

< 技術解説 >

염속 탈청

윤 병 하*

염속탈청은 니켈합금, 코발트합금 및 스테인레스강 등에 생긴 두껍고 강한 밀착성을 가진 녹을 제거 하는데 가장 좋은 방법이다.

1. 염속 스케일 제거방법

염속 스케일 제거는 환원, 산화, 전해의 3가지로 분류된다. 산화에 의한 염속공정이 가장 안정하고 설치비용과 유지비가 적게 들지만 니켈모합금이나 코발트 모합금의 합금 및 스테인레스강에 생기는 두껍고 강한 접착성의 녹을 제거하는데에는 환원 및 전해공정이 더 효과적이다.(완전한 스케일 제거를 하기위하여는 염속스케일제거후에 산침지나 산세가 필요하다)

전해법으로는 환원법보다 훨씬 완전하게 스케일을 제거 할 수 있지만 유지비, 설치비 등이 상당히 비싸다. 환원법에서는 욕온이 낮으므로 고온에서 성질이 변하는 금속의 스케일을 제거할때는 유리하다.

2. 환원법 (수소화 나트륨처리법)

이 방법은 1.5~2.0%의 나트륨하이드라이드를 함유하는 용융가성소다염속에 금속을 집어 넣어 스케일을 제거하는 방법이다. 나트륨하이드라이드 스케일제거방법의 메카니즘은 금속산화물을 금속으로 환원하거나 혹은 저산화물 형태로 환원하는 것이다.

환원된 금속은 급냉시키거나 필요하다면 산침지를 하여 제거한다.

캐리어로는 공업용 가성소다의 용융체이며 보통 370℃ ± 10℃ 에서 작업한다.(취급재료에 따

라서 욕의 작업온도는 360℃~415℃ 까지 변할수 있다. 그 이유는 시효(aging)나 템퍼링(tempering) 온도같은 야금상의 문제를 만족시키기 위해서다. 욕은 보통 345℃ 이상 작업온도 바로 아래에서 공전시킨다.)

활성 스케일제거제인 나트륨하이드라이드는 부분적으로 욕내에 잠겨있고 욕조의 내부벽을 따라 정열되어 있는 발생장치(generator)내의 수소와 금속나트륨이 작용하기 때문에 요구되는 농도(0.5~2.0%)로서 유지된다.

욕조내의 나트륨하이드라이드의 농도는 정기적으로 분석하거나 필요하다면 나트륨의 잠입속도를 조정함으로써 조절한다.

취급재료는 욕조내에 침지시키고 스케일의 환원반응이 끝날때까지 욕조내에 그대로 둔다. 이 유지시간은 금속의 종류나 스케일의 양에 따라 다르며 보통 수초에서 20분까지이다. 예외적으로 티타늄은 환원이 끝나자마자 반응이 멈추기 때문에 지나친 처리가 별다른 악영향은 미치지 않는다.

공정사이클이 끝난 다음에 욕조에서 꺼내어 잠시동안 잔여용액을 제거하고 물에 급냉한다.

급냉을 하면 환원된 스케일은 충격을 받아서 금속표면에서 제거된다. 급냉시킨 다음 산성용액에 침지시키고 물로 세척하면 맑고 깨끗한 표면이 얻어진다. 산용액처리는 검사를 위한 재료를 만들거나 기계가공이나 연마를 뒤이어 하는 재료에는 이용하지 않을 수도 있다.

티타늄의 경우에는 종래의 욕조를 이용하여 스케일을 제거할 때 심각한 문제로 나타나는 수소발생을 감소시키기 위하여 개선된 수소화물 염속이 개발되었다.

근본적인 구조에 있어서는 종래의 욕과 비슷하지만 개선된 욕은 산화티타늄으로 포화되고 수소발생을 감소시키는 효과를 향상시키기 위하여 15~22%의 탄산소다를 첨가시킨다. 개선된

* 경북대학교 금속공학과 교수

복에서는 티타늄의 손실은 적으며 스케일 제거속도도 빠르다. 나트륨하이드라이드는 농도가 0.5~1%이고, 온도가 370°C정도인 경우에 제일좋은 결과를 얻을 수 있다. 개선된 욕을 스테인레스강이나 합금강에 사용해도 그다지 악영향을 미치지 않는다.

3. 산화공정 (가성소다)

환원공정에서 캐리어욕을 구성하는 가성소다는 산화공정에서도 역시 주요성분이다. 그러나 여기에서는 보통 여러가지 첨가하는 산화제염과 함께 활성제로서 작용한다. 산화제의 함량과 형태에는 여러가지가 발표되어 있으나 대표적인 조성범위는 다음과 같다.

가성소다 : 60~90%, 질산소다 : 7~32%, 식염(NaCl) : 1.5~6%, 작업온도는 480°C가 가장 적당하지만 보통 430~540°C 정도이다.

[1] 스케일제거 메카니즘

스케일은 높고낮은 산화물질로 되어있다. 스케일이 있는 금속을 산화염욕에 침지시키면 금속과 스케일이 모두다 작업온도까지 급격히 가열된다. 이때 스케일과 금속의 열팽창율이 다르기 때문에 스케일에 균열이 일어난다. 그러면 염이 스케일-금속사이에 침투해 들어가서 산화도가 낮은 산화물을 산화시켜 가용성염이나 물로 만든다. 이러한 작용은 스케일의 물리적 단위를 변화시키고 부풀게 하여 유연하고 기공이 많게 만든다. 급냉하면 맹렬한 반응이 일어난다. 증기에 의해 균열은 더욱 심하게 발생하고 다소의 스케일은 떨어진다. 남은 스케일은 형성해져서 산세나 산침지에 의해 제거되기 쉬운상태로 변한다.

