

배연 탈황용 해수세정기의 설계 추천

아래의 자료들은 더 올라간 해수 온도, 35°C를 기준으로 이미 추천 드렸던 배연 탈황용 해수 세정기에 대한 수정된 추천 결과들을 요약하였습니다.

우리는 다른 설계 기준들은 동일하더라도, 수온이 높을수록 단위 체적의 해수량당 더 작은 양의 SO₂의 증기가 용해되기 때문에, 수온은 가동 중 도달 가능성이 있는 최고 수온을 기준으로 설계하여야 합니다. 상승된 수온에서는 더 많은 해수 유량을 필요하게 되므로 세정 반응탑의 직경이 약간 더 커졌습니다.

설계 기준	
처리 건 가스 유량 :	600.813 Nm ³ /s
처리 가스 중 수증기 함량 :	11.725% (v/v)
처리 가스 총 유량 :	923.586 Am ³ /s at 3.7 kPag
가스 온도 :	80°C
희망 출구의 SO _x 농도 :	< 97 g/s
설계 추천	
세정액 :	한번 여과된 35°C 해수
해수중 총 알칼리 성분 농도(CaCO ₃ 기준) :	116.6 mg/L (2.332 mequiv/L)
반응탑 직경 :	20500 mm
총진 촉매 높이 :	4000 mm
총진 촉매 명 :	Q-PAC (glass-filled PP)
분무 제거기용 총진 매체 :	500 mm 두께의 #2 NUPAC
분무 제거기의 압손 :	0.8 mbar
SO ₂ 제거 효율 :	> 96%
Simulation에 의하여 계산된 예측치	
해수 유량 :	26,000 m³/h
총진 촉매단의 압손 :	7.8 mbar
액체 Hold-up :	10.10%
Flooding 현상에의 접근 :	하부 51%
출측 해수 온도 :	39.2°C
출측 해수의 pH :	~2.68
출측 가스 온도 :	35°C
출측 가스 유량 :	2,296,193 Nm ³ /h

주의 사항 : 해수 유량은 35°C에서 CaCO₃ 기준으로 116.6 mg/l의 최소 해수 중 알칼리 성분 농도를 기준으로 계산되었습니다. 만일, 어떤 경우 이 알칼리 성분 농도가 그 보다 낮으면 위와 같은 제거 효율을 얻기 위해서는 해수의 유량이 증가되어야 하고, 그 반대의 경우에는 해수의 유량이 감소되어야 합니다. 그러므로, 안전율을 높이기 위하여 추가 용량을 가진 펌프(이런 큰 용량의 펌프는 필시 가변속 모터를 필요로 할 것입니다.)를 포함하여 설계하는 것이 사려 깊은 설계일 수 있습니다. Q-PAC의 고 유량 소화 능력이 운전자가 과도한 압손 없이 필요시에는 해수 유량을 증가시킬 수 있도록 허용합니다.

우리는 SO₃가 이 세정기로는 매우 적은 양이 제거될 것으로 예상합니다. SO₃는 수증기와 반응하여 황산 방울의 연무나 안개를 형성할 것입니다. 이 농축 황산 방울들은 수증기를 더 흡수하여 커질 것이고, 특히 세정기내에서 수증기가 완전한 포화상태가 되면 더 할 것입니다. 그 가장 큰 연무 방울들 중 일부는 세정기 내에서 낙하할 것이나, 우리가 그 양을 예측하지는 못합니다. 그것은 연무 방울들의 크기 분포에 따라 다르며, 사용되는 냉각액의 종류와 냉각액의 세정기 통과 거리(Duct 체류 시간)에 의하여 영향을 받게 될 것입니다.

1 미크론 이하 크기의 연무의 방울들은 어떤 무작위 충전 촉매로도 제거될 수 없습니다. 일부의 고객들은 고밀도 복합 mesh pad로 2 미크론 이상 크기의 입자들을 99% 잡음으로서 높은 제거 효율을 달성하고, 유지합니다. 그러나, 그 방법의 단점은 이 mesh pad가 약 75 ~ 100mm-H₂O의 압손을 추가시킬 것이라는 점입니다. 그래서, 일부의 고객들은 용도에 맞는 것으로 확인되면, 복합 mesh pad의 문제점의 개선 능력을 가진 500mm 두께의 #2 NUPAC을 분무 제거기로용으로 선택합니다.

