

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может найти применение в угольной промышленности.

Известно устройство для определения концентрации твердой фазы пульпы и содержания в твердой фазе минеральных примесей [1], содержащее источник излучения, первое, второе, третье и четвертое фотоприемные устройства, первый и второй блоки вычитания, блок умножения, первый и второй блоки деления, первый и второй индикаторы.

Недостатком устройства является его узкий измерительный диапазон.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному является устройство, реализующее способ определения концентрации твердой фазы и содержания в твердой фазе минеральных примесей.

Устройство содержит источник излучения, первое, второе, третье и четвертое фотоприемные устройства, первый и второй блоки деления, первый и второй блоки вычитания, сумматор, первый и второй индикаторы, причем выход первого фотоприемного устройства подключен ко входу "делимое" первого блока деления, выход второго фотоприемного устройства подключен ко входу "делитель", выход третьего фотоприемного устройства подключен ко входу "делимое" второго блока деления, выход четвертого фотоприемного устройства подключен ко входу "делитель" второго блока деления.

Недостатком описанного устройства является наличие высокой температурной погрешности вычисления концентрации,

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать устройство для определения концентрации твердой фазы пульпы и содержания в твердой фазе минеральных примесей, в котором благодаря введению новых блоков компенсировалась бы температурная погрешность измерения концентрации твердой фазы пульпы и таким образом была бы повышена точность определения концентрации.

Поставленная задача решается тем, что в устройство определения концентрации твердой фазы пульпы и содержания в твердой фазе минеральных примесей, содержащее источник излучения, первое, второе, третье и четвертое фотоприемные устройства, первый и второй блоки деления, схему вычитания, сумматор, первый и второй индикаторы, причем выход первого фотоприемного устройства подключен ко входу "делимое" первого блока деления, выход второго фотоприемного устройства подключен ко входу "делитель", выход третьего фотоприемного устройства подключен ко входу "делимое" второго блока деления, выход четвертого фотоприемного устройства подключен ко входу "делитель" второго блока деления, выход схемы вычитания подключен к входу второго индикатора, согласно изобретению дополнительно введены схема вычисления, логарифмический умножитель-делитель, экспоненциальный преобразователь, первый второй и третий источники опорного напряжения, причем выходы первого и второго блоков деления подключены к первому и второму входу схемы вычисления, выход которой подключен ко входу первого индикатора и первому входу сумматора, ко второму входу которого подключен первый источник опорного напряжения, выход сумматора подключен ко второму входу логарифмического умножителя-делителя, к первому и третьему входам которого подключены выход второго блока деления и второй источник опорного напряжения соответственно, выход логарифмического умножителя-делителя через экспоненциальный преобразователь подключен ко входу "уменьшаемое" схемы вычитания, ко входу "вычитаемое" которой подключен третий источник опорного напряжения, а выход схемы вычитания подключен ко входу второго индикатора.

Введение в устройство схемы вычисления, логарифмического умножителя-делителя, экспоненциального преобразователя, первого, второго и третьего источников опорного напряжения позволяет за счет компенсации температурной погрешности повысить точность вычисления концентрации твердой фазы.

На чертеже изображена схема устройства для определения концентрации твердой фазы пульпы и содержания в твердой фазе минеральных примесей.

Устройство содержит источник излучения 1, первое 2, второе 3, третье 4 и четвертое 5 фотоприемные устройства, первый блок деления 6, первый вход которого соединен с выходом первого фотоприемного устройства, а второй - с выходом второго фотоприемного устройства, второй блок деления 7, первый вход которого соединен с выходом третьего фотоприемного устройства, а второй - с выходом четвертого фотоприемного устройства, схему вычисления содержания минеральных примесей 8, первый и второй входы которой соединены соответственно с выходами первого и второго блоков деления, а выход - с индикатором содержания минеральных примесей 9, сумматор 10, первый вход которого соединен с выходом схемы содержания минеральных примесей, а второй вход соединен с первым источником опорного сигнала 11, логарифмический умножитель-делитель 12, первый вход которого соединен с выходом второго блока деления, второй вход - с выходом второго источника опорного сигнала 13, а третий - с выходом сумматора 10, экспоненциальный преобразователь 14, вход которого соединен с выходом логарифмического умножителя-делителя, схему вычитания 15.