4. 전 해 공 정

전해 공정은 batch-type로 실시하고 있지만 원래 연속조업으로 고안된 것이다.

여기서 설명하는 것은 연속조업에 속하는 것이다.

작업을 하기 위해서는 비슷한 조성을 가진 2개의 탱크가 필요하다. 보통 작업온도는 482°C이고 욕의 대표적인 조성 및 성질은 다음과 같다.

가성소다 : 75%, 염화나트륨+불화나트륨 : 10%
탄산소다 : 14%, 기타탄산화물 1%, 용점 : 288°C

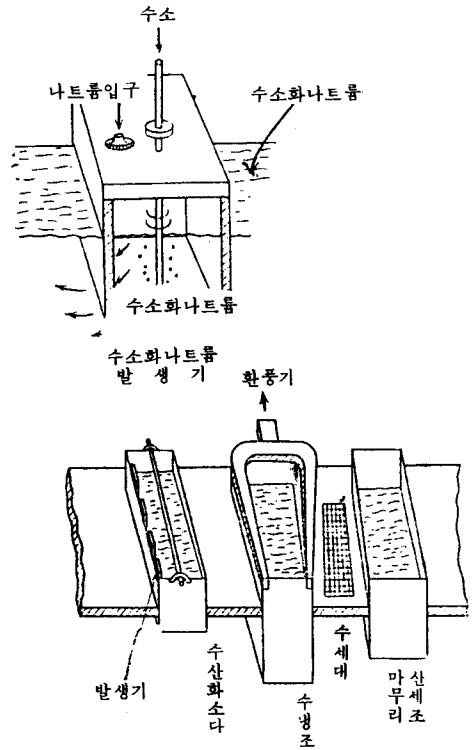


그림 1 수소화나트륨 환원

499°C에서의 점성 : 26 sec, 492°C의 액체상태에서 무게 1.76g/cm³ (110 파운드/ft³), 상온의 고체상태무게 2g/cm³ (125 파운드/ft³), 용융열 40 cal/g (72 Btu/파운드) 스트립강이 어니일로부터 두개의 스케일제거 탱크를 통하여 연속적으로 이동된다.

첫번째 탱크에서는 음극에서 스트립으로 직류 전류가 통한다. 두번째 탱크에서는 스트립에서부터 양극으로 직류전류가 흐른다. 2개의 탱크에서는 스트립을 통하여 음극에서 양극으로 전류가 흐르지 않도록 절연되어야 한다. 스트립은 두번째 탱크에서 산세 및 스크라빙과 전조장치까지 계속 통과시킨다.

전류가 공급될 때까지 염의 활동은 중성이다. 스트립이 첫째 탱크에서 양으로 됨에 따라 염은 스케일은 산화시킨다. 두번째 탱크에서 스트립이 음으로 되면서 염의 작용과 수소의 방출에 의해서 스트립표면에서 고산화의 산화물이 제거된다. 이공정에서 염욕내의 조성은 스트립의 상태에 따라서 점차 변한다.

예를들어 열가압연에서 가공된 스케일이 두꺼운 스트립을 계속 처리하면 탄산염 농도는 증가하고 가성소다농도는 감소한다. 염내에 과산화나트륨이 계속 축적되는데 이 현상은 냉각압연된 스트립에 대한 스케일제거 염욕을 산화시켜서 전류 없이도 생활할 수 있는 염욕을 만들도록 작용한다. 이것의 사용은 스트립이 어니일링 및 피클링될 때 방전불꽃의 위험을 없게해준다.

5. 공정선택요소

산세 및 기계적 스케일 제거방법과 비교하면 염욕스케일 제거법은 아래와 같은 장점이 있다.

- ① 스케일 제거가 되는 합금의 범위가 넓다.
- ② 표면에 연속성이 없는 스케일의 제거에 효과가 크다.
- ③ 모든 등급의 스테인레스강에 있어서 스케일 제거에 요구되는 시간이 적다.
- ④ 공식(피팅)이나 국부적 에칭이 없어서 균일한 표면을 얻는다.
- ⑤ 금속의 손실이 적다.(산세의 1~3%정도)
- ⑥ 폐액 처리문제가 적다.(산세의 수명을 연장 시킴으로써)
- ⑦ 수소취성이 없고 산세시에 생기는 수소취성을 최소로 줄인다.
- ⑧ 최후처리에 있어서 기계적 방법보다도 파괴성이 적다.

염욕 스케일제거법의 단점

- ① 370~540℃의 높은 작업온도에 따른 특별한 가열 및 취급장치가 필요하다.
- ② 0.76mm 이하의 얇은 재료는 이그러진다.
- ③ 연속조업이기 때문에 금속을 조에 잠 기계하는 침지롤(immersion roll)이 필요하며 이들이 기계적표면 손상의 원인이 된다.
- ④ 유지비가 비싸다.
- ⑤ 전해공식(피팅)을 일으킬 수가 있고 티타늄이나 합금을 연소시킬 수 있다.
- ⑥ 티타늄이나 그합금을 취약하게 한다.(특히 개선하지 않은 나트륨하이드라이드욕을 사용할 경우에는 더욱 심하다)
- ⑦ 연속조업시에 생기는 두꺼운 스케일 제거에는 효과가 적다.

[1] 금속의 적합성

모든 탄소강, 합금강, 공구강, 스테인레스강, 구

리, 니켈, 코발트, 몰리브덴늄 등의 비철합금 및 기타 내열 금속 등은 이들 3가지 스케일 제거법의 하나로서 제거가 되지만 스테인레스강, 니켈, 크롬 및 내열 금속에서는 나트륨하이드라이드 방법이나 전해방법이 잘 이용된다.

