

ПОТОКОВЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ НЕЙТРОННО-РАДИАЦИОННОГО МЕТОДА – ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ



Группа
компаний
«РАТЭК»



ОАО «НТЦ «РАТЭК»

ООО «Ратэк инжиниринг»

ООО «РатэкЛаб»

*Бескрестнов А.Ю.,
Вишневкин А.Б.,
Гольцев М.А.,*

*Жуков М.Н.,
Колобов Ю.К.,
Лайкин А.И.



г. Санкт-Петербург, Россия





Потоковые анализаторы элементного анализа состава вещества

Принцип работы – нейтронно-радиационный анализ.

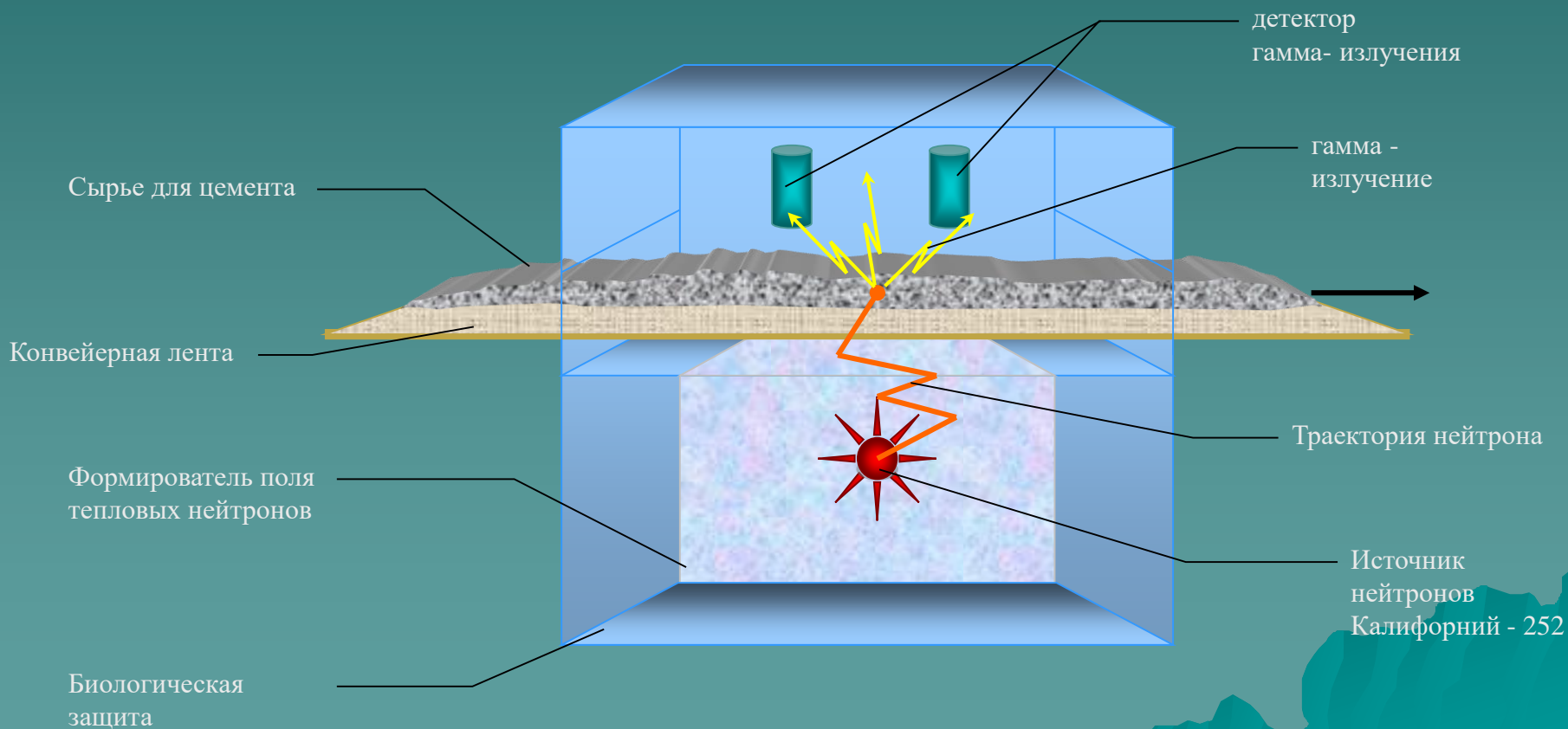
В иностранной литературе – PGNAА (prompt gamma neutron activation analysis) или TNA (thermal neutron analysis)

Исследуемое вещество облучается тепловыми нейтронами. При взаимодействии атомных ядер вещества с тепловыми нейтронами образуется мгновенное гамма-излучение, характерное для каждого вида ядер. Регистрация и анализ этого излучения позволяет определять элементный состав вещества и относительное содержание каждого элемента.

