

세번수 소모사 방출을 위한 최적 방적 공정(I)

개 요

세번수 소모복지를 생산하는 Huddersfield 회사를 위해 80°, 90° 및 100°의 소모사를 방출하였다. 연구결과 오토레벨라(autoleveller)를 사용한 후 ASD Cap 정방기나 유니플렉스(Uniflex) 링 정방기에서 초고드래프트(superdraft) 방적을 하면 가장 품질이 좋은 실을 생산할 수 있음을 알았다.

서 언

세번수 소모사의 개념은 그 정의가 사람에 따라 서로 다르다. 일반적으로 세번수 소모사란 72°(12tex) 또는 그 이상의 가는 실을 말한다. 그러나 실제로 있어서는 세번수 소모사란 품질이나 생산가격이 허용되는 범위에서 생산할 수 있는 가장 가는 실을 말한다. Hand spinner는 옛날이나 지금이나 매우 가는 실을 만들어 낼 수 있다. Royal Society의 보고서에 따르면 Mary Pringle은 150°의 소모사를 방적했고 Castle 박물관의 현 관리인인 York에 의하면 355°의 소모사가 세계기록이라고 했다. 19세기 중엽 기계화의 영향으로 소모방적기는 120°까지의 가는 실을 뽑을 수 있다.

끊임없는 연구개발 결과 오늘날 세번수 방적업자들은 오일 톱으로부터 실을 뽑을 수 있는데 사용할 수 있는 다음과 같은 몇 가지의 시스템이 있다.

1. 브래드포드 오픈 드로잉(Bradford open drawing) → 저 드래프트의 캡(Cap) 또는 링 정방
2. 브래드포드 오픈 드로잉(Bradford open drawing) → 앰블러 슈퍼드래프트(Ambler super draft 또는 ASD) 또는 유니플렉스(Uniflex) 정방
3. 오토레벨라 드로잉(autoleveller drawing) → 오픈 드로잉(open drawing) →

저드래프트의 캡(Cap) 또는 링 정방

4. 뉴 브래드포드 시스템(New Bradford system)과 ASD 정방

5. 유니플렉스 드로잉(Uniflex drawing)과 정방

6. 개조된 유니플렉스 드로잉(Uniflex drawing) → 더블 에이프런 정방

어느 것을 선택하느냐는 로빙이나 실을 만드는 방법여하에 따라서 제한을 받는데 요약하면 다음과 같다.

A. 로빙의 제조방법

(i) 가연된 섬유의 컨트롤(예: 캐리어와 텀블러)

(ii) 앰블러 드래프트식 섬유 컨트롤

B. 정방에서의 드래프트

(i) 저 드래프트(14이하)

(ii) 고 드래프트(14~40)

(iii) 초고 드래프트(40이상)

C. 가연과 권취방법

(i) 캡(cap)

(ii) 링(ring)

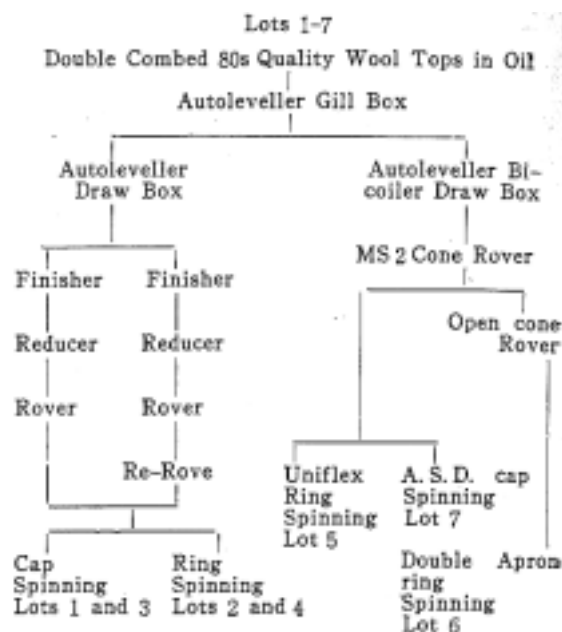
오늘날 세번수 소모사에 대한 용도는 고급복지를 만드는 것으로서 매우 전문화된 분야일 뿐 아니라 세계 총 거래량의 극소수에 불과하다. 아마도 이러한 이유 때문인지 전에 몇몇 연구자들이 기술적인 인자에 대한 연구와 관련하여 세번수 소모사를 방출한 일이 있었으나 그 결과에 대해서 언급된 보고서는 아직 별로 없다. 이 연구의 목적은 현존하는 생산방식을 평가·검토한 후 세번수 소모사를 생산함에 있어 기술적인 요소를 고려하여 가장 좋은 방법을 제시하려는데 있다.

