

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

연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법 ? ①

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 -



유 정 권
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.

1. 기본 검토 항목에 관한 설명

1) 장비 업그레이드

더 빠른 속도를 효율적으로 처리하도록 설계된 최신 고성능 압출 코팅 장비에 투자한다. 압출기, 다이, 냉각 시스템 및 하울 오프 장치와 같은 구성 요소를 업그레이드하면 라인 속도 능력을 크게 향상시킬 수 있다.

2) 프로세스 최적화

제품 품질을 손상시키지 않으면서 처리량을 극대화하기 위해 온도, 압력 및 압출기 속도와 같은 프로세스 매개변수를 미세 조정한다. 철저한 테스트와 실험을 수행하여 특정 LDPE 제형 및 코팅 요구 사항에 대한 최적의 설정을 식별한다.

3) 고속 재료 선택

압출 코팅 적용에 최적화된 고품질 LDPE 수지를 선택한다. 적절한 용융 흐름 특성과 첨가제를 가진 수지를 선택하면 공정 안정성을 높이고 코팅 속도를 높일 수 있다.

4) 다이 디자인

균일한 코팅 분포를 촉진하고 흐름 제한을 최소화하기 위해 다이 형상 및 구성을 최적화한다. 유선형 흐름 채널이 있는 잘 설계된 Cloeren 사와 같은 다이는 압력 강하를 줄이고 더 높은 라인 속도를 가능하게 하는데 도움이 될 수도 있다.

5) 열 관리

압출 시스템 내에서 효율적인 열 전달을 보장하여 공정 전반에 걸쳐 일관된 용융 온도를 유지한다. 적절한 단열, 냉각 및 가열 제어는 라인 속도를 제한할 수 있는 과열 또는 열 변동을 방지하는 데 도움이 된다.

6) 라인 유지보수

장비를 최적의 상태로 유지하고 기계 고장 또는 마모로 인한 다운타임을 방지하기 위해 사전 예방적 유지보수 프로그램을 구현한다. 중요한 구성 요소의 정기적인 청소, 윤활 및 검사를 통해 고속으로 원활한 작동을 보장한다.

7) 운영자 교육

운영자와 정비사가 압출 과정과 문제 해결 기술에 대한 이해를 높일 수 있도록 포괄적인 교육을 제공한다. 직원이 잠재적인 문제를 신속하게 파

악하고 해결할 수 있도록 권한을 부여하면 다운타임을 최소화하고 생산성을 극대화할 수 있다.

8) 품질 관리

엄격한 품질 관리 조치를 시행하여 생산 프로세스 초기에 결함이나 불일치를 감지한다. 실시간 모니터링 시스템, 자동화된 검사 기술 및 샘플링 프로토콜은 제품 품질을 유지하면서 라인 속도를 높인다.

9) 지속적인 개선

한 번의 혁신이 아닌, 지속적 혁신과 효율성 향상을 장려하기 위해 조직 내에서 지속적인 개선 문화를 육성한다. 운영자, 엔지니어 및 기타 이해 관계자의 피드백을 요청하여 최적화 기회를 파악하고 모범 사례를 구현하여 성과에 관한 성과금을 지급하여 독려한다.

10) 자동화에 대한 적극적 투자

앞으로 산업을 하지 않을 것이 아니면, 적극적으로 선제적인 자동화 검토를 하여 Data 의 축적이 필요하여, 과거와 같이 카피를 뜨는 기계가 아닌, 자료의 축적으로 자동화에 나아 갈수 있는 신, 고급 제어 시스템, 로봇 핸들링 및 인라인 측정 장치와 같은 자동화 기술을 통합하여 작업을 간소화하고 주기 시간을 단축한다. 자동화된 프로세스는 더 빠른 생산 속도를 허용하면서 정밀도와 반복성을 향상시킬 수 있다.

11) 잠재인지 시간 단축

제품의 교체가 많다고 불평하기보다는, 빠른 변경 , 예열 시스템 및 표준화된 절차를 구현

하여 제품 전환과 관련된 다운타임을 최소화한다. 효율적인 전환 프로세스를 통해 제품 실행 간에 더 빠른 전환이 가능하여 전체 처리량을 극대화할 수 있다.

