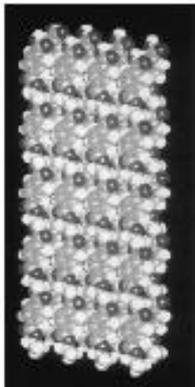


Princípios Físicos da Texturização por Torção

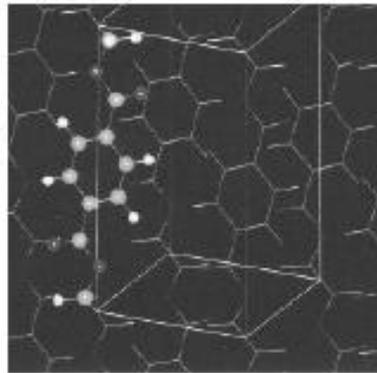
- Os desenvolvimentos na Texturização Têxtil na sua maioria foram empíricos. Os processos de engenharia não foram utilizados.

Fixação por Calor

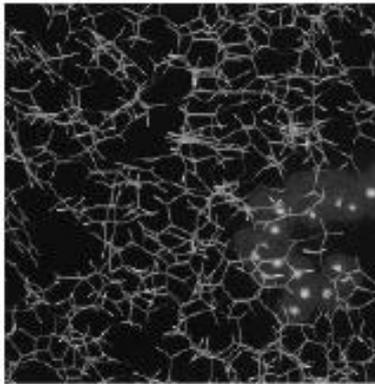
- Com exceção da texturização por jato de ar, todos os outros métodos de texturização utilizam a fixação por calor.
- As fibras de nylon e poliéster possuem uma estrutura cristalina formada pelas moléculas ligadas por forças van der Waals ou pontes de hidrogênio.
- Nylon e poliéster estirados têm aproximadamente 50% de estrutura cristalina.



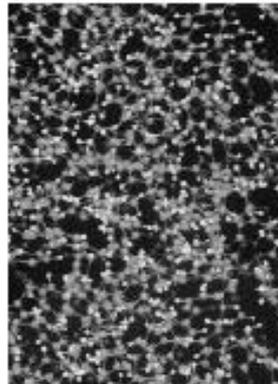
(a)



(b)



(c)



(d)

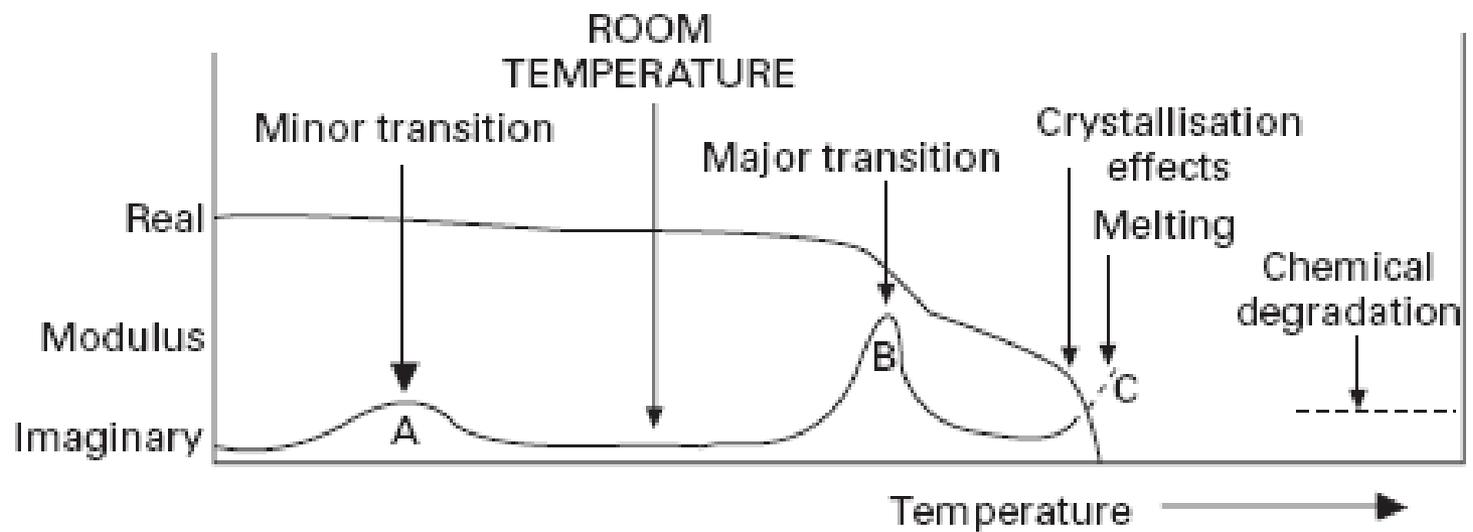
Computer-generated models of molecular packing in PET.

