

용제계에 있어서의 염색가공(I)

종래의 염색가공은 거의가 물을 매체로하여 이루어졌으며, 물 이외의 매체를 사용하려는 시도는 1990년대초 아세테이트의 용제 염색에 관한 특허에서 비롯된다. 최근 폐수처리, 용수부족 등의 사회적인 문제가 대두됨에 따라 물 대신 유기용제를 쓰는 방법, 염료나 가공제를 기화하는 방법 등이 여러모로 검토되고 있다.

용제를 쓰는 염색가공이 주목되는 배경에는 다음과 같은 목적의식이 깔려 있다.¹⁾

(1) 염색 가공 폐수에 의한 공해의 미연 방지

(2) 수자원대책

가) 수자원을 유용하게 이용하는데 대한 기여

나) 용수비 및 배수 처리비의 증대에 대한 대책

(3) 생산성의 향상

가) 처리시간의 단축 및 고속화

나) 공정의 간략화

다) 열에너지의 절감

(4) 부가가치 향상

가) 젖음, 침수, 균제성에 의한 품질의 균일성

나) 이용가능한 가공제의 범위확대

다) 가공처리액의 안정화

라) 공정제어의 용이성

그 밖에 대상에 따라 저온처리, 섬유손상 방지, 팽윤이용, 반응성의 선택 및 조절에 의한 품질향상, 새로운 가공방법의 개발

여기서 (1), (2)는 사회환경의 급격한 변화에 대처하기 위한 생태학에 바탕을 둔 자연과 인간과의 공존, 사회환경과 산업경제와의 조화를 꾀하기 위한 새로운 시대의 요청에 응하는 기술체질의 개선을 도모하려는 것이다. (3), (4)는 종래의 수계 염색가공에 의한 기술 수준을 비수계의 이용에 의해 비약적으로 향상시키려 한 것으로, 어느 입장에 서는가에 따라 기술개발의 방향이 다를 것은 당연하나 실용성이 있는 공업기술로 발전하는데는 (1)에서부터 (4)까지를 포함하고 있는 것이 바람직하다. 그러면, 생산성 및 부가가치의 향상을 가져 올 수 있는 가능성에 대하여 좀더 알아 보고 넘어 가기로 한다.

용제법으로 가공을 하면 생산속도는 비약적으로 향상된다. 특히 정련, 염색, 수세 시간을 단축할 수 있다. 그 원인으로는 생산공정의 간이화와 반응과정의 고속화를 생각할 수 있으나 후자의 요인은 가공목적, 용제 및 섬유의 종류에 따라 크게 달라진다.

열에너지의 경감은 용제의 증발잠열이 낮기 때문인데, 예를 들면 물의 증발잠열이 586cal/g 인데 퍼클로로에틸렌(perchloroethylene)이나 트리클로로에틸렌(trichloroethylene)은 각각 56 및 62cal/g으로서 물의 약 1/10 정도이다.

가공의 균일성이나 침수성이 좋은 것은 용제의 표면장력이 낮은 점, 바꾸어 말하면 젖기 쉽기 때문이라고 할 수 있다. 물의 표면장력이 약 73dyne/cm 인데 비해 퍼클로로에틸렌이나 트리클로로에틸렌은 둘다 약 32dyne/cm 이다.

염색가공에서는 가공의 재현성을 높이기 위하여 가공시간을 연장하거나 가공조건을 완화하는 일이 요망된다. 이러한 관점에서 볼 때 재현성이 좋은 가공이 용제계에서 얻어진다면 가공시간의 단축이나 생산성 향상에 크게 기여하리라는 것을 쉽게 이해할 수 있다. 또 용제를 씌으로써 가공제의 선택범위가 확장된다. 즉 물에 잘 녹지 않는 가공제는 에멀전(emulsion)의 형태로

이용되기 때문에 가공제가 불안정하나 용제법에서는 충분히 용해된 안정한 용액으로 쓸수 있다는 이점이 있다. 이와 같은 용제의 특징이 용제법에 대한 사회적 필요성에 호응하여 급속한 관심을 불러 일으킨 것이다.

그러나 용제는 결코 해가 없는 것이 아니라, 인체에 대하여 어떤 종류의 장애를 일으키는 것이므로 용제법의 성부는 기계장치가 완전무결하여 무공해가공으로 탈피할 수 있는가에 달려 있다.

1. 용제의 성질

앞서 지정한 바와 같이 용제는 증발잠열 및 표면장력이 물에 비해 아주 작다. 실제 염색가공에서 용제를 사용할 경우 용제의 성질로서 가장 중요한 점은 화학적안정성, 인체에의 독성이라 할 수 있다.