первый вход которой соединен с выходом экспоненциального преобразователя, второй вход - с выходом третьего источника опорного сигнала 16, а выход - с индикатором концентрации твердой фазы 17.

Измерительная часть устройства в процессе работы располагается непосредственно перед слоем угольной пульпы 18.

Приемники излучения 2 и 3 чувствительны в диапазоне длин волн 0,4-1 мкм, а приемники 4 и 5 - в диапазоне длин волн 1,3-3 мкм. Источник 1 излучает в обоих указанных диапазонах.

Устройство работает следующим образом. Свет от источника 1 падает на слой угольной пульпы 18, отражается от нее и попадает на фотоприемники 2 и 4. Фотоприемники 3 и 5 воспринимают свет источника излучения 1 непосредственно. Сигнал фотоприемника 2 пропорционален интенсивности света I_1 . Сигнал фотоприемника 3 пропорционален интенсивности света I_{01} . Сигнал фотоприемника 4 пропорционален интенсивности I_2 , а сигнал фотоприемника 5 - интенсивности I_{02} . Сигналы фотоприемных устройств поступают на входы блоков деления 6 и 7. на выходах которых формируются сигналы, численно равные I_1/I_{01} - для первого блока деления 6 и I_2/I_{02} - для второго блока деления 7.

Полученные сигналы поступают на вход схемы вычисления содержания минеральных примесей 8, с помощью которой происходит вычисление содержания минеральных примесей А по формуле

$$A = \frac{I_1/I_{02}}{g + h \cdot I_2/I_{02}} \quad (1)$$

g, h, m - градуировочные коэффициенты.

Вычисленное значение содержания минеральных примесей индицируется с помощью устройства 9.

Вычисление концентрации твердой фазы осуществляется по формуле

$$C = K1 \cdot \left[\exp\left(\frac{K2 \cdot I_2/I_{02}}{K3 + A}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

где K1, K2, K3 - градуировочные коэффициенты.

На первый и второй входы сумматора 10 поступают сигналы, численно равные А (от схемы вычисления А) и K3 (от первого источника опорного напряжения). Сигнал на выходе сумматора численно равен K3 + А.

Логарифмический умножитель-делитель содержит три входа и один выход. Выходной сигнал равен произведению первого сигнала на второй, деленному на третий сигнал. На первый вход логарифмического умножителя-делителя 12 подается сигнал с выхода второго блока деления, численно равный I_2/I_{02} . На второй вход логарифмического умножителя-делителя подается сигнал с выхода второго источника опорного сигнала 13, численно равный K2, а на третий вход - сигнал с выхода сумматора 10, равный K3 + А. Сигнал на выходе умножителя-делителя 12 равен $(K2 \cdot I_2/I_{02})/(K3 + A)$. Этот сигнал поступает на вход экспоненциального преобразователя 14, на выходе которого формируется сигнал, равный экспоненте входного сигнала. Затем сигнал с выхода экспоненциального преобразователя 14 поступает на первый вход схемы вычитания 15. На второй вход схемы вычитания 15 поступает сигнал с выхода третьего источника опорного сигнала 16, численно равный единице.

Сигнал на выходе схемы вычитания 15 соответствует формуле (2) и численно равен концентрации твердой фазы С. Этот сигнал подается на вход индикатора концентрации твердой фазы 17.

