

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде:

Анализ конкретного случая

Анджей (Энди) Люкшиц

Джон Швантес, Мэтью Дуглас, Стив Бонд, Джеймс Д. Бриггс, Орвилл Т. Фармер, Лоренс Р. Гринвуд, Элвуд А. Лепел, Кристофер Ортон, Джон Вакер

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ Обнаружение материала
- ▶ Полевой анализ
- ▶ Лабораторные измерения
- ▶ Оценка лабораторных данных
- ▶ Дополнительная информация
- ▶ Установление происхождения

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ Декабрь 2004г.: Компания «Вашингтон Клоуже Хэнфорд» (Washington Closure Hanford (WCH) проводила реабилитационные работы на свалке отходов к северу от Участка 300



Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

WCH обнаружила сейф



Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

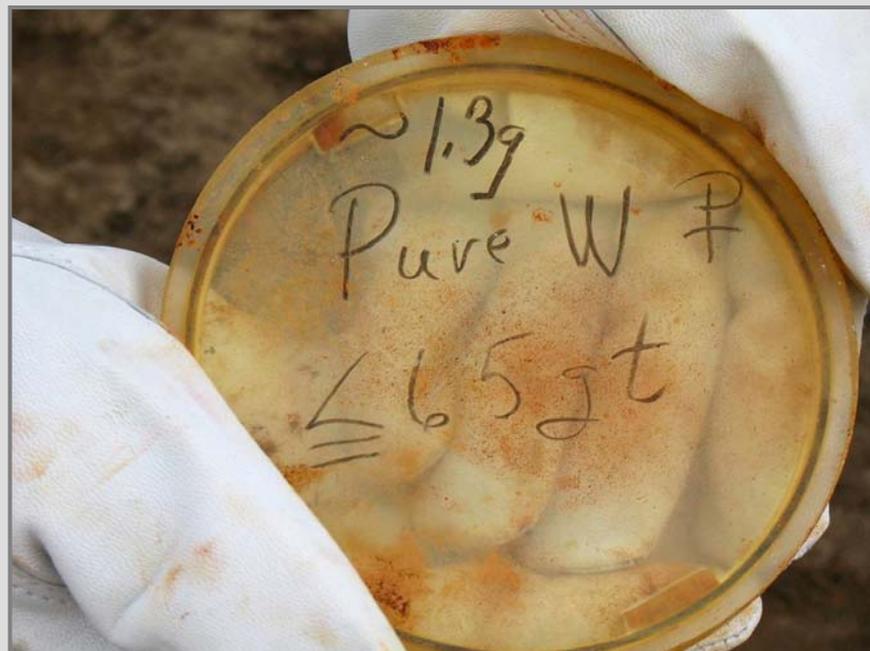


Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY

Содержимое сейфа было изучено



Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



Внутри сейфа оказалась удивительная находка!

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ На бутылки было написано “*LaF₃ for Recovery...*” (*LaF₃ на восстановление*)
- ▶ В результате предварительного полевого анализа гамма-фона был обнаружен только Pu²³⁹ (т.е., отделенный плутоний оружейного качества)
- ▶ Ограниченные документальные свидетельства указывали на то, что ...
 - ...сейф был запечатан в 1945 после заражения
 - ...списан в начале 1950-х годов
- ▶ По оценке WCH содержание плутония было < 1 грамма

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ WCH обратилась за помощью к Тихоокеанской Северо-западной национальной лаборатории для дальнейшего определения характеристик отходов
- ▶ Нам было крайне интересно, т.к. ранее нам не приходилось идентифицировать какие-либо образцы Хэнфордского плутония, произведенного облучением природного урана
- ▶ Нам нужны были высококачественные изотопные измерения
 - На Pu-238 воздействовало использование переработанного урана и обогащенного урана
 - Pu-242 является показателем реакторного типа

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ В стеклянной бутылки содержалось ~400 миллилитров раствора, на стенках бутылки была образована затвердевшая «корка»
- ▶ PNNL получила ~1/2 раствора