12) 효율적 냉각 방법 검토

코팅된 원단의 냉각을 가속화하기 위해 에어 나이프, 냉각 롤 또는 수조와 같은 대체 냉각 기술을 고려한다. 냉각 방법을 최적화하면 제품 무결성을 손상시키지 않으면서 더 빠른 라인 속도를 촉진할 수 있다.

13) 인라인 코로나 처리 활용

코로나19 처리와 같은 인라인 전처리 공정을 통합하여 기관 접착력과 표면 에너지를 향상시킨다. 향상된 기관 습윤성으로 인해 코팅 속도가 빨라지고 코팅 균일성이 향상된다. 코로나19 표면처리기 제조업체에 기술적 협의로 생산성을 향상시킨다.

14) Holl-Off 시스템 업그레이드

제품 무결성을 유지하면서 증가된 라인 속도를 수용하기 위해 더 높은 토크 모터, 정밀 속도 제어 및 고급 장력 제어 시스템을 갖춘 Holl-Off 장치를 업그레이드한다. 적절한 장력 제어는 코팅된 기관의 주름이나 신축을 방지하는 데 매우 중요하다.

15) 재생 원칙 구현

재생 제조 원칙을 적용하여 낭비를 제거하고 워크플로우를 간소화하며 생산 레이아웃을 최적화한다. 부가가치가 없는 활동을 최소화하고 재료 흐름을 최적화하여 전체 처리량을 늘리고 사이클 시간을 줄일 수 있다.

16) 다층 코팅 고려

생산 속도를 유지하거나 심지어 증가시키면서 향상된 코팅 및 필름 특성과 기능을 달성하기 위한 다층 코팅 기술의 구현 가능성을 살펴본다. 다층 구조는 단층 코팅에 비해 우수한 성능을 제공할 수 있다.

17) 공급업체와 협력

장비 공급업체, 자재 공급업체 및 업계 전문가와 협력하여 전문 지식을 활용하고 라인 속도와 생산성을 향상시키기 위한 혁신적인 솔루션을 모색한다. 협업 파트너십은 특정 애플리케이션 요구 사항에 맞춘 맞춤형 솔루션으로 이어질 수 있다.

18) 에너지 소비 모니터링

압출 공정 전반에 걸쳐 에너지 소비 패턴을 평가하고 에너지 최적화를 위한 기회를 파악한다. 에너지 효율적인 구성 요소, 단열 및 열 회수 시스템을 구현하여 운영 비용과 환경 영향을 줄인다.

19) 벤치마크 성능

업계 표준 및 동급 최고의 경쟁사와 비교하여 지속적으로 라인 속도와 생산성을 벤치마크한다. 정기적으로 성능 메트릭을 분석하고 시장에서 경쟁력을 유지하기 위해 점진적인 개선을 위해 노력한다.

20) 라인 레이아웃 최적화

생산 라인의 레이아웃을 분석하여 병목 현상을 최소화하고 자재 흐름을 효율화한다. 장비와 워크스테이션을 논리적인 순서로 배치하여 원활한 운영을 용이하게 하고 공정 간 유휴 시간을 최소화한다.

21) 예측 유지보수 구현

진동 분석, 서모그래피 및 오일 분석과 같은 예측 유지보수 기술을 활용하여 잠재적인 장비 고장이 발생하기 전에 미리 파악한다. 유지보수 문제를 사전에 해결함으로써 예상치 못한 다운타임을 방지하고 가동 시간을 극대화할 수 있다.

22) 다운스트림 프로세스 평가

슬리팅, 퇴감기, 포장과 같은 다운스트림 프로세스의 효율성을 평가하여 증가된 라인 속도에 맞출 수 있는지 확인한다. 이러한 프로세스를 효율성과 신뢰성에 맞게 최적화하여 병목 현상이 발생하지 않도록 한다.

23) 지속적인 R&D 투자 매년 판매금액의 5 % 압출 코팅의 혁신적인 기술 및 공정 개발을 위한 연구 개발 노력에 자원을 할당한다. R&D 투자는 라인 속도와 제품 품질을 크게 향상시키는 돌파구로 이어질 수 있다.