Достоинства:

- Измерение концентрации элементов во всем объеме вещества вне зависимости от химического и физического состояния, а также фракционности материала;
- Отсутствие пробоподготовки;
- Небольшое время измерения (1 – 3 минуты).

Принцип работы потокового анализатора цемента





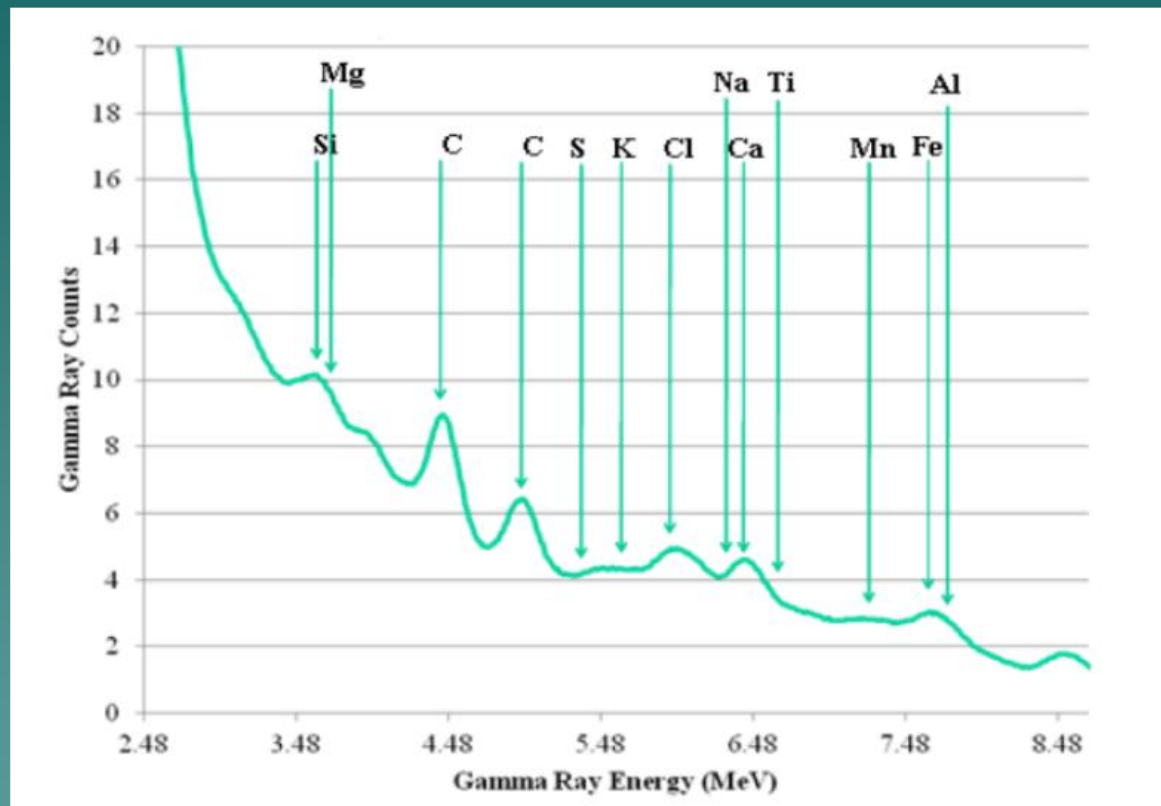
Параметры источника нейтронов:

^{252}Cf – поток нейтронов 10^8 с^{-1} , масса 43 мкг, активность 430 МБк, период полураспада 2.65 года.

Нейтронный генератор – поток нейтронов 10^8 с^{-1} , тип реакции d-t, активность трития – 120 ГБк (3.3 Ки), ресурс 4000 – 8000 часов.

Также встречаются источники - $^{241}\text{Am/Be}$, период полураспада 433 года

Пример получаемого энергетического гамма-спектра для проведения элементного анализа контролируемого вещества.



В качестве источников нейтронов обычно используется радиоизотопный источник калифорний-252 или нейтронный генератор.

Источник калифорний-252 используется при необходимости непрерывных измерений, а генераторы в случае периодического контроля



Области применения и решаемые задачи

Производство цемента – стало стандартом при строительстве новых заводов.

