

뉴메틱 분체이송에서

내부전달장치로써의 기체-분체 이젝터의 용도

1. 서론

이젝터는 150년 이상 산업적으로 사용되어 왔다. 1820년경, 스티븐슨은 배기가스의 배출효율을 높이기 위해 증기기관차의 연도(煙道)에 이젝터를 장치했다. 비슷한 시기에 또 다른 곳에서는 분출기들이(기체-기체, 유체-기체) 물을 이송키 위한 제트펌프(1852년, 톰프슨), 그리고 진공을 만드는 이젝터 형태의 가스버너가 번센에 의해 사용되었다. 덴커(1928)는 농업공학분야에서 건조와 밀짚을 뉴메틱 이송라인 내부로 전달하는 장치로써 이젝터의 가능성을 최초로 연구한 사람이다.

많은 장점들이 고려되어 이젝터는 뉴메틱 이송기술의 한 분야로 확립되었다. 하지만, 이젝터들은 무차별적으로 사용될 수 없으며 명백한 장점들은 특별하게 이송되는 재료, 공장설계와 공기공급에 따라 결정된다. 이 논문은 이젝터가 실제로 어떻게 사용되고 있는지, 잘못된 용도에서 야기될 수 있는 문제점들과 기대치 않는 영향을 어떻게 배제하고 피할 수 있는지를 설명할 것이다. 그리고 이 논문은 발전소와 환경보호기술에 사용되는 기체-분체 이젝터들의 용도에 초점을 맞출 것이다. 공기는 이송매체로써 주로 사용된다. 주어진 예들은 전체 적용범위중에서 대표적인 것이며 개별적인 예를 들어 이젝터의 장단점들을 개략적으로 설명코자 하는 것이다.

이미 개발된 이젝터의 설계는 후일 발간될 책자의 주제가 될 것이다. 이 논문은 운전자와 뉴메틱 이송설비의 기획자의 견지에서 본 실제적인 문제점들과 그 해결책에 좀 더 집중코자 한다.

이 논문은 아래 사항들에 대해 쓰여졌다.

- 운전자들은 일반 뉴메틱 로타리 이송장치의 문제점들에 직면하고 있다.
(누출공기의 消散, 로타리 밸브 앞에서의 재료막힘, 불충분한 이송능력, 로타리 밸브의 높은 마모, 생산중단 등...)
- 운전자들과 기획자들은 뉴메틱으로 짧은 거리들에 작은 량의 재료들을 신뢰성 높게 이송키 위한 연구를 하고 있다.
 - 특별하게 연속이송이 필요한 경우
 - 덩어리상과 막대상 먼지의 경우

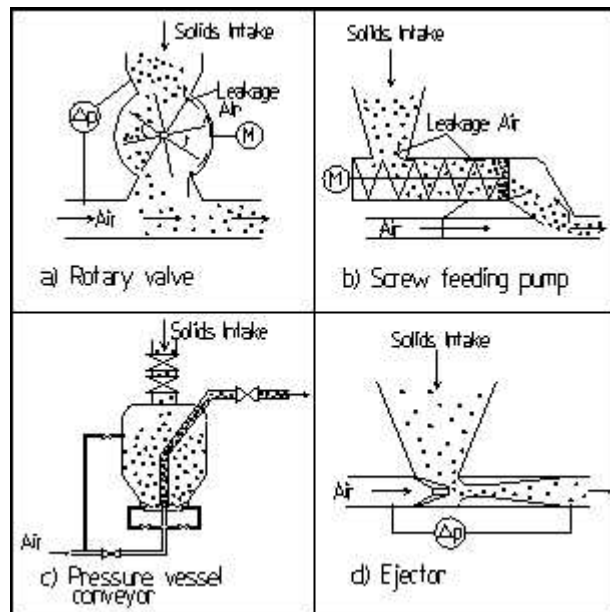
- 고온에서의 경우
 - 재료공급부에서 공기누출이 되어서는 안되는 장소의 경우
- 운전자와 기획자들은 부가적인 기술목표들을 이루기 위해 연구하고 있다.
 (즉, 연기중의 공해물질들을 감소키 위해 연소장치나 煙道내부로의 분체이송)
- 이젝터 이송시스템의 운전자가 만족스런 작업을 하지 못하는 경우.

2. 뉴메틱 이송시스템의 내부전달장치(공급기)

뉴메틱으로 재료를 이송하는 모든 시스템의 경우, 이송관로의 시작부에서 기체/분체 혼합물의 유동압력손실은 시스템 내부로 공급되는 재료에 대해 가압으로 작용한다. 약 1 bar 미만의 낮은 이송압력으로 뉴메틱 연속이송을 위한 가장 잘 알려진 내부전달장치는 다음과 같다.

- (수평과 수직회전축의) 로타리 밸브
- 스크류 펌프

재료가 관로 시작부에서도 고압으로 이송되어야 한다면 통상적으로 압력용기가 사용된다. [그림1]은 도식적으로 장치와 이젝터를 나타낸 것이다.

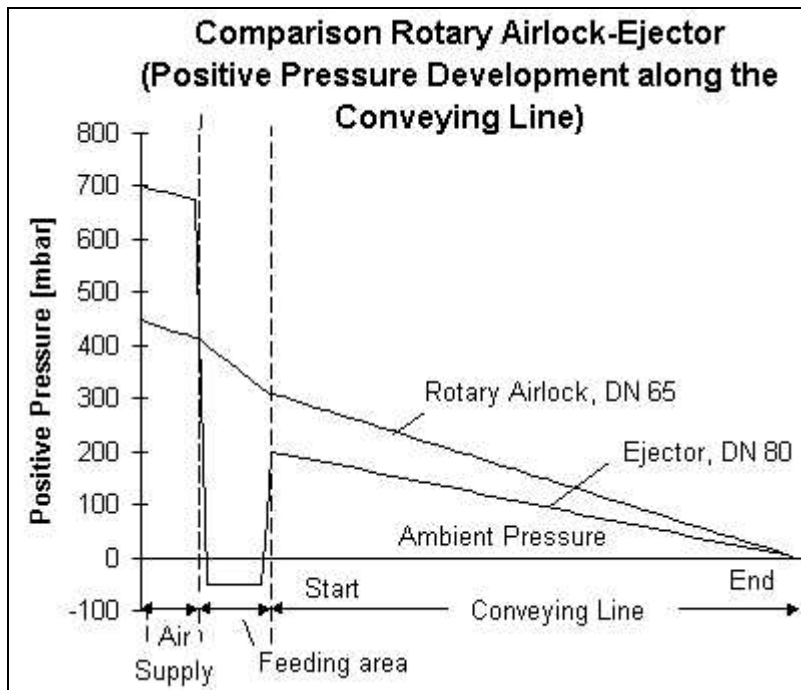


[그림1: 뉴메틱 이송시스템의 내부전달장치들]

