

How to improve the line speed of LDPE extrusion coating line in flexible packaging application ?

## 연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법 ? ③

급변하는 산업 환경에 대응하기 위한 해답 찾기 노력이 활발하게 진행되고 있다. 포장계에서도 예외는 아니다. 업계 목소리 등을 반영해 가장 시급한 subject를 선택, 고종의 자료 검토 및 분석을 통한 다양한 보고서들이 연이어 나오고 있다. 이 중 기본 검토 항목부터 최종 검토내용까지 단계별로 촘촘하게 가이드하고 있는 연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법에 대한 연구 내용을 연재 한다.

- 편집자 주 -



유정권  
팩티브코리아 대표

도전으로 산업의 변화가 요구되어지는 시대에 많은 질문을 받고 있는 부분들 중 가장 시급한 부분인 Subject를, 고종의 자료 검토 및 업체 분들의 도움 및 자료 분석을 통하여 본 연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법이라는 주제로, 부족하지만 도움을 드리는 마음으로 연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법을 보고 드리고자 한다.

### ④ 장비 보정 및 정렬

센서, 게이지 및 제어 시스템을 정기적으로 보정하여 공정 측정 및 제어 파라미터의 정확성과 신뢰성을 보장한다. 압출기, 다이, 롤러와 같은 기계적 구성품을 정렬하여 적절한 정렬을 유지하고 불균일한 코팅 두께나 제품 결함과 같은 문제를 방지한다.

### ⑤ 예비 부품 관리

일상적인 유지보수 및 긴급 수리에 필요한 중요 예비 부품 및 소모품의 재고를 유지한다. 예비 부품을 쉽게 구할 수 있고, 적절한 라벨을 부착하고, 제어된 환경에 보관하여 열화나 손실을 방지한다.

### ⑥ 비상 대응 계획

장비 고장, 고장 또는 기타 비상 상황을 처리하기 위한 절차를 설명하는 비상 대응 계획을 수립한다. 직원에게 비상 프로토콜,

대피 절차 및 비상 연락처에 대한 교육을 실시하여 예기치 못한 사건에 신속하고 조정된 대응을 보장한다.

⑦ 문서화 및 기록 보관

점검보고서, 작업발주서, 정비일지, 예비부품 사용내역 등 장비 정비활동에 대한 상세한 기록을 유지한다.장비사양서, 운용매뉴얼, 정비 절차서, 정비요원이 참고할 수 있도록 안전지침을 문서화한다.

⑧ 교육 및 기술 개발

정비 기술자가 새로운 기술, 모범 사례 및 안전 절차를 최신 상태로 유지할 수 있도록 지속적인 교육 및 기술 개발 기회를 제공한다.유지 보수 담당자가 문제 해결 기술, 장비 진단 및 수리 절차를 능숙하게 수행하여 다운타임을 최소화하고 장비 성능을 최적화한다.

⑨ 지속적인 개선

유지보수 담당자, 운영자 및 기타 이해관계자로부터 피드백을 요청받는 지속적인 개선 문화를 조성한다.

22) 다운스트림 프로세스 평가

압출 코팅 라인에서 다운스트림 공정을 평가하는 것은 전반적인 생산 효율, 제품 품질 및 자원 활용도를 최적화하는 데 매우 중요하다. 다운스트림 공정 평가를 수행하는 1방법은 다음과 같다.

병목 현상 식별

이유: 병목 현상을 식별하면 다운스트림 프로세스에서 전체 라인 속도 및 처리량을 제한하는 영역을 정확히 파악하는 데 도움이 된다.What: 생산 데이터를 검토하여 생산물이

지속적으로 기대 이하로 떨어지는 단계 또는 장비를 식별한다.

방법: 공정 흐름도 및 생산 보고서와 같은 도구를 사용하여 자재 흐름을 시각화하고 진행 중인 작업이 누적되거나 처리량이 제한되는 단계를 식별한다.

품질 관리 분석

이유: 제품 품질을 평가하면 다운스트림 프로세스가 지정된 표준을 충족하고 결함이나 거부를 최소화할 수 있다.

What: 완제품에 대한 육안 검사 및 품질 테스트를 수행하여 결함, 이상 또는 변형을 식별한다.

방법: 통계 공정 관리(SPC) 차트, 샘플링 계획 및 결함 추적 시스템을 사용하여 품질 메트릭을 모니터링하고 공정 문제를 나타내는 추세 또는 패턴을 식별한다.

자재 취급 효율

이유: 효율적인 자재 처리로 다운타임을 최소화하고 제품 손상을 줄이며 처리량을 극대화한다.

내용: 자재 흐름, 처리 방법 및 스토리지 관행을 평가하여 비효율성 또는 개선 기회를 파악한다.

방법: 시간 운동 연구를 수행하고, 재료 처리 경로를 분석하고, 5S와 같은 희박한 원칙을 구현하여 재료 흐름을 최적화하고, 처리 시간을 최소화하고, 폐기물을 줄인다.

장비 활용도

이유: 장비 활용도를 극대화하면 다운스트림 자산을 충분히 활용하여 생산 수요를 지원할

수 있다.

기능: 장비 가동 시간, 다운타임 및 가동률을 분석하여 활용도가 낮거나 유휴 장비를 식별한다.

방법: 장비 모니터링 시스템, 다운타임 추적 소프트웨어 및 성능 대시보드를 사용하여 장비 가용성을 모니터링하고 스케줄링 최적화 또는 프로세스 재설계를 통해 활용도를 높일 수 있는 기회를 파악한다.

## 에너지 소비 분석

이유: 에너지 소비를 평가하면 운영 비용을 절감하고 환경 영향을 최소화하며 지속 가능성을 개선할 수 있는 기회를 파악하는 데 도움이 된다.

