

"PROCESSOS DE FIAÇÃO DE FIBRAS ARTIFICIAIS"

SUMÁRIO

- 1- INTRODUÇÃO**
- 2- PROCESSOS DE FIAÇÃO DE FIBRAS ARTIFICIAIS**
 - 2.1- Fiação via fusão**
 - 2.1.1- Principais fibras produzidas**
 - 2.1.2- Características do processo**
 - 2.2- Fiação via seca**
 - 2.2.1- Principais fibras produzidas**
 - 2.2.2- Características do processo**
 - 2.3- Fiação via úmida**
 - 2.3.1- Principais fibras produzidas**
 - 2.3.2- Características do processo**
 - 2.4- Fiação reativa**
 - 2.4.1- Principais fibras produzidas**
 - 2.4.2- Características do processo**
- 3- PROCESSOS ESPECIAIS DE FIAÇÃO**
 - 3.1- Produção de fibras conjugadas**
 - 3.2- Produção de fibras de misturas**
 - 3.3- Fieiras com orifícios não-circulares**

FIBRAS : COMPRIMENTO = 1000 - 4000
ESPESURA (MELORES FIBRAS
TEXTIS)

TITULO : RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTO E PESO

- DENIER - MASSA EM GRAMAS DE 9000m
- GTEX - " " " 10.000m
- TEX - " " " 1000m

FIBRAS CORTADAS ("STAPLE FIBERS")

POLIÉSTER / ALGODÃO, VISCOSE OU LÃ

ACRÍLICO / LÃ

ACRÍLICO / CELULÓSICA

POLIÉSTER / NYLON

FIBRAS SINTÉTICAS : "TAILOR-MADE"
CUSTO MENOR
VIA MAIS LONGA
MAIOR FLEXIBILIDADE
(CONFORTO, APARÊNCIA, LAVAGEM)

FIO TÍPICO: 15 a 100 FILAMENTOS

TOW : LOMA DE DENIER 200.000 COM POR
EXEMPLO 40.000 FILAMENTOS DE DENIER 5

QUANTO MAIS FINO O FIO, MAIS FLEXÍVEL E
MAIS DIFÍCIL DE TINGIR ("SKIN EFFECT")

FIO DENIER 100 — 20 FILAMENTOS DENIER 5
+ ESCURO SI MESMO CORANTE)
60 FILAMENTOS DENIER 1,67
MUITO FLEXÍVEL TECIDO FINO
ABSORVE O MESMO CORANTE
COM MENOR QUANTIDADE

PARCELES +

FIBRAS TEXTÉIS

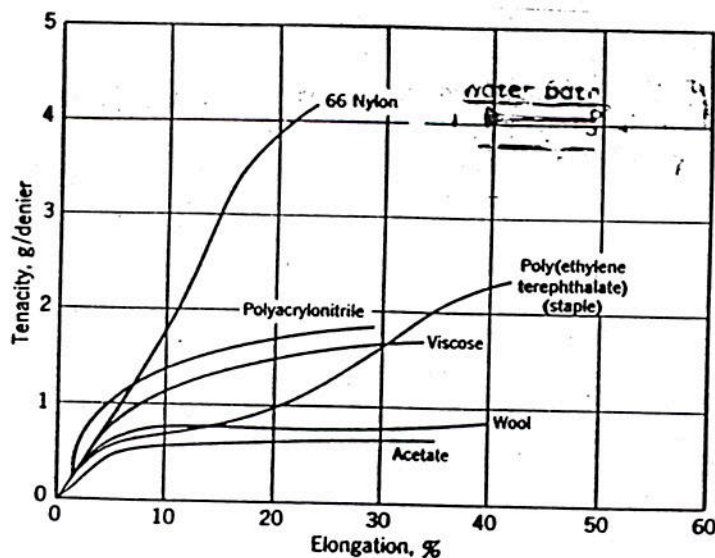


Fig. 18-2. Stress-strain curves of woollike fibers (Heckert 1953).

COMPORTAMENTO DA Lã

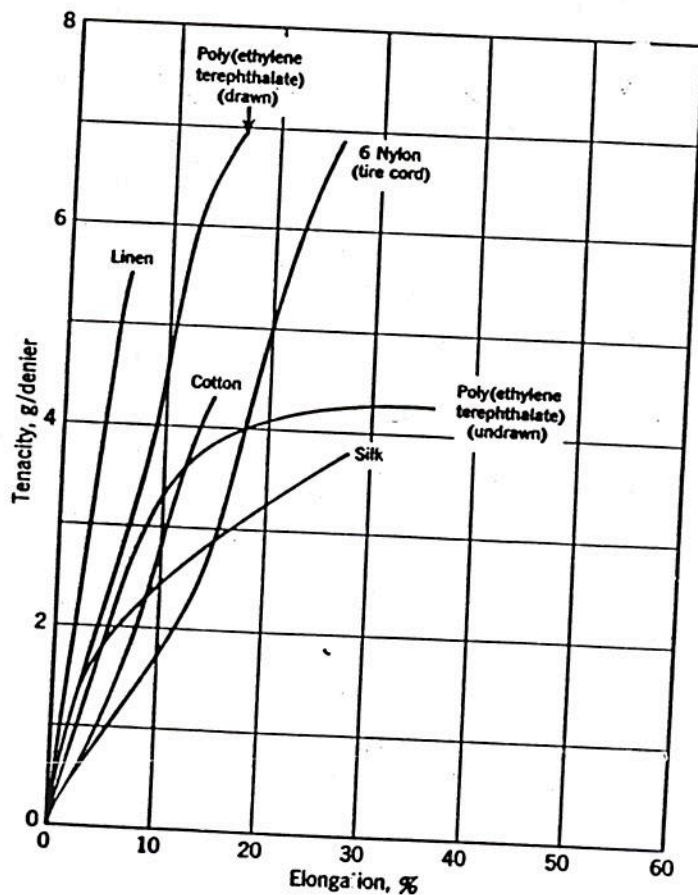


Fig. 18-1. Stress-strain curves of silklike fibers (Heckert 1953).

COMPORTAMENTO DA SEDA

nylon 6,6
PAN
PET
CORTADA

PET CONTINUA
nylon 6

PROPRIEDADES:

a) GEOMÉTRICAS

Incluem vários aspectos relacionados com as dimensões e a forma das fibras tais como comprimento (staple fibers), área, forma da seção transversal e crimp (descreve o ondulamento).

b) FÍSICAS

- DENSIDADE LINEAR OU TÍTULO

denier	-	massa em gramas de	9000m
grex	-	" " " "	10.000m
tex	-	" " " "	1000m

- PROPRIEDADES TÉRMICAS

As fibras têxteis devem apresentar alta T_m e alta temperatura de degradação.

- PROPRIEDADES ÓTICAS

As fibras têxteis são opacas.

- PROPRIEDADES ELÉTRICAS

Afectam a utilidade da fibra, em geral, isolante. A electricidade estática é um problema das fibras hidrofóbicas pois não absorvem água da atmosfera para formar um sistema entricamente condutor) e não conseguem dissipar a electricidade estática.

- PROPRIEDADES MECÂNICAS

- RIGIDEZ
- DEFORMAÇÃO
- RESISTÊNCIA (g/denier / g/tex / g/grex)
- RESILIÊNCIA
- DUREZA

c) PROPRIEDADES QUÍMICAS

AS FIBRAS DEVEM SER RESISTENTES AOS EFEITOS DE ÁCIDOS, BASES, AGENTES REDUTORES E OXIDANTES, COMO A RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS.

FIACÃO TEM 2 SENTIDOS

FAZER FIO A PARTIR DE UMA SOLUÇÃO OU FUNDIDO

- FAZER FIO A PARTIR DE FIBRAS
- A PRODUÇÃO DE FIOS DE ALGODÃO ENVOOLVE A COLOCAÇÃO DAS FIBRAS PARALELAS, NA FORMA DE UM FARDO, COM PUXAMENTO GRADUAL DESSE FARDO E FORMA A AFINÁ-LO, DANDO AO FIO UMA TORÇÃO. FIBRAS SINTÉTICAS PODEM SER FIADAS NO SENSO (STAPLE FIBERS), OU SEJA, DEPOIS DE CORTADAS E TORNADAS PARALELAS, AFINADAS E TORCIDAS PARA A FORMAÇÃO DO FIO.