상기의 모든 내부전달장치(공급기)들은 들어오는 재료에 대해 정압(靜壓)으로 정확한 상태들을 유지한다. 즉, 이송 전압력(全壓力)이 각 밀봉요소들에 적용된다. 운전과정과 지속적인 마모가 일어나는 동안, [그림1]에서 나타낸 바와 같이 내부전달장치에서의 누출과 누출공기의 배출이 야기된다. 향후 보다 상세하게 설명되겠지만 공기누출은 모든 결함들의 실제적 주요인(主要因)이다.

관로내부로 재료를 인입(引入)시키는 이송제트의 동적압력에 의해 밀봉이 이뤄지는 이런 시스템의 이젝터는 그 차이가 있다. 이젝터가 정확한 제원으로 제작되었다면 공급점에서는 항상 가벼운 진공압력이 생길 것이다. 이것이 공기의 누출을 분명하게 방지할 수 있다.

[그림2]는 뉴메틱 이송시스템(로타리 밸브와 이젝터 이송)에 작용하는 압력을 나타내고 있다. 이젝터 이송시스템이 사용된다면 가벼운 진공압(眞空壓 : 흡입효과)을 이룰 수 있는 한편 재료공급영역의 이송관로의 전정압(全靜壓)은 로타리 밸브의 압력보다 낮은 것을 볼 수 있다.

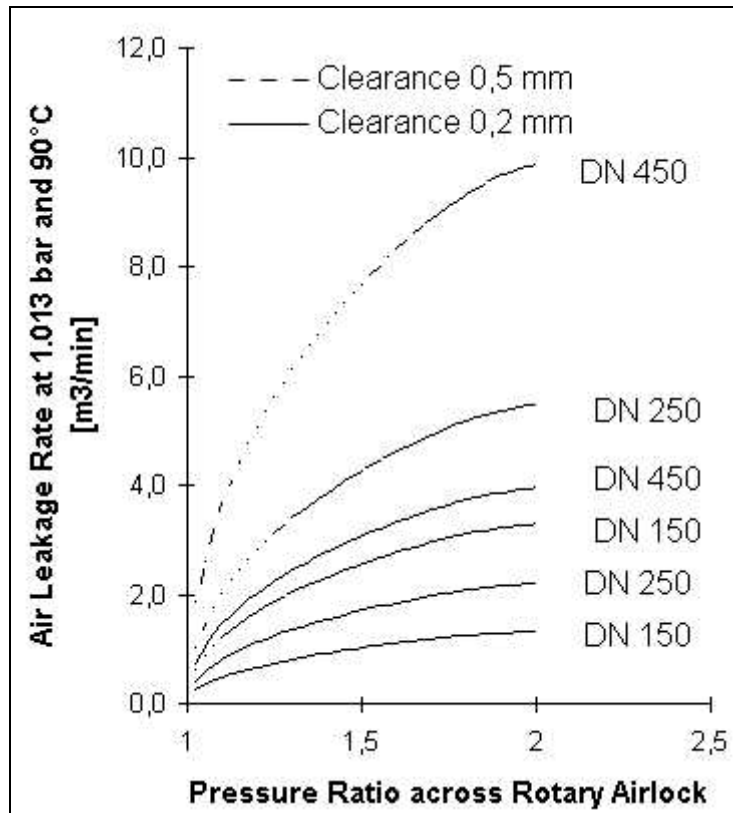


[그림2: 이송라인상의 압력변화]

로타리 밸브를 채택하여 미세먼지를 이송하는 경우, 이송공정을 완전히 정지시킬 수도 있는 상황 즉, 로타리 밸브 격자에 대한 재료충진과 그 이후의 유동에 대한 문제점들을 야기한다. [그림1]의 로타리 밸브에서의 누출공기는 미세입자들을 부유시켜 인입구 상부에 브릿지를 만드므로 먼지의 배출을 방해한다.

[그림3]에서 보여주는 것과 같이 누출공기의 양이 심각해 질 수 있다. 그 그림은 작용압력의 함수로써 약간 마모된 0.2mm와 심하게 마모된 0.5mm의 공차와 크기가 다른 로타리 밸브들(DN150, DN250, DN450)의 누출공기 체적유동량을 나타낸다. 1.4의 압력비에 해당되는 400mbar의 가압을 가정하면 0.2mm의 공차와 DN250의 밸브에서 체적 약 1m³/min.의 공기누출이 관찰된다. 마모가 공차를 0.5mm까지 증가 시킨다면 누출공기의 체적유동량은 약

3.5m³/min. 까지 증가할 것이며 재료의 특성에 따라 공급호퍼 전체가 유동화될 수도 있다.



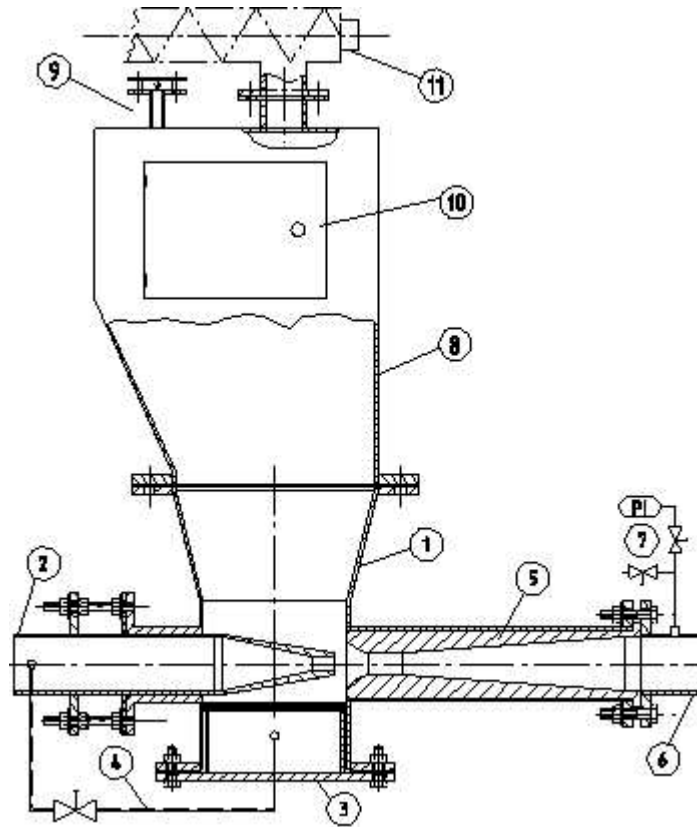
[그림3: 압력비의 함수로써 로타리 에어록의 크기에 따른 공기누출율]