24) Inline Testing 방법

고려제품의 품질을 생산 프로세스 전반에 걸쳐 지속적으로 모니터링하기 위해 Inline Testing 및 품질 보증 시스템을 구현한다. 실시간 피드백을 통해 프로세스 파라미터를 즉시 조정할 수 있어 고속으로 일관된 품질 향상.

25) Real-Time Process Control 구현

온도, 압력 및 코팅 두께와 같은 주요 매개 변수를 지속적으로 모니터링하는 Real-Time Process Control 시스템을 설치한다. 이러한 시스템은 제품 품질을 일관되게 보장하면서 최적의 조건을 유지하고 라인 속도를 극대

화하기 위해 공정 설정을 자동으로 조정할 수 있다.

26) 새로운 냉각 기술 탐구

기존 방식에 비해 빠르고 균일한 냉각을 제공할 수 있는 적외선 가열 또는 초음파 냉각과 같은 혁신적인 냉각 기술을 탐구한다. 고급 냉각 기술을 채택하면 제품 품질을 손상시키지 않으면서 라인 속도를 높일 수 있다.

27) 고급 프로세스 모델링 활용

압출 코팅 프로세스를 분석하고 최적화하기 위해 고급 프로세스 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어를 구현한다. 이러한 도구는 잠재적인 개선 영역을 식별하고 프로세스 변경의 효과를 시뮬레이션하며 라인 속도와 성능을 최대화하기 위해 프로세스 매개 변수를 최적화하는 데 도움이 된다.

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.

29) 건조 시스템 최적화

코팅 제품의 건조가 필요한 공정이라면 건조

시간과 에너지 소비를 최소화하기 위해 건조 시스템의 설계와 작동을 최적화한다. 열풍 대류, 적외선 복사 또는 마이크로파 건조와 같은 효율적인 건조 기술을 활용하여 건조를 가속화하고 라인 속도를 높인다.

30) 폐기물 모니터링 및 최소화

폐기물 모니터링 시스템을 구현하여 생산 과정 전반에 걸쳐 재료 폐기물을 추적하고 분석한다. 폐기물의 출처를 식별하고 스크랩 발생을 최소화하고 재료 사용을 최적화하며 전반적인 공정 효율성을 향상시키기 위한 조치를 취한다.

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.

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

재고 보유 비용을 최소화하고 원자재 및 완제품의 리드 타임을 줄이기 위해 JIT(Just-In-Time) 재고 관리 접근 방식을 채택한다. JIT 원칙은 자재 흐름을 간소화하고 생산 주기를 단축하는 데 도움이 된다.

34) 지속적인 모니터링 및 분석

종합적인 데이터 모니터링 및 분석 시스템을 구현하여 회선 속도, 처리량, 다운타임 및 품질과 관련된 주요 성능 지표(KPI)를 추적한다. 성능 데이터를 정기적으로 검토하여 추세, 패턴 및 개선 기회를 파악한다. 이러한 전략을 사용하면 제품 품질과 일관성을 유지하면서 연포장 적용을 위해 LDPE 압출 코팅 라인의 라인 속도를 효과적으로 향상시킬 수 있다. 처리량과 운영 효율을 극대화하기 위해서는 압출 프로세스의 각 측면을 신중하게 평가하여 최적화 프로세스에 체계적으로 접근하는 것이 필수적이다.

2. 기본 항목에 관한 자세한 검토 내용

1) 장비 업그레이드

생산 속도를 향상시키기 위해 기존 압출 코팅 라인을 업그레이드하려면 장비, 공정 및 작업 흐름의 다양한 측면을 다루는 체계적인 접근 방식이 필요하다. 생산 속도를 높이기 위해 기존 압출 코팅 라인을 업그레이드하는 방법에 대한 단계별 가이드가 있습니다

① 종합 평가 수행: 장비, 프로세스 및 성능 지표를 포함하여 현재 압출 코팅 라인에 대한 철저한 평가부터 시작한다. 생산 속도를 제한하는 병목 현상, 비효율성 및 개선 영역을 파악한다.