무엇: 전기, 가스 및 물 소비를 포함한 다운스트림 프로세스 전반의 에너지 사용량을 측정한다.

방법: 에너지 감사를 실시하고 공공요금을 분석하며 에너지 모니터링 시스템을 구현하여 소비가 많은 지역을 식별하고 장비 효율을 최적화하며 에너지 절약 이니셔티브를 구현한다.

## 사이클 시간 단축

이유: 주기 시간이 줄어들면 생산 처리량과 변화하는 수요에 대한 대응력이 향상된다.

What: 다운스트림 프로세스 단계별 주기 시간을 분석하여 감축 기회를 파악한다.

방법: 병렬 처리, 배치 최적화 또는 장비 업그레이드와 같은 프로세스 개선을 구현하여 설정 시간, 처리 시간 및 전체 주기 시간을 단축한다.

## 23) 지속적인 R&D 투자 매년 판매금액의 5%

과거와 같이 한번 투자를 하고 영원히 갈 거라는 안이한 생각은 역사를 보더라도 알 수 있는 명확한 사실이다.

매년 5%의 투자는 향후 5년의 고객과 시장을

찾을 수 있는 유일한 방법이며, 만약 투자를 하지 않으면, 가격 경쟁력, 품질 경쟁력 및 신제품의 존재가 없어, 업체의 존재가 사라질 수 있다. 하여, 속도를 높이기 위해 기존 압출 코팅 라인에 투자하려면 생산 프로세스의 다양한 측면을 해결하는 전략적 접근이 필요하다. 여기에 고려해야 효과적인 방법을 검토하면, 압출기 업그레이드 더 높은 처리량 용량, 향상된 용융 균질성 및 향상된 온도 제어와 같은 고급 기능을 갖춘 고속 압출기에 투자하십시오. 정밀한 속도 제어와 에너지 효율을 위해 가변 주파수 드라이브(VFD)가 장착된 압출기로 업그레이드한다.

## 다이 및 피드 블록 업그레이드 및 스페어 다이 준비

고속 작업을 위해 설계된 최신 다이 및 피드 블록으로 업그레이드하여 유선형 흐름 채널, 조정 가능한 흐름 분배, 정밀한 코트 무게 제어가 특징이다. 다층 피드 블록 또는 공동 압출 다이에 투자하여 여러 층의 동시 코팅을 가능하게 하여 생산 시간을 단축하고 처리량을 증가시킨다.

## 냉각 시스템 강화

향상된 열 전달 효율, 더 빠른 냉각 속도 및 정밀한 온도 제어 기능을 갖춘 고급 냉각 시스템에 투자하십시오. 다양한 재료와 코팅 두께에 대한 냉각 조건을 최적화하기 위해 조정 가능한 매개 변수가 있는 에어 나이프, 냉각 롤 또는 수조로 업그레이드한다.

## 프로세스 자동화 구현

고급 제어 시스템, PLC(Programmable Logic Controller) 및 SCADA(Supervisory

Control and Data Acquisition) 시스템과 같은 프로세스 자동화 기술에 투자한다. 라인 속도, 온도 제어 및 코팅 두께 조정과 같은 공정 매개변수를 자동화하여 생산 효율성과 일관성을 최적화한다.

#### 자재 취급 개선

피더, 롤 핸들링 시스템과 같은 재료 처리 장비에 투자하여 수동 개입을 최소화하고 재료 흐름을 효율화한다. 자동화된 자재 처리 솔루션을 구현하여 설치 시간, 변경 시간 및 전체 프로덕션 다운타임을 줄인다.

#### 검사 및 품질 관리 시스템 업그레이드

비전 시스템, 두께 게이지 및 표면 결함 감지기과 같은 고급 검사 시스템에 투자하여 제품 품질과 고속에서의 일관성을 보장한다. 실시간 모니터링 및 피드백 메커니즘을 구현하여 결함을 조기에 발견하고 낭비를 최소화한다.

#### 프로세스 매개 변수 최적화

공정 최적화 연구 또는 컨설팅 서비스에 투자하여 제품 품질을 유지하면서 생산 속도를 극대화하기 위한 최적의 운영 매개 변수를 식별한다. 최적의 성능을 위해 온도, 압력 및 라인 속도와 같은 공정 파라미터를 미세 조정하기 위한 체계적인 실험 또는 시도를 수행한다.

#### 작업 폭 증가

압출 코팅 라인의 폭을 늘리기 위해 장비 업그레이드 또는 수정에 투자하여 단위 시간당 더 높은 생산 처리량을 허용한다. 다이, 공급 블록, 냉각 시스템 및 기타 라인 구성 요소의 폭을 확장하여 더 넓은 기판을 수용하고 코팅 용량을 증가시킨다.

#### 24) Inline Testing 방법 고려

인라인 테스트를 구현하는 것은 제품 품질과 일관성을 유지하면서 압출 코팅 라인에서 생산 속도를 높이는 중요한 전략이다. 생산 속도를 최적화하기 위해 인라인 테스트를 고려하는 방법은 다음과 같다.

#### 중요 품질 매개 변수 식별

코팅 두께, 접착 강도, 표면 매끄러움, 결함 감지 등 제품 성능과 고객 만족에 직접적인 영향을 미치는 주요 품질 매개변수를 결정한다. 제품 품질 및 공정 관리에 대한 중요도에 따라 매개 변수의 우선 순위를 지정한다.

#### 적절한 인라인 테스트 기법 선택

식별된 품질 매개변수를 정확하고 효율적으로 측정할 수 있는 인라인 테스트 기법을 선택한다. 인라인 테스트 기술의 예로는 온라인 두께 게이지, 결함 검출용 비전 시스템, 접착 강도용 필 테스트, 표면 거칠기 분석기 등이 있다.

