

A Review of the primary measures for tar elimination in biomass gasification processes

Biomass and Bioenergy 24 (2003) 125-140

L. Devi, K. Ptasinski, F.J.J.G. Janssen

요약

Tar 생성은 바이오매스 가스화 반응에 있어서 발생하는 중요한 문제중의 하나이다. 타르는 낮은 온도에서 응축하고 결국 엔진이나 터빈같은 공정 기구를 막히게 한다. 많은 노력들이 배기가스로부터 타르를 제거하는데 초점이 맞추어져 있다. 타르 제거 기술은 크게 두개의 방향으로 연구가 진행되고 있다. 첫째는 가스화기에서 나오는 hot gas cleaning이고 두 번째는 가스화기 내부를 처리하는 것이다. 이중 첫 번째는 2차적인 방법이고 두 번째 방법이 1차적인 방법으로 알려지고 있다. 비록 hot gas cleaning이 효과적인 것으로 증명되었지만, 가스화기 내부를 처리하는 방법이 많은 관심을 받고 있다. 왜냐하면 이러한 처리법은 downstream cleanup 공정을 불필요하게 만들기 때문이다. 1차적인 처리 방법에서 가스화기는 최소한의 타르 농도를 갖는 연료가스를 생산하도록 최적화된다. 1차 처리방법들중 다른 접근법들은 (a) 운전 변수들의 적절한 선정 (b) bed additive/catalyst의 사용 (c) 가스화기 수정등이다. 온도 가스화기 매개제 (gasifier agent), equivalence ratio, 체류시간 등과 같은 운전변수들은 타르의 생성과 분해에 있어서 중요한 역할을 한다. dolomite, olivine, char 등과 같은 가스화기 내부에 활성층 첨가제 등을 사용할 수 있다. Ni 계열의 촉매는 타르 감소뿐만 아니라 암모니아 같은 질소함유 화합물을 감소시키는데 매우 효과적인 것으로 알려지고 있다. 또한 반응기의 수정 또한 생산 가스의 품질을 향상시키는데 중요하다. 두단계 가스화 반응과 가스화기에 이차 공기를 주입하는 개념은 매우 중요하다. 1차 처리방법들의 몇가지 면면들과 이 분야에 있어서의 연구개발들이 고찰되어졌고 인용되어졌다.

1. 서론
2. 타르 제거 방법
- 2.1. 이차적 방법

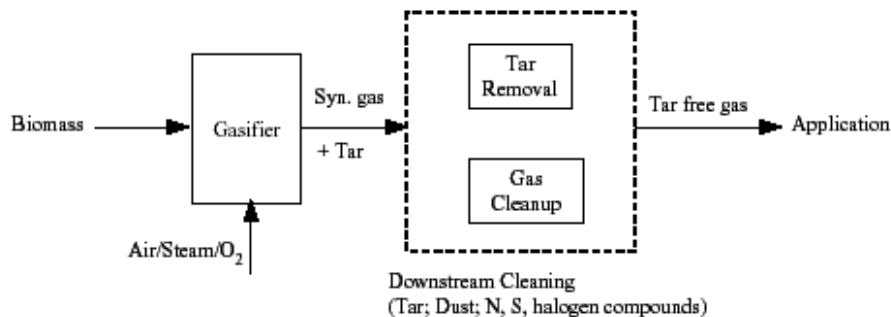


Fig. 1. Tar reduction concept by secondary methods.

2.2. 일차적 방법

2.2.1 가스화조건

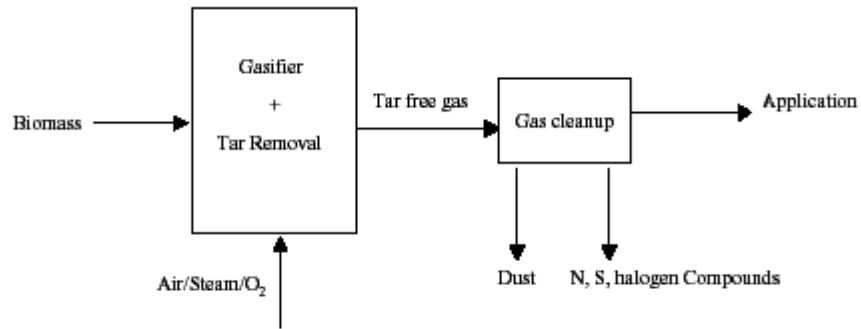


Fig. 2. Tar reduction concept by primary method.

