블로운 필름 압출 시스템에 대한 토르크 모터

TORQUE MOTOR APPLICATION ON BLOWN FILM EXTRUSION LINES

플라비오 세시아 / 마끼 S.p.a 박사

1. 토르크 모터 장점 적용

2000년 밀라노 플라스트 전시회에서 이미 시작한 이래로, 마끼(Macchi)는 코엑스 플렉스®(COEX Flex®) 라인을 앞세우며 기술적 혁신을 추구해 나가고 있다.

기본 구성 개념은 세 개의 압출 유닛(unit)과 다이 본체 및 에어링과 내부 냉각(IBC) 파이프를 단일 플랫폼으로 결합시켜 하나의 작고 조화로운 유닛을 탄생시켰다.

훨씬 실용적이면서 운반 및 설치까지 용이해진 것이다.

2005년 바르셀로나 에퀴플라스트 전시회와 2006 밀라노 플라스트, 그리고 최근 뒤셀도르프의 열린 K2007에서 선보인 바 있듯이, 마끼가 추구하는 혁신의 기본 컨셉은 지멘스 토르크 직접 구동 모터(direct drive motor)를 압출기 스크류에 직결시켜 설치할 수 있는 방향으로 개발된 것이다.

위와 같은 옵션의 장점 중에서 기계적 작동 시스템의 사용으로 전력 낭비를 없앤 덕분에 특히 에너지 절약적 측면이 강조되었고 더불어 전체 플랫폼 규모의 축소 및 소음 문제를 감소시킨 점이 대두되고 있다.

새로운 설치 형태를 위해 마끼는 몇 가지 기본 원칙을 준수하였다.

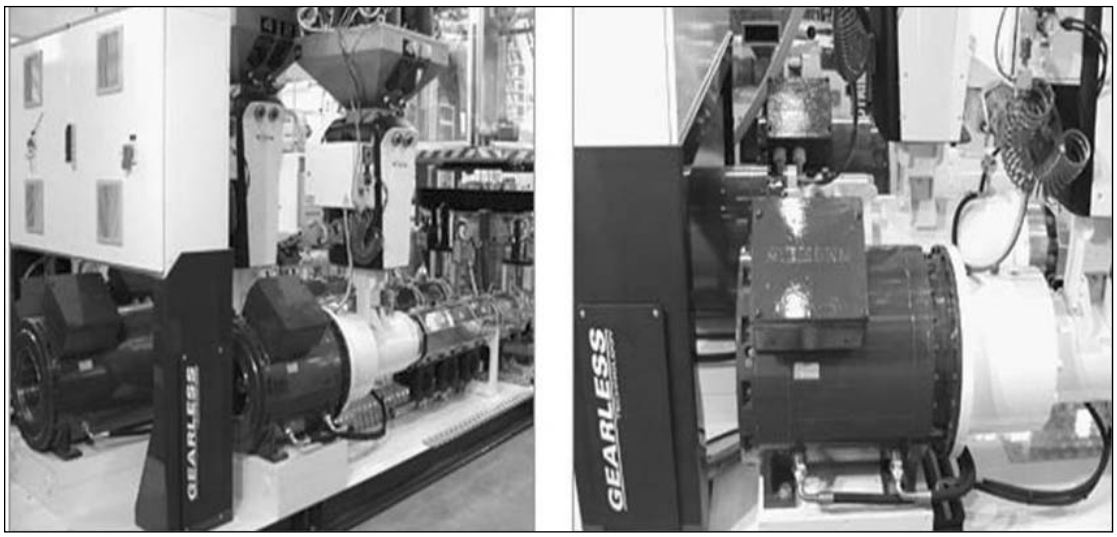
세부적 디테일에 관심을 기울였으며, 고도의 기술을 겸비한 신뢰할 수 있는 제품을 시장에 공급하겠다는 일념 아래 1등급 제품과 원자재를 선별하였다.

