

공기조화(I)

1. 개요

1.1 공기조화의 정의

공기조화는 실내의 공기조건을 목적에 맞도록 적절한 조건으로 조절하여 유지하는 것이다. 공기조건으로 공기의 온·습도의 조절은 물론이지만, 기류의 조절 및 공기의 정화 등도 함께 고려하지 않으면 안된다.

공기조화의 목적을 대별하면 2가지가 있다. 그 하나는 인간에게 쾌감을 부여하는 목적으로 이용되는 보건용 또는 위생용 공기조화이며, 다른 하나는 생산되는 제품에 적절한 공기조건을 유지시키는 것으로 공업용 또는 산업용 공기조화가 있다.

섬유산업에서는 실내의 온·습도에 의해 섬유의 특성이 현저히 변화하기 때문에, 온·습도를 알맞게 유지하여 조업상태를 안정시키고, 생산성의 향상, 품질의 안정을 도모하는 것이 목적이다. 또한 부유 분진을 제거하여 작업환경의 향상에도 유의하는 것이 필요하다.

1.2 공기조화의 기능

- ① 건구온도의 조정: 공기의 냉각 또는 가열(현열량의 조정)
- ② 상대습도의 조정: 공기의 감습 또는 가습(잠열량의 조정)
- ③ 기류의 조정: 기류의 속도, 방향, 분포 및 기압의 조정
- ④ 공기의 정화: 공기중의 유독가스 농도의 조정, 진애, 세균 및 악취 등의 제거

1.3 공기조화 설계의 실내조건과 외기조건

1) 쾌적 온 · 습도 조건

실내는 인간에게 가장 쾌적한 조건이 유지되어야 한다. 이 조건에 직접 관계하는 것으로 건구온도, 상대습도, 풍속, 주위 벽면의 온도 등 4가지의 기후 요소가 있다. 이 요소들의 조합이 인체로부터의 방열량을 좌우하며 체감을 결정하는 큰 요소가 된다. 환경조건을 일률적으로 표현하는 것은 곤란하지만, 이들 4가지 기후요소와 관련시켜 평가하는 방법으로 미국의 C. E. Yaglou씨의 유효온도가 잘 사용된다. 많은 사람을 다양한 공기조건의 실내에 거주시켜 인간에 대한 쾌감도의 지표로서 유효온도를 조사(미국인의 경우)하여 <표 1.1>에 나타내었으며, 실내의 풍속은 5 ~ 8m/min이고, 풍속이 빠르면 유효온도의 범위는 약간 낮아진다.

<표 1.1> 유효온도

구 분		유효온도(°C)	상대습도(%)
미국	하절기	19 ~ 24	30 ~ 70
	동절기	17 ~ 22	30 ~ 70
일본	하절기	19 ~ 23	60 ~ 75
	동절기	16 ~ 20	55 ~ 70

일반적으로 일본에서 채택되고 있는 실내의 설계조건은 하절기에 외기온도 32°C일 때, 실내 건구온도는 26°C, 상대습도는 50%RH정도이며, 동절기에는 외기온도에 관계없이 실내 건구온도는 20°C, 상대습도는 50%RH정도이다.

2) 실내 조건

공기조화의 설계에 있어서 실내 온도를 외기 온도에 비해 여름에는 낮게,

겨울에는 높게 관리하는 것이 과하면 설비는 매우 비경제적이며 대형이 될 수밖에 없다. 더구나 실내외의 온도차가 10℃ 이상 벌어지면, 실내를 출입할 때 쇼크를 받아 매우 불쾌하게 된다.

방직공장의 공기조화 설계에서는 공기조화조건이 섬유특성에 어떻게 영향을 주는가를 충분히 고려하는 동시에 작업원에 미치는 영향도 생각하여야 한다. 방직공장에서 각 공정의 예상 적정 온·습도를 <표 1.2>에 나타내었다.