몇 가지의 금속들은 염욕 스케일제거법의 경계(염욕 스케일제거 방법이 가장 적절한 것은 아니지만 보통 이 방법밖에 다른 방법이 없는 다른 스케일법과 경계 되는 방법)부에 위치한다.

이 때에는 조심스런 관찰을 요한다. 예를들면 티타늄이나 지르코늄은 수화물욕이나 전해공정에서 수소 때문에 취약해 지기 쉽다. 만약 이러한 방법으로 스케일제거를 하게 된다면 처리시간을 매우 짧게 해야하며 엄격히 조절해야 한다. 370℃~540℃에서 석출경화시킨 금속도 역시 경계부에 존재한다. 만약 염욕방법이 사용 된다고 하면 조내에서의 시간은 매우 짧아야 한다.

염욕 스케일제거 방법을 사용하는데 적절하지 못한 금속들 즉 반응성이 크거나 용점이 낮은 금속에는 알루미늄, 마그네슘, 아연, 카드뮴, 납, 주석등이 있다. 작업온도보다 낮은 온도에서 열처리하거나 템퍼링 하였던 강도 염욕 스케일 제거법에는 적당하지 않다. 그 이유는 강의 성질이 나빠지기 때문이다. 박판압연(두께가 0.5mm 이하)한 제품은 염욕조업시에 이그러지기 쉽다.

[2] 가공물(제품)의 모양과 크기

일반적으로 염욕내에서 다른제품과 서로 분리(떨어져서)된 채로 작업할 수 있는 부품들은 염욕 스케일 제거법을 사용할 수 있다. 모양에 대하여는 코일이나 연속스트립이 염욕방법에 잘 맞는다. 또한 조내에 서로 분리되게 제품을 걸 수 있고 구멍이나 틈 혹은 요철부(작업을 끝낸 후 용액을 배수시킬 때 잘 빠지지않게 함)가 없는 제품에도 잘 맞는다. (복잡한 엔진 몸치는 배수성이 나빠서 염욕제거가 좋지않은 한 보기이다.) 크고 평평한 표면이 있는 제품이나 서로 포개어 끼워지기 쉬운 제품에는 특히 주의가 필요하다. 모든 제품의 표면은 효과적인 스케일 제거를 위해서 염욕과 잘 접촉되어야 한다. 때때로 제품 사이에 조그마한 선을 끼워서 조업하여 염과의 접촉을 효과적으로 얻을 수도 있다. 염욕을 사용할 때에는 일반적인 야금의 문제성을 충분히 고려해 보아야 한다. 예를들면 370℃~540℃ 온도에서 급냉하는 것은 용접할 얇은 부분에 매우 유해하다. 통상 열처리하는 제품은 충분히 두꺼워서 급

냉할 때 이그리지지 않는 것이어야 한다.

6. 장 치 설 계

염욕 스케일 제거법에 요구되는 장치는 디자인이나 크기 및 기타 여러가지 면에 있어서 매우 변화가 심하다. 그러나 스케일 제거 작업탱크 및 급냉조, 산용액 세척 및 세척, 건조를 위한 설비 등은 항상 기초 장치이다.

[1] 나트륨 수소화물 (나트륨하이드라이드) 탱크 : 전형적인 회분식의 나트륨 수소화물조를 그림 2에 나타내었다. 그림에서의 탱크는 가스연소식이지만 다른 나머지 장치는 가열방법을 고려하지 않으면 근본적으로 동일하다.

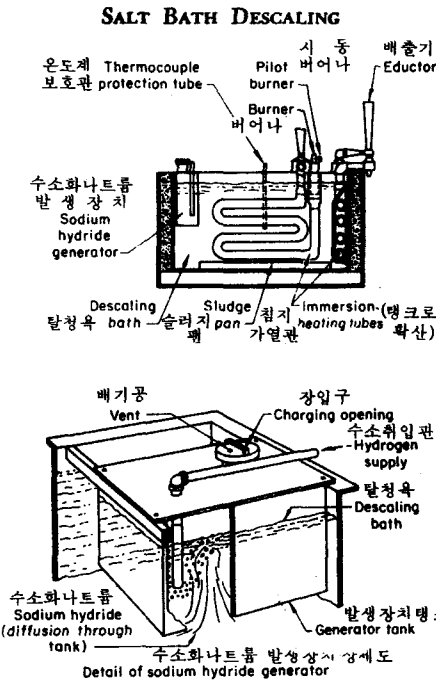


그림 2 전형적인 수소화나트륨 스케일제거 탱크

탱크 (보통 용접용 평탄소판을 이용하여 조립됨)는 측면과 변 및 바닥을 절연재를 써서 봉하고 절연재와 탱크사이에 공기가 들어가도록 만든다. 가스는 필요한 가열버너 및 파이롯트 버너, 조절기, 배출기 등이있는 파이프를 통하여 저압으

로 침지관 속으로 넣는다. 전기가열탱크에 있어서, 전기는 저전압으로 공급하고 (7 ~ 10볼트), 전류 (180 ~ 220암페어)는 장치와 인접해 있는 변압기에 연결되어 있는 잠긴전극으로 흘러준다. 부대 장치는 가열방법에 따라 달라진다.

[2] 염의 종류

탱크의 설계는 사용되는 염의 종류에 따라 어느정도 영향을 받는다. 만약 산화염이 사용되면 염에다 첨가제를 넣을 필요가 없고, 회분식에서는 열손실을 최소화 하기 위해서 뚜껑이 있는 작업장치를 설계해야한다. 뚜껑은 장입물의 유무에 따라 레일상을 이리저리 다닐 수 있도록 기계적 이동장치를 설계해야한다.