(a),(b) Crystalline. (c),(d) Amorphous.

Produced for Polyester: 50 years of achievement, Brunnschweiler and Hearle (1993) by Dr Andrew Tiller of BIOSYM Technologies Inc.

Transições Térmicas

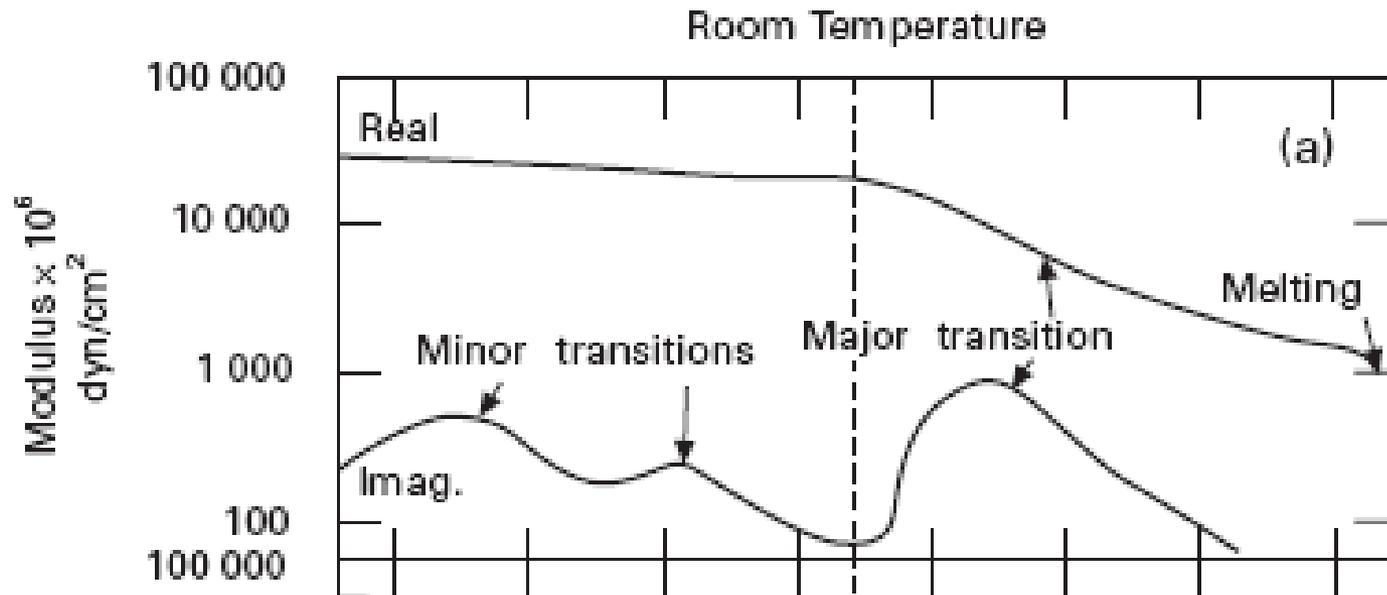
- Nylon 66 e poliéster (PET) têm 5 regiões de transição: -100°C , 100, 200, 260 e 300.
- A texturização é influenciada pelas temperaturas intermediárias



Análise Dinâmica

- Aplica-se uma deformação dinâmica : extensão, dobramento ou torção e mede-se a resposta dinâmica da força resultante.
- Materiais perfeitamente elásticos : tensão e deformação em fase e a razão é o módulo de elasticidade. Não há dissipação de energia
- Perfeito viscoso: tensão e deformação defasados de 90°. Toda energia dissipada na forma de calor
- Polímeros são visco-elásticos.