염소화탄화수소류는 저장중 또는 사용중에 산소, 빛, 열, 금속가루, 스케일, 녹, 수분, 유류, 산등에 의해 분해가 촉진된다. 공기중에서의 안정성은 염소화탄화수소류 중에서 1.1.1-트리클로로에탄이 가장 좋고 다음이 퍼클로로에틸렌이며 트리클로로에틸렌이 가장 나쁘다.

안정제를 함유하는 트리클로로에틸렌은 공기, 물, 빛의 존재하에서 약 130°C까지는 분해하지 않으므로 통상의 공업금속재료를 침식하는 일은 거의 없다. 그러나 가성소다와 함께 가열하면 이클로로아세틸렌을 생성, 공기중에서 자연발화하여 폭발적으로 분해한다. 금속알루미늄가루는 트리클로로에틸렌의 분해를 유기하여, 경우에 따라서는 염화수소를 발생하면서 폭발적으로 분해하여 타르 또는 탄화물을 만든다.

이와 같이 안정성이 나쁘므로 용제염색가공에는 항상 안정제가 병용된다. 안정제는 용제의 산화나 축합반응의 억제, 분해에 의해 생긴 산의 중화, 금속의 부식방지 등의 작용이 있으며 일반적으로 다음 화합물이 쓰인다.

- (1) 산화방지제 : 페놀류
- (2) 축합방지제 : 알코올류, 에스테르류, 에테르류, 황화합물
- (3) 산중화제 : 아민류, 환상질소화합물, 에폭사이드류
- (4) 금속의 부식방지제

보통 이들 안정제는 몇가지를 병용하여 그 상승효과에 의해 안정작용을 향상시킨다. 그러나 이들 안정제를 선택할 경우에는

- (1) 안정작용이 클 것
- (2) 피처리물이나 장치를 침식하지 않을 것
- (3) 용제를 증류회수할 경우 분리하지 않을 것
- (4) 처리제, 피처리물, 처리효과에 영향을 미치지 않을 것.

등의 여러가지 점을 충분히 고려하지 않으면 안된다.

유기용제를 이용할 경우 둘째번 문제점은 인체에 대한 독성이다. 즉 유기용제는 휘발성이 크기 때문에 공기중에 빠른 속도로 증발하여 피부나 점막과의 접촉, 입으로부터 섭취되는 등으로 해서 장해를 일으킨다. 따라서 유기용제의 유해성을 고려할 경우, 작업환경에서의 증기농도가 문제가 되며 중독을 예방하기 위한 허용농도를 하나의 관리지표로 하고 있다.

지표에는 각종 표시방법이 있는데 일반적으로 허용농도(threshold Limit Value, TLV), 허용농도지수(Allowable Concentration Index, ACI), 증기위험도지수(Vapor Hazard Index, VHI) 등이 쓰인다.

이들 사이에는 다음의 관계가 있다.

$$ACI = \frac{100}{TLV}, \quad VHI = \frac{10^6}{760} \times \frac{P}{TLV}$$

여기서 P는 포화증기압(mmHg), TLV는 ppm을 나타낸다.

허용농도는 유해물질이 있는 환경내에서 보통의 노동정도로 작업하고 있는 대부분의 노동자가 매일 반복하여 작업을 계속해도 건강에 장해를 미치지 않는다고 생각되는 환경의 평균농도이다. 또 증기위험도지수는 증기의 독성과 증기화의 용이도를 복합한 지표이다.

각종 유기용제의 TLV, ACI, VHI는 표1과 같다.

표 1. 유기용제의 독성지표

有機溶劑	TLV (ppm)	ACI	VHI
트리클로로에틸렌	100	1.00	0.76
퍼클로로에틸렌	100	1.00	0.20
메틸클로로포름	350	0.29	0.38
鹽化메틸렌	500	0.20	0.92
n-헥산	500	0.20	0.32
톨루엔	200	0.50	0.14
크실렌	100	1.00	0.09
메탄올	200	0.50	0.64
에탄올	1,000	0.10	0.06
i-프로판올	400	0.25	0.11
n-부탄올	100	1.00	0.07
아세톤	1,000	0.10	0.24
메틸에틸케톤	200	0.50	0.47
메틸이소부틸케톤	100	1.00	0.07
醋酸메틸	200	0.50	1.12
醋酸에틸	400	0.25	0.24

2. 정련표백

정련표백에 용제를 이용하는 방법에 대하여는 아주 활발히 개발이 진행되고 있다. 용제정련의 특징은 용제에 녹는 불순물을 섬유로부터 용해 제거하는 점이다. 그렇기 때문에 종래의 알칼리에 의한 비누화법이나 계면활성제에 의한 유화분석제거법과는 달리 섬유기질의 포화가 없고 제거속도가 아주 빠르다. 또 정련이 균일하고 침투가 좋으며 제품의 습윤성이 매우 뛰어나다.

