

표준화 반응식을 이용한 탄소섬유의 산화반응 해석 Evaluation of the Oxidation of the Carbon Fibers by Normalized Rate Equation

노재승
금오공과대학교 신소재시스템공학부
(saturn34@hanmail.net)

탄소재료의 산화반응을 설명한 대부분의 논문은 TGA(Thermo Gravimetric Analysis)를 이용한 연구이다. TGA 장치는 가열이 필요한 물질의 반응연구에 다양하게 이용되고 있는데, 온도에 대한 무게 변화를 간편하게 알 수 있다는 장점과 함께 보편적으로 편리한 Arrhenius 형태의 속도식으로 해석된다. 많은 연구자들은 TGA를 이용하여 다양한 탄소재료에 대한 반응속도상수를 구하였으며, 반응기체, 반응온도 및 원료물질에 따라 다른 속도를 나타내는 실험결과를 표준화된 속도식으로 표현하고자 하는 노력이 있었다. 그러나 이런 대부분의 연구는 coal 등과 같은 탄소재료의 연소 특성을 이용하려는 에너지변환 연구가 주를 이루어 왔으며, 탄소섬유의 산화반응에 대한 표준화식으로 해석한 보고는 거의 없는 실정이다.

이 연구에서는 내부구조가 현격하게 차이 나는 다른 두 종류의 피치계 탄소섬유를 TGA를 이용하여 등온 산화반응 시켰다. 반응기체의 종류와 반응온도를 변화시켜 산화반응조건에 따른 중량 변화를 관찰하였고, 여러 산화조건에서 얻어진 산화속도를 Kasaoka 등에 의해 제안된 표준화식을 이용하여 산화반응의 평균 속도상수 K 와 전환율이 0.5일 때의 속도상수 $k_{f=0.5}$ 의 결과를 비교하여 산화 반응속도를 정량적으로 해석하고자 하였다.

이 연구에서 사용한 반응식은 $f=1-\exp(-at^b)$ 이고 실험적으로 구한 상수 b 는 섬유의 종류와 반응조건에 따라 변화였다. 등방성 섬유의 상수 b 는 약 1.02~1.68 범위의 값이 얻어졌으며, 고풍성 섬유의 상수 b 는 약 0.91~1.93 범위의 값이 얻어졌다. 또한 이산화탄소 중에서 산화될 경우 b 는 더 큰 값을 나타내어 피치계 탄소섬유는 이산화탄소 중에서 더욱 sigmoidal 반응을 일으키는 것으로 나타났다. 전환율이 0.5일 때의 반응속도상수는 반응전체의 평균속도상수와 약 3%의 오차밖에 나타나지 않아 매우 유용한 값을 알아냈으며, 이 연구의 모든 실험조건에서 얻어진 $f-t$ 데이터는 표준화시간 τ 를 도입하여 $f=1-\exp(-A\tau^b)$ 식으로 표준화시킬 수 있었으며, 이 때 오차는 약 2% 정도였다.