

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

## 연포장 어플리케이션 LDPE 압출 코팅 라인의 생산성 증가 방법 ? ②

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.

### 7) 운영자 교육

압출 코팅 라인의 생산을 증가시키기 위해서는 작업자를 효과적으로 교육하는 것이 필수적이다. 작업자를 가르치고 생산 효율을 향상시키기 위한 기술을 향상시키기 위한 구조화된 접근법이 있다.

① 포괄적인 교육 프로그램 제공장비 작동, 안전 프로토콜, 문제 해결 기술 및 유지보수 절차를 포함하여 압출 코팅 라인 작동의 모든 측면을 포괄하는 포괄적인 교육 프로그램을 개발한다. 운영자의 경험 수준에 맞게 교육 세션을 조정하여 신입 직원을 위한 기본 교육과 기술 확장을 원하는 숙련된 운영자를 위한 고급 교육을 제공한다.

② 실습 교육: 숙련된 트레이너의 지도에 따라 조작자가 장비를 숙지하고 조작 절차를 연습할 수 있는 실습 교육 세션을 제공한다

다. 작업자가 압출 코팅 라인을 직접 작업하고 장비 설정, 공정 파라미터 조정, 생산량 모니터링 등의 작업을 수행할 수 있는 기회를 제공한다.

③ 시뮬레이션된 시나리오실제 생산 문제와 비상 상황을 복제하는 시뮬레이션 시나리오 또는 가상 교육 모듈을 만듭니다. 이를 통해 운영자는 통제된 환경에서 문제 해결 기술과 대응 프로토콜을 연습할 수 있다. 시뮬레이션 소프트웨어 또는 대화형 교육 도구를 사용하여 장비 오작동, 재료 결함 또는 공정 편차와 같은 다양한 작동 조건과 시나리오를 시뮬레이션한다.

④ 안전 교육운영자가 안전 프로토콜, 절차 및 규정을 이해하고 준수하도록 안전 교육의 우선 순위를 정한다. 기계 안전, 개인 보호 장비(PPE), 비상 절차 및 위험 식별과 같은 주제를 다룹니다. 정기적인 안전 훈련과 보수 교육을 실시하여 안전 관행을 강화하고 운영자가 응급 상황에 효과적으로 대응할 수 있도록 준비한다.

⑤ 지속적인 학습 및 개발운영자가 기술과 지식을 향상시키기 위해 지속적인 학습과 개발 기회를 추구하도록 장려한다. 교육 리소스, 온라인 과정, 산업 세미나 및 압출 코팅 작업과 관련된 인증에 액세스할 수 있다. 운영자가 동료와 지식, 모범 사례 및 학습한 교훈을 공유하도록 권장하는 지속적인 개선 문화를 구축한다.

⑥ 성능 모니터링 및 피드백성능 모니터링 시스템을 구현하여 생산 출력, 다운타임, 스크랩 레이트 및 품질 지표와 같은 주요 성능 지표(KPI)를 추적한다. 정기적으로 성능 데이터를 검토하고 운영자에게 성능에 대한 피드백을 제공한다. 주기적인 성과평가와 일대일 미팅을 실시하여 개별 사업자와 강점, 개선 분야, 개

발 목표 등을 논의한다.

## 8) 품질 관리

품질 관리는 압출 코팅 라인의 생산 속도를 향상시키기 위해 매우 중요한데, 이는 제품이 일관된 사양을 충족하도록 보장하고, 공정을 늦출 수 있는 재작업이나 조정의 필요성을 최소화하기 때문이다. 품질 관리 조치를 시행하는 이유, 방법 및 시기에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

① 품질 관리가 생산 속도에 중요한 이유

㉠ 일관성 보장: 품질 관리 조치는 일관된 제품 품질과 성능을 유지하여 생산 출력의 변동성을 줄이고 공정 속도를 저하시킬 수 있는 결함이나 거부의 위험을 최소화하는 데 도움이 된다.

㉡ 재작업 방지: 생산 프로세스 초기에 품질 문제를 파악하고 해결함으로써 품질 관리를 통해 재작업이나 스크랩의 필요성을 최소화하여 생산이 중단되지 않고 원활하게 진행될 수 있다.

㉢ 효율성 최적화: 효율적인 품질 관리 프로세스 구현으로 워크플로우를 간소화하고 다운타임을 줄이며 장비 활용률을 극대화하여 궁극적으로 전체 생산 속도와 처리량을 향상시킨다.

㉣ 고객 만족도 향상: 고품질 제품을 지속적으로 제공하면 고객 만족도와 충성도가 높아져 비즈니스를 반복하고 긍정적인 추천을 받아 장기적인 성장과 성공을 이룰 수 있다.

② 품질관리 조치 이행방법

㉠ 품질 표준 제정: 재료 특성, 코팅 두께, 접착 강도, 표면 마감 및 결함 허용 수준을 포함한 압출 코팅 공정의 모든 측면에 대한 명확한 품질 표준 및 사양을 정의한다.

㉔ 검사절차 이행 : 원료섭취부터 완제품 포장까지 생산과정 전반에 걸쳐 제품 품질을 모니터링하기 위한 표준화된 검사절차 및 체크리스트를 개발한다.

㉕ 검사장비 활용 : 정확하고 효율적인 품질평가를 위해 두께, 인장시험기, 표면검사시스템, 결합검출장치 등 적절한 검사장비를 투자한다.

㉖ 교육인력 : 품질관리 절차, 검사기법, 품질기준 이탈여부 확인기준 등에 대해 운영자 및 품질관리요원에게 종합적인 교육을 실시한다.

