

Column Pinch 기술을 이용한 에틸렌 공장의 저비용 Debottlenecking

2003년 10월 24일
호남석유화학 생산기술연구소
강 일

화학공학의 이론과 응용 제9권 제2호 2003년

목 차

- 호남석유화학 Ethylene Plant Revamping 개요
- Revamping시 사용된 Pinch 기법
- Column Pinch Analysis의 개요
- 적용 사례 - Propylene Fractionator
- 적용 결과

화학공학의 이론과 응용 제9권 제2호 2003년

호남석유화학 생산기술연구소

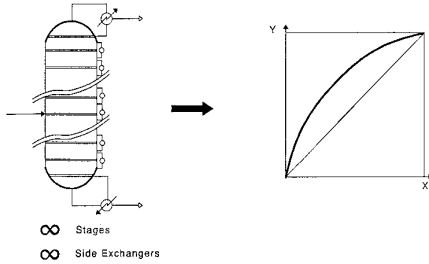
Ethylene Plant Revamping 개요

- Ethylene 생산량 55 ton/h → 80 ton/h
- Cracking Heater
 - Naphtha Cracking Heater 2기 신설 (45 ton/h)
 - Ethane Cracking Coil 교체
- Compressor
 - Charge Gas, Propylene, Ethylene, Methane Compressor 교체
- Column
 - 주요 column의 Internal 교체
 - Caustic tower, Debutanizer 추가 설치
- Cold Box
 - Cold Box 1기 추가
- Heat Exchanger 및 Pump
 - 추가 및 교체

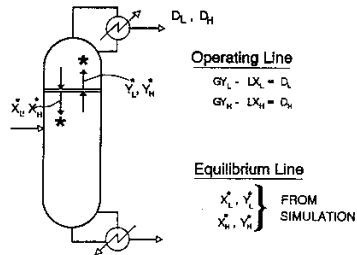
Revamping시 사용된 Pinch 기법

- Pinch 기법 사용 목적
 - Revamping시에는 대규모의 장치 변동이 수반되므로 설계 단계에서 이용될 수 있는 Pinch 기법을 이용하여 공정 개선을 통한 에너지 절감의 가능성을 검토함.
- Process Pinch
 - Ethylene Plant 전공정을 CW 이상의 Utility를 사용하는 Hot Section과 Propylene 냉매 이하를 사용하는 Cold Section으로 나누어 각각의 Grand Composition Curve 작성하고 Cross Pinch Analysis를 통하여 공정 개선이 가능한 부분을 도출함.
 - Pinch 분석에 의해서 여러 item이 도출되었으나 공정상의 문제로 인하여 많은 부분이 채택되지 못하고 향후 검토 item으로 남음.
- Column Pinch
 - 주요 Column에 대해 Column Grand Composition을 작성하여 검토함.
 - 검토 결과를 바탕으로 C3 Fractionator에 적용하여 에너지 절감 및 투자비 감소의 성과를 얻음.

Column Pinch의 개요 (1)



Binary Column에 대해 무한 개의 단, side-reboiler, side-condenser를 이용하면 평형선과 조작선이 일치하는 Minimum Thermodynamic Condition이 되며 최소의 유틸리티를 이용한 분리가 가능하다.

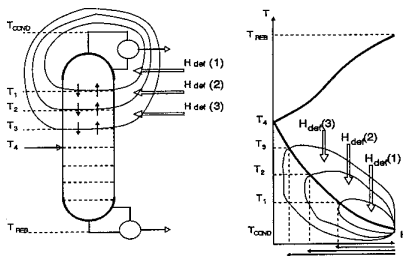


Simulation 결과로부터 얻어진 평형 조성으로부터 아래식에 의해서 G_{min}, L_{min} 을 계산한다.

$$G_{min} Y_L^* - L_{min} X_L^* = D_L - F_L$$

$$G_{min} Y_H^* - L_{min} X_H^* = D_H - F_H$$

Column Pinch의 개요 (2)

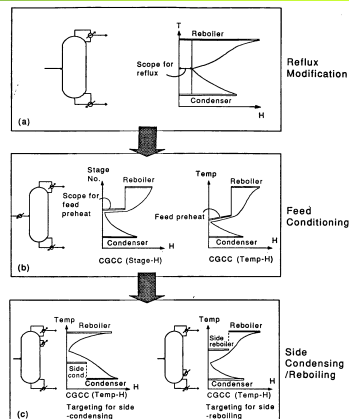


Simulation 결과로부터 얻어진 평형 enthalpy data를 이용하여 각 단의 enthalpy deficit를 아래식에 의해서 계산한다.

