

Cleaner System의 효율향상에 관한 연구

이영준^{*1)} · 서동준¹⁾ · 손창만¹⁾ · 유성호²⁾

¹⁾한솔제지(주) 기술연구소 · ²⁾(주)미래엔지니어링

1. 서 론

초지공정내의 이물질 제거 공정인 Cleaner시스템에 대하여 그 performance를 적절히 평가하고 또한 효율적으로 운전하기 위한 여러 가지 방법을 시도하였다. 이를 위해 우선 다단계의 cleaner 시스템에 대해 material balance를 세워 각 단의 성능을 평가하고 이를 통해 최적의 운전조건을 도출하고 운전상에 나타나는 문제점들을 해결하고자 하였다. 시스템에 대한 material balance는 측정이 가능한 cleaner 각 단의 Feed, Accept, Reject 농도, 그리고 Stock의 농도 및 유량 데이터로부터 제지공정 simulation 프로그램인 WinGEMS를 활용하여 Material balance를 수립하였다.

이를 통해 전체적인 시스템의 balance 및 cleaner 각 단의 accept/reject 비율, Ash 제거 효율, 최종 reject량 등을 계산할 수 있었다. 또한 이를 활용하여 각 단의 설계치와 비교하여 문제가 되는 부분의 최적화작업을 통해 개선작업을 수행하였고, 향후 고품량 운전시 혹은 증속시 예상되는 문제점을 찾아 개선할 수 있는 tool로서 활용 가능하리라 판단된다.

2. 본 론

일반적인 centrifugal clenaer의 성능에 영향을 미치는 인자는 다음 표1과 같다. Cleaner 시스템의 효율은 클리너 performance에 영향을 미치는 변수들에 대한 최적화를 통해 향상될 수 있다. 일반적으로 cleaner의 분리효율을 증가시키려면 ① Pressure drop($P_F - P_A$)의 증가(유량의 증가를 통한 cleaner 내의 원심력의 증가로 효율이 증가함. 그러나 공급업체가 제시한 범위 이상으로 증가시 turbulent 흐름이 과도해져서 이물질이 다시 순환되어 효율이 감소할 수도 있다.), ② Pressure differential($P_A - P_R$)의 증가(Reject로 배출되는 driving force가 증가로 효율이 좋아짐), ③ Feed 농도의 감소, ④ Reject rate증가(fiber loss증가를 동반함)를 통해 이루어 질 수 있다.

표1. Cleaner 시스템에서의 주요 조작 변수

Operational Variables			
	Feed(F)	Accept(A)	Reject(R)
Volumetric Flow Rate(l/min)	Q_F	Q_A	Q_R
Consistency(%)	C_F	C_A	C_R
Mass Flow Rate(BDT/day)	M_F	M_A	M_R
Pressure Drop(kg/cm ²)	$P(P_F - P_A)$		
Differential Pressure(kg/cm ²)		$P(P_A - P_R)$	
Reject Rate by Volume(%)			$R_v = \frac{Q_R}{Q_F} \times 100$ or $R_v = \frac{C_F - C_A}{C_R - C_A} \times 100$
Reject Rate by Weight(%)			$R_w = \frac{M_R}{M_F} \times 100$ or $R_w = R_v \frac{C_R}{C_F} \times 100$

위의 조작변수들의 변화에 따른 Ash 분리효율을 다음 그림 1에 나타내었다.

위에서 제시하였던 바와 같이 Pressure drop($P_F - P_A$)의 증가, Pressure differential ($P_A - P_R$)의 증가, Feed 농도의 감소, Reject rate 증가에 따라 효율이 증가됨을 확인할 수 있었고, 분리효율 측면에서 최적조건을 도출할 수 있었다.

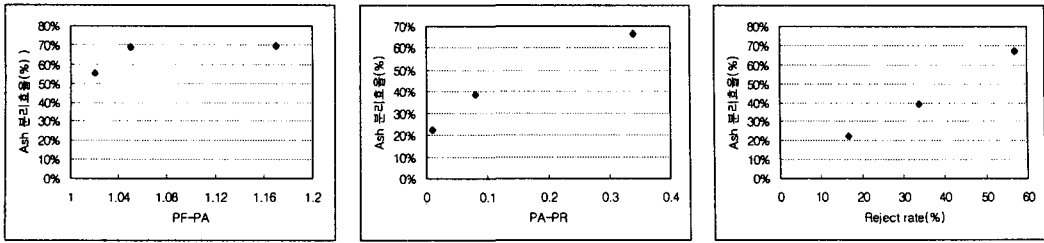


그림 1. Cleaner 운전조건변화에 따른 효율 변화

분리 효율의 증가와 함께 운전상에서 나타나는 plugging(막힘) 문제의 해결도 수립된 material balance(그림2)를 바탕으로 해결하고자 하였다. 계산된 각 단의 mass balance의 양으로부터 문제가 되는 cleaner의 plugging의 원인이 되는 과도한 ash량을 줄이기 위해 reject rate를 상향시키고 Feed 량을 줄이는 방향으로 운전조건을 변경시켜 개선을 이루게 되었다.