시료의 제1방출

Fig.1에서 보는 바와 같이 7가지 방식으로 실을 소량 방출하였다. 사용할 톱(top)의 유제함량은 평균 3.37%였고 평균 직경은 18.35μ 으로써 이는 올 톱이 80°임을 뒷받침해주는 결과였다.

로트 1과 로트 2는 Table I 에서 보이는 바와 같이 5공정을 거쳐 로빙을 만들었다. 로트 3과 4는 Table II에서와 같은 공정을 거쳤다. 이 공정은 실제 생산공장에서 흔히 쓰이고 있는데 로빙공정을 한번 더 반복함으로써 전 공정은 6개 공정으로 돼 있으며 처음 두 공정은 로트 1,2에서와 같다.

나머지 3로트 중 로트 5는 유니플렉스 링 정방을, 로트 7은 ASD를 사용하여 방출했는데 이 두 로트는 비슷한 정량을 갖는 로빙이 요구된 반면 로트 6에서는 더블 에이프런 링 정방기를 썼으므로 정량이 더 가벼운 로빙이 필요했다. Table III은 로트 5, 6, 7에 대한 공정을 자세히 보였는데 제1공정은 로트 1~4와 같음을 알 수 있다.



<Figure 1>

<Table I >

	Operation	Delivered weight	Doub- lings	Draft	U%
1	Autoleveller gill box	544 drams/ 40 yds	11	5.4	2.5
2	Autoleveller draw box	91 <i>s</i>	1	6.0	3.6
3	Open finisher	15 <i>s</i>	1	6.1	3.9
4	Open reducer	3 <i>s</i>	1	5.0	7.5
5	Ring rover*	1.2 <i>s</i>	2	5.0	8.9
	Ring rover*	1.1 <i>s</i>	2	5.5	9.5
	Ring rover*	1.0 <i>s</i>	2	6.0	9.7

<Table II >

	Operation	Delivered weight	Doub- lings	Draft	U%
3	Open finisher	26.5 drams/ 40 yds	2	6.9	3.4
4	Open reducer	9.2 <i>s</i>	2	5.8	4.0
5	Ring rover	3.1 <i>s</i>	2	5.9	5.6
6	Ring rover*	1.2 <i>s</i>	2	5.3	7.6
	Ring rover*	1.1 <i>s</i>	2	5.7	8.8
	Ring rover*	1.0 <i>s</i>	2	6.3	9.3

*The roving weights of 1.2, 1.1 and 1.0 drams/40yds.

Were used in spinning 80s, 90s and 100s counts respectively.

<Table 3>

	Operation	Delivered weight	Doub- lings	Draft	U%
2	Autoleveller bicoiler draw box	68.8 drams/40 yds	1	7.9	2.2
3	MS2 cone rover	34.4 <i>s</i>	4	8.0	3.0
4	Cone rover*	4.0 <i>s</i>	1	8.6	5.2

* Used for Lot No. 6 only.

정방기에서 방출하기에 앞서 변수에 따라 연수를 결정할 필요가 있었다.

Oxtoby는 연수에 대해 다음과 같은 식을 제안했다.

$$\text{연수(t. p. i.)} = 1.2^{1.5} \sqrt{\text{소모사 변수}}$$

이 식에 의해 80°, 90°, 100°에 준 연수(t. p. i.)는 각각 23.0, 24.0 및 26.0이었다.