- Com o aumento da temperatura o módulo de elasticidade diminui e a viscosidade aumenta.
- A performance da texturização é melhorada se o material é resfriado com a temperatura passando abaixo da temperatura de transição.
- Quando não há mudança na temperatura o efeito é reversível, é uma fixação temporária.



Dynamic mechanical properties of polymers. (a) Nylon

Cristalização, recristalização e fusão

- A temperatura de fusão do nylon e poliéster varia de 250 a 265 e é mais alta para cristais perfeitos.
- Por volta de 240°C as fibras grudam, por isso esta é a máxima temperatura que a texturização pode ser feita.
- A fusão não é importante para a texturização, mas a recristalização sim.

Termo-Fixação

- Entre as temperaturas de 180 a 220oC faltam pesquisas . Sabe-se que o nylon 66 pode ser permanentemente fixado considerando as temperaturas e exposição à umidade de roupas.
- Diferenças entre: filamentos estirados submetidos à falsa torção, texturização por estiragem e POY amorfo texturizado.

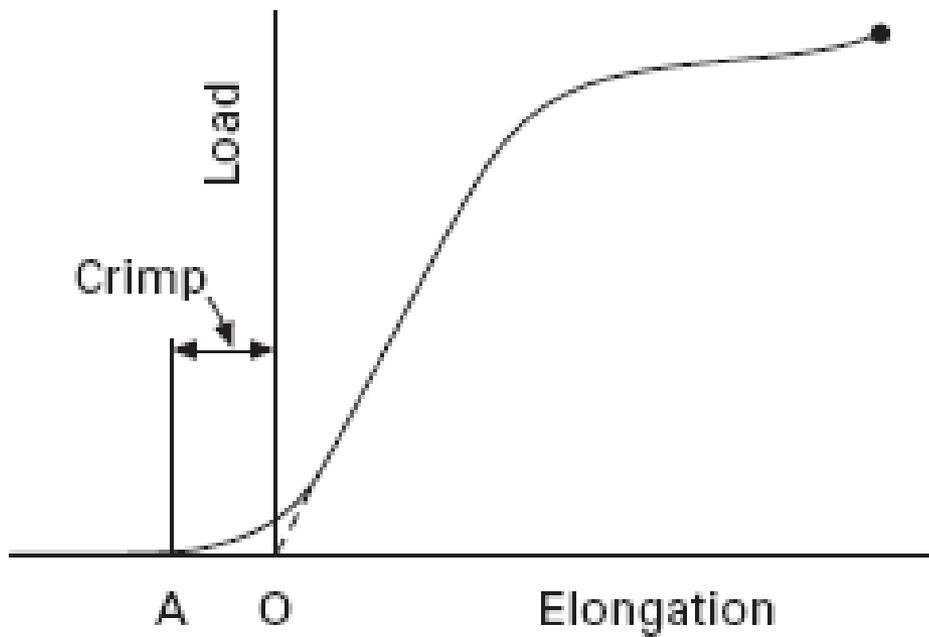
- Para os termoplásticos é necessário aquecimento e resfriamento.
- Aquecimento coloca a estrutura em estado móvel que permite o rearranjo das moléculas e o resfriamento que fixa a forma.