#### 테스트 장비를 생산 라인에 통합

품질 검증이 필요한 중요 공정 지점에서 인라인 테스트 장비를 생산 라인에 직접 통합한다. 테스트 장비를 전략적으로 배치하여 생산 흐름을 방해하지 않고 품질 매개변수를 적시에 지속적으로 측정할 수 있도록 한다.

#### 실시간 데이터 수집

실시간 데이터 획득 및 분석을 위한 시스템을 구현하여 제품 품질 및 공정 성능에 대한 즉각적인 피드백이 가능하다. 첨단 센서, 데이터 획득 시스템 및 소프트웨어 솔루션을 사용하여 테스트 데이터를 실시간으로 캡처하고 분석한다.

## 테스트 프로세스 자동화

인라인 테스트 프로세스를 자동화하여 수동 개입을 최소화하고 테스트 주기 시간을 단축한다. 자동화된 제어 시스템과 로봇을 활용하여 테스트 작업을 신속하고 정확하게 일관되게 수행한다.

## 폐루프 제어 시스템 구현

인라인 테스트 결과를 폐루프 제어 시스템과 통합하여 품질 피드백을 기반으로 공정 파라미터를 실시간으로 조정한다. 라인 속도나 코팅 두께와 같은 압출 파라미터를 자동으로 조정하여 제품 품질을 지정된 허용 오차 이내로 유지하는 알고리즘이나 제어 전략을 개발한다.

## 인라인 테스트 정확도 및 신뢰성 검증

실제 생산 조건에서 인라인 테스트 기법의 정확성, 반복성 및 신뢰성을 검증하기 위한 검증 연구를 수행한다. 인라인 테스트 결과를 오프라인 측정 또는 실험실 테스트 데이터와 비교하여 일관성과 신뢰성을 보장한다.

## 정기적으로 시험 장비 교정 및 유지보수

인라인 시험 장비의 교정 및 유지보수 일정을 수립하여 시간 경과에 따른 정확성과 신뢰성을 확보한다. 제조업체 권장사항에 따라 정기적인 교정 점검, 센서 교정 및 장비 유지보수 작업을 수행한다.

## 열차 운영자 및 유지보수 담당자

운영자 및 유지보수 담당자에게 인라인 테스트 장비의 사용, 운영 및 유지보수에 대한 종합적인 교육을 제공한다.

## 25) Real-Time Process Control 구현

온도, 압력 및 코팅 두께와 같은 주요 매개 변

수를 지속적으로 실시간 공정 제어는 압출 코팅 라인에서 품질과 일관성을 유지하면서 생산 속도를 높이는 데 중요한 역할을 한다. 실시간 공정 제어를 구현하는 방법은 다음과 같다.

## 자동 매개 변수 조정

자동화된 제어 시스템을 활용하여 압출기 온도, 라인 속도, 코팅 두께 및 재료 유량과 같은 주요 공정 파라미터를 지속적으로 모니터링한다. 제품 품질을 지정된 허용 오차 내에서 유지하면서 생산 속도를 최적화하기 위해 공정 파라미터를 실시간으로 자동으로 조정하는 폐루프 제어 알고리즘을 구현한다.

## 통계 프로세스 제어(SPC)

SPC 기법을 구현하여 공정 변동성을 모니터링하고 실시간으로 목표값의 편차를 탐지한다. 관리도, 히스토그램 및 기타 통계 도구를 사용하여 공정 데이터를 분석하고 공정 불안정성 또는 잠재적 문제를 나타낼 수 있는 추세 또는 패턴을 식별한다.

피드백 컨트롤 루프 측정된 공정 변수를 원하는 설정점과 지속적으로 비교하고 최적의 운전 조건을 유지하기 위해 즉각적인 조정을 하는 피드백 제어 루프를 구축한다.

PID(Proportional-Integral-Derivative) 컨트롤러 또는 고급 제어 알고리즘을 사용하여 프로세스 파라미터를 조절하고 시스템 응답을 실시간으로 안정화한다.

## 예측 분석

예측 분석 모델을 구현하여 과거 데이터, 현재 운영 조건 및 외부 요인을 기반으로 향후 프로세스 동작을 예측한다. 예측 모델을 사용하여 공정 변동, 장비 고장 또는 품질 문제를 예측

하고 위험을 완화하고 생산 속도를 최적화하기 위한 사전 조치를 취한다.

#### 원격 모니터링 및 제어

원격 모니터링 및 제어 시스템을 구축하여 어디서나 실시간으로 프로덕션 데이터 및 제어 기능에 액세스할 수 있으며, 운영자가 원격으로 프로세스를 모니터링하고 조정할 수 있다. 웹 기반 인터페이스, 모바일 어플리케이션 또는 클라우드 기반 플랫폼을 사용하여 압출 코팅 라인 작업을 원격으로 모니터링하고 제어할 수 있다.

#### 기계 학습 및 AI

머신러닝 알고리즘과 인공지능(AI) 기법을 활용하여 복잡한 공정 데이터를 분석하고 패턴을 파악하며 공정 파라미터를 실시간으로 최적화한다. 과거 데이터를 사용하여 기계 학습 모델을 훈련하여 품질 요구 사항을 충족하면서 생산 속도를 극대화하기 위한 최적의 프로세스 설정을 예측한다.

#### 동적 설정점 최적화

변화하는 생산 조건, 재료 특성 및 환경 요인에 따라 공정 설정점을 지속적으로 조정하는 동적 설정점 최적화 알고리즘을 구현한다. 적응형 제어 전략을 사용하여 공정 성능을 실시간으로 최적화하고 수요 또는 원자재 특성의 변동에 대응할 수 있다.

#### 26) 새로운 냉각 기술 탐구

압출 코팅 라인에 새로운 냉각 시스템을 구현하면 생산 속도, 효율 및 제품 품질에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 새로운 냉각 시스템을 최적화하는 방법은 다음과 같다.