반면, 이젝터 시스템의 공급호퍼에서는 진공이 생기거나 재료와 함께 공기를 흡입하여 어떠한 공기누출도 방지한다. 호퍼내부의 공기의 역풍, 재료공급의 막힘 등과 같은 단점들이 완전하게 배제될 수 있다. 투입장치에서 분출기까지의 재료공급은 체크밸브의 정확한 위치 선정으로 향상될 수 있다.

이젝터는 다음과 같은 중요한 장점들도 있다.

- 계량되는 공기의 흡입(체크밸브)이 공급장치에서 덩어리 지는 것을 방지하거나 이젝터로 재료를 흡입하여 작은 입자의 재료공급을 가능케 한다.
- 이젝터들은 보수유지 작업이 적다 ; 즉 육안검사(하우징내의 진공압)외에 별도의 보수유지작업이 필요없다.
- 이젝터에 의한 이송은 재료유동의 정지나 막힘없이 지속적으로 이뤄진다.
- 이젝터에는 작동부품이 없으므로 고온에서의 운전에도 적합하다.

3. 이젝터의 설계



[그림4: 완충호퍼 구조의 이젝터]

[그림4]는 이젝터(기본형)의 모형이다. 이젝터에는 체크밸브를 제외하고는 작동부품이 없으며 다음의 것들로 구성되어 있다.

- ① 하우징
- ② 조절과 교환이 가능한 조립형 분사노즐
- ③ 유동화 층
- ④ 유동화 층의 수동조절장치
- ⑤ 포집노즐과 디퓨저의 혼합관
- ⑥ 이송관로 연결부
- ⑦ 유체압력계
- ⑧ 완충탱크/호퍼
- ⑨ 체크 밸브
- ⑩ 공급장치의 조정 혹은 점검을 위한 개폐구
- ⑪ 공급장치(스크류 공급기)

가장 중요한 부품들이 다음과 같이 간단하게 설명된다.

3.1 운반노즐과 공급호퍼

공기제트는 높은 속도(최고 음속까지이며 라발노즐에서는 더 높음)까지 운반노즐에서 가속되어 공기제트의 잠재에너지를 운동에너지로 변환시킨다. 흡입되는 제트는 주변압력하에 있는 포집노즐과 혼합관으로 들어간다. 이것은 공급호퍼를 거쳐 공급된 재료는 어떠한 기계적인 연결장치의 추가없이도 이송관로까지 운반될 수 있음을 뜻한다. 이 호퍼를 통한 먼지 입자들의 누출을 방지하기 위해서 이젝터는 공칭동력하에서도 주변으로부터 소량의 기체제트가 추가로 흡입할 수 있는 방식으로 설계되어야 한다.

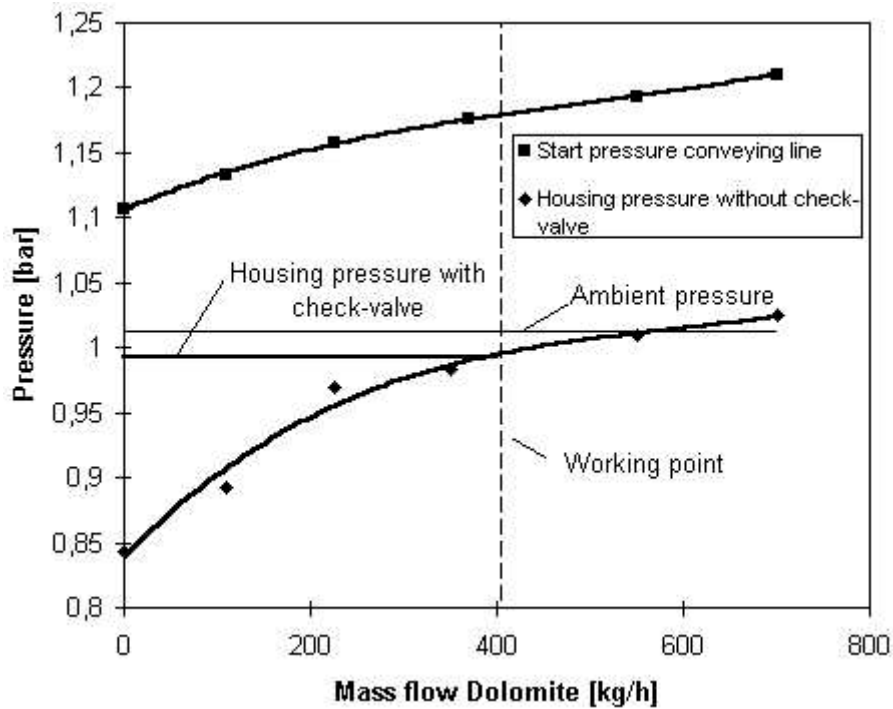
3.2 혼합관과 디퓨저

유입제트는 혼합관에서 다시 속도가 느려지고 운동에너지가 상당량 손실된 잠재압력에너지로 재변환된다. 이 에너지의 일부는 분체와 유입된 공기량을 가속하는데 사용된다. 디퓨저는 이후의 이송관로체계에 작용하는 공기제트의 속도를 하락시켜 보다 높은 압력으로 회복토록 한다. 디퓨저와 마찬가지로 인젝션 노즐, 혼합관의 직경과 길이는 가능한 이젝터의 높은 효율을 위해 재료와 적합하게 세심하게 조화를 이뤄야 한다.