Fixação por vapor

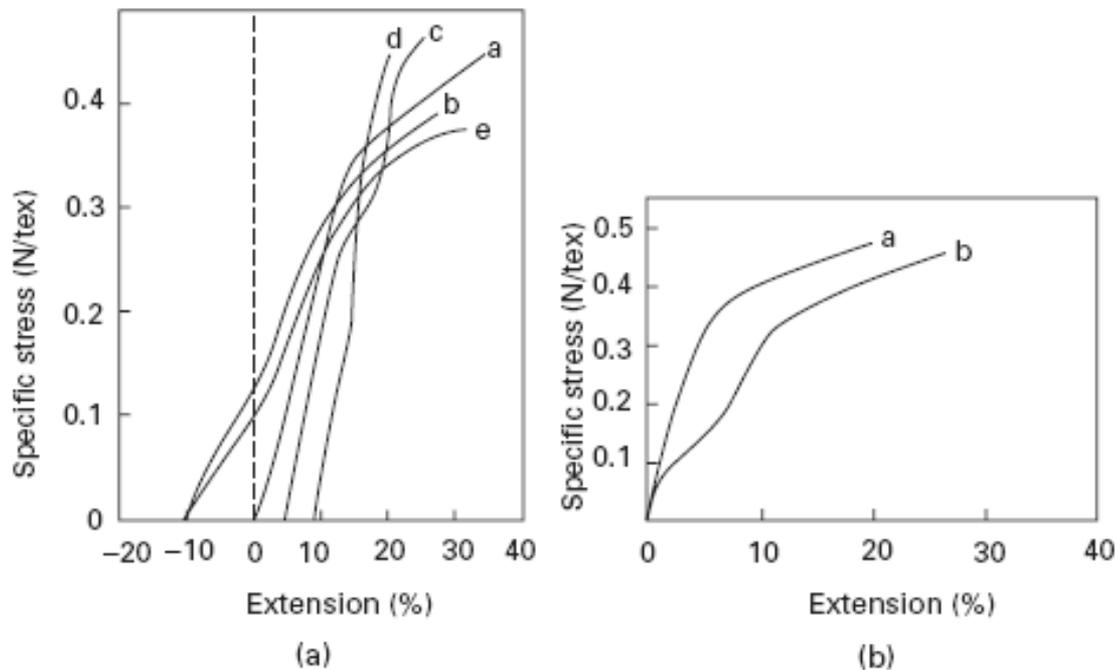
- Nylon 66 submerso em água ferve a uma temperatura 80°C menor que a seco.
- Nylon 66 a faixa 180-220 a seco corresponde a 100-140 com vapor.

Extensão, dobramento e torção da Fibra

- Algumas propriedades mecânicas estão relacionadas ao comportamento do material quando submetido à tração.
- Inicialmente ocorre a remoção do crimp, depois a tensão aumenta. A resposta é não-linear, visco-elástica e mostra recuperação imperfeita.



2.22 Load–extension curve of a crimped filament.



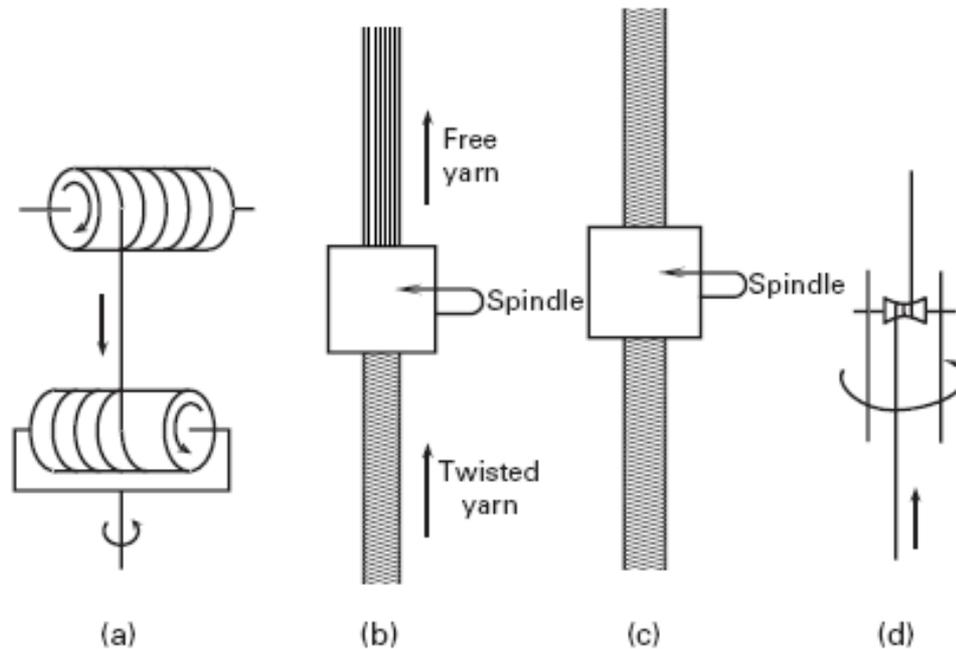
2.23 (a) Stress–strain curves of 78 dtex nylon yarns after various heat treatments: (a) as received; (b) 200°C, zero tension; (c) 200°C, 30 gf; (d) 200°C, 75 gf; (e) 200°C at zero tension, then relaxed in boiling water. (b) Stress–strain curve of polyester fibre: (a) as received; (b) after treatment in water at 95°C. From Morton and Hearle (1993).

