

Изобретение относится к области аналитической химии, в частности к способам определения содержания углерода в золах тепловых электростанций.

Известен способ определения углерода в золе пылеугольных котлоагрегатов, включающий уплотнение золы в датчике, измерение емкости датчика с пробой после снятия давления на золу и определение содержания углерода по значению емкости датчика [1 - прототип].

Однако и в первом, и во втором способах из-за изменения температуры, влажности окружающей среды и температурных режимов измерительной аппаратуры результаты измерений в течение длительного времени не будут постоянными, что оказывает влияние на точность определений содержания углерода в анализируемой золе.

При анализе известных технологических решений в данной области техники не обнаружены объекты, обладающие совокупностью признаков и уровнем технологичности заявляемого способа. Совокупность признаков способа явным образом не следует из уровня техники. Это позволяет утверждать, что заявляемое техническое решение способа является новым и обладает изобретательским уровнем.

В основу изобретения поставлена задача - разработать такой способ определения углерода в летучей золе пылеугольных котлов тепловых электростанций, в котором путем усовершенствования метода определения углерода в летучей золе повышается точность разовых определений содержания указанного элемента.

Поставленная задача достигается тем, что в способе определения углерода в летучей золе пылеугольных котлов тепловых электростанций, включающем уплотнение золы в датчике, измерение емкости датчика с пробой после снятия давления на золу, дополнительно измеряют емкость датчика, заполненного воздухом, и в качестве аналитического параметра, по которому определяют содержание углерода в золе, берут величину отношения емкости датчика с пробой к емкости датчика с воздухом, измеренных при поочередном нахождении их в датчике, причем содержание углерода определяют по соотношению:

$$C_i = K \left(\frac{f_0}{f_i} \right)^2 + b \left(\frac{f_0}{f_i} \right) + a,$$

где K , b , a - параметры уравнения регрессии, которые находят методом наименьших квадратов;

f_0 и f_i - частоты генератора, в колебательный контур которого включен емкостный датчик, последовательно заполненный воздухом (f_0) и пробой (f_i).

По известному способу при изменении содержания углерода в золе, которой заполняется датчик, его емкость, служащая аналитическим параметром, по величине которого определяют содержание углерода в золе, изменяется. Но величина емкости будет изменяться и при изменении температурных режимов, влажности окружающей среды и параметров измерительной аппаратуры. Поэтому результаты определений содержания углерода в золе со временем будут также изменяться, то есть, за счет временного дрейфа, вызванного указанными причинами, могут возникать значительные погрешности анализа.

Так как датчик с пробой золы подключен в колебательный контур генератора незатухающих колебаний анализатора, то в качестве

аналитического параметра, по величине которого можно судить о содержании определяемого элемента, была взята частота генератора f_i , поскольку последняя связана с емкостью конденсатора, заполненного пробой, соотношением:

$$f_i = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C_i}} \quad (1)$$

где L - индуктивность катушки колебательного контура;

C_i - емкость измерительного конденсатора (датчика) с пробой золы.

Но частота генератора f_0 незатухающих колебаний анализатора, датчик которого заполнен воздухом, равна

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C_0}} \quad (2)$$

где C_0 - емкость датчика, заполненного воздухом.

Тогда, разделив соотношение (2) на выражение (1), получим

$$\frac{C_i}{C_0} = \frac{f_0^2}{f_i^2} \quad (3)$$

Поэтому при экспериментальной проверке эффективности применения предложенного способа проводим измерения частоты f_0 и f_i .

На фиг.1 приведен аналитический график зависимости частоты f_i от содержания углерода C_i , а также показаны два значения частоты генератора, которые были измерены при наличии в датчике одной и той же пробы золы, с дискретностью в 48 часов. Первому значению частоты f_i генератора (точка 1 графика 1) соответствует концентрация углерода 18%. Второму значению частоты f_i генератора (точка 2 графика 1) соответствует концентрация углерода 17,3%. То есть, через 48 часов, согласно известному способу, с изменением частоты генератора изменились и данные концентрации углерода в одной и той же пробе золы на 0,7абс.%.

В предложенном способе, где в качестве аналитического параметра берется величина отношения емкости датчика, измеренной при наличии в нем золы, к емкости датчика, заполненного воздухом, аналогичное изменение температурных режимов, влажности окружающей среды практически будет одинаковым образом сказываться на емкости датчика с пробой и емкости датчика с воздухом (а значит и на величине частот f_0 и f_i). Это видно из аналитического графика 2 на фиг.1, на котором показаны два значения отношений f_0/f_i , полученные через те же 48 часов с использованием одной и той же пробы золы.