#### 시스템 설계 평가

기존 냉각 시스템 설계에 대한 철저한 평가를 수행하여 개선해야 할 부분을 파악한다. 냉각 용량, 열 전달 효율, 냉각의 균일성 및 다양한 생산 요구 사항을 수용할 수 있는 유연성과 같은 요소를 고려한다.

#### 고급 냉각 기술

탁월한 냉각 성능과 효율성을 제공하는 에어 나이프, 냉각 롤, 수조 또는 공기 부양 시스템과 같은 고급 냉각 기술을 살펴본다. 코팅 재료의 특정 요구 사항, 라인 속도 및 제품 특성을 기반으로 냉각 방법을 선택한다.

#### 최적화된 냉각 구역 구성

냉각 과정을 정밀하게 제어할 수 있도록 여러 냉각 구역 또는 섹션으로 냉각 시스템을 설계한다. 코팅 물질의 방열 특성과 원하는 냉각 속도를 기반으로 냉각 구역의 구성을 최적화한다.

#### 가변 냉각 파라미터

다양한 코팅 재료와 두께를 수용하기 위해 기류 속도, 수온 또는 냉각 롤 속도와 같은 다양한 냉각 매개 변수를 구현한다. 자동화된 제어 시스템을 사용하여 생산 조건 및 품질 요구 사항에 따라 실시간으로 냉각 매개 변수를 조정한다.

#### 균일한 냉각 분포

코팅된 기관의 폭과 길이에 걸쳐 냉각이 균일하게 분포되도록 하여 불균일한 냉각 및 잠재적 결함을 방지한다. 조절 가능한 노즐, 배플 또는 에어 커튼으로 냉각 시스템을 설계하여 공기 흐름 분포를 최적화하고 온도 변화를 최소화한다.

## 효율적인 열 제거

냉각 매체(공기 또는 물)와 코팅 기관과의 접촉을 극대화하여 열 제거 효율을 향상시킨다. 냉각 시스템 형상, 표면 마감 및 재료 특성을 최적화하여 효율적인 열 전달을 용이하게 하고 열 축적을 최소화한다.

## 온도 제어 시스템 통합

냉각 시스템에 온도 제어 시스템을 통합하여 냉각 프로세스 전반에 걸쳐 기관 온도를 모니터링하고 조절한다. 온도 센서, PID 컨트롤러 및 피드백 루프를 사용하여 원하는 기관 온도를 유지하고 과열 또는 과냉각을 방지한다.

## 에너지 효율 측정

에너지 효율적인 냉각 기술과 관행을 구현하여 에너지 소비 및 운영 비용을 최소화한다. 장비 선택, 단열 및 작동 매개 변수를 최적화하여 에너지 손실을 줄이고 전체 시스템 효율을 향상시킨다.

## 인라인 품질 모니터링

열화상 카메라, 적외선 센서 또는 레이저 스캐너와 같은 인라인 품질 모니터링 시스템을 통합하여 냉각 성능을 평가하고 실시간으로 결함을 감지한다. 품질 모니터링 시스템의 피드백을 사용하여 냉각 파라미터를 조정하고 공정 제어를 최적화한다.

## 27) 고급 프로세스 모델링 활용

압출 코팅의 하이테크 프로세스 모델링 시스템은 압출 코팅 프로세스를 시뮬레이션하고 분석하여 매개변수를 최적화하고 결과를 예측하며 문제를 해결하는 고급 소프트웨어 솔루션이다. 이러한 시스템은 일반적으로 압출 코팅 애플리

케이션을 위해 설계된 특수 소프트웨어 패키지로 구성된다. 작동 방식과 사용 방식은 다음과 같다.

## 기술문의

압출 코팅을 위한 첨단 공정 모델링 시스템은 전문 엔지니어링 회사, 장비 제조업체 또는 소프트웨어 개발자가 제공하는 소프트웨어 패키지 형태로 볼 수 있다. 이러한 시스템은 제조업체에서 개발한 독점 소프트웨어이거나 압출 코팅 공정에 맞게 조정된 상업적으로 이용 가능한 소프트웨어일 수 있다.

## 작동 방식

공정 모델링 시스템은 압출 코팅 공정의 거동을 시뮬레이션하기 위해 수학적 모델과 계산 알고리즘을 활용한다. 재료 특성, 공정 매개변수(예: 온도, 압력, 라인 속도), 장비 구성 및 환경 조건과 같은 요소를 고려한다. 이 소프트웨어는 고급 알고리즘을 사용하여 유체 흐름, 열 전달 및 재료 거동을 지배하는 방정식을 해결하여 공정 역학 및 성능에 대한 통찰력을 제공한다.

## 기능 및 기능

프로세스 모델링 시스템은 다음과 같은 다양한 기능과 기능을 제공한다. 압출 코팅 라인에 따른 코팅 유동 거동, 코팅 두께 분포 및 온도 프로파일 시뮬레이션. 코팅 균일도, 접착강도, 불량 형성 등 주요 성능 지표 예측. 공정 파라미터 또는 재료 특성의 변화가 제품 품질 및 성능에 미치는 영향을 평가하기 위한 민감도 분석. 생산 속도를 극대화하거나 낭비를 최소화하거나 원하는 제품 특성을 달성하기 위한 최적의 공정 설정을 식별하는 최적화 알고리즘.

### 사용 방법

사용자는 일반적으로 재료 특성, 공정 조건 및 장비 사양과 같은 관련 매개 변수를 소프트웨어에 입력한다. 그런 다음 소프트웨어는 제공된 입력을 기반으로 시뮬레이션을 실행하고 상세 보고서, 시각화 및 분석 결과를 생성한다. 사용자는 시뮬레이션 결과를 분석하여 프로세스 동작에 대한 통찰력을 얻고, 잠재적인 문제나 개선 영역을 식별하고, 그에 따라 프로세스 매개변수를 최적화할 수 있다. "What-if" 분석을 수행하여 재료 공식, 장비 구성 또는 작동 조건의 변경이 공정 결과에 미치는 영향을 조사할 수 있다. 사용자는 비용과 시간이 많이 드는 물리적 시도 없이도 프로세스 설계, 문제 해결, 최적화 및 가상 실험에 소프트웨어를 활용할 수 있다.