Propriedades da Superfície da Fibra

- O coeficiente de atrito é importante nos processos de texturização.
- O valor depende do acabamento dado na produção da fibra. É uma arte com pouco informação publicada.
- O atrito deve ser alto nos volantes de alimentação e baixo na torção
- Pode-se usar aditivos que satisfzem esses requisitos

Mecanismos de Torção: Falsa-torção

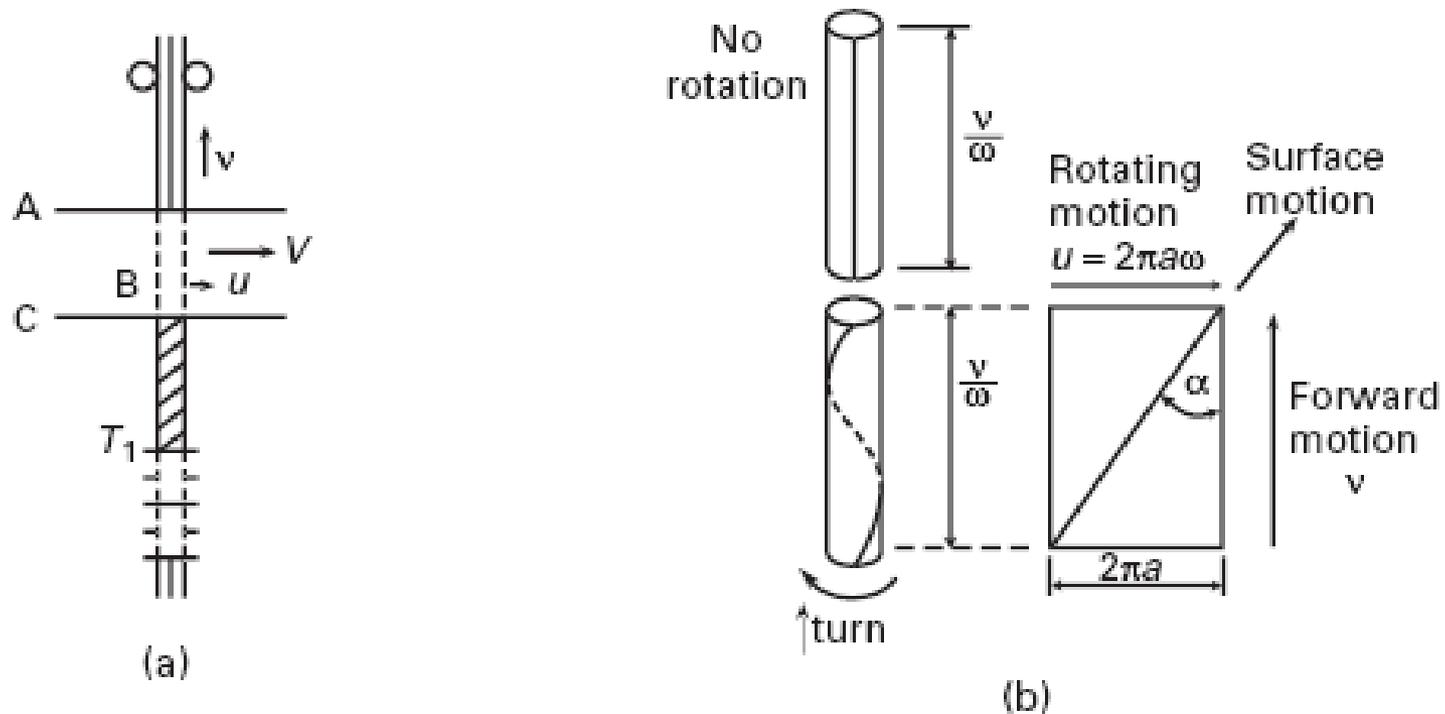
- Na torção verdadeira a bobina de origem e a bobina formada devem girar uma relativa a outra.



