

《기술자료》

청정 열처리 기술의 개발동향

Trend of Clean Heattreatment Technics

동우열처리공업(주)
Dongwoo Heattreating Co., Ltd.

손 명 진
M, J, Son

이 자료는 1998년 11월 충북대학교에서 열린 추계 열처리학술발표대회에서 특별강연으로 발표된 내용을 정리한 것입니다.

1. 서 론

열처리 기술은 공업기반기술로서 기계, 전자, 금속 등의 여러 가지 공업이 제대로 발전하기 위해서는 없어서는 안 될 중요한 기술입니다. 그러나 주지하시는 바와 같이 열처

리의 특성상 열을 필요로 하고, 분위기 조절을 위한 유독성 또는 폭발성가스를 다량으로 소비하게 되며 퀘칭을 위해서는 기름이나 염(Salt)을 사용해야 하는 등의 매우 불리한 조건에서 작업을 하게 되므로 3D업종으로 인식되는 것은 어쩔 수 없다 하겠습니까.

표1. 열처리 3D요인 및 대책

3D	요인	대책
지저분하다 (Dirty)	1) 퀘칭 매체로 기름 사용 2) 가열 매체로 염욕 사용(금형강) 3) 세척이 불량하여 매연 발생	1) 퀘칭 매체로 가스 사용 2) 진공중에서 가열 3) 고성능의 세척기 사용
힘들다 (Difficult)	1) 고온의 열이 외부로 발산됨 2) 수작업에 의한 퀘칭 시간 조절 등 몹으로 익혀야 되는 일이 많음	1) 진공 가열로 외부로의 열 차단 2) 자동화에 의한 수작업의 배제
위험하다 (Dangerous)	1) 고온에 접촉 위험 2) 유독성 매연 및 가스에 중독 위험 3) 폭발성 가스가 다량 사용으로 폭발 위험 4) 중량물을 취급하는 경우 많아 부상 위험	1) 진공 가열 2), 3) 진공 또는 플라즈마 이용으로 유독성가스의 사용 배제 또는 극소량 사용 4) 설비의 자동화로 중량물 수작업 배제

따라서 열처리를 하고자 하는 기술인력이 줄어들고 열처리 공장은 먼 구석으로 밀려나게 되어 장기적인 발전에 큰 저해가 되어 온 것도 사실입니다.

이에 이러한 문제점을 가능한 한 제거하여 쾌적한 열처리 공장을 만들고 3D업종이라는 오명을 씻어버리기 위한 방안을 강구하고자 세계 유수의 연구소와 업체에서 새로운 기술을 속속 개발하고 있습니다. 지금까지는 이러한 신기술이 투자비가 막대한 반면 생산성이 낮아 열처리 업계의 주목을 받지 못했던 것도 사실입니다. 여기에서 소개하고자 하는 기술은 열처리의 청정화를 확보하면서 원가면에서 기존의 방법과 경쟁이 가능한 것들은 위주로 정리해 보았습니다. 열처리가 3D로 취급받는 주요 원인과 그 대책을 표1에 나타냈습니다. 이와 같은 문제가 해결된다면 열처리의 청정기술화가 어느 정도는 가능하리라 생각되며 이를 위해 개발된 기술들을 지금부터 소개하고자 합니다

2. 열처리의 청정화 대책

2.1 진공가열 별실 가압 퀘칭

그림1은 진공가열 별실가압 퀘칭설비를 나타낸 것입니다. 이 설비의 특징은 진공가열실과 퀘칭실이 별도로 구분이 되어, 1)진공가열실이 대기와 접촉하는 것을 방지하여 항상 우수한 진공도를 유지할 수 있다는 것과, 2)진공가열시의 온도가 고온으로 유지되므로 매 처리 시마다 로의 온도를 내리고 올리는 일이 없어 에너지 절감도 막대하다는 것, 3)상온으로 유지된 별실에서 고압의 질소 가스에 의해 퀘칭이 이루어지므로 퀘칭속도가 대단히 빠르다는 것 등이 있습니다. 따라서 이 기술을 이용할 경우 고속도강을 기존 염욕설비 이상의 냉각속도로 퀘칭이 가능하여 탁월한 성능을 얻을 수 있으며 제품의 청정화도 보장되는 우수한 설비입니다. 또한 가열온도를 최대 기존의 것보다 100°C까지 낮추어 처리를 하여도 대등한 경도를 얻을 수 있으므로 우수한 인성도 확보하게 되어 냉간 가공용의 금형에 있어서는

