

D: 8205065136

Erfahrungen zur Brennstoff-Rezyklierung

V. Schneider, W.G. Druckenbrodt

ALKEM GmbH

Rodenbacher Chaussee 6, 6450 Hanau 11

Zusammenfassung

Das Plutonium der 2. Generation aus dem KNK wird bei der Brennstofffertigung durch ALKEM nach dem Au/PuC-Verfahren konvertiert. Die Vorbereitungen für die Verarbeitung wurden abgeschlossen und zwei Teilchargen verarbeitet. Die Ergebnisse lassen bisher keinerlei prinzipielle Schwierigkeiten erkennen.

Abstract

The plutonium of the second generation out of the KNK-reactor will be converted at the fuel fabrication by ALKEM by the Au/PuC process. The preliminary tests for the fabrication have been finished and two batches were converted. Up to now the results show no principal difficulties.

Bei der Rezyklierung des Brennstoffes aus dem KNK wird zum zweitenmal Plutonium der 2. Generation bei ALKEM verarbeitet, nachdem bereits Material aus KWO wieder in den Reaktor zurückgeführt wurde. Beide Plutoniumnitrat-Ausgangslösungen wurden aus der Milli geliefert.

Der Verunreinigungsgrad der Lösung ist bei dem aufgearbeiteten KNK-Element fast um den Faktor 5 höher als bei dem KWO-Material. Die Summe der metallischen Verunreinigungen bezogen auf Plutonium liegt bei ca. 4000 ppm. Tabelle 1 zeigt die hauptsächlichen Verunreinigungen.

Tabelle 1

Al	ca.	1000 ppm
Na	ca.	340 ppm
Ca	ca.	340 ppm
Si	ca.	340 ppm
Th	ca.	840 ppm
Zn	ca.	1000 ppm

Die Abtrennung von Zink und Natrium im Fällprozeß nach dem Au/PuC-Verfahren ist sehr gut. Für Al, Si und Th liegen bisher noch keine Erfahrungen mit größeren Verunreinigungsmengen vor. Ca kann kaum abgereichert werden, allerdings wird der spezifizierte Endwert im Pulver durch die Zumischung des Urans unterschritten. Ob der spezifizierte Th-Wert von 100 ppm erreicht werden kann, muß abgewartet werden.

Die Isotopenzusammensetzung des Plutoniums aus dem KNK und KWO weisen große Unterschiede auf.

Tabelle 2

Reaktor	*Abbrand [GWD/T]	Pu-Isotope [%]				
		238	239	240	241	242
KWO 1. Generation	28	1,5	59,7	23,4	11,0	4,4
KWO 2. Generation	32	1,5	43,4	34	14,8	6,3
KNK 2. Generation		0,7	78,3	14,6	5,0	1,4

Dies ergibt für das KNK-Material eine gute Verarbeitungsfähigkeit ohne starken Americium-Aufbau. Der Vergleich zeigt auf der anderen Seite, wie wichtig ein guter Dekontaminationsfaktor für Americium speziell bei der Konversion von rezykliertem Plutonium aus LWR-Reaktoren ist, das sich aber ebenfalls ohne besondere Strahlenbelastung für die Mitarbeiter verarbeiten ließ. Hierbei ist für den technischen Maßstab noch besonders zu berücksichtigen, daß das Material der verschiedenen Generationen nur verschnitten zur Verarbeitung gelangen wird.

Die Konversion sowohl des KWO als auch des KNK-Materials erfolgt(e) bei ALKEM nach dem Au/PuC-Verfahren; d.h. Uran und Plutonium wurden gemeinsam mit Ammoniak und Kohlendioxid, als Ammonium-Uranyl, plutonyl-carbonat Mischkristall Komplex ausgefällt, womit die geforderte Salpetersäure-Löslichkeit des Brennstoffes vor der Bestrahlung gegeben ist. ALKEM hat inzwischen die Konversionslinie, die derzeit eine Kapazität von 5 kg pro Charge hat, auch zur Durchführung dieses neuen Kofällverfahrens umgebaut. Das Verfahren entspricht im Prinzip dem AuC-Prozeß der RBU, die hiernach im Tonnen Maßstab UO_2 fertigt.

Allgemein wird diese Kofällung so durchgeführt, daß man immer von einem gleichen Uran/Plutonium Verhältnis, vorzugsweise 7 : 3, ausgeht und anschließend den gewünschten Plutoniumanreicherungsgrad durch die Zumischung von UO_2 aus dem AuC-Verfahren einstellt, bevor das Pulver zu Tabletten weiterverarbeitet wird (Mastermixkonzept).

Im Falle der Verarbeitung des rezyklierten Plutoniums für den KNK aber wird das berechnete Uran/Plutonium Verhältnis von ca. 75 : 25 direkt durch die Mischung von Uranylнитrat- und Plutoniumnitrat-Lösung eingestellt.

Die Uranylнитrat-Lösung hat einen U-235 Anreicherungsgrad von etwa 70% und enthält zu etwa 12,5% das rezyklierte Uran. Die nicht bei der Verarbeitung des rezyklierten Plutoniums eingesetzten Uranmengen aus dem KNK II Brennelement werden bei der Fertigung der neuen KNK-Ringelemente mit eingesetzt.

Bei der Verarbeitung des Plutoniums der 2. Generation KNK nach dem AuPuC-Verfahren werden dementsprechend 2,5 kg Schwermetall (U+Pu) durchgesetzt.

Da in der ALKEM-Konversionslinie genehmigungsmäßig kein angereichertes Uran hantiert werden darf, erfolgt die Konversion in einer Laborlinie, die zur Entwicklung des Au/PuC-Verfahrens aufgebaut worden war.

Somit erfolgt die Konversion des Materials in 11 Teilchargen zu je ca. 230g Schwermetall.

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten hat sich gezeigt, daß sich die Ergebnisse aus dieser Laborlinie gut auf die ALKEM-Konversionslinie übertragen lassen (Maßstab ca. 1 : 20) und man kann daher sagen, daß die Rezyklierung des KNK Plutoniums keine besonderen Schwierigkeiten aufweist.