(a) Positive up-twisting with take-up package twisting and winding. In down-twisting, the yarn direction is reversed:

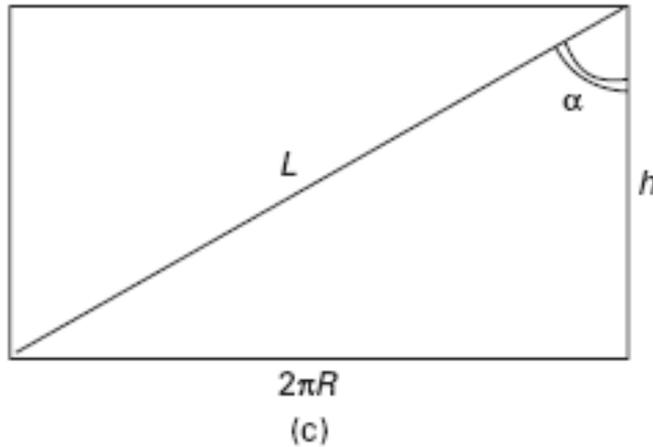
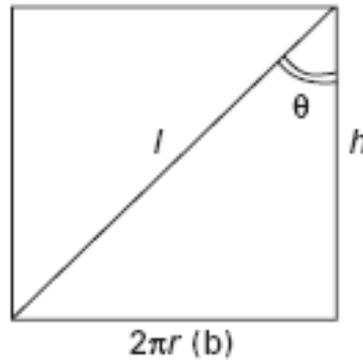
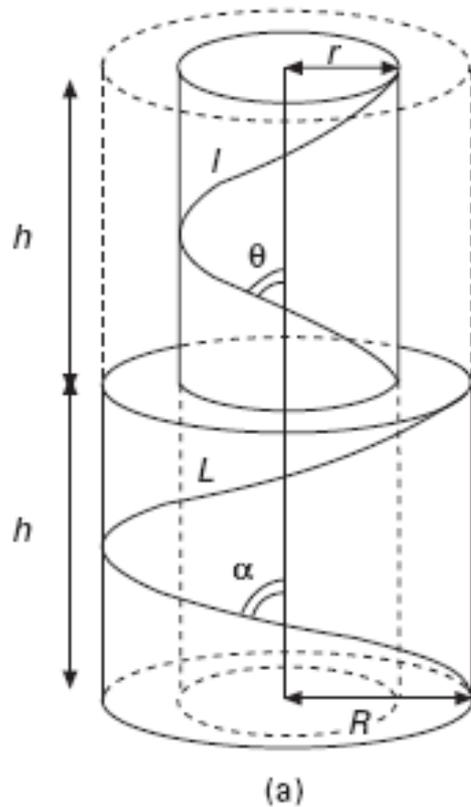
the supply twists and unwinds. (b) False-twisting. (c) 'False-twist' with a stationary yarn. (d) Positive insertion of false-twist with an axially rotating pulley on a torsionally rotating spindle.

