

Vortex tube의 기하학적 형상에 따른 온도 및 입자 분리특성 해석연구

서 원 준¹⁾ · 류 혜 림²⁾ · 유 동 호³⁾ · 김 형 철⁴⁾ · 조 성 철⁵⁾ · 임 석 연^{*6)}

충남대학교 대학원 기계공학과¹⁾ · 충남대학교 교육대학원 기계·재료교육전공²⁾
충남대학교 교육대학원 기계공학교육전공³⁾ · 충북도립대학교 미래자동차과⁴⁾ · 국제대학교 미래자동차과⁵⁾
충남대학교 기계공학교육과⁶⁾

Numerical Analysis Study of Temperature and Particle Separation Characteristics According to the Geometry of the Vortex Tube

Wonjun Seo¹⁾ · Hyerim Ryu²⁾ · Dongho Yu³⁾ · Hyungcheol Kim⁴⁾ · Seongcheol Cho⁵⁾ · Seokyeon Im^{*6)}

Chungnam National University¹⁾, Chungnam National University²⁾, Chungnam National University³⁾
Chungbuk Provincial University⁴⁾, Kookje University⁵⁾, Chungnam National University^{*6)}

Key words : CFD(전산유체역학), Vortex tube(볼텍스 튜브), Separation efficiency(분리효율), Fine particle(미세입자), Energy separation(에너지 분리)

* 교신저자, E-mail: imsy@cnu.ac.kr

Vortex tube는 별도의 움직이는 부품 없이 압축 가스를 고온과 저온으로 분리할 수 있는 장치로, 산업 현장에서 냉각기로 사용되고 있다. 이에 따라, 온도 분리 성능을 높이는 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 고체 입자 분리에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 vortex tube의 기하학적 형상에 따른 온도 및 고체 입자 분리특성을 수치 해석 시뮬레이션을 통해 비교 분석하고자 한다.

Vortex tube의 성능에 영향을 미치는 기하학적 형상은 다양하지만, 본 연구에서는 vortex tube의 타입, 튜브 길이 대 직경 비율 및 저온출구 오리피스 지름과 튜브 지름의 비를 변수로 설정하여 결과를 확인하였다. 그 외의 vortex tube 부품의 형상, 초기조건 및 경계조건은 동일하게 설정하여 수치 해석 시뮬레이션을 진행하였다.

Vortex tube 타입에 따른 온도 분리 및 입자 거동 시뮬레이션 결과, counter-flow 타입이 uni-flow 타입보다 상대적으로 높은 온도 분리 효율을 보였다. 하지만, 고체 입자 분리의 경우 uni-flow 타입이 더 뛰어난 성능을 보였다. 두 타입 모두 튜브 길이 대 직경 비율 14D, 오리피스 지름과 튜브 지름의 비 0.45에서 온도 분리 및 고체 입자 분리 효율이 높게 나타났다. 튜브 길이 대 직경 비율의 경우 14D에서 다른 튜브 길이보다 조금 높은 분리 효율을 보였다. 오리피스 지름과 튜브 지름의 비의 경우 0.45에서 다른 경우보다 분리 효율이 우수한 것으로 나타났다.

Acknowledgments

이 연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022R1A2C1012848, NRF-2022R1A4A1030333)