

Изобретение относится к области аналитической химии, а именно, к способам количественного анализа с применением рентгеновского излучения и может быть использовано при контроле и управлении технологическими процессами в горнорудной, строительной, металлургической и других областях промышленности.

Известен способ рентгенофлуоресцентного анализа материалов, заключающийся в формировании потока, облучении его поверхности рентгеновским излучением с одновременной регистрацией характеристического излучения, по интенсивности последнего определяют содержание контролируемого элемента (Кочмола Н.М., Горохов К.И. Поточный рентгенофлуоресцентный анализ железорудного сырья на содержание кальция // Заводская лаборатория. - 1975. - №4. - С.424 - 426).

Однако в известном способе точность анализа не достаточна, так как в нем не учитываются изменения интенсивности характеристического излучения контролируемого элемента от изменения влажности материала.

Известен способ количественного рентгенофлуоресцентного анализа сложных сред (способ двойного стандарта-фона), в котором содержание контролируемого элемента в твердой фазе определяют как частное от деления весового содержания этого элемента в сложной среде в целом на весовое содержание в ней исследуемой фазы (Плотников Р.И., Пшеничный Г.А. Флуоресцентный рентгенорадиометрический анализ. - М.: Атомиздат, 1973. - С.147 - 150).

Однако применение этого способа для контроля вещественного состава потока сыпучих материалов с непостоянной влажностью весьма затруднительно, поскольку он чрезвычайно громоздкий, сложный и трудоемкий, сочетает в себе несколько известных способов, объединенных между собой функциональными зависимостями; требует применения сложных счетно-решающих устройств, значительных затрат времени на его осуществление.

Существенным недостатком, ограничивающим применение способа двойного стандарта-фона для таких целей, является и то, что он обеспечивает результаты, удовлетворяющие требованиям производства при определении только сравнительно малых содержаний контролируемого элемента и при отсутствии в анализируемом материале мешающих элементов, с атомными номерами, большими, чем у контролируемого. Поэтому для получения более низких концентраций контролируемого элемента в анализируемом материале, в него вводят добавки другого наполнителя, не содержащего определяемого элемента, или разбавляют данный материал другой более легкой средой или водой для получения, например, пульпы. Все это затрудняет автоматизацию анализа и ограничивает применение способа для контроля вещественного состава потока сыпучих материалов с непостоянной влажностью.

Известен способ количественного анализа сложных материалов с непостоянной влажностью с применением рассеянного гамма-излучения (компенсационный способ), заключающийся в

том, что уменьшение интенсивности характеристического излучения определяемого элемента, связанное с увеличением содержания влажности в анализируемом материале, компенсируют увеличением интенсивности рассеянного пробой излучения, определенная доля которого попадает в рентгеновский канал (Плотников Р.И., Пшеничный Г.А. Флуоресцентный рентгенорадиометрический анализ. - М.: Атомиздат, 1973. - С.136 - 138) - прототип.

Однако, различие в характеристике зависимостей для флуоресцентного и рассеянного излучений приводит к тому, что компенсационный эффект позволяет устранить влияние влажности лишь в относительно небольшом диапазоне изменения содержания определяемого элемента. Кроме того, указанный способ анализа, из-за значительного уменьшения чувствительности, практически не пригоден, если содержание контролируемого элемента в анализируемом материале незначительно. В этом случае он не может обеспечить требуемую точность анализа. Из-за значительного уменьшения чувствительности способа точность анализа ухудшается и в том случае, когда содержание контролируемого элемента в материале будет более высоким.

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

В основу изобретения поставлена задача разработать такой способ рентгенофлуоресцентного анализа потока материалов с непостоянной влажностью, в котором при новом подходе к решению проблемы, повышается точность анализа и, кроме того, расширяются возможности способа.

Поставленная задача достигается тем, что согласно способу рентгенофлуоресцентного анализа потока материалов с непостоянной влажностью, заключающемуся в формировании потока, облучении его поверхности рентгеновским излучением с одновременной регистрацией характеристического излучения, по интенсивности которого определяют содержание контролируемого элемента с учетом изменений интенсивности от изменения содержания влажности материала, изменение интенсивности характеристического излучения от изменения влажности материала компенсируют изменением плотности поверхностного слоя формируемого потока путем изменения высоты последнего перед уплотнением.

Сущность способа заключается в следующем.

Формируют поток материала, облучают его поверхность рентгеновским излучением и регистрируют характеристическое излучение, по интенсивности которого определяют содержание контролируемого элемента. При этом, при всех прочих равных условиях, интенсивность характеристического излучения зависит от содержания влажности в материале. Поэтому определяют ее содержание в анализируемом материале и, с учетом ее величины, компенсируют изменение интенсивности. Компенсацию изменения интенсивности от изменения

содержания влажности в материале осуществляют путем изменения, плотности поверхностного слоя потока материала.