Torção por atrito



2.27 (a) Yarn running past a twist stop onto a moving belt. (b) Vector diagram of motions. From Hearle (1979a).

Mecânica dos Fios Torcidos



$$l^2 = h^2 + (2\pi r)^2 \quad L^2 = h^2 + (2\pi R)^2$$

$$\tan\theta = 2\pi r/h \quad \tan\alpha = 2\pi R/h$$

$$l = h \sec\theta \quad L = h \sec\alpha \quad \text{etc.}$$

These geometrical equations are related to the practical quantities of yarn linear density, C , and twist, $N = 1/h$, through the yarn density ρ_y or its reciprocal, the specific volume v_y :

$$C = \pi R^2 \rho_y = \pi(R^2/v_y) \quad [2.19]$$

and

$$\tan \alpha = 2\pi RT = 2\pi^{1/2} v_y^{1/2} C^{1/2} N \quad [2.20]$$

The above relations apply with a consistent set of units, such as strict SI. With C in tex, N in turns/cm, R in cm, ρ in g/cm³ and v_y in cm³/g, they become:

$$R = (v_y C)/(10^5 \pi)^{1/2} \quad [2.21]$$

and

$$\tan \alpha = 0.0112 v_y^{1/2} (C^{1/2} N) \quad [2.22]$$

The quantity $(C^{1/2} N)$ in tex^{1/2} turns/cm is the twist factor of the yarn. It is a practical measure of the intensity of twist, since, for yarns of given specific

Contração pela Torção

- Os comprimentos dos filamentos são iguais
- Comprimento médio:
$$L_m = (h + h \sec \alpha) / 2$$
- Fator de contração
$$C_y = L_m / h = (1 + \sec \alpha) / 2$$
- Retração
$$R_y = (L_m - h) / L_m = \tan^2(\alpha / 2)$$

Processo de Texturização por falsa-torção

- Sequência de zonas:
 - Zona de entrada: o fio é retirado da bobina e passa pelos rolos de entrada, o efeito principal é aplicar uma pequena tensão.
- Primeiro estágio de aplicação
 - Zona fria: onde o fio é torcido assim que ele emerge dos rolos de entrada.
 - Zona quente: onde o fio passa através do aquecedor e é mais torcido
 - Zona de resfriamento
 - Fuso de falsa-torção

- Para fios elásticos

- Zona Pós fuso preparando para rolos de enrolamento

- Ou para fios de baixa elasticidade

- Zona de pós fuso
- Segundo aquecimento
- Zona de resfriamento
- Zona fria de enrolamento

Estiragem, Torção e Fixação

- Na texturização com estiragem a tensão no 1º estágio é determinada pela tensão de estiragem a quente do fio.
- A torção é aplicada até o limite de torção de 70,5 graus
- Ocorre migração da posição dos filamentos
- Lubrificantes devem ser aplicados para facilitar a migração dos filamentos
- Na parte central as fibras são comprimidas ficando com a seção hexagonal.

Destorção

- O fuso é a região de destorção
- A maior parte da torção é removida assim que o fio passa pelo fuso

