

KOSHA GUIDE

M - 8 - 2016

열성형기 사용에 관한 기술지침

2016. 12

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한성대학교 최기홍 교수
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전실
- 제 · 개정 경과
 - 2009년 6월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
 - 2016년 12월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
 - KOSHA GUIDE M-187-2016 「사출성형기 방호조치에 관한 기술지침」
 - PPIS-6 : Safety at thermoforming machines
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제121조 (사출성형기등의 방호장치)
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 (www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2016년 12월 27일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

열성형기 사용에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 열성형기(Thermoforming machine) 사용시 발생하는 사고 원인 및 방호 등에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 열성형기 사용 시에 적용한다.

3. 정 의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “열성형기”라 함은 사출성형기의 일종으로 열을 가하여 용융 상태의 열가소성 또는 열경화성 플라스틱, 고무 등의 재료를 노즐을 통해 두개의 금형사이에 주입하여 원하는 모양의 제품을 성형·생산하는 기계를 말한다.

(나) “가드”라 함은 기계의 일부로서 방호기능을 수행하는 물리적 방벽이며 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 울타리(방호울) 등을 말한다.

(다) “방호(Safeguarding)”라 함은 가드, 관련장치 또는 안전작업절차 등을 이용하여 작업자를 보호하기 위한 제반조치를 말한다.

(라) “고정식 가드(Fixed guard)”라 함은 가드가 특정 위치에 용접 등으로 영구적으로 고정되거나 고정장치(스크류, 너트 등)로 부착되어 있어서, 공구 없이는 가드의 제거 또는 개방이 불가능한 구조로 된 것을 말한다.

(마) “조정식 가드(Adjustable guard)”라 함은 전체 또는 부분을 조정할 수 있는

고정식 또는 가동식 가드로서, 작동할 때마다 용도에 맞도록 가드를 조정하여 조정된 상태를 고정하여 사용한다. 다만, 작동 중에는 조정하지 않는다.

(바) “연동식 가드(Interlocking guard)”라 함은 기계의 위험한 부분이 가드로 방호되어 가드가 닫혀야만 작동될 수 있고 가드가 열리면 정지명령이 주어지는 연동장치와 조합된 가드를 말한다. 단, 가드가 닫혔을 때 기계의 작동이 초기화되는 방식을 의미하는 것은 아니다.

(사) “연동장치(Interlocking device 또는 interlock)”라 함은 기계, 전기 또는 기타 여러 작동방식으로 정해진 조건(일반적으로 가드가 닫혀있지 아니한 상태)에서 기계의 작동을 방지하기 위한 장치를 말한다.

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

4. 사고 원인

열성형기와 관련하여 부상을 야기하는 부품, 사고의 원인은 <표 1>과 같다.

<표 1> 열성형기의 사고원인

구분	건수	원인	비고 (건수)
작업테이블/금형/플러그	23	(1) 유지보수 작업 시 연동 장치가 작동하지 않거나 해제됨	7
		(2) 작업자가 연동장치를 해체시킴	4
		(3) 기기가 작동하는 동안 설정(Setting) 담당 직원이 무심코 제어장치를 작동함	4

		(4) 설정 담당 직원이 가드가 닫힌 상태에서 기기 내부에 위치함	4
		(5) 작업자가 결함이 있는 가드를 통해 접근함	2
		(6) 가드가 연동되지 않음	2
전단기/다듬용 칼	14	(1) 고정 가드가 손상되었거나 부적합함	7
		(2) 막힘을 해소하거나 제품을 빼내기 위해서 연동 장치가 해제되었거나, 고정 가드가 제거됨	4
		(3) 설정 담당 직원이 기기를 격리하거나 안전을 확보하지 않음	2
		(4) 설정 담당 직원이 받침을 조절하기 위해 연동장치를 해제함	1
클램프	8	(1) 연동장치가 해제됨	4
		(2) 연동된 가드에 결함이 있음	3
		(3) 설정 담당이 가드가 닫힌 상태에서 기기 내부에 위치함	1
스태커 기구	4	(1) 기구의 방호장치가 불충분함	4
피드 기구	4	(1) 가동중 끼임 (In-running nip)에 대한 방호가 불충분함	3
		(2) 격리시키지 않은 상태에서 투입 컨베이어를 청소함	1

히터 유니트	3	(1) 히터가 가드와 연동되지 않음	1
		(2) 작업자가 고정 가드 위로 손을 뻗음	1
		(3) 설정 담당 직원이 기기를 격리시키지 않았으며, 히터 배터리가 옮겨짐	1
분리 컨베이어	2	(1) 끼임에 대한 방호가 불충분함	2
세부정보가 부족	3		

주: 본 자료는 영국의 예임.

