



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 602045

(61) Дополнительное к авт. свид-ву

(22) Заявлено 14.02.77 (21) 2452009/18-25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.09.81. Бюллетень № 33

Дата опубликования описания 07.09.81

(51) М. Кл.³

H 01 J 39/32
G 01 N 23/02

(53) УДК 621.387.
.426 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

В.В. Волегов, В.И. Колесов, А.С. Паньков, О.П. Тесленко
и С.В. Цуканов

(71) Заявитель

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
ПОГЛОЩАЮЩЕГО НЕЙТРОНЫ ВЕЩЕСТВА

1

Изобретение относится к области приборостроения и может быть использовано для определения концентрации поглощающего нейтроны вещества, в частности для оперативного контроля концентрации бора в теплоносителе реакторов атомных электростанций и других технологических системах.

Известны устройства, в которых используются нейтронно-абсорбционные методы анализа для определения концентрации элементов с большим сечением поглощения тепловых нейтронов [1].

Эти устройства содержат изотопный (постоянный) источник нейтронов, детекторы проходящих или отраженных нейтронов, фоновые детекторы, блоки регистрации сигналов детекторов за заданный интервал времени, измерительные камеры или ячейки, обеспечивающие оптимальные условия для измерения.

Устройства для измерения концентрации бора регистрируют отраженные или проходящие через слой анализируемой жидкости нейтроны за заданный интервал времени. При этом необходимы калиброванные трубопроводы или специальные измерительные камеры, так как на точность измерения влияют

2

неоднородность и геометрия технологической конструкции и при использовании постоянного источника нельзя различить нейтроны, поглощенные стенками технологической конструкции, и нейтроны, поглощенные раствором вещества. Необходимость подготовки раствора и технологической конструкции для измерений или пробоотборов приводит к получению запоздавшей информации исследуемого вещества в требуемом технологией месте измерения. Реально на АЭС учитывают при измерениях интенсивный нейтронный фон (до 10^6 н/см²·с). Для достижения требуемой точности замера нужно улучшать соотношение сигнал/фон, а следовательно, использовать дорогостоящие и радиационно-опасные источники нейтронов повышенной мощности или конструировать отражатели-оболочки из нержавеющей стали, заполненные водой. При использовании постоянных источников нейтронов требуются аналоговые вычислительные устройства - разностные измерители временных интервалов с линеаризацией характеристик.

Ближайшим к предложенному является устройство для определения концентрации бора, содержащее постоян-

30

ный изотопный источник нейтронов, схему регистрации с арифметическим блоком и по крайней мере два детектора нейтронов в измерительной камере.

Один из детекторов входит в состав контрольного или резервного канала, другой (измеритель фона источника) помещен в пространство, заполненное чистой водой под давлением, равным давлению исследуемого раствора [2].

Недостатком устройства является расположение детекторов отраженных нейтронов в пространстве, подготовленном для измерения раствора в измерительной камере с жесткой геометрией, что требует проведения замера за заданный интервал времени, а для улучшения соотношения сигнал/фон - применения более мощных источников, усложняющих конструкцию и эксплуатацию устройства. Необходимость пробоотборов и подготовки раствора для измерения также затрудняет эксплуатацию. Поэтому устройство не нашло широкого применения в промышленности.

Цель изобретения - повышение точности и экспрессности контроля концентрации поглощающего нейтроны вещества в технологических системах с высокими давлениями и температурами без систем приготовления раствора для измерений и исключения влияния геометрии и неоднородности стенок технологической конструкции на точность замера.

Поставленная цель достигается путем введения в устройство термализатора нейтронов с помещенным в него монитором, щелевой ловушки, в которой расположен детектор нейтронов, и блока временного стробирования. Кроме того, в качестве источника нейтронов использован источник, синхронизированный с блоком временного стробирования и арифметическим блоком, причем импульсный источник нейтронов и заключенный в щелевую ловушку детектор нейтронов расположены на поверхности конструкции с исследуемым веществом.