실제 생산공장에서 흔히 있는 바와 같이 방적조건이 변함에 따라 만족할 만한 방적성을 얻기 위해서는 연수의 수준을 증감할 필요가 있었다. 여기서 말하는 방적조건이란 캡이나 링의 직경, 별륜의 속도와 길이, 패키지 직경, 트라벨라 크기, 온도, 습도 및 실끊김 수 등을 말한다. 이런 모든 요소는 연수에 영향을 준다. 특히 이런 경향은 방적조건이 어떤 한계에 접근할수록 심하게 나타난다. 따라서 어떤 경우에는 상이한 방법으로, 또 상이한 스핀들 속도로 방출한 실을 서로 비교되는 실은 계산에 의해 산출된 연수와는 약간 다른 값을 가질 것이다.

위에서 만든 로빙을 사용하여 실을 방적하였는데 각 로트별 사용한 정방기의 기계적 공정조건은 Table IV에서 보이는 바와 같았다. 로트 2(저 드래프트 링)와 로트 4(저 드래프트 링, 조방 공정)로부터 100s의 소모사를 방적한다는 것은 불가능한 것으로 나타났다. 따라서 이들 두 로트에 대한 실은 실험에서 제외키로 했다.

실의 시험(I)

각 로트별로 80°, 90°, 100°의 실을 방적하여 다음과 같은 시험을 했다.

- (i) 변수
- (ii) 균제도(U%)
- (iii) 강력
- (iv) 강력의 변동
- (v) 절단신도(%)

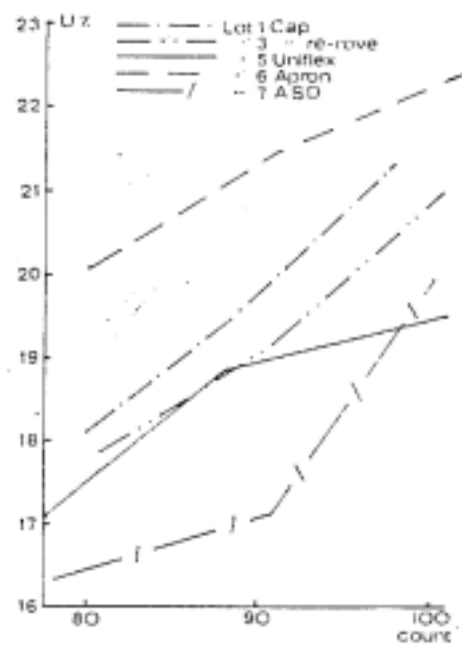
로트 2와 4를 제외한 전 시험결과를 Fig. 2, 3, 4, 5에서 그래프로 나타냈다. 또한 Table V는 이러한 실의 시험결과를 근거로 한 실의 품질 순위를 종합한 것이다. 각 시험에서 가장 우수한 것은 1, 가장 나쁜 것은 5로 하였다. 각 시험에서 5가 들어간 로트는 불량한 것을 나타내므로 이들을 버리면 남은 로트는 결국 로트 7(ASD), 로트 5(유니플렉스)와 로트 3(Cap re-rove)만 남게 되는데 이들에 대해서만 생각기로 한다.