Após o fuso

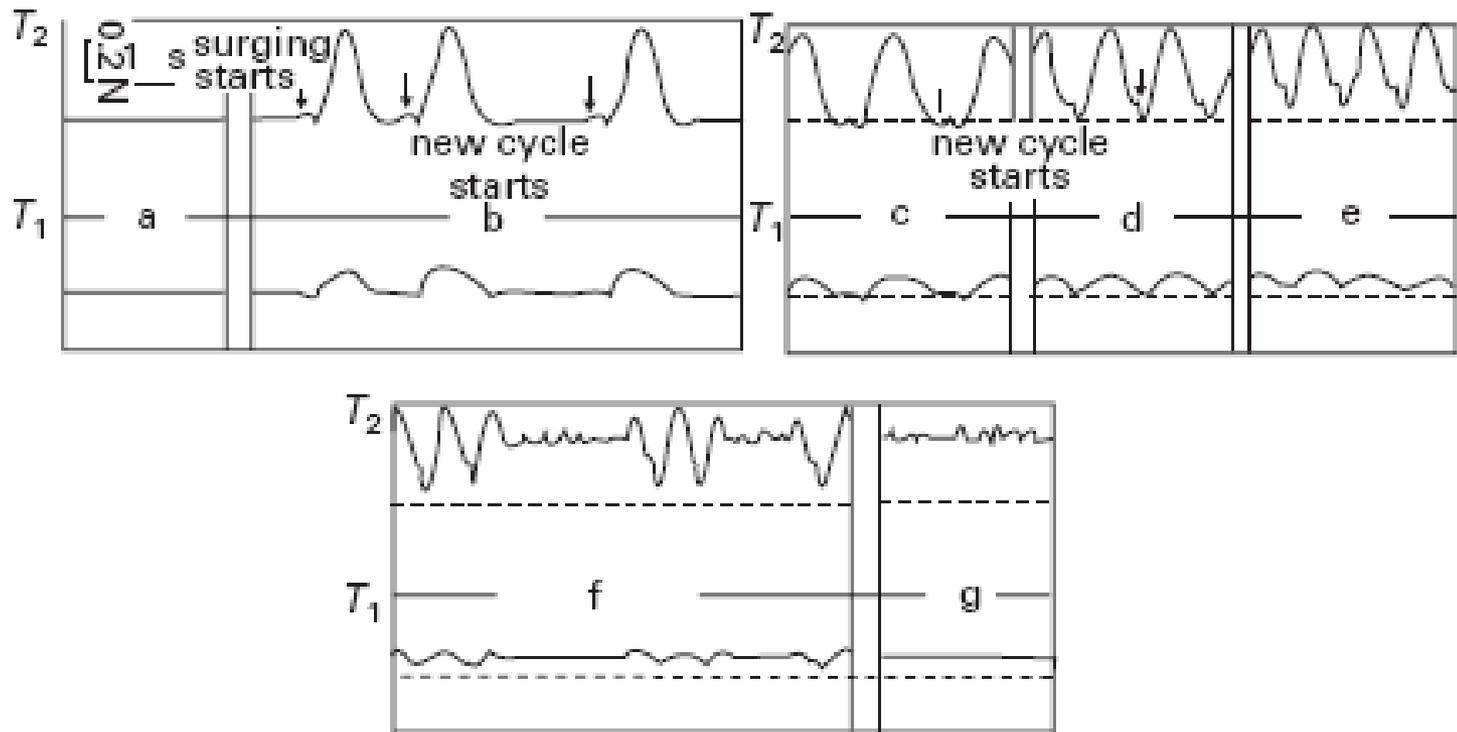
- O fio emerge com torque devido a destorção do fio que foi fixado na forma helicoidal.
- O torque permanece no fio enquanto ele é enrolado. O torque é relaxado com o tempo especialmente para o Nylon

Aquecimento e resfriamento

- Dois fatores são importantes no aquecimento: tempo para aquecer o fio e o tempo necessário para o rearranjo molecular.
- Transerência de calor pode ocorrer por: radiação, condução e convecção
- Na testurização com estiragem existe uma parcela de geração interna de calor

Vibração - Ressonância

- Antigamente a velocidade era limitada por fatores mecânicos como a rotação máxima do fuso, com o desenvolvimento da torção por atrito essa limitação não existe mais.
- A limitação atual são grandes flutuações na tensão que surgem em determinadas velocidades denominadas críticas. Normalmente entre 700 e 1000 m/min.
- Constata-se que quanto mais curto o caminho do fio maior é a velocidade crítica



2.40 Profiles of tension T_1 before spindle and T_2 after spindle at increasing speeds, when texturing polyester yarn on a commercial machine. Yarn speed in m/min: (a) 710; (b) 720; (c) 740; (d) 770; (e) 800; (f) 820; (g) 830.