При использовании импульсного источника нейтронов нет необходимости вести измерение во всем интервале времени, достаточно зарегистрировать импульсный ответ исследуемого вещества в непосредственной близости от момента возмущения. Это улучшает соотношение сигнал/фон при той же мощности источника не менее чем на три порядка и позволяет полностью исключить влияние фона. При использовании импульсного источника нейтронов реакция системы представляет собой суперпозицию экспоненциальных процессов с характерными константами спада, обусловленных различным поглощением нейтронов в разных средах, что дает возможность разделить эффекты и нейтрализует влияние неод-

нородностей и геометрии стенок технологической конструкции на точность замера.

На чертеже схематично показано предложенное устройство для определения концентрации поглощающего нейтроны вещества.

Устройство содержит расположенный на поверхности технологической конструкции 1 с поглощающим нейтроны веществом импульсный источник 2 нейтронов (генератор) и в непосредственной близости от него - детектор 3 нейтронов утечки, заключенный в щелевую ловушку 4, щель которой ориентирована к исследуемой конструкции. Монитор 5 с термализатором 6 нейтронов расположен в зоне прямой бомбардировки нейтронами импульсного источника 2. Импульсный источник синхронизован с блоком 7 временного стробирования и арифметическим блоком 8.

Устройство работает следующим образом.

С помощью импульсного источника 2 нейтронов в технологическую конструкцию 1 с боросодержащим раствором вводят "пачку" быстрых нейтронов. Термализатор 6 нейтронов исключает воздействие на монитор 5 нейтронов утечки, и нейтронов, рассеянных от окружающих конструкций. Монитор регистрирует только прямые нейтроны импульсного источника 2. Детектор 3 регистрирует нейтроны, которые утекают из контролируемого вещества и проходят через шесть ловушек 4. Щелевая ловушка исключает воздействие на детектор 3 рассеянных от окружающих конструкций нейтронов и прямых нейтронов импульсного источника 2. Блок 7 временного стробирования управляет работой детектора 3 так, что он регистрирует нейтроны утечки только при наличии в исследуемом веществе нейтронов импульсного источника 2. Арифметический блок 8 накапливает информацию, вычитает фон, производит дискретную обработку и вычисляет концентрацию по зависимости

50

$$\gamma = AM / D \cdot C,$$

где M - мощность источника 2, регистрируемая монитором 5;

55

D - число нейтронов утечки, которые регистрирует детектор 3 за время измерения;

A и C - коэффициенты, которые определяют экспериментальным путем для данного расположения элементов, устройства и вводят в арифметический блок.

60

Устройство позволяет производить оперативный контроль содержания бора в первом контуре реакторов атомных электростанций и других технологи-

65

ческих системах, улучшить режим работы реактора, обеспечить его безопасность и снизить себестоимость производства электроэнергии, повысить маневренность АЭС.

Формула изобретения

Устройство для определения концентрации поглощающего нейтроны вещества, содержащее источник и детектор нейтронов, схему регистрации с арифметическим блоком, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и экспрессности измерений,

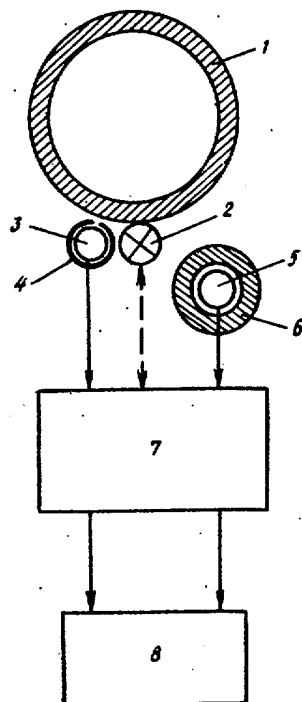
оно дополнительно содержит термализатор нейтронов и помещенный в него монитор, щелевую ловушку, в которой расположен детектор нейтронов, блок временного стробирования, а в качестве источника нейтронов использован импульсный источник, синхронизированный с блоком временного стробирования и арифметическим блоком.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Фадеев Ю.Г., Сычев Ф.А. Ядерно-физические методы анализа вещества. М., Атомиздат, 1971, с.304.

2. Патент ГДР № 54744, кл. 21 g 21/31, выдан 05.02.70.



Редактор Е.Дайч Техред М. Коштура Корректор Ю.Макаренко

Заказ 6681/59 Тираж 784

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4