

Изобретение относится к области рентгено-флуоресцентного анализа и может быть использовано для определения содержания серы в нефтепродуктах, нефти, резинах и т.п.

Известны приборы, обеспечивающие рентгено-флуоресцентный анализ содержания различных химических элементов ("Барс-3". ТУ. ЯБ. 1.211.048 ТО, завод-изготовитель "Красный Октябрь", г.Одесса). Однако известный прибор характеризуется недостаточной точностью измерений.

Известно портативное автономное устройство для экспрессного определения содержания серы в нефтепродуктах, выбранное в качестве прототипа (А.с. СССР №1551074, кл. G01N23/223, 02.12.88), содержащее рентгеновскую трубку, держатель пробы, блок управления и спектрометрические каналы, включающие в себя селективные фильтры, пропорциональные счетчики, усилители импульсных сигналов и электронное вычислительное устройство.

Недостатком известной конструкции является невысокая чувствительность, а следовательно, низкая точность измерения как результат недостаточной селекции импульсов измеряемого вещества.

Применение тонких фильтров приводит к плохой селекции импульсов определяемого вещества, поскольку через них проходит вторичное рентгеновское излучение не только обусловленное наличием измеряемого вещества, но и излучение от вещества, в котором искомое вещество растворено. Толстые же фильтры производят качественную селекцию, однако количественно рентгеновское излучение, прошедшее через них становится настолько малым, что получение высокой точности измерения становится невозможным.

Например, при определении процентного содержания серы в нефти и использовании тонких фильтров разница между количеством импульсов излучаемых нефтью, содержащей один процент серы, и чистой нефтью составляет  $\Delta = 3300 - 3000 = 300$  импульсов. При этом на каждую сотую долю процента приходится по три импульса, что явно не позволит произвести измерение с высокой точностью (учитывая случайный характер рентгеновского излучения).

Использование в этом случае толстых фильтров приводит к повышению контрастности  $\Delta = 330 - 200 = 130$ , но количество полезных импульсов становится настолько малым, что опять же не позволяет достичь высокой точности измерения.

Примененная в прототипе обработка сигналов (регистрация характеристического излучения в каждом канале с последующим усреднением) не является оптимальной и определяется недостатком конструкции прототипа.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования портативного автономного устройства для экспрессного определения содержания серы в нефтепродуктах, в котором путем дополнительного введения сумматора спектрометрических каналов и амплитудных селекторов импульсов обеспечивается повышение чувствительности и точности измерения и за счет этого возрастает качество проводимого анализа.

Поставленная задача решается тем, что в портативное автономное устройство для

экспрессного определения содержания серы (и хлора) в веществе, содержащее рентгеновскую трубку, держатель пробы, блок управления и спектрометрические каналы, включающие в себя селективные фильтры, последовательно соединенные пропорциональные счетчики, усилители импульсных сигналов, а также электронное вычислительное устройство, согласно изобретению дополнительно введены сумматор спектрометрических каналов и амплитудные селекторы импульсов.

Согласно изобретению амплитудный селектор импульсов содержит два компаратора с плавающим порогом и логическую схему, собранную на двух триггерах, при этом выход компаратора нижнего уровня соединен со входами **С** обоих триггеров, а выход компаратора верхнего уровня соединен с **В** входами триггера  $T_2$ , выход которого соединен с входом **Д** триггера  $T_1$ , инверсный выход которого соединен с его же **В** входом через цепочку обратной связи.

Предлагаемое устройство (фиг.1) включает в себя: рентгеновскую трубку 1; держатель пробы 2; блок управления 3; спектрометрические каналы, включающие в себя селективные фильтры 4, пропорциональные счетчики 5, усилители импульсных сигналов 6, амплитудные селекторы импульсов 7 и сумматор импульсных сигналов 8, и электронное вычислительное устройство (контроллер) 9.

Устройство работает следующим образом.

Рентгеновская трубка 1 создает поток рентгеновских частиц, параметры которого задаются блоком управления 3. Эти частицы, попадая на вещество находящееся в держателе пробы 2, возбуждают вторичное рентгеновское излучение в широком энергетическом спектре. Причем, каждый элемент вещества излучает свое характеристическое излучение, которое характеризуется определенной частотой и энергией (фиг.2,а). Селективный фильтр 4 выделяет основное излучение нужной частоты (в частности флуоресценцию серы), а пропорциональный счетчик 5 превращает излучение, прошедшее через фильтр, в электрические импульсы, амплитуда которых пропорциональна энергии излучаемой тем или иным веществом (фиг.2,а - 1, 2, 3, 4). После усиления усилителем 6 импульсы поступают на амплитудный селектор 7, где происходит выделение импульсов интересующей нас энергии. После двойной селекции (по частоте и амплитуде) производится пространственная селекция полезного сигнала путем суммирования выделенных импульсов (сумматором 8), поступающих со всех каналов. Результат суммирования обрабатывается электронно-вычислительным устройством 9.

