

《열처리교실》

열처리종류와 공해현황

열처리에는 여러가지 종류가 있으며 이를 크게 분류해보면 다음 표 1과 같이 된다.

등온열처리는 새로운 프로세스로서 근대적인 성격을 지니고 있다. 표면열처리는 표면에 대한 열처리의 총칭으로 표면경화처리 및 표면감마(表面減摩)처리 등도 포함된다. KS 열처리공정에 규정된 것으로는 어닐링, 노말라이징, 퀴칭, 템퍼링, 고주파퀴칭, 침탄, 질화등이다.

일반적으로 열처리는 도금다움으로 공해를 수반하기 쉬운 업종이다.

이 열처리공해는 크게 나누어 대기오염, 수질오염, 소음, 악취로 분류할 수 있다.

대기오염은 증유로, 가스로 등에 의한 폐가스와 매연이며, 수질오염의 주류는 액체침탄공정에 의한 시안공해와 냉각수에 의한 폐유공해이다.

소음에는 버너에 의한 연소음, 콤프레사 또는 부로워의 운전음 및 열처리부품들의 부딪침에 의한 금속음을 들 수 있다.

또한 악취로서는 시안배기가스와 질화에 의한 암모니아 가스가 있다.

표 2는 열처리별로 살펴본 공해의 종류를 나타낸 것으로서 이들 열처리공해중 액침공해현황과 그 대책, 냉각유공해 현황과 그 대책, 소음공해현황과 그 대책에 관해 개략적으로 설명해보겠다.

1. 액침공해현황(液侵公害現況)과 그 대책

1.1. 액침가공현황

1.1.1. 액침조(Salt bath)

현재 솔트바스로 사용되는 것은

i) 高 CN 溶(CN 60~100%)

ii) 中 CN 溶(CN 30~60%)

iii) 低 CN 溶(CN 8~30%)

의 것이 있으나 이들 중 가장 많이 사용되는 것은 中 CN 溶이다. 高 CN 溶은 침탄질화에 의한 경화가 만족되며 표면의 거칠기도 대단히 작으므로 소규모공정에서 많이 사용하고 있으나 시안공해대책 면에서 볼 때 低 CN 溶을 사용하는 것이 바람직하다.

1.1.2. 액침용 가열로

솔트바스 가열로는 외열식으로 증유연소로가 대부분을 차지하고 있으나 LPG 또는 도시가스 연소로도 사용되고 있으나 그 수는 대단히 적으며 특히 전기로(내열식)는 거의 사용되지 않고 있다.

1.1.3. 솔트바스면의 보호

솔트바스에 침지시 솔트표면부터 흙(fume)이 발생함으로 이의 방지를 위해서는 인상 흑연 또는 보통흑연을 산포하여 솔트표면을 덮어준다. 그러나 작업면에서 이를 생략하고 있는 공장도 많이 있다.

1.1.4. 작업환경

작업환경을 개선하기 위해 솔트바스 처리를 격리된 곳에서 하던가 바스전체를 커버하여 쉴드형(shield type)으로 하는 곳이 있다. 그러나 대개는 흡입팬(fan) 또는 후드덕형(hood-duct type)이다. 팬도 없이 간단한 후드(hood)만으로 또는 완전히 오픈형으로 하고 있는 곳도 있다. 그러나 작업면에서 볼 때 완전오픈형은 바람직하지 못하며 적어도 강제 배기를 하는 것이 좋다.

1.1.5. 솔트작업

솔트작업 후의 급냉처리는 수중급냉, 유중급냉

표 1. 열처리의 종류

보통열처리	어닐링	완전어닐링 구상화어닐링 응력제거어닐링 저온어닐링 확산어닐링 광휘어닐링 팩어닐링
	노말라이징	보통노말라이징 2단노말라이징
	퀵칭 (급냉)	보통퀵칭 인상퀵칭 강풍퀵칭 기름퀵칭 물 퀵칭 스프레이퀵칭 광휘퀵칭
	템퍼링	저온템퍼링 고온템퍼링 템퍼링경화 프레스템퍼링 광휘템퍼링
	등온열처리	등온어닐링
	등온노말라이징	등온노말라이징
	등온퀵칭	마르퀵칭 오스템퍼링
	등온템퍼링	등온템퍼링 마르템퍼링
화학적 열처리	침탄	고체침탄 액체침탄 가스침탄 침탄침질
	질화	가스질화 액체질화 솔트연질화 가스연질화
	침황	고온침황 저온침황
물리적 열처리	표면경화 고주파경화 불꽃경화	

및 마르퀵칭의 3가지가 이용된다.

