

リチウム鉛液滴 上方放出によるトリチウム回収に関する基礎検討

Upjet of PbLi droplet in vacuum for tritium extraction

*興野 文人¹, 向井 啓祐¹, 八木 重郎¹, 小西 哲之¹

¹京都大学エネルギー理工学研究所

抄録; WCLL 等液体増殖ブランケットに対応するリチウム鉛液滴方式トリチウム回収装置の実現性検討を実施した。ノズル径 1.0mm 流速 3.6 m/s の上方放出、装置寸法 径 4m×1.5m(h)にて対応可能な結論を得た。

キーワード: 液体増殖ブランケット、リチウム鉛、液滴、トリチウム回収、上方放出

1. 緒言

リチウム鉛(PbLi) 液滴を真空中落下させる方式(VST)は高能率なトリチウム回収が可能である事を実験室レベルで過去確認した。VST を原型炉に実用規模で適用するには液滴の大径化(小ノズル数)が望ましいが回収率を維持する為には落下時間を延長する必要があるに逆装置大型化を招く。解決の為、上方放出による液滴の長時間真空滞留の実現性を検討し、併せ装置の概略規模を算出した。

2. 理論検討

2-1. 液滴大径化と必要滞留時間

Fig. 1 に滞留時間と推定回収率の関係をノズル径をパラメータとしてプロットした。目標回収率は過去の報告より 0.8 以上、ノズル径は We 数優位限界より 1.2mm 以下とした。回収率が液滴の球体振動数に依存すると仮定した安全推定ではノズル径 1.0mm にて滞留時間 0.64s が必要と判明した。

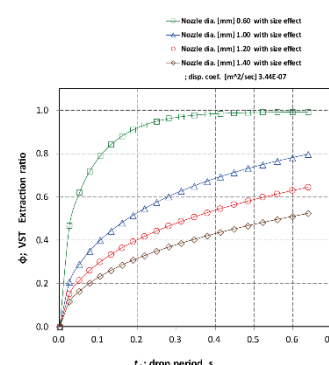


Fig. 1. 落下時間と回収率、液滴径の関係

2-2. 上方放出による液滴生成の可能性検討

We 数が Fr 数に対し優位の範囲、即ち重力影響が小さい時、上方放出でも液滴は下向き同様に生成されると予想され水を使用した実験で生成を確認した。

2-3. 上方放出による液滴相互干渉の可能性検討

Fig. 2 に液滴上方放出の挙動を模式図で示す。相互干渉は頂上付近でのピッチ分布と径分布に依存する事がわかる。液滴生成状況は高速ビデオでの分析から正規分布で近似でき分散は径 $\sigma_d=0.15$, ピッチ $\sigma_p=1.82$ (平均径無次元化)であった。Fig. 3 に上記より計算した射出角と干渉率の関係を示す。干渉率 10%以下に制約すると射出角は 60° 以下とする必要があると判明した。

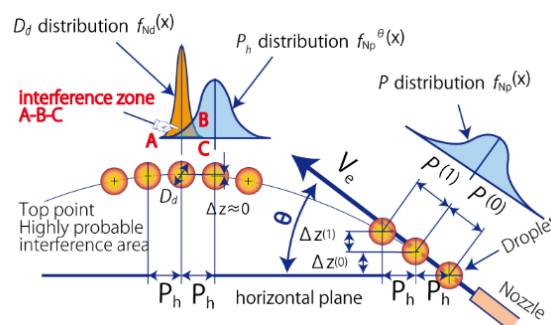


Fig. 2. 上方射出による液滴相互干渉

2-4. 回収装置基本仕様

リチウム鉛増殖ブランケットでのトリチウム回収を想定した時、適用 VST はノズル径 1.0mm 流速 3.6m/s 必要ノズル数はループ毎 1.0×10^4 , 流量 264kg/s 装置規模は約径 4m、塔高 1.5m となった。

3. 結論

リチウム鉛を想定した液体増殖ブランケットに適応する上方放出方式トリチウム回収装置は実用規模で可能と考えられる。

参考文献

[1] M.Utili et. al., Fus. Eng. Des., <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2019.04.083>

*Fumito Okino¹, Keisuke Mukai², Juro Yagi¹, Satoshi Konishi¹

¹Kyoto University, Institute of Advanced Energy

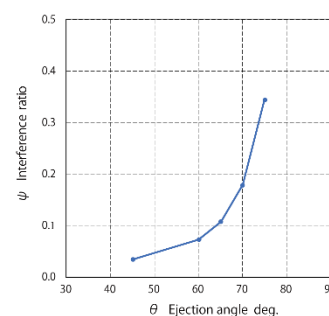


Fig. 3. 上方射出角と相互干渉率