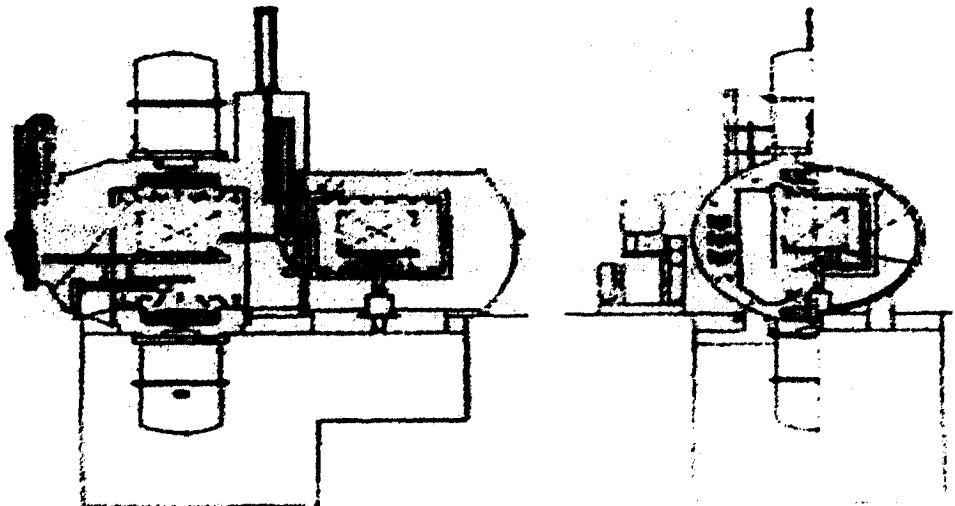


그림2-1. 진열가공가압퀘칭 설비

수배이상의 수명연장도 얻을 수 있습니다.

그밖에 열간 금형 강의 경우 일반 진공로에서는 베이나이트 구역에서의 냉각속도가 늦은데 따른 입계의 베이나이트 석출을 방지할 수 있어서 그 수명도 크게 향상시킬 수 있습니다. 2실형 진공로의 경우에는 최근에 그 용도가 증가하고 있는 고온 질화의 효과도 기대할 수 있으므로 유리합니다.

여기에서 주의해야 할 것은 단지 별실식이라 하여 모두 이러한 성능이 보장되는 것은 아니라 하는 것입니다.

퀵칭능력이라 하는 것은 재료가 갖고 있는 열을 얼마나 빨리 균일하게 빼앗을 수 있는가에 달려 있으므로 퀵칭실의 설계에 따라 그 성능이 천차만별이라고 하는 것을 염두에 두어야 하겠습니까.

2.2 연속식 진공침탄설비

진공침탄이라고 하는 기술은 그 역사가 매우 길다고 알려져 있습니다. 그러나 일본과 미국 등지에서 개발되어 온 기술은 처리시, 로내에 발생하는 검데이(Sooting) 문제로 인하여 대량 생산은 불가능하다고 알려져 있으며 일부 중요 부품에만 특수하게 적용되어 온 상태입니다.

본 기술은 이러한 문제를 완벽하게 해결하고 대량생산이 가능하도록 개발된 것입니다.

또한 퀵칭법에 있어서도 가압식 가스 퀵칭으로 마르템퍼링 수준의 냉각속도를 얻을 수 있으므로 기름을 사용하지 않는 획기적인 기술입니다.

종래의 진공침탄에서는 검매이 발생문제와 퀵칭시의 오염문제가 함께 존재되어 있었습니다.

설비의 형태는 수직형과 수평형의 2가지로 개발되어 있으며 현재 가동되고 있는 곳은 프랑스의 시트로엥 자동차에 4실식 수직형 2대가 1992년부터 가동중이고 독일의 오펔 자동차와 변속기 생산업체인 게트락사에 5.6실식 수직형 각 3대씩이 1998년 초부터 설치되어 가동중입니다.

그리고 수평형은 설치면적은 다소 많이 차지하게 되나 생산성이 수직형 보다 좋으므로 1997년부터 개발이 시작되어 1998년 말부터 프랑스에 1대가 설치될 예정이고 이태리의 피아트 및 미국의 열처리 업체에서 1999년부터 설치 가동될 예정입니다.

국내에서는 당사에서 1997년부터 2실식 수직형 설비가 설치되어 가동 중입니다.