<표 1.2> 방직공장의 추정 적정 온습도

공정	면 100%	PC 혼방사
혼타면	26±2℃	26±2℃
	70±5%RH	65±5%RH
소면	26±2℃	26±2℃
	60±3%RH	58±3%RH
연조방	26±2℃	26±2℃
	60±3%RH	58±3%RH
정방	28±2℃	28±2℃
	58±3%RH	53±3%RH
권사	27±2℃	27±2℃
	60±3%RH	60±3%RH
제직준비	27±2℃	27±2℃
	65±3%RH	65±3%RH
제직	28±2℃	28±2℃
	78±3%RH	68±3%RH

마무리	$26\pm 2^{\circ}\text{C}$	$26\pm 2^{\circ}\text{C}$
	$65\pm 5\%RH$	$65\pm 5\%RH$

3) 외기 조건

공기조화의 설계에 사용하는 외기 조건으로 그 지역의 기상 기록에 근거하여 최대치 또는 최소치를 선택하면 가장 안전하지만, 그러한 값을 채택하면 공연히 설비가 커지고, 평상시는 설비능력 이하로 운전하게 되어 매우 비경제적이다. 그래서, 외기 조건은 지리적인 조건에 의해 좌우되지만, 일반적으로 위험율 5% 정도를 고려한 <표 1.3>의 값이 잘 사용된다. 이밖에 설계 온도를 채택하는 방법에 관해서는 건물의 이용 상황이나 열용량 등도 충분히 고려하지 않으면 안된다.

<표 1.3> 공기조화 설계용 외기 조건

항목	건구온도	습구온도	절대습도	수증기분압	엔탈피	상대습도
기호	t	t'	x	hw	I	φ
단위	(°C)	(°C)	(kg/kg')	(mmHg)	(kcal/kg')	(%)
하절기	32	27	0.0206	24.2	20.2	68
동절기	-2	-4	0.002	2.4	0.7	60

1.4 기류의 조절 및 공기정화

실내의 공기조건을 균일하게 유지하기 위해서는 적당한 기류가 필요하다. 일반적으로 공기조화의 설계에서는 0.125 ~ 0.25m/s 정도의 기류가 좋다고 하며, 이 정도의 기류가 유지되도록 송풍량, 취출구의 수, 종류, 설치 위치 등을 고려하지 않으면 안된다.

1) 공기정화를 위한 공기량

방적공장내에서의 분진 제거는 작업환경이나 품질에 모두 필요하다. 공기조화설비, 중앙집진장치, 뉴매틱 클리너, 블로 클리너 등의 채택으로 방적공장 전체의 공기를 정화하도록 노력하여야 하며, 특히 방적기의 집진을 위한 뉴매틱 설비는 소모 전력이 매우 많아 사용목적에 따라 재검토하여야 한다.

2) 공기의 정화

방적공장내에 부유하고 있는 분진양은 원면의 종류와 섬유특성(섬도, 성숙도 등), 공정조건(속도 등), 공기조화용 공기의 흐름 방법(수직리턴방식, 횡류(橫流)방식), 송풍량 및 상대습도의 제어방법 등에 따라 다르다. 분진은 일단 비산하면 이를 포집하여 일정 수준이하로 유지하는 것은 어려우므로 가능한 발생시 포집하도록 하는 방법이 에너지 소비도 적고 효과적이다. 그래서 분진이 어디에서 어떻게 발생할지, 공기조화 조건과의 관련은 어떤지 등 기본적인 사항을 규명하는 동시에 분진의 발생이 적은 기계의 개발이 급선무이다.

① 수직 리턴방식: 분진 농도를 공장의 위쪽으로부터 측정하여 보면 분명히 바닥보다 위쪽이 분진농도가 크다. 따라서 최근의 공장에서 실시되고 있는 천정으로부터 바닥으로 내뿜는 수직리턴방식은 실내의 분진을 적게 하는데 효과적이다. 실제 수직리턴방식을 채용하고 있는 공장은 분진이 적은 것이 입증되고 있다. 이 경우 지하 덕트내에 분진이 퇴적되지 않도록 덕트내면을 평활하게 하는 것은 물론이지만 충분한 풍속이 얻어지도록 덕트 크기도 검토하여야 한다.

② 뉴매틱설비: 집진과 공기조화를 분리하여 생각하는 것은 불가능하다. 특히 최근의 공장에서는 뉴매틱용 공기량이 특히 많아 공기조화용 송풍량을

상회하는 공정도 볼 수 있게 되었다. 이 공기는 뉴매틱 필터 혹은 리턴 에어 필터에 의해 분진과 공기를 분리하지만, 분리된 공기 중에는 미세한 분진이 포함되어 있다. 이것은 상대습도의 제어에 바이패스(bypass)를 채택하고 있는 것으로 공기 중의 부유 분진농도에 한계가 있다는 것을 나타내고 있다.