완전 나트륨 수소화물 과정일 경우에는, 가스발생등이 필수적이며 탱크는 뚜껑을 사용하지 않은 채 작업해야 한다. 수소와 나트륨은 가스발생용으로 공급한다. 공전기간 동안에는 미세한 경목활성탄 (hardwood charcoal)을 열손실을 막기 위해서 단열재로서 뒷부분에 뿌려야 한다. 활성탄은 스케일 제거가 다시 시작될 때에는 염의 교환에 의해 점차적으로 타들어 간다.

[3] 슬러지의 제거

스케일제거로 인한 슬러지는 탱크의 바닥에 있는 슬러지팬에 모아진다. 이팬은 작업면적보다 약간 작게 설계한다. 탱크에서 부러 팬을 들어낼때 잘빠져 나오도록 간격을 주기 위해서이다.

[4] 전해염욕

스트립강의 스케일 제거를 위한 연속적 전해장치는 다음과 같이 설치한다.

1인치 두께의 ASTM A 285 파이어 박스강을 사용한 두개의 탱크를 연와위에 놓고 구조용강으로서 지지한다. 탱크는 바깥부에 철재상자로 밀폐하고 상자와 탱크 사이에 단열재를 넣는다. 단열된 연강 뚜껑은 쉽게 움직이도록 만든다.

전극 공급전원은 2대의 직류발전기 (각각 35볼트 5000암페어)에서 공급된다. 염은 탱크 옆에 선반으로 받혀 놓은 모터 (1 마력 1200 rpm)의 구동으로 임펠러에 의해 교반된다. 원래 임펠러는 주철로 만들며 수명이 6주 밖에 되지않는다. 만약 임펠러 재료를 내열강으로 만들면 6개월 ~ 1년간 사용할 수 있다. 탱크는 서로 단열되어야 한다. 침지구등의 위치와 전극의 배치, 버너의 설

계는 누전을 방지하기 위하여 잘 고안되어야 한다.

[5] 분무식 스케일 제거법 (spray descaling)

최근에 개선된 용융염 스케일 제거법이나 스트립의 연속조업에 적용할 수 있는 방법 및 침지조 방법 등에서 사용되는 염욕이 분무실과 대치되고 있다. 분무실은 내벽이 내열합금으로 되었으며 가열용 합금으로 그밖을 싸고 다시 절연체 외벽을 둘러 쌓은 것이다. 용융염은 과열증기에 의해서 분사형 노즐을 통하여 실안으로 분산된다. 몇몇 예에서는 스트립의 온도를 분무실의 온도로 유지하는 것이 필요할 때도 있다.

분무식 방법은 스케일 제거의 매체로서 산화형을 쓴다. 분무식 스케일 제거법에서 작업 조건은 처리해야 하는 재료의 요구조건에 따라 변한다. 실(chamber)은 540°C 온도까지 넓은 온도 범위에 걸쳐 작업하도록 설계되었다.

염의 소비는 한 노즐당 6.7~8.2kg/h이다. 대개의 작업에서는 최소로 2 노즐 최소로 4 노즐을 사용하면 충분하다.

[6] 가 열 방 법

스케일 제거 공정의 효능은 조의 가열방법에 따라 크게 달라진다. 보통 적용성 및 단가를 고려하여 가스로 가열할 것인가 또는 전기를 쓸 것인가를 결정한다. 만약 가스로 가열하면 기타 다른 조절과 함께 흡입 침지 가열은 부수적 장치가 된다. 보통 열원재료로는 강관을 사용해도 좋다.

전기 가열식에서는 염에 침지된 전극을 이용하여 가열한다. 여기서 전극은 스케일 제거조에 인접한 변압기에 연결한다. 염욕내에서의 전극의 위치는 엄격히 규정되지는 않는데 왜냐하면 대류작용에 의해 조절제의 온도가 균일하게 되기 때문이다. 전극이 가장 나빠지는 것은 염욕의 표면부로서 염과 대기가 작용해서 침식 또는 전극이 떨어져지는 현상이 일어난다. 시편과 전극의 접촉은 아-크 발생을 막기 위하여 피해야 한다.

[7] 급냉 수세 건조

염욕에 침지시킨후 재료를 급냉시켜 이때 생기는 열충격(thermal shock)에 의해 염이나 스케일을 제거한다. 급냉탱크는 염이 급냉조 속으로 들어가는 것을 적게하기 위하여 스케일 제거조에서 가능한대로 멀리 위치시킨다. 회분식 작업에서의 급냉탱크는 스케일 제거조와 크기가 같아야

한다. 탱크는 작업량이나 중간조보다 두배 정도로 깊어야 하고 적어도 30cm 정도 길거나 넓어야 한다. 급냉탱크는 일반적으로 탄소강으로 내장한다. 수세는 산침지후에 필요하며 이때 탱크는 급냉 탱크와 같다. 건조는 반드시 필요하지는 않으나 녹이 생길수 있는 제품의 경우에 자주 이용된다. 회분식에서의 건조장치는 보통 재료를 넣을수 있도록 상부가 열려있다.

[8] 산세정 및 광택

제품의 스케일 제거가 끝난 다음에 급냉 및 수세를 끝낸 다음에는 산용액에서 광택을 내거나 산세한다. 산용액 탱크는 수명을 길게하기 위해 특수하게 만들어진다. 외피는 적당한 충진제를 사용하여 강으로 만들어진다. 폴리비닐클로라이드나 천연고무의 얇은 막으로써 내장하며 외피의 윗부분에 있는 배두리(플렌지)까지 전부를 덮어씌우고 보강재 사이의 연결부를 완전히 밀폐하는 것이 필요하다. 왜냐하면 실질적으로 용액을 담는 것은 얇은 막(membrane)이기 때문이다. 연와로 내부를 내장하는 것은 단열 시키거나 얇은 막(membrane)이 기계적 손상을 입지 않도록 하기 위함이다.