3.3 체크 밸브

체크 밸브는 스머드는 공기를 흡입할 수 있도록 제작되었다. 시스템이 일정한 부하(일정 이송율)로 운전되지 않고 부분부하를 허용토록 되어 있으면 이젝터 하우징에는 높은 진공압이 생길 수 있다.(그림5 참조) [그림5]는 도로마이트(백운석)를 예로 든 경우의 하우징내 압력(체크 밸브가 없는 경우)과 이송관로 시작부의 압력에 대한 이송재료의 공급을 영향을 나타낸다. 재료 이송율은 400kg/h 이며 이 이송율에서 하우징내 압력은 주변 압력(대기압) 이하까지 내려간다는 것을 볼 수 있다. 가장 나쁜 경우는 스크류 공급기에서 재료가 빨려나가게 되는 것이다. 이 점을 해결키 위해 체크 밸브는 공기를 흡입하여 지정한 수준으로 진공압을 유지시킨다.

이젝터가 정확하게 제작되었다 할지라도 즉, 전부하 상태에서도 적은 량의 기체가 흡입될 수 있다 할지라도 유동특성이 나쁜 재료인 경우에는 점진유동(mass flow : 질량유동)이 불안정하게 될 수도 있다. 이것은 간단하게 이젝터의 딸꾹질로 표현된다. 즉, 좀 더 많은 분체가 운반되기 위해서 기체의 일부가 역방향으로 흘러간 것이다. 가압은 진공압을 대신하여 하우징 내에서 짧은 시간동안 형성된다. 이것이 가압이 발생하면 외부방향으로 밀봉하면서 공기흡입을 할 수 있는 시스템으로 구성되게 하는데는 체크 밸브가 절대적으로 필요한 이유이다.



[그림5: 도로마이트의 점진유동에 따른 이젝터 하우스링과 이송관로의 인입압력변화]

체크 밸브는 이송과정중 래틀링(쥐구멍 현상)의 발생을 방지할 수 있는 기술수준에 따라 선택된다. 허용진공압은 이젝터의 구조에 따라 결정된다.(기준값: 약 5 ~ 25 mbar)

3.4 완충체적(완충하우징)

재료공급의 불규칙성, 미끄러짐 혹은 불가피한 불안정 등이 완화될 수 있도록 하는 완충탱크(호퍼)의 용량을 작게하는 것도 중요하다. 예를 들어 완충탱크 없이 로타리 밸브가 이젝터에 너무 가까이 위치한다면 이젝터에서의 재료공급은 압축하게 되고 시스템이 정지하게 될 것이다. 완충탱크의 크기를 결정하는 기준은 수집된 재료를 최소한 90 ~ 120초 동안은 저장할 수 있는 용량이어야 한다. 완충체적은 공급장치를 점검(조정)하는데도 사용될 수 있다.

3.5 디퓨저/혼합관의 교환성

석영사나 플라이 애쉬 같은 재료들의 경우, 디퓨저나 혼합관에 마모를 일으키거나 덩어리를 생성하기도 할 것이다. 이런 이유로 포집노즐, 혼합관과 디퓨저 등 모든 장치가 교환 가능해야 한다.

이송성능의 두드러진 하락이 인지된다면 전체부품을 간단하게 교체될 수 있다. 예비 부품의 재고확보 없이 이송성능의 향상은 이젝터를 180° 회전시켜서 이를 수 있으며 이로써 유효수명을 연장하거나 완전한 부품이 공급될 때까지 사용할 수 있게 한다.

3.6 유동화 층

미세한 재료들의 경우, 하우징 바닥 위에 재료를 유동화시키는 것은 좋은 의도일 것이다. 이것은 이젝터 입구에서 재료의 좋은 유동을 보증할 것이다. 바닥은 청소와 비움을 쉽게 하는 분리가 용이하다.

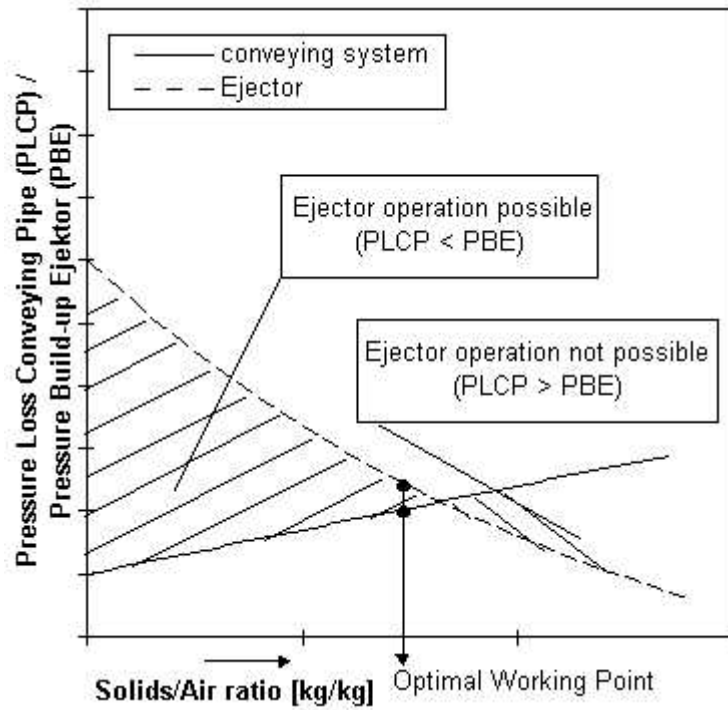
4. 뉴메틱 이송시스템에 채택한 이젝터

이젝터를 정확하게 설계하고 조정하기 위하여 이송관로에서의 압력손실 혹은 이젝터 토출부에서 일반적으로 예상되는 역압이 규명되어야 한다. 이에 상응하는 이젝터가 계산될 수 있다. 일반적으로 이젝터는 운동량과 에너지 균형의 변화에 의해 설계된다 ; 변화들은 재료가 속도에 대한 영향, 분체를 거친 실제마찰손실 등과 같은 물리적 과정들을 강조하거나 무시함으로써 만들어 질 수 있다. 기술상황에 따른 이젝터의 계산과 설계는 작업과는 별개의 주제를 만들 것이다. 이것은 분사노즐과 혼합관/디퓨저와 같은 가장 중요한 요소들에 단순히 참조될 뿐이기 때문이다. 실제적인 적용개소들과 설치취소, 계획실수 등에 중점을 둔다.

급격한 체적유동과 압력 특성들을 고려하여 가격적으로 유리한 루츠 블로어는 이젝터 이송에서 쉽게 선택되는 공기공급기 이다. 이것은 이젝터의 최대 공급압력이 어떠한 환경에서도 900 ~ 1,000 mbar 를 초과하지 않는다는 것을 의미한다.