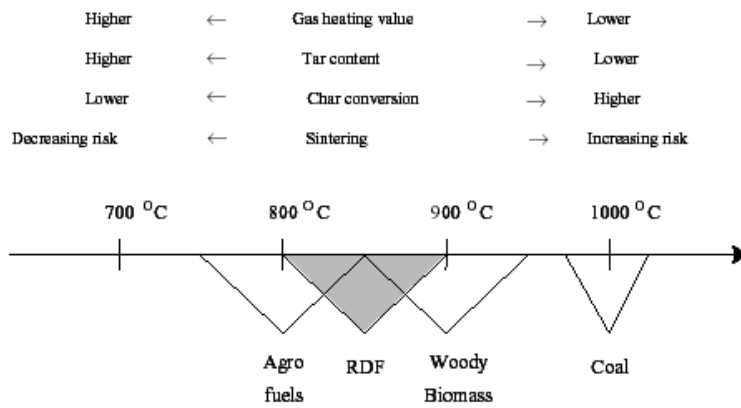
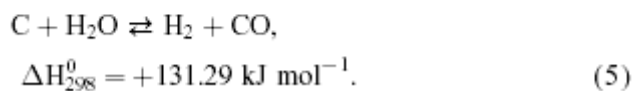
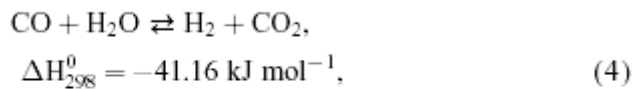
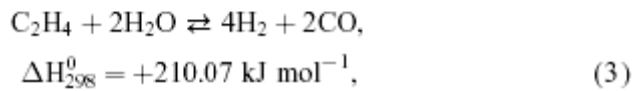
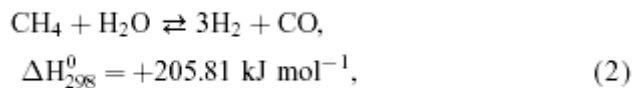
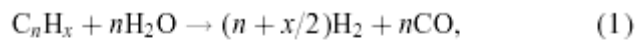
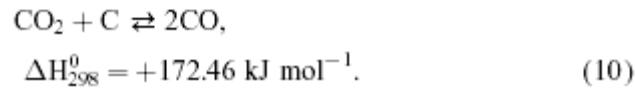
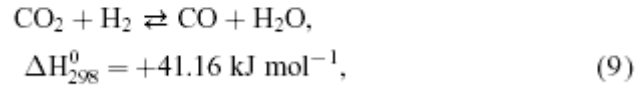
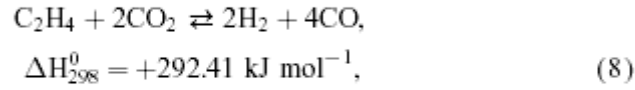
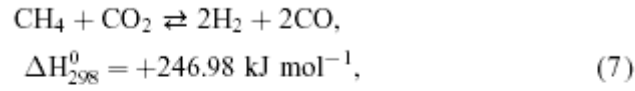
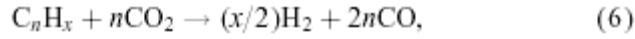


Fig. 3. Typical gasification temperature for various feedstock and influence of temperature change on some critical factors as reported by Hallgren [16].





2.2.2 층 첨가물 (bed additives)

가스화 반응중 활성층 물질 첨가에 따른 변화사항

1. 생성가스분포의 변화
2. 타르 양의 감소
3. 수소 생산의 증가
4. CO양의 조그마한 감소와 CO2양의 조그마한 증가
5. 메탄양은 거의 일정
6. 촉매 비활성화와 미세물질운반에 관련한 문제들이 발생
7. 가스화반응조건에 따른 촉매 타르 감소

Table 1
In-bed additives used by researchers under different operating conditions