Суть амплитудной селекции заключается в том, что из всех импульсов, проходящих через фильтр, выделяются импульсы нужной амплитуды. При этом, как видно из фиг.2, в самом общем случае требуется выделение импульсов, амплитуда которых больше минимальной и меньше максимальной. При этом использование обычных ограничителей не представляется возможным, т.к. они приводят к выравниванию амплитуд всех импульсов.

Амплитудный селектор содержит два

компаратора с плавающим порогом  $K_1$  и  $K_2$  (фиг.3) и логическую схему, собранную на триггерах  $T_1$  и  $T_2$ . При этом выход компаратора нижнего уровня  $K_1$  соединен с входами  $C$  обоих триггеров, а выход компаратора верхнего уровня  $K_2$  соединен с входом  $R$  триггера  $T_2$ , выход которого соединен с входом триггера  $T_1$ , инверсный выход которого соединен с его же входом  $R$  через цепочку обратной связи. Компаратор  $K_1$  пропускает на выход импульсы, амплитуда которых выше уровня  $U_1$  (фиг.2,а - 2, 3, 4), а компаратор  $K_2$  - выше уровня  $U_2$  (фиг.2,а - 4). При этом на выходе первого компаратора окажутся импульсы, соответствующие импульсам средней и большой амплитуды (фиг.2,с).

Триггер  $T_2$  в исходном состоянии формирует разрешающий уровень - логическую 1 - и подает ее на вход  $D$  триггера  $T_1$  (фиг.2,д). При этом импульсы с амплитудой выше нижнего уровня, поступая на вход триггера  $T_1$ , создают на его выходе единичные импульсы (фиг.2,е), поскольку этот триггер работает в режиме самосброса через время, определяемое цепочкой обратной связи с инверсного выхода на вход  $R$ .

При приходе на вход схемы импульса с амплитудой выше верхнего уровня, импульсы логического нуля появляются на входах обоих триггеров. Поскольку на входы  $C$  и  $R$  триггера  $T_2$  приходят импульсы с обоих компараторов, на его выходе формируется импульс логического нуля (фиг.2,е), который является запрещающим для срабатывания триггера  $T_1$  и на выходе триггера  $T_1$  не появится сигнал, соответствующий импульсу большой амплитуды.

Применение, в отличие от прототипа, кроме частотной еще и амплитудной селекции позволяет в 3 - 5 раз повысить точность измерения путем выделения нужных сигналов из общей суммы сигналов, увеличивая тем самым достоверность информации.

Сущность пространственной селекции становится понятной, если учесть, что одна рентгеновская частица способна вызвать выход также одной частицы. При этом выбитая частица движется в пространстве по законам движения в электромагнитном поле, и собрать все частицы можно только установив счетчики по полусфере над облучаемой пробой и просуммировав показания всех  $N$  каналов.

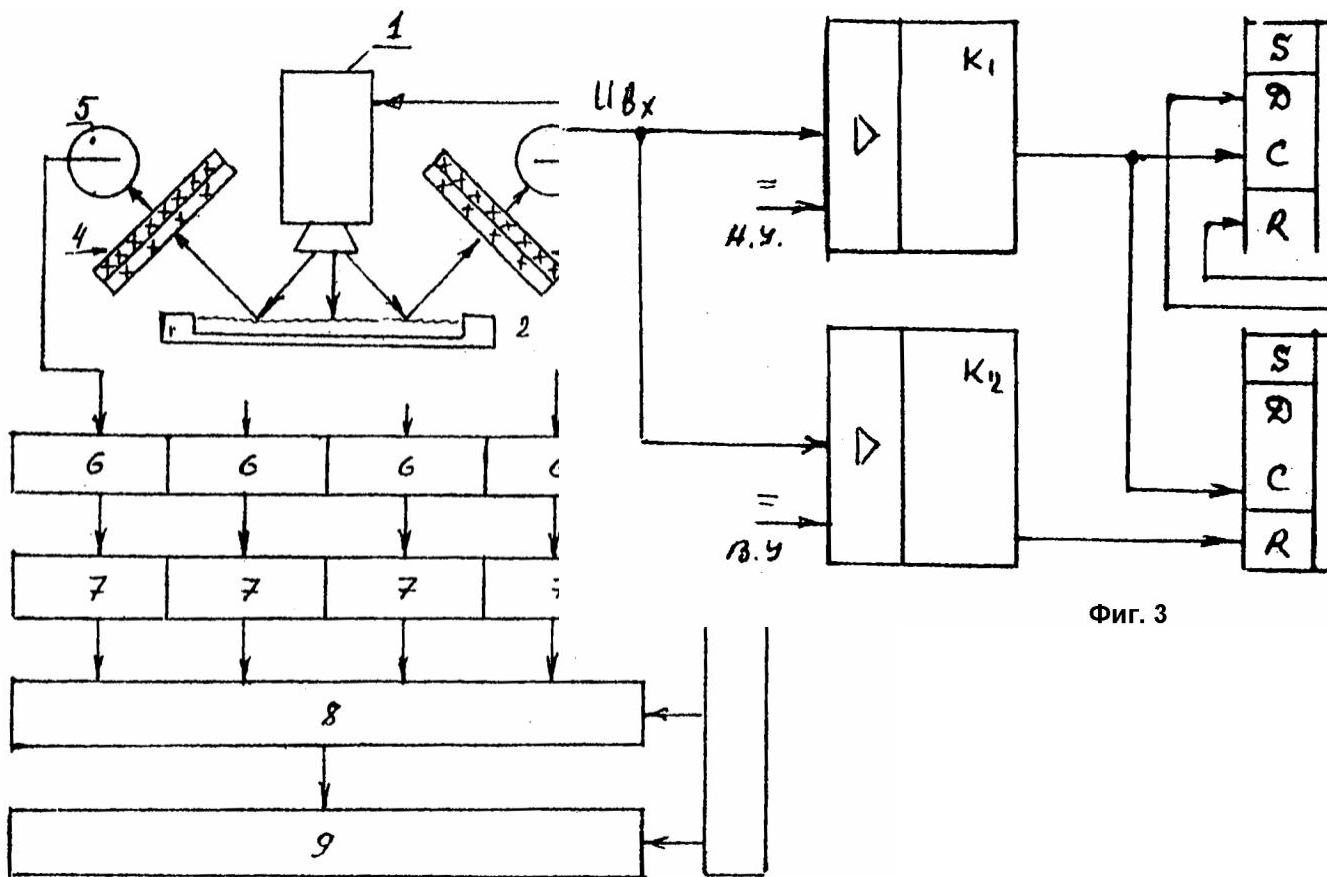
Будем считать, что вероятность попадания вторичного излучения во все счетчики одинакова. Тогда в случае, например, облучения нефти, содержащей 1% серы, на один счетчик приходится 500 импульсов, а при облучении не содержащей серы нефти - 200 импульсов. Разница составит 300 импульсов, т.е. по 3 импульса на каждую сотую долю процента. Если же произвести пространственную селекцию, т.е. просуммировать импульсы приходящем, например, от 4 - х счетчиков, то разность соответственно составит 1200 импульсов и на каждую сотую долю процента придется уже 12 импульсов, что позволяет