AC 싱크로너스 모타는 직접 구동 시스템으로 개발되었다. 직접 구동 시스템은 여타의 기계적 변속 장치가 필요 없는 소형의 드라이브 유닛으로서 기계적 모터 전력이 작동되는 기계에 직접 바로 전달되는 장치이다.

플라스틱 산업에서 AC 싱크로너스 모타가 적용된 대표적 사례로는 압출기 스크류에 필요한 파워 드라이브와 종이 제조, 웹 변환(web converting) 및 인쇄기 등이 있으며 라인 롤 웹 패스(path)를 위한 새로운 구동 시스템으로 사용할 수도 있다.

서보 구동 기술은 이미 여러 다른 명칭 아래

〔사진 1〕 블로운 필름압출 시스템



("전자-샤프트"에서부터 보다 이해가 빠른 "기어리스"에 이르기까지) 수많은 컨버팅 기계에 사용되고 있으며, 이렇게 기계적 구동 시스템에 적용된 것은 한층 통합된 테크놀로지로 평가 받고 있다.

서보 기술과 싱크로 모터는 최근에 필름 압출 분야에서 적용되면서 그 가치를 더욱 인정받게 되었다.

이와 유사한 설비의 주요 장점을 간단하게 정리해 보면 다음과 같다. 각각의 장점에는 운영상의 이익이나 비용 절감적 측면이 명백하게 설명되어 있다.

- 기어박스, 도르레, 벨트의 제거
- 복잡한 기계적 복합 장치, 오일, 벨트, 기어 웨어의 제거
- 최상의 시스템 효율성. 기계적 변속이나 전력 낭비 없음
- 더욱 낮아진 모터 RPM으로 인한 드라이브 베어링의 긴 수명
- 냉각 팬 및 에어 필터 제거
- 저소음

위의 모터들은 수냉식이다.

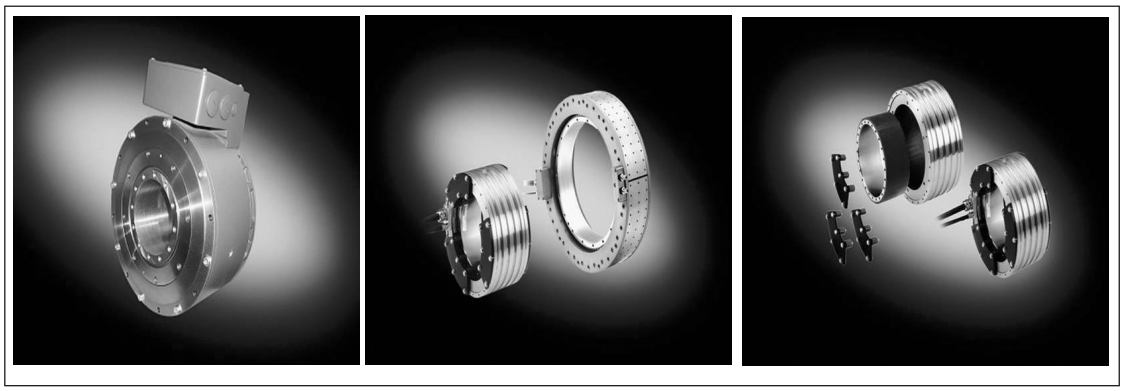
마끼 시스템은 냉각 회로에 냉각에 사용되는 덕트를 연결하여 냉각 덕트가 스테이터의 열을 빠르게 분산시켜 제거하도록 설계하였다. 로터(회전자)에는 영구 자석이 있어서 온도 상승이 적고 따라서 별도로 냉각할 필요가 없도록 제작하였다.

아직 필름 압출 라인에 완전한 기어리스 컨셉이 도입된 것은 아니다.

현재의 복합 솔루션에는 모터 사이즈 측면의 제약이 있기 때문에 아직까지는 마끼가 시장에 선보이고 싶은 모든 장점을 전부 발휘하지는 못한 상황이다.