황산을 담은 탱크는 천연고무와 실리카를 넣은 황화세멘트로서 연결된 내산성처리를 한 연와를 사용하여 내장한다.

질산이나 질산-불화수소산을 사용하는 탱크의 내장에는 폴리비닐클로라이드와 카본을 넣은 황화세멘트로서 결합시킨 탄소연와를 사용한다. 탄소연와는 질산에는 필요하지 않으나 질산-불화수소산을 사용하는 데에는 필요하다.

[9] 취급과 운반

걸이나 바구니 혹은 작업시에 용액에 잠기게 되는 장치들은 540°C 온도정도에서 견딜 수 있어야 하고 산세나 광택용액 내에서 충분히 견딜 수 있어야 한다. 산처리를 하지 않는다면 저합금강으로도 충분하다.

스케일제거 후 산용액으로 처리한다면 취급 장치는 내산성재료로 만들어야 한다.(Ni-Cr-Mo 스테인레스강) 티타늄에 대한 걸이나 지지대는 티타늄으로 만들어야 한다.

와이어는 코일을 펴서 막대위에 놓아 회분식으로 해서 작업한다. 회분작업을 하는 판재는 판재

사이에 분리장치를 한 후 걸이에 건다. 조그마한 부품들은 금속망바구니에 넣어서 작업한다. 즉 작은부품들은 가느다란 선으로 만든 벌집모양이나 혹은 특수하게 디자인된 고정기를 이용하여 서로 분리시켜두면 가장 좋은 결과를 얻는다.

7. 조업 및 작업관리

[1] 환 원 욕 조

환원욕조는 약 97%의 용융 가성소다와 1.5~2%의 수소화 나트륨으로 되어있으며 그 나머지는 금속염 형태의 불순물들이다. 수소화나트륨(산화환원제)의 농도는 각 작업단계가 끝날 때마다 한번씩 응고된 시료를 분석하여 조절한다. 시료를 밀폐된 계기 내에 넣고 측정된 양만큼의 물에다 용해시킨다. 물은 시료를 분해시키고 수소가스를 발생시키며 이것을 물이 채워진 눈금이 있는 튜브에 모아 물과 치환시킨다. 이 측정된 수소의 양은 조내의 수소화나트륨 양에 해당된다.

수소화나트륨은 흡습성이 매우 강하다. 대기나 기타 어떤 장소의 습기든지 수소화나트륨과 결합하며 농도를 저하시킨다. 미세한 목탄분말로 조를 덮어씌우는 것은 대기로 부터 습기흡수를 방지한다.

[2] 산 화 욕 조

산화욕조는 조성조절을 위한 화학분석의 필요가 없으므로 작업이 훨씬 간단하다. 이것은 묻어 나가는 손실을 보충하기 위해 새로운 염혼합물을 첨가하는 것만이 필요하다. 조내의 가성소다는 점차적으로 탄산소다로 변하며 또 조내의 탄산농도는 탄산이 형성되는 속도와 탄산이 없어지는 속도가 같아질때까지 증가한다. 조의 작용은 탄산의 누적에 의해서 악영향을 받지 않으며 아래 보기는 이를 예시하고 있다.

예) 100분의 염욕이 50개월동안 계속 가동되었다. 이 기간 동안에 1주일 간격으로 완벽한 점성 및 화학분석을 시행하였다. 욕의 초기조성은 다음과 같다.

질산 나트륨	31.4 %
탄산 나트륨	1.1 %
염화 나트륨	5.8 %
수산화나트륨	61.7 %

조업하는 동안 질산의 농도는 점차적으로 17%

까지 떨어졌으며 탄산은 23%까지 증가하였다. 이 값은 최후 6주간은 일정하였다. 염욕의 점도는 변하지 않았고 특기 할 만한 아무런 이상이 조업동안 발생하지 않았다.

[3] 전 해 욕 조

보통의 산화욕조(가성소다)처럼 조성조절에 특별한 제한을 받지 않는다. 열의 손실속도는 분해물의 형성속도와 동일하다. 첫번째의 탱크에서 과산화나트륨이 누적되면 산화욕조에서 처럼 전류를 통하지 않고 염을 사용할 수 있다. 전류없이 작업하면 첫번째 탱크의 과산화나트륨과 두번째 탱크의 수소화나트륨은 가성소다로 변화된다.

[4] 중 간 조 업

전 가동을 하지 않는 동안 스케일제거조는 두 경을 덮어서 열손실을 줄이고 염욕의 분해를 방지한다. 기계적뚜껑이나 두꺼운 목탄 분말로 덮는 방법 중 어느 것이나 사용할 수 있다. 작업을 쉬는 동안 욕을 쉬게하느냐 아니면 대기상태로 두느냐 하는 문제는 단가에 달려있다.

[5] 조 업 온 도

보통욕조의 세가지 형태에 따른 작업온도는 다음과 같다.

환원욕조 ; 370~410°C (427°C이상에서 나빠진다.)

산화욕조 ; 427~540°C

전해욕조 ; 454~540°C(488°C가 더욱좋다.)