<Table IV>

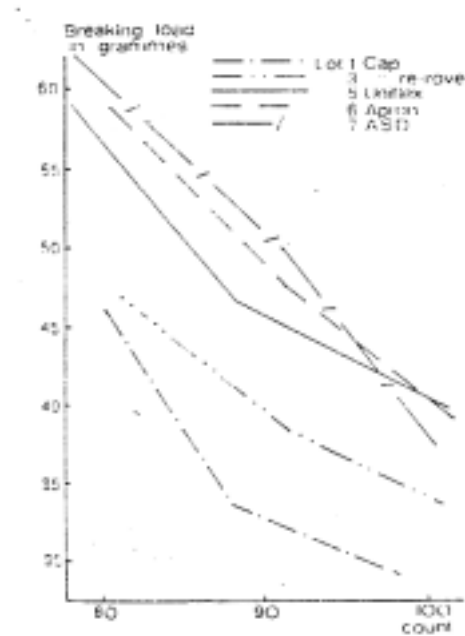
Mechanical processing details for Lots 1-7												
Lot	Nominal 80s				Nominal 90s				Nominal 100s			
	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. i.	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. i.	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. i.
1. Low draft cap	1 $\frac{7}{8}$ Cap	5,680	5.3	22.7	1 $\frac{7}{8}$ Cap	5,680	5.3	22.7	1 $\frac{5}{8}$ Cap	5,680	5.4	24.1
2. Low draft ring	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.2	23.7	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.4	23.7	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.2	23.7*
												* Max. count 95
3. Low draft cap re-rove	1 $\frac{7}{8}$ Cap	5,680	5.3	22.7	1 $\frac{7}{8}$ Cap	5,680	5.5	22.7	1 $\frac{7}{8}$ Cap	5,680	5.5	24.1
4. Low draft ring re-rove	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.3	23.7	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.4	23.7	2 $\frac{1}{4}$ Ring	5,150	5.3	23.7*
												* Max. count 97
5. Uniflex	2 $\frac{1}{4}$ Ring	8,000	145.5	25.3	2 $\frac{1}{4}$ Ring	7,000	165.0	26.3	2 $\frac{1}{4}$ Ring	6,000	191.0	26.3
6. Double-apron	2 $\frac{1}{4}$ Ring	6,700	17.5	26.2	2 $\frac{1}{4}$ Ring	6,700	19.9	26.2	2 $\frac{1}{4}$ Ring	6,700	22.3	26.2
7. ASD cap	1 $\frac{7}{8}$ Cap	7,000	146.0	26.0	1 $\frac{7}{8}$ Cap	7,000	171.0	26.0	1 $\frac{7}{8}$ Cap	7,000	188.0	26.0

<Table V>

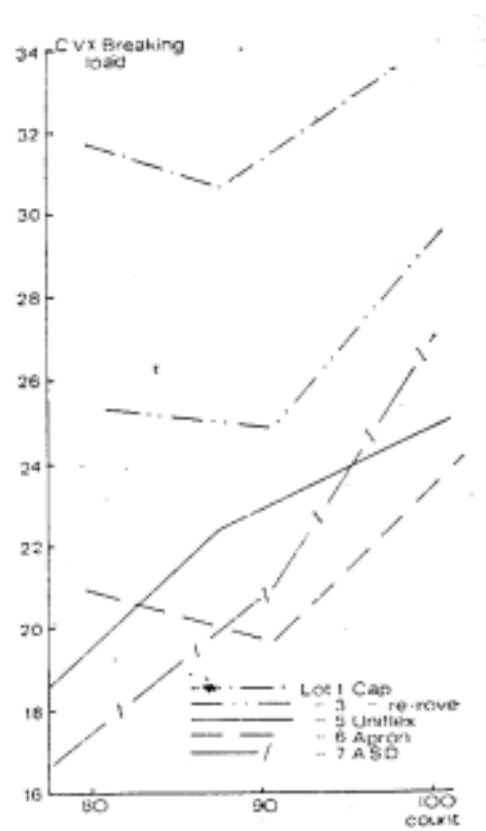
Lot No.	7	5	6	3	1
	ASD	Uniflex	Double-apron	Cap re-rove	Cap
U%	1	2	5	3	4
Strength	1	3	2	4	5
C. V. % strength	2	3	1	4	5
%Elongation at break	1	2	3	4	5
Total	5	10	11	15	19



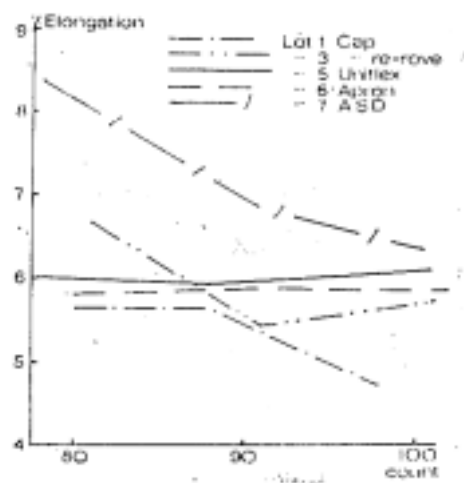
<Figure 2> U% of the yarns



<Figure 3> Breaking loads of the yarns



<Figure 4> CV% of the breaking load



<Figure 5> % elongation

결 론(I)

기술적인 면에서 볼 것 같으면 Fig.1에서 열거한 방법 중 로트 7이 세번수 소모사를 생산하는데에 가장 좋은 방법으로 나타났는데 이 방법은 드로잉 공정을 가장 짧게 단축하고 ASD 캡 정방을 사용한 시스템이다. 두번째로 좋은 방법인 로트 5에서도 역시 드로잉 공정은 짧은 것을 택했으나 유니플렉스 링 정방을 사용했다는 것이 중요하다. 그 공정조방과 캡 정방을 거친 로트 3은 비록 어느 시험에서나 5등급이 된적은 없으나 등급 총점이 가장 높아 제외하였다.