현재 유일한 장애물은 오직 압출기에 달린 대형 사이즈의 모터로 스트레치 랩 생산에 필요한

〔사진 2〕 토르크 모터



고품질 캐스트 필름 라인처럼 대형 유닛에 필요한 스크루와 같은 직경 100mm 이상의 스크루로 조립되어 있다. 여기에 웹 패스(path) 드라이버로 사용되는 소형 패턴의 높은 생산 비용이 제약이 되고 있다.

그러나 마끼가 그 동안 보여준 혁신적인 신제품들이 지금은 타사가 벤치마크로 삼고 있는 것처럼, 새로운 라인도 차세대 기계의 대표 주자가 될 것이라 확신한다.

2. 직접 구동 모터

현재 토르크 기술의 도움으로 AC 싱크로 모터는 기존의 전통적 솔루션과 비교하여 새로운 장점들을 선보이고 있다. 이렇게 혁신적 기술을 우리의 산업 영역에 접목시키며 언제나 기술적 혁신의 중심에 서려 하고 있다.

직접 구동 모터가 장착된 기계들은 보다 쉽게 인식할 수 있는 특정 요소를 강조하기 위해 "기어리스"라는 용어로 칭하고 있다.

동공축(hollow shaft)이 보다 나은 디자인을 완성시켰고 조립을 극도로 쉽게 만들었다.

이를 통해 동공축을 이용하여 스크루를 쉽게 제거하거나 캐스트 필름 냉각 롤(chill roll)에 필요한 냉각수 전달을 용이하게 할 수 있게 되었다.

닙 롤러(nip roller)나 와인더, 또는 테이크-오프 유닛의 경우 감속 기어를 제거하고 싱크로너스 기술의 정확성을 적극 활용해 속도 및 제공된 토르크를 극도로 일정하게 유지시켜 가공 품질을 한층 개선하였다.

실질적으로 hall off의 급속한 속도 변화 때문에 어려웠던 두께 조절도 이제는 훨씬 잘 제어되고 있다.

3. 중심부 전기적 구성

모터의 스피드 및 토르크 제어에 적용되는 마스터 드라이브 MC그룹에 속하는 Siemens 드라이브는 전자기의 장애를 일으키는 것 뿐만 아닌 안전표준에 부응하여 최적cos값을 보증함으

〔사진 3〕 토르크 모터 take-off 유니트

로써 그것들과 연계된 전기적 네트워크에 영향을 주지 않는다.

프로피버스 DP 인터페이스는 각각의 드라이브에 설치되어 있어 모타온도에서부터 파라메터 구성에 이르기까지 악세스를 가능케하고 일반적인 것에서부터 모든 시스템의 오퍼레이팅 파라메타의 악세스를 가능케 하고 있다.

간단한 전화연결로 인해 고객은 만약에 원거리에서도 파라메타의 분석 및 시스템의 수정과 업데이트를 위해 파라메타를 읽을 수 있어서 각 컴포넌트의 재구성 및 분석을 위해 원격지원 기능을 갖추고 있다.

4. 유연하고 개방 용이 제어 시스템

그 자체가 갖고 있는 탁월한 압출기술로만은 생산제품의 품질을 인증받기에는 충분할 수 없다. 따라서 적시에 수행할 수 있으면서 제품의 규격에서 벗어난 오차를 재 수정할 수 있는 콘트롤 시스템을 갖추게 되었다.

Macchi는 Easy Control이라는 필름 두께 제어 관리 및 품질파라메타 저장 모듈을 지원하는 모듈 및 스케일링시스템을 개발하였다.

Easy Control은 산업용 PC와 친근하고 모든 조작자들이 용이하게 다룰 수 있는 Siemens콘트롤 Win AC형태로서 관리운용 소프트웨어로 구성되어 있다.