대개의 경우 기준조업온도로 부터 ±10°C의 편차가 허용된다. 기준온도 내에서 온도선택은 몇가지 요소에 의해 영향을 받는다. 예를들면 고합금 스테인레스강이나 내열합금에서 스케일을 제거하는 것은 허용온도구간 중 높은온도에서 하는것이 좋다. 반면 텨퍼취성이나 탄화물 석출의 우려가 있을 경우 조업온도는 허용온도구간 중 높은온도에서 하는것이 좋다. 반면 텨퍼취성이나 탄화물 석출의 우려가 있을 경우 조업온도는 허용온도구간 내에서 낮은쪽이 얇은 스트림 부품이나 복잡한 주물 혹은 응력이 큰 부품도 온도가 낮은 쪽이 좋다. 낮은 온도에서는 유동성이 낮기 때문에 묻어나가는 염의 손실이 크다. 산화욕조에서 티타늄 스케일 제거를 하는 경우 510°C가 가장 적합한 온도임이 밝혀졌다.

[6] 오 염 물 질

그리스는 염욕내에 들어가기 전까지 제거 할 필요가 없다. 공장에서는 그리스, 기름 흑연등을 제거하기 위하여 염욕을 이용하고 있다. (기름이 욕 속에서 썬 정도로 많더라도) 이러한 오염물질이 조 밑바닥에 찌꺼기로써 누적 될 경우가 있다. 이러한 슬러지의 누적은 작업효과를 낮추고 가열관의 효율을 급속히 저하시킨다. 따라서 슬러지는 주기적으로 제거해야 한다. 슬러지의 제거빈도는 재료의 상태 및 종류, 염욕의 용량, 염욕이 가동되는 정도에 따라 달라진다.

[7] 슬러지 제거

슬러지는 삼이나 바켓 등으로 제거시킨다. 슬러지는 조에서부터 퍼내서 콘크리트 바닥 위에서 고체로 만든다. 이 작업은 많은 시간을 요한다.

연속전해욕조에서 스트립의 스케일을 제거하는 경우에 있어서는 탱크 밑바닥에 침적 팬이 장치되어 있다. 슬러지가 제거 될 때에는 조업을 중단하고 뚜껑을 열고 전극을 탱크에서부터 꺼낸다.

슬러지제거동안에는 리더스트립은 어니일링-피클링, 공정에 머물러 있도록 한다. 슬러지 팬을 탱크에서 꺼내는 동안 침지 버너는 계속 동작시킨다. 팬을 비운 뒤에 탱크의 밑바닥에 다시 끼워 넣는다. 탱크의 밑면과 옆면은 긁어야 하며 슬러지는 팬 앞으로 모아진다. 그 후에 팬을 꺼내어 비운다. 이 작업은 탱크내의 측면 밑면의 슬러지가 완전히 제거 될 때까지 계속한다. 침지 버너의 가까이에 슬러지가 남아 있지 않도록 특별히 주의한다. 슬러지와 버너의 관이 접촉하면 관의 수명이 단축된다. 보통 8시간정도 소요되며 슬러지는 산을 버리는 장소에다 버린다.

교반이나 침전에 의한 슬러지제거 연속작업은 침지버너 반대편에 설치되어 있는 교반기등을 갖춘 복잡한 설비를 요한다.

[8] 켈 칭 (급냉)

물은 급냉탱크 안에서 냉각된 상태로 유지하고 스케일제거에 도움을 주는 증기를 발생시키기 위하여 오염되지 않도록 유지한다. 그러나 박판이나 복잡한 모양의 제품에 있어서는 구겨지는 것이든가 비틀림을 방지하기 위해서 따뜻한 물을 사용한다. 냉각수는 중국에 가서는 알칼리성이 되거나 후속조업인 산용액조에 넣기 때문에 계속적으로 물을 급냉탱크에 흘려주는 것이 바람직하다.

연속 스트립 작업에서는 세척을 도우고 급냉탱크내의 물저장을 위해 물 분무장치가 흡구 바로 옆에 위치하는 것이 좋다.

[9] 산 처 리

대개의 스케일제거 후에는 산 처리를 한다. 이 산처리 는 급냉에서 완전히 제거되지 않은 염을 중화시키고 또한 완전한 스케일 제거를 하고 표면광택을 내게한다.

공구강 스테인레스강 티타늄 등은 모든 산화물을 제거하기 위해 염욕처리후에 황산용액에 침지시키는 대표적 금속이다. 그러나 그뒤에 질산 또는 질산 불화수소산 용액에 담그는 것이 선명하고 깨끗한 표면을 얻기 위해서 필요하다. 왜냐하면 황산용액에서는 이 효과가 없기 때문이다.

니켈합금 코발트 합금은 스케일이 두껍고 보통의 공업용 산(염산 황산 질산 불화수소산)에서나 이들의 혼합물에서는 잘 반응하지 않는다. 다른 화학물질을 산세용액에 첨가하면 스케일 제거 효과가 향상된다. 아래에 열거한 조성이 효과가 좋다. 그러나 침지가 지연되면 상당한 금속손실이 생긴다.

① 염화제 2 철 욕 (FeCl₃)

염산 (96ℓ) + 질산 (4ℓ) + 염화제 2 철 (7.26kg)

② 과산화 수소 욕 (H₂O₂)

염산 (90%) + 30% 과산화수소 (10%) 염화제 2 철 욕에 5~10분간 침지시키거나 과산화수소 욕에 30초~2분간 침지시키면 선명한 표면을 얻을 수 있다. 그러나 지시된 최대 침지 시간동안 재료를 침지시키면 입체 부식이 일어날 수도 있다.