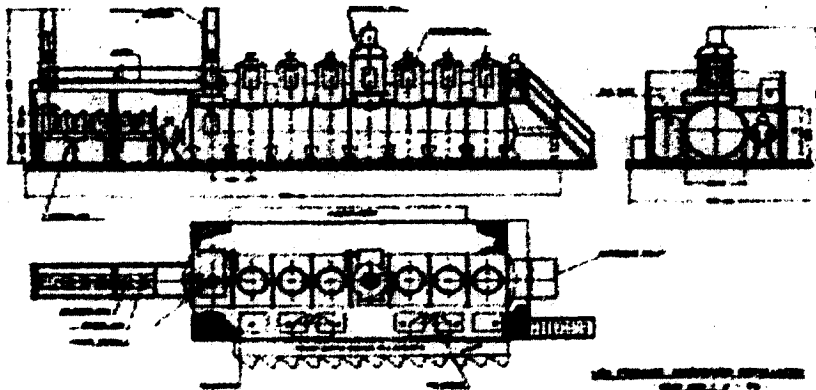


그림 2-2. 연속식 진공침탄설비(수직형)

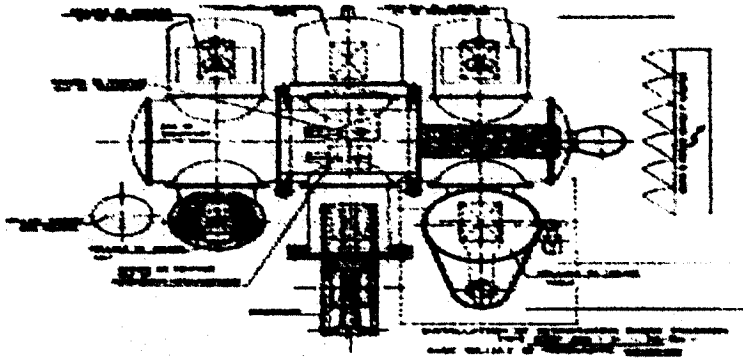


그림2-2 연속식 진공침탄설비(수평형)

최초 개발당시에는 설비가격이 다소 비싼 것이 흠이었으나 최근에는 가격이 많이 낮아지고 생산성이 향상되어 기존의 가스침탄 설비와 충분한 경쟁력을 갖고 있다고 생각됩니다.

특히 수평형의 경우에는 기계구조용 탄소강에 대해서도 침탄질화가 가능하고 기름 퀀칭실도 설치할 수 있어서 거의 모든 강종에 대해 적용이 가능해 졌습니다. 또한 예열실을 별도로 설치할 경우 예열실만 가스버너를 사용하여 에너지 절감이나 생산성 향상에도 큰 효과가 기대됩니다.

이 설비를 이용할 경우 최근에 그 수요가 증가하고 있는 고농도 침탄도 가능한 등의 많은 이점을 가지고 있습니다.

2.3 이온침탄 기술

이온침탄은 플라즈마를 이용한 침탄 기술이 되겠습니다. 본 기술은 기존의 이온질화에서 착안을 하여 처리온도를 높여서 침탄이 가능하도록 한 것입니다.

일반적인 이온침탄설비의 형태는 진공로와 거의 마찬가지로 그 내부에 전극을 별도로 설치한 것이 다를 뿐입니다.

플라즈마를 이용한 이온 충격을 활용하므로 침탄속도는 가장 빠르다고 할 수 있으나

설비구조가 복잡해지고 제품의 적재 방법에 제약이 있는 등 대량생산에 다소 문제가 있습니다. 일부 업체에서는 이온침탄의 고속 침탄기술을 이용하여 1000°C 이상의 고온에서 단시간(10~15분)내에 0.5mm 정도를 침탄시켜서 가공라인에의 IN-LINE화를 연구하고 있다는 보고도 있습니다. 여러 가지 문제가 있겠지만 이러한 기술이 실용화 될 경우에는 일부 생산라인에는 적용이 가능하리라 사료됩니다.

2.4 이온질화 기술

이온질화기술은 청정기술 중 가장 일반화되어 있는 기술이라 할 수 있습니다. 진공 플라즈마를 이용하여 질소 분자를 이온화하여 재료의 표면에 침투 시키는 이 기술은 오래 전부터 금형을 중심으로 실용화되어왔고 대형 자동화 설비를 이용한 자동차 부품 등에서의 적용도 일본이나 유럽 등에서는 많이 실시되고 있습니다.

이 기술은 기존의 질화 기술의 문제로 되고 있는 암모니아 가스로 인한 악취문제, 염욕 질화시의 악취와 폐수 문제가 모두 해결될 수 있는 기술로서 앞으로의 생산성과 설비가격 합리화가 이루어 질 경우 시장 확대가 막대하리라 사료됩니다.