③ 환기회수: 실내의 분진농도는 환기회수에 거의 반비례한다. 즉, 환기회수가 많은 곳에서는 분진농도가 작다. 환기회수를 많게 하면 송풍량이 필요 이상으로 증가하여 전력의 소비가 증가한다. 환기회수를 늘리지 않고 분진농도를 작게 하기 위해서 천정의 높이를 낮게 하여 실내의 용적을 작게 하면, 소음이 커지고 송풍된 기류가 슬라이버, 조사 등에 직접 닿아 품질을 손상하여 심할 때는 슬라이버절, 조사절이 되기 때문에, 송풍구의 특성을 고려하여 형식을 선정하여야 한다.

④ 미국분진규제: 미국의 노동안전위생국(OSHA; Operative Safety and Health Adminstration)이 공표하고 있는 방적공장에 있어서의 규제치는 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 이다. 이 규제치는, 바닥면적 $40 \times 25\text{m}$, 높이 5m의 방적실에 미세한 더스트가 1g이하 있다는 것을 의미하고, 측정기는 Vertical Elutriator 이다. 또한, 다른 많은 나라에서도 작업실의 허용 더스트량에 관한 규제가 있지만, 더스트의 정의, 측정방법이 다르기 때문에 각 국의 규제치 사이에서 상관성을 보는 것은 가능하지 않다. 참고를 위해 각 국의 분진 규제치를 <표 1.4>에 나타내었다.

<표 1.4> 각국의 분진 규제치

국 명	규제치 (mg/m ³)	측정방법
독일	1.5	1
스위스	1.5	1
캐나다	1.0	2
영국	0.5	3
미국	0.2	4

(주): 측정방법

- 1: 전체 더스트량
- 2: 전체 더스트량(Personal Sampler에서 측정)
- 3: 2mm 이상의 플라이
- 4: 15 μ m 이하의 흡기가능한 더스트

1.5 온 · 습도와 섬유특성과의 관계

1) 흡습과 방습

대기 중에 있어서의 섬유의 평형 수분율은 대기 중에 방치하기 전의 섬유 조건에 의존한다. 즉, 수분을 흡수하는 상태에서 측정한 값과 수분을 방출하는 상태에서 측정한 값과는 다르다. 이 현상을 히스테리시스(hysteresis)라 한다. 그래서 수분율 및 각 섬유특성의 시험은 전술한 것과 같이 수분을 흡수하는 상태에서 수분이 평형으로 된 후에 측정하지 않으면 안된다. 면섬유의 흡습, 방습시의 수분율의 일례를 <표 1.5>에 나타내었다. 또한, 수분평형에 달하기까지의 시간의 일례를 <표 1.6>에 나타냈다.

<표 1.5> 상대습도와 면의 수분율과의 관계 예

측정자	S.I.T.R.A	Shirley Institute	R. Jeffries	Patta- bhiraman
-----	-----------	-------------------	-------------	--------------------

시 료	사		NaOH 처리면	사		원 면				슬라이버
온 도	26.7°C		20°C	20°C		30°C		50°C		
RH%	흡습	방습	흡습	흡습	방습	흡습	방습	흡습	방습	
20	-	-	-	3.3	4.0	-	-	-	-	-
40	-	5.2	4.5	5.0	-	4.7	5.6	4.1	4.5	5.5
45	-	5.9	4.9	-	6.2	-	-	-	-	6.0
50	-	6.3	5.3	-	-	5.7	6.6	4.8	5.3	6.6
60	6.9	7.4	6.3	7.2	8.6	6.6	7.6	5.7	6.4	7.8
65	7.6	8.2	6.8	-	-	-	-	-	-	8.6
70	8.0	8.7	7.5	-	-	7.8	8.8	6.9	7.9	9.4
77	-	-	-	9.6	12.3	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	9.4	10.8	8.5	9.8	-
85	10.9	-	1.06	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	14.9	16.3	12.5	14.1	11.6	12.9	-
95	-	-	-	20.7	22.2	16.1	17.4	14.2	15.5	-
100	-	-	-	-	-	23.0	23.0	19.0	19.0	-

