Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIV, вып. 2, 1974 г.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СЧЕТНО-РЕШАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЙ U и Th ПО ДАННЫМ ГАММА-СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

В. В. Квятковский, А. Я. Синицын

Развитие гамма-спектральных методов опробования комплексных урано-ториевых руд на месте залегания и связанное с этим увеличение объема получаемой информации требует разработки ускоренных методов интерпретации результатов измерений. Предлагаемое счетно-решающее устройство позволяет повысить примерно в два раза производительность обработки гамма-спектральных измерений по сравнению с обычным номографическим методом [4], характеризуется универсальностью, высокой надежностью и большим сроком службы. Подобное устройство успешно применяется для определений содержаний урана, тория и калия по аэрогамма-спектрометрическим данным [3], однако в силу специфичности конструкции оно не может использоваться при обработке результатов каротажа и опробования урано-ториевых руд.

Как известно [5], расчет содержаний урана q_U и тория q_{Th} по результатам гамма-спектральных измерений на объектах урано-ториевых руд сводится к решению уравнений

$$q_U = (A_1N_1 - B_1N_2)\,0{,}01\,\%, \qquad (1)$$

$$q_{Th} = (A_2N_2 - B_2N_1)\,0{,}01\,\%, \qquad (2)$$

где N_1 и N_2 — скорости счета соответственно в первом и втором энергетических окнах гамма-спектрометра; $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$ — пересчетные коэффициенты.

Задача счетно-решающего устройства сводится к выполнению следующих алгебраических операций: умножению двух величин на постоянные коэффициенты и вычитанию полученных значений в соответствии с программой, определяемой уравнениями (1) и (2). Наиболее просто и надежно подобные алгебраические операции осуществляются с помощью многокаскадных потенциометрических электронных схем [2]. На схеме рис. 1 напряжение, развивающееся на сопротивлении нагрузки $R_н$

$$U_{вых} = U_{вх\,1} f(x) + U_{вх\,2}\varphi(y), \qquad (3)$$

где $U_{вх\,1}$ и $U_{вх\,2}$ — напряжения на обоих входах потенциометрической схемы; x и y — величины, характеризующие положение движков потен-

циометров $R_{п1}$ и $R_{п2}$; $f(x)$ и $\varphi(y)$— функции, характер которых определяется типом используемых потенциометров.

Выражение (3) оказывается справедливым с точностью, не менее 0,1%, когда

$$R_н \geqslant 10(R_{п\,1}+R_{п\,2}). \qquad (4)$$

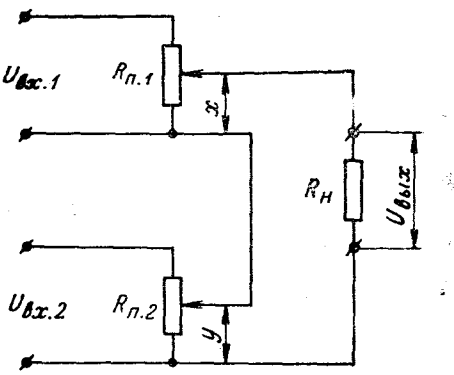


Рис. 1. Потенциометрическая схема, обеспечивающая автоматическое решение уравнений (1) и (2)

Если входные напряжения имеют противоположную полярность, то вместо операции сложения схема разрешает операцию вычитания. При соответствующей настройке схемы значения функций $f(x)$ и $\varphi(y)$ приобретают характер электрических аналогов коэффициентов A_1 и B_1 либо A_2 и B_2. В этом случае, если значения $U_{вх\,1}$ и $U_{вх\,2}$ в определенном масштабе отвечают скоростям счета N_1 и N_2, величина $U_{вых}$ оказывается электрическим аналогом содержания урана или тория в зависимости от того, каким коэффициентам соответствуют значения $f(x)$ и $\varphi(y)$.