수중급냉은 솔트의 박리가 잘되며 급냉경화도 확실하다. 그러나 급냉에 의한 변형이 큰 것이 결점이다. 또한 수중투입시 물방울의 튀김(splash)이 심하여 화상의 위험이 있으므로 특수커버를 고안하여 작업하는 곳도 있다.

표 2. 열처리공해

열처리별	대기오염	수질오염	소음	악취	기타
일반열처리	매연 페가스	냉각유	버너 부로워 금속음	-	-
화학적 표면처리	매연 페가스	시안(CN) 냉각유	버너 부로워 금속음	암모니아 시안	
물리적 표면처리	-	냉각유	금속음	-	전파장해

유중급냉처리는 급냉변형이 적고 스프래쉬(splash)도 없으므로 작업성은 좋으나, 솔트의 박리가 나쁘고 또한 열처리물의 세척이 필요하다. 또한 급냉유속에 솔트가 혼입하여 기름탱크 바닥에 슬라지(sludge)를 만들고 이로 인해 기름의 냉각능을 떨어뜨릴 수도 있다.

기타 세척수에 기름이 혼입부유함으로 이에 대한 처치도 강구해야 할 필요가 있다. 특히 폐수중의 시안(CN)을 중화하는 장치에서는 이 기름이 중화장치의 작동(pH)을 방해하므로 기름과 물을 분리할 장치도 필요하게 된다.

그러므로 유중급냉을 수중급냉으로 일부러 바꾸는 곳도 있다. 마르퀵칭은 200~300℃의 용융솔트에 냉각하는 것으로 고온의 솔트바스에서 직접 마르퀵칭조에 투입하면 폭발의 위험이 있으므로 일단 중성솔트바스에 투입하여 표면에 부착된 솔트를 중화한 후 마르퀵칭조에 넣어야 한다.

1.1.6. 솔트바스 작업자

솔트바스 작업자의 대부분은 방독면도 하지 않고 무방비상태에서 작업에 임하고 있다.

그러나 공장에 따라서는 안면방열카바를 착용하던가 가제 마스크를 사용하는 곳도 있으나 이것은 대단히 드문 일로서 이런 점도 일단은 고려해야 할 문제라고 생각된다.

2. 액침가공공해의 발생상황과 대책현황

솔트바스 가공처리에서의 공해로서는 다음 4가지를 생각할 수가 있다.

