

탄소중립 점착기술 - 아크릴 핫멜트 점착테이프

박민수
(주)영우 중앙연구소

1. 서론

아크릴 점착기술은 고기능성으로 주로 용제형 점착기술이 주를 이루고 있다. 용제형 점착기술 적용 시 점착코팅액의 배합 후 코팅헤드를 지나서 건조오븐에서 사용된 용제를 휘발건조하여 배출되는데 RTO (Regenerative Thermal Oxidizer)에서 소각 배출하게 된다. 이때, 용제의 소각 배출 시 이산화탄소가 발생하며, 건조오븐에 열풍을 도입하기 위하여 에너지를 사용하면서 또한 이산화탄소가 발생하게 된다. 그림 1은 용제형 점착코팅의 전체 구조를 나타낸다.

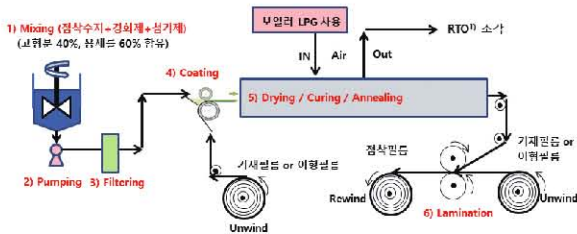


그림 1. 용제형 점착기술의 공정도

용제를 사용하지 않는 점착기술은 친환경 프로세스로서 주로 VOC (Volatile Organic Compound; 휘발성 유기 화합물) 저감의 이슈로 다루어 졌다. 그러나, VOC 이슈 외에도 용제의 소각배출에 따른 이산화탄소 발생에 대한 문제를 다시 고려해야할 필요가 있다.

그림 2는 용제를 사용하지 않는 아크릴 점착기술인 수성점착기술, UV코팅/경화기술, 아크릴 핫멜트 점착기술을 나타낸다.

수성점착기술은 물을 용제를 대신하여 사용하여 휘발 건조 시 에너지를 사용하며, 일반 용제에 비하여 약 6배 이상의 증발열을 가지는 물을 증발시켜야 하므로 보다 많은 에너지를 사용하게 된다. 100 μm 이상의 고두께를 코팅할 경우 휘발건조가 어려워 고두께 코팅 시 단점이 있으며, 건조가 충분하지 않을 경우 잔류모노머가 많이 남으므로 잔류 VOC가 증가하게 된다.

UV코팅/경화기술은 무용제 레진을 사용하며 UV 경화에 의해 필름화한다. 고두께 코팅에 유리하나 미반응 모노머를 함유하여 잔류 VOC 가 큰 단점이 있다. UV 광원에 의하여 경화되므로 검정색 등 색이 진한 경우 경화도가 떨어지는 단점이 있다.

	수성 점착기술	무용제 UV경화형 점착기술	아크릴 Hotmelt(핫멜트) 점착기술
소재	·수용 Acrylic 필름계(아릴렌)	·무용제 레진(아크릴/아파라이트)	·아크릴 Hotmelt 레진
제조 공정	·상지온, 방사선, 분말 ·코팅 후, 미반응 모노머의 건조 ·계수유류 수분 10~60% 함유 ·습기 건조에 따른 이산화탄소 발생 ·공기 오염 (UV 광원 및 열풍 등) ·20~30% VOC 배출	·고형 수, UV 조사UV 경화 ·레이저로 수열 건조 ·UV 광원 수분 건조 ·20~60% 함유 ·UV 광원 오염	·계열, 열압출, melt 시켜 압출 ·레이저로 수열 건조 ·온도, 방사선, 가열 ·중 질의 10M 두께가 감소 ·비록 고온, 습도, 저온에
점착 특성	·가시광선 투과 ·열안정, 필름 투명도 우수 ·UV 광원 조사 시 수분 증발	·가시광선 투과 3~3000 μm ·OCA 및 Fuser 등, 수 분에서 우수 ·Bull PS-A 등 외화 가능	·아크릴 Hotmelt 필름 가열 ·가시광선 투과 우수 ·UV 광원 조사 시 수분 증발 ·Bull PS-A 등 외화 가능
잔류 VOC	·미반응 모노머 건조 주요 ·부반응 시 잔류 수 분 증기	·미반응 모노머 잔류(0.1~1 wt%)	·미반응 모노머 잔류(수 ppm 이하) ·VOC, Zero 배출
Low VOC grade	·새로 1호급 ·가라, 소각기	·친환경 (Grade) 저산소계 ·산소 투과율 낮음 ·UV 광원 조사 시 수분 증발 ·UV 광원 오염 ·UV 광원 오염 ·UV 광원 오염	·친환경 시공계 ·저산소계(Low VOC) Grade, 인테리아 ·식물/생물소재, 의료 ·식품용, 가라, 시공, 벽, 가라 ·비휘발성, Zero VOC