그러나 용제정련법의 문제점으로

- (1) 린트나 풀이 용해조에 부유하거나 로울러에 부착하는 점.
- (2) 용제의 종류가 불확실하면 앤딩(ending)이 일어나는 점.
- (3) 용제중의 수분량이 정련효과에 영향을 미치는데, 그 관계가 명확치 못한 점.

등이 있다. 이러한 관점에서 최근 발호나 표백도 용제계에서 하는 방법에 관심이 기울어지고 있다.

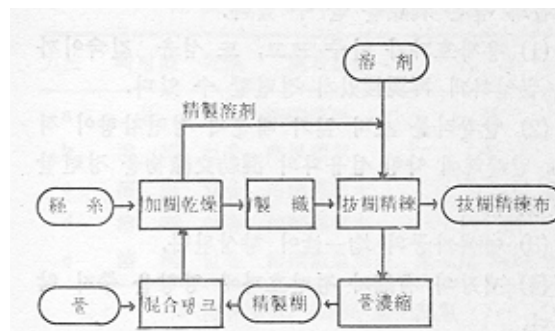


그림 1. 가호 및 발호순환 공정도

가. 가호 및 발호

호제에 의한 용해조나 정련기의 오염을 막고 발호공정을 원활히 하기 위하여 용제에 녹는 호제의 개발이 진행되고 있다. 용제계에서의 가호 및 발호의 이점은 다음과 같다.

- (1) 폐수문제가 적고 가호나 발호를 그림 1과 같이 순환시킬 수 있다.
- (2) 가공공정에서 용제가용성의 값싼 약품, 탄화수소류, 왁스 등을 쓸 수 있다.
- (3) 용제가용성의 합성호제가 쓰이기 때문에 수용성의 것보다 제직능률이 향상된다.
- (4) 용제가용성의 폴리머는 회수하여 재사용할 수 있으므로 전분과 경쟁할 수 있을 정도로 원가를 낮출 수 있다.

용제법으로 가호한 경사의 성능이 뛰어난 것은 용제의 표면장력이 낮아서 친수성, 소수성의 모든 실이 신속하고 완전하게 팽윤되기 때문이다. 따라서 풀의 픽업이 낮을지라도 풀이 섬유를 균일하게 피복하게 된다.

또 용제발호에서는 풀의 제거속도가 아주 빠르고 용제법으로 가호한 풀은 트리클로로에탄에 5초 침지하기만 해도 95%이상 제거가 된다.

나. 정련

앞서 언급한 바와 같이 용제정련은 특징과 문제점을 아울러 가지고 있는데 면정련에 관하여는 다음과 같은 이점을 들 수 있다.

(1) 용제효과가 아주 크고, 또 섬유 깊숙이까지 균일하게 재현성있게 정련할 수 있다.

(2) 알칼리를 쓰지 않기 때문에 정련감량이 적고, 알칼리에 약한 섬유와의 혼방교직물을 정련할 수 있다.

(3) 염색가공의 균일성이 향상된다.

(4) 세팅의 유무가 정련효과에 영향을 주지 않는다.

그러나 용제정련에서 곤란한 문제는 딱지제거가 되지 않는 점으로 앞으로 정련표백공정이 비수화될 경우 아주 어려운 문제가 되리라고 생각된다.

용제정련은 면에 한정되어 있지 않고 양모, 합성섬유 및 이들 혼방교직물에도 이용되고 있다. 양모에 대하여는 일부 공업화되어 있으며 합성섬유와 그 혼방교직물에 대하여도 많은 관심이 기울여져 있다. 특히 가공사를 쓴 더블니트제품은 물에서 제거가 곤란한 가공사용 유제를 탈락시키는데 효과적이다.

다. 표백

발호 및 정련에 용제를 사용하면 당연히 다음 단계인 표백법이 문제가 된다. 여기에는 산화가 안정한 용제를 써서 그 용매에 녹는 표백제를 쓰든가, 물과 용제와의 혼합물에 수용성표백제를 쓰는 방법을 생각할 수 있다. 현재로는 후자가 더 주목을 받고 있다.