Как видно из графика 2 на фиг.1, обе точки отношения частот f_0/f_i фактически совпали. Поэтому через те же 48ч согласно предложенному способу, практически получены одни и те же значения концентраций углерода в той же пробе золы.

Следовательно, применение в качестве аналитического параметра отношения измеренных частот устраняет влияние временного дрейфа, вызванного изменением температурных режимов и других параметров аппаратуры, влажности окружающей среды.

В то же время при изменении содержания углерода в анализируемой пробе золы, помещенной в датчик, за счет произошедшего по этой причине изменения емкости датчика с пробой золы C_i (а значит и изменения частоты f_i)

произойдет изменение и величины отношения емкости C_i/C_0 (и, следовательно, отношения частот генератора). Таким образом, в качестве аналитического параметра, служащего мерой определения содержания углерода в золе и устраняющего временный дрейф результатов, можно взять величину отношения емкостей датчика, последовательно заполненного анализируемой пробой золы и воздухом (или отношение частот генератора).

Эффективность применения предложенного способа была проверена при определении содержания углерода в пробах золы Луганской тепловой электростанции (ЛТЭС). Для исследований брали 26 проб золы, крупность частиц которых не превышала 200 мкм, влажность не более 0,5%. По данным стандартного химического анализа содержания углерода в пробах золы ЛТЭС составляло 12 - 29%. Анализы проводили на диэлькометрическом анализаторе, блок-схема которого показана на фиг.2.

Анализатор состоит из емкостного коаксиального датчика 1, генератора незатухающих колебаний высокой частоты 2, измерительного блока 3, электронно-вычислительного блока 4, блока выдачи информации 5, блока питания 6. Емкостный датчик включает в себя наружный цилиндрический электрод 7, в котором коаксиально закреплен внутренний электрод 8 на диэлектрическом основании 9. Внутренний потенциальный электрод 8 помещен в эбонитовый кожух.

Анализируемая проба в датчик засыпается с избытком. Ее излишки срезаются ножом на уровне верхней кромки цилиндра. Оставшаяся проба золы в цилиндрическом датчике уплотняется пуансоном 10 с ограничительным круговым выступом в верхней его части, обеспечивающим постоянный объем анализируемой пробы золы в датчике. Для разового анализа необходимо примерно 0,1 кг пробы золы. Продолжительность одного анализа (без подготовки пробы и образца для анализа) составляет 1 с.

Анализы проводили в течение шести смен, причем в каждую смену анализировали 4 - 5 проб золы с интервалом 1,5 - 2 часа каждая. После разового анализа датчик тщательно очищали от проб золы и проводили измерения частоты f_0 . Определения содержания углерода в пробах золы ЛТЭС осуществляли по известному способу и по предложенному способу. В первом случае производили измерения частоты генератора только при наличии золы в датчике анализатора и в качестве аналитического параметра, по которому определяли содержание углерода в золе, брали измеренную частоту f_i . Во втором случае последовательно измеряли частоты генератора дважды: при наличии в датчике золы и при наличии в нем воздуха и в качестве аналитического параметра, по величине которого определяли содержание углерода в золе, брали отношение измеренных частот. В обоих случаях отдельно рассчитывали линии регрессии, уравнения которых имеют вид:

при применении известного способа

$$C_i = K_1 f_i^2 + b_1 f_i + a_1,$$

при применении предложенного способа

$$C_i = K_2 \left(\frac{f_0}{f_i} \right)^2 + b_2 \left(\frac{f_0}{f_i} \right) + a_2,$$

где K_1 , K_2 , b_1 , b_2 , a_1 , a_2 - параметры уравнений регрессии, определяемые методом наименьших

квадратов.

Из уравнений регрессии и в первом, и во втором случаях находили концентрации (C_i) углерода в анализируемых золах. Результаты проверки эффективности применения предложенного способа в сравнении с известным способом при определении содержания углерода в золах ЛТЭС приведены в таблице.