[10] 대표적인 작업 사이클

염욕 스케일 제거법을 이용하는 공장에서는 경험에 의한 시간-온도 사이클이 있다. 염욕의 종류, 재료, 작업경험 등이 시간-온도를 조절하는 인자들이다. 여섯개의 실례를 아래에 나타낸다. 아래 예에 나와있는 작업 후에 가압공기 건조처리를 하는 경우도 있다.

예 1) 표 1에는 환원과정에 의한 여러가지 형태의 스테인레스강의 스케일제거에 있어서 바람직했던 공정사이클이 나타나 있다. 뒤이은 산 처리와 수세에서의 시간 및 온도도 나타나 있다.

스테인레스강의 수소화나트륨 스케일제거 사이클
표 1

작업 순서	처리시간(분)	온도 (C)	욕 의 조성
탈 청	20	399-427	1.5-2.0%NaH
급 냉	1~3	냉	물
산세정	20	62	10% N ₂ SO ₄
산광택	30	62	10%HNO ₃ -2% HF
세척(고압분무)	2	순환	물
세 척	1~2	79	물

표 2 Ni-Cr, Fe-Cr-Ni 합금 가성소다
스케일제거 사이클 (산화)

작업 순서	처리시간(분)	온도	욕 조성	비 고
탈 청	5~20	482	NaOH	(산화제첨가)
급 냉	2~5	순환	물	
산처리	5~10	71	H ₂ SO ₄	(진한용액)
세 척	2~5	순환	물	
산처리	15	71	HNO ₃	(물 1000ml + 250ml 산)
세 척	2~5	순환	물	
산처리	(때때로 지나친 처리조사)	52	HNO ₃	(300ml HNO ₃ + 50 ml HF) 물
세척(고압수)	(필요에 따라)	순환	물	650 ml

표 3 내열강조품의 가성소다 스케일제거 (산화)에 대한
대표적인 작업사이클

	작업 순서	처리시간(분)	온도(C)	욕 조 성
모든 내열 합금에 대 한 기본 처리	탈 청	25~30	510	NaOH
	급 냉	분무 0.5회	2	순 환
	산 처 리	5	77~82	18% H ₂ SO ₄ -5% HCl (용량)
	세 척	2	순 환	물
	산 처 리	5~10	순 환	25% HNO ₃ -3% HF (용량)
	세 척	1	순 환	물
특수 내열 합금에 대 한 추가 처리	A. 세 척	1	60~71	30~45 g/l NaOH의 물
	B. 산 처 리	5~10	43~54	HCl-HNO ₃ -FeCl ₃ (a)
	세 척	1	순 환	물
	세 척	1	60~71	30~45 g/l NaOH의 물
	C. 샌드블라스팅	—	—	—
	산 처 리	5~10	43~54	HCl-HNO ₃ -FeCl ₃ (a)
세 척	1	순 환	물	
세 척	1	60~71	30~45 g/l NaOH의 물	

A. 단조 및 열처리한 V 57, A 286 또는 기타 오오스테나이트 철기체 재료
B. 단조한 니켈 및 코발트기저합금
예 ; Waspaloy, M 252, 인코넬 700 X-750 S-816 U-816 U-500 U-700
열처리한 니켈 및 코발트기저합금
예 ; Waspaloy, M 252, 인코넬 700 X-750 S-816 U-500
C. 열처리한 U-700
a. 91 g/l 용액용 MC1 3.8 g/l 용액용 HNO₃, 7.3 g/l FeCl₃

표 4 내열강합금 수소나트륨 스케일제거 사이클

작업 순서	처리시간(분)	온 도	욕 조 성
탈 청	5~20	371-388	1.1-2.0% NaH
급 냉	1/2~1	가열없음	물
중화세척	1~3	21-60	2-10% H ₂ SO ₄
광택피크링	5~15	54-60	2-4% HF 15-20% HNO ₃
세 척	1/2~1	가열없음	물
고압스프레세척		가열없음	물 7kg/cm ² (100 psi)

표 5 공구강의 수소화나트륨 스케일제거 (환원)
사이클

작업 순서	처리시간(분)	온 도	욕 조 성
탈 청	20~30	427	1.5~2.0 NaH
급 냉	2~3	21.1-37.8	물
산처리	20~30	71-82	16~18% H ₂ SO ₄
세 척	1~2	21.1-37.8	물
산처리	4~7	71-82	15~18% HCl
세 척	1~2	21.1-26.7	물
산처리	1/2~1	21.1-26.7	HNO ₃

표 6 티타늄합금의 가성소다 스케일제거
사이클

작업 순서	처리시간(분)	온 도	욕 조 성
탈 청	20~30	438~454	NaOH
세 척	21.5	순환	물
산처리	2~5	순환	25% HNO ₃ -3% HF
세 척	2	순환	물
세 척	0.5	60~71	물

예 2) 니켈-크롬합금이나 철-크롬합금의 산화 스케일제거 방법으로 보통 사용되는 작업사이클을 표 2에 나타내었다.

예 3) 표 3 내열합금상의 스케일의 상태 및 종류는 여러가지로 변한다. 따라서 일정하게 제한된 스케일제거 사이클은 좋지 못한 결과를 낳는다. 표 3에 특수한 조건에 따른 수정된 온도-시간 사이클을 나타내었다.

여기서는 가성소다 공정을 이용하였고 많은 내열합금에 대한 어느 공장에서의 경험에 의해서 얻은 사이클이다.

예 4) 표 4도 내열합금에 대한 것이다. 여기서는 환원과정을 이용하는 방법을 보였다. 표 1의 사이클보다 짧은 것에 주목하라.

예 5) 합금공구강의 스케일제거에 있어서 환원공정을 사용한 완전한 공정도표를 표 7에 나타내었다. 강은 코일형태이며 회분식공정이다.