㉗ 통계 프로세스 제어(SPC) 구현: SPC 기법을 구현하여 프로세스 변동성을 모니터링하고, 추세 또는 목표 값으로부터의 편차를 감지하고, 프로세스 안정성과 일관성을 유지하기 위해 사전 예방적으로 시정 조치를 취한다.

㉘ 근본 원인 분석 실시: 품질 문제나 결함의 근본 원인을 조사, 분석하여 생산 공정, 장비 또는 자재의 근본적인 문제를 파악하고 재발 방지를 위한 시정 조치를 시행한다.

③ 품질관리 조치를 시행할 시기생산 공정 전반: 압출 코팅 공정의 모든 단계에서 원료 검사 및 준비부터 코팅 도포, 경화, 최종 제품 검사까지 품질 관리 조치를 수행해야 한다.

## 9) 지속적인 개선

“지속적인 개선”은 시간이 지남에 따라 제품, 프로세스, 시스템 또는 워크플로우를 점진적으로 개선하고 개선하는 지속적인 프로세스를 의미한다. 작고 점진적인 변화가 효율성, 효과 및 전반적인 성능의 상당한 개선으로 이어질 수 있다는 믿음에 뿌리를 둔 품질 관리 및 운영 우수성의 기본 원칙이다. 다음은 지속적인 개선의 의미를 분석한 것이다.

① 반복적 과정 지속적인 개선은 체계적으로 개선할 부분을 찾아내고, 변화를 실행하고, 결

과를 평가한 다음, 순환을 반복하는 것이다. 개선의 기회는 항상 있기 때문에, 순환 과정은 결코 진정으로 끝나지 않는다.

② 점진적 변화: 지속적인 개선은 대규모의 과도한 변화나 획기적인 변화를 추구하기보다는 지속적인 기준으로 작고 관리 가능한 개선을 하는 데 중점을 둔다. 이러한 점진적인 변화는 더 쉽게 구현되고 시간이 지남에 따라 누적적인 영향을 미친다.

③ 문제 해결 지향성: 지속적인 개선은 개인과 팀이 적극적으로 프로세스를 최적화하고 낭비를 제거하며 비효율을 해결할 수 있는 기회를 찾는 능동적이고 문제 해결 마인드를 장려한다.

④ 데이터 기반 접근 방식: 지속적인 개선은 의사 결정을 안내하기 위해 데이터와 증거에 의존한다. 여기에는 성과 지표, 이해 관계자의 피드백, 프로세스 관찰을 통해 개선 계획을 알리는 통찰력을 수집하고 분석하는 것이 포함된다.

⑤ 직원 참여: 지속적인 개선은 한 개인이나 부서의 책임이 아니라 조직의 모든 수준의 직원들의 참여를 포함한다. 직원들에게 문제를 식별하고 해결책을 제안하며 변화를 실행할 수 있는 권한을 부여하는 것은 지속적인 개선 문화를 조성한다. 카이젠 철학 지속적인 개선은 종종 “더 나은 것을 위한 변화” 또는 “지속적인 개선”으로 번역되는 일본어 “카이젠”의 개념과 연관된다. 카이젠은 조직 성장과 경쟁력을 이끄는 방법으로 작고 점진적인 개선의 중요성을 강조한다.

⑥ 적응력과 유연성: 지속적인 개선을 위해서는 조직이 적응력과 유연성을 갖추고 새로운 아이디어를 기꺼이 실험하고, 실패로부터 배우고, 필요에 따라 과정을 조정해야 한다. 그것은 변화를 개선 과정의 자연스러운 부분으로 받아들이는 것이다. 전반적으로 지속적인 향상

은 조직의 모든 측면에 스며든 마음가짐이자 철학이다. 지속적인 향상 문화를 육성함으로써 조직은 모든 일에서 지속적으로 진화하고 혁신하며 탁월함을 위해 노력할 수 있다.

### 10) 자동화에 대한 적극적 투자

공정 자동화는 작업을 간소화하고 수동 개입을 줄이며 공정 효율을 최적화함으로써 압출 코팅의 라인 속도를 향상시키는 데 중요한 역할을 한다.

① 압출 코팅의 공정 자동화와 관련하여 어떻게, 프로세스 자동화로 회선 속도가 향상되는 방법

㉠ 수동 작업 제거: 자동화는 재료 처리, 장비 설정 및 공정 모니터링과 같은 수동 작업을 자동화된 시스템으로 대체하여 이러한 작업을 수행하는 데 필요한 시간과 노력을 줄인다.

㉡ 공정 파라미터 최적화: 자동화된 제어 시스템은 온도, 압력 및 라인 속도와 같은 공정 파라미터를 지속적으로 모니터링하여 실시간으로 조정하여 생산 조건을 최적화하고 라인 속도를 최대화한다.

㉢ 다운타임 감소: 자동화는 문제가 확대되기 전에 문제를 사전에 파악하고 예방적 유지보수를 수행하며 문제를 해결함으로써 다운타임을 최소화하고 중단 없는 운영을 보장하며 처리량을 극대화한다.

㉣ 정밀도 및 일관성 향상: 자동화된 시스템은 공정 변수를 제어하는 데 있어 더 높은 정밀도와 일관성을 제공하여 코팅 두께가 균일해지고 제품 품질이 향상되며 생산 출력의 변동성이 줄어든다.

② 프로세스 자동화를 구현하는 이유

㉠ 효율성 향상: 자동화는 사이클 시간을 줄이고 유휴 시간을 최소화하며 장비 활용도를 극

대화하여 생산 효율성을 향상시켜 궁극적으로 라인 속도와 처리량을 향상시킨다.