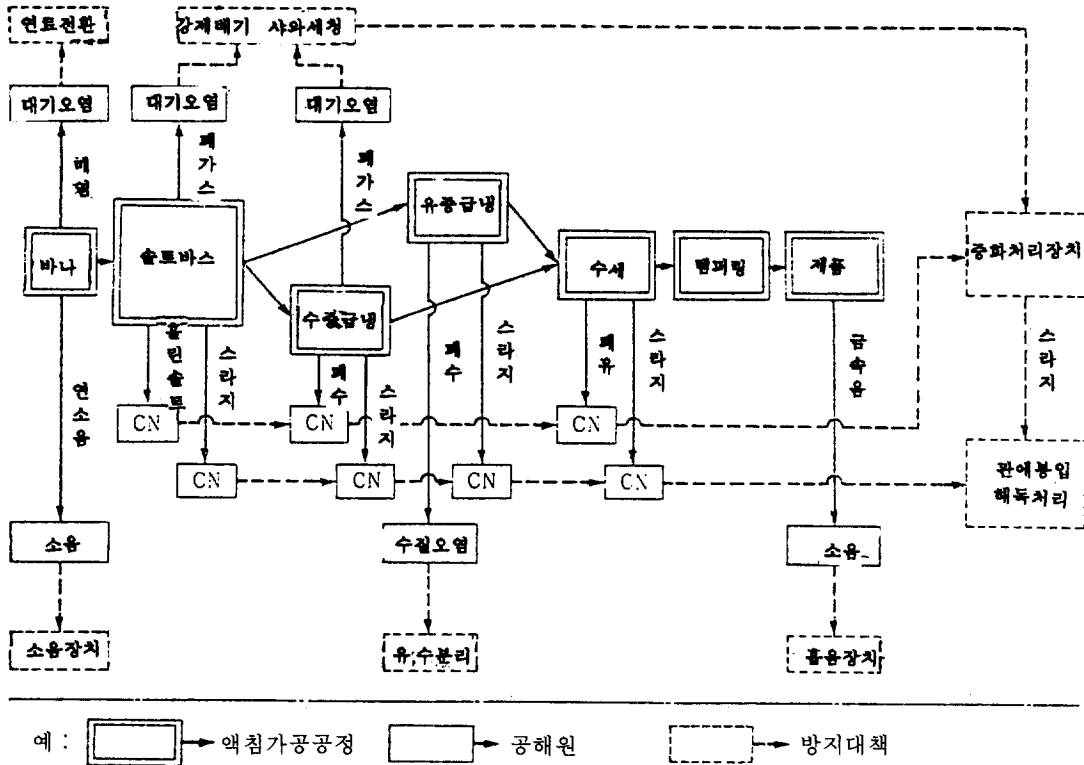


그림 1. 액침가공공정과 이에 수반하는 공해 및 대책

(1) 대기오염

숏트바스 및 수중급냉조로부터의 시안가스의 배출, 연료연소에 의한 매연, 아황산가스 등.

(2) 수질오염

수중급냉조, 수세조의 시안함유폐수
수중급냉조, 수세조의 기름 및 시안함유 폐수

(3) 고체폐기물

숏트바스 주변에 호트러진 솔트, 각 조에 침전되는 시안함유고체폐기물(스라지)

(4) 소음

가열로 버너, 부로워 및 제품취급에서의 소음.

다음 그림 1은 액침가공공정과 이에 수반하는 공해 및 현재 취급하고 있는 대책을 나타낸 것이다. 액침에 의한 시안공해에 대해서는 모든 공장에서 관심이 깊으며 각기 적절한 대책을 세우고 있다.

2.1. 폐수관계

액침공장의 폐수에서 CN이 100~500 ppm 정도이며, 많은 곳은 1500~2000 ppm인 곳도 있다.

이들 중화처리방법이나 장치면은 도금공장의 경우와 다른 점도 있겠으나 수중급냉공장에서는 폐수중에 기름이 혼입되는 경우는 없으나 급냉에 의한 변형방지를 위해 유중급냉처리를 하는 공장에서는 폐수에 기름이 혼입된다. 이 함유폐수는 CN을 중화할 때 기름이 방해되며 기름과 수분의 분리작업이 대단히 어렵다.

따라서 오히려 수중급냉으로 처리하는 것이 좋을 때도 있다.

그러나 불가피하게 유중급냉처리를 행하여야 할 경우는 oil machine(유수분리기)을 사용하여 미리 기름과 물을 분리한 후 CN의 중화에 들어가는 것이 좋다.

2.1.1. CN 중화처리법

CN계 솔트의 폐수를 중화처리하는 방법에는,

- i) 염소화법 ii) 약품환원법
- iii) 시안기화법 iv) 열가수분해법
- v) 시안착화물법 vi) 접촉산화법

- vii) 전해산화법 viii) 오존산화법
- ix) 식염전해법 x) 이온교환수지법
- xi) 감청법(紺靑法) xii) 염화제 2철법
- xiii) 카보닐법 xiv) 미생물법

등 여러가지가 있으나 가장 일반적으로 이용되고 있는 것은 염소화법이다.

이 방법은 차아염소산을 이용하여 CN을 산화분해하여 해독하는 방법이다. 이때 가성소다를 사용하여 원액을 pH 10~11로 한 후 차아염소산을 가하는 것이 일반적이다. 또한 방출되는 물의 pH 조정을 위해 염산 또는 황산을 사용하던가 황산제 1철을 사용하여 침전시킬 때도 있다.

그림 2는 알칼리 염소화법을 그림 3은 전해산화법에 의한 공정을 표시한 그림이다.

전해 산화법의 경우에는 시안이 양극에서 산화되어 시안산이 되므로 약품처리 비용의 약 1/5 비용으로 족하게 된다.

2.1.2. 중화처리설비

시안중화장치로서는 대부분이 전문메이커 제품의 것이 사용되나 혹은 자가제품으로서 간편한 형의 것도 있다.

2.2.2. 배기관계

액침가공공장의 작업현장에서는 액침 솔트바스의 주위에 가스흡입장치를 하던가 솔트바스위에 후드(hood)나 덕트(duct)를 설치하여 배기하는 곳이 많다. 때로는 장치 없이 완전히 오픈형(open type)으로 하는 곳도 있다.