5. 방호 조치

열 성형기에 존재하는 위험요소에 대하여 <표 2>와 같이 방호조치 한다.

<표 2> 열성형기의 방호조치

위험 요소	방호 조치
<p>성형 구역: 수동으로 싣거나 내려놓을 수 있는 기기.</p> <p>커튼이 쳐진 테이블 (Drape table), 플러그 또는 클램프의 끼임(Traps)</p>	<p>(1) 대형 기기:</p> <p>(가) 이중 채널 연동 장치로 각 채널별로 하나의 위치 센서나</p> <p>(나) 또는 가드에 부착된 동력 인터록을 설치한다.</p> <p>(다) 또는 광전식 시스템 : 제어 가드 (즉, 가드가 닫힐 때 압반(Platen)도 닫히는 구조)의 사용이 모든 열성형기에서 허용된다. 단, 작업자의 가드와 프레스 사이에 사람이 설 공간이 충분히 있는 경우는</p>

	<p>제외한다.</p> <p>(2)소형 기기 :</p> <p>(가) 동력에 의해 작동하는 구간이 작업테이블 또는 히터 배터리에만 적용하는 경우 이외에는 대형 기기의 표준을 적용한다. 이런 경우에는 양수식 제어 (고정 가드가 양 측면 및 뒤에 있음)를 허용한다.</p> <p>(나) 소재를 잡아주기 위해서 클램프 프레임을 내리고 가드를 열림 상태로 한 경우, 저 압력 상태의 2단 클램핑(Two-stage clamping) 장치가 제공되어야 한다.</p>
기기 및 작업 테이블의 움직임	고정 가드, 또는 작업 테이블 움직임에 대한 제어를 위하여 접근 도어와 연동토록 한다. (아래쪽 접근 도어를 작업자의 가드 연동 장치와 연결하는 것이 가능하다.)
히터 뱅크	<p>(1) 히터 유니트에 의한 끼임(Trapping)을 예방한다.</p> <p>(2) 화재 위험을 제어하기 위해서, 히터의 움직임은 가드의 열림과 연동되어야 한다.</p> <p>(3) 이를 통해 가드가 열릴 때 히터가 일시정지/후면(Rest/rear) 위치로 돌아가도록 한다.</p>
자재 투입	투입구에서의 기계적 위험[예, 전달기구, 동력 로울러의 말림(Nip), 제동 메커니즘]은 고정/연동된 가드 (한개 위치선의 센서를 갖춘 단일 채널) 및 기타 효과적인 수단에 의해 보호되어야 한다.
고온 표면	온도가 80℃를 초과하는 구역은 절연 조치를 취한다. 고온 부품이 불가피하게 밖으로 노출되는 경우에는, 경고판을 세운다.

금형구역 (In-line machines) - 작업 테이블/플러그/클램프	단일 채널에 연동된 가드가 열려져 있을 때 오작동에 의한 움직임을 방지토록 한다.
절단 또는 트리밍(Trimming) 유닛	금형구역과 유사한 연동 조치를 취한다. 또한 배출구를 통해 날에 접촉하는 것을 다음을 통해 방지한다. (1) 절단 장비의 안전한 설계 (2) 또는 원거리 가드, 예를 들어 터널 가드 (3) 또는 취출 장비를 단동 위치스위치 (Single positively operated position switch)와 연동시켜 분리장비가 제거되었을 때 절단 장비의 움직임을 방지한다.
저장(Stacking) 유닛	금형구역과 유사한 방호조치를 취한다.
취출(Take-off)	취출장비가 탈부착 가능하고, 절단 또는 저장 (Cutting/stacking) 유닛에 접근 가능한 경우, 단동 위치스위치와 연동시켜서 위험한 움직임을 방지한다.

6. 안전 점검

영국의 예를 들면, 열성형기에서 발생하는 사고의 주원인(약 50%)은 방호 장치가 부적합하거나 손상되었기 때문이며, 또 다른 원인(25%)은 연동 장치가 해제되었기 때문이다. 다음은 안전을 유지하기 위해서 실행되어야 하는 최소한도의 점검 조치이다.