- Увеличения срока службы карьеров;
- Сокращение потребления топлива;
- Увеличения срока службы огнеупорных материалов;
- Экономия добавок;
- Повышение качества цемента.

Угольная отрасль

- Определение зольности;
- Определение содержания серы.

Горнорудная промышленность (железо, медь, никель)

- Сортировка руды, концентратов, агломератов по содержанию основных элементов.
- Определение содержания серы и других вредных элементов.

Золошлаковые отходы

- Сортировка по концентрации Ca, Si, Al, Fe, S



Ожидаемая точность измерений массовой доли основных оксидов и элементов для условий одного из цементных заводов

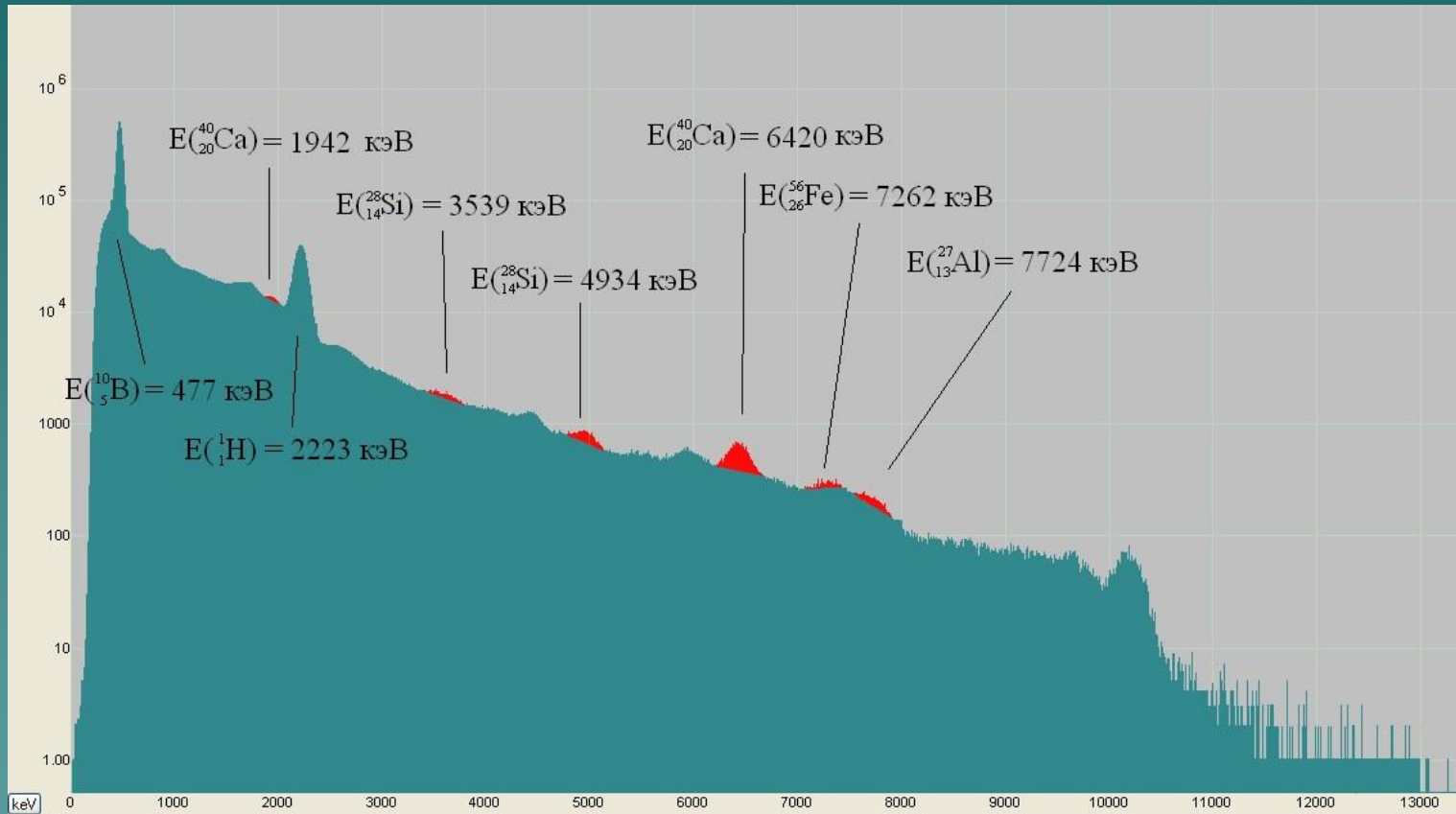
Элемент/ оксид	Аналитический диапазон (% элемента/ оксида)	Номинальная концентрация (% элемента/ оксида)	Абсолютная погрешность (± % элемента/ оксида)
Fe_2O_3	2,6-3,2	3	0,3
SiO_2	12,5-14	13	0,3
Al_2O_3	1,8-2,8	2,5	0,2
CaO	43-45	44	0,4
MgO	1-2,5	1,5	0,2
Na_2O	0,15-0,3	0,24	0,08
K_2O	0,15-0,3	0,24	0,08