그림 2. 무용제 아크릴 점착기술의 비교

아크릴 핫멜트 점착기술은 벌크상의 레진을 용융하여 압출코팅하는 것으로 용제의 휘발건조가 없으며, 용융압출 공정에서 압출기의 한정된 부분만 가열하여 에너지를 적게 사용하게 된다. 또한 잔류 VOC가 최소화 되어 실내용 등의 친환경 제품에 적합한 기술이다.

본 특집에선 아크릴 핫멜트 점착기술의 동향, 요소기술로 소재기술, 배합처방 기술, 압출코팅기술에 대하여 소개한다.

II. 아크릴 핫멜트 점착기술의 동향

1. 시장 동향

그림 3은 점착기술의 기술주기를 나타낸다. 아크릴 핫멜트 기술 중 가교구조를 도입할 수 있는 기술은 태동기에 위치하며, 수성기술은 성장기, 기존 핫멜트인 올레핀계, 러버계 핫멜트는 성숙기, 고기능 물성을 가지는 용제형 점착기술은 쇠퇴기에 있는 것으로 나타난다. 그림 4은 각 기술별 시장 크기를 나타낸다. 수성

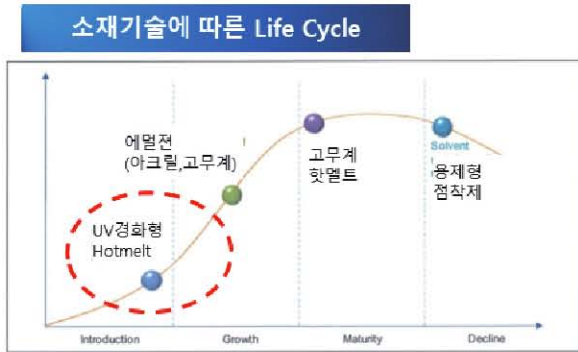
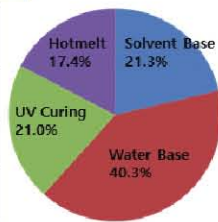


그림 3. 점착기술의 기술주기

적용 기술 별 세계 시장(2018)

기술	세계시장 (M\$)	CAGR% (2013-2018)
Solvent Base	1,922	6.0
Water Base	3,634	8.5
UV Curing	1,890	5.4
Hotmelt	1,564	7.1



세계 시장 점유율

출처: Markets and Markets, Global Pressure Sensitive Adhesives Market-Trend & Forecast (2018)

그림 4. 점착기술 별 시장 크기

점착기술의 시장 크기 및 성장률이 가장 크며, 다음으로 핫멜트 기술의 성장률이 큰 것으로 나타난다.

아크릴 핫멜트 점착기술은 기존의 용제형, 수성, 핫멜트, UV 경화형 점착기술에 다양하게 침투가 가능할 것으로 예상된다. 특히 가교구조를 가지는 아크릴 핫멜트 기술을 통해 고기능성을 달성 할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 기업의 아크릴 핫멜트 기술 동향

- 1) BASF : UV조사에 의해 경화가 가능한 아크릴 핫멜트 소재인 AceResin®를 공급하고 있다. 벌크상의 아크릴 레진에 벤조페논기를 포함하여 압출코팅 후 UV조사 시 UV-C 영역에 의해 H-abstraction 반응으로 가교구조를 형성한다. 생활용품의 라벨, 의료용, 자동차 분야의 Low Voc 제품에 주로 사용된다.
- 2) Kuraray : Kurarity™라는 아크릴 블록코폴리머를 공급하며, 핫멜트 아크릴 레진으로 사용될 수 있다.
- 3) 3M : 핫멜트 기술을 통해 제조된 grade는 “Plus”라는 명칭을 사용하며, 소재기술 및 다양한 테이프 제품을 생산하고 있다.
- 4) Nitto Denko : 아크릴 tackifier를 벌크상으로 제조하고 활용하는 다수의 특허를 출원하였으며, 소재기술 및 다양한 테이프 제품을 가지고 있다.
- 5) TESA : 아크릴 핫멜트 관련 다수 특허를 보유하고 있으며, 러버계 핫멜트 기술을 활용하여 국내 전자전기 시장에 제품을 공급하고 있다.
- 6) 애니테이프 : 핫멜트 점착테이프 전문기업으로 UV 경화성 아크릴 핫멜트 제품 및 특허를 보유하고 있다.