### 사용자 역할 및 책임

압출 코팅에서 공정 모델링 시스템의 사용자는 일반적으로 공정 엔지니어, 제품 개발자, 생산 관리자 및 연구원을 포함한다.

### 28) 첨가제 용액 조사

LDPE 용융물의 유변학적 특성을 향상시키고, 코팅 흐름 특성을 개선하며, 코팅 속도를 높일 수 있는 첨가제 또는 가공 보조제의 사용을 살펴본다. 속도와 품질의 최상의 조합을 제공하는 제형을 확인하기 위해 다양한 첨가제를, 즉 대체 재료 탐색 LDPE와 비슷한 성능을 제공하지만 더 빠른 처리 속도를 제공하는 대체 재료 또는 제형을 조사한다. 속도와 성능을 최적화하는 제형을 식별하기 위해 다양한 폴리머 또는 첨가제로 시험을 수행한다. 속도를 높이고 성능을 향상시키기 위해 압출 코팅에서 LDPE(Low-Density Polyethylene)에 가장

적합한 첨가제 또는 프라이머를 찾는 것은 재료 호환성, 공정 조건, 원하는 특성 및 적용 요구 사항과 같은 다양한 요소를 고려한 체계적인 접근 방식을 수반한다. 최적의 첨가제 및 프라이머를 찾는 방법은 다음과 같다

### 요구 사항 정의

첨가제 또는 프라이머를 사용하여 달성하고자 하는 특정 성능 요구 사항 및 목표를 명확하게 정의한다. 여기에는 접착력 향상, 라인 속도 향상, 장벽 특성 향상 또는 표면 개질이 포함될 수 있다.

### 재료 호환성

첨가제 또는 프라이머가 LDPE 및 기관, 접착제 및 기능층을 포함한 코팅 시스템의 다른 재료와 호환되는지 확인한다. 호환성 문제나 제품 품질에 미치는 악영향을 방지하기 위해 서로 다른 구성 요소 간의 화학적 호환성, 용해도 및 상호 작용과 같은 요소를 고려한다.

### 성능 테스트

모의 생산 조건에서 후보 첨가제 또는 프라이머의 포괄적인 성능 테스트를 수행하여 목적하는 용도에 대한 효과와 적합성을 평가한다. 접착 강도, 코팅 균일도, 장벽 특성, 인쇄 가능성 및 가공성과 같은 주요 성능 지표를 평가한다.

### 최적화 시험

잠재적인 단점을 최소화하면서 원하는 성능 향상을 제공하는 첨가제 또는 프라이머의 최적 농도 또는 제형을 결정하기 위해 최적화 시험을 수행한다. 다양한 첨가제 농도, 적용 방법, 경화 조건 및 공정 매개변수를 탐색하여 성과 호환성을 최적화한다.



## 공정 조건과의 호환성

압출 코팅 라인의 구체적인 공정 조건을 고려하여 온도, 압력, 라인 속도 및 기판 특성을 포함한다. 코팅 성능에 대한 열화나 악영향 없이 가공 조건을 견딜 수 있는 첨가제 또는 프라이머를 선택한다.

## 공급업체 및 전문가 상담

LDPE 압출 코팅을 전문으로 하는 첨가제 공급업체, 프라이머 제조업체 또는 업계 전문가와 상담하여 권장 사항 및 기술 지원을 얻습니다. 전문 지식, 제품 지식 및 리소스를 활용하여 성능 요구 사항에 맞는 적합한 첨가제 또는 프라이머를 식별한다.

## 시행착오

다양한 첨가제 또는 프라이머 제형을 사용하여 소규모 시험 또는 파일럿 실행을 수행하여 실제 생산 조건에서의 성능을 평가한다. 시험 결과와 생산 시험의 피드백을 기반으로 선택을 반복하고 정교화하며, 필요에 따라 제형이나 적용 방법을 조정한다.

## 환경 및 규제 요건 고려

선택된 첨가제 또는 프라이머가 안전, 환경 영향 및 식품 접촉 적용에 대한 관련 규제 요구 사항 및 업계 표준을 준수하는지 확인한다.

## 29) 건조 시스템 최적화

폴리머 및 용액 코팅을 위한 건조 시스템을 개선하기 위해서는 공기 흐름, 온도, 체류 시간 및 장비 구성과 같은 다양한 요소를 최적화하여 코팅된 기판을 효율적이고 균일하게 건조할 수 있다. 건조 시스템을 개선하기 위한 몇 가지 방법이 있다.

## 공기 흐름 분배 최적화

코팅된 기판의 폭과 길이에 걸쳐 균일한 공기 흐름 분포를 보장하여 균일한 건조를 용이하게 한다. 조절 가능한 배플, 에어 커튼 또는 노즐 구성을 사용하여 기류 분포를 제어하고 난류 또는 데드존을 최소화한다.

## 공기 흐름 속도 증가

건조 챔버 내의 공기 흐름 속도를 높여 수분 증발을 강화하고 건조 시간을 단축한다. 코팅된 표면의 습기를 효과적으로 제거하기 위해 충분한 공기 흐름 속도를 전달할 수 있는 고효율 팬 또는 송풍기를 설치한다.

## 제어 온도 프로파일

건조 시스템 내의 온도 프로파일을 정밀하게 제어하여 건조 효율을 최적화하고 과열 또는 과소 건조를 방지한다. 다중 구역 온도 제어 시스템을 사용하여 건조 경로를 따라 온도 구배를 조정하고 코팅 두께 또는 재료 특성의 변화를 수용한다.

