

반응형 실리콘의 개발 및 면섬유의 초발수가공기술에 관한 연구

박찬만, 정주영*, 강은영

제성화학(주) 기술연구소

* 한국생산기술연구원 섬유청정생산기술개발센터

1. 서 론

섬유의 후가공공정은 그 목적에 따라 유연가공, 발수가공, 방추가공등 여러가지로 분류할 수 있고 실리콘은 이러한 공정에서 유용하게 사용되고 있다. 최근에는 이러한 물성을 복합적으로 갖는 다기능형섬유의 요구가 커지고 있어 복합가공에 적당한 가공제가 필요하게 되었다. 본 연구에서는 섬유에 발수성, 유연성, 방추성, 내구성을 부여하기 위한 방법으로 불소계발수제와 상용성이 우수한 반응형실리콘을 선정하고 이를 불소계발수제, 실란가교제등과 혼합(formulation)하여 면섬유에 적용하여 원하는 물성을 얻기 위한 최상의 가공조건을 개발하고자 한다.

2. 실험

아미노변성실리콘, 에폭시변성실리콘등의 반응형실리콘과 불소계발수제, 실란가교제등을 여러 가지조건으로 혼합하고 curing 온도, 시간, pick up등 처리조건을 변화시켜 NaOH로 전처리된 면섬유에 가공하였다. 발수도(KS K 0590, 발수도시험기), 방추도(KS K 0550, 몬산토형 방추도시험기), 인열강도(KS K 0535, 엘먼도르프형 인열강도시험기) bending rigidity(KES-F법, kawabata system)를 측정하였고 내구성 시험을 위해 launder meter(AATCC)를 사용하여 60℃에서 30분간 10회 세탁 후 상기항의 시험을 행하였다. 처리된 직물의 세탁전·후 전자현미경사진을 관찰하였고 비교적 분자량이 큰 직접염료(C.I. Direct Red 80)로 처리직물을 염색한 후 CCM(Computer Color Matching기)로 측색하여 가교결합을 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

(1) 반응형실리콘의 종류에 따른 물성

불소계발수제를 사용한 1, 2의 경우 초기발수도가 100으로 나타났고 세탁후에도 80정도로 발수성능을 유지하고 있다. 이는 A의 아미노기, B의 에폭시기 등의 반응기들과 실란가교제, 섬유의 OH기 간에 가교반응으로 섬유표면에 내구성이 있는 film을 형성하고 불소계발수제도 이 film내부에 존재하여 세탁후에도 발수성능을 유지하는 것으로 생각된다. 발수 유연성을 부여하기위해 2가지의 실리콘(-OH, -H)을

표 1. 유연제와 발수제의 종류에 따른 처리액 recipe

번 호	반응형 실리콘			불소계발수제	실리콘 발수제	축매	
	A	B	C	Oleophobol C	Neosilk SE	CAT	CAS
1	4g			4g			
2	2g	2g		4g			
3			8g				4g
4	4g				4g		4g
5	2g	2g			4g		4g
6	2g	2g		2g	2g		2g

* A: 아미노 변성 B: 에폭시변성 C: H/OH=1/1혼합 유화
 * 처리용액 100g 중 조제무게임.
 * 처리조건 : 직물 10g에 pick up 80%로 padding,
 drying(100℃, 5분), curing(150℃, 10분)
 * 실란가교제(KBM 403) : 0.4g

표 2. 유연제와 발수제의 종류에 따른 섬유물성

번 호	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
C*	0	0	0.08	0.07	183	177	8,000	7,000
1	100	80	0.05	0.04	211	206	10,000	7,800
2	100	80	0.06	0.05	235	229	10,400	10,000
3	100	70	0.07	0.07	216	226	10,400	10,800
4	90	80	0.07	0.06	243	233	10,400	8,400
5	90	80	0.06	0.05	215	199	9,600	9,400
6	80	70	0.06	0.06	218	218	10,600	11,400

유연도 : (bending rigidity(gf. cm²/cm)) + hysteresis bending rigidity(gf.cm/cm))/2
 방추도 : degree
 인열강도 : g
 *: 미처리 직물

혼합 후 유화시킨 C를 사용한 경우(3) 초기발수도는 100, 세탁후 발수도는 70을 나타냈다. 실리콘유연제를 처리하면 섬유의 유연도는 향상되는 것으로 생각되고 이렇게 유연성을 향상시킨 반응형실리콘이 대부분이 직물과 결합하여 내구성을 갖고 있음을 알 수 있다. 평균 20% 이상 방추도가 증가하였고 인열강도도 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 실란과 반응형실리콘이 섬유와 결합하여 섬유표면에서 film상의 network를 형성하여 직물의 반발탄성을 증가시키기 때문으로 생각된다. 실험결과 A와 B를 병용한 경우가 비교적 우수한 물성을 유지하기 때문에 이후의 실험은 2를 중심으로 행하였다.