② 명확한 목표 설정: 라인 속도 향상, 제품 품질 향상, 다운타임 감소 또는 용량 확장과 같은 업그레이드에 대한 명확한 목표를 정의한다. 업그레이드의 진행 상황을 추적하고 성공 여부를 평가하기 위해 측정 가능한 목표를 설정한다.

③ 장비 업그레이드: 기존 장비의 상태를 평가하고 생산 속도를 제한하는 부품을 업그레이드하거나 교체하는 것을 고려한다. 여기에는 압출기, 다이, 냉각 시스템, 인양 장치, 송풍기 및 기타 보조 장비가 포함될 수 있다. 더 빠른 속도와 향상된 효율을 위해 설계된 최신 고성능 장비를 찾습니다.

④ 공정 매개변수 최적화: 온도, 압력, 나사 속도 및 라인 장력과 같은 공정 매개변수를 미세 조정하여 압출 코팅 공정을 최적화하여 더 빠른 속도 생산을 가능하게 한다. 속도와 제품 품질 및 일관성의 균형을 이루는 최적의 설정을 확인하기 위해 실험 및 시도를 수행한다.

⑤ 자동화 구현: 자동화 기술을 통합하여 작업을 간소화하고 수동 개입을 최소화하며 주기 시간을 단축한다. 자동화된 제어, 로봇 공학 및 인라인 측정 장치는 정밀도, 일관성 및 전체 효율성을 향상시켜 더 빠른 생산 속도를 허용할 수 있다.

⑥ 냉각 시스템 업그레이드: 열 전달을 향상시키고 코팅된 기관의 냉각을 가속화하기 위해 냉각 시스템을 업그레이드한다. 제품 무결성을 손상시키지 않으면서 더 빠른 라인 속도를 촉진할 수 있는 에어 나이프, 냉각 롤 또는 수조와 같은 고급 냉각 기술을 고려하십시오.

⑦ 재료 처리 향상: 다운타임을 최소화하고 처리량을 극대화하기 위해 재료 처리 시스템을 개선한다. 효율적인 롤 처리 장비, 자동화된 재료 공급 시스템 및 급속 변경 메커니즘을 구현하여 롤 변경 및 재료 전환을 가속화한다.

⑧ 실시간 모니터링 및 제어 구현: 실시간 모니터링 및 제어 시스템을 설치하여 주요 프로세스 파라미터를 지속적으로 모니터링하고 자동으로 조정하여 생산 속도를 최적화하고 제품

품질을 유지한다. 이러한 시스템은 즉각적인 피드백을 제공하고 다운타임을 방지하기 위한 사전 예방적 유지보수를 가능하게 한다.

⑨ 품질 보증 시스템 업그레이드: 품질 보증 시스템을 업그레이드하여 더 빠른 생산 속도로 일관된 제품 품질을 보장한다. 인라인 검사 기술, 자동화된 결함 감지 시스템 및 품질 관리 체크포인트를 구현하여 결함을 조기에 식별하고 낭비를 최소화한다.

2) 프로세스 최적화

압출 코팅 라인의 공정을 개선하고 라인 속도를 높이려면 효율과 처리량을 최적화하기 위해 몇 가지 주요 영역에 집중해야 한다. 라인 속도를 높이기 위한 공정 개선 방법에 대한 자세한 안내는 다음과 같다.

① 현재 공정 파라미터 평가: 온도, 압력, 압출기 속도 및 라인 장력을 포함한 기존 공정 파라미터를 분석하는 것으로 시작한다. 라인 속도를 제한할 수 있는 병목 현상이나 비효율성을 식별한다.

② 공정 시행 및 실험 수행: 제품 품질을 유지하면서 더 빠른 라인 속도를 달성하기 위한 최적의 공정 매개변수를 결정하기 위해 체계적인 시행 및 실험을 수행한다. 변수를 한 번에 하나씩 조정하고 코팅 두께, 접착력 및 전체 성능에 미치는 영향을 주의 깊게 모니터링한다.

③ 재료 선택 최적화: 적절한 용융 흐름 특성을 가진 고품질 LDPE 수지와 압출 코팅 적용에 최적화된 첨가제를 선택한다. 적절한 재료를 선택하면 흐름 특성이 향상되고 점도가 감소하며 코팅 속도가 빨라진다.