시료의 제2방출

이 실험의 목적은 처음 실험한 결과를 확인하기 위한 것으로 더 많은 스핀들을 사용하여 동시에 많은 양의 실을 방출하였다. 첫번째 실험에서 제일 좋다고 간주된 두 방법을 사용하여 12개의 스핀들에서 연속 2회를 도핑하였다. 이 두 로트는 각각 로트 8(ASD, 캡 정방)과 로트 9(유니플렉스, 링 정방)였다. 로트 8과 로트 9에 사용한 로빙은 TableVI에서 보이는 방법으로 만들었다.

이들로부터 80°, 90° 및 100°의 소모사를 방출하였다. 기계적 조건은 Table VII에서와 같다.

<Table VI>

Operation	Delivered weight	Draft	Doub- lings	U%
1. SACM autoleveller gill box	540 drams/40 yds	5.5	11	1.5
2. Autoleveller draw box	80 drams/40 yds	6.8	1	1.4
3. Open finisher	40 drams/40 yds	5.9	3	2.5

<Table VII> Mechanical Details for Lots 8 and 9

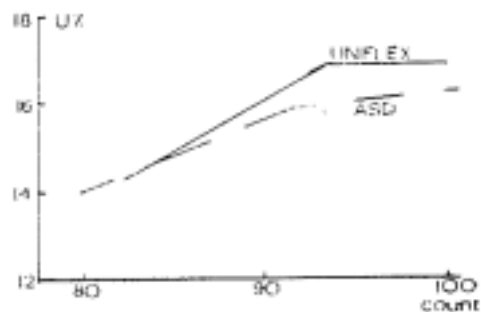
Lot	Nominal 80s				Nominal 90s				Nominal 100s			
	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. l. (inch)	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. l. (inch)	Cap or ring size (inch)	Balloon speed	Draft	Calc. t. p. l. (inch)
8. ASD cap	$1\frac{7}{8}$ Cap	5,950	179.0	22.0	$1\frac{7}{8}$ Cap	5,250	206.0	23.2	$1\frac{5}{8}$ Cap	4,910	228.0	24.4
9. Uniflex ring	$2\frac{1}{4}$ Ring	6,000— 6,500	184.0	26.75	$2\frac{1}{4}$ Ring	4,800— 5,200	210.0	27.05	$2\frac{1}{4}$ Ring	4,300— 4,700	225.0	27.4

실의 시험(II)

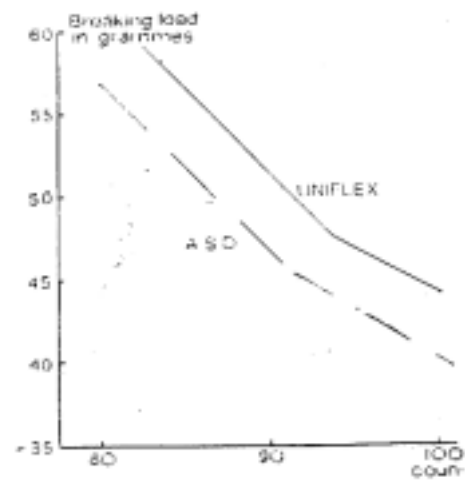
실의 품질시험 항목은 다음과 같았다.