솔트바스에서는 작업중 보다도 솔트의 용해초기 또는 새로운 솔트를 보충할 때 유해가스가 발생하므로 강제배기하는 것이 좋다. 그러나 대기 방출만으로는 대기오염의 공해원이 된다. 따라서 공해방지 면에서 방출 전에 샤워세척(shower cleaning)하는 것이 좋다.

샤워세척에는 2%의 가성소다수를 사용하는 것

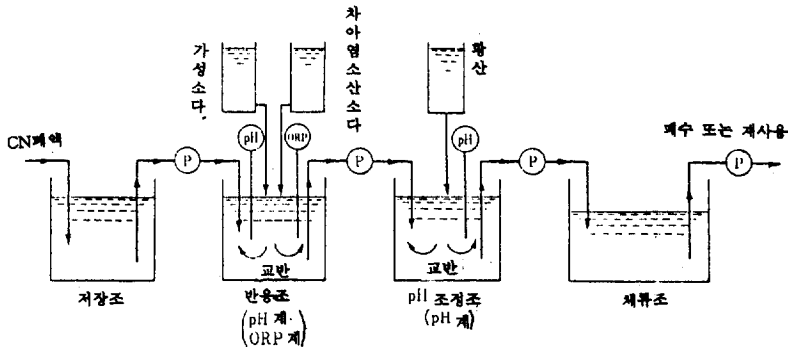


그림 2. 알칼리 염소화법공정

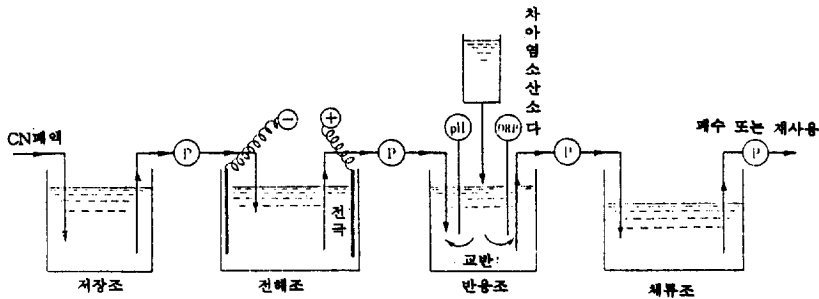


그림 3. 전해산화법의 공정

이 좋다고 한다. 또한 사와세청된 폐수는 중화처리를 필요로 한다.

2.3. 슬라지(sludge)

액침가공에 의한 슬트의 찌거기는 슬트바스 바닥에 급냉처리 수조의 바닥, 급냉유조 바닥 등에 모인다. 이외에도 중화조나 세척조 바닥에도 모인다. 이들 슬라지는 가끔 퍼내어 통에 봉입하던가 케이크(cake)로 하여 통에 넣는다.

특히 수냉조바닥의 슬라지는 그대로 중화조에 투입하고 유냉조바닥의 슬라지는 진공카로 기름과 같이 흡인 여과하여 기름은 그대로 급냉유조에 회수하여 재 사용하고 잔사는 폐기처리한다. 그리고 노 주변의 호트리진 슬트는 잘 긁어모아 중화처리조에 넣는 것이 일반적이다.

이와 같이 회수된 슬라지는 화학약품회사나 열처리제 메이커에 운송되어 화학처리로 재생이용되던가 무독화처리되어 폐기된다.

3. 액침공해의 대책

3.1. 액침가공의 개혁

공해방지를 위한 근본대책은 무엇보다도 공해원을 없애는 것이라 할 수 있다. 이에는 액침가공을 중지하고 다른 침탄가공으로 전환하는 것이 가장 확실한 대책이다. 다음은 이 방법을 생각해 본 바를 설명한 것이다.

3.1.1. 가스침탄

이는 침탄을 변성가스 또는 적주식으로 행하는 방법이다. 액침은 가공부품을 용융슬트에 침지하여 가열하므로 온도의 불균일, 침탄의 불균일이 적으며 얇고 작은 부품은 바꾸니 장입으로 침탄할 수 있는 이점이 있다.

그러나 가스침탄시에는 침탄이 불균일하게 되지 않도록 가스의 흐름, 순환에 주의를 기울여야 됨은 물론, 얇고 작은 부품은 서로 침탄면이 접촉하지 않도록 장입에서부터 주의해야 한다. 또한 최근에는 진공침탄법이 고속가스침탄법으로 개발되고 있으므로 이의 활용도 하나의 방법이라 하겠다.