④ 장비 및 구성 요소 업그레이드: 압출기, 다이, 냉각 시스템 및 하울오프 장치와 같은 장

비 구성 요소를 더 빠른 속도와 향상된 효율성을 위해 설계된 최신 고성능 대체 장치로 업그레이드하거나 교체하는 방법을 고려해 보기 바란다.

⑤ 다이 설계 개선: 다이 형상 및 구성을 최적화하여 흐름 제한을 최소화하고 균일한 코팅 분포를 촉진한다. 유선형 흐름 채널이 있는 잘 설계된 다이는 압력 강하를 줄이고 더 높은 라인 속도를 가능하게 할 수 있다.

⑥ 냉각 시스템 향상: 냉각 시스템을 업그레이드하여 열 전달을 개선하고 코팅된 기판의 냉각을 가속화한다. 제품 품질을 손상시키지 않으면서 더 빠른 라인 속도를 촉진하기 위해 에어 나이프, 냉각 롤 또는 수조와 같은 고급 냉각 기술을 살펴본다.

⑦ 프로세스 자동화 구현: 자동화 기술을 통합하여 운영을 간소화하고 수동 개입을 최소화하며 주기 시간을 단축한다. 자동화된 제어, 로봇 공학 및 인라인 측정 장치는 정밀도, 일관성 및 전반적인 효율성을 향상시킬 수 있다.

⑧ 실시간 모니터링 및 제어 구현: 실시간 모니터링 및 제어 시스템을 설치하여 주요 프로세스 파라미터를 지속적으로 모니터링하고 자동으로 조정하여 생산 속도를 최적화하고 제품 품질을 유지한다. 이러한 시스템은 즉각적인 피드백을 제공하고 다운타임을 방지하기 위한 사전 예방적 유지보수를 가능하게 한다.

⑨ 라인 레이아웃 및 자재 처리 최적화: 생산 라인의 레이아웃을 검토하고 자재 처리 시스템을 최적화하여 다운타임을 최소화하고 처리량을 최대화한다. 효율적인 롤 처리 장비, 자동화된 자재 공급 시스템 및 신속 변경 메커니즘을 구현하여 자재 전환을 가속화한다.

⑩ 교육 담당자: 운영자, 기술자 및 유지보수

담당자가 장비 및 프로세스를 운영하고 유지하는 데 능숙한지 확인하기 위해 종합적인 교육을 제공한다.

3) 고속 재료 선택

생산 능력을 높이기 위한 최적의 LDPE(Low-Density Polyethylene) 수지를 선택하려면 재료 특성, 가공 특성 및 최종 사용 요구 사항과 관련된 여러 요소를 고려해야 한다. 압출 코팅 적용에 가장 적합한 LDPE를 선택하는데 도움이 되는 단계별 가이드가 있습니다.

⑪ 성능 요구 사항 정의: 코팅 두께, 접착 강도, 유연성, 장벽 특성 및 인쇄 가능성과 같은 매개 변수를 포함하여 압출 코팅 응용 분야에 대한 성능 요구 사항을 명확하게 정의한다. 이러한 요구 사항을 이해하면 선택 프로세스를 안내할 수 있다.

⑫ 가공 특성 고려: 용융 흐름 지수(MFI), 용융 강도, 점도 및 열적 안정성을 포함한 LDPE 수지의 가공 특성을 평가한다. 압출 코팅 공정에 적합하고 품질 저하 없이 더 빠른 생산 속도를 촉진할 수 있는 특성을 가진 수지를 선택하기 바란다.

⑬ 재료 적합성 평가: LDPE 수지와 기판, 접착제, 잉크 및 코팅과 같은 생산 프로세스에 사용되는 다른 재료와의 호환성을 고려한다. 제품 품질과 성능에 영향을 미칠 수 있는 층간 분리, 접착 불량 또는 화학 반응과 같은 문제를 방지하기 위해 호환성을 보장한다.

