

핀치 압력을 이용한 이중 환형증류탑에서의 열통합된 압력변동공비증류

이희천, 모해리, 남궁권, 장원준, 이재우[†]

KAIST

(jaewlee@kaist.ac.kr[†])

압력에 대하여 변동성을 가지는 공비혼합물은 2개 이상의 서로 상이한 압력의 증류탑을 사용하는 압력 변동 증류(Pressure-swing distillation)를 통해 분리될 수 있다. 압력 변동 증류를 구성하는 고압 증류탑과 저압 증류탑 간 열 통합을 통해 에너지 소모량과 운전비를 절감할 수 있으나 이는 주로 다량의 열교환기의 사용이나 높은 열전달계수를 가정함으로써 고안되어 왔다. 본 연구에서는 압력 변동 증류에서 증류탑들의 열통합을 가능하게 하는 압력을 핀치 압력(Pinch pressure) 분석 기법에 기반하여 결정하고, 별도의 열교환기 없이 에너지 효율적으로 공비혼합물의 분리가 가능한 이중 환형 구조의 압력 변동 증류탑(Heat-integrated pressure swing distillation, HIPSĐ)을 설계하였다. 설계된 열통합 압력 변동 증류탑은 저압 증류탑의 스트리핑 영역이 고압 증류탑의 정류 영역을 감싸는 이중 환형 구조였으며, 증류탑들의 압력은 충분한 열전달을 위한 최소 온도 차이와 공비 경계의 우회가 가능한 범위를 고려하여 결정되었다. 또한 각 단에서의 열 전달 계수는 증류탑 내부의 유체의 물성과 유동에 따라 공정모사를 통해 계산되었다. 그 결과 다양한 유형의 공비혼합물들이 에너지 효율적으로 이중 환형 압력 변동 증류탑에서 높은 순도로 분리 될 수 있었으며 총 에너지 소비량은 최대 23.80%까지 감소하였다.