

MA 核変換用窒化物燃料の熔融塩電解プロセスにおける物質収支評価

Material balance evaluation in electrorefining of nitride fuels for MA transmutation

* 舘野 春香, 佐藤 匠, 津幡 靖宏, 林 博和

原子力機構

マイナーアクチノイド (MA) 核変換燃料サイクルにおける熔融塩電解精製を中心とした使用済窒化物燃料の乾式再処理プロセスについて物質収支計算を行い、MA 回収率及び回収 MA 中の希土類元素濃度の目標値 (99.9%及び 5 wt%) を満たす処理条件等を評価した。

キーワード： 窒化物燃料、乾式再処理、物質収支、電解精製、加速器駆動システム、分離変換

1. 緒言 原子力機構は、ウランを含まない窒化物燃料を用いた加速器駆動システム(ADS)によるマイナーアクチノイド(MA)核変換に関する研究開発を行っている。目標であるMA核変換率99%を達成するには、核変換後の使用済燃料に残存するMAの99.9%以上を分離回収し、再び燃料として使用する必要がある[1]。ここでADS炉心設計の観点から、燃料中に混入する希土類元素(RE)の重量はMAに対して5%以下にしなければならない[2]。これらの目標値を満たす条件を検討するため、窒化物燃料の乾式再処理プロセスの物質収支評価を行った。

2. 再処理プロセス・計算条件 図1に金属燃料再処理プロセスを参考にして提案した、熔融塩電解精製を主工程とする窒化物燃料の再処理プロセス[3]を示す。本プロセスでは、電解精製工程において、液体Cd陰極でのアクチノイド(An)回収物中に含まれるRE不純物濃度を低減させるため、塩浴中に蓄積していくREを除去する塩再生工程を付加した。塩再生工程では、向流多段抽出により塩中のAnを液体Cdに抽出してから、塩中に残存するRE等の核分裂生成物(FP)をゼオライト吸着によって除去する。ADS1基分の使用済燃料約7800kg(内、An約4200kg)を電解槽1基(熔融塩1000kg、陰極用液体Cd200kg)により200日間で処理する条件で物質収支計算を行った。使用済燃料組成は、REを含む(RE/MA=5wt%)燃料を使用後1.75年冷却した場合の計算値[2]を用いた。電解精製及び向流多段抽出における分離係数、ゼオライトへの吸着率等は、文献値[4]を用いた。

3. 結果・考察 熔融塩再生工程の向流抽出段数を変化させ、MA回収率99.9%、回収物中RE濃度(RE/MA)5wt%の条件を満たす、塩再生工程での処理条件を導出した(表1)。向流抽出の段数を増やすことにより、塩処理量及びLi還元剤量を少なくできることを明らかにした。向流抽出段数を4段以上へ変更した場合の処理条件の変化は小さく、これに伴う廃棄物量低減の効果も小さいと考えられる。

参考文献 [1] H. Hayashi *et al.*, Proc. 13th OECD/NEA IEMPT, 370–377 (2015). [2] T. Sugawara *et al.*, Ann. Nucl. Energy, 111, 449–459 (2018). [3] T. Satoh *et al.*, Proc. 11th OECD/NEA IEMPT, Internet (2012). [4] M. Kurata *et al.*, J. Nucl. Mater., 227, 110–121 (1995); T. Tsukada & K. Takahashi, Nucl. Technol., 162, 229–243 (2008).

*Haruka Tateno, Takumi Sato, Yasuhiro Tsubata and Hirokazu Hayashi

Japan Atomic Energy Agency

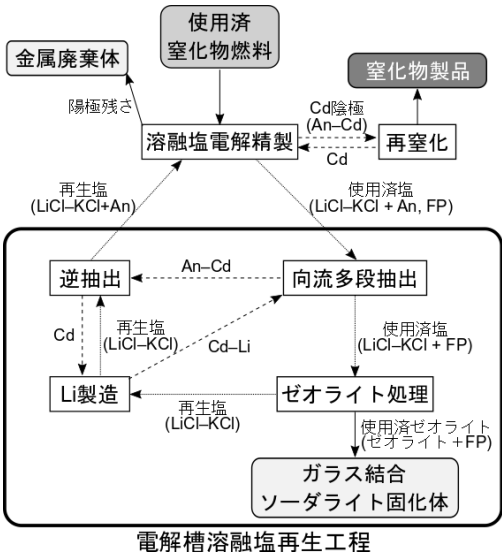


図1. 窒化物燃料再処理プロセスの概略図

表1. 目標値となる場合の塩再生工程における処理条件

向流抽出段数	塩処理量 (kg/日)	Li還元剤 (kg/日)
2段	31	0.238
3段	22	0.138
4段	20	0.118
5段	19	0.112