⑭ 공급업체 사양 검토: 데이터 시트, 기술 게시판 및 성능 테스트 결과를 포함하여 LDPE 수지 공급업체에서 제공하는 사양을 검토한다. 밀도, 용융 지수, 기계적 특성 및 열 안정성과 같은 주요 매개 변수에 주의하여 수지가 사용

에 적합한지 평가한다.

⑮ 첨가제 요구 사항 평가: 특정 성능 요구 사항을 충족하거나 가공 특성을 향상시키기 위해 첨가제 또는 개질제가 필요한지 결정한다. LDPE 압출 코팅 적용을 위한 일반적인 첨가제에는 슬립제, 차단제, 산화 방지제 및 가공 보조제가 포함된다.

⑯ 규정 준수 고려: 선택된 LDPE 수지가 식품 접촉, 안전 및 환경 지속 가능성에 대한 관련 규정 요구 사항 및 업계 표준을 준수하는지 확인한다. 해당 규정에 대한 준수를 확인하기 위해 인증 및 테스트 데이터를 확인한다.

⑰ 재료 시험 수행: 재료 시험과 시험을 실시하여 실제 가공 조건에서 다양한 LDPE 수지의 성능을 평가한다. 필름 품질, 코팅 균일도, 접착 강도, 열 밀봉 특성 및 환경 요인에 대한 내성과 같은 매개 변수를 평가한다.

⑱ 비용 고려 사항 평가: 수지 가격, 가공 효율성, 재료 폐기물 및 전체 생산 비용과 같은 요소를 기반으로 다양한 LDPE 수지의 비용 효율성을 비교한다. 초기 비용에만 초점을 맞추기보다 장기적인 가치 제안을 고려한다.

⑲ 공급업체 지원 요청: LDPE 수지 공급업체 또는 업계 전문가와 상의하여 재료 선택, 가공 최적화 및 성능 향상 전략에 대한 통찰력을 얻는다.

4) 다이 디자인

압출 코팅 속도를 높이기 위해 최적의 압출 코팅 다이를 선택하려면 다이 설계, 재료 특성, 공정 매개 변수 및 생산 요구 사항과 관련된 여러 요소를 고려해야 한다. 속도를 최적화하기 위해 가장 적합한 압출 코팅 다이를 선택하는데 도움이 되는 단계별 가이드가 있다.

① 다이 기능 이해하기: 압출 코팅 다이의 기

본 원리와 압출 코팅 공정에서의 다이의 역할을 숙지한다. 다이 설계가 코팅 두께, 분포 및 균일성에 어떤 영향을 미치는지 이해한다.

② 속도 요구 사항 정의: 목표 생산 속도 및 처리량 요구 사항을 명확하게 정의한다. 생산 목표와 용량 요구 사항에 따라 원하는 코팅 속도를 분당 미터(m/min) 또는 분당 피트(ft/min) 단위로 결정한다.

③ 다이 설계 옵션 평가: 슬롯 다이, 피드 블록 다이, 매니폴드 다이를 포함하여 압출 코팅 응용 분야에 사용할 수 있는 다양한 다이 설계를 고려한다. 각 설계의 장점, 제한 사항 및 특정 응용 분야에 대한 적합성을 평가한다.

④ 다이 형상 : 다이 립, 유로 및 매니폴드 시스템의 형상 이해한다. 흐름 제한 및 압력 강하를 최소화하기 위해 유선형 유로, 균일한 분배 채널 및 최적화된 출구 형상을 가진 다이 설계 제조 업체를 선택한다.

⑤ 코팅 폭 및 두께 고려: 적용할 코팅 폭 및 두께를 결정한다. 전체 폭에 걸쳐 균일성을 유지하면서 원하는 폭을 수용하고 필요한 코팅 두께를 달성할 수 있는 다이 크기 및 구성을 선택한다.

⑥ 구시대적인 다이온도를 조정하여 두께를 조정하는 다이가 아닌, Optimize Die Lip Adjustability(다이 립 조절 가능): 코팅 두께를 정밀하게 제어할 수 있는 조절 가능한 립 개구 또는 다이 갭 설정이 있는 다이를 선택한다. 작동 중 다이 갭을 미세 조정하는 기능은 다양한 기관 및 코팅 요구 사항에 대한 유연성 및 최적화를 가능하게 한다.

