб погрешность измерения C_y за счет разницы гранулометрического состава составляла 25—30% шкалы.

В связи с влиянием гранулометрического состава на показания прибора, авторами разработана и исследована дополнительная схема «б», предназначенная для введения поправки в показания основного прибора, в случае различного, гранулометрического состава исследуемой и эталонной проб.

Принцип действия схемы «б» основан, так же, как в поверхностном измере В. В. Товарова [2], на измерении скорости падения давления в камере, из которой воздух пропускается через исследуемую пробу 6.

На рис. 2 представлена схема подачи воздуха через пробу. Принятые обозначения: P_0 — начальное давление в камере, V_0 — удельный объем воздуха при P_0 , V_k — объем камеры, P_a — атмосферное давление, h — высота слоя исследуемой пробы над измерительными трубками, δ — средний эффективный диаметр частиц [3], F — суммарное сечение трубок, P_n — давление, измеряемое схемой по микроманометру, l — расстояние между фотосопротивлениями ΦC , μ — коэффициент динамической вязкости воздуха, γ_a — удельный вес воздуха при атмосферном давлении, K — коэффициент, учитывающий пористость и структуру пробы [3].

Закон изменения давления в камере во времени, при измерении пробы, описывается уравнением

$$P = P_0 e^{-Bt}, \quad (1)$$

где P — давление в камере в момент времени t ;

B — коэффициент, определяемый условиями измерения, определяется по формуле

$$B = \frac{P_0 V_0 \gamma_a F \delta^2}{96 V_k \mu h K}.$$

Из формулы (1) следует, что изменение давления в камере происходит по экспоненте и зависит от среднего эффективного диаметра пробы в квадрате. Процесс изотермический.

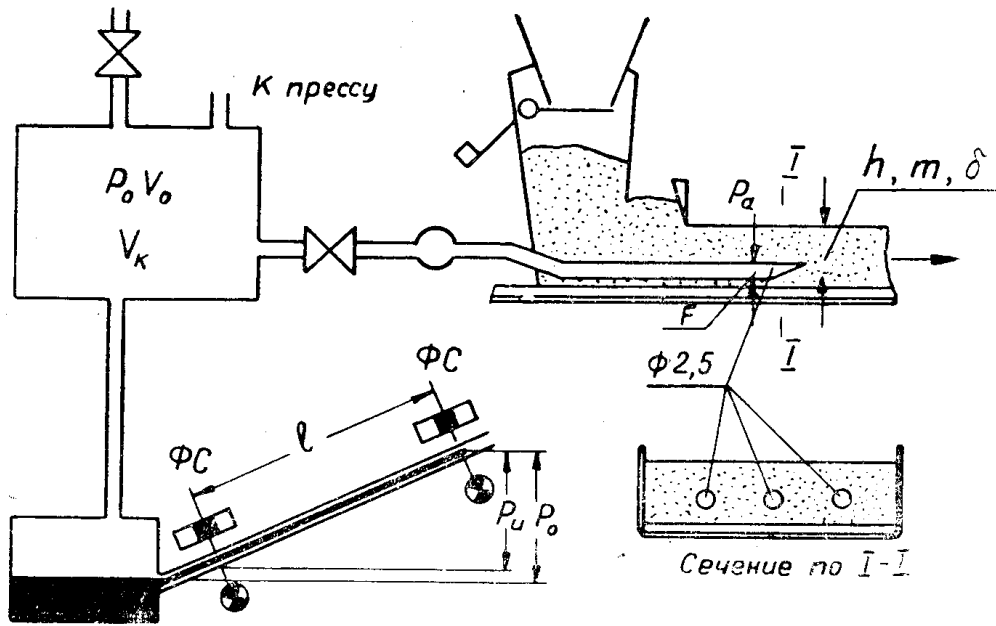


Рис. 2. Схема подачи воздуха через исследуемую пробу.

