

PE15) ASPEN PLUS를 이용한 압력과 온도에 따른 DME흡수 특성 연구

A Study on Absorption Properties of DME at Various Pressures and Temperatures Using ASPEN PLUS

임계균 · 노재현 · 장세환

호서대학교 화학기술개발연구소, 화학공학과

1. 서 론

DME(Dimethyl ether)는 세탄가가 높기 때문에 압축착화에 의한 디젤사이클 운전이 가능하여 디젤엔진과 같은 수준의 열효율과 이산화탄소(CO₂) 배출량을 얻을 수 있고, 합산소 연료(CH₃OCH₃)이기 때문에 매연(shoots) 등의 입자물질(PM, Particulate Matters)을 거의 배출하지 않는 디젤 대체연료이면서 청정연료로서 우수한 특성을 많이 가지고 있다(표영덕 등, 2002).

합성가스로부터 DME를 직접 제조하는 반응기에서는 메탄올(CH₃OH, Methanol, MeOH) 합성반응, 메탄올 탈수반응, 물 전환반응이 진행되나, DME 생성효율(12% 내외)이 낮아 DME반응기에서 유출되는 혼합물에는 DME 외에 상당량의 혼합물인 MeOH, H₂O, CO₂ 및 미반응물(H₂, CO), 불순물 등이 함유되어 대체연료로 사용할 수 있는 순도로 DME를 분리해야 한다(Choi et al, 2006; 한국가스공사연구개발원 2004). 따라서, 본 연구에서는 ASPEN PLUS 공정모사기를 이용하여 비교적 우수한 DME흡수제 선정과 상업에서부터 실제 DME합성생산 운전 조건인 고압까지 DME의 흡수 특성을 연구 분석 하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 실제 인천가스공사 기지에 구축되어 있는 50KPD DME Pilot Plant의 DME Absorber의 운전조건과 유사한 조건으로 온도 40℃, 압력 50Kgf/cm²에서 흡수제 유량 24.52Kg/hr을 기준으로 공정모사기를 이용하여 다양한 흡수제에 따른 DME 흡수 효율을 비교 하고 가장 적합한 흡수제를 선정하였다. 선정한 흡수제를 이용하여 상온에서의 DME 흡수실험을 수행하여 ASPEN PLUS로 모사 결과와 오차정도를 비교 분석하였다. 또한 상업에서부터 실제 DME 합성생산 운전 조건인 고압까지 DME의 흡수 특성을 ASPEN PLUS로 모사하여 연구 분석 하였다.

ASPEN PLUS 공정모사기에서 사용한 열역학 모델식은 DME와 흡수제 사이에서의 열역학적인 비 이상성을 설명하기 위해서 Renon과 Prausnitz가 1968년에 제안한 NRTL(Non Random Two Liquid Mixture) 액체 활동도계수 모델식(Renon and Prausnitz, 1968)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 다양한 흡수제를 이용하여 DME의 흡수 정도를 공정모사기를 통해 알아보는 것으로써 장치모델로는 DME Absorber에 해당한다. DME Absorber는 흡수탑으로써 그 역할은 원료 혼합물 중에 함유되어 있는 DME 성분을 흡수제를 이용해 흡수하여 흡수탑 하부 제품으로 얻어내는 것이다.

DME 흡수공정 모사를 실제 설계되어 있는 50KPD DME Pilot Plant의 DME Absorber의 운전조건과 유사한 조건을 주기위하여 흡수탑의 이론단수를 7단으로 가정하였으며, Internal Type은 Packing Type으로 정하였으며 실제의 Packing은 한밭매스텍(주)에서 공급한 Packing을 사용한 것으로써, Packing Section의 Height는 Vendor인 한밭에서 제공한 높이로 하여 Aspen Plus모사하였다. 그 결과를 아래 표 1에 나타내었다. 표 1에서 보는 바와 같이 ETHANOL이 가장 DME 흡수율이 높았다. 하지만 METHANOL의 경우 비교적 우수한 DME 흡수제인 동시에 DME 분리공정의 바로 전단계인 DME반응기에서 유출되는 생성물이기도 하다. 따라서 흡수제로 METHANOL을 사용하는 것이 더 효율적이라고 사료 된다.

