

# РАЗРАБОТКА РАДИОИЗОТОПНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Смирнов А.А.<sup>1</sup>, Волошин С.В.<sup>1</sup>, Нестеров В.П.<sup>1</sup>, Садиков И.И.<sup>2</sup>, Ашрапов У.Т.<sup>2</sup>,  
Маликов Ш.Р.<sup>2</sup>, Юлдашев М.Б.<sup>2</sup>

1- АО «ИФТП» г. Дубна, Россия, e-mail: iftp@dubna.ru

2-ИЯФ АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, e-mail: info@inr.uz

## Введение

Радиоизотопные приборы (РИП) используются для контроля технологических процессов в горнодобывающей, химической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности. РИП предназначены для измерения влажности, плотности, уровня, кислотности и содержания элементов в различных продуктах (эмульсия пудры, нефтяной кокс и пена, аглошихта, сыпучие порошки, руда, химические растворы и др.).

### РИП производства АО «ИФТП»

В АО «ИФТП» разработан нейтронный влагоплотномер ВПН-016, который эксплуатируется в ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», ПАО «Михайловский ГОК», КГМГ «Криворожсталь», ОАО «Донецкий металлургический завод».

ВПН-016 служит для непрерывного дистанционного контроля уровня, состояния и состава водородосодержащих материалов. ВПН-016 используется также для контроля концентрации кислот в трубопроводах, емкостях и автоматизированного контроля влажности сыпучих материалов (руды) с учетом вариации их плотности в весовых воронках и бункерах. В РИП используются источник ИИИ быстрых нейтронов типа ИБН-6 Pu/Be или ИБН-22 Am-241/Be с потоком нейтронов  $5 \cdot 10^5$  н/с.

ВПН-016 бункерный используется для контроля влажности аглошихты, коксовой мелочи и кокса на доменном производстве, влажности концентрата на горно-обогатительных комбинатах (рис. 1, а). ВМН бункерный одноканальный используется для контроля влажности концентрата без учета изменения плотности вещества (рис. 1, б). ВНН накладной используется для контроля влажности (с учетом плотности вещества) бетона, фундаментов, строительных насыпей и грунтов (рис. 1, в). ВПН-016 состоит из двух основных блоков: датчика с источником и гелиевым счётчиком (тип СИ-19Н), платы первичного преобразования сигнала и держателя нейтронного источника;

устройства накопления и обработки информации (УНО) размещаться на расстоянии до 200 м от датчика.

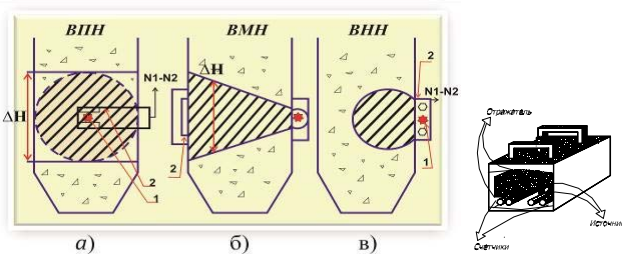


Рис. 1. Различные варианты использования нейтронных влагоплотномеров ВПН (а), ВМН (б), ВНН (в) (1 - ИБН-6; 2 - детекторы нейтронов; N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> - регистрируемое число нейтронов в 1-ом и 2-ом каналах) и конструкция датчика мануального влагоплотнера ВНН с 4 счетчиками СИ-19Н.

## Технические характеристики ВПН-016

Влагоплотномеры ВПН-016 эксплуатируются для определения влажности различных сред и используются для контроля качества железного концентрата доменного кокса. Для других материалов (концентраты железа и цветных металлов, песок, руды и т.д.) возможна переградуировка с помощью комплекта эквивалентных мер влажности. РИП состоит из двух основных блоков: датчика, в котором расположены гелиевые счётчики (типа СИ-19Н), плата первичного преобразования сигнала, держатель нейтронного источника, и устройства накопления и обработки информации (УНО). УНО может размещаться на расстоянии от датчика до 200 м. Вид датчика ВПН-016 представлен на рис. 2.

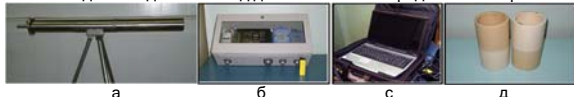


Рис. 2. ВПН-016: а) датчик с источником, б) УНО, с) промышленный компьютер; д) комплект эквивалентных мер влажности

Гелиевый счётчик СИ -19 Н предназначен для регистрации медленных нейтронов. Номинальный рабочий диапазон напряжений 2000 - 2800 В. Устройство обработки сигнала смонтировано внутри корпуса датчика, в нем установлены две платы обработки сигнала, высоковольтный преобразователь и блок питания. На фланце датчика установлен разъем для питания и передачи сигналов в УНО.