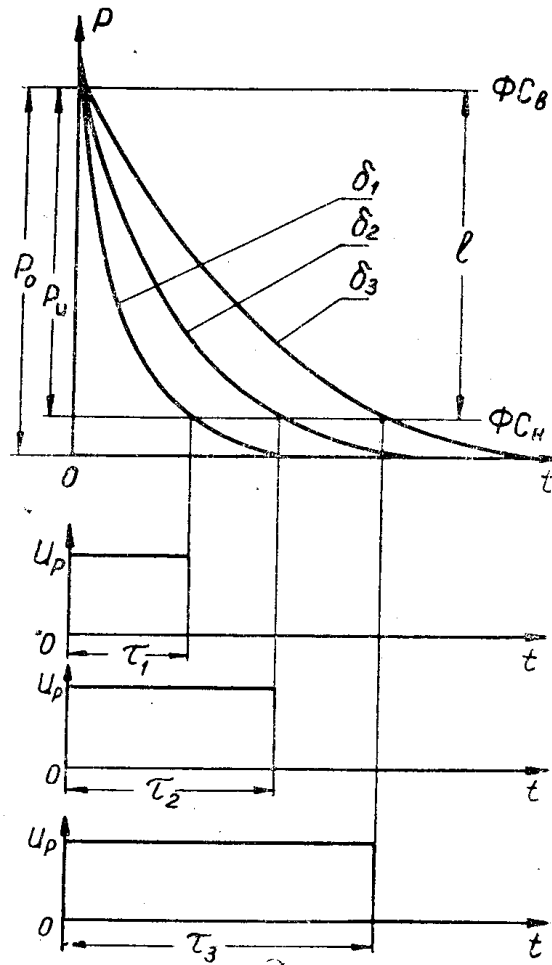


Рис. 3. График зависимости длительности импульса τ от диаметра частиц δ .

На рис. 3 представлены кривые для различных диаметров, причем $\delta_1 > \delta_2 > \delta_3$.

Конструкции бункеров, механизма подачи пробы обеспечивают одинаковые условия насыпки и постоянную толщину слоя для всех проб.

Давление P_0 создается сифонным прессом. Величина давления выбрана такой, что столб вытесненной жидкости перекрывает световые потоки, падающие на фотосопротивления. При измерении открывается сброс воздуха из камеры через пробу в атмосферу. При прохождении столба жидкости мимо верхнего, фотосопротивления ФС, измерительный мост выходит из состояния равновесия, на выходе усилителя 11 появляется импульс, включающий двигатель 12. Длительность импульса τ (см. рис. 2, 3) определяется временем прохождения столбом жидкости расстояния l от верхнего до нижнего фотосопротивления ФС. В результате получается, что угол поворота шкалы зависит от диаметра частиц. Для диаметра 200 мк угол поворота шкалы составил 38° . Для диаметра 60 мк соответственно 88° .

Измерение количества углерода с коррекцией на гранулометрический состав осуществляется следующим образом.

Исследуемая проба подается механизмом подачи под фотосопротивление ФС₁.

Прессом создается давление в камере, кнопкой «измерение» открывается сброс воздуха через пробу и подается напряжение на схему «а». В этот момент схема «а» осуществляет поиск эталонной пробы, поворачивая диск с набором эталонных проб C_y^o , схема «б» измеряет воздухопроницаемость пробы.

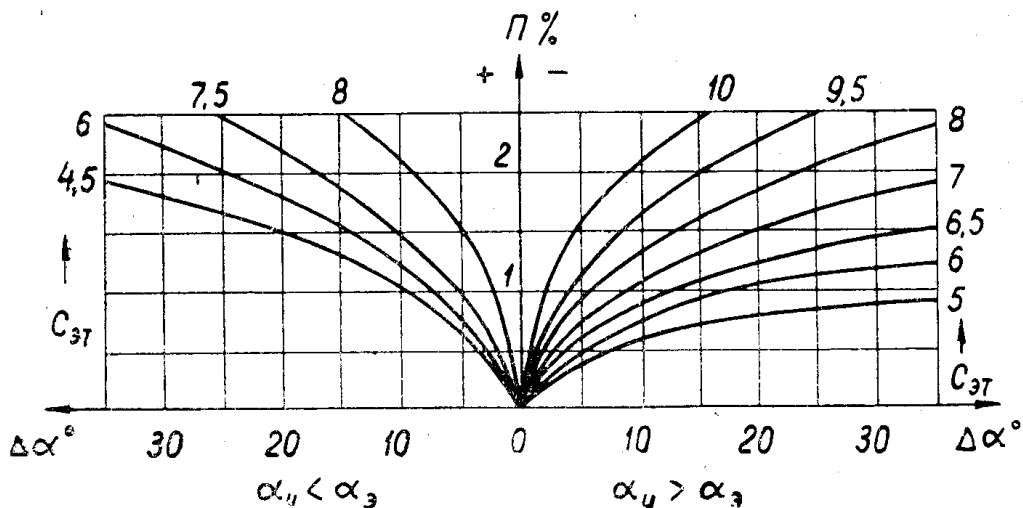


Рис. 4. График для получения поправки П при α_n неравного α_3 .

Отсчет ведется по экрану, на который проектируются цифры содержания углерода в эталонных пробах C_y^o , угол поворота α_3 — для каждой эталонной пробы шкалы фракционного состава, измеренные перед зарядкой диска эталонными пробами и угол поворота α_n для данной исследуемой пробы. Если угол α_n не равен α_3 , то в показание прибора вводится поправка П.