PROPRIEDADES DE FIBRAS TEXTIS

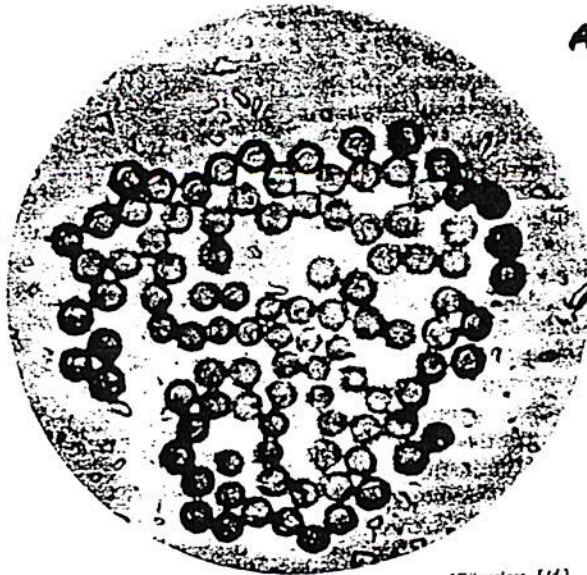
FIBRA	DENSIDADE g/cm ³	TENACIDADE g / DENIER	ALONGAMENTO (%)	MOISTURE REGAIN (%)	TEMPERATURA DE FUSÃO (°C)
PET	1.38	3,5 - 7	12-55	0.4	255
nylon 66	1.14	3-7	18-75	4	255
Acrílica	1.17	2-4,5	15-50	1	≈ 200
PP	0.9-0.92	4,5-7	15-100	-	165-176
Algodão	1.52	2,5-5	6-10	6-8	QUEIMA
lã	1.32	1,5-2	25-40	16	350
viscose	1.52	2.6	15-30	12-13	QUEIMA
PU	1.2-1.25	0,6-1.0	400-700	1-1.2	230-290
PVC	1.39	1.8-3.5	25-40	-	100

A FIEIRA (SPINNERET) É UM DISCO DE AÇO DE ESPESURA $\approx 0,25$ in E DIÂMETRO 2-3 in. OS ORIFÍCIOS TÊM DIÂMETRO 0.01 in OU MENORES.

O DENIER DE UMA FIBRA NÃO É DETERMINADO PELO DIÂMETRO DO ORIFÍCIO DA FIEIRA. O DENIER DO FILAMENTO É DETERMINADO PELA VELOCIDADE DE BOMBAMENTO DO POLÍMERO ATRAVÉS DA FIEIRA E PELA VELOCIDADE DE BOBINAMENTO DOS FILAMENTOS.

FILAMENTOS FINOS SÃO MAIS DIFÍCEIS DE TINGIR DO QUE FILAMENTOS GROSSOS DEVIDO AO "SKIN EFFECT". AS MOLÉCULAS DAS "PAREDES" DA FIBRA (EM ANALOGIA A UM TUBO) SÃO MAIS ORIENTADAS QUE AS MOLÉCULAS DO CENTRO. ISSO TORNA O PRIMEIRO ESTÁGIO DE TINGIMENTO MAIS LENTO (ATÉ A PASSAGEM DO CORANTE ATRAVÉS DAS PAREDES DA FIBRA). UM FIO DE DENIER 100 COMPOSTO POR 60 FILAMENTOS DE DENIER 1.67 ABSORVE MENOS CORANTE QUE UM FIO DE DENIER 100 COMPOSTO POR 20 FILAMENTOS DE DENIER 5. O FIO DE FILAMENTOS MAIS GROSSOS TINGIDO PELO MESMO CORANTE FICARÁ COM A COR MAIS ESCURA

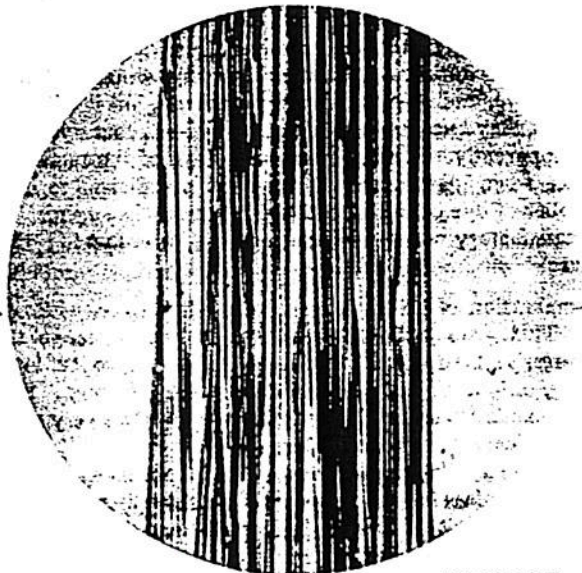
TENACIDADE:
6 g/den
AMORFO!



[Fibreglass, Ltd.]

FIG. 209.—Photomicrograph of cross-section of glass filaments ($\times 1,000$).
Note the round section.

BORAX, PEDRA CALCÁREA,
AREIA DE SILICA, Na_2CO_3
↓
FIACÃO VIA FUSÃO



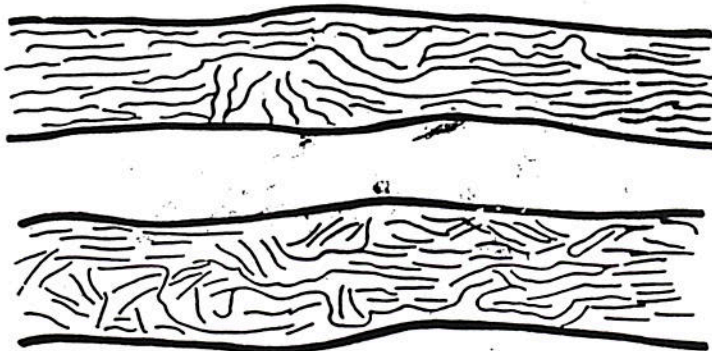
[Fibreglass, Ltd.]

FIG. 210.—Longitudinal view of a glass multi-filament yarn ($\times 100$).

BAIXA RESILIÊNCIA
(VIDRO)

PET, nylon, PP

POLÍMEROS SEMI-CRISTALINOS

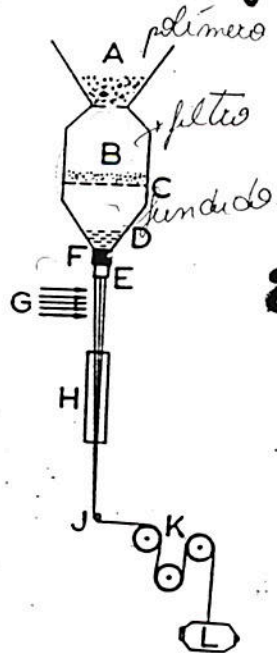
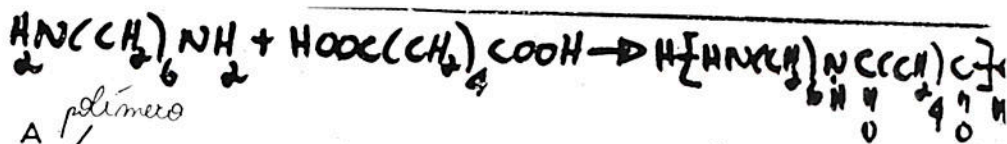


REGIÕES AMORFAS
E
CRISTALINAS

FIG. 36.—Diagrams representing both orderly (crystalline) and random (amorphous) regions in the same fibre.

Lower diagram represents lower degree of crystallinity than upper. Note that in either case the longest molecules pass from one crystalline region right through an amorphous region to another crystalline region.

Nylon 6,6



2.1-FIACÃO VIA-FUSÃO
PP, nylon 6,6, PET

FIG. 118.—Diagrammatic representation of nylon spinning plant.