Таким образом, по предложенному способу интенсивность характеристического рентгеновского излучения контролируемого элемента при постоянной концентрации последнего зависит от влажности материала и плотности его поверхностного слоя.

Так, при увеличении влажности материала и уменьшении плотности облучаемого слоя интенсивность характеристического излучения контролируемого элемента уменьшается, а при уменьшении влажности и увеличении плотности облучаемого слоя интенсивность увеличивается. В связи с этим компенсация изменения интенсивности характеристического излучения контролируемого элемента от изменения влажности материала находится в следующей зависимости: при увеличении влажности материала увеличивают плотность поверхностного слоя потока материала, а при уменьшении влажности материала плотность поверхностного слоя потока материала уменьшают.

Плотность поверхностного слоя потока материала в свою очередь по данному способу изменяется путем изменения высоты потока, то есть расхода материала., при постоянных прочих условиях, и подчиняется следующей зависимости: увеличение высоты слоя потока материала до уплотнения приводит к увеличению плотности поверхностного слоя материала после уплотнения, а уменьшение высоты слоя потока материала - к уменьшению плотности.

Следовательно, в итоге компенсацию изменения интенсивности характеристического излучения контролируемого элемента от изменения содержания влажности материала по предлагаемому способу проводят в следующей зависимости: при увеличении влажности материала увеличивают высоту потока материала, а при уменьшении содержания влажности уменьшают высоту потока материала, то есть в реальном диапазоне изменения содержания влажности имеет место прямо пропорциональная зависимость.

Наличие прямой зависимости в интервале определяемой влажности позволяет получить простой сигнал управления регулированием высоты потока материала и обеспечивает простоту конструкции вычислительного устройства и регулятора, а наличие обратной зависимости интенсивности характеристического излучения от влажности материала и плотности поверхностного слоя его потока - определит точку пересечения этих зависимостей, от которой отсчитывается знак сигнала, определяемый направлением изменения влажности от нее.

Способ был реализован на установке, схема которой показана на чертеже (фиг.).

Схема содержит расходный бункер 1. на разгрузочном окне которого установлена задвижка 2 с автоматическим регулятором 5 ее положения по вертикали относительно конвейера 9, над которым установлены уплотняющие валки 3, влагомер 4, электрически связанный с автоматическим регулятором 5, включающим задатчик 6 перемещения, преобразователь 7 напряжения и привод 8, кинематически

связанный с задвижкой 2, а также спектрометрический блок, расположенный над конвейером (не показан).

В исходном положении задвижка 2 установлена относительно конвейера 9 в такое положение, при котором величина влажности материала принята за начало отсчета ее изменения в сторону увеличения или уменьшения (при которой проведена градуировка анализатора).

Материал загружают в бункер 1 и включают в работу конвейер 9, после чего материал из бункера 1 через разгрузочное окно под задвижкой 2 подается конвейером под уплотняющие валки 3, которыми выравнивается и уплотняется поверхностный слой материала на конвейере. После уплотнения материал с подготовленной поверхностью продвигается под спектрометрическим блоком и подвергается анализу. До уплотнения материала определяют и его влажность влагомером 4. Изменение влажности материала из выхода влагомера 4 в виде электрического сигнала поступает на вход автоматического регулятора 5, где с помощью задатчика 6 и преобразователя 7 вырабатывается режим работы двигателя привода 8, при этом знак сигнала определяет направление вращения двигателя, а величина сигнала - время работы двигателя, что позволяет изменять положение задвижки 2 относительно конвейера 9 в вертикальной плоскости.

Так, при увеличении влажности материала под действием электрического сигнала из влагомера 4 задвижка 2 с помощью привода 8 поднимается, а при уменьшении влажности - опускается, причем в том и в другом случае на величину, выработанную задатчиком 6 перемещения в зависимости от величины сигнала, в результате соответственно увеличивается или уменьшается высота потока материала перед уплотняющими валками 3. Увеличение высоты потока перед валками 3 приводит к увеличению плотности его поверхностного слоя и интенсивности характеристического излучения при анализе. Уменьшение же высоты потока материала приводит к уменьшению плотности его поверхностного слоя и снижению интенсивности характеристического излучения контролируемого элемента при анализе. Таким образом, происходит компенсация изменения интенсивности характеристического излучения контролируемого элемента, вызванного изменением влажности материала.

Эффективность применения и возможности предложенного способа были проверены экспериментально, при этом проанализировано 19 проб железорудных материалов на содержание окиси кальция. Влажность в пробном материале изменялась в интервале 6,24 - 9,93%.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа железорудных смесей на содержание окиси кальция без учета и с учетом влияния влажности сведены в таблицу.

В таблице выведены следующие обозначения:

W, % - влажность анализируемых материалов;

C<sub>x</sub>, % - содержания окиси кальция в железорудных смесях, определяемые с помощью химического анализа;

C<sub>1р</sub>, % - содержания окиси кальция в железорудных смесях, получаемые с помощью

рентгеновского анализатора без учета влияния влажности [1].