㉡ 향상된 품질: 자동화는 일관된 공정 조건을 유지하고 결함을 줄이며 품질 표준 준수를 보장함으로써 제품 품질을 향상시켜 거부 및 재작업을 줄여준다.

㉢ 비용 절감: 자동화는 수동 작업과 관련된 인건비, 재료 낭비 및 에너지 소비를 줄여 생산 비용을 낮추고 수익성을 개선한다.

㉣ 경쟁 우위: 자동화 구현을 통해 기업은 생산 능력을 높이고, 고객 요구에 보다 신속하게 대응하며, 제품을 보다 빠르고 안정적으로 제공함으로써 경쟁력을 유지할 수 있다.

㉤ 안전: 자동화는 무거운 물질이나 위험한 물질의 수동 취급을 줄이고, 잠재적인 위험 조건에 노출되는 것을 최소화하며, 인체공학적 부상으로 이어질 수 있는 반복 작업을 제거하여 작업장 안전을 향상시킨다.

#### ③ 자재 취급

자동화된 로봇, 자재 취급 시스템으로 공정 단계 간 원료, 완제품, 중간 부품을 운반할 수 있어 수작업을 최소화하고 자재 취급 시간을 단축할 수 있다.

㉠ 공정 제어: 자동화된 제어 시스템은 온도, 압력 및 라인 속도와 같은 공정 파라미터를 조절하여 장비 설정을 자동으로 조정하여 최적의 조건을 유지하고 생산 효율을 극대화한다.

### 11) 잠재인지 시간 단축

시간 경과에 따른 작업 변경을 줄이는 것은 압출 코팅 라인의 전반적인 속도와 효율을 향상시키는 데 필수적이다. 작업 변경 시간을 최소화하고 생산 처리량을 최적화하는 몇 가지 전략은 다음과 같다.

① 전환 절차 표준화서로 다른 작업 또는 제품

실행 간 전환에 필요한 단계를 명확하게 설명하는 표준화된 전환 절차를 개발한다. 운영자가 체계적으로 따를 수 있는 상세한 체크리스트 또는 표준 운영 절차(SOP)를 작성하여 일관성을 확보하고 전환 중 오류를 최소화한다.

② 준비 및 계획전환을 시작하기 전에 철저한 준비와 계획을 세운다. 이것은 곧 있을 일에 필요한 모든 재료, 도구, 장비를 모으는 것을 포함한다. 전환 프로세스 중에 발생할 수 있는 잠재적인 병목 현상이나 문제를 예측하고 이를 사전에 해결하기 위한 비상 계획을 수립한다.

③ 작업 영역 구성각 작업 또는 제품 실행과 관련된 스테이징 재료, 장비 및 도구의 특정 영역을 지정하여 전환 중 설정 시간 및 혼란을 최소화한다. 색상으로 구분된 레이블 또는 색도 보드와 같은 시각적 관리 기술을 구현하여 구성 요소를 빠르게 식별하고 검색할 수 있다.

④ 설치 시간 단축서로 다른 작업 간에 장비를 신속하게 조정하고 설정할 수 있는 빠른 변경 도구, 고정 장치 및 구성 요소에 투자한다. 가능한 한 모듈형 또는 교체 가능한 부품을 활용하여 설정을 간소화하고 수동 조정 또는 재구성의 필요성을 최소화한다.

⑤ 병렬 활동전환 중에 병렬로 수행할 수 있는 작업을 식별하여 유휴 시간을 최소화하고 효율성을 극대화한다. 장비 설정, 재료 준비, 품질 검사 등 전환 프로세스의 여러 측면에 여러 작업자를 할당하여 전환을 신속하게 수행한다.

⑥ 비부가가치 활동 제거전환 절차를 검토하여 부가가치가 없는 활동이나 불필요한 조치를 식별하고 제거하여 시간이나 노력을 낭비하는 데 기여한다. 프로세스를 간소화하고 중복 작업을 제거하며 전환을 효율적으로 완료하는 데 직접적으로 기여하는 필수 활동에 집중한다.

⑦ 교육 및 기술 개발작업자에게 전환 절차,

장비 설정 기법 및 문제 해결 전략에 대한 포괄적인 교육을 제공하여 작업자가 원활하고 효율적인 전환을 수행하는 데 능숙한지 확인한다. 지속적인 학습과 기술 개발을 장려하여 운영자가 개선 기회를 파악하고 혁신적인 솔루션을 구현하여 시간이 지남에 따라 변화를 줄일 수 있도록 지원한다.

⑧ 린 제조 원칙 구현: SMD(Single Minute Exchange of Die)와 같은 린 제조 원칙을 적용하여 전환 프로세스를 체계적으로 분석하고 최적화한다.

## 12) 효율적 냉각 방법 검토

효율적인 냉각은 코팅 물질의 적절한 응고와 품질을 보장하므로 압출 코팅 라인의 생산 속도를 높이는 데 냉각 성능을 평가하는 것은 매우 중요하다. 생산 속도를 최적화하기 위해 냉각 성능을 평가하는 방법은 다음과 같다.

① 온도 측정다이에서 나온 직후와 하류의 다양한 간격과 같이 냉각 과정을 따라 다른 지점에서 코팅 물질의 온도를 측정한다. 적외선 온도계, 접촉 열전대 또는 열화상 카메라를 사용하여 정확한 온도 측정값을 얻을 수 있다. 코팅된 재료의 온도가 냉각 시스템을 통해 진행됨에 따라 점진적이고 일관적으로 감소하여 취급 및 추가 처리를 위해 원하는 온도에 도달하는지 확인한다.