<표 1.6> 수분평형에 도달하기까지의 도달 예

항 목		시 간
면	20's이하	3.0
	20 40's	2.0
	40's이상	1.0 1.5
소모사		2.0
방모사		3.0
견사		1.5
인견사		1.5

2) 각종 섬유의 수분율

섬유의 수분율은 가방성(可紡性)이나 품질에 미치는 영향이 크고, 방적에 매우 중요하다. 대기중의 상대습도와 각종 섬유의 수분율과의 관계는 많은 문헌에 보고되어 있지만, 그 일례를 나타내면 <표 1.7>과 같다.

원면에 대하여 온·습도와 수분율과의 관계를 요약하면 다음과 같다.

<표 1.7> 각종 섬유의 각 온·습도에서의 수분율 예

온도 (°C)	상대습도 (%)	수 분 율(%)						
		아세테이트	면	큐프라	나일론	견	비스코스	양모
24	10	0.8	2.4	-	1.1	3.2	3.9	4.0
	20	1.7	3.6	5.4	-	5.4	5.7	7.1
	30	2.4	4.3	6.9	1.7	6.7	7.4	9.4
	40	3.2	5.0	8.5	2.3	7.8	8.8	11.0
	45	3.6	5.3	9.2	-	8.4	9.7	11.8
	50	4.2	5.7	10.0	2.8	8.8	10.4	12.6
	55	4.7	6.3	10.8	-	9.4	11.3	13.4
	60	5.2	6.7	11.7	3.4	9.9	12.2	14.2
	65	5.9	7.3	12.4	-	10.5	13.1	15.0
	70	6.7	7.9	13.4	4.1	11.4	14.3	16.0
	80	8.5	9.9	16.0	5.0	14.0	17.1	18.6
	90	11.3	13.6	20.3	5.7	18.4	21.9	23.2
21	65	6.0	8.5	11.0	4.5	-	11.0	16.0

① 동일 온·습도 조건하에 있어서의 수분율은 원면의 품종에 따라 다르다. 일반적으로 인도면은 수분율이 많고, 미국면은 수분율이 적다. 보통 원면은 일정한 상대습도 조건하에서 건구온도가 높을 수록 수분율이 감소한다.

② 일정한 상대습도 조건하에서 원면 함수율 값은 절대온도의 역수와 직선관계가 있다.

3) 온·습도와 섬유특성

섬유는 상대습도에 따라 흡수하는 수분량이 다르다. 수분은 섬유특성, 특히 강력, 신도, 유연성 등에 중요한 역할을 할 뿐만 아니라, 정전기의 발생에도 밀접한 관계가 있다. 정전기의 발생은 공정 중에 여러 가지 트러블을 발생시켜, 심할 때는 생산을 정체시킨다. 수분율과 주요 섬유특성과의 관계를

다음에 나타낸다.

① 강력

각종 섬유의 건·습강력을 나타내면 <표 1.8>가 되며, 합성섬유는 수분의 흡수가 거의 없어 수분의 영향은 볼 수 없다. 천연섬유에서는 면의 습윤강력이 커지고 있지만 다른 섬유에서는 작아지고 있다.

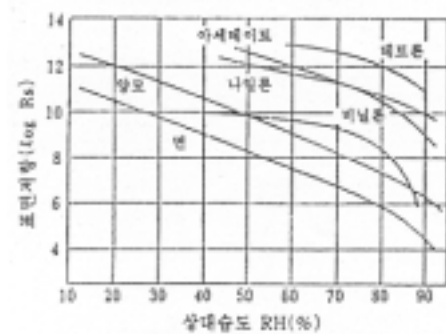
<표 1.8> 각종 섬유의 인장강도와 신도

섬 유		인장강도(g/D)		건습강도비	신도(%)	
		표준시	습윤시		표준시	습윤시
미면(업랜드)		3.0 4.9	3.3 6.4	102 110	3 7	8
양모(메리노)		1.0 1.7	0.76 1.63	76 96	25 35	25 50
견		3.0 4.0	2.1 2.8	70	15 25	27 33
마(래미)		6.5	7.7	118	1.8	2.2
레이온	보통	2.5 3.1	1.4 2.0	60 65	16 22	21 29
스테이플	강력	3.6 4.2	2.7 3.3	70 75	19 24	21 29
폴리노직		3.5 5.2	2.6 4.2	75 80	7 14	8 15
구리암모늄 레이온 스테이플		2.9 3.4	2.0 2.5	70 75	14 16	25 28
아세테이트 스테이플		1.3 1.6	0.8 1.0	61 67	25 35	35 50
비닐론	보통	3.8 6.2	3.2 5.0	72 85	12 16	12 26
스테이플	강력	6.8 8.0	5.3 6.4	78 85	11 17	11 17
나일론 스테이플		4.5 7.5	3.7 6.4	83 90	25 60	27 63

