

KOSHA GUIDE

M - 53 - 2012

사출성형의 플라스틱공정에서 흠
제어에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오
- 개정자 : 안전연구실

- 제 · 개정경과
 - 2010년 11월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - PPS-13 : Controlling fume during plastics processing

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건법 시행규칙 제93조(작업환경측정 대상 작업장 등)

- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈 페이지
안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

사출성형의 플라스틱공정에서 흠 제어에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법 시행규칙 제93조(작업환경측정 대상 작업장 등)에 의거 플라스틱 가공 중 발생하는 흠의 위험 및 환기 등의 안전대책에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 플라스틱 공정 중 발생하는 흠의 감소, 통제 및 응급시에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “흠(Fume)”이라 함은 미세한 금속입자로써 금속이 녹으면서 증기가 발생하는데, 이 증기가 공기 중에서 급속히 냉각된 매우 미세한 입자를 말한다.

(나) “환기(Ventilation)”라 함은 분진, 미스트, 흠, 가스, 증기 등 오염물질이 존재하는 옥내작업장에 송기와 배기로 이들 오염물질을 공기중에 확산 희석하는 것을 말한다.

(다) “위험요인(Hazard)”이라 함은 신체의 손상이나 상해를 초래할 수 있는 근원을 말한다.

(라) “폴리염화비닐(PVC)”라 함은 일반적으로 수용성 현탁액이나 유탁액에서

염화비닐을 과산화물 촉매로 처리하여 만드는 유기 중합체 계열에 속하는 합성수지를 말한다.

(마) “상대습도”라 함은 대기 중에 포함되어 있는 수증기의 양과 그 때의 온도에서 대기가 함유할 수 있는 최대수증기량(포화수증기)의 비를 백분율로 나타낸 것을 말한다.

(바) “히터밴드”라 함은 사출성형 및 압출성형의 실린더 몸체에 밀착되어 열전도체에 아주 적합한 히터이다. 원통형 히터와 사각히터가 있으며 전원부분을 아주 다양하게 할 수 있으며, 리스형, 그리스형 등으로 분리되며 어느것이나 표준품은 크랜프밴으로 둘러싸인 구조로 되어있다. 내부구조는 절연 운모로 되어 있는 것을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 건강 위험

(1) 플라스틱은 일반적으로 필요조건에 따라 첨가물, 색소, 방화제, 안정제 등과 같은 다수의 첨가물을 포함하는 펠릿, 과립 또는 분말로 가공된다. 정확한 조합을 가진 어떠한 흠은 재료가 가공을 위해 열 공정을 거치며, 변형될 때 발생하게 되는데, 어떠한 플라스틱 흠은 눈, 코, 폐에 심한 자극을 일으킬 수 있다. 몇몇 종류의 경우, 그 영향은 장기적이면서 되돌릴 수 없는 사태를 유발할 수 있다.

예) 사출성형을 하기 위해 아세탈을 건조기 안에 넣었다. 건조기의 열 통제는 유지되어 지지 않았고 자동온도조절장치는 “On”으로 고정되었다. 재료는 과열되었고 분해되기 시작하였다. 한 작업자가 건조기의 문을 열었을 때, 흠이 작업자의 얼굴로 솟아올랐다. 그는 피를 토하고 병원으로 후송되었다. 마라톤 풀코스를 3시간 이내로 뛰던 사람이었지만, 사고 후에는 천식으로 진단받았고, 50 m도 뛸 수가 없었다.

- (2) <표 1>은 일반적인 플라스틱 공정에서 권장온도를 상회하는 과정으로 가열될 때 흠에서 발견되는 성분을 수록하였다.

<표 1> 플라스틱 공정의 흠 성분

플라스틱	성분의 예
PVC	염화수소
방화 재료로 보호된 ABS	스티렌, 페놀, 부타디엔
폴리프로피렌	포름알데히드, 아크롤레인, 아세톤
아세탈	포름알데히드
폴리에틸렌(낮은 밀도)	부탄, 알칸
폴리스티렌	스티렌, 알데히드

5. 노출 통제

흠 생성에 영향을 주는 것은 다음과 같다.

- (1) 권장 온도범위와 체류시간을 포함하는 공정재료
- (2) 폐지를 포함한 운전 절차
- (3) 온도제어의 신뢰성
- (4) 기계/나사 유지보수

6. 체크리스트

만약 다음의 체크리스트의 모든 항목에 ‘예’라고 대답할 수 있다면, 발생하고 있는 흠의 위험을 최소화 하고 있는 것이다.