② 냉각 속도특정 거리 또는 시간 간격에 따른 온도 강하를 비교하여 코팅 물질의 냉각 속도를 평가한다. 냉각 경로를 따라 여러 지점에서 수집된 온도 데이터를 사용하여 냉각 속도를 계산하고 재료가 압출 온도에서 원하는 취급 온도까지 얼마나 빨리 냉각되는지 분석한다. 제품 품질을 유지하면서 원하는 냉각 속도를 달성할 수 있도록 공기 흐름 속도, 냉각수 온

도, 냉각 표면과의 접촉 시간과 같은 냉각 시스템 매개 변수를 최적화한다.

③ 육안 검사코팅된 재료의 표면 외관, 질감 및 일관성을 평가하기 위해 육안 검사를 수행한다. 표면 결함, 주름 또는 뒤틀림과 같은 불균일한 냉각의 징후를 찾는다. 이는 불충분하거나 불균일한 냉각을 나타낼 수 있다. 코팅된 재료의 폭과 길이에 걸쳐 냉각의 균일성을 평가하여 일관된 품질과 성능을 보장한다.

④ 코팅 두께 측정두께 게이지 또는 캘리퍼를 사용하여 여러 지점에서 코팅 물질의 두께를 측정한다. 냉각 경로를 따라 여러 위치에서 측정한 코팅 두께 측정값을 비교하여 변형이나 요철을 확인한다. 냉각 시스템이 코팅 재료의 전체 폭에 걸쳐 균일한 냉각을 제공하여 일관된 코팅 두께와 품질을 제공하는지 확인한다.

⑤ 재료 특성냉각된 재료의 인장강도, 연신율, 내열성 등의 기계적 특성을 평가한다. 냉각 경로를 따라 여러 위치에서 채취한 샘플에 대해 기계적 테스트를 수행하여 냉각 조건이 재료 특성에 어떤 영향을 미치는지 평가한다. 냉각 파라미터를 최적화하여 적용에 필요한 재료 강도, 유연성 및 기타 성능 특성 간에 원하는 균형을 맞출 수 있다.

⑥ 주기 시간 분석사이클 시간과 생산 속도를 분석하여 냉각 시스템의 전체 효율을 파악한다. 코팅 재료가 취급 온도까지 냉각되는 데 필요한 시간을 계산하고 생산 속도와 처리량에 어떤 영향을 미치는지 평가한다.

### 13) 인라인 코로나 처리 활용

즉, 압출 코팅 라인과 함께 인라인 코로나 처리기를 사용하여 표면 접착력을 향상시키고 코팅 물질의 인쇄성 또는 접합성을 향상시킬 수 있다. 인라인 코로나 처리에 대해 알아야 할

방법, 시기 및 내용은 다음과 같다.

⑦ 인라인 코로나의 작동 방식인라인 코로나 처리기는 코로나 방전을 활용하여 플라스틱 필름이나 종이와 같은 기관의 표면 에너지를 수정하여 접착력을 향상시키는 표면 처리 시스템이다. 코로나 처리기는 고전압 전극과 접지된 롤러 또는 컨베이어 벨트로 구성된다. 기관이 전극과 롤러 사이를 통과하면 고전압의 전기 방전에 의해 기관 표면에 코로나 플라즈마가 생성된다. 코로나 플라즈마는 극성 작용기를 도입하여 습윤성을 증가시키고 압출 코팅 공정에서 후속적으로 적용되는 잉크, 코팅 또는 접착제와의 접착을 촉진함으로써 기관의 표면 에너지를 변화시킨다.

⑧ 인라인 코로나를 사용할 때인라인 코로나 처리는 기관이 낮은 표면 에너지 또는 표면 오염과 같은 열악한 표면 특성을 나타낼 때 일반적으로 압출 코팅 적용에 사용되며, 이는 접착력을 방해할 수 있다. 특히 폴리에틸렌(PE) 또는 폴리프로필렌(PP)과 같은 기관에 압출 코팅할 때 유용하며, 이 기관은 표면 에너지가 낮고 접착력을 촉진하기 위해 표면 처리가 필요하다.

⑨ 필요한 것Inline Corona Treater: 압출 코팅 라인과의 인라인 통합을 위해 설계된 코로나 처리기 시스템을 확보한다. 기관 폭, 라인 속도 및 표면 처리 능력 측면에서 생산 라인의 요구 사항에 맞는 코로나 처리기 모델을 선택하십시오. 기질 적합성: 압출 코팅 공정에서 사용되는 기질 물질이 코로나 처리와 적합한지 확인한다. 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리에스테르(PET), 폴리아미드(PA)를 포함한 대부분의 플라스틱 필름은 코로나 방전으로 효과적으로 처리할 수 있다. 프로세스 통합: 코로나 처리기를 압출 코팅 라인에 원활하

게 통합하여 코팅 적용 스테이션의 상류에 위치시킨다. 장비 공급업체 또는 제조업체와 협력하여 다른 라인 구성 요소와 적절한 정렬 및 동기화를 보장한다.

⑩ 인라인 코로나의 이점향상된 접착력: 코로나 처리로 기관의 표면 에너지와 습윤성이 향상되어 코팅과 기관 재료 간의 더 강한 접착력을 촉진한다.