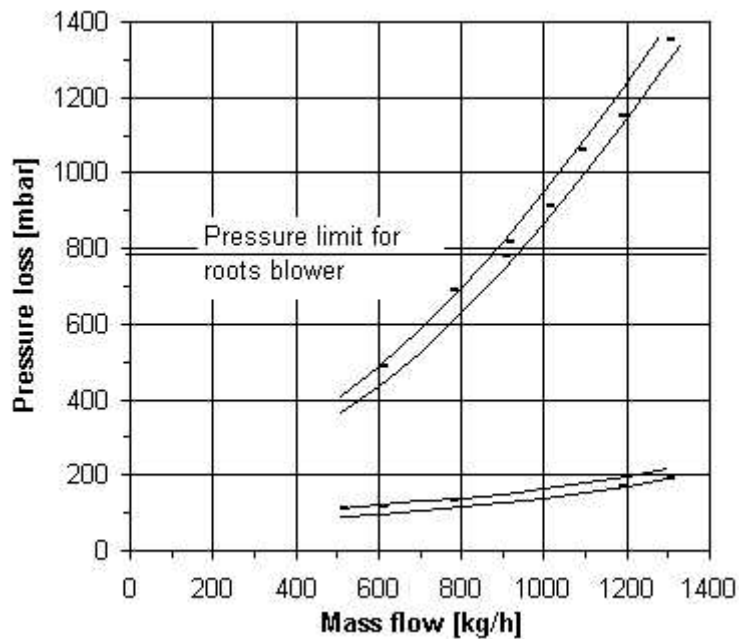
[그림6]은 함수인 분체비율에 상응하는 뉴메틱 이송관로와 이젝터에 대한 특성곡선을 나타낸 것이다. 이젝터에 의해 생성된 압력은 최소한 이송관로상의 압력손실보다는 높아야 한다. 최적작용지점(특성곡선의 교차점 왼쪽)은 그림에서와 같이 정의될 수 있다. 교차점 왼쪽에서는 항상 공급점에 진공압이 일어나므로 이젝터를 통한 재료공급이 가능하다. 교차점 오른쪽에서는 이송관로의 압력손실이 이젝터를 통해 형성된 압력보다 크다. 이로 인해 어떤 환경에서는 이젝터를 통해 재료가 빨려들 수도 있지만 공급점에서는 가압상태가 주로 이뤄질 것이며 이젝터의 유익한 효과를 이룰 수 없게 된다.

재료 적재량은 이젝터의 필요공급압력에 크게 영향을 끼치므로 특별한 주의를 해야 한다. 많은 경우들에서 이젝터는 중간압력 이젝터라는 것으로 간주된다. 이 이젝터들은 1.2 와 3 사이의 공급압력/시스템 압력비에 의한 특성을 갖는다. 이젝터의 공급압력은 주변압력에 따라 절대값으로 1.2 ~ 3 bar 사이에서 변할 수 있다. 크거나 작은 기준 압력비들은 이젝터의 압력을 높이거나 낮게 한다.



[그림6: 이젝터 이송의 작용 다이어그램]

[그림7]은 이젝터의 필요공급압력에 대한 재료적재량의 결정적인 중요성을 보여주기 위해 회(ash)이송의 예를 나타낸 것이다. 그리고 임계점이 주어진 공기의 일정체적유동에 매우 빠르게 접근되고 재료적재량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 최대공급압력은 시중의 루츠 블로어가 약 800 mbar(계기압)으로 한정되어 있어 최대이송율은 약 900 kg/hr 가 한계이다.



[그림7: 일정 가스량의 이송율과 이젝터 필요압력간의 상호관계성]

이미 언급한 바와 같이 내부전달과정에서 이젝터는 매우 높은 에너지를 가지므로 최대압력은 자연히 가장 좋은 장점으로 사용된다. 반면에 이송관로, 공기생산과 상부호퍼의 필터에 대한 초기투자는 공기체적유동에 비례적으로 상승할 것이다. 전달속도의 선택은 재료와 관로의 프라우드 數에 따라 결정될 것이다. 약 16 ~ 20 m/sec.의 속도(특히 작은 관로에서)는 미세입자의 분체에 대해 매우 적합할 것이다. 다른 대다수의 이송시스템들(가압탱크식 이송시스템을 포함한) 또한 이만한 크기의 관로이탈속도로 운전하므로 이젝터 이송이 보다 큰 관로마찰을 일으킨다는 선입관이 깨지고 있다.

5. 사용중인 공장들의 예

5.1 폐수 소각장의 전기집진기로부터 산화마그네슘 애쉬의 이송

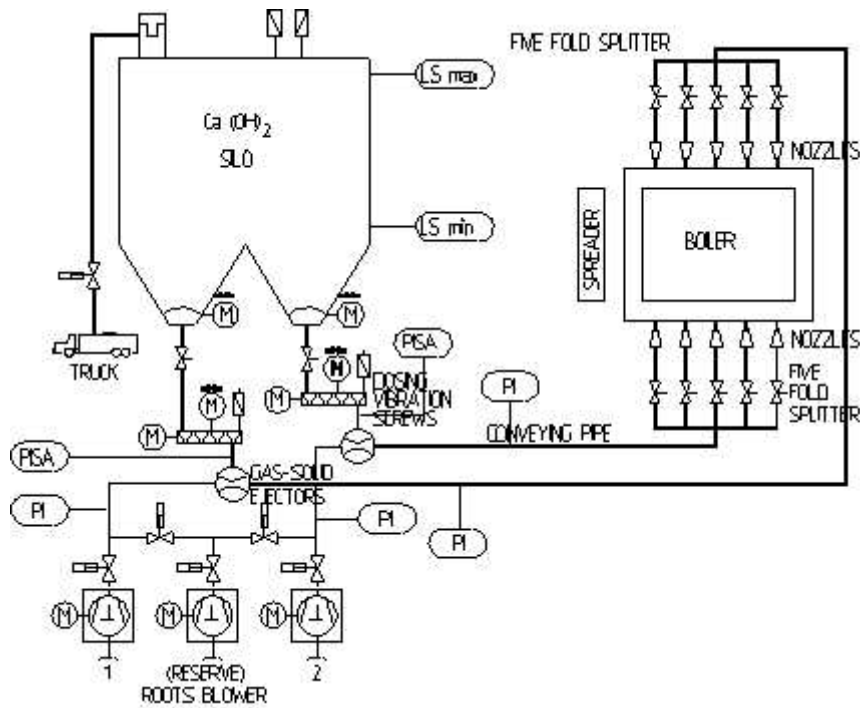
이 같이 특별한 경우, 플라이 애쉬는 아황산염 소각보일러에서 이송된다. 로타리 록은 이후의 습식세정을 위해 전기집진기에서 저장호퍼까지 가벼운 산화마그네슘 애쉬(표1. 재료 데이터 참조)를 이송하는 시스템 내부에 설치되어 있다. 최대 2.6 ton/hr의 MgO 애쉬가 이송된다(약 30 ~ 40 m³/hr에 상당하는 량). 누출공기로 인한 로타리 록의 단점들은 이송시스템을 완전히 정지케 하고 전기집진기 호퍼가 애쉬로 가득 채워지게 하는 경향이 높았었다. 전체 시스템은 전기집진기의 단락으로 인해 정지하게 된다. 결국 MgO 애쉬(약 100m³)는 흡입장치로 빨아내어야 한다.