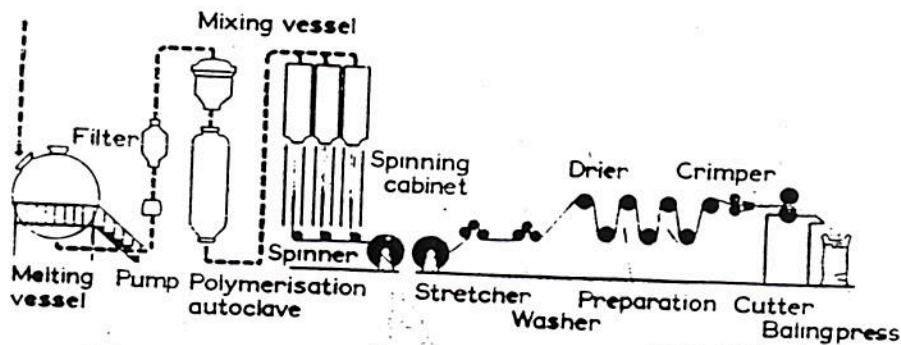
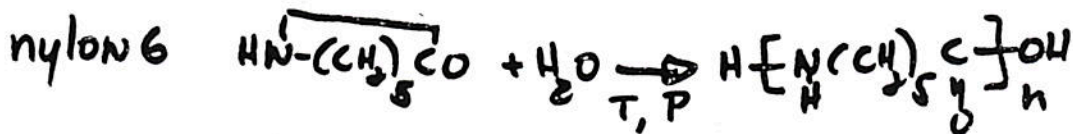
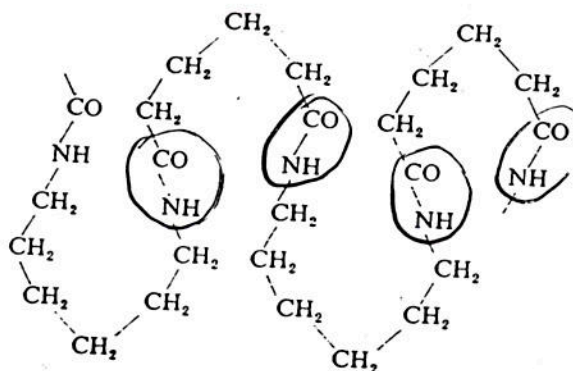


FIG. 137.—Perlon manufacture from molten lactam to staple fibre. [Farbenfabriken Bayer A.G.]

FIG. 24.—Nylon.
Random arrange-
ment of molecules
before cold-draw-
ing.

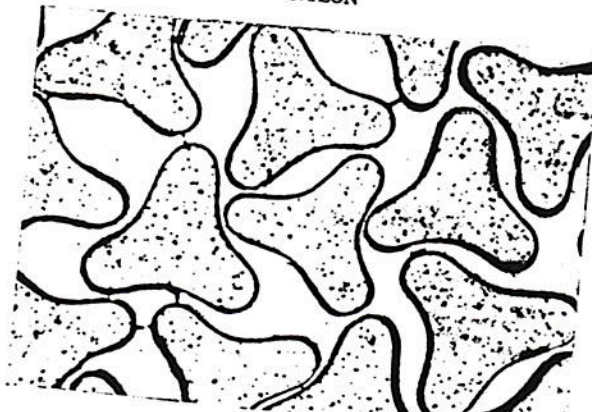


FIG. 25.—Nylon. Orientation of molecules after cold-drawing.



ORIFÍCIOS "T" OU "Y" → SEÇÃO TRANSVERSAL
TRILOBAL

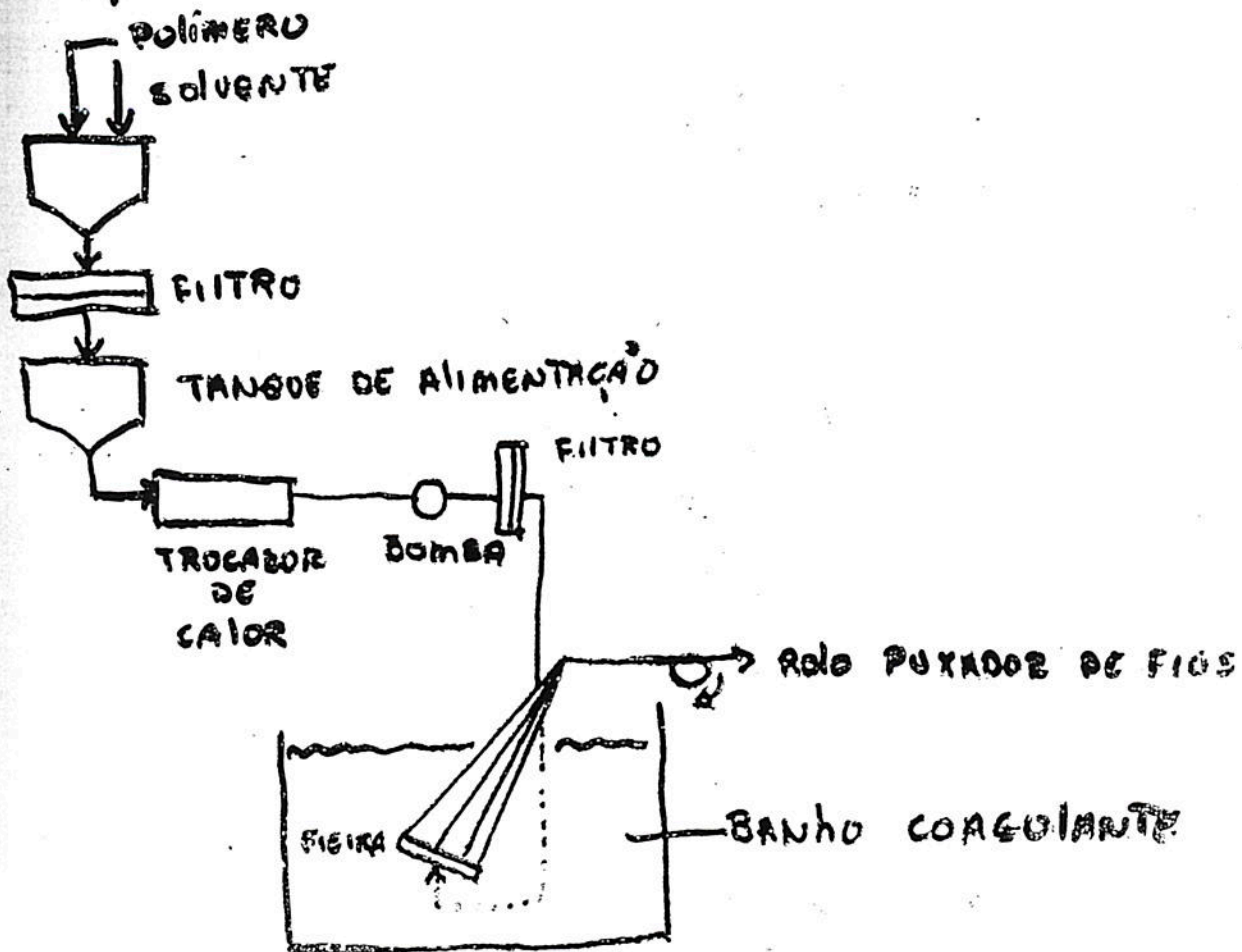
NYLON



[E. I. du Pont de Nemours & Co.]

FIG. 135.—Photomicrograph of cross-section of trilobal nylon
T-501. Magnification $\times 500$.