значительно повысить точность измерения.

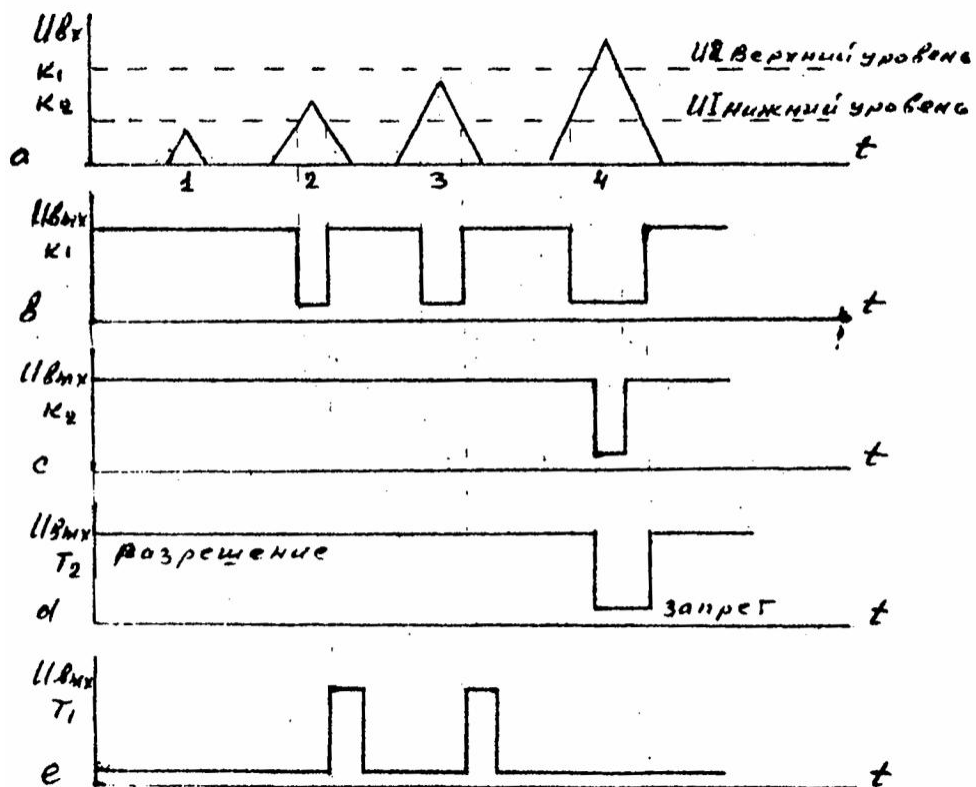
Более того вероятность, что вторично возбужденные частицы равномерно рассеиваются на всю полусферу над пробой, весьма низка и тем выше, чем с большей площадью будет пройден сбор импульсов.

На фиг.1 изображен вариант, когда амплитудная селекция осуществляется до пространственной, однако устройства для их осуществления можно поменять местами.

Применение пространственной селекции в экспериментальном образце позволило на порядок увеличить чувствительность и точность измерения содержания, например, серы в нефтепродуктах. Использование заявляемого изобретения позволит существенно повысить точность измерения и чувствительность рентгено-флуоресцентного метода в целом.



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 3