5. 오실레이팅 Take-off 유니트 와인더

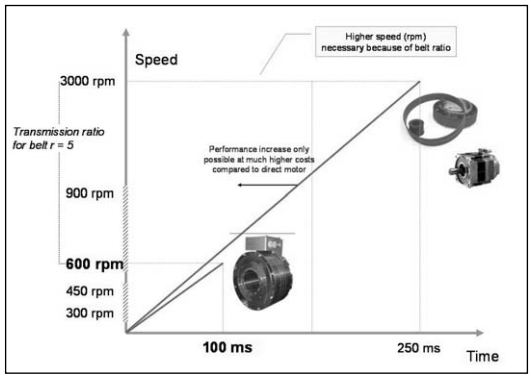
우리는 수평 오실레이팅 Haul-off을 사용하는 산업 선구자라고 자칭한고 있다.

이 같은 정밀한 시스템을 가장 최근 개선한 것 가운데 PLC제어에 의한 에어 쿠션의 양을 회전각도에 따라 콘트롤되는 시스템인 것이다.

즉 기복 있는 에어 공급을 위해 플로팅롤에 다양한 피치간격으로 에어홀을 구성하여 필름이 회전각도에 따라 회전바의 Web을 유연히 지나게 하도록 긁힘없는 에어 쿠션을 자동으로 발생케 하는 에어블로워 제어가 가능케 되었다.

가장 중요한 점은 핀치롤 다음에 위치한 고압-

〔사진 4〕 토르크 모터



고속의 냉각수 제어 유니트에 의해 제어되는 추가 냉각롤을 구성하고 있다는 것이다.

와인더는 각기 다른 모델 및 폭으로 생산 공급된다.

BSA써페이스 와인더를 완전히 수정한 BO-PLUS 와인더는 가장 기능성을 갖춘 와인더 그리고 국제적 수준에 부응하도록 그 자체로서 특징을 갖고 있다.

와인더 구성은 그 필름에 형태에 따라 다양하게 생산되어 진다.

압출기와 같이 토르크 직결 방법이 Haul-off과 BO-PLUS 와인더에도 적용케 되었다.

모든 구성 구동부에 영구자석 AC싱크로 모타가 장착되어 토르크 및 스피드 전달을 정밀하게 얻을 수 있는 시스템을 구성하게 되었고 기계적 Backlash를 제거하게 되었다.

이 같은 해결책은 보다 저 비용 해결방법의 기본형이 되어 Take-off 및 와인더에 Gearless모타를 아직 적용치 않는 곳에 장착되어야 한다고 본다.

전체시스템은 밀라노지사에서 개발된 WSL WinAC 서보소프트웨어라는 Siemens PLC S7-315에 의해 운용되어진다.

이는 Take-off부터 와인더에 이르기까지 최적한 전체 운용관리를 담당한다.

6. 구입 비용 고려

새로운 솔루션은 기술적 측면에서 뿐만 아니라 가격적인 측면에서도 지속적으로 조정이 이루어지고 있다.

압출 영역에서의 선두 주자로서 연간 평균 100여개의 전체 압출 라인을 생산하고 있는 마끼는 기능 대비 최적의 가격대를 형성하는 데 앞장설 수 있을 것이다.

예산을 의식하는 바이어들이 자주 제기하는 주요 쟁점은 마끼 기계에 통합된 일부 톱 브랜드 제품의 가격이 비싸다는 선입견 때문에 발생한다.

물론 그것들이(톱 브랜드 제품이) 비싼 것은 사실이다. 하지만 마끼는 자사 기계의 디자인과 엔지니어링 두 가지 측면에 고객이 사업에 임할 때 하는 생각과 동일한 컨셉을 적용시키려 노력한다.

제품 생산을 원활하게 만들어 주는 소수의 공급업체와 비용 관리, 그리고 신뢰할 수 있는 품질과 서비스를 늘 염두에 두려 한다.