3. FIBRAÇÃO VIA-ÚMIDA



POL(ÁLCOOL VINÍLICO)

POLIACRILONITRILA (ORLON)

RAYON VISCOSE

POLIURETANO

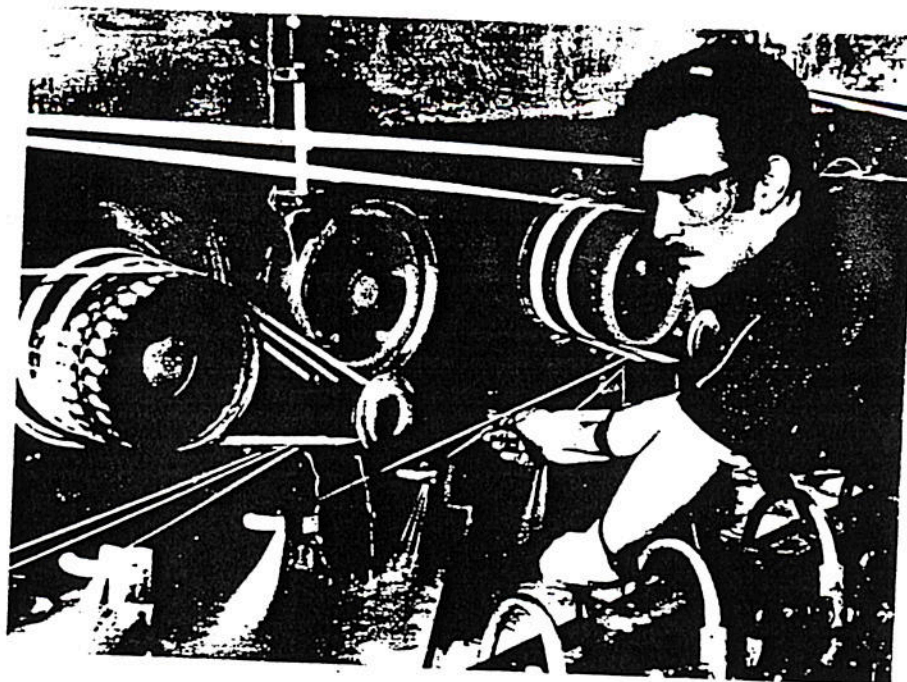


Figure 11.28 Spinning machine. (Courtesy of Courtaulds Ltd.)

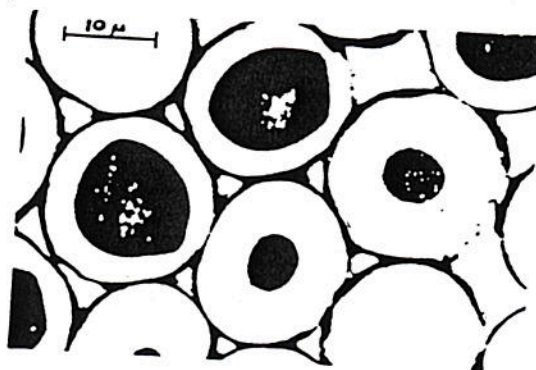


Figure 3.32 Cross sections in light microscope showing varying stages of collapse [366].

APÓS ESTIMAMENTO, A
FIBRA POROSA RETÉM
 H_2O - SECAGEM $\Rightarrow$
COLAPSO
POR ENCOLHIMENTO

FIBRA ÚMIDA:

SEÇÃO TRANSVERSA $\rightarrow$ CONVOLUTA

Dynel: $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ / $\text{CH}_2=\text{CHCN}$
60% 40%

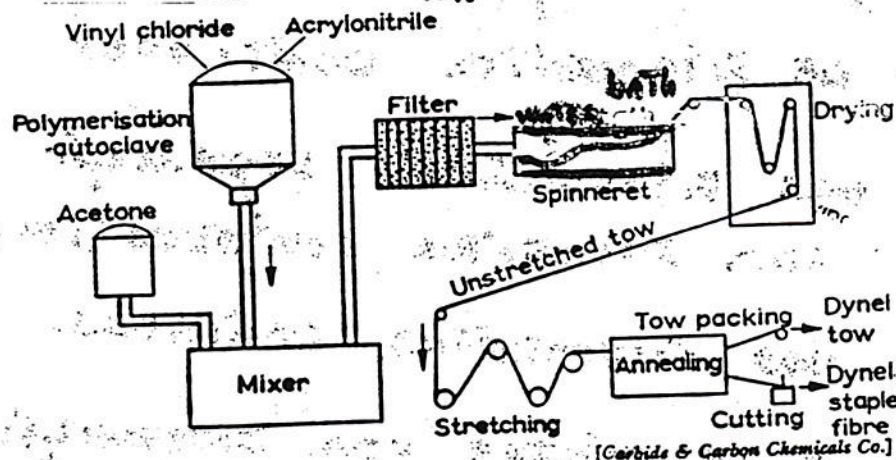


FIG. 174.—Schematic representation of the stages of Dynel manufacture.

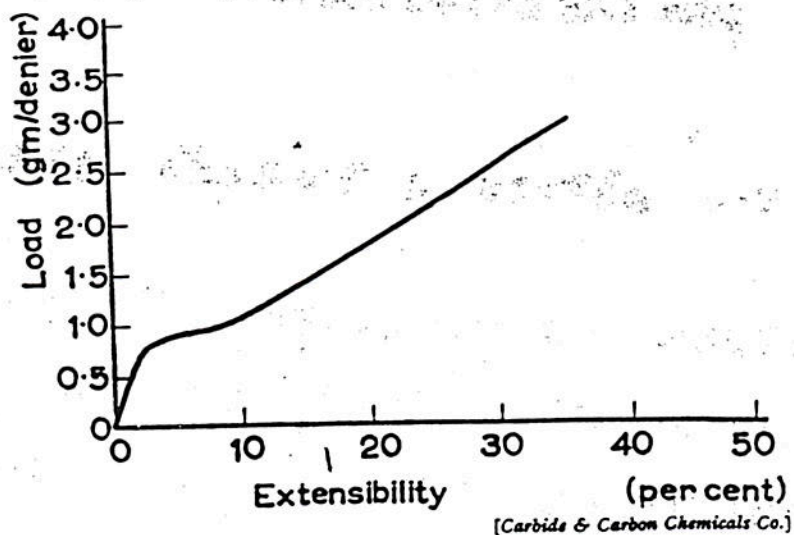
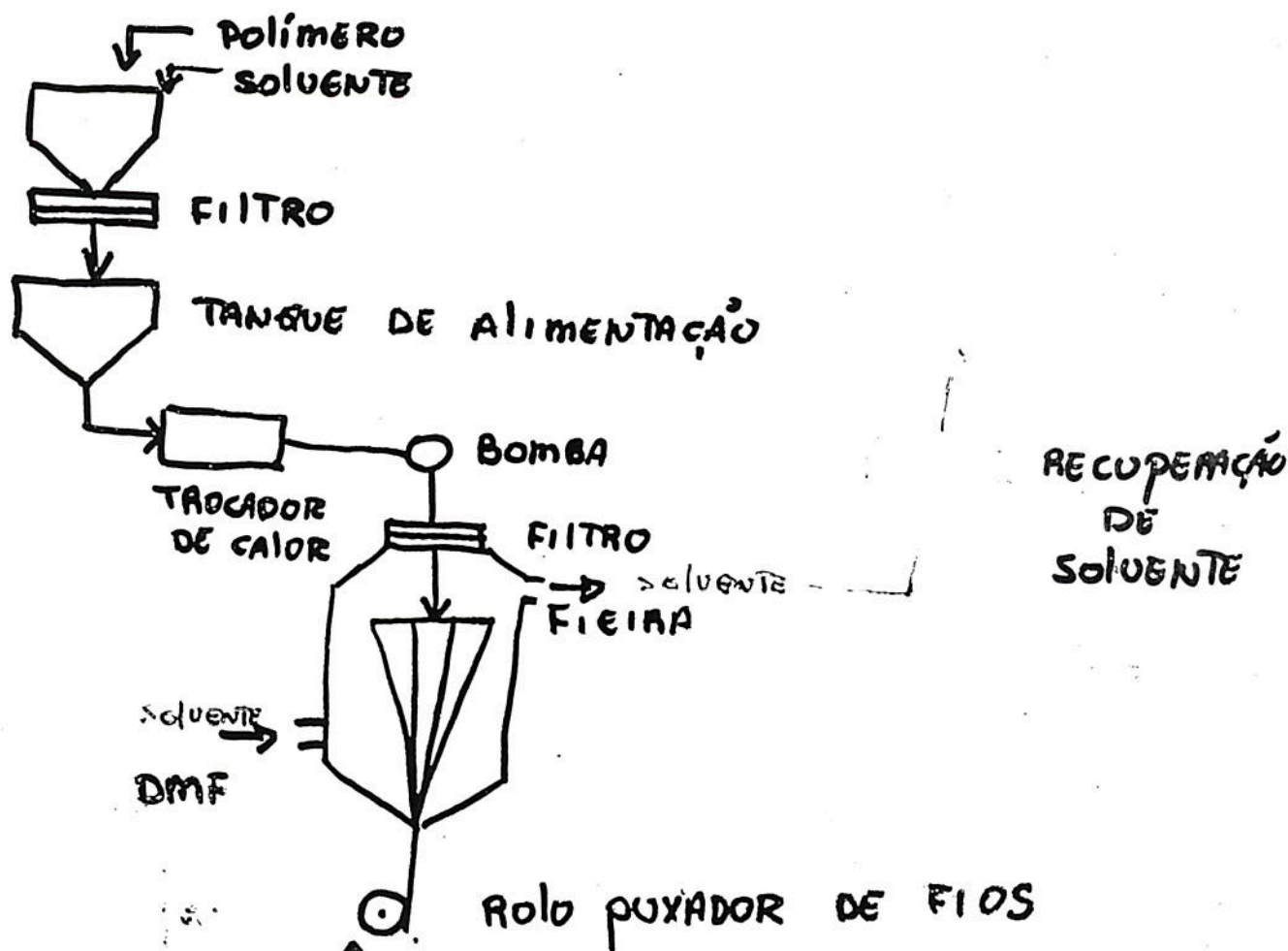