Счетно-решающее устройство (рис. 2) имеет два режима работы, выбираемые тумблером $Вк_1$: измерений и настройки. Режим измерений позволяет, пользуясь стрелочным микроамперметром $ИП_1$, поочередно ввести значения N_1 и N_2 в схему прибора, предварительно настроенного на решение заданных рабочих уравнений типа (1) и (2), и по этим данным определить с помощью того же микроамперметра содержание урана и тория путем электрического решения запрограммированных уравнений. Значения N_1 и N_2 вводятся в соответствующий потенциометрический канал в аналоговой форме в виде напряжений, снимаемых с регулирующих потенциометров R_1 и R_2. Для измерения напряжений $ИП_1$ подключается к потенциометрам через контакты переключателя $П_1$, уста-

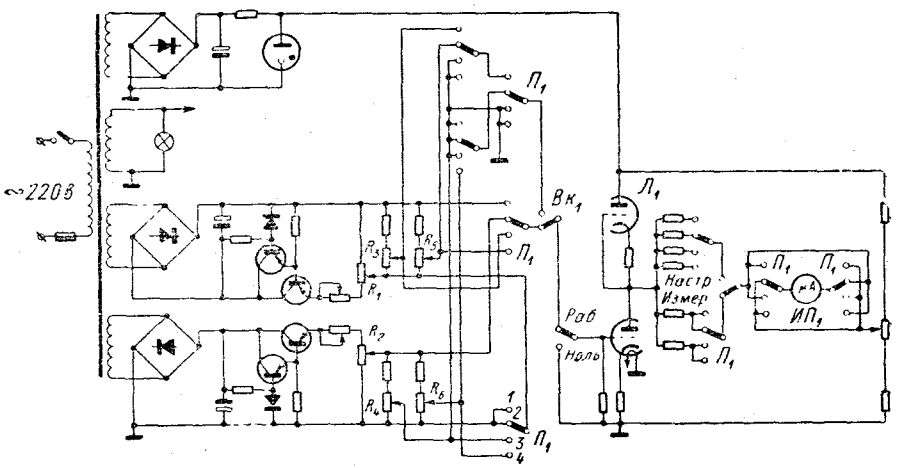


Рис. 2. Электрическая схема счетно-решающего устройства

новленного в положения *1* и *2*, и операционный усилитель, собранный на лампе $Л_1$ по мостовой схеме последовательного баланса [1]. Операционный усилитель, являясь своеобразным трансформатором сопротивления, обеспечивает строгое выполнение условия (4) при любых режимах работы счетно-решающего устройства.

Так как в уравнения (1) и (2) значения N_1 и N_2 входят с противоположным знаком, напряжения, подаваемые на R_1 и R_2, имеют различную полярность. В зависимости от того, на каком из потенциометров измеряется напряжение, с помощью $П_1$ изменяется полярность подключения $ИП_1$ к операционному усилителю.

К регулирующим подсоединены дополнительные потенциометры R_3, R_4 и R_5, R_6, с помощью которых в процессе настройки схемы устанавливается заданная величина постоянных множителей, соответственно, A_1, B_1 и B_2, A_2. При включении $П_1$ в положение *3* на вход операционного усилителя одновременно подаются напряжения с потенциометров R_3 и R_4. Полярность подключения микроамперметра $ИП_1$ устанавливается такой, что операции, выполняемые счетно-решающей схемой, соответствуют программе, заданной уравнением (1), и показания микроамперметра в некотором масштабе отвечают содержанию урана в исследуемом рудном теле. В положении *4* переключатель $П_1$ позволяет подать на вход операционного усилителя алгебраическую сумму напряжений с R_5 и R_6 и изменить полярность подключения $ИП_1$, что обеспечивает измерение содержания тория.

Режим настройки счетно-решающего устройства предназначен для установки необходимых значений множителей $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$ путем соответствующей регулировки потенциометров R_3—R_6. Установку множителей выполняют на основе сопоставления показаний микроамперметра $ИП_1$ в режимах измерений и настройки. В режиме измерений в схему прибора вводят значения N_1 и N_2, отвечающие 100 делениям шкал $ИП_1$. Затем тумблером $Вк_1$ прибор включают в режим настройки и с помощью R_3—R_6 поочередно выводят стрелку микроамперметра в положения, соответствующие значениям коэффициентов $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$. Предложенный способ позволяет оперативно установить необходимые множители, чем достигается универсальность прибора и возможность его использования для расчета содержаний радиоактивных элементов по результатам измерений с различными гамма-спектрометрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бонч-Бруевич А. М. Электроника в экспериментальной физике. Наука, 1966.
2. Доброгурский С. О. и др. Счетно-решающие устройства. Машиностроение, 1966.
3. Зеленецкий Д. С. Электрическое счетное устройство для обработки аэрогамма-спектрометрических измерений. Вопросы рудной геофизики, 1966, вып. 7.
4. Матвеев А. В. Номограммы для расчета концентрации радиоактивных элементов в горных породах. Вопросы рудной геофизики, 1965, вып. 5.
5. Новиков Г. Ф., Капков Ю. Н. Радиоактивные методы разведки. Недра, 1965.