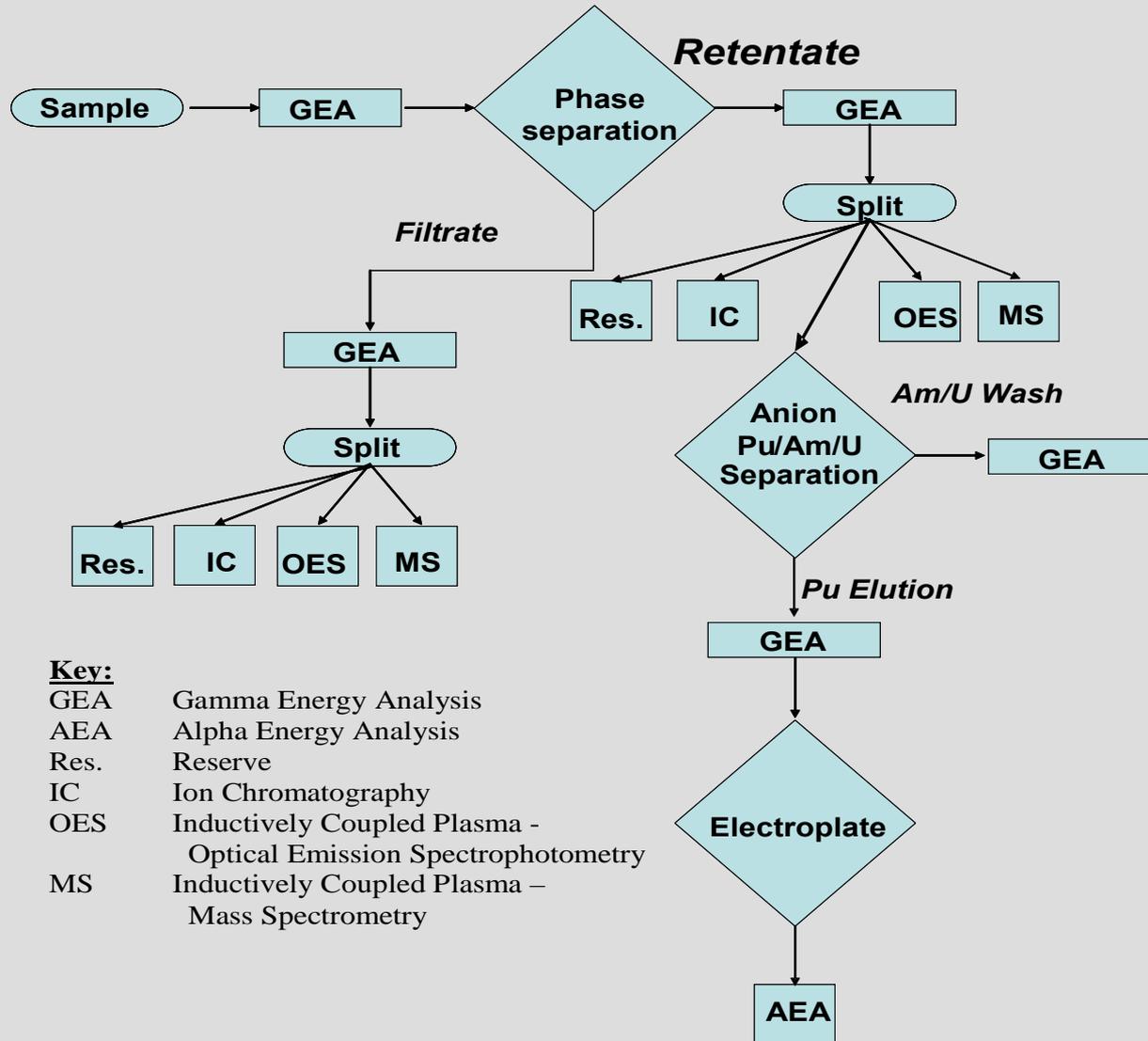
“Образец из
кувшина”

- ▶ Был проведен радиохимический анализ на определение изотопного состава содержимого и оценки количества

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY



Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

Pu-239	99.961 w/o
Pu-240	0.039 w/o

- ▶ Это был плутоний с весьма низким выгоранием, и возможно, что он представляет один из самых ранних образцов плутония, произведенного на Хэнфорде.
- ▶ Нам было крайне интересно!