#### ⑪ 향상된 인쇄성

처리된 표면은 향상된 잉크 접착력, 인쇄 품질 및 색상 진동을 나타내므로 고품질 인쇄 및 그래픽 애플리케이션에 적합하다. 결합 강도 증가: 코로나 처리는 적층물 또는 복합 재료와 같은 다층 구조에서 층 간의 결합을 용이하게 하여 결합 강도 및 무결성이 우수하다.

### 14) Hull-Off 시스템 업그레이드

압출 코팅 라인에서 Hull-Off System(풀러 또는 이륙 시스템이라고도 함)을 업그레이드하면 생산 속도, 일관성 및 품질을 크게 향상시킬 수 있다. Hull-Off System을 업그레이드하는 방법에 대한 안내는 다음과 같다.

① 업그레이드 목표 확인라인 속도 향상, 제품 품질 향상, 프로세스 제어 강화 또는 다운타임 감소와 같은 업그레이드의 구체적인 목표를 결정한다. 업그레이드 목표를 정의할 때 재료 유형, 코팅 두께, 기관 폭 및 원하는 생산 출력과 같은 요소를 고려한다.

② 기존 장비 평가풀러 속도 범위, 그립 강도, 정렬 정확도 및 제어 기능을 포함하여 현재 Hull-Off 시스템의 상태, 성능 및 기능을 평가한다. 업그레이드를 통해 해결해야 할 기존 시스템의 제한 사항, 결합 또는 개선해야 할 부분을 파악한다.

③ 업그레이드된 구성 요소 선택확인된 업그레

이드 목표와 일치하는 업그레이드된 구성 요소 또는 시스템을 조사하고 선택하여 압출 코팅 라인의 특정 요구 사항을 해결한다. 풀러 속도 범위, 그립 설계, 구동 시스템 구성, 제어 인터페이스, 기존 장비와의 호환성 등의 요소를 고려한다. 장비 공급업체, 제조업체 또는 엔지니어링 전문가와 상의하여 업그레이드에 가장 적합한 옵션을 결정한다.

④ 업그레이드 옵션 및 기능Hull-Off 시스템에서 사용할 수 있는 다양한 업그레이드 옵션과 기능을 살펴본다. 예를 들어 다음과 같습니다:풀러 속도 향상: 더 빠른 라인 속도가 가능한 고속 풀러로 업그레이드하면 생산성과 처리량을 향상시킬 수 있다. 향상된 그립 디자인: 조정 가능한 압력, 공압 작동 또는 특수 표면 코팅이 있는 그립퍼로 업그레이드하면 그립 강도와 신뢰성을 최적화할 수 있다. 정밀 정렬: 서보 기반 조정 또는 자동 정렬 기능으로 정밀 정렬 시스템으로 업그레이드하면 코팅된 기관의 정확한 위치를 확인할 수 있다. Advanced Control Systems: 디지털 인터페이스, 터치스크린 디스플레이 및 실시간 모니터링 기능을 갖춘 고급 제어 시스템으로 업그레이드하면 프로세스 제어 및 작업자 효율성을 향상시킬 수 있다.

⑤ 설치 및 통합장비 공급업체, 설치업체 또는 엔지니어링 팀과 협력하여 업그레이드된 구성 요소를 압출 코팅 라인에 적절하게 설치하고 통합할 수 있도록 한다. 업그레이드된 Hull-Off 시스템의 설치, 배선 및 시운전을 위한 제조업체 지침, 기술 사양 및 모범 사례를 따릅니다. 생산을 재개하기 전에 업그레이드된 시스템의 성능, 기능 및 안전성을 검증하기 위해 철저한 테스트, 보정 및 검증 절차를 수행한다.

⑥ 운영자 교육 및 숙지업그레이드된 Hull-

Off 시스템의 작동, 유지보수 및 문제 해결에 대한 포괄적인 교육 및 지침을 운영자에게 제공합니다. 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.

### 15) 재생 원칙 구현

작업의 남은 원단 및 작업에 소모되는 원단의 파지를 최소화하기 위한 부분으로 친환경 재생 원칙의 구현으로 생산자부터 작업자에 이르기까지 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 있습니다.

지속적으로는 압출기에 Screen Changer 및 Divert Valve 를 이용 재생에 도움을 드리는 Upgrade 가 생산성 향상에 도움이 되는 방안이 있다.

### 16) 다층 코팅 고려

CE(Coat-Extrusion) 피드 블록 및 다이로 업그레이드하면 재료 특성, 코팅 두께, 장비 구성 및 공정 조건과 같은 다양한 요인에 따라 압출 코팅 라인의 라인 속도가 잠재적으로 증가할 수 있다. 이 업그레이드가 라인 속도 증가에 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

① 향상된 흐름 제어 CE 피드 블록 및 다이 시스템은 첨단 흐름 제어 기능을 제공하여 기판 폭에 걸쳐 코팅 물질을 정밀하게 조정하고 분

배할 수 있다. 흐름 분포를 최적화하고 흐름 변화를 최소화함으로써 CE 시스템은 보다 균일한 코팅 두께와 프로파일을 달성할 수 있어 품질 저하 없이 보다 빠른 라인 속도를 구현할 수 있다.

② 체류 시간 단축 CE 피드 블록 및 다이 설계는 재료가 다이를 통해 흐르는 데 걸리는 체류 시간인 체류 시간을 최소화하도록 설계되는 경우가 많습니다. CE 시스템은 체류 시간을 줄임으로써 프로세스 응답성을 향상시키고, 재료 저하를 최소화하며, 다양한 생산 실행 또는 코팅 레시피 간에 더 빠른 전환을 촉진하여 궁극적으로 더 빠른 라인 속도를 가능하게 할 수 있다.