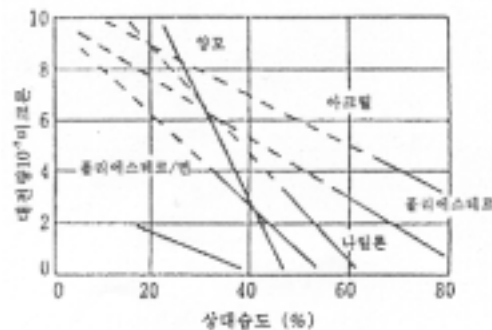
폴리에스테르 스테이플	4.7 6.5	4.7 6.5	100	30 50	30 50
아크릴	2.5 5.0	2.0 4.5	80 100	25 50	25 60
폴리우레탄	0.5 1.0	0.4 1.0	80 100	450 800	

② 신도: 각종 섬유의 건·습신도를 <표 1.8>에 나타내었다. 일반적으로 합성섬유는 수분의 영향이 거의 없으며, 천연섬유는 습신도가 건신도보다 크다.

③ 정전기: 정전기는 물체에 양, 음 어떤 쪽의 전하가 축적되어 생긴다. 대전하지 않고 있는 상태에서는 양, 음의 전하가 같아 서로 상쇄하고 있지만, 대전체에서는 양, 음 어느 쪽이든지 한쪽의 전하를 띠고 있다. 즉 대전이란 양, 음의 전하가 분리되어, 각각 별도의 장소에 축적되어 있는 것을 의미한다. 2개의 물체가 분리될 때에는 이들 전하의 분리도 동시에 행하여져 정전기가 발생한다. 전하는 방전되거나 물체의 표면을 흘러 누전된다. 이 경우 물체의 표면의 전기저항은 흡착수(吸着水), 즉 습도의 영향을 크게 받는다. 상대습도와 깨끗한 각종 섬유의 전기저항과의 관계 예를 <그림 1.1>에 나타내었다. 보통 전기저항이 $10^{10}\Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 경우 정전기장해는 그다지 발생하지 않는다고 되어 있다. 이 그림에서도 화학섬유는 대전이 쉽고, 천연섬유에서도 양모는 50%RH이하, 면은 30%RH이하에서는 정전기장해가 발생할 가능성이 크다는 것을 알 수 있다. 정전기의 발생을 막는 가장 간단하고 확실한 방법은 공기가 습기를 적당히 포함되도록 하여, 일반적으로 65~70%RH를 유지해야 한다. 예컨대, 화학섬유의 대부분은 40%RH에서 일시 대전하여, 70%RH이상에서는 극히 단시간에 방전한다. 즉 일반적으로 방적공정에서 정전기에 의한 장해를 막기 위해서는, 20℃의 경우 60%RH이상, 25℃의 경우 55%RH이상의 습도가 필요하다.



<그림 1.1> 섬유의 전기저항 R_s 와 상대습도의 관계



<그림 1.2> 각종 섬유소재로 만들어진 셔츠의 대전성

(면 100% 내의착용, 온도 25°C, 실선; 방전없음, 점선; 방전있음)

1.6 온 · 습도와 방적성과의 관계.

방적공장의 온 · 습도가 각 공정의 조업조건 및 품질에 미치는 영향은, 원면의 종류와 섬유특성, 공정조건(정량, 속도, 드래프트, 로울러 게이지) 등의 많은 요인과 섞이기 때문에 온 · 습도만의 영향을 찾아내는 것은 어렵다. 문헌에도 완전히 상반되는 결론을 볼 수 있는 것은 그 때문이다. 여기서는, 이들의 문헌을 기본으로 온 · 습도가 방적성, 사품질에 미치는 일반적인 경향을 개괄하여 보지만 각 공장에서 검토하는 경우, 이들의 문헌을 참고하여 사용원면의 종류, 섬유특성, 공정조건 등을 충분히 고려하여 온 · 습도의 영향을 정확히 파악하고 적절한 조치를 취하지 않으면 안된다.