Величина поправки определяется по графику, приведенному на рис. 4.

При $\alpha_n > \alpha_3$ показания прибора получаются завышенными.

Чтобы получить действительное содержание углерода в пробе, необходимо из показания схемы „а“ вычесть поправку П, величина

которой определяется по графику. При $\alpha_n < \alpha_s$ показание прибора получится заниженным, в этом случае поправка P прибавляется. Например, при $\alpha_n < \alpha_s$ на 20° и прибор показал $C_y^z = 6\%$, $P = +1,8\%$. Действительное содержание углерода в пробе составит $C_x = C_y^z + P = 7,8\%$.

График для получения поправки построен по экспериментальным данным.

Результаты измерений на пробах золы Черемховского угольного разреза с различным содержанием углерода и различным гранулометрическим составом приведены на рис. 5.

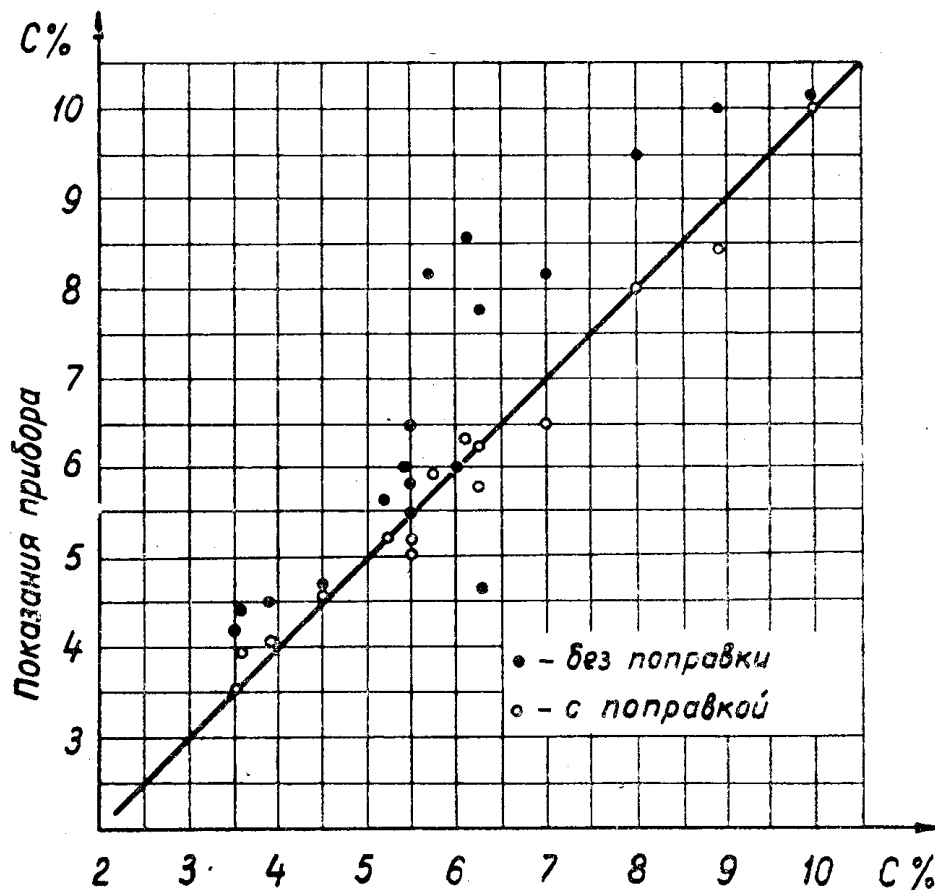


Рис. 5. Показания прибора с поправкой на гранулометрический состав.

С введением поправки разброс показаний уменьшился до $0,4 \div 0,6\%$.

Общее время обработки одной пробы составляет $40 \div 50$ сек.

В приборе имеются устройство для автоматической установки на «ноль» шкалы гранулометрического состава, автоматическое устройство для фиксации пробы на ленте против измерительной головки прибора, устройство для периодической продувки измерительных трубок.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Елизаров. Эксплуатация котельных установок высокого давления на электростанциях. Госэнергоиздат. М., 1961.
2. В. В. Товаров. Прибор для измерения удельной поверхности порошкообразных материалов методом воздухопроницаемости. Заводская лаборатория, Металлургия, т. XIX, № 5, 1953.
3. Л. С. Лейбензон. Собрание трудов, том II, Подземная гидрогазодинамика. Издательство АН СССР, 1953.