$C_{2p}$ , % - содержания окиси кальция в железорудных смесях, получаемые рентгеноспектральными методами с учетом влияния влажности;

$\Delta C_1 = C_{1p} - C_x$  - расхождения между результатами рентгеноспектрального анализа без учета влияния влажности и данными химического анализа;

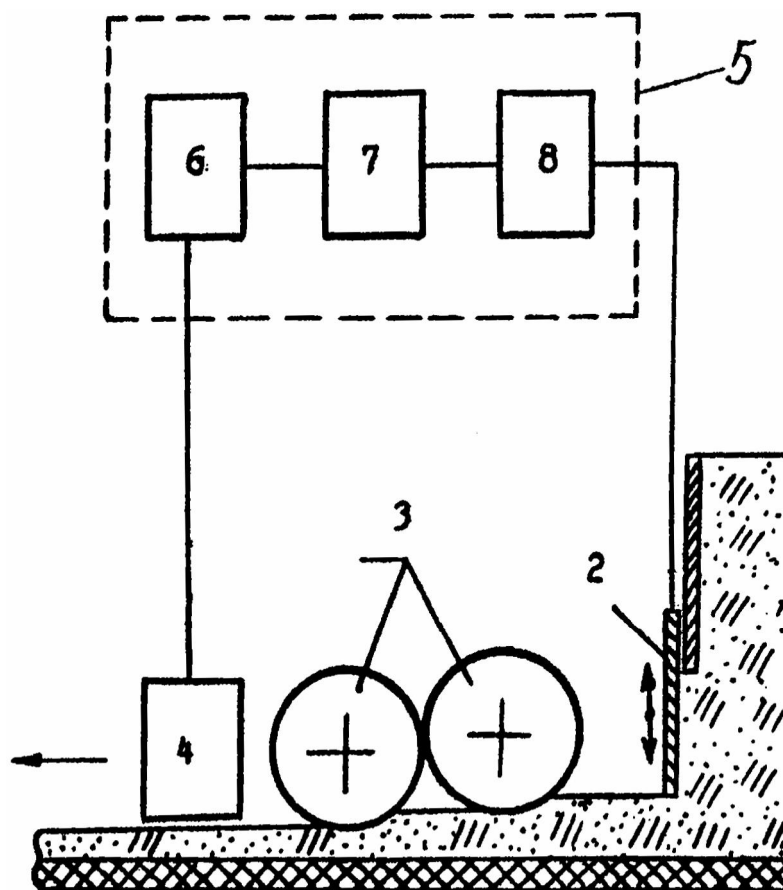
$\Delta C_2 = C_{2p} - C_x$  - расхождения между результатами рентгеноспектрального анализа с учетом влияния влажности и данными химического метода анализа.

Среднеквадратическое отклонение результатов рентгеноспектрального анализа от данных химического анализа составило:

0,36 абс. % - без учета влияния влажности;

0,22 абс. % - с учетом влияния влажности.

Следовательно, применение предлагаемого способа позволяет обеспечить достаточную точность рентгеноспектрального анализа потока материалов с непостоянной влажностью сокращает продолжительность его проведения в промышленных условиях, что позволяет использовать результаты определений для своевременного регулирования технологического процесса и повысить качество конечного продукта, расширить возможности способа контроля потока материалов с непостоянной влажностью.



Фиг.

№ пробы	W, %	$C_x$ , %	$C_{1p}$ , %	$\Delta C_1$ , %	$C_{2p}$ , %	$\Delta C_2$ , %
1	9,93	3,0	2,52	-0,48	2,72	-0,28
2	8,75	1,90	1,65	-0,25	1,78	-0,12
3	7,90	3,60	3,61	0,01	3,53	-0,07
4	6,64	4,80	5,05	2,25	4,82	0,02
5	8,85	5,08	4,83	-0,25	4,99	-0,09
6	8,62	5,32	5,32	0	5,45	0,13
7	9,20	3,82	3,24	-0,58	3,39	-0,43
8	8,53	3,36	3,54	0,18	3,65	0,29
9	6,57	2,60	3,03	0,43	2,88	0,28
10	8,26	2,26	2,24	0,02	2,17	-0,09
11	7,40	2,02	2,27	0,25	2,08	0,06
12	8,70	3,20	2,96	-0,24	3,06	-0,14
13	8,22	4,16	4,05	-0,11	4,18	0,02
14	6,24	3,97	4,49	0,52	4,25	0,28
15	8,62	4,71	4,42	-0,29	4,56	-0,15
16	6,34	5,62	6,03	0,41	5,78	0,16
17	9,37	6,02	5,64	-0,38	5,80	-0,22
18	7,53	4,28	4,86	0,58	4,75	0,47
19	7,80	6,20	6,25	0,05	6,15	-0,05