FIG. 175.—Stress-strain curve of 3-denier Dynel.

SECAGEM VIA-SECA



FIBRAS ACRÍLICAS: $35\% < \text{CH}_2=\text{CH} < 85\%$
 CN

COMONÔMEROS:
 ACRILATO DE METILA
 ACRILATO DE METILA
 ACETATO DE VINILA
 ACRÍLICO
 ITACÔNICO
 STIRENO
 ACRÍLICO DE VINILA

POLIMERIZAÇÃO EM ÁGUA
 (DISPERSÃO AQUOSA)

FIBRAS DE CARBONO

SEÇÃO TRANSVERSAL $\Rightarrow$ ELÍPTICA

ORLON - PAN



FIG. 189.—Photomicrograph showing cross-section of Orlon continuous filaments (x1500).
[E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.]

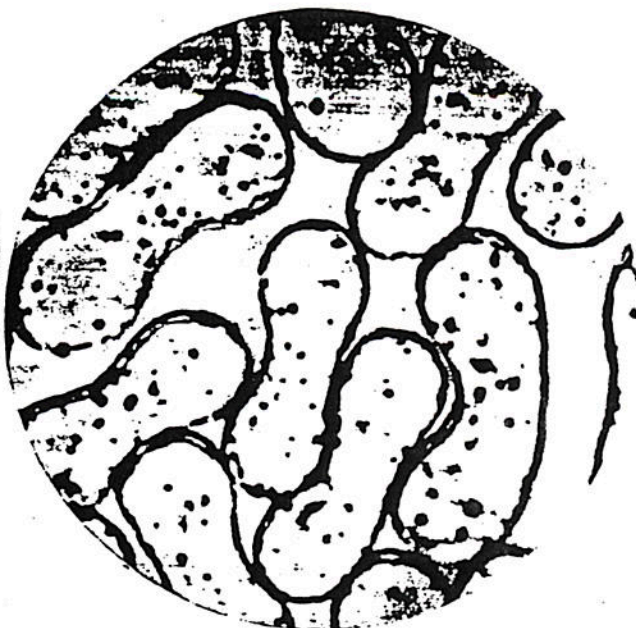


FIG. 190.—Photomicrograph showing cross-section of Orlon staple fibre (x1500).
[E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.]

**FILAMENTO
CONTINUO
+ ORIENTADO**



FIG. 191.—Photomicrograph showing longitudinal view of Orlon continuous filaments.
[E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.]

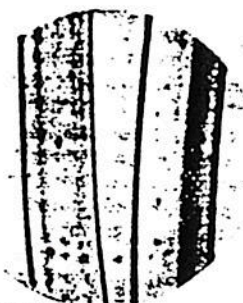


FIG. 192.—Photomicrograph showing longitudinal view of Orlon staple fibre.
[E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.]

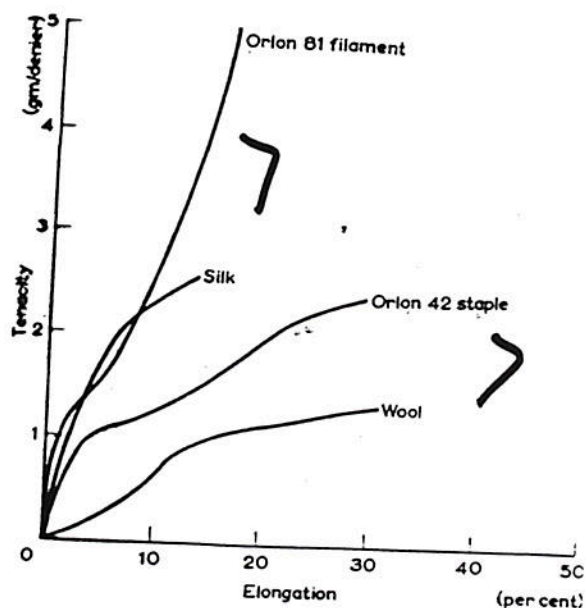
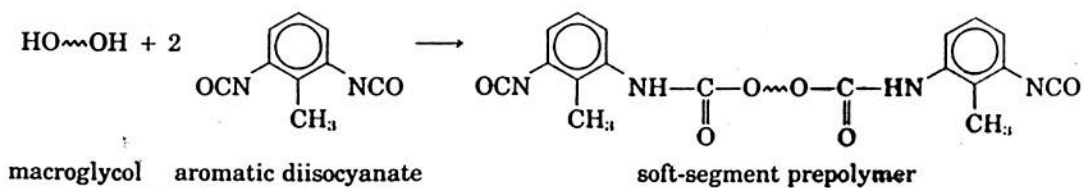


FIG. 193.—Stress-strain diagrams of Orlon continuous filament, silk, Orlon staple and wool. Orlon continuous filament is like silk; Orlon staple like wool.

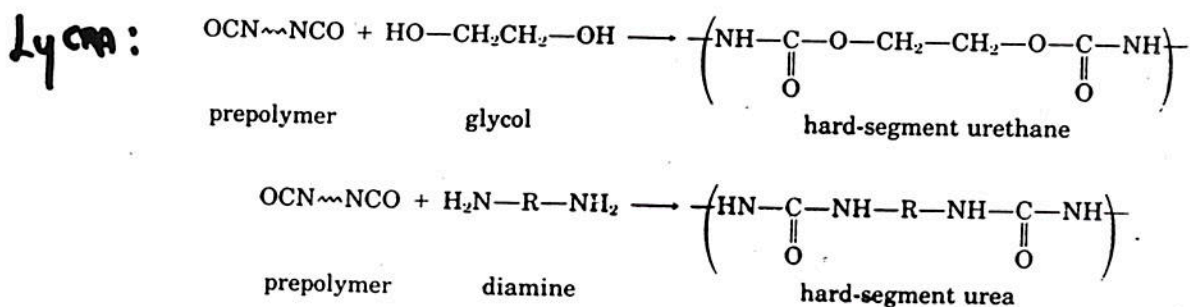
ARMazenagem de fios de PET

t (dias) ARMazenagem	TENACIDADE (g/dtex)		
	NORMAL	MOY	POY
1	2.9	3.2	3.3
13	0.9	3.3	3.3
27	—	3.3	3.3
77	—	3.0	3.2
90	—	2.9	3.2
V FIAÇÃO m/min	1300	2500	3500
DISSOLUÇÃO gência x 10 ³	5	25	50

2.4. FIAÇÃO REATIVA



$\frac{\text{NCO}}{\text{OH}} > 1 \Rightarrow \text{NCO TERMINAL}$
 $< 1 \Rightarrow \text{OH TERMINAL}$