## 체류 시간 최적화

챔버 속도 또는 건조 챔버 길이를 조절하여 건조 시스템 내에서 코팅된 기판의 체류 시간을 최적화한다. 과도한 건조 또는 열화를 초래할 수 있는 과도한 체류 시간을 피하면서 코팅에서 용매 또는 수분이 완전히 증발할 수 있도록 충분한 체류 시간을 확보한다.

## 적외선 가열 구현

적외선 가열 기술로 기존의 건조 방법을 보완하여 코팅된 기판에 표적화되고 효율적인 열 전달을 제공한다. 건조 챔버 내에 전략적으로 배치된 적외선 히터를 사용하여 코팅층을 관통

하고 기판을 과열시키지 않고 용매 증발을 가속화한다.

#### 열전달 효율 향상

건조 시스템 내의 발열체, 방열기 또는 열교환기의 설계 및 배치를 최적화하여 열전달 효율을 향상시킨다. 열 손실을 최소화하고 건조 과정 전반에 걸쳐 균일한 온도 분포를 유지할 수 있도록 적절한 단열 및 열 밀봉을 보장한다.

#### 진공 지원 건조 사용

진공 지원 건조 기술을 구현하여 증기압을 낮추고 낮은 온도에서 용매 증발을 촉진하여 건조 시간을 줄이고 코팅 품질을 향상시킨다. 건조 시스템 내의 진공 챔버 또는 구역을 통합하여 용매 기반 코팅의 효율적인 건조에 도움이 되는 제어된 환경을 조성한다.

#### 공정 파라미터 모니터링 및 제어

센서와 모니터링 장치를 설치하여 온도, 습도, 공기 흐름 속도 및 코팅 두께와 같은 주요 공정 매개변수를 지속적으로 측정한다. 폐루프 제어 시스템을 구현하여 센서의 피드백을 기반으로 공정 파라미터를 실시간으로 조정하고 최적의 건조 조건을 유지한다.

### 30) 폐기물 모니터링 및 최소화

쓰레기 모니터링 시스템을 신속하고 경제적으로 구축하기 위해서는 기술을 활용하고 데이터 수집, 분석 및 보고를 위한 효율적인 방법을 구현하는 것이 포함된다. 이러한 시스템을 구축하기 위한 단계별 지침은 다음과 같다.

#### 목표 및 요구사항 정의

쓰레기 줄이기, 폐기물 관리 개선 또는 환경

영향 평가와 같은 쓰레기 모니터링 시스템의 목표를 명확하게 정의한다.

모니터링할 쓰레기 유형, 데이터 수집 빈도 및 원하는 정확도 수준을 포함한 특정 요구 사항을 식별한다.

Monitoring Technology(모니터링 기술) 선택 빠르고 비용 효율적이며 의도한 어플리케이션에 적합한 모니터링 기술을 선택한다. 쓰레기 탐지 및 모니터링을 위한 IoT(Internet of Things) 센서, 이미지, 모바일 앱 또는 클라우드소싱 플랫폼과 같은 옵션을 고려한다.

#### 조달 장비 및 소프트웨어

쓰레기 모니터링에 필요한 장비, 센서, 장치 또는 소프트웨어 솔루션을 획득한다. 저렴한 옵션, 오픈 소스 소프트웨어 또는 클라우드 기반 플랫폼을 탐색하여 초기 비용과 구현 시간을 최소화할 수 있다.

#### 모니터링 인프라 구축

쓰레기가 쌓일 가능성이 높은 공공장소, 전략적 위치에 모니터링 인프라를 설치한다. 센서, 카메라 또는 기타 모니터링 장치를 위치시켜 넓은 영역을 커버하고 관련 데이터를 효과적으로 캡처한다.

#### 데이터 수집 매개 변수 구성

모니터링 목표 및 리소스 제약 조건을 기반으로 샘플링 간격, 탐지 임계값 및 데이터 전송 빈도와 같은 데이터 수집 매개 변수를 구성한다.

데이터 정확성과 비용 효율성의 균형을 유지하고 불필요한 데이터 전송이나 저장을 최소화하도록 설정을 최적화한다.

## 데이터 처리 및 분석 구현

모니터링 장치에서 수집한 원시 데이터를 분석하고 휴지통 인스턴스 또는 핫스팟을 식별하는 알고리즘 또는 데이터 처리 워크플로우를 개발한다. 기계 학습, 이미지 인식 또는 패턴 인식 기술을 사용하여 쓰레기 탐지 및 분류 작업을 자동화할 수 있다.

## Reporting 및 Visualization Tools와 통합

쓰레기 모니터링 시스템을 보고 및 시각화 도구와 통합하여 실행 가능한 통찰력을 생성하고 결과를 이해 관계자에게 전달한다. 대시보드, 지도 또는 대화형 보고서를 활용하여 쓰레기 데이터, 추세 및 공간 분포를 효과적으로 시각화할 수 있다.

## 교육 인력 및 자원봉사자

쓰레기 모니터링 시스템의 데이터를 운영, 유지 및 해석하는 담당자에게 교육을 제공한다. 교육 세션, 구성원을 데이터 수집 활동에 참여시킨다.

## 작업 프로토콜 설정

쓰레기 탐지 경고에 대응하고, 책임 당사자를 식별하고, 정리 또는 완화 조치를 시작하기 위한 프로토콜 및 절차를 정의한다.

### 31) 운영 절차 표준화

주요 프로세스 및 작업에 대한 표준화된 운영 절차(SOP)를 개발하여 교대 및 운영자 간 일관성과 효율성을 보장한다. SOP에 대한 인력 교육은 변동을 최소화하고 생산성을 극대화하는 데 도움이 된다.