$$H_{G_{min}} = H_G^* (G_{min} / G^*)$$

$$H_{L_{min}} = H_L^* (L_{min} / L^*)$$

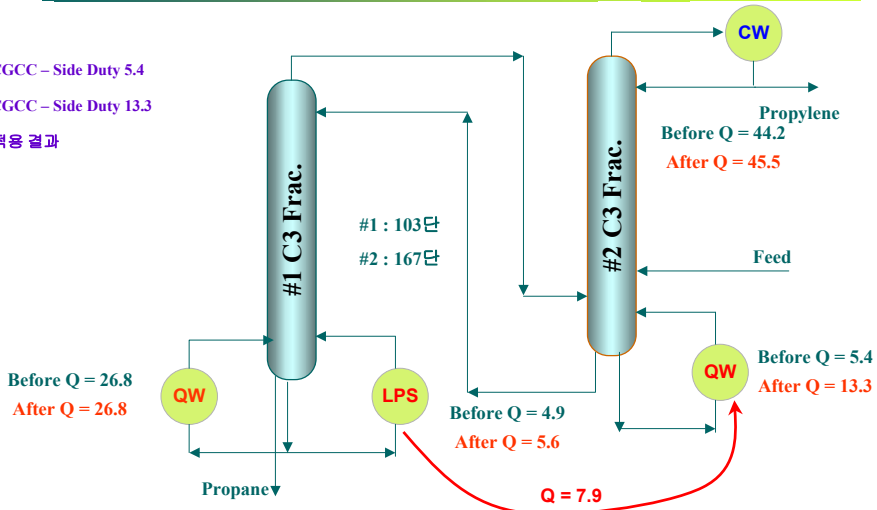
$$H_{def} = H_{L_{min}} - H_{G_{min}} + (H_D - H_{feed})$$



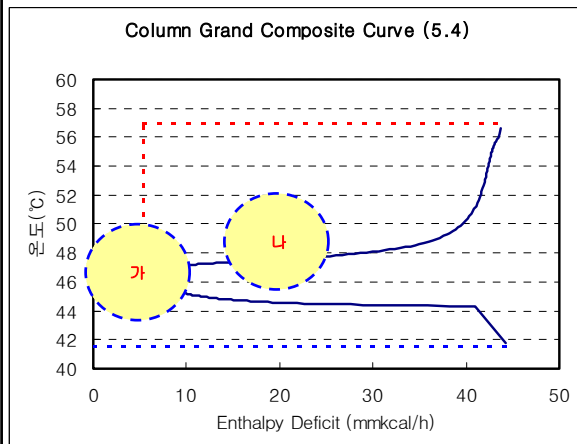
작성된 Column Grand Composition Curve를 이용하여 reflux modification, feed preheating/cooling, side condensing/reboiling 등을 검토한다.

적용 사례 - Propylene Fractionator

1. CGCC - Side Duty 5.4
2. CGCC - Side Duty 13.3
3. 적용 결과



적용 사례 - CGCC (Side Duty 5.4)



License사에서 제시한 설계에 대한 CGCC 이다.

가 영역은 Reflux Modification에 의해서 이동될 수 있으나 column의 설계가 완료된 경우에는 product spec.에 영향을 미치므로 변경하기 어렵다.

나 영역은 좁은 온도 구간에서 급격한 enthalpy의 변화가 일어나고 있다. 이러한 현상은 feed의 vaporization이 그 온도 구간에서 일어나기 때문이며 feed preheater 나 side reboiler의 설치에 의해서 장치비 및 에너지 비용을 줄일 수 있다.

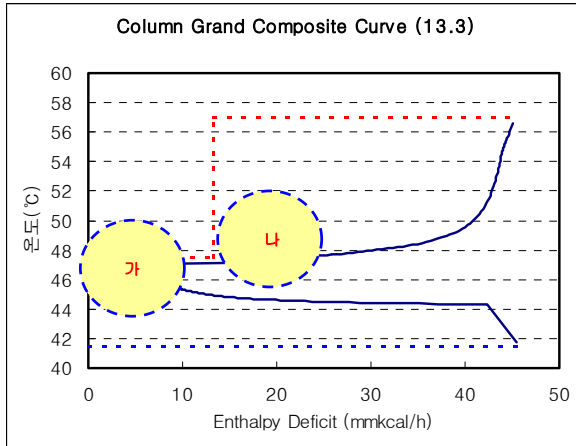
사용 Utility

Condenser : 44.18 mmkcal/h (CW)

Side Reboiler : 5.40 mmkcal/h (QW)

Reboiler : 38.29 mmkcal/h (QW+LS)

적용 사례 - CGCC (Side Duty 13.3)



호남석유화학에서 제시한 설계에 대한 CGCC이다.

가 영역의 Reflux Modification은 product spec.에 영향을 미치지므로 License의 설계대로 유지하였다.

나 영역에서의 선택은 feed preheating과 side reboiling이며 License의 설계에 이미 side reboiler를 고려하였으므로 side reboiler duty를 5.4 → 13.3 mmkcal/h로의 증가를 License사에 제시하였다.

사용 Utility

Condenser : 45.50 mmkcal/h (CW)

Side Reboiler : 13.30 mmkcal/h (QW)

Reboiler : 31.71 mmkcal/h (QW+LS)

적용 결과

긍정적인 효과

- #1 C3 Fractionator Load 감소
 - 103단 Internal 교체를 하지 않음 → 약 12억원의 투자비 절감
- LP Steam을 QW로 대체 (7.9 mmkcal/h)
 - 약 12 ton/h의 steam 절감 효과
 - QW 폐열 회수로 Cooling Tower Load 감소

부정적인 효과

- Condenser와 Reboiler의 Load 증가
 - Condenser와 Reboiler의 Load가 각각 1.3 mmkcal/h 증가함.
- Side Reboiler의 duty 증가로 투자비 증가
 - Side Reboiler의 duty가 5.4 → 13.3 mmkcal/h로 증가함에 따라 약 3억원의 열교환기 장치비 증가