Необходимо понимать, что любой потоковый анализатор не является средством измерения в метрологическом понимании этого слова. Его точность зависит от объема материала, прошедшего по конвейеру за время измерений, но его результаты не имеют неопределенностей пробоотбора и пробоподготовки.

Точность измерений для ряда элементов может быть ниже, чем при использовании РФА анализа, но их результаты не имеют неопределенностей, связанных с пробоотбором и подготовкой проб.

Спектр захватного гамма-излучения цементной смеси



Пример энергетического спектра гамма-излучения при реакции захвата тепловых нейтронов цементом
Экспериментальный макет



**Фото установки АСЦС-1000 группы компаний "Ратэк"
на цементном заводе "Петербургцемент"**

Основные производители потоковых анализаторов

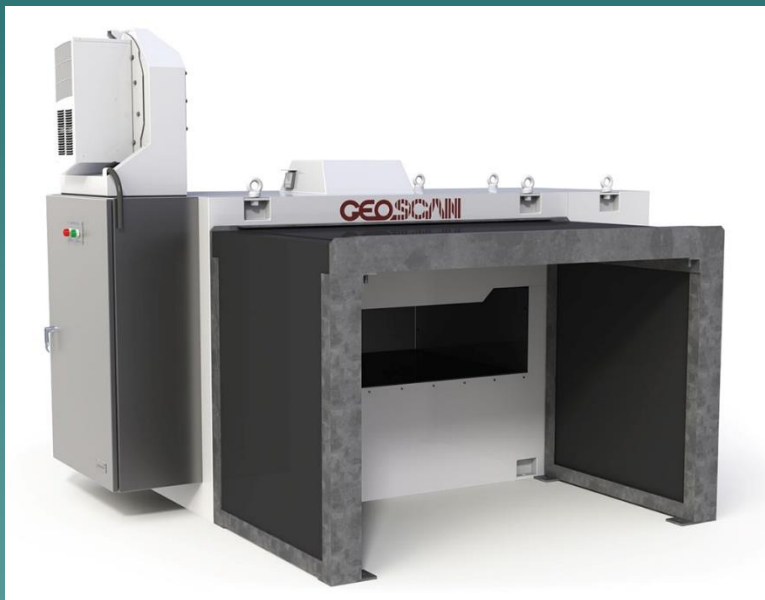


SABIA

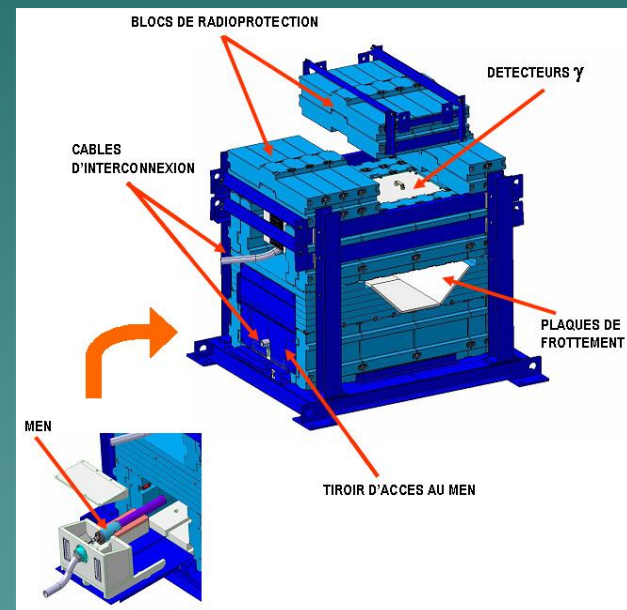


**Thermo Fisher
scientific**

Основные производители потоковых анализаторов



Scantech



EADS Sodern,
Нейтронный генератор



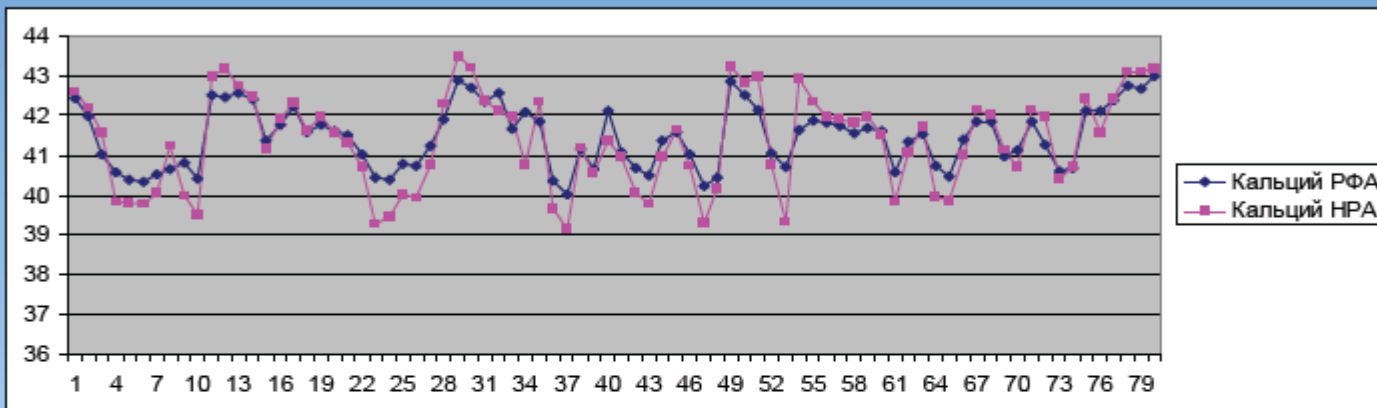
Проблемы:

- Наличие радиационного источника;
- Нечеткое понимание возможностей и целей на конкретном производстве;