구조화된 접근 방식을 따르고 가용 자원을 효율적으로 활용함으로써 표준 운영 절차(SOP)

를 간소화할 수 있다. SOP를 쉽게 만드는 단계별 가이드는 다음과 같다.

## 범위 및 목적 정의

명확성과 초점을 보장하기 위해 SOP의 범위와 목적을 명확하게 정의한다. SOP가 다룰 구체적인 프로세스, 작업 또는 활동과 그 목표 및 의도된 결과를 파악한다.

## 정보 및 리소스 수집

프로세스 또는 작업과 관련된 모든 관련 정보, 문서, 지침 및 모범 사례를 수집한다. 주제 전문가, 경험 많은 인력 및 이해 관계자와 상담하여 프로세스에 대한 통찰력과 피드백을 수집한다.

## 절차 개요 설명

SOP의 구조화된 개요나 프레임워크를 만들고, 논리적 섹션이나 단계로 구성한다. 명확한 제목, 부제목 및 번호 부여를 사용하여 다양한 섹션을 설명하고 절차 단계를 순서대로 지정한다.

## 명확하고 간결한 지침 작성

절차의 각 단계에 대해 명확하고 간결하며 실행 가능한 지침을 작성한다. 간단한 언어를 사용하고 전문 용어나 기술 용어를 피하며 복잡한 작업을 관리 가능한 하위 단계로 나눈다.

## Visual Aids 및 예제 포함

다이어그램, 흐름도, 사진 또는 스크린샷과 같은 시각적 보조 도구로 서면 지침을 보완한다. 시각적 보조 도구를 사용하여 주요 개념을 설명하고 지침을 명확히 하며 사용자의 이해를 향상시킨다.

### 형식 및 스타일 표준화

조직 내 SOP에 대한 표준화된 형식과 스타일을 수립하여 일관성과 통일성을 보장한다. 템플릿 또는 표준화된 문서 레이아웃을 사용하여 SOP를 작성하고 유지 관리할 수 있다.

### 검토 및 수정

SOP 초안의 정확성, 완전성, 조직 표준 및 규제 요구 사항 준수 여부를 철저히 검토한다. 관련 이해 관계자, 주제 전문가 및 최종 사용자로부터 피드백을 받아 개선 또는 설명해야 할 부분을 식별한다. 피드백을 바탕으로 SOP를 수정하고 필요한 변경 사항을 통합하여 명확성과 효과를 높인다.

### 승인 및 문서 획득

이행을 위한 SOP를 마무리하기 전에 지정된 기관 또는 이해관계자의 승인을 받아야 한다. 승인자의 서명이나 승인을 포함한 승인 프로세스를 문서화하여 책임과 추적 가능성을 유지한다.

### 교육 인력 및 구현

이해와 준수를 보장하기 위해 SOP를 따르는 담당자에게 교육 및 오리엔테이션 세션을 제공한다. SOP를 관련 이해 관계자에게 효과적으로 전달하고 중앙 집중식 저장소 또는 문서 시스템을 통해 접근성을 보장한다.

### 주기적으로 검토 및 업데이트

프로세스, 규정 또는 모범 사례의 변경 사항을 반영하기 위해 SOP를 주기적으로 검토하고 업데이트하는 일정을 수립한다. 시간이 지남에 따라 SOP의 효율성을 모니터링하고 새로운 문제를 해결하거나 효율성을 개선하기 위해 필요에 따라 조정한다.

### 32) 외부 전문 지식 활용

압출 코팅 공정에 대한 전문 지식을 가진 컨설턴트, 엔지니어 또는 업계 전문가의 도움을 구한다. 외부 전문 지식은 라인 속도와 성능을 향상시키기 위한 귀중한 통찰력과 권장 사항을 제공할 수 있다.

### 33) JIT(Just-In-Time) 인벤토리 구현

압출 코팅 라인에 JIT(Just-In-Time) 인벤토리 시스템을 구현하면 낭비를 최소화하고 리드 타임을 줄이며 재료 흐름을 최적화하여 생산 속도를 높일 수 있다. 압출 코팅 라인에 대한 JIT 인벤토리를 설정하는 방법은 다음과 같다.

#### 현재 인벤토리 관리 관행 평가

주문 빈도, 재고 수준 및 자재 처리 프로세스를 포함한 기존 재고 관리 관행을 평가한다. 재고 과잉, 긴 리드 타임 또는 과도한 자재 취급과 같은 비효율성 영역을 식별한다.

#### 재료 요구사항 설정

수지, 첨가제, 용매 및 기타 소모품을 포함한 압출 코팅 공정의 재료 요구 사항을 결정한다. 생산 일정, 수요 예측 및 공급업체 능력을 기반으로 자재별 사용률, 리드 타임 및 리오더 포인트를 계산한다.

#### 공급업체와의 협업

자재의 JIT 전달을 용이하게 하기 위해 공급업체와 협력 관계를 구축한다. 생산 일정, 자재 요구 사항 및 납품 예상 사항을 공급업체에 전달하여 적시에 정확한 납품을 보장한다.

#### 풀 시스템 구현

재료 보충이 필요한 시점을 알리기 위해 칸반

(Kanban) 또는 시각적 재고 제어와 같은 풀 시스템을 구현한다. 자재 보관 위치에 시각적 단서 또는 신호 카드를 설정하여 소비율 및 재고 수준에 따라 자재를 다시 주문할 시기를 나타낸다.

## 배치 크기 줄이기

자재의 배치 크기를 최소화하여 재고 보유 비용을 줄이고 재고 회전율을 높인다. 공급업체로부터 소규모, 보다 빈번한 납품을 선택하여 자재 흐름을 안정적으로 유지하고 초과 재고를 최소화한다.