6.1 재료

- (1) 필요로 하는 정확한 공정온도, 분해생성물의 세부사항 및 흠의 생성에서 부수적이며 영향을 끼칠 가능성이 있는 모든 정보를 포함하고 있는 특정 배

합에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 공급자/판매자로부터 입수하였는지의 여부

- (2) 공급자가 물질안전보건자료 정보의 변경사항을 알려주기 위한 시스템 및 보유한 있는 기록과 절차들의 재검토와 업데이트를 위한 시스템을 가지고 있는지의 여부
- (3) 이 공정온도에서 고분자 배합용 배럴내 체류온도의 정확한 정보를 가지고 있는지의 여부. 체류시간과 더불어 온도는 흠 생성을 예방하기 위해 중요하다. 예를 들어 240 °C 에서 처리된 아세탈의 한 가지 특정 등급은 7분의 체류시간이 안전하며, 250 °C에서는 20분이다.

6.2 작업 절차

- (1) 잘못된 재료/등급이 실수에 의해 사용되지 않도록 하기위하여 미사용인 것과 재사용된 재료를 확실하게 감별하고 표시하였는지 여부
- (2) 기계 작업자에 관련된 모든 공정 자료(온도, 체류 시간, 이전 제조의 변경 사항 등)를 제공했는지의 여부
- (3) 작업자를 올바른 방법으로 훈련시키고 있는지의 여부
 - (가) 퍼지: 퍼징 컴파운드(Purging compound)로 하는 퍼징은 낮은 속도와 압력으로 이루어져야 한다. 몇 가지의 경우, 제거된 재료는 공기와 접촉하여 스스로 발열할 것이므로 가능한 빨리 차가운 물에 담가야 한다.
 - (나) 이물질질을 청소하는 방법. 노즐, 금형, 인젝터, 재료 송급 밸브, 스크린 필터 브레이커 관과 고체화된 재료의 태움은 오직 열분해 장치를 사용하여 제거하거나 또는 다른 흠 노출을 방지하는 방법에 의해 수행되어야 한다.
 - (다) 사출작업동안 누출을 막기 위해서 스푸루 부쉬(Pprue bushes)를 지탱하는 노즐 시트(seat)가 올바르게 되어있는지의 여부

(라) 공정의 정지를 야기하는 알람 취급상태 또는 사출문제 여부. 특히 아세탈, PVC 등의 열에 민감한 재료들의 공정 시 중요하다. 아세탈의 처리중 블로우아웃(blow-out)이 생기게 할 수 있는데 이것은 배럴 안에서의 급속한 분해가 원인이다. 포름알데히드가 생성될 수 있으므로 처리자(Processor)는 이런 가능성을 다룰 수 있는 비상처리 절차를 알고 있어야 한다.

플라스틱과 고무산업의 사출성형기 이용 상의 퍼지, 이물질 제거 및 청소에 관한 추가적인 정보는 방호에 관한 안전 지침을 참고 할 것.

6.3 온도 제어

- (1) 재료가 올바른 온도에서 처리되는지에 관한 체크를 위한 장비와 시스템을 가지고 있는지의 여부
- (2) 올바른 열전대 및 히터밴드가 선택되고 적절하게 장착되었는지 확인하기 위한 알맞은 절차를 가지고 있는지의 여부. 구형 기계는 비례 또는 비례형(PD 또는 PID)이거나 PC에 의해 가열제어가 되지 않을 수도 있다. 온/오프 컨트롤러(On/off controller)는 주기적으로 히터밴드의 고장을 유발하고, 그 결과 흠 문제가 발생된다.
- (3) 열전대와 리드선 손상의 시각적 표시에 관한 점검을 하기 위한 검사절차를 가지고 있는지의 여부
- (4) 건조기와 같은 보조 장비를 포함하는 기계의 알람과 차단이 작동하는지의 여부. 히터밴드 고장은 체류시간이 증가하면서 과열로 인하여 심각 할 수 있다.
- (5) 기계가 공정 온도에서 재료로 가득 찬 상태로 배럴을 공회전할 때 장치를 통하여 재료 이동을 유지하여 배럴온도를 낮춤으로써 재료열화(질의 저하)의 위험을 줄이기 위한 절차를 가지고 있는지의 여부

예) 아세탈이나 PVC와 같이 열에 민감한 재료는 공정온도에서 이러한 일이 발생하면 급속한 질의 저하가 시작된다.

6.4 기계/스크루 정비

- (1) 스크루 마모(마모에 의해 야기된 부적절한 깊이 또는 스크루 지름은 압력과 출력을 감소시킬 수 있고 따라서 체류시간을 증가시킨다.)에 의해 유발되는 위험을 평가하고, 점검하는 시스템을 필요시 실행했는지의 여부
- (2) 배럴 내에서의 재료가 질의 저하가 발생한 모든 경우 이후에 배럴과 스크루가 적절히 청소되었는가를 확인하는 절차를 가지고 있는지의 여부. 질이 저하된 재료의 흔적은 새롭게 공급되는 재료의 급속한 열화(질의 저하)의 원인이 될 수 있다.
- (3) 기계의 청결을 유지하는 것을 확인하기 위한 절차를 가지고 있는지의 여부. 배럴의 외부에 묻은 재료는 가열되어 흠을 발생시킬 수 있다.