3.1.2. 가스연질화

종래의 슬트연질화(타프트라이트)는 CN 공해를

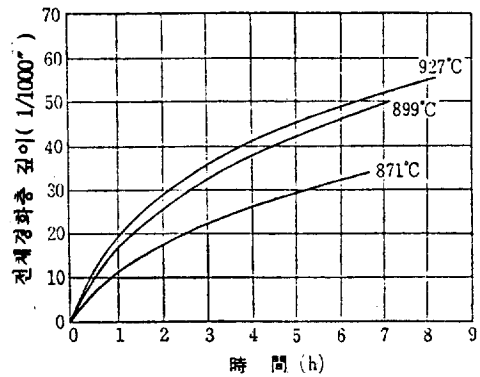


그림 4. NO-Cy 법에 의한 침탄깊이(1018 강)

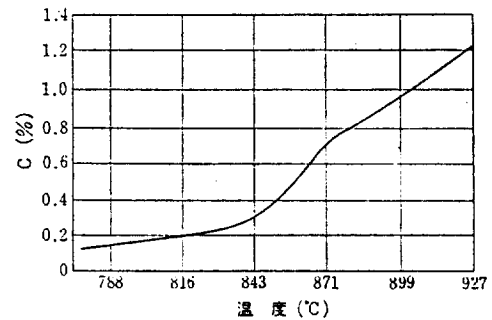


그림 5. No-Cy 법에 의한 침탄온도와 C%의 관계 (1010 강) 침탄시간 1/2h

수반하므로 중화처리장치를 필요로 하나, RX 가스와 암모니아 가스를 50 : 50 으로 노점 0°C, 온도 약 570°C 에서 처리하는 가스연질화는 무공해이므로 대단히 유리하다.

3.1.3. 전해침탄

이는 중성슬트를 전해액으로 하여 가공품을 (-)극, 특수흑연전극을 (+)극으로 하여 직류를 통하는 방식이다. 즉 "음극처리법"이다.

이 전해침탄에 의하면 종래의 침탄과 거의 동일한 성능을 얻을 수 있다. 물론 공해는 염려할 필요도 없다. 또는 용융슬트에 초음파진동을 적용하면 더욱 효과적이다.

3.2. 노시안, 저시안 슬트에 의한 액침

최근 미국의 Park 화학회사에서 개발된 No-Cy 슬트에 의한 액침은 노시안슬트로서 종래의 시안슬트액침과 동일한 경도를 얻을 수 있으므로 무공

해액침법으로서 크게 주목받고 있다.

No-Cy 솔트는 안전하고 흡습성이 없으며, 독성이 없고 용융온도는 570°C 이다.

이 솔트를 포트(pot)에 넣고 외부가열식으로 용융하고 870~950°C 에서 침탄처리를 한다.

그림 4 와 그림 5 는 No-Cy 법에 의한 침탄층깊이 및 C% 의 변화를 나타낸 예이다.

低시안솔트에 의한 방법은 동향인크 Co.(日)에서 개발된 솔트를 사용하는 방법이다. 이 솔트는 백색분말로서 특제의 시안산염(KCNO)를 주성분으로 사용하고 기타 몇종의 안정제를 배합하고 있다.(종래와 같이 KCN의 첨가가 없는 것이 특징)

종래의 조에 비해 1/10~1/100(CN⁻으로서 0.2~2.0%)의 시안이온농도를 유지되게 품질설계되었다고 한다. 처리온도는 약 570°C 이다.

이 솔트에 의한 처리는 시안산염의 분해로 시안화합물(주로 KCN)이 생성되므로 폐수에는 중화처리가 필요하다. 다만 이 처리약제비는 종래의 액침솔트의 1/10~1/100로 절감된다고 한다.

4. 종래의 액침가공을 하는 경우

액침가공에서는 나름대로의 이점이 있으므로 이를 계속한다면 다음 사항에 각별히 유념해야 한다.

(1) 배수관계

- ㉠ 가능한 한 솔트의 CN 농도를 낮게 한다.
- ㉡ 폐수는 반드시 중화처리하여 규저오이 1ppm(CN 농도)이하로 한 후 폐수한다.
- ㉢ 중화처리된 폐수는 순환시켜 재 사용한다.
- ㉣ 중화처리는 각 공장에서 처리할 것이 아니라 원수를 진공카로 회수한 후 공동처리한다.

