

Moving bed를 이용한 FMC-char의 Microwave 흡수특성

차완철*, 김동국
한국에너지기술연구원
(ymy38317@hanmail.net*)

Microwave absorbed properties of FMC-char using the moving bed

Wan Chul Cha*, Dong Guk Kim
Korea Institute of Energy Research
(ymy38317@hanmail.net*)

1. Introduction

마이크로파는 전자기 에너지 중 300~300,000MHz의 낮은 주파수 범위를 갖는 에너지의 한 형태이며, 개방회로의 사용이 불가능하여 도파관을 통해서만 전달이 가능하다. 초기 마이크로파는 레이더나 통신분야에 많이 사용되었고 1950년대 초반에 마이크로파 에너지를 이용한 오븐이 개발되기 시작하면서 식품분야에 응용되기 시작하였다. 현재 식품의 조리과 건조, 고무공업에서의 가황, 제지 및 목재 부분, 의료용 제품, 환경오염 처리등 산업 전반에 응용이 시도되고 있다[1-3]. 또한 1980년대 들어서는 마이크로파를 이용하여 유기화합물의 합성이나 추출분야에도 많은 연구가 진행되고 있다[4].

본 연구에서는 마이크로파가 주입되는 동안 시료가 담겨있는 bed를 이동시키면서 시료의 높이를 변화시키고, 시료의 이동속도와 시료에 주입되는 입사전력을 바꿔가며 흡수율의 변화를 검토하고자 하였다.

2. Experimental

2. 1. 실험장치

실험에 사용된 Microwave system의 장치는 다음과 같다. Microwave 발생 및 전송장치는 2.45GHz의 0~2.5kW 입사전력 조절범위를 갖는 산업용 Microwave 발생기(미 ASTeX사, AX2050)를 사용하였으며, 도파관, magnetron head 보호용 Circulator, Directional coupler, 임피던스 정합을 위한 3-stub tuner로 구성되어 있다. 반응에 사용되는 Microwave energy를 측정하기 위해 Power sensor(HEWLETT PACKARD, ECP-E18A)와 Power meter(HEWLETT

PACKARD, E4419A)를 사용하였다. 반응기는 지름 20mm, 길이 1000mm의 quartz tube 로 wave guide 내부에 위치시키고, 지름 15mm, 길이 300mm의 quartz cell에 시료를 담아 이동시키며 흡수율을 측정하였다.

2. 2. 실험방법

실험에 사용된 FMC-Char(Wyoming) 시료는 212~300 μ m의 입도분포를 갖으며 오븐 내에서 100 $^{\circ}$ C 24시간 이상 건조 시켰다. 건조된 시료는 매 실험마다 일정한 양을 채취하여 사용하였다. 실험에 사용된 마이크로파는 300~900W 까지 사용하였으며, Motor(incom Technology. RoboCon)를 이용하여 Bed를 수직으로 일정속도로 이동시키며 흡수율을 30sec 단위로 측정하였다.

입사전력에 따른 흡수율의 변화를 측정하기 위해 FMC-Char 시료의 높이를 8cm로 고정하여 각각 12cm와 24cm를 이동시켰으며 입사전력은 300W, 500W, 700W, 900W에 따른 흡수율을 각각 측정하였다. 또한 Bed의 이동 속도와 거리에 따른 흡수율의 변화는 시료의 높이를 8cm로 고정하였으며, Moving Bed의 이동거리를 12cm로 고정시킨 후, 이동시간을 6분, 12분, 24분으로 조절하며 각각의 이동속도에 따른 흡수율을 측정하였고, 거리에 따른 흡수율의 변화는 시료의 높이를 8cm로 고정하고 시료의 이동 거리를 6, 12, 24cm로 각각 이동하며 흡수율을 측정하였다. Bed의 높이에 따른 흡수율의 변화를 측정하기 위해 시료의 면적은 일정하게 고정시키고 높이를 1, 2, 4, 6, 8, 10cm로 각각 조절하며, Bed의 이동거리를 12, 24cm씩 이동시키며 흡수율을 측정하였다.

3. Results and discussion

3. 1. 입사전력에 따른 흡수율 분포

Figure 1에 입사전력에 따른 흡수율을 나타내었으며, 전력은 각각 300, 500, 700, 900W로 입사 되었다. 입사된 전력에 따른 흡수율을 살펴보면 전력이 증가될수록 흡수율도 증가됨을 확인할 수 있다. 이는 입사된 전력이 강해질수록 시료가 흡수하는 양도 증가함에 따른 요인으로 볼 수 있다. 또한 300W를 제외하고는 각각의 흡수율이 주파수곡선을 나타내는데 이는 마이크로파의 특성을 나타내는 것이다. 300W의 경우에는 전력이 약해 마이크로파의 특성을 나타내지 못하기 때문에 일정한 흡수율을 나타낸다.

3. 2. Bed의 이동 시간과 거리에 따른 흡수율 변화

시료를 담은 Bed의 이동시간에 따른 흡수율의 변화를 Figure 2에 나타내었다. Bed의 높이가 8cm인 시료가 12cm를 이동하는 동안 이동시간이 증가하여도 일정한 곡선을 그리

며, 흡수율의 변화는 보이지 않았다. 이는 일정구간의 공간속도 내에서 시료의 흡수율은 차이점을 보이지 않음을 나타낸다. 시료를 담은 Bed의 이동한 거리에 따른 흡수율의 변화를 Figure 3에 나타내었다. 그림에서 보면 시료의 이동거리에 상관없이 일정한 주파수 곡선을 나타냄을 알 수 있다. 이는 마이크로파가 일정한 파장을 나타내기 때문이다.