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY

Изотопы урана, как продукты распада, соответствовали примерно 62-летнему плутонию

Am 235	Am 236	Am 237 ^{5/2(-)}	Am 238 ¹⁺	Am 239 ^{(5/2)-}	Am 240 ⁽³⁻⁾	Am 241 ^{5/2-}	Am 242 ¹⁻	Am 243 ^{5/2-}
			98.0 m	11.9 h	50.8 h	1.2E-6 s 433 a	141 a 16.0 h	7.4E3 a
						σ 533,1230	σ 2000	σ 3.80, 94.0
						E5.64		
Pu 234	Pu 236	Pu 237	Pu 237 ^{7/2-}	Pu 238 ⁰⁺	Pu 239 ^{1/2+}	Pu 240 ⁰⁺	Pu 241 ^{5/2+}	Pu 242 ⁰⁺
			180 ms 45.2 d	6.0E-10 s 87.7 a	2.4E4 a	6.6E3 a	14.4 a	3.5E-9 s 3.8E.5 a
				σ 540,162	σ 269,200	σ 290, 8100	σ 358,162	σ 18.5,1115
				E5.59	E5.25	E 5.26	E.021	E4.98
Np 233	Np 234 ⁽⁰⁺⁾	Np 235 ^{5/2+}	Np 236 ⁽⁰⁻⁾	Np 237 ^{3/2+}	Np 238 ²⁺	Np 239 ^{5/2+}	Np 240 ⁽³⁺⁾	Np 241 ^(5/2+)
	4.40 d	396 d	22.5 m 1.5E5 a	4.5E-9 s 2.1E6 a	50.8 h	56.5 h	7.22 m 61.9 m	13.9 m
		σ 150		σ 176, 640		σ 36.0		
U 232	U 233 ^{5/2+}	U 234 ⁰⁺	U 235 ^{7/2}	U 236 ⁰⁺	U 237 ^{1/2+}	U 238 ⁰⁺	U 239 ^{5/2+}	U 240 ⁰⁺
	1.6E5 a	5.5E-3 2.5E5 a	26.0 m 0.720 7.0E8 a	1.0E-7 s 2.3E7 a	6.75 d	99.275 2.4E s 4.5E09 a	23.5 m	14.1 h
	σ 45.5, 137	σ 99.8, 660	σ 98.3, 144	σ 5.11,360	σ 443, 1200	σ 2.68,277	σ 22.0	
		234.040945	235.043922	E4.57		238.050783		
Pa 231	Pa 232 ⁽²⁻⁾	Pa 233 ^{3/2-}	Pa 234 ⁴⁺	Pa 235 ^(3/2-)	Pa 236 ¹⁽⁻⁾	Pa 237 ^(1/2+)	Pa 238 ⁽³⁻⁾	
	31.4 h	27.0 d	70.2 s 6.70 h	24.2 m	9.1 m	8.70 m	138 s	
	σ 464, 300	σ 19.4, 432						

U-238 по сути был от «фона»

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY

- ▶ Первое закрытие производства на Заводе-Т началось 24 декабря 1944г., выгрузка отработанного топлива из В(Би)-реактора началась 25 ноября 1944г.
- ▶ На основе эксплуатационной документации реактора, плутония должно было быть немного менее 1 весового процента Pu-240
 - В “образце из кувшина” было значительно меньше Pu-240
- ▶ Итак, мы начали копать глубже

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



DECLASSIFIED MED-1004

W-73747 - Dwg. Index - Sh. # 1
Bldgs. 105, 107, 108, 127, + 1608

W-73748 - Dwg. Index - Sh. # 2
(same)

W-73749 - Dwg. Index - Sh. # 3
(same)

BEST AVAILABLE COPY

100B - Daily Diary
8-12, 1944

Capt Valente

Retain Document as Hanford-Related Information per Rec. Spec.