③ 향상된 코팅 품질 CE 피드 블록 및 다이 시스템은 재료의 균일한 흐름과 혼합을 촉진하도록 설계되어 코팅 품질과 일관성을 향상시킨다. 더 나은 균일성과 접착 특성을 가진 더 높은 품질의 코팅은 낮은 코팅 성능과 관련된 결함, 거부 또는 생산 속도 저하의 위험을 줄임으로써 라인 속도를 증가시킬 수 있다.

④ 최적화된 재료 사용 CE 피드 블록 및 다이 시스템은 에지 트림, 에지 비드 또는 기타 재료 불일치를 줄임으로써 재료 사용을 최적화하고 낭비를 최소화하는 데 도움이 될 수 있다. CE 시스템은 재료 활용도를 극대화하고 스크랩을 줄임으로써 전체적인 비용 절감과 효율성 향상에 기여할 수 있으며, 재료 소비를 늘리지 않고도 라인 속도를 높일 수 있다.

⑤ 고속 작업과의 호환성 일부 CE 피드 블록 및 다이 시스템은 고속 압출 코팅 애플리케이션을 위해 특별히 설계되었으며, 유선형 유로, 감소된 압력 강하 및 향상된 냉각 기능과 같은 기능을 제공한다. 이러한 시스템은 고속 생산 환경의 요구를 견딜 수 있도록 설계되었으며

신뢰할 수 있는 성능과 품질을 유지하면서 라인 속도 증가를 용이하게 할 수 있다.

## ⑥ 프로세스 통합 및 최적화

CE 피드 블록 및 다이로 업그레이드하려면 압출기 설정, 냉각 시스템 또는 다운스트림 처리 장비와 같은 압출 코팅 라인 내의 다른 구성 요소 또는 매개 변수에 대한 조정이 필요할 수 있다. 피드 블록과 다이를 포함한 전체 프로세스의 적절한 통합과 최적화는 업그레이드의 이점을 극대화하고 원하는 라인 속도 증가를 달성하는 데 필수적이다.

## 17) 공급업체와 협력

라인 빌더와 효과적으로 협업하는 것은 생산 속도를 극대화하고 압출 코팅 라인의 성능을 최적화하는 데 필수적이다. 라인 빌더와 협력해야 하는 10가지 이유와 방법은 다음과 같다.

① 전문 지식과 경험라인 빌더는 압출 코팅 라인 설계, 구축 및 최적화에 대한 전문 지식, 전문 지식 및 경험을 보유하고 있다. 라인 빌더와의 협업을 통해 귀사의 통찰력과 모범 사례를 활용하여 생산 속도를 높이고 전체 라인 성능을 개선할 수 있는 기회를 파악할 수 있다.

② 맞춤형 솔루션라인 빌더는 특정 생산 요구 사항, 선호도 및 성능 목표에 맞게 솔루션을 조정할 수 있다. 라인 빌더와 긴밀히 협력하여 고유한 문제를 해결하고 압출 코팅 라인의 효율성을 극대화하는 맞춤형 솔루션을 공동으로 만들 수 있다.

③ 기술 통합 라인 빌더는 최신 기술, 혁신 및 발전을 압출 코팅 라인에 통합하여 속도, 정밀도 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 라인 빌더와 협력하면 라인에 고속 생산에 최적화된 최첨단 구성 요소와 시스템이 장착된다.

## ④ 프로세스 최적화

라인 빌더는 기존 프로세스, 워크플로우 및 장비 구성을 분석하여 병목 현상, 비효율성 및 최적화 기회를 파악할 수 있다. 라인 빌더와 파트너 관계를 맺음으로써 작업을 간소화하고 생산 속도를 높이는 프로세스 개선 및 워크플로우 개선을 구현할 수 있다.

⑤ 장비 선택 라인 빌더는 생산 요구 사항 및 성능 목표에 따라 압출 코팅 라인에 가장 적합한 장비, 기계 및 구성 요소를 선택하는 데 도움을 줄 수 있다. 라인 빌더와 협력하면 원하는 생산 속도와 출력 수준을 달성할 수 있는 고품질의 신뢰할 수 있는 장비에 투자할 수 있다.

⑥ 성능 테스트 및 검증라인 빌더는 압출 코팅 라인이 지정된 속도, 품질 및 신뢰성 기준을 충족하거나 초과하는지 확인하기 위해 철저한 성능 테스트 및 검증을 수행할 수 있다. 라인 빌더와 파트너 관계를 맺음으로써 실제 운영 조건에서 라인의 성능과 기능을 확인하여 잠재적인 문제나 개선 영역을 식별할 수 있다.

⑦ 교육 및 지원 라인 빌더는 압출 코팅 라인의 작동과 성능을 최적화하는 데 도움이 되는 포괄적인 교육, 기술 지원 및 지속적인 유지보수 서비스를 제공할 수 있다. 라인 빌더와 협력하면 운영자가 적절하게 교육을 받고, 생산 속도를 극대화하기 위해 필요한 기술과 지식을 갖추고, 숙련된 전문가의 지원을 받을 수 있다.

## 17) 에너지 소비 모니터링

에너지 소비 모니터링을 제어하는 것이 생산 속도 향상에 중요한 이유는 다음과 같다.

### ① 비용 절감

에너지 소비를 모니터링하고 제어하면 비효율성 영역을 식별하고 에너지 낭비를 줄이기 위한 조치를 실행함으로써 비용 절감으로 이어질 수 있다. 이는 생산 속도와 효율성 향상에 투

자할 수 있는 자원을 확보할 수 있다.

