

NCC, 나프타 분해가 무엇인가?

분해 · 급냉 · 압축 · 냉동 · 회수공정 거쳐 에틸렌 · 프로필렌 생산

석유정제 공정은 분별증류(Fractionation)를 이용하는데 원유를 증류해 비점에 따라 가솔린, 등유, 경유, 중유와 같은 유분(Petroleum Refining Fraction)으로 나누는 조작으로 분류라고도 불린다.

원유(Crude Oil)를 원유 분별증류장치(Crude Oil Distillation Unit)에서 끓이면 원유가 증발돼 끓는점에 따라 분류되고 끓는점이 낮은 물질부터 차례로 분리된다.

원유를 CDU에 넣고 끓이면 Fuel Gas가 배출되고 배출되는 순서대로 함유량과 물질은 LPG 2%, 휘발유(Gasoline) 8%, 나프타(Naphtha) 12%, 등유(Kerosene) 9%, 경유(Diesel) 26%, 중유(Heavy Oil) 38%, 기타 5%가 생성된다. 기타에는 각종 윤활유와 아스팔트, 석유코크스를 포함돼 있다.

석유화학기업들은 석유정제 공정에서 생산되는 나프타를 이용해 NCC(Naphtha Cracking Center)에서 에틸렌 및 프로필렌을 생산하고 있다.

NCC에서는 먼저 열을 가해 나프타를 탄소 수가 적은 탄화수소로 분해하는데, 액상원료인 나프타와 순환에탄은 회석증기(DS)와 혼합된 후 분해로에서 약 800-850℃의 상태에서 분해되며, 분해로의 출구물질은 열교환기(Transfer Line Exchanger)를 거치면서 약 400℃로 급냉되고 123기압의 고압증기를 생산하게 된다.

열교환기 출구물질은 순환 냉각유에 의해 약 200℃로 급냉된 후 급냉공정의 가솔린 정류탑으로 보내진다. 바로 분해공정이다.

급냉공정은 분해공정을 통해 분해된 탄화수소끼리 서로 반응하지 못하도록 온도를 낮추어 주는 공정으로 가솔린 정류탑의 탑저에서는 타르를 포함한 열분해 연료유(PFO)가 생성되며 탑정가스는 급냉탑으로 보내져 분해가솔린(Raw Pyrolysis Gasoline)과 경질유분으로 분리된다.

압축공정은 분해가스의 경제적인 분리를 위해 압축해 부피를 감소시키는 공정으로 분해가스 압축기(5단 원심압축기)에 의해 급냉탑 탑정의 경질유분이 약 36기압까지 압축된다. 압축과정에서 3-4단 사이에 있는 가성소다 용액 세척탑에서 산성가스를 제거하고, 또한 압축과정에서 응축된 1단, 2단, 3단의 탄화수소는 가솔린 정류탑 및 급냉탑으로 보내지며, 5단 출구를 나온 분해가스는 프로필렌 냉매에 의해 15℃까지 냉각돼 응축물 제거 후 건조기에 투입된다.

냉동공정에서는 압축기 토출가스가 건조기에서 수분이 제거된 후 저온회수공정으로 들어간다. 수분이 제거된 기체는 프로필렌 냉매 및 에틸렌 냉매에 의해 단계적으로 냉각돼 응축물이 분리되며 응축물은 탈 메탄탑으로 보내져 탑정에서 메탄을 분리하고 나머지 경질유분은 탑저로 분리된다.

저온회수공정에서 분리된 수소가스 중 일부는 고순도로 정제돼 아세틸렌과 프로파디엔 전환 반응기의 수소첨가용으로 사용되고 나머지는 DPG UNIT와 C4 수첨 UNIT 및 연료로 사용하게 된다.

탈 메탄탑 탑정 생산물인 메탄가스는 저온회수공정에서 가열된 후 연료가스로 사용되고, 일부는 액체상태로 인출돼 저온 냉매로서 탈 메탄탑으로 순환되는데, 탈 메탄탑 탑저 생성물은 압축기 출구가스와 열교환하고 가열돼 탈 에탄탑으로 보내진다.

이후 분리정제공정에서 C2, C3, C4, BTX로 각각 분리돼 정제된다.

에틸렌 정제공정은 탈 에탄탑에서 C2 유분과 C3 이상의 중질유분이 분리되는 공정으로 탈 에탄탑 탑정 생성물은 프로필렌 냉매에 의해 응축 환류되고 나머지는 아세틸렌 수첨장치로 보내진다.

프로필렌 정제공정에서는 탈 에탄탑 탑저 생성물이 탈 프로판탑으로 보내지고 탑정 생성물은 프로필렌 냉매로 응축한 후 프로파디엔 수첨장치로 보내진다. 또 프로파디엔 수첨장치 탑저 생성물은 C4 이상의 중질유분으로 탈 탄탑으로 보내진다. 탈부탄탑 탑정 생성물은 C4 제품으로 다음 공정을 위해 저장 탱크로 보내지며, 탑저 생성물은 경질 가솔린으로서 DPG UNIT의 원료로 사용된다.

탈 프로판탑 탑정 생성물은 가열된 후 수소와 혼합돼 프로파디엔 수첨반응기로 보내져 프로파디엔과 메틸아세틸렌은 프로필렌과 프로판으로 전환된다.

수첨 반응기 출구물질 중 미반응의 수소는 프로파디엔 수첨 반응기 출구의 분리 드럼에서 분리된 후 프로필렌의 일부와 같이 압축기로 순환되고, 나머지는 프로필렌 제품으로 생산되며, 탑저 생성물은 C3 LPG 제품으로 저장조로 보내진다.

부타디엔 제조공정에서는 1차로 에틸렌 공정에서 부산물로 생산된 C4 혼합물을 추출용제를 이용해 부타디엔 및 아세틸렌을 추출분리하고 압축기로 2차 추출공정으로 보내며 잔여 C4 유분은 부산물로 생산된다. 2차 추출공정에서는 2차 추출 증류탑의 상부에서 부타디엔이 분리돼 DMA(Demethyl Acetylene) 추출탑으로 보내지고, 하부 유분은 부타디엔 회수탑 및 2차 분리탑으로 이송돼 용매로부터 잔류 탄화수소를 분리한다.

부타디엔 정제공정에서는 DMA 추출탑을 통과한 부타디엔 유분을 함유 수분과 불순물을 제거하기 위해 정제하고, 용제 정제공정에서 회수된 추출 용제에 함유된 불순물(물·잔사유)을 제거함으로써 전체 기초유분 제조공정이 마무리된다.

<화학저널 2004/06/09>