3. 3. Bed의 높이에 따른 흡수율 변화

Bed에 담긴 시료의 높이를 달리하여 측정한 흡수율을 Figure 4에 나타내었다. 그림에서 보여지듯이 시료의 높이가 높아질수록 흡수율이 감소함을 확인할 수 있다. 이는 시료의 높이가 증가함에 따라 마이크로파의 흡수층이 증가되고, 처음 입사되는 지점의 시료를 제외한 곳에서는 흡수가 잘 이루어지지 않기 때문으로 사료된다.

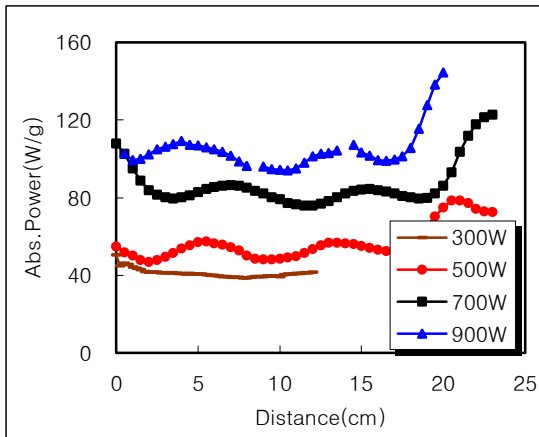


Figure 1. Incident Power vs. Absorbed Power

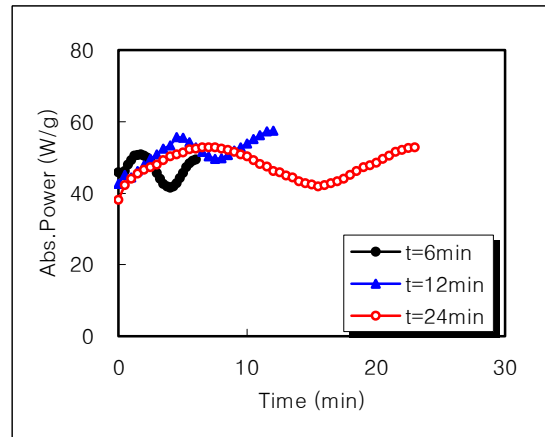


Figure 2. Space velocity vs. Absorbed Power

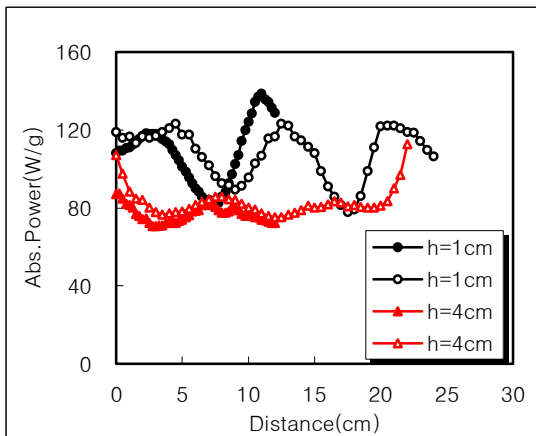


Figure 3. Moving distance vs. Absorbed Power

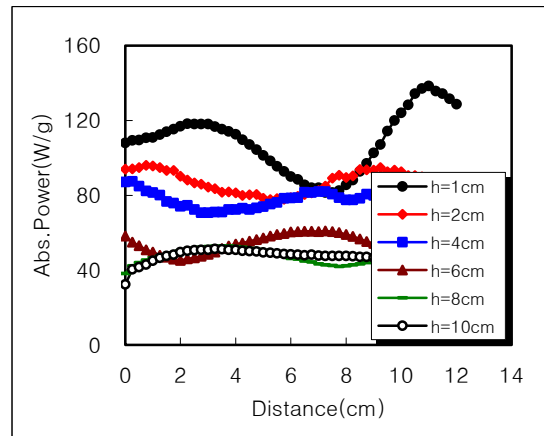


Figure 4. Bed Height vs. Absorbed Power

4. Conclusions

이동 Bed를 이용한 FMC-Char의 마이크로파 흡수 특성을 몇 가지 변수를 사용하여 실험한 값을 얻을 수 있었다. 이를 정리해 보면 다음과 같다.

1. 시료에 주입된 입사전력이 강할수록 흡수율이 높아진다.
2. 일정구간의 공간속도 내에서는 흡수율이 일정하다.
3. 이동거리가 늘어나도 흡수율의 변화는 일정하다.
4. Bed의 높이가 증가함에 따라 흡수율이 감소한다.

Reference

1. A. Wehr, C. George, and G. Lightsey, *J. Microwave Power and Electromagnetic Energy*, **25**, 100 (1990).
2. J. Suzuki, *J. Microwave Power and Electromagnetic Energy*, **25**, 168 (1990).
3. F. R. Phelps and G. L. Booman, *J. Microwave Power*, **12**, 50 (1997).
4. A. Whittaker and D. Mingos, *International Microwave Power Institute*, **29**, 195 (1994)