② 공정 최적화

에너지 소비 모니터링은 생산 라인 내의 다양한 장비와 공정의 에너지 사용 패턴에 대한 귀중한 통찰력을 제공한다. 에너지 집약적인 공정을 최적화하면 에너지 소비를 최소화하면서 생산 속도를 극대화할 수 있다.

③ 장비 효율성

에너지 모니터링은 비효율적으로 작동하거나 과도한 에너지를 소비하는 장비를 식별하는 데 도움이 된다. 장비 오작동, 부적절한 설정 또는 유지 관리 요구와 같은 문제를 해결함으로써 장비 효율성을 향상시키고 생산 속도를 높일 수 있다.

④ 자원 할당

에너지 소비 패턴을 이해함으로써 고속 생산을 지원하기 위해 더 효과적으로 자원을 할당할 수 있다. 이것은 생산 일정을 조정하거나 장비 사용을 최적화하거나 에너지 효율적인 기술에 투자하는 것을 포함할 수 있다.

⑤ 환경 지속 가능성

에너지 소비를 제어하는 것은 생산 작업의 탄소 발자국과 환경 영향을 줄임으로써 지속 가능성 목표와 일치한다. 에너지 효율적인 관행을 채택함으로써 환경 피해를 최소화하면서 생산 속도를 높일 수 있다.

⑥ 규제 준수

많은 국가에서 에너지 사용량과 배출량을 관리하는 규정과 표준이 있다. 에너지 소비를 모니터링하고 통제함으로써 생산 운영을 방해할 수 있는 벌금이나 처벌을 피하면서 규제 요구 사항을 준수하도록 보장할 수 있다.

⑦ 예측 유지보수

에너지 소비 모니터링은 잠재적인 장비 고장이나 성능 저하가 발생하기 전에 미리 파악하는

예측 유지보수 도구로 사용할 수 있다. 유지보수 문제를 사전에 해결함으로써 다운타임을 최소화하고 생산 속도를 유지할 수 있다.

⑧ 실시간 최적화

실시간 에너지 모니터링을 통해 에너지 소비 데이터를 기반으로 생산 프로세스를 즉시 조정할 수 있다. 이를 통해 운영자는 변화하는 에너지 조건이나 수요에 따라 동적으로 생산 속도를 최적화할 수 있다.

⑨ 벤치마킹 및 목표 설정

에너지 소비 모니터링은 현재 성능을 벤치마킹하고 개선 목표를 설정하기 위한 데이터를 제공한다. 에너지 사용량 메트릭을 시간에 따라 또는 업계 벤치마크와 비교하여 진행 상황을 추적하고 추가 최적화를 위한 영역을 식별할 수 있다.

⑩ 지속적인 개선 에너지 소비 모니터링은 에너지 절약 계획의 효과에 대한 피드백을 제공함으로써 지속적인 개선 문화를 조성한다. 정기적으로 에너지 소비 데이터를 검토하고 목표한 개선 사항을 실행함으로써 생산 속도와 효율을 지속적으로 최적화할 수 있다.

18) 벤치마크 성능

생산 속도를 향상시키려면 전략적 계획, 프로세스 최적화 및 운영 효율성의 조합이 필요하다. 생산 속도를 향상시키는 방법은 다음과 같다.

① 워크플로우 간소화

현재 워크플로우를 분석하여 생산 속도를 저하시킬 수 있는 병목 현상, 중복성 또는 비효율성을 파악한다. 불필요한 단계를 제거하고 작업 간 대기 시간을 줄이며 작업 순서를 최적화하여 유휴 시간을 최소화하여 프로세스를 간소화한다.

② 장비 활용도 최적화

생산을 효율적으로 실행하도록 스케줄링하고 설정 간 다운타임을 최소화하여 장비를 최대 용량으로 사용할 수 있도록 한다. 장비를 최적의 상태로 유지하고 예상치 못한 고장이나 지연을 최소화하기 위해 예방 정비 프로그램을 구현한다.

### ③ 자동화에 대한 투자

반복 작업 또는 수동 작업을 가능한 한 자동화하여 주기 시간을 줄이고 처리량을 늘릴 수 있다. 로보틱스, 시스템 또는 자동화된 재료 처리 솔루션을 구현하여 생산 프로세스를 간소화하고 사람의 개입을 최소화한다.

### ④ 인력 효율성 향상

직원이 기술과 지식을 향상시킬 수 있도록 교육 및 개발 기회를 제공한다. 빠른 변경 툴링, 고정 장치 및 설정을 구현하여 서로 다른 제품 간 또는 프로덕션 실행 간 전환에 필요한 시간을 최소화할 수 있다. 전환 절차를 표준화하고 운영자가 신속하고 정확하게 전환을 수행하도록 교육한다.

### ⑤ 인벤토리 관리 최적화

JIT(Just-in-Time) 인벤토리 관행을 구현하여 인벤토리 수준을 최소화하고 스토리지 공간 요구사항을 줄인다. 재고 관리 소프트웨어를 사용하여 재고 수준을 실시간으로 추적하고 보충 프로세스를 자동화하여 필요할 때 자재를 항상 사용할 수 있도록 한다.

### ⑥ 제조 원칙 구현

운송, 재고, 모션, 대기, 과잉 생산, 과잉 처리, 결함 등 생산의 모든 측면에서 폐기물을 식별하고 제거한다. Kanban 보드, 5S 작업장 조직, 가치 스트림 매핑 등 시각적 관리 도구를 구현하여 프로세스를 효율화하고 흐름을 개선한다.