Feed	Feed properties		Operating conditions			Additive	Reference
	Moisture (%)	Size (mm)	Gasif. agent	Temp (°C)	Time (s)		
Cellulose	—	1.0–2.0	Steam	600–800	1.26–1.54	Limestone	Walawender et al. [33]
Wood	—	—	Steam	750	—	K ₂ CO ₃	Douglas et al. [52]
Pine sawdust	8.5	1.0	Steam	750	—	Dolomite	Corella et al. [37]
						FCC	
Pine sawdust	10–25	–4.0–0.8	Air	800	0.6	Dolomite	Narváez et al. [13]
Pine chips	10–12	–5.0–1.0	Steam/O ₂	795–835	—	Dolomite	Olivares et al. [38]
Pine sawdust	10	—	Steam	700	< 0.4	Ni–Al	Bilbao et al. [46]
Pine sawdust	10	—	CO ₂	700	—	Ni–Al	García et al. [23]
Pine chips	—	—	Air;steam/O ₂	800–850	—	Dolomite	Corella et al. [9]
Pine chips	10–15	—	Air	800–845	—	Dolomite	Gil et al. [14]
						FCC	
Almond shell	7.9	1.1	Steam	770–820	—	Olivine	Rapagnà et al. [39]
						Dolomite	
Birch	6–8	1.0–3.0	O ₂ –N ₂	700–900	—	Silver sand	Rosén et al. [41]
						Olivine	
Pine/bagasse	—	—	Steam	750	30	Ni-based	Baker et al. [44]

2.2.3 가스화설계변경

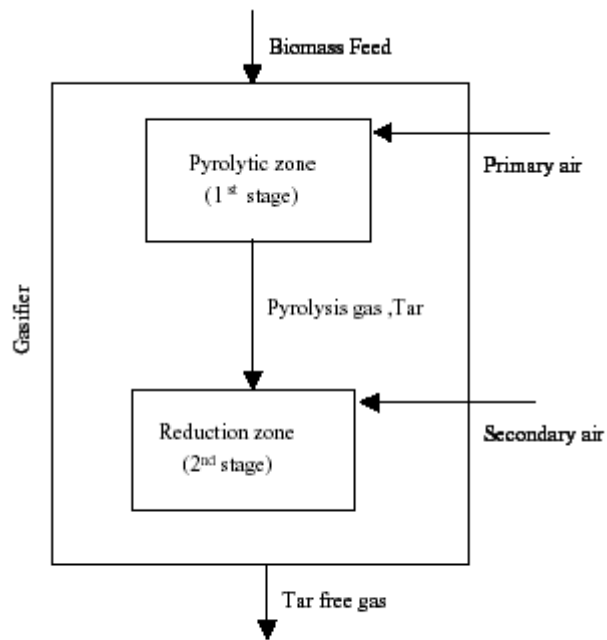


Fig. 4. Two-stage gasification concept (Asian Institute of Technology, Thailand).

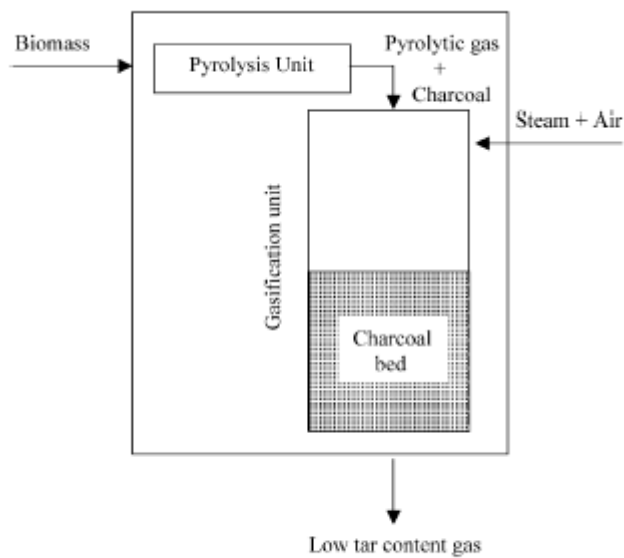


Fig. 5. Two-stage gasifier (Technical University of Denmark).