III. 아크릴 핫멜트 점착기술의 요소기술 - 소재기술, 배합처방 기술

아크릴 핫멜트 점착기술의 요소기술로, 소재기술, 배합처방 기술, 압출코팅, UV 경화, 발포 기술이 있으며, 다음에서 순차적으로 소개한다.

1. 소재기술 - Bulk 중합법

모노머만을 가지고 반응을 시작하여 승온 반응으로 반응 전환율을 최대로 하고, 진공을 통해 잔류 모노머를 제거하는 중합이다.

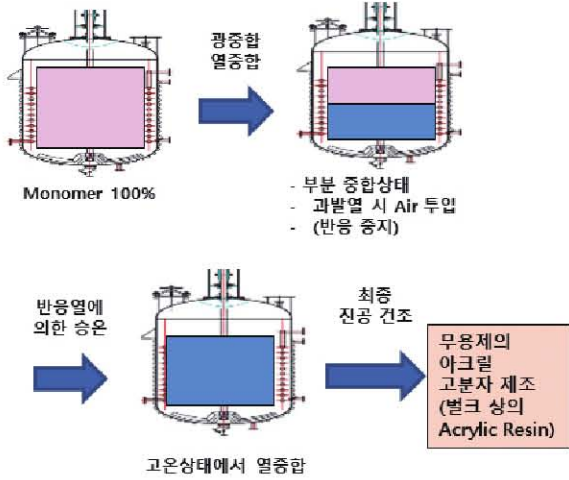


그림 5. Bulk 중합법

2. 소재기술 - 용액중합/감압농축법

용액중합을 통해 중합을 완료한 후 승온/진공을 통해 용제 및 잔류 모노머를 제거한다.

3. UV 중합법

모노머와 광개시제 및 첨가제를 배합하여 UV를 조사하여 중합하는 방법이다. 3M 특허 상에 나타난 방

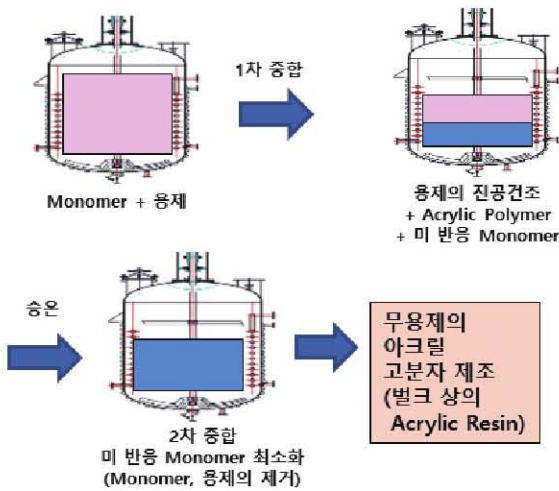


그림 6. 용액중합-감압농축법

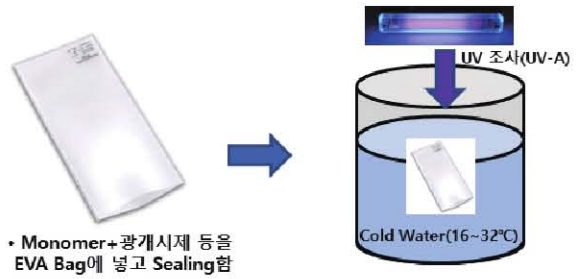


그림 7. UV 중합법

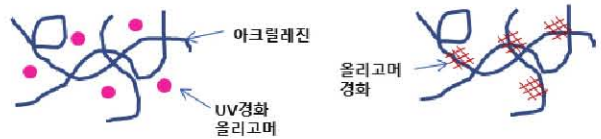
법으로, EVA bag에 원료를 투입하고 실링하여 찬물에 넣고 UV를 조사하여 중합하는 방법이 소개되었다. 사용 시 EVA bag을 제거하고 바로 압출기에 투입할 수 있다. 또다른 방법으로 Carrier 필름 사이에 코팅하고 UV를 조사하여 레진을 제조하는 방법이 있다.