이러한 기술 개발의 방향을 제안해 보면 위에서 소개한 수직형 또는 수평형 진공침탄설비와 같은 개념으로 구성하여 예열실에서 승온시킨 후 각각의 이온 질화 설비에서 질화시키고 냉각실에서 냉각하여 처리를 끝내면 처리시간도 단축되어 생산성도 크게 향상되리라 사료됩니다.

2.5 프라즈마 코팅기술

지금까지 가장 많이 적용되고 있고 안정적인 것은 PVD처리로서 이를 자동화에 의해 생산성을 크게 향상시켜 원가를 낮추는 시도가 이루어지고 일부는 실용화 단계에 접어들었습니다.

그 중의 하나는 일본에서 현재 가동 중인 롤러 이동식 연속 설비입니다. 이 설비는 이진공 퍼지실, 가열실, 코팅실(1), 코팅실(2), 냉각실로 구성되어 있습니다.

처음에 제작된 설비는 코팅실이 1개 있었으나 그 후 코팅실이 2개인 설비를 제작하여 사용 중입니다. 이들의 최종 목표는 이러한 자동 설비를 이용하여 코팅 가격을 기존의 1/10 이하로 하여 자동차 부품, 기존 습식 도금 부품을 대체하고자 하고 있습니다. 이 자동화 설비는 코팅실이 항상 진공상태를 유지하게 되므로 외부로부터의 오염이 극히 적어 품질도 월등히 좋아진다고 합니다. 또한까지의 자동화 설비는 원통형으로 제작되어 이를 비스듬히 눕혀서 회전시키며 처리하는 것으로 맨 위의 준비실에서 진공퍼지 후 밑의 코팅실로 자연 낙하하게 하여 코팅시키고 코팅이 끝나면 마지막의 냉각실에서 냉각시켜 밖으로 떨어지게 하는 연속 설비입니다. 이 설비는 주로 표면 착색용으로 기존의 습식 도금을 대체하기에 적합하다고 생각됩니다.

2.6 진공 세척 기술

지금까지는 열표면처리에 대해 설명 드렸으며 다음은 마지막으로 빠져서는 안될 세척에 대해 소개하고자 합니다.

우리의 열처리 현장을 보면 열처리 설비 자체에는 크게 신경을 써서 좋은 설비를 들여 놓고 투자에 신경을 많이 쓰나 세척설비에 대해서는 비교적 무관심했던 것이 사실입니다.

그러나 세계 기후 협약 등에 의해 기존에 사용 중인 트리클로로에틸렌 등의 사용이 대폭적으로 제한을 받고 청정도의 요구는 점차 높아 가는 현실에서는 새로운 세척설비의 개발이 시급한 실정입니다. 이에 진공을 이용하여 세척성을 높이고 환경을 깨끗이 하자는 목적에서 여러 가지 형태의 세척설비가 개발되어 사용되고 있습니다. 일본에서는 수 년 전부터 석유계의 세정액을 진공을 이용하여 낮은 온도에서 기화시켜 증기 세척을 하는 진공세척기가 개발되어 여러 업체에서 제작 판매하고 있으며 그 세척 방법도 침적, 분사, 증기 세척 등 여러 공정을 복합시켜 세척 능력의 향상을 꾀하고 있습니다.

유럽에서는 알카리계 및 물을 이용한 세척설비가 개발되어 침적, 분사들의 공정을 이용하여 열처리 전후 세척으로 사용하고 있습니다.

물론 두 가지 모두 세척후의 건조는 진공 상태에서 실시하게 됩니다. 따라서 세척 후에는 잔류물이나 증기 등이 외부로 배출되는 것을 방지할 수 있어서 환경을 깨끗이 할 수 있게 됩니다.

3. 정리

위에 소개한 기술들은 모두가 외국에서 개발되어 그 사용이 점차 확대되고 있는 기술들입니다. 우리 나라의 현실을 볼 때, 영세

한 소규모의 열처리 공장에서는 투자에 무리가 따를 수도 있는 기술들이라 볼 수 있습니다.

그러나 열처리 기술의 장래를 진정으로 생각하고 국내에서의 경쟁 뿐 아니라 국제적인 경쟁이 시급한 이 시점에서 뒷짐만 지고

있을 수는 없는 것입니다.

우선은 이러한 기술들에 대한 정보를 가능한 한 정확히 입수하고 기존의 기술과 비교 분석한 후 우리 실정에 맞는 기술로서 개발하여 나간다면 그리 어려운 것만은 아니라고 생각합니다.