1) 조면 공정

조면공정에서 섬유와 종자를 분리하기 전에 어느 정도의 수분을 갖게 하는 방법이 섬유의 손상도 적고, 이후의 방직공정에서도 좋은 결과를 가져온다. 면섬유 본래의 뛰어난 특성을 최선의 상태를 유지시키기 위해서는, 조면공정에서 6~8%의 수분을 갖게 하게 하는 것이 필요하고, 적당량의 수분을 공급하면 정전기발생에 의한 트러블이나 베일링에 의한 섬유의 손상도 방지할 수 있다. 기온 21°C, 상대습도 55%RH의 대기 조건하에서 수확한 면화는,

- 조면공장에서 건조처리하면, 수분율은 6% 정도가 된다
- 조면공장에서 가온처리하면, 수분율은 7.5% 정도가 된다.

따라서, 면화를 상대습도 55%이하의 대기 조건하에서 수송하는 경우 알맞은 가온(加溫)처리 방법이 적당하다. 특히 수확후 장기간 저장한 원면에는 가온처리가 필요하다.

일반사항을 정리하면 다음과 같다.

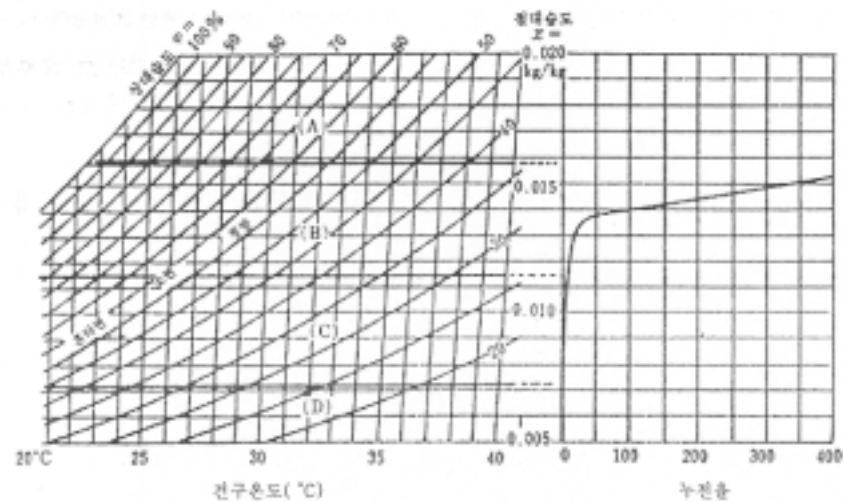
- ① 조면공정에서는 원면의 수분율이 적으면 등급은 향상되지만, 섬유장, 섬유강력은 약간 저하한다.
- ② 일단 건조한 원면에 수분을 공급하여 수분율을 증가시키는 것보다 미리 정한 수분율을 유지하기 위해 공기조건을 조절하는 방법이 좋다.
- ③ 프레스·컷(베일링에 의한 섬유의 손상)의 발생은, 면의 수분율이 적은 경우가 많다. 이것은 수분율이 적은 면을 프레스할 때, 원하는 밀도로 하기 위해서는 보다 많은 압력을 가하지 않으면 안되기 때문이다.
- ④ 원면의 수분율이 8%를 넘으면 조면공정에서 트러블을 일으키기 쉽고, 거칠은 프레퍼레이션이 되는 경향이 있다.

⑤ 조면공정은 온도차보다 오히려 원면의 수분율의 차이에 의한 영향이 크다.

2) 방적 공정

① 정전기의 발생: 방적공정에서는 정전기현상이 도처에서 관찰되지만, 그 대부분은 마찰에 의한 것이다. 예컨대, 침포에 의한 카딩작용, 고속회전, 로울러나 가이드부와의 접촉마찰에 의해 정전기가 발생하여, 대전된 개개의 섬유는 서로 흡인 또는 반발하여 방적성을 저해하며, 균일한 실의 생산을 방해한다. 또한, 직기라도 종광이나 성통과의 마찰로 정전기가 발생하여, 경·위사 밀도를 변화시키는 것도 있다.