자사의 모듈 방식 엔지니어링은 고품질의 솔루션을 공급하는 것뿐만 아니라 저렴한 구매를 위한 옵션까지 적극 보완하여 고객이 선호할 만한 공급 조건을 창출할 수 있는 "Purchase Volume Power 구매력"을 제공한다.

새롭게 선보일 압출 시스템을 곧 다양한 고객

들에게 선보일 수 있다는 사실을 긍정적으로 보고 있다.

7. 효율과 절약 중요성

최근 전체 레이아웃상에 제안되고 라인 엔지니어링에서 열거되는 것은 효율성에 관한 고려와 전기적 절약 및 경제적 운용면등이 요구되고 있다.

이 같은 요구에 부응하기 위해 고객들에게 기술적 특징 및 3가지 주안점을 만회할 해결책을 제시하고 있다.

7-1. 전기동력분야

우리가 제시코자 하는 것은 기계 시스템에 특별히 전기절약요소의 방법인 KEY FACTOR로 구성되어 있다는 것이다.

PLASTEX압출기의 독특한 특징은 적외선 히타를 이용한 바렐히팅시스템이다.

압출스크류에서 매우 특별한 기술적 수준의 관점에서 본 시스템은 견고한 구조로 되어진 설계적 특징으로 단열을 극대화 하였다.

매우 효율적이고 기계적 동력 전달 시스템을 추가적으로 적용키 위해(예를 들면 감속기와 관련된 지속적 서비스) 우리는 기존에 사용되고 있는 DC모터 보다 도전기를 절감할 수 있는 또한 보다 효율성 있는 CosQ 및 실질적 유지관리가 불필요하다는 점(no 브러쉬, no 휠타, no 휀)에서 직결 구동 AC 모터사용을 제안하고 있다.

상기 제안에 따라 실현되는 추정 전기 절약 비용은 교체부품 및 소모부품과 관련된 유지관리 비용을 감안하지 않더라도 8~10% 정도에 이르게 된다.

더욱이 Gearless기술로 운용을 함으로써 그 이상의 절감할 수 있는 가능성이 있다.

감속기 : Gearless

최근 밀라노 PLAST 06전시회에서 Macchi는 세계 최초로 완전 Gearless구동 압출 브로운 필름 라인을 선 보였다.

시스템 구성은 14m 타워 높이에 2400폭 LDPE900Kg/h이상 압출능력을 갖춘 토르크 모타사용을 기본으로 웹패스 텐션 기능을 하는 Nip롤과 Haul-off의 오실레이팅 과 와인더의 Axial구동 기능을 갖춘 BO PLUS에 5개의 드라이브를 장착하였다.

초기 설계 단계 이래로 AC싱크로모타는 압출동력에 사용키 위해 특별히 제작된 것이다.

명확한 설계에 의해 튼튼한 한 몸체적 특성은 현대적 압출 개념이 필요로 하는 모든 요구조건에 부합되도록 제작되었다.

즉 동력, 토르크, 깔끔하고 유지관리가 불필요하고 정숙성 등을 특징으로 내세울 수 있다.

이 같은 장점은 Web 패스 구동 시스템에서 정밀한 속도제어를 수행함으로써 그 진가를 인정받게 되었다.

이들 모터의 설계적 특징 중 몇 가지는 전면에 기어로 연결되는 BO-PLUS축 구동으로 동공축 하우징 시스템을 채택함으로써 엔지니어링의 환상에 젖어 들게 하였다.

그러나 이제까지의 특징과 엔지니어링은 고작 "어름 케이크를 만들게 되었지만 오늘날 바이어들은 필름 압출의 2차 비용이라고 할 수 있는

〔표 1〕 65mm 직경 스크류 토르크 및 감속기 모터

- 토르크 모타 1FW3285-1.G IP54-〉5000Nm, 200rpm ,105Kw, n=91% 스크류의 기계적 필요동력 100Kw 모타 전기적 필요동력 110Kw 싱크로너스 모타 IP23 1PL6186-1F:108Kw, 1500rpm,688Nm,
cos()=0,85 n=91% 감속기 1:8 n=0,94%
스크류의 기계적 필요동력 100Kw 모타 전기적 필요동력 117Kw - 동력차이 7Kw/h

기초 원재료 비로서 전기비용에 관심을 갖게 되었다.