⑦ 다이 히팅 및 냉방 시스템 : 다이 설계에 통합된 난방 및 냉방 시스템을 평가한다. 다이 폭에 걸쳐 일관된 용융 점도 및 코팅 특성을

유지하기 위해 효율적인 열 전달 및 온도 제어 이야기 한다.

⑧ 재료 호환성 고려: LDPE 수지 및 모든 첨가제 또는 개질제를 포함하여 가공 중인 압출 코팅 재료와 다이 재료의 호환성을 고려하십시오. 장기적인 성능을 보장하기 위해 우수한 열 안정성, 내마모성 및 화학적 호환성을 제공하는 LDPE 재료를 선택한다.

⑨ 다이 유지 보수 요구 사항 검토: 다이 내의 중요한 구성 요소의 유지 보수 용이성과 접근성을 평가한다. 다운타임을 최소화하고 생산성을 극대화하기 위해 간편한 세척, 다이 립 조정 및 일상적인 유지 보수 작업을 용이하게 하는 다이 설계를 선택한다.

⑩ 공급업체 전문성 모색: 압출 코팅 다이 제조업체 또는 업계 전문가와 상담하여 다이 선택, 설계 최적화 및 성능 향상 전략에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.

5) 열 관리

압출기, 다이 및 코팅된 LDPE(Low-Density Polyethylene)의 열을 제어하는 것은 최적의 처리 조건을 유지하고 더 높은 압출 코팅 속도를 달성하기 위해 매우 중요하다. 각 구성 요소의 열을 제어하는 방법은 다음과 같다

① 압출기 열 제어

㉠ 온도 구역: 대부분의 압출기는 배럴을 따라 여러 개의 가열 구역이 있다. 원하는 용융 온도를 달성하기 위해 각 구역을 독립적으로 제어할 수 있다. 처리되는 재료와 원하는 처리량에 따라 각 구역의 온도 설정을 모니터링하고 조정한다.

㉡ 온도 센서: 정확한 온도를 측정하기 위해 배럴을 따라 다양한 지점에 온도 센서(열전계)

를 설치한다. 이 피드백을 사용하여 가열 요소를 조정하고 압출 공정 동안 일관된 용융 온도를 유지한다.

㉢ PID 제어: PID(Proportional-Integral-Derivative) 제어 알고리즘을 사용하여 온도 편차에 대응하여 발열체를 조절한다. PID 컨트롤러는 오버슈트 또는 발진을 최소화하면서 설정된 온도를 달성하고 유지하도록 난방 전력을 자동으로 조정할 수 있다.

② 다이 열 제어

㉣ 다이 가열 시스템: 많은 압출 코팅 다이에는 원하는 온도로 다이를 유지하기 위한 가열 요소가 장착되어 있다. 다이 가열 시스템이 적절하게 구성되고 효과적으로 작동하는지 확인하십시오.

㉤ 온도 조절: 온도를 정확하게 모니터링하기 위해 다이 내에 온도 센서를 설치한다. 온도 조절기를 사용하여 가열 요소를 조절하고 균일한 코팅 두께와 흐름을 달성하는 데 중요한 정확한 다이 온도를 유지한다.

㉥ 단열재: 열 손실을 최소화하고 안정적인 온도를 유지하기 위해 다이를 단열한다. 적절한 단열재는 일관된 코팅 특성을 보장하고 제품 품질에 영향을 미칠 수 있는 변동을 방지한다.

③ 코팅 LDPE 열 제어

㉦ 냉각 시스템: 코팅된 LDPE를 빠르게 냉각하기 위해 다이의 하류에 효과적인 냉각 시스템을 구현한다. 냉각은 용도 및 기관 요구 사항에 따라 공기, 물 또는 둘 다의 조합을 사용하여 달성할 수 있다.

㉧ 냉각 속도: 코팅된 LDPE의 열 왜곡 또는 불균일한 냉각을 방지하기 위해 냉각 속도를 조절한다. 생산 속도를 유지하면서 원하는 특성을 얻을 수 있도록 냉각 강도와 지속 시간을

조절한다.