PM

< 4000

4.000 - 6.000

6.000 - 8.000

8.000 - 10.000

> 10.000

PROPRIEDADE DE FORMAÇÃO DE FIBRAS

FIBRAS FRACAS E QUEBRADIÇAS

FIBRAS AINDA FRACAS, MENOS QUEBRADIÇAS

FIBRAS MAIS FORTES

EXCELENTE FORMAÇÃO DE FIBRAS

FIAÇÃO

PREPOLÍMERO

SOL C/
EXTENSOR
DE CADEIA

PU, PP

REAÇÃO QUÍMICA APÓS EXTRAÇÃO DO PREPOLÍMERO:

- MONÓMERO REATIVO
- CATALISADOR
- AGENTE PARA LIGAÇÃO CRUZADA

3 - PROCESSOS ESPECIAIS DE FIACÃO

3.1. PRODUÇÃO DE FIBRAS CONJUGADAS

COMPOSTAS POR DUAS ESTRUTURAS QUÍMICAS $\neq$ s



lado a lado



"SHEATH CORE"

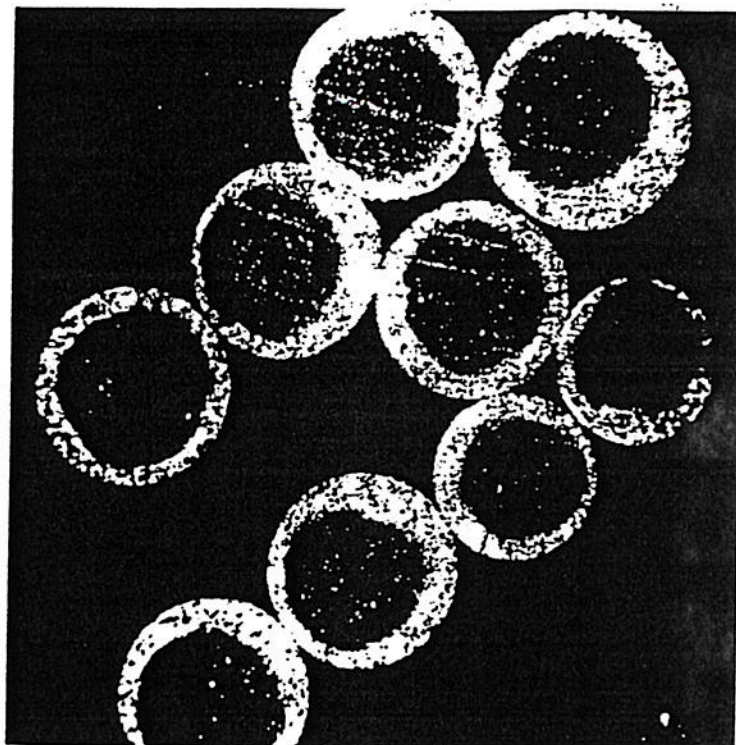
CONCÊNTRICA / EXCÊNTRICA

FIACÃO VIA-FUSÃO OU VIA-ÚMIDA

PET/NYLON $\Rightarrow$ CAMISA DE NYLON FACILITA
O TINGIMENTO

LUSTRO, TINGIBILIDADE, ESTABILIDADE $\rightarrow$ CAMISA

RESISTÊNCIA, CUSTO, DURABILIDADE $\rightarrow$ CORE



[I.C.I. Fibres Ltd.]

FIG. 248.—Magnified cross-section of a heterofil fibre. The sheath and core consist of two kinds of nylon with different melting points. This kind of fibre is used in Tultrim carpets.

3.2. PRODUÇÃO DE FIBRAS MISTURADAS

- EFEITOS ESPECIAIS NO TINGIMENTO
- MELHORES PROPRIEDADES MECÂNICAS

FIAÇÃO VIA-FUSÃO OU VIA-SECA

IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA COMPATIBILIDADE

A FORMAÇÃO DE FIBRAS ESPECIAIS ATRAVÉS DO USO DE FIBRAS CONJUGADAS, MISTURA DE POLÍMEROS, UTILIZAÇÃO DE ORIFÍCIOS DE GEOMETRIA ESPECIAL E ESCOLHA DO PROCESSO DE FIAÇÃO É BASTANTE EMPÍRICA.

OS POLÍMEROS SÃO MATERIAIS SURPREENDENTES E PODEM SUPERAR AS EXPECTATIVAS DE DESEMPENHO DE UMA NOVA FIBRA.

3.3. FIBERS COM ORIFICIOS NFO 'CIRCULARES

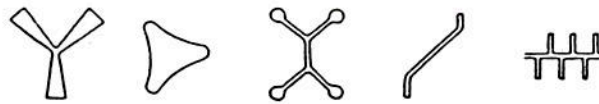
Multiple-orifice designs



Fiber profiles



Single-orifice designs



Fiber profiles



Multiple-orifice designs



Fiber profiles



Single-orifice designs



Fiber profiles



Fig. 29. Orifice designs and resultant solid-profile and hollow-profile fibers (156).

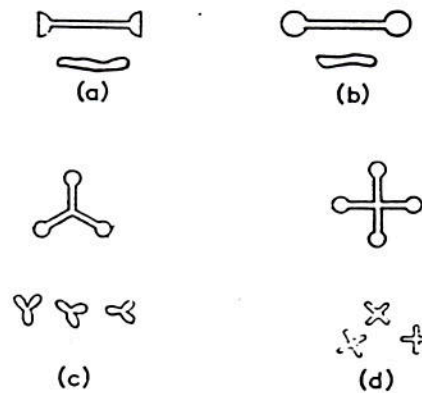


FIG. 131.—Slots with abrupt terminal expansions used as spinning orifices: (a) straight slot; (b) dog bone; (c) triangular; (d) cruciform. In each case the approximate shape of the spun filament is shown below the jet. The trilobal filaments made with orifices (c) are the nearest to Antron. As an indication of the magnification in the figure, the cross (d) is in reality $1\frac{1}{2}$ mm. across but the slots are drawn wider than to scale.

[After Lehmicke (du Pont de Nemours & Co.)]

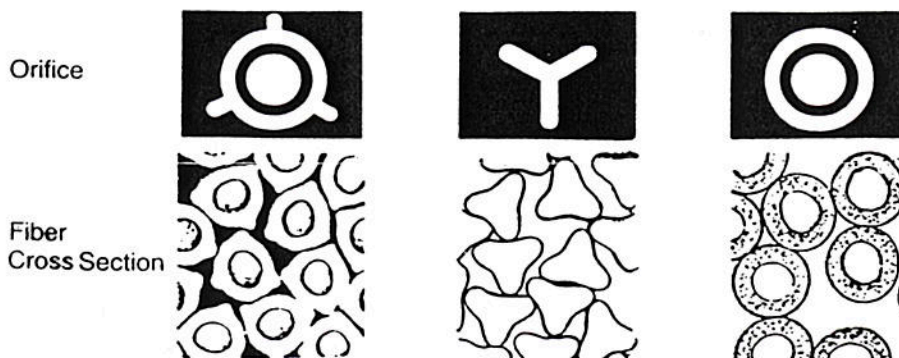
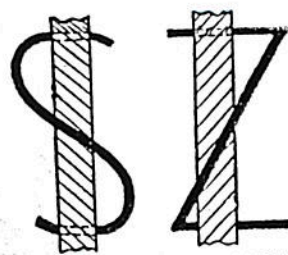
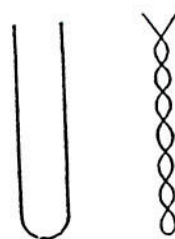


Figure 2.39 Schematic orifice designs and fiber cross sections.



[Leonard Hill, Ltd.]

FIG. 2.—The two directions of twist.



[Leonard Hill, Ltd.]

FIG. 3.—Balanced and unbalanced yarns.