결국 우리는 되풀이되는 질문이 재레식 DC 또는 AC드라이브 셋업과의 비용을 비교하는것으로 지목되면서 이들의 선택이 장차 미래의 초석으로 되어 완전히 이러한 기술에 전적으로 의지하려고 할 것이다.

개략적으로 에너지 비용 절약은 이미 다른 근원으로부터 가능케 되었으며(토르크 모타는 이미 사출기계에 적용) 현재 좀 더 깊이 있는 대상이 되고 있으며 경제성에 이르게 되기 위한 성장과 라인업 확장을 위하여 기다리는 동안 Gearless 기술은 아직도 그 비용이 상당한 비용을 차지하고 있다.

1,800폭 압출라인에 맞추어 〔표 2〕에 나타냈다.

우리는 두가지 구동 시스템이 재래식 DC구동과 완전 Gearless를 비교하여 다음 시카고 NPE 전시회에서 시연 할 것이다. 그 비용은 빠르게 리턴되고 명확히 이해되도록 노력할 것이다.

Gearless는 분명히 운명적으로 선택되고 있는 중요한 것이다.

7-2. 생산제품 품질분야

우리가 제시한 공급시스템은 생산된 필름의 특별한 품질관리를 이룩할 수 있게 하는 것이다.

우리의 제안은 아직도 개발과정에 있으며 고객의 방식으로 생산하는 각각의 압출기 생산량을 각 층별 그라비 메트릭 제어를 하도록 하는 것이다.

전기적 스트레인게이지에 근간을 두고 있는 이 시스템은 압출 드라이브 시스템과 연계되어 그 결과는 완벽하게 분배되고 각층을 구성한고 있다.

또한 레진가격의 3~5% 정도를 생산 비용을 절감할 수 있다는 것이다.

이는 클로우즈 루프(자동제어)상호작용을 통해 비핵자기의 계속적 필름 스케닝 시스템(Non-nucleonic, 환경 및 인간보호차원의 매우 안전한 장치)으로 두께편차 및 포밍툴의 장치로서(압출다이) 생산필름에 매우 엄격한 측정 편차를 허용하는 필름 두께를 좌우하는 ±2.5%~7.5%(2 Sigma)의 허용편차를 제어한다.

표준시스템과 비교하여 자동 두께 프로파일 제어는 항상 50%이상의 측정 편차를 감소시키며 450Kg/h 생산량의 라인에서 아마 22.5Kg/h 정도가 해당된다고 본다.

이 같은 순수 중량 조건에서 매년 레진 절약을 150톤 정도의 상당한 양을 절약 할 수 있게 될 것이다.

필름시장의 값어치상 이 숫자는 보다 중요한

〔표 2〕 1,800폭 압축라인에 맞춘 비교

블로운 필름 Pay-back분석		Coex 3 Layers IBC DC drive	Coex 3 layers IBC AC gearless
토출량 Kg/h	Max.	400	400
제품	Coextruded 브로운필름	1800mm폭	1800mm폭
설비비용	구매비용(euro)	800,000	850,000
레진 단가	시장단가(euro/kg)	1.20	1.20
필름시장단가		1.80	1.80
설치동력	Kw	400	390
효율성	n	80%	93%
소비동력 Kwh/kg		0.50	0.42
에너지비용 Kwh당	(euro)	0.08	0.08
운전시간	hours/년	7,000	7,100
년간 생산량(tons)		2,800	2,840
노동비용(euro) 3오퍼레이터		30,000	30,000
총 생산비용(euro)레진+에너지+노동		3,502,000	3,533,277
총 제품판매(euro)		5,040,000	5,112,000
총 이익(euro)		1,538,000	1,578,723
Kg당 이익액(euro)		0.549	0.556

쟁점이 될 것임에 분명하다.