- Относительно высокая стоимость оборудования;
- Высокая стоимость сервиса иностранных поставщиков;
- Языковой барьер при эксплуатации и перенастройке иностранного оборудования;
- Экономический кризис в российской экономике;
- Конкуренция со стороны других физических методов измерения.

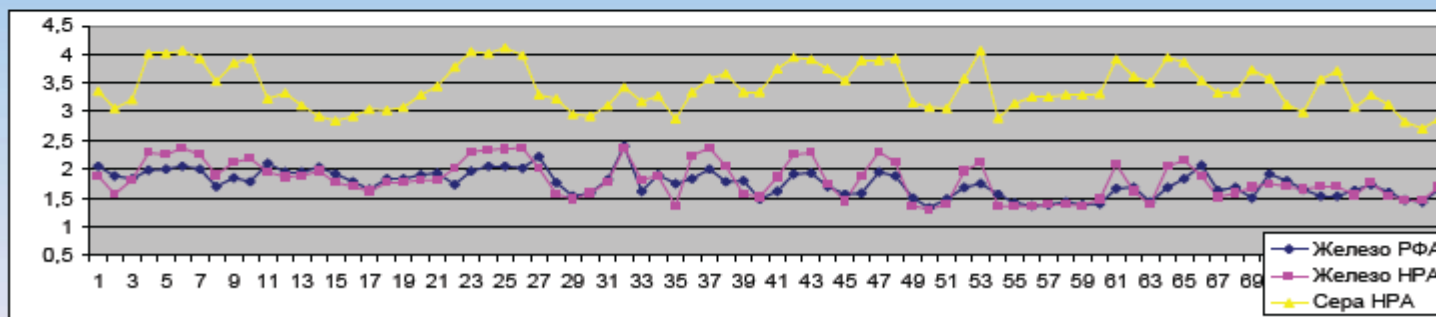
Перспективы на российском рынке и ближнем зарубежье

- Цементное производство – высокие (все заводы постепенно должны внедрить эту технологию);
- Угольная промышленность – отдельные сложные участки с переменным химическим составом;
- Горнорудная промышленность – в перспективе на отдельных производствах будет востребованность подобных устройств;
- Переработка золошлаковых отходов – предварительно высокие перспективы.

Сравнение методов НРА и РФА



Результаты измерений CaO с помощью РФА и НРА.



Результаты измерений Fe_2O_3 с помощью РФА и НРА и результаты измерения SO_3 с помощью НРА (для сравнения)



ОАО "НТЦ "РАТЭК"

Спасибо за внимание

Россия, Санкт-Петербург, Октябрьская наб. 44, к.2

*Лайкин Андрей Игоревич
E-mail: laykin@mail.ru
Tel: +7-911-256-73-48*