만일 위의 체크리스트에서 모든 문제를 ‘그렇다’로 답하는 것이 불가능하면, 기존 배치를 개선할 필요가 있다.

- (1) 실제로 의도하는 것을 정확하게 따르도록 하는 것을 돕기 위해 서면으로 확실하게 채용되는 절차를 준비하라.
- (2) 설정된 절차에 따라 작업할 수 있도록 작업자를 훈련시키고 감독관은 작업자들이 준수해야 할 것 들을 정기적으로 체크하는 것을 확실히 하라.
- (3) 어떤 비상 절차라도 명백하게 설명되도록 확실하게 할 것이며, 그것을 사용할 필요가 있는 모든 사람들 개개인에 의해 실행되도록 확실하게 하라.

만일 단순한 온/오프 조정기를 갖는 10년 이상 된 기계를 가동시킨다면, 흠의 문제를 유발할 수 있는 고장을 줄이는 방법으로써 히터시스템의 보수공사를 고려해야 한다.

7. 환기

모든 경우에 적정 수준의 전체 환기가 제공되어야 한다. 이는 시간당 6회 환기보다 적어서는 안 되며, 폭발 기포(Burst bubble)로부터 발생하는 흠을 처리하는 블로운 필름 라인(Blown film lines)에 대해서는 8회를 권장한다.

공정변수들과 전체 환기에 따른 설비의 유지보수는 모든 상황에서 흠을 제어할 수는 없을 것이다. 재료의 제조자가 추천하고, 개인의 평가로 확인된 장소에는 국소배기장치(LEV ; local exhaust ventilation)가 필요하다.

7.1 국소배기가 필요한 공정/활동의 예는 다음과 같다.

- (1) 작은 알갱이 입자 단일체에서 중합체의 혼합등급의 재활용
- (2) 필름이 규칙적으로 들러붙고 과열되는 실링 헤드에서의 백 메이킹(Bag making)
- (3) 외부 덕트가 필요한 장소에 흠이 있는 공기가 있으며 내부 버블 쿨링을 가진 블로운 필름 라인(Blown film lines)
- (4) 막힌 금형과 노즐의 태움
- (5) 공정제어의 신뢰도가 떨어지는 곳에서 구식 기계의 사용

7.2 상대습도 (RH)

낮은 상대습도는 상부 호흡기 자극을 유발할 수 있다. 상대습도는 이와 같은 문제들의 위험을 줄이기 위해 30 % 이상이어야 한다.(적정 범위 : 40 ~ 60 %)

상부 호흡기 계통(눈, 코, 목)자극에 대한 불편이 있는 곳에서는 공정에 관계없이 표준 조사에 상대습도의 측정을 포함해야 한다.

8. 안전점검

일단 제어 대책이 마련된 경우, 다음의 점검 및 권장주기를 사용하여 그들을 유지할 필요가 있고, 항상 좋은 제어상태를 유지해야 한다. 이것은 경험에 비추어 개선 및 수정할 수 있다.

8.1 매일 또는 재료/등급 변경시 점검

- (1) 재료 저장 공간이 분명하게 표시되고, 히터밴드/배럴 장치에 넘쳐흐른 재료가 있는지의 여부
- (2) 작업자가 재료를 공급하기 위해 명확한 사양과 공정조건의 정보를 작성하였는지의 여부
- (3) 기계 고장알람(설치한 경우 온도 초과 및 미달)의 작동 여부
- (4) 용융 온도를 확인하였는지의 여부
- (5) 국소배기 및 전체 환기 송풍기의 스위치가 켜있고 작동하는지의 여부

8.2 매월

- (1) 히터밴드는 양호한 상태인지의 여부 및 사용하지 않는 경우 건조한 상태로 물의 유입과 기계적 충격이 방지되는 안전한 장소에 보관되어 있는지의 여부

8.3 매년

- (1) 사용하는 고분자 공식표시가 초기의 위험 평가에서 고려된 것들과 유사한 상태로 있었는지의 여부. 만일 변화가 있었다면, 무엇을 수정해야 하는지의 여부
- (2) 퍼지, 불순물 제거 등에 대한 작업자 훈련과 교육절차의 검토 여부 및 그것

들을 새로 작성하거나 수정할 필요가 있는지의 여부

(3) 스크루나 배럴 마모를 점검할 필요가 있는지의 여부

(4) 온도조절장치를 점검/조정했는지의 여부

(5) 국소배기를 철저히 점검(14개월 마다)했는지의 여부 및 이것의 기록을 가지고 있는지의 여부

9. 비상조치 절차

아세탈 또는 PVC와 같은 열에 민감한 재료를 처리한다면 비상조치 절차를 연습했는가. 비상조치절차에는 영향을 받을 수 있는 피난지역을 포함해야 한다.