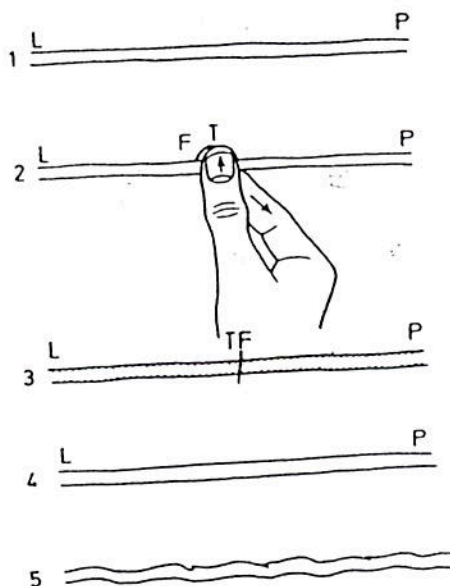
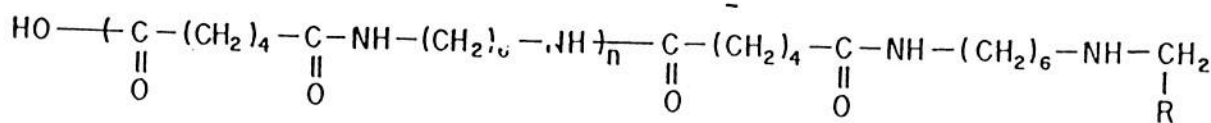
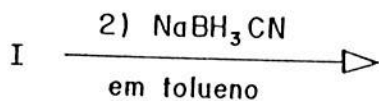
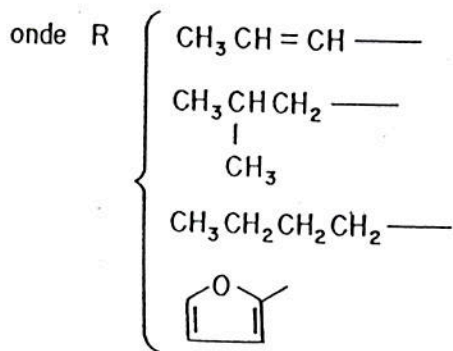
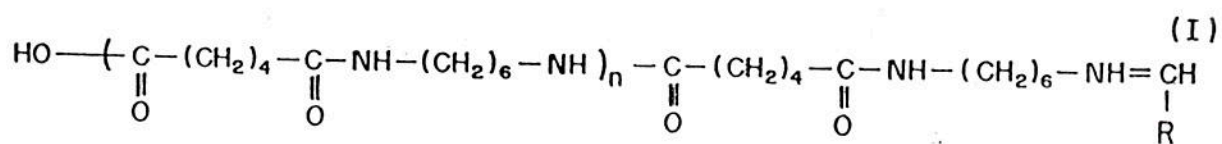
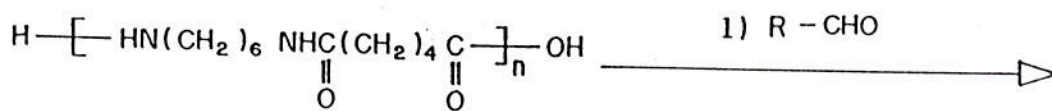


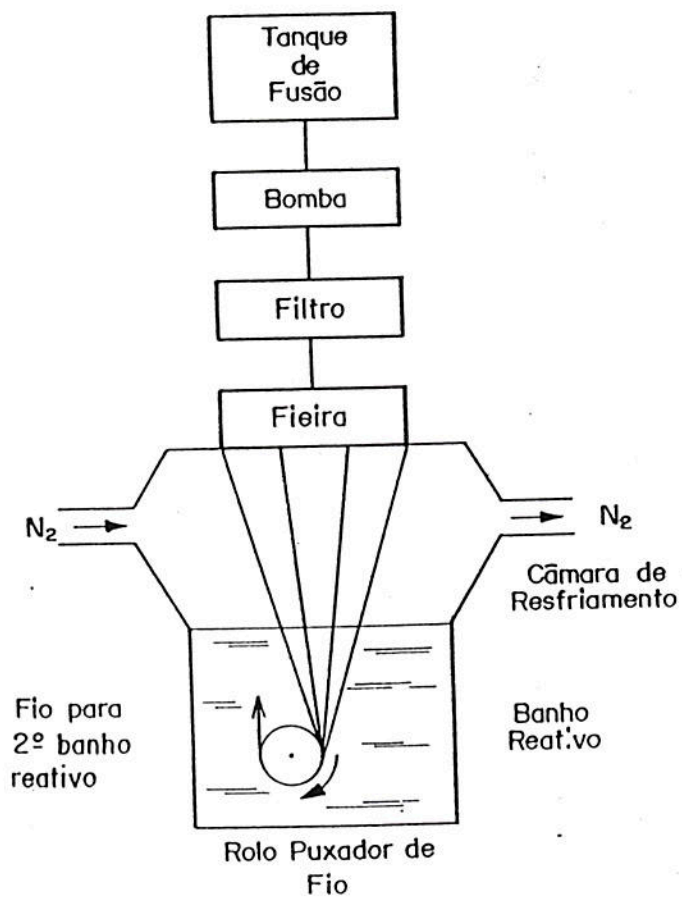
FIG. 220.—False twist.

1. A length of yarn pictured unduly thick for explanatory reasons LP, held by a pin at P and by the observer's left hand at L. It has practically no twist to begin with.
2. The observer grips the yarn at about its centre by right thumb and index finger TF. The index finger is rolled under the yarn towards the body and the thumb in the opposite direction over the yarn, so that in effect the thumb and finger insert twist into the yarn at its centre.
3. That half of the yarn nearest to the observer (he is holding its end at L) acquires S twist and the other half Z twist. So long as the yarn is gripped at its centre TF these twists are stable.
4. The thumb and finger TF are taken away. The S twist and the Z twist melt into each other and we are left with a yarn as originally at (1), with practically no twist.
5. But if the yarn had been thermoplastic, e.g., polyester, and had been gripped mechanically at its centre point TF and heated (heat-set) in that condition, it would, when released, have possessed a crinkle—it would have been texturised. (N.B. False twist can be put into any yarn, e.g., cotton, but this is purposeless because when the grip at the centre is released, the cotton becomes just as it was to begin with. Only if the yarn is thermoplastic and is heat-set before the grip is released is the insertion of false twist useful.)

nylon elástico

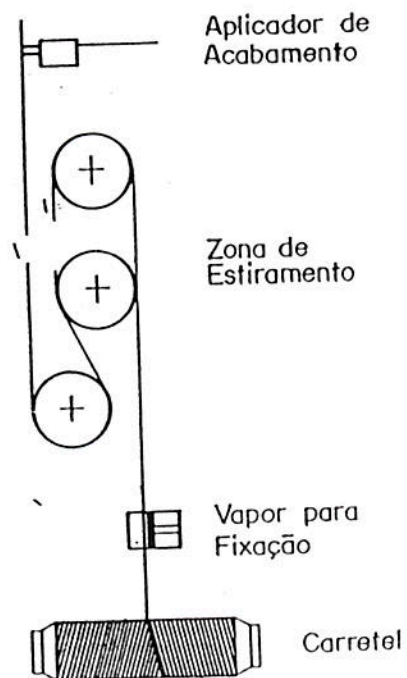


nylon elástico



A) FIAÇÃO REATIVA

Fio que sai
do Banho Reativo



B) ESTIRAMENTO

PRODUTOR	NH ₂ (meq/kg)	COOH (meq/kg)	$\bar{M}_n$	TENSÃO DE RUPÇÃO (kg/mm ²)
BAYER	25	56	19800	43
ENKA	49	53	18500	57
PHRIX	40	53	18000	41
INSER	36	57	18200	45
rhodia	45	54	16000	53
ONSANTO	65	68	13500	27
Hykaylon	35	60	18000	50

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS
nylons comerciais

PREPARAÇÃO DE 'STAPLE FIBERS'

1 - FIACÃO DE FILAMENTOS CONTÍNUOS

2 - CORTE DOS FILAMENTOS, SEPARAÇÃO E NOVA MISTURA COM FILAMENTOS CORTADOS (IGUAIS OU $\neq$)

3 - FIACÃO DOS FILAMENTOS CORTADOS:

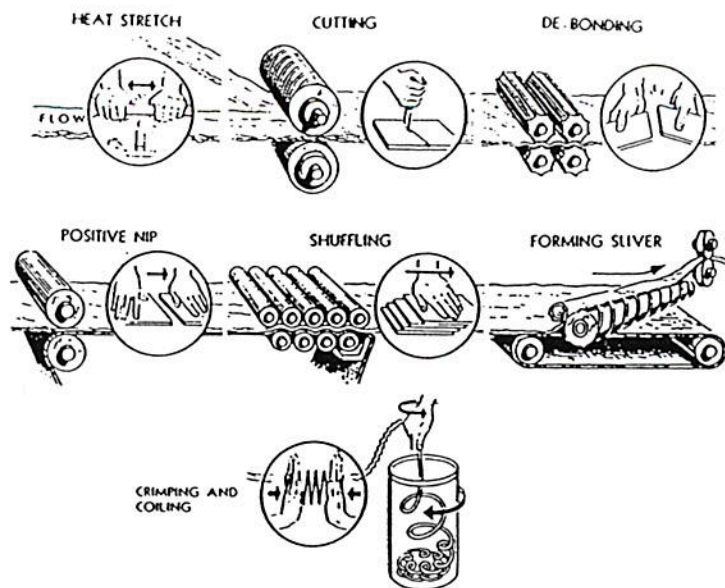
- TURNAR // AS FIBRAS COM FORMAÇÃO DE MECH

- ESTIRAR A MECHA ATÉ A OBTENÇÃO DE UM CORDEL QUE PROGRESSIVAMENTE DIMINUI DE DIÂMETRO.