(2) 실란가교제(SCA)에 따른 물성

표 3. SCA의 종류에 따른 섬유물성

SCA	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
C	0	0	0.08	0.07	183	177	8,000	7,000
epoxy	100	80	0.06	0.05	235	229	10,400	10,000
Vinyl*	100	90	0.05	0.05	230	225	9,000	10,400
Amino	100	80	0.05	0.05	220	215	10,400	10,000

- SCA사용량 : 0.4g, * : 개시제(KPS)0.012g

SCA의 종류를 변화시켜 직물에 처리한 결과 대부분이 우수한 발수도와 내구성을 가졌으며 Vinyl계 SCA를 사용한 경우 발수도 및 내구성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

표 4. SCA 처리양에 따른 섬유물성

VTES	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
0g	80	80	0.06	0.06	196	187	9,000	9,000
0.4g	100	90	0.05	0.05	230	225	9,000	10,400
0.8g	100	90	0.05	0.05	232	226	9,200	10,400
1.6g	90	80	0.06	0.06	236	225	9,200	10,000

적정한 SCA의 처리량을 결정하기 위하여 Vinyl계 실란인 VTES의 양을 변화시켜 실험한 결과 0.4g정도의 SCA로 섬유와 가공제간의 가교가 충분히 형성될 것으로 생각된다.

(3) Curing 온도 & 시간에 따른 물성

표 5. Curing 온도에 따른 섬유물성

Curing 온도	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
130℃	90	80	0.06	0.06	200	198	9,000	9,400
140℃	100	80	0.06	0.05	220	215	9,200	9,600
150℃	100	90	0.05	0.05	230	225	9,000	10,400
160℃	90	80	0.05	0.05	220	208	8,400	9,000
170℃	90	70	0.06	0.05	210	200	8,200	9,000

여러온도로 curing한 결과 우수한 물성을 발현하는 온도는 150℃로 나타났으며, 140℃ 이하에서는 가공효과가 다소 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 반응기들이 섬유와

결합할 수 있는 충분한 온도에 도달하지 못해 가교결합이 일부분에서만 일어나 섬유표면에 완벽한 network를 형성하지 못하게되고 이로인해 발수도 및 방추도 등이 떨어지는 것으로 생각된다. 160℃이상의 온도에서는 인열강도 및 방추도가 다소 떨어지는 것을 볼수 있다. 높은 온도는 면섬유 자체의 취화를 가져와 인열강도가 낮아 지게되므로 curing의 적정온도는 150℃로 생각된다.

표 6. Curing 시간에 따른 섬유물성

Curing 시간	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
5분	50	50	0.06	0.05	200	198	9,000	9,000
8분	80	80	0.05	0.05	208	200	9,200	9,600
10분	100	90	0.05	0.05	230	225	9,000	10,400
15분	100	80	0.06	0.05	203	199	8,400	9,000

curing시간을 변화시킨 경우도 온도의 변화와 같은 경향을 보이고 있다. 표 5와 표 6의 결과로 적정처리조건은 150℃에서 10분간 처리하는 것이 가장 유리하다고 생각된다.

(4) Pick up에 따른 물성

표 7. Pick up 변화에 따른 섬유물성

Pick up	발수도		유연도		방추도		인열강도	
	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후	세탁전	세탁후
60%	70	70	0.06	0.05	209	204	8,600	8,400
80%	100	90	0.05	0.05	230	225	9,000	10,400
100%	100	90	0.07	0.07	230	220	9,400	10,000

60% pick up으로 처리한 경우 섬유표면의 처리량이 적어 물성을 충분하게 발휘하지 못하고, 100%로 처리한 경우 발수도와 방추도는 우수한 물성을 나타내지만 형성된 피막이 두꺼워 유연성이 다소 떨어지는 경향을 보이며 hand test 결과도 너무 매끄러운 경향을 보이고 있다. 따라서 pick up은 80%정도가 적당하다.

3. 결론

에폭시변성실리콘, 아미노변성실리콘등의 반응형실리콘과 불소계발수제를 병용할 경우 초기발수도 100, 세탁후 발수도 90정도의 물성을 나타내었다. 최적 가공조건은 curing 온도 150℃, 시간 10분, pick up 80% owf로 나타났다.