Table 1. Absorption Rate of DME Various Absorbents(Temp.: 40°C, Press.: 50Kg/cm² Flow Rate: 24.52Kg/hr).

ABSORBENT	DME 흡수율	ABSORBENT	DME 흡수율
ETHANOL	99.9892481	CYCLOHEXANE	99.8575049
METHANOL	99.9767879	WATER	99.5726458
ACETIC ACID	99.9649	BENZENE	99.5367849
ACETONITRILE	99.9388538	TOLUENE	99.49496
METHYL ACETATE	99.8908815	CHLOROFORM	96.2643606
ACETONE	99.8736737		

그림 1은 MeOH유량변화에 따른 DME의 흡수 실험결과를 나타낸 것으로 MeOH의 유량 증가에 따라 DME 흡수량은 증가한다. 하지만 NRTL-Henry's law option을 모델로 사용한 Simulation과의 비교결과 DME의 흡수량은 이론과는 다르게 MeOH/DME의 질량비가 113에서 최대 84%까지만 흡수 되었으며 공정 Simulation의 결과와 15~20% 정도의 오차를 보인다.

그림 2는 MeOH 이용하여 상압에서부터 실제 DME 합성생산 운전 조건인 고압까지 DME의 흡수 특성을 ASPEN PLUS로 모사한 결과이다. 그림 2를 보면 10bar 이상에서부터 DME 흡수율의 변화가 거의 차이가 없이 100%를 나타냈지만, 앞서 연구 결과에서 나왔듯이 동일한 조건에서 공정모사를 한 결과와 실험결과는 많은 차이를 보이는 만큼 실제 플랜트의 운전 조건(임계규 등, 2005)인 압력 50Kgf/cm² 및 온도 80°C에서 실험하여 그 흡수량 정도를 알아볼 필요가 있다고 사료된다.

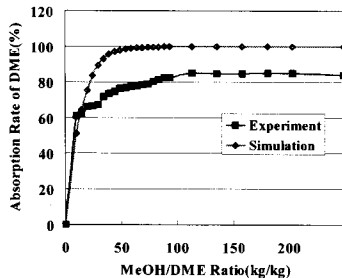


Fig. 1. Absorption Rate of DME with Various Ratio of MeOHkg/DMEkg(2bar, 26°C).

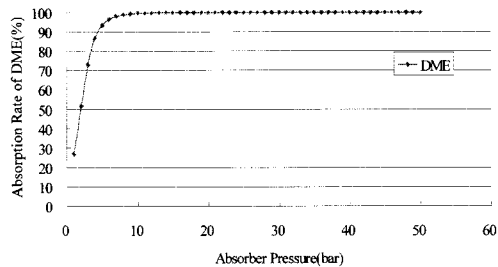


Fig. 2. Absorption Rate of DME with Various Pressures of Absorber(Temp.: 40°C, Absorber Pressure=1~50bar, Flow Rate: 24.52Kg/hr).

참고 문헌

- 임계규, 백영순, 조정호 (2005) DME로부터 CO₂ 분리공정 개발에 관한 연구, 2005 춘계한국대기환경학회 발표논문집, 131-132.
- 표영덕, 남상훈, 김강출, 이영재 (2002) 디젤 대체연료로서의 DME 성능 및 배기특성, 한국에너지공학회, 2002 추계 학술발표회 논문집, 39-44.
- 한국가스공사연구개발원 (2004) 이산화탄소를 이용한 DME 생산 Pilot Plant 공정 개발, 과학기술부, 16-17.
- Choi, C.W., W. Cho, Y.S. Baek, and K.H. Row (2006) J. Korean Ind. Eng. Chem., 17, 125.
- Renon, H. and J.M. Prausnitz (1968) Local Composition in Thermodynamic Excess Functions for Liquid Mixtures, AIChE J., 14, 135-144.