Выходной сигнал экспоненциального преобразователя равен (Clayton G.B. Operational amplifiers, Butterworth & Co (Publishers, Ltd. 1979)

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{оп}} \cdot R_{\text{о.с}}}{R_{\text{оп}}} \exp\left[\frac{R_1 q U_{\text{вх}}}{(R_1 + R_2) kT}\right], \quad (3)$$

где $U_{\text{вх}}, U_{\text{вых}}$ - соответственно входное и выходное напряжение экспоненциального преобразователя;

$U_{\text{оп}}$ - величина опорного напряжения;

$R_{\text{о.с}}, R_{\text{оп}}$ - соответственно сопротивление резистора обратной связи экспоненциального преобразователя и сопротивление резистора, предназначенного для преобразования опорного напряжения в опорный ток;

R_1, R_2 - сопротивления резисторов, входного резистивного делителя, с помощью которого масштабируется величина входного сигнала;

q - заряд электрона;

k - постоянная Больцмана;

T - абсолютная температура.

Номиналы резисторов и величина опорного напряжения обычно задаются таким образом, чтобы выполнялись следующие равенства

$$\frac{U_{оп} \cdot R_{ос}}{R_{оп}} = 1, \quad (4)$$

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{KT}{q}, \quad (5)$$

Однако равенство (5), справедливое во время проведения настройки при температуре, например, равной 300 К, нарушится, если температура окружающей среды изменится до 280 К. Это понижение температуры приведет к кажущемуся увеличению входного сигнала на 7%. Затем ошибка будет возведена в степень, что приведет к значительной погрешности при вычислении концентрации твердой фазы.

На второй вход логарифмического умножителя-делителя подается сигнал с выхода второго источника опорного напряжения 13 который представляет собой логарифмический преобразователь, на вход которого подается постоянное по времени опорное напряжение $U_{оп}$. На выходе второго источника опорного напряжения сигнал равен

$$U_2 = \frac{KT(R_3 + R_4)}{q \cdot R_3} \ln(U_{оп}), \quad (6)$$

где R_3 и R_4 - сопротивления резисторов выходного каскада логарифмического преобразователя, с помощью которых задается масштаб выходного сигнала.

Сигнал на выходе умножителя-делителя 12 равен

$$U_2 = \frac{KT(R_3 + R_4) \ln(U_{оп}) I_2}{q \cdot R_3 (K_3 + A) I_{02}}, \quad (7)$$

Этот сигнал поступает на вход экспоненциального преобразователя 14, на выходе которого формируется сигнал определяемый в соответствии с формулами (3) и (4) следующим выражением

$$U_{вых} = \exp\left[\frac{R_1 q U_{уд}}{(R_1 + R_2) KT}\right], \quad (8)$$

Из формул (7) и (8) следует, что выходной сигнал экспоненциального преобразователя равен

$$U_{вых} = \exp\left[\frac{R_1 (R_3 + R_4) \ln(U_{оп})}{R_3 (R_1 + R_2) (K_3 + A) I_{02}}\right], \quad (9)$$

Зависящий от температуры коэффициент KT/q содержится в числителе и знаменателе формулы (9) и поэтому взаимно сокращается. Следовательно, выходное напряжение $U_{вых}$ не зависит от изменений температуры окружающей среды.

Для того, чтобы выражение (9) соответствовало формуле (2), номиналы резисторов $R_1 - R_4$ и выходное напряжение второго источника опорного напряжения устанавливают таким образом, чтобы была справедлива следующая зависимость

$$\frac{R_1 (R_3 + R_4) \ln(U_{оп})}{R_3 (R_1 + R_2)}, \quad (10)$$

С учетом формулы (10) для выходного напряжения экспоненциального преобразователя можно записать

$$U_{вых} = \exp\left[\frac{K_2 \cdot I_2 / I_{02}}{K_3 + A}\right]$$

Сигнал с выхода экспоненциального преобразователя 14 поступает на первый вход схемы Вычитания 15. На второй вход схемы вычитания 15 поступает сигнал с выхода третьего источника опорного сигнала 16, численно равный единице.

Сигнал на выходе схемы вычитания 15 соответствует формуле (2) и численно равен концентрации твердой фазы C . Этот сигнал подается на вход индикатора концентрации твердой фазы 17.

Предлагаемое устройство позволяет уменьшить дополнительную температурную погрешность измерения концентрации твердой фазы пульпы практически до нуля.