추가적으로 제안된 시스템의 장점으로서 시장 요구에 부응하여 얻을 수 있는 정교한 와인딩 시스템 사용이라고 할 수 있다.

슬리터 Re-winding기계상 전형적 후 생산 마무리 싸이클을 피하기 위해 이 해결점을 생산 비용에서 7~10% 절감 할 수 있게 되었다.

우리는 이들 특징은 어떤 특정 고객에게 돌아가는 생산 품질 특징 및 적용 장점이라는 조건에서 경쟁적 잇점을 강조하고 싶지는 않다.

최소의 스크랩이 발생되는 컨버팅 기계류,인쇄 라미네이팅 또는 Bag-메이킹 기계류에서 최대 라인 스피드를 사용하면서 보다 잘 권취된 필름, 훌륭하고 적절한 권취 및 그 조밀도가 우수한 점을 상기시키기에는 아주 충분하다고 본다.

7-3. 스크랩 관리분야

플라스틱 사용에 있어 전형적 요구 사항은 플라스틱 필름이 환경 오염이라는 가설과 연관되어 있다는 것이다.

최근 아시아로부터 플라스틱백 사용 금지를 제안한 홍콩 또는 유럽에서 Bag-Free-Day는 이미 이 안건이 그릇되고 문제 거리라는 뉴스로 채워져 있다.

우리 제안은 고객 포뮬러의 그라비메트릭 배치 블렌딩 원료에 의해 매우 일찍이 그 공정상에 자원 절약을 고려하고 있다.

마이크로 프로세서 제어 시스템과 연계된 전자적 스트레인 게이지를 바탕으로 시스템은 오랜시간 가동하에서 그 배치의 정밀도를 2~3% 내로 용이하게 실현이 가능하다는 것이다.

중량 조건하에 레진은 매년 그 가치는 평균적으로 적어도 80톤 을 절약할 수 있다고 본다.

더욱이 Recotrim은 고객에게 그 가능성을 직접적으로 제시하고 있으며 In-Line상에서 모든 생산과정에서 주로 엣지처리 및 Bleed 처리에 의해 발생되는 스크랩을 재 처리하여 실질적 라인상의 스크랩 발생율을 제로로 만들고 있다. 결국 초기 가동시 발생되는 필름이 재가공 처리 될 수 있도록 하며 재 가공된 원료를 압출라인에 재 공급 되도록 한다.

이 시스템으로 인해 청결 및 제품 트림의 오염없이 재 가공된 레진이 식품분야에 적용 될 수 있다.

이 시스템에 의해 절약되는 정도는 매년 레진의 150톤 정도로 보고 있으며 좀더 다른 규격의 Web일경우 시장여건에 따라 생산-요구 조건에 따라 상이하다.

인간공학과 접목되어 사용하기 쉬운 해결방법은 운전 및 서비스 관점에서 접근하여 쉽고 즉시 원격제어가 가능토록 하고 있으며, 터치스크린 및 각 국가의 사용자 언어을 사용하여 운저자들에게 좀더 친숙하면서 쉽게 조작이 가능토록하며, 인간기계적 인터페이스 스크린이 표시하는 중요한 내용 그리고 이 같은 새로운 생산 시스템 사용을 위하여 그 장점을 널리 알리려고 노력하는것이다.

8. 결론

전 세계적으로 비용을 절감하고 품질에 대한 고도의 기술을 요구하고 있으며, 그것이 바로 토르크 모터 사용의 목표이기 때문에 가까운 장래에 "기어리스 모터"를 필름 압출 라인과 접목시킨 마끼(Macchi)의 사례를 보다 많이 볼 수 있으리라 확신한다. ko

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.
포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.
포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.
더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여
새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.
포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

(사)한국포장협회
TEL. (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net