Таблица 1.

Основные технические характеристики ВПН	
Параметр	Величина параметра
Диапазон измерения влажности	0,1 ± 12,5%
Абсолютная погрешность для: кокса:	± 0,5%
для аглошихты и железорудного концентрата	± 0,2%
Диапазон изменения насыпной плотности	0,3 ± 3,0 г/см <sup>3</sup>
Время одного измерения, не более	100 с
Расстояние между УНО и датчиком, не более	200 м
Потребляемая мощность, не более	90 ВА
Габариты датчика	∅=120 мм, L=1100 мм
Габариты УНО	150×250×300 мм
Масса датчика, не более	12 кг
Масса УНО, не более	5 кг
Средняя наработка на отказ, не менее	16000 ч

## Конструкция РИП

РИП содержит блок источника ионизирующего излучения (ИИИ), блок детектора, блок регистрации и обработки информации. В качестве источника ИИИ используются: гамма-излучающие ИИИ Cs-137, Co-60 (радиоизотопные плотномеры, уровнемеры) или источники быстрых нейтронов ИБН-6 Pu/Be, ИБН-22 Am-241/Be (влагоплотномеры, анализаторы содержания технологических продуктов).

### РИП производства ИЯФ АН РУз

В КБ с ОЗ при ИЯФ АН РУз разработан сигнализатор-индикатор уровня нефтяного кокса (СИУР), который эксплуатируется в Ферганском и Бухарском нефтеперерабатывающих заводах для технологического контроля уровня нефтяного кокса и пены в коксовых камерах (ФНПЗ) и сигнализации уровня жидкой серы в цистернах (БНПЗ).

В комплект СИУР входят: блок гамма-источника БГИ-75 (БГИ-45, Э-1М) с ИИИ ГСs7.021.4 Cs-137 активностью до  $6,1 \cdot 10^{10}$  Бк (1,65 Ку); блок детектирования в кожухе; блок электронной щитовой; коаксиальный кабель РК-75-7-27 длиной до 200м; имитатор кокса и пены.



Рис 3. СИУР: блок гамма-источника БГИ-45, блок электронной щитовой, блок детектирования в кожухе, имитаторы пены и кокса.

Детектор ДЦЯ 2.809.046 состоит из сцинтилляторного геофизического вибротермопрочного БДЭГ-4-43-02А с ФЭУ-139, делителя напряжения, импульсного усилителя, выпрямителя и генератора. Блок детектирования выполнен во взрывозащищенном исполнении и имеет маркировку взрывозащиты Exd IICT5.

### Принцип работы СИУР

Гамма-излучение ИИИ Cs-137 проходит через технологический объект контроля (кокс пенистый продукт, жидкая сера) и попадает на сцинтилляционный детектор (ДЦЯ 2.809.046), где происходит преобразование гамма-квантов в последовательность выходных электрических сигналов. Сигнал по коаксиальному кабелю поступает в блок электронной щитовой, где происходит набор электрических импульсов за определенный промежуток времени. Количество электрических импульсов дает информацию о содержимом объекта контроля, что отображается на светодиодной панели электронной щитовой и выводится в виде аналогового токового сигнала на разъемы: 0-5 мА для подключения к самописцу, 4-20 мА для подключения к компьютеру, в виде дискретного сигнала и на разъем с обозначением «выход-реле».

Таблица 2.

Наименование характеристики	Значение
Блок детектирования для контролируемых уровней, штуки	3
Абсолютная величина отклонения уровня срабатывания от установленного при контроле уровня раздела фаз «кокс – воздух», м	0,1
Время установления рабочего режима, мин	30
Время измерения (периодичность выдачи результата измерения), сек	120
Время непрерывной работы, час	24
Параметры коммутируемой нагрузки переменного тока: напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	35
Электрический ток, А	6
Выходные сигналы СИУР: - тип сигнала	световой,
- односторонняя передача информации в компьютер	звуковой
на расстоянии, м	200

## Схемы размещения РИП

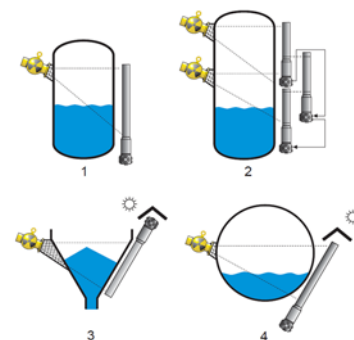


Рис. 4. Схемы размещения радиоизотопных уровнемеров.