Reviewed and Approved for Public Release by the NSAT
David J. Burren PNNL/ADD
4/2-2001 Date

Classification Cancelled
By Authority of [Signature] 6/20/91
Date [Signature] 6/20/91

DECLASSIFIED 141 pages 13p

DECLASSIFIED MED-1004

6 November 1944 Day 042 Captain Valente

1. The pile shutdown occurred at about 0630 and is expected to last to about 1600 before the discharge of 2374 and the planned maintenance work is completed.
2. Tube 2374 will be re-charged with weighed slugs which have been compared for reactivity in Bldg. 305. The discharged slugs of 2374 will also be compared against the standards in Bldg. 305.
3. If the pile were run at 110 Mw for 18-20 hours after start-up, it is estimated that the loss in product occurring during the current shutdown will be "make-up."
4. It now appears that Pile 105-B will not be loaded up to 2004 tubes until sometime in January 1945. The reason is given in the following paragraph.
5. Pile 105-D will be charged up to 2004 tubes, dry, in steps of the following description. First, it will be loaded to dry critical with no safety rods in. Second, a safety rod will be inserted and dry critical again will be accomplished; next, another safety rod will be inserted, and loading to dry critical is again accomplished. This procedure will be continued until the 2004 are fully charged, in order to find out if the pile can be held with the present number and kind of safety rods. Whether or not B will be loaded to 2004 tubes will depend on the outcome of the work at D in this connection.
6. The pile after a shutdown of approximately 17 hours was started again and raised to 110 Mw. It will be run at this level for 14 hours and then dropped to 90 Mw. This will not compensate fully for the loss in MWD occurring during the shutdown but it is felt that a longer run at 110 Mw might not be in the best interests of operations.
7. Channel 2374 was discharged and the slugs were examined physically by means of a periscope. The surfaces of these slugs appeared to be in a very satisfactory condition and the technical group concerned with corrosion is very much pleased with the preliminary results.
8. These slugs fluoresce very markedly.
9. The MWD content of the discharged slugs is 1.976.
10. The actual weighing of the slugs will have to be postponed for several days until they are adequately cooled, otherwise the thermal effects produced in the water would give false results.

DECLASSIFIED

Канал 2374 был разгружен 6 ноября 1944г.

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ По оценкам расчета ядерного реактора, плутоний, выгруженный из канала 2374, содержал ~0.13 весового процента Pu-240
- ▶ Уровень выгорания “образца из кувшина” слишком низок для В (Би)-ректора
- ▶ Дата загрязнения сейфа предшествовала разгрузке из реакторов D, F, H
- ▶ Уровень мощности испытательного реактора 305 слишком низок
- ▶ Слишком много Pu-240 для производства в ускорителе
 - Сиборг и др.

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ CP-1, CP-2, CP-3
 - Мет Лаб в Чикаго

- ▶ «Клементина», LOPO, NYPO
 - Реакторы в Лос Аламосе

- ▶ X-10 (Завод Клинтон в Оук Ридже)
 - Начальная критичность, 4 ноября 1943г.
 - Первый извлеченный плутоний был направлен в Мет Лаб
 - Второй извлеченный плутоний (?) был направлен в Лос Аламос

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде



Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY

- ▶ По мере приложения нами усилий свести до минимума все варианты, мы наткнулись на ссылку на запуск под нагрузкой на Т-реакторе до «первого» закрытия в канун Рождества 1944г.
- ▶ Мы исследовали дальше и нашли:
 - Упоминание о крупной радиоактивной партии груза из завода Клинтон
 - Запрос, датированный июлем 1944г., от полковника Матиаса на имя майора Мёрфи, начальника инженерной службы округа в Оук Ридже, о материале, облученном в течение 100 дней, с охлаждением в 20 дней
- ▶ В конечном итоге мы нашли следующую запись в еженедельном отчете о ходе выполнения работ завода Клинтон.....