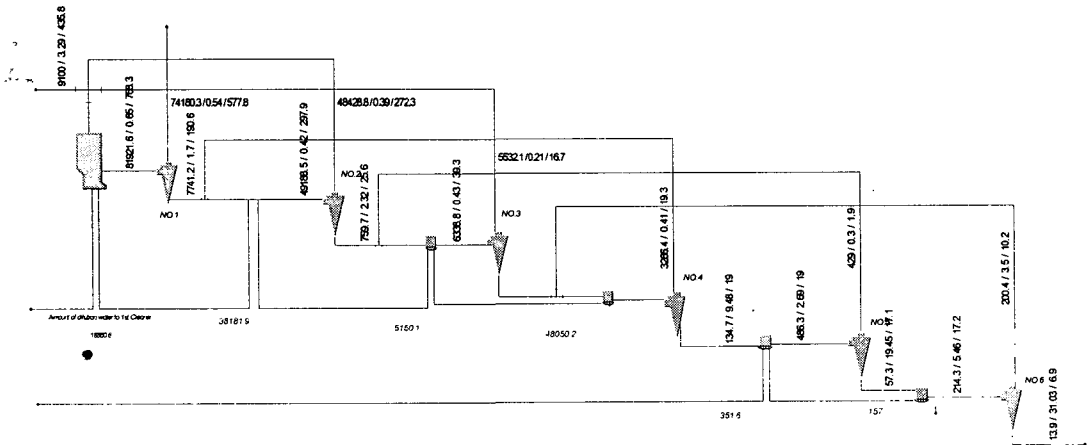


그림 2. Cleaner 시스템의 Material Balance(WinGEMS program)

구분	Feed	Accept	Reject
1차	81900/0.65/770	74200/0.54/580	7740/1.7/190
2차	49200/0.42/300	48400/0.39/270	760/2.32/25
3차	6340/0.43/39	5530/0.21/17	810/1.93/22
4차	3400/0.78/38	3260/0.41/19	135/9.48/19
5차	490/2.69/19	430/0.3/1.9	57/19.5/17
6차	214/5.46/17	200/3.5/10	14/31.03/6.9

L/min / % / Ton/day

3. 결 론

Cleaner의 성능은 여러 변수(Feed, Accept, Reject의 유량, 압력, 농도, 온도등)에 의해 조절되고, 서로 영향을 미쳐 효율을 변화시키게 된다. Cleaner 시스템의 성능을 평가하고 향상시키기 위해 우선 기본적으로 측정가능한 data를 측정하고 이로부터 전체 시스템의 Material Balance를 수립하였다. 이를 통해 cleaner 각 단의 Accept/Reject율, Ash 분리 효율, Reject rate, 최종reject량 등을 계산하고 이의 최적화 작업을 수행하였다. 그 결과 운전 조건에 따라 Ash의 분리효율이 20~30%에서 70~80%까지 변화함을 확인 할 수 있었다.

또한 공정 운전상의 문제인 plugging(막힘)을 해결하기 위해 계산된 각 단의 mass balance로부터 과도한 ash가 유입이 되는 부분을 찾았고 이 부분의 최적화 작업(Reject rate상향 및 Feed량 감소)을 통해 개선을 이루게 되었다.

또한 수립된 Material balance를 통해 향후 고평량 운전시 혹은 증속시 예상되는 문제점을 예측하여 개선할 수 있는 tool로서 활용 가능하리라 판단된다.

4. 참고문헌

- 1) Improving Screening & Cleaning Efficiencies Short Course, 1997 TAPPI
- 2) Michael C. Legard, Preparing for a Cleaner System Rebuild, 1994 Engineering Conference.
- 3) Cleaner System Performance, J&L Fiber Service, Technical Bulletin, Vol.VII, Number 1~4
- 4) Papermaking Part1, Stock Preparation and Wet End, 2000, TAPPI Press