예 6) 염욕사용에 있어서 티타늄이 가장 사용되지 않고 있는 합금이지만 어떤 공장에서는 티타늄의 스케일제거를 효과적으로 얻은 경우도 있다. 대표적 산화스케일제거법의 사이클이 표 8에 나타나 있다.

표 7 공구강에 대한 수소화나트륨 (환원작용) 스케일제거 사이클

작업순서	처리시간(분)	온도	욕 조성
탈 청	20~30	427	1.5~2% NaH
급 냉	2~3	21~38	물
산처리	20~30	71~82	16~18 중량 % H ₂ SO ₄
세 척	1~2	21~38	물
산처리	4~7	71~82	15~18 중량 % H ₂ SO ₄
세 척	1~2	21~27	물
산처리(스커트제거벌요시)	0.5~1	21~27	질 산

표 8 티타늄합금에 대한 가성소다 (산화작용) 스케일제거

작업순서	처리시간(분)	온도	욕 조성
탈 청	20~30	440-454	NaOH
세 척	2. (침지) 0.5 (분류)	폐쇄분위기에서	물
산처리	2~5	"	25% HNO ₃ - 3% HF (용량)
세 척	2	"	물
세 척	0.5	60~71	물

8. 유지파리계획

[1] 수소화나트륨 염욕

모든 형태의 염욕에 있어서 유지관리하는 방법은 서로 엇비슷하다. 다음에 수소화나트륨염욕의

장치에 대한 유지계획 및 대표적 조업을 나타내었다.

(개) 매 일

- ① 관련되는 모든 인자들의 온도를 점검 (900 °C ± 6 °C로 유지)
- ② 염욕의 온도 검사 (370 °C ± 10 °C)
- ③ 암모니아 유량검사 (680~850 ℓ/소다염 kg/시간)
- ④ 작업시간마다 염욕의 농도검사 (수소화나트륨 1.5~2.0%)

(내) 주말휴업

- ① 목탄으로 염욕을 덮는다.
- ② 두시간 동안 수소를 주입
- ③ 수소취입 중지
- ④ 340 °C ~ 370 °C로 온도조정
- ⑤ 공전기간 동안 조위애다 부유 팬이나 목탄으로 가벽게 덮는다.

(대) 주말휴업으로 부터 작업시작

- ① 발생장치에서부터 장입구 뚜껑제거
- ② 나트륨 덩어리 첨가.
나트륨이 타고 진한 흰색연기가 발생장치에서부터 생겨나면 뚜껑을 원위치로 환원시킨다.
- ③ 2분 동안 대기 후 발생장치 속에 핏불을 삽입하여 불이 꺼지면 뚜껑을 원위치
- ④ 핏불을 다시 켜서 배기구 가까이 가져감.
- ⑤ 뚜껑을 원위치 한 후 2분간 대기 후 유리수소가스가 접화 될 때까지 수소취입
- ⑥ 4~6cm의 일정한 불 높이가 될 때까지 수소유량조절
- ⑦ 모든 발생장치가 가동되도록 계속 반복
- ⑧ 수소화합물의 농도조절

(래) 매 3개월마다

- ① 버너 교환
- ② 버너에 다시 불을 붙인다.
- ③ 염욕이 용융상태로 된 후 일산화나트륨을 습기방지를 위해 첨가한다.
- ④ 3~4시간 가열
- ⑤ 발생장치 동작
- ⑥ 각 발생장치 박스속에 매 30분마다 나트륨 조각을 장입
- ⑦ 요구되는 농도가 될 때까지 장입

[2] 산 화 염 욕

(개) 매 일

온도조절기와 열전대 점검

(나) 매 주

염욕의 수위를 점검하고 필요한 염을 첨가

(다) 매 달

- ① 작은 슬러지팬을 제거하고 다른 것과 교체 (냉각후 더러운 팬을 씻고 다시 사용할 수 있게 준비한다.)
- ② 안전장치 점검 즉 지지대 및 과열장치를 점검

(라) 매 3개월

버너에서부터 침적된 염을 제거

(마) 매 년

- ① 조업을 중단하고 열 복사관을 빼내어 세척하고 필요하면 교환한다. 큰 슬러지 팬을 제거하여 세척하고 교환한다. 또 버너를 세척하고 필요하면 교환한다. 그리고 모든 건조된 염을 세척한다.
- ② 열전대 교환 및 배선을 점검

[3] 전 해 염 욕

(가) 매 8시간 조업마다

- ① 염의 온도검사
- ② 염의 수위점검 즉 범위내에 들어가는가를

검사

- ③ 교반기 검사 즉 벨트의 인장력을 조정
- ④ 침지버너 검사
- ⑤ 팬 속의 슬러지 양 검사 필요하면 슬러지 제거

(나) 매주 혹은 어느 공정제의 한부분을 깎을때

- ① 전극 전원을 끈다.
- ② 버너나 전극을 조사해 본다. (슬러지가 쌓여 있는지를 알아내기 위해) 누적된 슬러지 제거.

- ③ 탱크 1의 조업범위의 높은 수위까지 염을 채우고 탱크 2는 조업범위의 중간 수위까지 염을 채운다. 염은 보통 두번째 탱크에서부터 첫번째 탱크로 펌프질 한다.

- ④ 샤프트, 실, 롤러의 끝부분 지지대 등에서 염을 제거

- ⑤ 전극 검사, 전극이 바뀔 때는 어스 검사 전선 및 접속검사

(다) 매 달

- ① 교반기 및 브레드검사. 필요하면 브레드 교체

- ② 모터, 벨트, 바퀴 및 이와 유사한 기계요소들 점검