㉔ 온도 모니터링: 코팅된 LDPE가 압출 코팅 라인을 빠져나올 때 온도를 모니터링한다. 적외선 센서 또는 접촉 온도계를 사용하여 표면 온도를 측정하고 원하는 범위에 속하는지 확인한다.

㉕ 전체 열 관리공정 제어 시스템: 중앙 집중식 공정 제어 시스템을 구현하여 압출 코팅 라인 전체의 온도를 모니터링하고 조절한다. 작업 편의성과 최적화를 위해 압출기, 다이 및 냉각 시스템에 대한 온도 제어 기능을 단일 제어 인터페이스로 통합한다.

6) 라인 유지보수

압출 코팅 라인을 유지하는 것은 최적의 성능을 보장하고 가동 시간을 극대화하며 더 높은 생산 속도를 달성하는 데 매우 중요하다. 압출 코팅 라인 속도를 향상시키기 위한 유지보수 작업의 체크리스트는 다음과 같다.

① 일일 유지 보수압출기, 다이, 냉각 시스템, 견인 장치, 송풍기 및 보조 장비를 포함한 모든 장비 구성 요소에 마모, 손상 또는 이상 징후가 있는지 검사한다. 필터, 스크린, 노즐을 점검하고 세척하여 막힘을 방지하고 일관된 재료 흐름을 보장한다. 베어링, 기어, 구동 메커니즘과 같은 이동 부품을 윤활하여 마찰을 최소화하고 원활한 작동을 보장한다. 롤러, 가이드 및 장력 제어 시스템의 정렬 상태를 확인하여 생산 공정 전반에 걸쳐 적절한 재료 취급 및 장력을 유지한다. 전기 연결 장치, 케이블 및 제어판이 느슨하거나 전기적인 문제의 징후가 있는지 검사한다. 안전 장치와 비상 정지 메커니즘이 제대로 작동하는지 확인한다.

② 주간 유지 보수압출기, 배럴 및 가열 요소

에 대한 보다 철저한 검사를 수행하여 축적된 잔류물, 오염물 또는 열화 생성물을 제거한다. 다이립 표면, 유로 및 매니폴드 시스템을 청소하고 검사하여 코팅 균일성과 흐름에 영향을 미칠 수 있는 축적물이나 찌꺼기를 제거한다. 최적의 코팅 두께와 균일성을 유지하기 위해 필요에 따라 다이 립 클리어런스와 정렬을 확인하고 조정한다. 냉각 물, 수조 또는 공기 나이프와 같은 냉각 시스템 구성 요소를 검사하고 세척하여 코팅된 기관의 효율적인 열 전달 및 냉각을 보장한다. 정확한 온도 제어를 위해 온도 센서, 컨트롤러 및 냉난방 시스템의 교정을 확인한다.

③ 월별 유지 보수압출기 Screw, 배럴 및 다이 표면과 같은 중요한 부분을 중심으로 모든 장비 구성품에 대한 종합적인 검사를 수행한다. 베어링, 씰, 드라이브 벨트 등 마모가 심한 부품의 마모나 피로 징후를 확인하고 필요한 경우 교체한다. 고장을 방지하고 장비 수명을 연장하기 위해 베어링 그리스화, 씰 교체, 장력 제어 시스템 조정 등 예방적 유지보수 작업을 수행한다. 롤러, 자재 취급 시스템을 포함한 전체 생산 라인을 청소하고 검사하여 쌓인 찌꺼기나 오염물을 제거한다.

④ 분기별 유지보수다이 분해, 청소 및 리퍼브와 같은 보다 광범위한 유지보수 작업의 다운타임을 예약한다. 특히 Screw 마모 패턴과 배럴 부식에 주의하여 압출기 Screw 및 배럴 어셈블리를 검사하고 청소한다. 다이 인서트, 씰링 가스켓, 발열체 등 마모 부품을 점검하고 교체하여 최적의 성능을 유지한다. 모든 장비 구성품에 대한 정렬 점검 및 조정을 수행하여 적절한 기능을 보장하고 기계적 응력을 최소화한다.

〈다음호에 계속〉