Стандартное отклонение диэлькометрического анализа от данных стандартного химического метода анализа составило:

0,72% - при использовании известного способа;

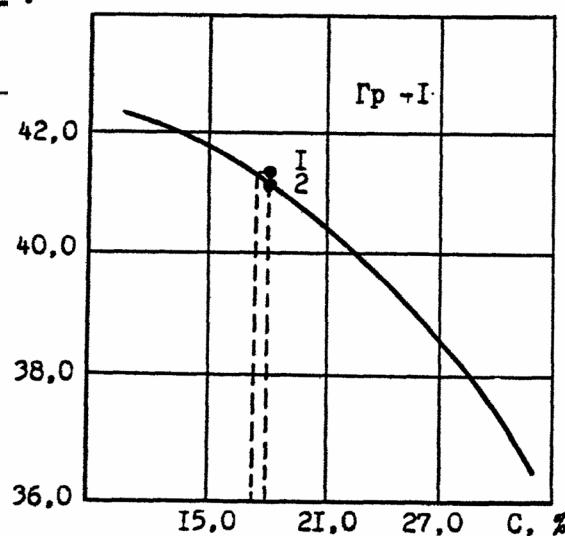
0,54% - при применении предложенного способа.

Из этих результатов видно, что применение предложенного способа позволяет повысить точность определений содержания углерода в золах, по сравнению с известным способом, приблизительно в 1,3 раза.

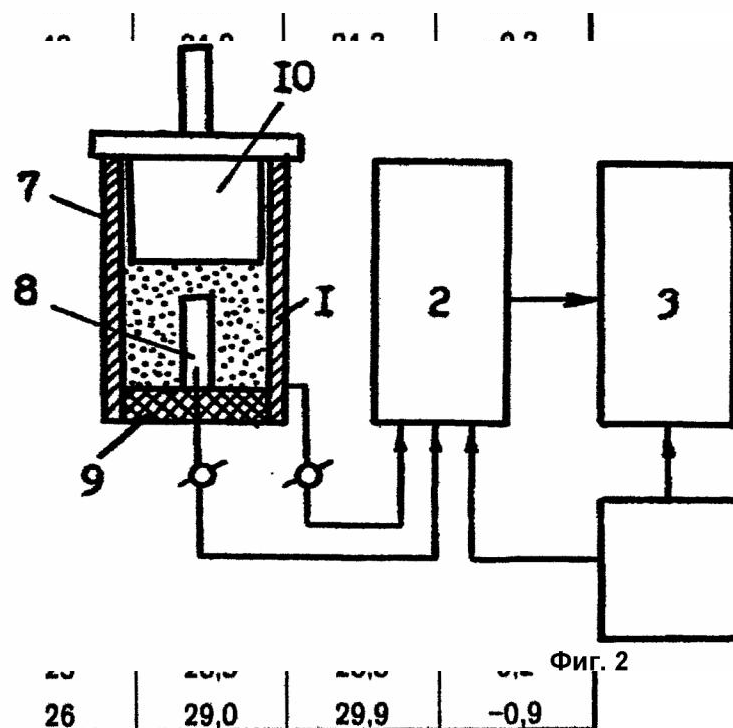
Предложенный способ определения углерода в летучей золе пылеугольных котлов тепловых электростанций прост в осуществлении и при его применении достигается повышение точности анализа, в сравнении с известным способом, на 20 - 25%.

№ п/п	1		
	Cx, %	Cg, %	$\Delta C = Cx - Cg$
1	12,0	12,3	-0,3
2	12,3	11,9	0,4
3	12,4	13,0	-0,6
4	13,1	12,5	0,6
5	15,5	15,5	0
6	15,0	14,2	0,8
7	16,6	17,3	-0,7
8	17,8	16,7	1,1
9	18,0	20,1	-2,1
10	20,0	20,0	0
11	20,8	20,3	0,5
12	21,0	21,3	-0,3
13	21,5	22,4	-0,9
14	23,3	23,4	-0,1
15	23,5	23,7	-0,2
16	23,9	23,7	0,8
17	24,0	22,9	1,1
18	24,3	24,7	-0,4
19	25,1	25,9	-0,8
20	25,8	25,3	0,5
21	26,3	26,2	0,1
22	27,0	27,0	0
23	27,3	27,9	-0,6
24	27,4	26,8	0,6
25	28,5	28,4	0,1
26	29	30,1	-1,1

$f, 10^{-6} \text{ г/г}$



Фиг. 1



Фиг. 2

f_0/f

1,18

1,14

1,10

1,06

26

29,0

29,9

-0,9