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

Pacific Northwest
NATIONAL LABORATORY

Page 2 of 32 of D414323

R. I. DUPONT DE NEMOURS & COMPANY

WILMINGTON, DELAWARE

Explosives Department - TWK

DECLASSIFIED

This document consists of 30 pages
No. [redacted] [redacted]

- DWH-42
1. R. E. DeRigh
 2. R. E. DeRigh
 3. H. Worthington
 4. R. L. Donn
 5. M. D. Whitaker
 6. M. D. Whitaker
 7. S. W. Pratt
 8. W. O. Simon
 9. W. O. Simon
 10. TWK Clinton Subject

September 20, 1944

CLINTON TWK TECHNICAL SECTION WEEKLY PROGRESS REPORT

SEPTEMBER 15 - SEPTEMBER 19, 1944

Pile Operation

There has been no change from the 3000 KW rate. The poisoning is now being changed from 90-10 Pb Cd alloy to 280 gram units of 99-1 Pb Li alloy in 1" x 6" steel containers made from standard pipe with the ends welded shut. This is being done for two reasons. In the first place the Pb Cd alloy is too effective and the Pb Li alloy which has about half the absorption permits a greater spread. Secondly, these slugs will be replaced with new ones after 100 days operation and treated for the recovery of ^{235}U . In addition, 40 grams of LiF in an aluminum container has been put in the pile for the immediate production of this hydrogen isotope.

Monitoring of Pile Power by Air

The four aluminum tubes have been moved several feet nearer the center of the pile and close to the metal mass. So far the results have been promising and after calibration of the recorder the readings obtained will be compared with those from other methods for determining power.

Neutron Thermometer

Hourly readings of the chamber galvanometer and the one connected to the neutron thermometer are being taken. So far the latter has varied from 750 to 100 KW from the former. This appears to occur in cycles of several hours and in spite of an occasional resetting of the zero on the thermometer galvanometer.

Activity of Canal Water

At Mr. Worthington's request an attempt was made to determine if there was

DECLASSIFIED

080113020

Page 5 of 32 of D414323

DECLASSIFIED

standard. It is not yet known if this film can be applied to uranium. Further tests with an improved film are planned.

Monitoring of 205 Stack

Continued monitoring for some time after dissolving had stopped did not bring the iodine activity to zero. It is now planned to introduce air at a point near the stack and continue operation to determine if the retention is in the main duct work or in the sampling piping and equipment.

Metal for Hanford

The following data are available on this material which left Clinton on September 17 in six containers packed in units of two in wooden cases with extra lead shielding.

Date Shaved	Cont. No.	Row No.	Position Factor	Slug Position in Row	Avg. Power Rate	No. Slugs	Mgs. Prod.
5-11-44	1	2962	.810	8 thru 23	1720 KW	16	63.5
5-11-44	2	3064	.810	8 thru 23	1720	16	62.0
5-11-44	3	3064	.810	24 thru 39	1720	16	63.5
5-11-44	4	0664	.810	8 thru 23	1720	16	62.0
5-11-44	5	0664	.810	24 thru 39	1720	16	63.5
5-11-44	6	2962	.810	24 thru 39	1720	16	65.0

Readings on Containers (mc/hr at surface)

Top	Side
530	130
580	125
530	125
540	115
600	110
530	140

The slight difference in product content from the same channel is due to small changes in position factor when the metal channels were shortened several weeks ago.

DECLASSIFIED

-3-

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ 96 блоков отработанного топлива из реактора X-10
 - ▶ ~112 кг урана
 - ▶ Облученные до 0.0036 MWD/кгU
- ⇒ ~400 mgm Pu при 0.03 весового процента Pu-240

Экспертно-технический анализ ядерных материалов на Хэнфорде

- ▶ Обнаружение неизвестного образца
- ▶ Полевой анализ указал на «чистый» Pu-239
- ▶ Лабораторные измерения представили данные по изотопам и элементам
- ▶ Оценка лабораторных данных обеспечила приближенный расчет возраста материала, характер протекания переработки и облучения
- ▶ Дополнительная информация выявила партию груза на Хэнфорд
- ▶ Установление происхождения потребовала объединения всех указанных выше факторов

Вопросы?