6.1 운영 관련 점검 (권장되는 빈도 : 매 교대 시)

- (1) 모든 고정 및 연동 가드가 정 위치에 있으며 견고한지 여부
- (2) 연동된 가드를 열 때 위험한 부품이 작동을 멈추는지 여부
- (3) 연동된 가드를 연 상태에서 위험한 부품을 작동시킬 수 있는지 여부
- (4) 연동된 가드가 열려있을 때 히터가 일시정지 또는 후면(Rest/rear) 위치로 돌아가는지 여부
- (5) 양수식 제어 장치를 갖춘 소형 독립형 기기의 경우, 기기를 작동시키기 위해 양 버튼을 같이 눌러야 하는지 여부
- (6) 기기가 작동을 멈춘 상태에서, 시험용 물품으로 전자 감응식 커튼을 손상시킨 경우 지시계가 상태 변화를 가리키는지 여부
- (7) 필요한 경우, 받침대 또는 쇼크 (Scotch/chock)가 모든 기기에 즉시 제공될 수 있는지 여부

6.2 유지보수 점검 (권장되는 빈도 : 매월)

- (1) 모든 고정 가드가 정 위치에 놓여있으며, 공구를 사용해서만 열릴 수 있는 잠금 장치를 갖추고 있는지 여부
- (2) 모든 연동 장치가 적절히 놓여있으며, 가드에 견고하게 부착되어 있는지 여부
- (3) 연동된 가드 문을 열면 위험한 부위가 즉시 멈추는지 여부
- (4) 이렇게 멈추어진 위험한 부위가 가드를 연 상태에서 작동을 시작할 수 있는지 여부

- (5) 연동된 가드의 움직임이 관련 유압, 공기압 또는 전기 메커니즘의 센서를 작동시키는지 여부 (육안 점검)
- (6) 가드/연동장치를 조작한 시각적인 증거가 있는지 여부
- (7) 동력 가드의 선단(Leading edge)에 위치한 트립 장치가 기기가 구동하면 작동하기 시작하는지 여부
- (8) 모드선택기가 있는 경우, 모드를 선택할 시 추가적인 안전장치가 작동하는 범위에서만 움직이는지 여부 (저속, 양수 제어, 가동유지제어, 제한된 움직임 등)
- (9) 비상정지시스템이 기기의 모든 지속적인 움직임을 멈추는지 여부
- (10) 육안검사를 실시할 때, 전선에서 손상된 부분을 발견하였는지 여부
- (11) 열 절연이 양호한 상태이며, 온도 경고판이 설치되어 있는지 여부

6.3 설정 절차에 대한 지침

연동 방호 장치가 부분적으로 해제되는 경우가 있기 때문에 설정 시 종종 사고가 발생한다. 열성형 기기의 경우 사고의 33% 정도가 설정작업 시 발생한다. 공구 교체 및 설정에 대한 안전 지침을 해당 작업자들과의 협의를 거쳐서 마련해야 하며, 다음을 참조한다.

- (1) 작업자가 가드가 열려있을 때 압판 또는 금형이 움직이지 않는다는 것을 먼저 체크하지 않고 금형 변경, 설정 또는 시작 작업을 하지 않는다.
- (2) 작업대 또는 절삭헤드가 올려져 있는 상태이고, 중력에 의해 떨어질 위험이 있는 경우에는 받침 또는 안전블럭을 삽입한다.
- (3) 기기의 크기 및 유형, 공구 변경 절차의 길이에 따라 격리 요건이 달라진다. 기기 종류별로 다음과 같은 조치가 권고된다.

- (가) 소형 수동 기기 : 공구 변경이 신속히 이루어지며, 설정 작업자가 기기 밖에서 일하는 경우에는 공구 변경 시 동력 공급을 차단할 필요가 없으며, 작업자의 방호 조치를 한다.
- (나) 인라인 기기: 공구 변경 작업이 비교적 빨리 이루어지며, 설정 작업자가 기기 밖에 있거나 아니면 제어패널에서 쉽게 볼 수 있는 경우 작업자의 방호조치와 더불어 비상 정지를 수행한다.
- (다) 대형 주동 또는 인라인 기기: 공구 사이에서 일해야 할 필요가 있거나 설정 작업자를 제어 패널에서 볼 수 없는 경우에는 모든 동력 공급을 차단하고 저장된 에너지를 방출한다.
- (4) 대부분의 경우에서 작업 테이블이 동력에 의해 움직일 필요 없이 금형을 고정시키는 볼트 및 배관연결을 제거하는 것이 가능해야 한다.
작업대의 위치조정 러그(Locating lug)를 사용하여 공구가 윈도우프레임(Window frame)의 입구와 정확하게 일치하도록 해야 한다.
- (5) 금형을 변경하는 것이 용이하지 않은 기기의 경우, 가드를 열고 동력에 의해 기기를 움직이지 않은 상태에서 청소를 하고 장애를 제거한다. 가드를 열고 기기를 작동시키는 작업은 적합한 수동제어 장치가 기기 제어에 구축되어 있을 때만 허용되어야 한다. 이런 장치는 저속, 양손 제어 또는 가동유지 스위치를 포함해야 하며, 이런 기능은 수동제어(Override) 모드를 선택했을 때 자동적으로 실행되어야 한다.