새 로타리 밸브를 장치한 후 단시간 내 다시 발생하는 여전한 결점들은 공장운전가가 지속적인 문제해결을 위해 흡입장치와 같은 보수장치를 보관케 하고 필터주변을 규칙적으로 청소토록 한다. 유용한 원료인 애쉬가 이러한 방식으로 제거된다는 것은 미세경량 입자들을 대기중으로 날려 보냈다는 것을 의미하며 가까운 주변과 환경에 대해 부당한 부담으로 나타나고 있다. 이런 이유로 구형 애쉬 이송시스템은 보일러의 정상운전 동안 이젝터 이송시스템으로 교체되어 현재 약 5년동안 실제적인 문제없이 24시간 가동되고 있다(매년 디퓨저 교체시를 제외하고).

5.2 소각 건조시스템에서 연기중 공해물질의 저감을 위한

소석회의 이송과 분사

이젝터의 용도는 기술적으로 낮은 재료적재율이 필요할 때 항상 적합하다. 이에 대한 예는 석탄을 연료로 하는 화력발전소의 탈황설비이다. [그림8]은 연소챔버나 가스배출구 내부로 소석회 분사설비의 기본설계를 나타낸다. 이 주제에 대한 보다 상세한 내용을 제공하는 예가 참고자료(5)에 있다.



[그림8: 직탈황 설비]

재료(특히 이 경우 $Ca(OH)_2$)는 저장 싸일로에서 배출되어 진동바닥과 스크류 공급기로 계량된다. 계량된 재료는 연소챔버나 다분배변을 통해 가스배출구 내부로 재료를 불어 넣는 이젝터에 떨어진다. 일반적으로 $Ca(OH)_2$ 이송 이젝터에서 강철, 합금강과 플라스틱으로 된 디퓨저는 약 1 ~ 2일 후 완전히 막히는 것으로 알려져 있다. 그래서 이송운전을 계속하는 것이 완전히 불가능 해 질 것이다. 덩어리는 완전하게 경화될 것이며 기계적으로 제거하는 것이 어렵게 될 것이다.

약 20 m/sec.의 속도에서 이 이상한 작용은 설비제작사로 하여금 강철이 아닌 고무관로를 만들게 했다. 하지만 이것은 이젝터 자체의 문제점을 해결할 수 없었다. 첫 번째로 덩어리 생성을 방지하고, 두 번째로 6,000시간의 유효수명을 가지는 내마모성의 특수 플라스틱들이 사용된다.



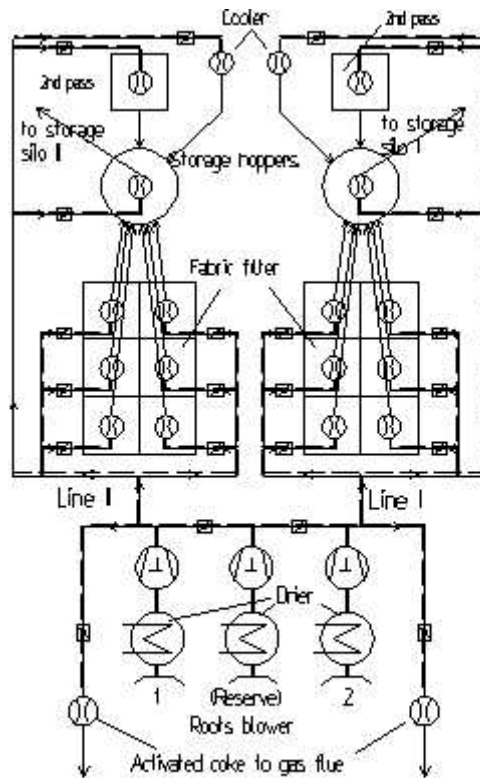
[그림9: 덩어리 재료이송용의 특수 이젝터]

이는 이젝터 이송의 장점은 특별한 용도에만 사용할 수 있음을 뜻한다. [그림9]는 덩어리 재료의 이송을 위한 특수한 이젝터 이다.

5.3 쓰레기 소각장의 배기가스 정화시스템의

플라이 애쉬, 보일러 애쉬 등의 잔류물 이송

이젝터 이송은 비교적 작은 량이 발생하고 짧은 이송경로를 가지는 쓰레기 소각장에서는 이상적인 선택이다. 많은 이송지점들을 고려하여 보일러 라인마다 루츠 블로어의 공기중앙공 급장치가 바람직하다.



[그림10: 쓰레기 소각장에서 중앙공기공급과 이젝터에 의한 플라이 애쉬와 활성코크의 뉴메틱 이송]

각 이송지점들의 피이송물들(이 경우의 예로는 ; 전기집진기, 증발형 냉각기에서 제거된 애쉬, 2번째 단계와 그 하위 단계들에서의 애쉬)은 중앙수집탱크에 이송되고 마찬가지로 여기에서 이젝터를 통해 저장싸일로로 들어간다. 활성코크공급 또한 이젝터를 통해 제공된다.

설비운전형태와 합성애쉬의 밀도 때문에 이송공기중의 습도가 낮을 지라도 덩어리를 생성할 수 있으므로 건조된 공기만이 사용되어야 한다. 게다가 온도는 이송라인이나 중간장치에서 80 ~ 100℃ 이하로 떨어지지 않도록 해야 한다. 그래서 공기는 가능한 모든 곳에서 뜨겁게 유지되어야 하며 이송관로는 충분히 단열되어야 한다.