4. 배합처방 기술 - Tackifier 적용 기술

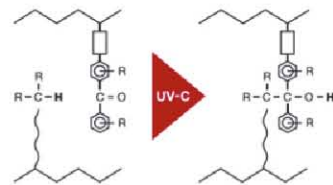
강점착력을 구현하기 위하여 tackifier를 적용할 수 있다. 아크릴 벌크레진과 로진, 로진에스터, 터펜 등의 tackifier를 적용가능하다. 아크릴 tackifier를 적용가능하다.

5. UV 조사에 의한 가교구조 형성

압출코팅 후 UV 조사에 의하여 가교구조를 형성할 수 있다. 다관능아크릴레이트와 광개시제를 사용하면 압출 코팅 후 UV 조사에 의하여 가교구조를 형성할



1) UV경화 올리고머에 의한 UV 경화



2) Benzophenone기에 의한 UV 경화

그림 8. UV조사에 의한 가교구조 형성

수 있다. 이 경우 산소를 차단해야하므로, 이형필름과 기재필름으로 합지된 상태에서 UV 조사가 이루어져야 한다.

벌크상의 아크릴 레진에 벤조페논기를 도입할 경우 별도의 광개시제 없이 UV 조사에 의해 가교구조를 형성할 수 있다.

IV. 압출 코팅 기술

용제코팅기 및 UV코팅경화기의 경우 건조오븐과 UV챔버가 있으므로 설비의 전체길이는 30 M 이상의 거대 설비가 필요하다. 그러나 압출코팅기는 언와인더부, 압출기, 라미네이션부, 권취부로 이루어지므로, 전체 길이는 10 M 이내에서 설비도입이 가능하다. 압출 코팅 중 발포를 도입할 수 있으며, 관련 기술은 그림 9에 나타나 있다. 발포제를 포함하며 압출기 내에선 압력에 의해서 발포가 억제되다가, T-Die에서 토출될 때, 상압이 되므로 발포하게 된다. 그림 10은 Tesa 특허에 나타난 압출코팅 후 발포된 점착층을 나타낸다. 충격흡수를 통해 내충격성을 가지는 테이프 적용될 수 있다.

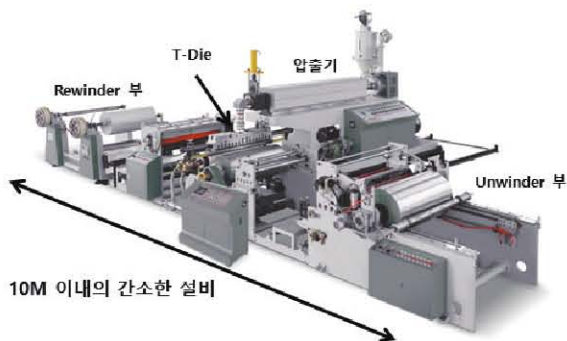


그림 9. 간소한 설비의 압출코팅기

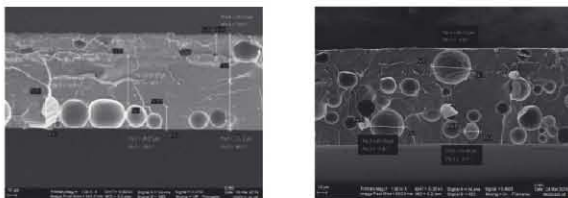


그림 10. 압출코팅 시 발포된 발포점착제

V. 결론

아크릴 핫멜트 점착기술은 용제를 사용하지 않으므로 제조사 및 생산자에게 안전한 기술이다. 설비투자비를 감소로 경제적인 기술이다. 제품의 사용자는 Low VOC 제품을 사용하게 되어 혜택을 누리게 된다. 이산화탄소의 배출 감소로 지구환경 및 지역사회에 기여하는 기술이 된다. 기후변화에 따른 각종 규제가 시행되는 시기로 관련 기술의 필요성이 부각되고 있다. 기존의 용제형 점착기술의 고기능성을 대체하려면, 소재기술의 발전이 뒷받침되어야 할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 대한민국특허 출원번호 10-2018-7037741
- [2] 대한민국특허 출원번호 10-2019-7002811
- [3] 대한민국특허 출원번호 10-2012-7027681
- [4] 미국특허 출원번호 US 9,695,343(2017.7.4)

저자약력

박민수



- 2005년 2월 : 포항공과대학교 박사졸업
- 2005년 2월 ~ 2005년 12월 : 포항공과대학교 박사 후 연구원
- 2006년 1월 ~ 2015년 12월 : LG화학 기술연구원
- 2016년 1월~ 현재 : (주)영우 연구소장
- 관심분야 : 점접착, 코팅, 고기능 필름