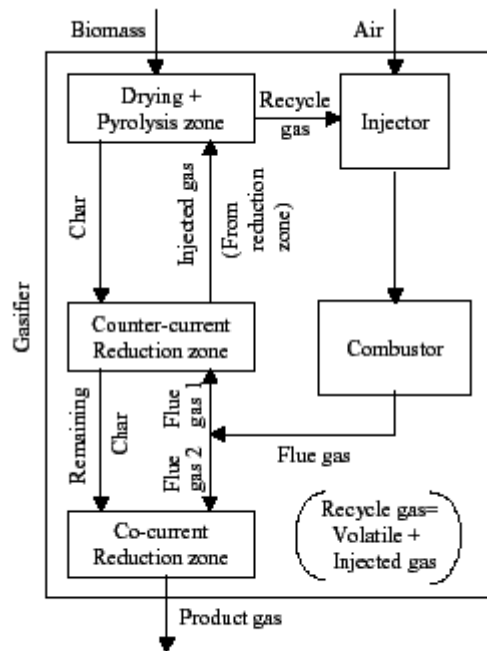


Fig. 6. Moving-bed gasifier with internal recycle.

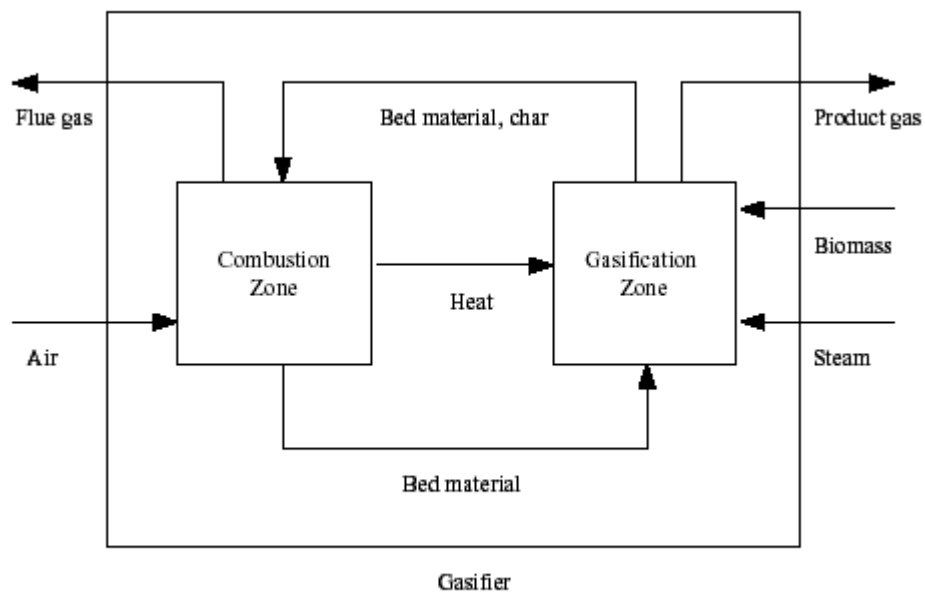


Fig. 7. Fast internally circulating fluidized-bed gasification concept.

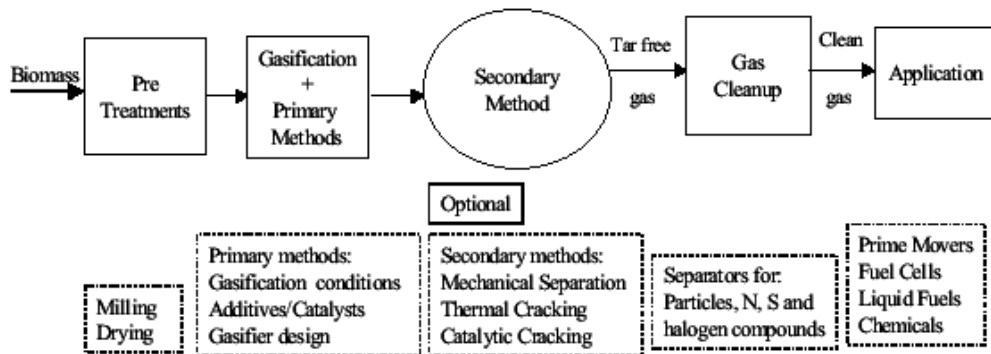


Fig. 8. Tar removal approach in biomass gasification.

3. 결론

1. 적절한 운전조건의 선정의 전체 가스화반응 chain을 간략화 한다.
2. 몇몇 활성 층 물질(active bed materials)의 첨가는 효과적이다.
3. 가스화 설계의 변경은 쉽게 실용화할수 있는것이어야 한다.