## 자재 처리 최적화

재료 처리 프로세스를 간소화하여 리드 타임을 최소화하고 폐기물을 줄인다. 생산에 필요한 자재를 쉽게 접근하고 효율적으로 회수할 수 있도록 자재 보관 공간을 구성한다.

## 적시 생산 구현

생산 일정을 JIT 재고 보충과 일치시켜 필요할 때 자재를 정확하게 사용할 수 있도록 한다. 생산 실행을 조정하여 고객 수요에 맞게 조정하고 공정 내 재고를 최소화한다.

## 인벤토리 수준 모니터링 및 추적

재고 추적 시스템을 구현하여 자재 수준을 실시간으로 모니터링하고 수요 변동을 예측한다. 재고 관리 소프트웨어 또는 바코드 시스템을 사용하여 자재 이동, 소비 및 보충 활동을 추적할 수 있다.

## 지속적인 개선

재고 회전율, 재고 소진 및 리드 타임과 같은 재고 관리 지표를 지속적으로 모니터링하고 분

석한다. 개선 기회를 파악하고 시정 조치를 시행하여 시간이 지남에 따라 JIT 인벤토리 성능을 최적화한다.

교육 및 커뮤니케이션직원들에게 JIT 원칙, 재고 관리 관행, 적시 자재 보충의 중요성에 대한 교육을 제공한다. 생산 팀, 조달 직원 및 공급업체 간의 개방적인 커뮤니케이션 및 협업을 촉진하여 정렬 및 조정을 보장한다.

## 34) 지속적인 모니터링 및 분석

한번의 향상이 아닌, 지속적이고 종합적인 모니터링의 자료를 Day, Week, Month, 분기별, 년별 자료를 종합적인 데이터 모니터링 및 분석 시스템을 구현하여 회전 속도, 처리량, 다운타임 및 품질과 관련된 주요 성능 지표(KPI)를 추적한다. 성능 데이터를 정기적으로 검토하여 추세, 패턴 및 개선 기회를 파악한다. 이 데이터 분석시스템은 미래의 향상을 위해 필요한 판단의 기초자료의 초석이되는 부분이다.

## 3. 최종 검토 내용의 정리

다음은 고객사, 운영자 및 라인 빌더의 관점에서 연포장 패키징 애플리케이션의 생산 속도 증가를 요약한 것이다. 고객사의 관점목표: 증가하는 수요를 충족하고 시장 경쟁력을 향상시키기 위해 생산 속도를 높인다. 주요 우선 순위:생산 효율성과 처리량을 최적화하여 투자 수익을 극대화한다. 제품 품질과 일관성을 보장하는 동시에 속도를 높여 낭비와 재작업을 최소화한다. 전반적인 수익성을 개선하고 장기적인 비즈니스 지속 가능성에 기여하는 비용 효율적인 솔루션을 구현한다.

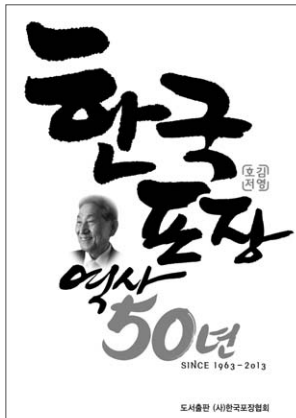
작업자 관점목표: 생산성을 높이고 운영을 효

올화하여 생산 목표를 효과적으로 달성한다. 주요 우선 순위: 증가된 속도로 기계를 안전하고 효율적으로 작동할 수 있도록 적절한 교육과 지원을 받습니다. 실시간 데이터 및 모니터링 도구에 액세스하여 생산 성능을 추적하고 개선해야 할 부분을 식별할 수 있다. 베스트 프랙티스와 표준 운영 절차를 구현하여 워크플로우를 최적화하고 전환 또는 유지보수 작업 중 다운타임을 최소화한다.

Line Builder의 관점목표: 신뢰성과 품질을 유지하면서 더 높은 생산 속도를 달성할 수 있는 압출 코팅 라인을 설계하고 구축한다. 주요 우선 순위: 제품 무결성을 손상시키지 않으면서

더 빠른 처리 속도를 가능하게 하는 혁신적인 기술과 솔루션을 개발한다. 고급 제어 시스템과 자동화 기능을 통합하여 라인 성능을 최적화하고 사람의 오류를 최소화한다. 고객과 긴밀히 협력하여 고객의 구체적인 생산 요구사항을 이해하고 그에 따라 장비를 맞춤 제작하여 속도와 효율성을 극대화한다. 미흡하지만, 검토의 내용은 전반적으로 패키징 애플리케이션의 생산 속도가 증가함에 따라 이해관계자 간의 조정, 기술 및 교육에 대한 투자, 업계의 지속 가능한 성장과 경쟁력을 달성하기 위한 지속적인 개선에 대한 의지가 요구된다고 확인되어 알려드립니다. **RM**

## (사)한국포장협회 서적 안내



### 한국 포장 역사 50년

국내 포장기술사 1호, 김영호 한국포장기술연구소 소장이 저서전 "한국포장역사 50년"을 발간했다. 국내 포장 역사의 단편을 뒤돌아 볼 수 있는 이 책은 어려운 상황으로 치닫는 포장 종사자들에게 큰 격려가 되는 한편, 포장업에 종사하는 후배들이 어떻게 포장산업을 위해 노력해야 하는지 좋은 지침이 될 것으로 기대된다.

· 가격 : 12,000원



### (사)한국포장협회 30년사

(사)한국포장협회 30년의 역사와 향후 100년을 준비하자는 취지에서 발행된 한국포장협회 30년사는 1991년부터 2021년까지 한국포장산업의 역사와 발자취를 조망한 한편의 책이다. 책은 발간사와 기념사 및 축사에 이어 크게 현황, 연혁화보, 통사, 부록으로 나뉘어 있다.

· 가격 : 50,000원