쓰레기 소각장에서 이 같은 수단은 공기 혹은 배기가스중 극미량의 수분과 반응하는 CaCl_2 결정을 용융케 하는 이른바 분사건조기에서 애쉬에 이르기 까지 특별하게 적용한다. 각 이젝터 이송라인은 정확하게 계산되어야 하며 전체공기유동은 각 라인에 정확하게 배분되어야 한다.

6. 미립자 재료용 특수설계의 이젝터

6.1 다분사 노즐의 이젝터

인입되는 공기제트가 여러 개의 오리피스에 똑 같이 배분된다면 공기-공기 단상이젝터에서 두드러진 효율향상이 관찰된다. 같은 결과들이 정수조의 환기과정에서 2相(공기-물)혼합물에 대해 시험적으로 측정되었다. 분체 이젝터들에 대한 유사한 논문들 까지 제출되고 있다.

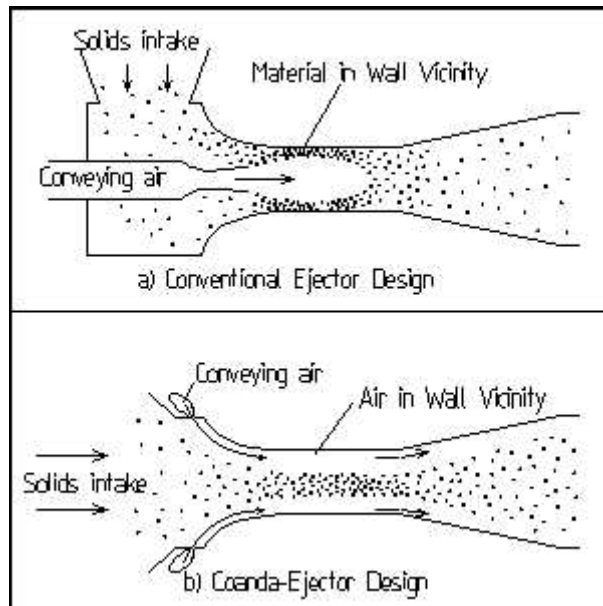
6.2 콘다 이젝터

이젝터의 이송공기가 중앙이 아닌 동심원의 환상(環狀)공간을 통해 유입될 수 있다. 이것은 용도에 따라 다양한 장점들을 가진다. [그림11]은 환상공극노즐이 있는 이른바 콘젝터를 나타낸 것이다. 이송공기는 동심원의 공극을 통해 유입된다. 콘젝터는 이송제트를 생성하는 콘다효과를 이용한다. 급경사진 부분은 가스유동이 내벽표면을 따라 일어나도록 한다. 재래식 이젝터들과는 반대로 분체들이 이송공기의 확산에 따라 하우징 내벽과 접촉하지 않고 전 단면에 균일하게 분포한다(그림12 참조). 이는 여러 시험들에서 필연적으로 확인된 바와 같이 디퓨저와 혼합관로의 벽에 덩어리가 생성되는 문제점들을 감소시킬 수 있다. 소재가 일반 강철임에도 불구하고 이런 종류의 이젝터는 혼합관/디퓨저 영역에서의 덩어리 생성을 상당히 감소 시켰다.



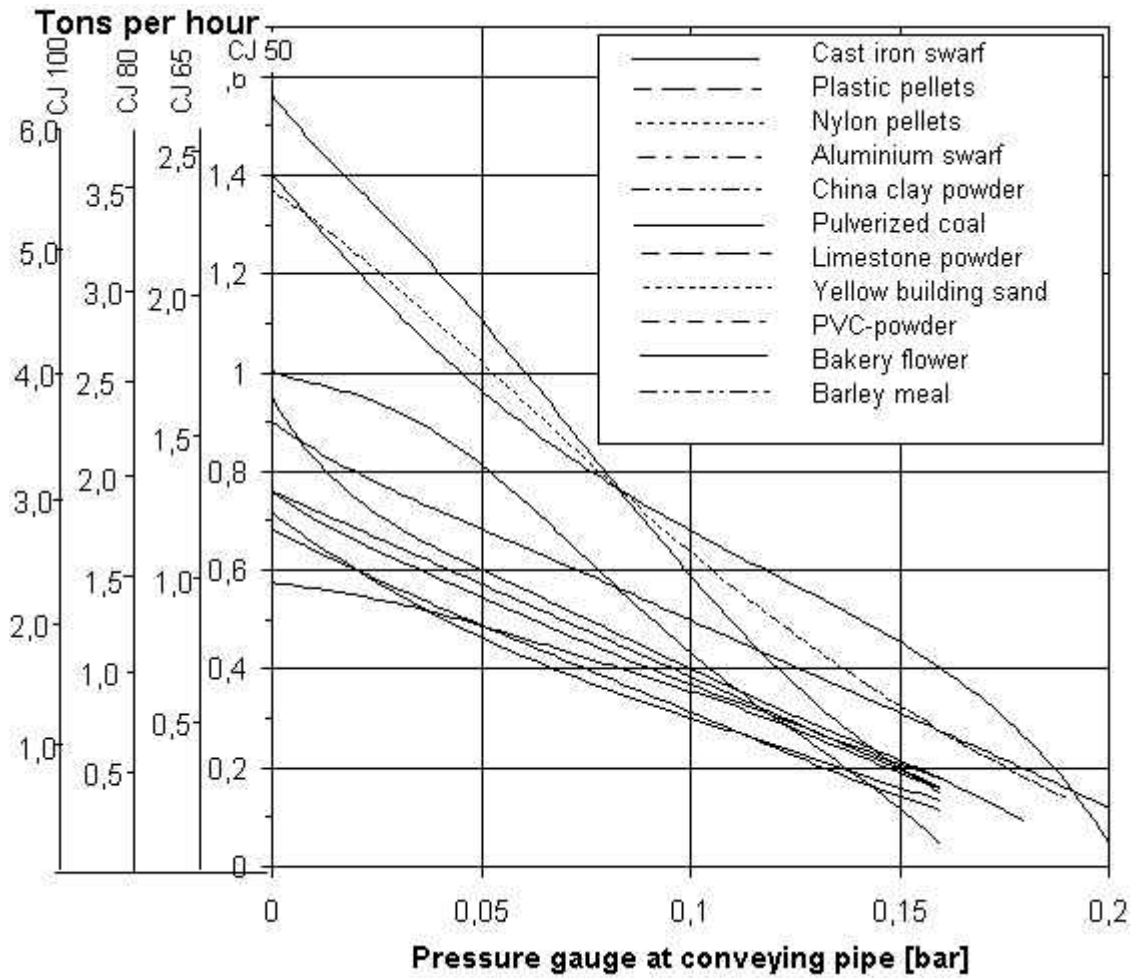
[그림11: 콘젝터]