### ⑦ 예측 유지 보수 활용

장비 문제가 예상치 못한 다운타임으로 이어지기 전에 장비 문제를 감지하기 위해 진동 분석, 적외선 서모그래피 또는 오일 분석과 같은 예측 유지보수 기술을 구현한다. 계획된 다운타임 기간 동안 유지보수 작업을 예약하여 운영 중단을 최소화할 수 있다.

### ⑧ 공급망 최적화

공급업체와 협력하여 리드 타임을 최적화하고 운송 비용을 최소화하며 자재 및 부품의 안정적인 공급을 보장한다. 원격 공급업체에 대한 의존도를 줄이고 공급망 위험을 완화하기 위해 대체 소싱 옵션이나 공급망 현지화를 고려한다.

## 20) 라인 레이아웃 최적화

압출 코팅 라인을 속도를 높이기 위해 최적화하려면 생산 프로세스의 다양한 측면을 다루는 포괄적인 접근 방식이 필요하다. 고속화를 위해 라인을 최적화하는 방법에 대한 단계별 가이드가 있다

### ① 현재 성능 평가

기존 생산 라인에 대한 철저한 평가를 수행하여 병목 현상, 비효율성 및 개선 사항을 파악한다. 라인 속도, 다운타임, 스크랩 속도 및 프로덕션 출력과 같은 주요 성능 지표에 대한 데이터를 수집하여 비교 기준을 설정한다.

### ② Clear 목표 설정

처리율 향상 또는 주기 시간 단축과 같은 회선 속도 향상을 위한 구체적인 목표와 목표를 정의한다. 목표가 고객 수요 충족, 비용 절감 또는 경쟁력 향상과 같은 보다 광범위한 비즈니스 목표와 우선순위에 부합하는지 확인한다.

### ③ 장비 및 프로세스 검토

압출기, 다이, 냉각 시스템, 풀러, 권취기 및

보조 장비를 포함한 생산 라인 내의 개별 장비 및 공정의 성능을 평가한다. 속도를 저해할 수 있는 구식 또는 비효율적인 장비를 식별하고 최신 첨단 기술로 업그레이드 또는 개조하는 방법을 고려한다.

④ 공정 매개 변수 최적화

압출 온도, 라인 속도, 코팅 두께 및 냉각 조건과 같은 공정 매개변수를 미세 조정하여 제품 품질을 저하시키지 않으면서 처리량을 극대화할 수 있다. 체계적인 실험이나 시행을 통해 각 파라미터에 대한 최적의 설정을 확인하고 그에 따른 운영 지침을 수립한다.

⑤ 변경 시간 최소화

빠른 변경 툴링, 고정 장치 및 설정을 구현하여 제품 전환에 필요한 시간을 단축할 수 있다. 전환 절차를 표준화하고 운영자가 이를 효율적으로 수행하도록 교육하여 운영 실행 간 다운타임을 최소화한다.

⑥ 자재 취급 및 물류 개선

생산 시설 내의 자재 흐름과 물류를 간소화하여 취급 시간을 최소화하고 불필요한 지연을 제거한다. 필요할 때 자재를 쉽게 사용할 수 있도록 재고 관리 관행을 최적화하여 대기 시간과 생산 중단을 줄인다.

⑦ 자동화 및 로봇에 대한 투자

자동화 및 로봇틱스를 도입하여 반복 작업을 자동화하고 처리량을 높이며 육체 노동에 대한 의존도를 줄인다. 재료 취급, 품질 검사 및 포장을 위한 로봇 시스템을 구현하여 효율성과 일관성을 향상시킨다.

⑧ 유지보수 관행 개선

장비 고장을 방지하고 계획하지 않은 다운타임을 최소화하기 위한 사전 예방적 유지보수 프로그램을 구현한다. 장비를 최적의 상태로 유

지하고 생산 차질을 피하기 위해 정기적인 검사, 윤활 및 예방적 유지보수 활동을 수행한다.

⑨ 직원 교육 및 권한 부여

작업자, 기술자 및 유지보수 직원에게 포괄적인 교육을 제공하여 장비를 안전하고 효율적으로 운영하는 데 필요한 기술과 지식을 갖추도록 한다.

21) 예측 유지보수 구현

압출 코팅 라인에 대한 고급 유지보수 계획을 위한 체크리스트는 다음과 같다.

① 장비 검사 및 윤활

압출기, 다이, 냉각 시스템, 풀러, 권취기 및 보조 장비를 포함한 모든 장비 구성품에 대한 정기적인 검사를 수행한다. 제조업체 권장 사항에 따라 이동 부품, 베어링 및 구동 시스템을 윤활하여 마찰 관련 문제를 방지하고 장비 수명을 연장한다.

② 상태 모니터링

진동 분석, 서모그래피, 오일 분석과 같은 상태 모니터링 기술을 구현하여 장비 성능 저하 또는 고장이 임박한 초기 징후를 감지한다. 주요 매개 변수에 대한 기준 측정 및 트리거 임계값을 설정하여 이상 상태를 식별하고 사전 예방적으로 시정 조치를 시작한다.

③ 예측 유지 보수

상태 모니터링 및 장비 진단의 데이터를 사용하여 장비 고장을 예측하고 장비 고장이 발생하기 전에 유지 관리 작업을 예약한다. 장비 상태 평가, 과거 성능 데이터 및 신뢰성 중심의 유지 보수 원칙을 기반으로 예측 유지 보수 일정을 개발한다.

〈다음호에 계속〉