Q-PAC 촉매는 상승된 온도에서 적합한 강도를 제공하기 위하여 유리로 보강된 폴리프로필렌(glass-filled polypropylene)으로 제작되어야 합니다. 세정기(Scrubber)는 충전 된 촉매들이 완전히 젖어서, 통과 가스가 완전히 냉각되지 않으면 운전자가 시동시킬 수 없도록 하는 제어 시스템을 갖도록 설계되어야 합니다. 이 설계 기준에서는 4,000mm 높이의 충전단을 물이 통과하여 흐르기 위하여는 약 20초 걸릴 것입니다. 그 제어시스템은 물이 세정기 내부에 흐르지 않을 경우에는 세정기 내부로 뜨거운 가스가 흐르지 않고, 다른 경로로 자동 유동할 수 있도록 설계되어야 합니다.

위에 적힌 압손, 압축적 부하 및 Flooding 현상으로서의 접근은 청결한 충전 촉매를 기준한 것입니다. 어떤 반응탑이 해수의 strainer를 통과하여 흐를 부유 고용물들에 의하여 막히게 될 가능성이 있는 경우에는 상대적으로 낮은 압손이 생기도록 애초에 설계되어야 합니다. 우리는 압손이 시간이 경과하면 서서히 상승하고, 그리하여 충전단의 무게, 압손 그리고 액체의 Hold up을 증가시킬 것을 예상해야만 합니다. 높은 공간율과 막힘에 대한 높은 저항력을 가진 Q-PAC은 막힘을 최소화 할 것입니다.

세정 반응탑 내에 흐르는 액체와 기체의 분산도 결정적으로 중요할 것입니다. 예를 들어, 60%의 기체는 충전단의 한 반쪽 부분을 통과하여 흐르고, 40%의 기체는 충전단의 다른 반쪽 부분을 통과하여 흐르게 된다면 계산 제시된 것보다 낮은 액기비에서 대부분의 기체가 세정될 것이고, 따라서, 그 부분의 SO₂ 가스 제거율은 상당히 더 낮을 것입니다. 우리는 기체를 균등하게 분산시키기 위하여 풍향 변경 날개판이나, 반응탑 내부로 연장되고, 끝에 elbow를 가진 입측 duct의 사용을 권장합니다.

기체의 유동을 막지 않고, 많은 양의 액체를 배출할 수 있는 넓은 개방 면적을 가진, 기체가 주입되는 다수의 보 형태의 충전단 지지대들을 사용하는 것도 또한 중요합니다. 일반적인 보나 격자형 지지대들은 통과 시에 가용 개방 면적을 많이 차지하려고, 기체와 액체가 경쟁하는 현상이 나타나서, 수평의 격자 표면에 많은 액체가 held up(흐름의 지체)되는 경향이 있습니다. 충전단의 지지대는 기체의 유속이 flooding(홍수)현상을 일으킬 정도로 충분히 빠르지 않아도 flooding 현상을 생기게 하는 병목 또는 관문이 될 수도 있습니다. 충전단 지지대도 안전율이 여유 있게 설계되어야 합니다. 많은 LanTec의 고객들은 통상 실제의 hold-up은 그보다 낮게 예상되더라도, 최악의 경우인 0.20m³/m²의 용액의 hold-up을 기준으로 설계합니다.

이러한 세정기에서 배출되는 따뜻한 해수들은 매우 유해합니다. 그것이 어디에서나 공기와 접촉하면 치명적일 수 있는 농도로 SO₂를 배출할 수 있습니다. 이 배출수의 취급을 위하여는 필수적인 안전 유의 사항을 지키고 있는지 확인하시기 바랍니다. 그 세정기의 배출수는 공기와 접촉하여, 바다로 돌려 보내지기 전에 좀 더 차고, 알칼리 성분이 많은 물로 희석되어야만 합니다.