하지만, 이젝터가 재료를 수평이송하는데는 최적으로 작용하지 않았기 때문에 성능범위가 다소 제한 되었다. 정확한 대체안은 유체의 바닥을 통해 중심부에서의 재료공급이 었었다. 콘젝터의 또 다른 장점은 공극의 간격을 조절하므로써 간단하게 성능이 조절된다는 것이다. 이것은 아무 문제없이 높은 성능을 내기 위해서는 공급압력을 높인다는 것을 의미한다. 반면에, 부분부하의 경우에서 공기압축기의 동력소모는 공급압력의 감소(공극의 간격증가)로 운전비용이 절감될 수 있다.



[그림 12: 다른 구조의 이젝터에서의 분체유동]

[그림 13]은 이송관로에서 공칭공극이 다른(DN50 ~ DN100) 콘젝터들의 말단압력에 따른 성능들을 보여준다. 다른 입자크기와 밀도를 갖는 여러 가지 재료들이 제시되어 있다. 그들의 특성들은 대체로 중앙분사노즐의 이젝터에 적용된다.



[그림 13: 재료와 공칭공극, 이송관로에서의 역압에 따른 이젝터(콘젝터)의 성능]

7. 개요

이젝터는 뉴메틱 이송라인에 재료를 내부로 전달키 위해 사용되어 왔었다.

이젝터의 주된 장점은 다음과 같다.

- 공급점에서 약간의 진공압이 로타리 밸브로 이송라인에 공급할 때의 누출공기와 같은 문제점을 배제한다.
- 단순한 구조와 작동부가 없어 유지관리작업이 적다.
- 고온에서도 운전가능
- 연속운전
- 높은 운전 신뢰성
- 장수명(내벽재질과 분체종류에 따라 디퓨저 1개당 20,000 시간 까지)
- 체크 밸브를 통한 공기흡입구에 의해 향상되는 재료유동

이젝터 이송의 커다란 단점은 내부전달과정에서의 높은 에너지 소모이다. 하지만 로타리 밸브 이송과 관련된 어려움을 알고 있는 운전자들은 매우 높은 운전신뢰성에 대한 선호로 이 단점을 기꺼이 수용한다.

다음 사항들은 이젝터 이송으로 기존공장을 재설계하거나 재설치할 때 고려되어야 한다.

- 공기의 유효공급을 고려한 사항에서 가능한 최대효율을 이루기 위한 이송라인과 이젝터의 정밀한 설계
- 이젝터와 계량장치사이의 충분한 완충체적
- 분체종류에 따른 혼합관/디퓨저의 선택
- 유동성이 나쁜 재료들의 경우에는 이젝터 하부를 유동화 시킨다.

이젝터의 설계는 후속 이송시스템과의 연결이 고려되어야 하며 그래서 전문회사에 위탁하거나 포괄적인 제품과 공정상의 노하우에 대해 컨설팅을 받아야 한다. 정확한 치수관리와 정밀하게 조화된 이젝터 이송시스템만이 운전자가 또 다른 곳에 관심을 가질 수 있도록 하는 신뢰성과 원활한 공장운전을 보장할 것이다.

참고자료

1. W. Hutt: "Untersuchung der Strömungsvorgänge und Ermittlung von Kennlinien an Gutaufgabeinjektoren zur pneumatischen Förderung", Diss. Univ. Stuttgart-Hohenheim; 1983
2. H.P. Schlag: "Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Berechnung der Kennlinien von gasbetriebenen Einphaseninjektoren und Gutaufgabeinjektoren", Fortschrittberichte VDI, Reihe 3, Nr. 313, Düsseldorf, 1993
3. U. Wagenknecht: "Untersuchung der Strömungsverhältnisse und des Druckverlaufes in Gas-/Feststoff-Injektoren", Diss. Uni. Braunschweig, 1981
4. Company sales literature, Fa. DMN, Noordwijkerhout, Niederlande
5. K. Schneider: "Mopping-up Pollution / Practical Experience with Pneumatic Injection and Conveying Systems", Gypsum, Lime & Building Products, Heft 1/96, S. 23 - 26

		Limestone	Slaked Lime	Dolomite	Magnesiumoxyd
		CaCO ₃	Ca(OH) ₂	CaMg(CO ₃) ₂	MgO
Mean Particle Size dp ₅₀	[mm]	0.01-0.02	0.0025-0.004	0.015-0.025	0.02-0.03
Specific Density	[kg/m ³]	2700	2300	2900	3500
Bulk Density	[kg/m ³]	800-1200	300-500	950-1300	60-80
Angle of Repose	[°]	30-45	40-55	35-45	45-60
Particle Hardness	[Mohs]	2-4	1.5-3	2-4	1-2
Specific Surface BET	[m ² /g]	0.8-5	20-45	0.5-2	
Geldart Classification	[1/1]	A/C	C	A/C	C

Table 1: Physical Properties of Bulk Solids

Additional Photos:



Abb.14: Ejector DN80 for Conveying of flue ash

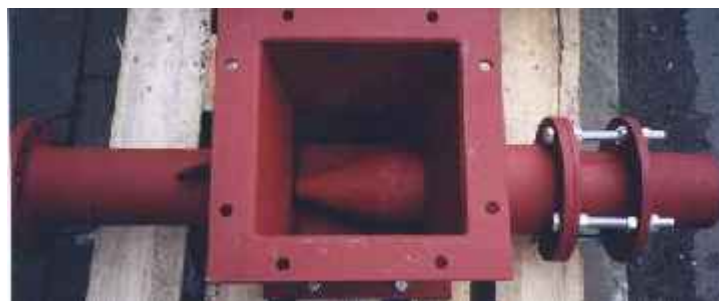


Abb.14: Ejector DN80: View into the intake zone, nozzle