일반적으로 면방적에서는 습도 60%RH이상 혹은 45%RH이하가 되면 갑자기 사절이 증가하는 것이 알려지고 있다. 이것은 습도가 높아지면 수분율이 커지고, 습도가 낮아지면 섬유사이의 마찰력의 저하나 정전기의 발생때문에 로울러나 에이프런의 마립현상이 많아지기 때문이다. 정전기의 발생은 특히 절대습도에 관계하며, 이것을 선도에 나타내면 <그림 1.3>가 된다. 왼쪽의 그림은 습공기 i-x 선도이고, 오른쪽 그림은 발생정전기의 누전과 절대습도와의 관계를 나타낸다. 오른쪽 그림에서 정전기의 누전은 $x=0.013\text{kg/kg'}$ 정도까지 갑자기 커진 다음, 서서히 커지고 있다. 이로부터 얻어지는 정전기의 제어범위를 i-x선도에 나타낸 것이 왼쪽의 그림이다.



<그림 1.3> 정전기 제어한계와 공기상태와의 관계

범위 A : 정전기의 누전이 급격해서 발생 정전기가 즉시 도망가기 때문에 문제가 되지 않는다.

범위 B : 누전율이 비교적 커서 정전기의 발생을 용이하게 제어할 수 있다.

범위 C : 적당한 정전방지책을 강구하면, 정전기의 발생을 제어하는 것이 가능하다.

범위 D : 정전기의 누전은 무시할 수 있는 정도로서, 정전기의 제거는 곤란하다.

② 드래프트힘 : 섬유를 효과적으로 분리시키는 것은 방적성의 개선에 대단히 도움이 된다. 공기조건이 잘 조절되어 드래프트힘을 감소시켜 적은 힘으로 섬유의 분리가 가능하다. 따라서, 공기조건을 잘 조정하여 드래프트힘의 변동파의 파장과 진폭을 감소시켜, 섬유의 분리를 균일하게 하여 실의 균제도의 향상을 도모해야 한다.

드래프트힘은 섬유특성, 공정조건의 영향이 크지만, 온·습도가 드래프트힘에 미치는 영향을 요약하면,

- 각각의 습도 조건하에서 온도의 상승에 따라 드래프트힘은 거의 직선적으로 감소하지만, 고온이 되면 약간 둔화된다.

- 각각의 온도 조건하에서는 상대습도의 상승에 따라 드래프트힘은 거의 직선적으로 감소하지만, 고습이 되면 약간 둔화한다.

3) 사절: 정방기의 사절은 일반적으로 온도 21 ~ 25°C, 상대습도 44 ~ 48%의 조건일 때가 가장 적다고 말하여 지지만, 원면의 품종, 섬유특성, 공정조건 등의 영향이 커서 일률적으로 결론을 내리는 것은 어렵다. 문헌에서 볼 수 있는 일반적인 경향을 보면 다음과 같다.

① 고온·저습, 저온·고습의 조합이 사절에 가장 악영향을 준다.

-고온·저습의 조건하에서는 드래프트된 섬유 상호간의 응집이 좋지 않아 실의 강신도가 저하된다. 한편, 저온·고습의 조건하에서는 기계 각부에 얇은 수막을 형성하여 섬유의 부착에 의한 트러블을 일으킨다. 고습시는 불규칙한 드래프트에 의해 섬유의 뭉치가 되어 실의 강력을 저하시킨다.

② 스핀들속도에 의한 사절은 저습쪽보다 고습쪽이 많다.

③ 드래프트에 의한 사절은 습도가 증가함에 따라 감소한다. 고습도에서 드래프트를 낮추는 것은 드래프트조건으로서는 바람직하지 못하다. 이것은 고습도에서는 섬유 상호간의 구속력이 늘어 표면마찰이 증가하기 때문에 균일한 드래프트를 위해서는 높은 드래프트가 필요하기 때문이다.

④ 꼬임이 적은 실을 방출하는 경우에는 온도가 중요한 요인의 하나가 된다. 고온에서 꼬임이 적으면 섬유상호의 포합력이 저하되어 사절이 많아지기 때문이다.