(2) 배기가스

- ㉠ 액침 솔트바스는 클로즈드타이프(closed type)로 할 것.
- ㉡ 폐가스는 강제배기하여 이를 샤워세정(NaOH 2%수)할 것.
- ㉢ 슬라지(sludge)

㉣ 솔트바스, 유조, 수조바닥에 깔린 슬라지는 잘 걸러내어 드럼통에 봉입저장할 것.

㉤ 중화처리조내의 슬라지, 중화 생성물은 관에 봉입할 것.

㉥ 이들 관을 한 곳에 회수하여 선별, 해독한 후 재생이용할 것.

5. 급냉유의 공해와 대책

열처리공장은 일반적으로 더럽고 기름기가 많은 것으로 소문이 나있다. 이 원인은 연료용기름, 급냉처리용기름에 기인한다고 할 수 있겠다. 연료용기름은 대기오염과 폐유공해의 원인이 됨으로 최근에는 중유에서 등유로 다시 도시가스 또는 전기로 전환되는 실정이다.

그러나 급냉용기름은 그렇게 간단하지 않다. 급냉용기름은 소방법에 의해 위험물로 취급되어 기름 탱크 주위에는 소화장치를 비치해야한다. 또한 인접건물과의 거리도 엄격히 규정되어있다. 또한 이는 대기오염, 수질오염의 공해원이 될 뿐만 아니라 급냉처리 부품은 탈지 세척을 필요로 한다. 그리고 유조 바닥의 슬라지처리도 문제가 된다.

따라서 최근에는 기름대신 수용성 급냉액을 사용하도록 권장하고 있다. 미국에서는 벌써 이를 사용하여 스프레이 냉각 또는 침지 냉각에 사용되고 있다.

이 액은 ucon quenchant A 또는 FM 마크(미국 소방법에 의해 화기안전으로 규정된 마크)가 붙어 있으므로 화재는 물론 폐유공해도 없다.

이 수용성 액은 물의 배합정도(5~30% 나머지 물)로서 물 또는 기름의 냉각능을 가지며 즉 넓은

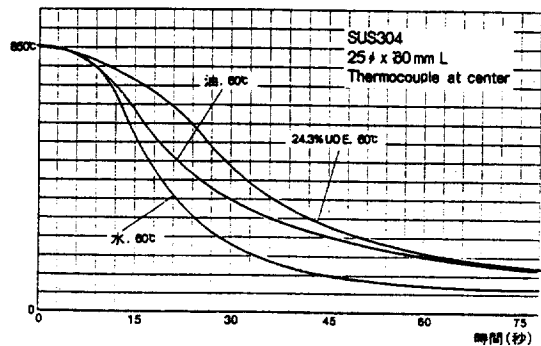


그림 6. 수용성 급냉액의 혼합비에 따른 냉각능 변화

범위의 냉각능을 가지며 세척, 탈지가 필요없다.
(Fig.6)

이 수용성 급냉액을 사용하는데는 농도의 측정과 관리액은(50℃이하) 교반에 관해 주의해야 한다.

6. 소음공해와 대책

6.1. 연소음

중유 또는 가스로는 착화시 및 승온시에 버너의 연소음이 대단히 높아 소음공해의 원인이 된다. 미국에서는 열처리 공장내의 소음은 70 dB 이하로 규정되었다고 한다.

소음공해 방지면에서 소음장치 또는 방음벽을 설치하는 것이 필요하다.

6.2. 콤프레셔와 부로워의 운전음

승온시의 콤프레셔 및 부로워의 소리도 소음공해의 한 원인이 된다. 따라서 소음장치를 해야한다.

6.3. 열처리 부품끼리의 접촉음

열처리 부품은 모두 금속제품이므로 이들이 서로 부딪치는 높은 금속음은 대단히 자극적인 소음공해가 된다.

특히 야간작업 또는 여름철에는 상당한 소음공해를 유발한다. 따라서 소음벽 또는 공장내벽에 흡음장치를 하는 것도 대단히 중요하다. 따라서 물건을 집어던진다던가 하는 것은 절대로 삼가해야하며 공장내의 소음은 60 dB 이하로 유지하는 것이 좋다.

이상 열처리공해로서 시안, 급냉유, 소음에 관해 간단히 기술하였으나 공해 규제는 이후 더욱 강화될 것으로 예상된다. 따라서 열처리기술자는 서로 공해방지에 노력하여야 하겠다.

大和久重雄 遍無公害熱處理技術

金文一 번역