- DAR AO FIO OBTIDO A TORÇÃO ADEQUADA.

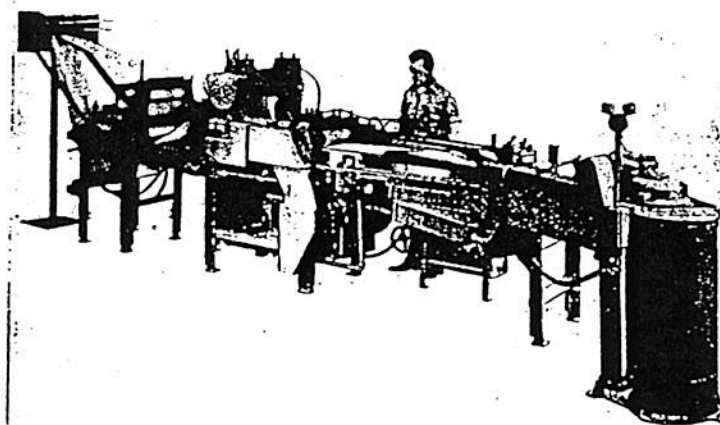
FIBRAS CORTADAS DE POLIÉSTER SÃO COMUMENTE MISTURADAS COM LÃ, ALGODÃO OU LINHO. É MUITO MAIS FÁCIL MISTURAR FIBRAS PARA FORMAR UM FIO MISTO DO QUE MISTURAR FIOS DE DIFERENTES MATERIAIS PARA FORMAR UM TECIDO.

AS FIBRAS CORTADAS EM GERAL TÊM COMPRIMENTOS QUE VARIAM DE 1-6 in. O MAIS COMUM É O USO DE FIBRAS CORTADAS DE MESMO COMPRIMENTO E MESMO DENIER (A SEÇÃO TRANSVERSAL DEVE TAMBÉM SER DA MESMA FORMA).



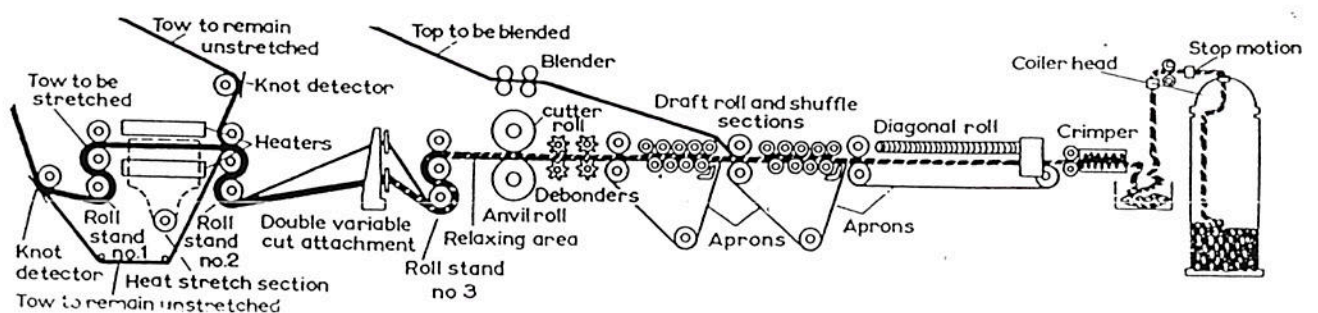
[The Warner & Swasey Co.]

FIG. 232.—Schematic view of sequence of operations in the Pacific Converter.



[The Warner & Swasey Co.]

FIG. 233.—The Pacific Converter.
Tow is fed in at the left, Top collected at the right.



[The Warner & Swasey Co.]

FIG. 231.—Flowsheet through Pacific Converter.
Tow is fed in at the extreme left and Top is collected at the extreme right.

OS FILAMENTOS NÃO SÃO ADEQUADOS A FIBRAS
 ÊXTEIS ENQUANTO NÃO FOREM SUBMETIDOS A
 UMA OU VÁRIAS OPERAÇÕES DE ESTIRAMENTO. O
 ESTIRAMENTO É CONDUZIDO A QUENTE OU A
 FRIO (DEPENDENDO DO POLÍMERO) E É REPETIDO ATÉ
 QUE OS FILAMENTOS ALCANÇEM UMA ORIENTAÇÃO
 MOLECULAR IRREVERSÍVEL EM RELAÇÃO AO EIXO DA FIBRA.

APÓS A FIACÃO É DADO O ACABAMENTO AOS
 FIOS OBJETIVANDO A COESÃO DOS FILAMENTOS,
 LUBRIFICAÇÃO E REVESTIMENTO COM O AGENTE
 ANTI-ESTÁTICO.

A TORÇÃO (TWIST) É MEDIDA EM TURNS PER
 INCH (T.P.I.), VOITAS POR POLEGADA. QUASE
 TODOS OS FIOS SÃO TORCIDOS POIS A TORÇÃO
 PROTEGE OS FILAMENTOS E FACILITA A TECELAGEM.
 A ADIÇÃO DE TORÇÃO AUMENTA O DENIER DE
 QUALQUER FIBRA EMBORA DIMINUA A TENACIDADE.

	DENIER COM TORÇÃO (T.P.I.)		
PET			
DENIER	1	24	48
10 (39 FILAMENTOS)	40	40.5	42
70 (")	70	72	77
110	110	112	121

TORÇÃO (t.p.i)	TENACIDADE g/dENIER	ALONGAMENTO NA RUPTURA (%)
1	7.1	11
23	6.6	15
36	5.3	16
47	3.9	17

MONOFILAMENTOS SÃO MAIS RESISTENTES DO QUE MULTIFILAMENTOS. POR EXEMPLO, É COMUM O USO DE MONOFILAMENTOS (DENIER 7, 12 OU 15) EM MEIAS DE SENHORA. A FLEXIBILIDADE É DADA PELO BAIXO DENIER. O CUSTO DE UM MONOFILAMENTO DE DENIER 15 É BEM MENOR DO QUE DE UM MULTIFILAMENTO COMPOSTO POR MONOFILAMENTOS DE DENIER 5.

Pilling: É CAUSADO POR FIBRAS PROTUBERANTES QUE SE TORNAM EMARANHADAS QUANDO O TECIDO É ESFREGADO. PESSOAS MAIS ATIVAS DESENVOLVEM MAIS pilling. FIOS DE MAIOR DENIER PRODUZEM MENOS pilling. O AUMENTO DA TORÇÃO TAMBÉM DIMINUI O pilling.

QUANDO UMA FIBRA É ESTIRADA, CINCO PROCESSOS OCORREM SIMULTANEAMENTE:

1- As moléculas são alinhadas paralelamente ao eixo da fibra.

2- As moléculas podem empacotar melhor, ou seja, ficam mais cristalinas.

3- Algumas vezes as moléculas desdobram como no caso do nylon e da lã.

4- As moléculas escorregam umas sobre as outras.

5- Como resultado do melhor empacotamento, forças interatômicas de atração (pontes de H) são exercidas conferindo grande resistência à fibra.