- (i) 변수
- (ii) 균제도(U%)
- (iii) 실의 강력
- (iv) 강력의 변동
- (v) 절단신도(%)

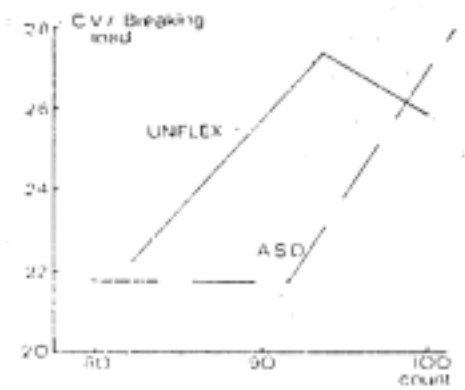
시험결과는 Fig. 6, 7, 8 및 9에서와 같다.



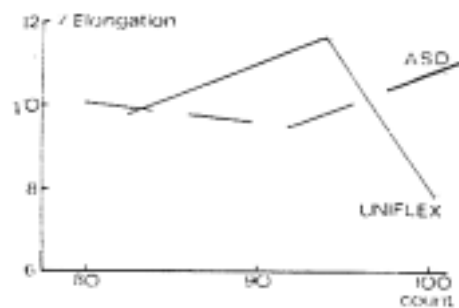
<Figure 6> U% of the yarns



<Figure 7> Breaking load of the yarns



<Figure 8> CV% of the breaking load



<Figure 9> % elongation

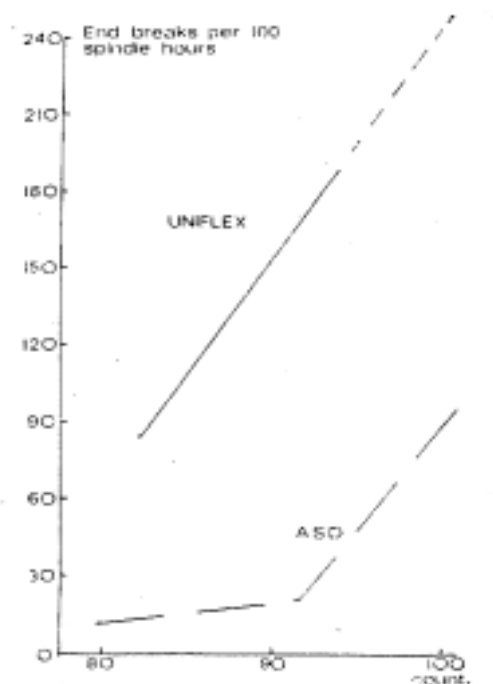
사절율(End-breakage rate)

사절율은 다음에 열거한 두 가지 이유 때문에 중요시 되는데 즉,

- (i) 실의 품질은 매듭수가 증가함에 비례하여 나빠지고
- (ii) 틀잡이의 일량은 여러 요인에 의해 결정되는데 그 중 하나가 실끊김 수이다.

실을 이르면 그 하나 하나가 모두 세번수 소모사의 제조자에게는 잠재적인 결함이 되며 따라서 매듭수는 중요하다. 세번수를 생산하고 있는 제조자들에 의하면 100스핀들 · 시간당 실끊김 수가 15~20이면 정상 방출이 가능하다고 한다.

Fig. 10은 로트 8 및 로트 9에 대한 100스핀들 · 시간당의 실끊김 수를 보인 그래프이다. 두 로트에서 가장 뚜렷한 차이는 사절율에 있는 것으로 나타났다. 로트 8(ASD 캡 정방)의 80°와 90°만이 정상 방출이 가능하였다.



<Figure 10> End breaks for 100 spindle hours

Fig. 10은 로트 8 및 로트 9에 대한 100스핀들 · 시간당의 실끊김 수를 보인 그래프이다. 두 로트에서 가장 뚜렷한 차이는 사절율에 있는 것으로 나타났다. 로트 8(ASD 캡 정방)의 80°와 90°만이 정상 방출이 가능하였다. 실끊김 수를 제외하고는 모든 시험에서 두 실의 품질은 유사해서 ASD캡 정방이나 유니플렉스 링 정방은 우열을 가리기가 어려웠다.

결 론(II)

질번이 80°인 이중 코우밍된 오일 톱을 쓸 경우 ASD캡 정방으로는 80°와 90°의 실을 방출할 수 있다. 반면 유니플렉스 링 정방을 쓸 경우 균제도, 강력 및 신도면에서는 유사한 품질은 뽑을 수 있으나 실끊김 수가 많아 방적이 곤란했다.