

11. Rechenübung

Siro-Spinn und Friktionsspinnverfahren

Dr.-Ing. M. M. Badrul Hasan

Spinnplan einer Siro-Maschine

Es soll eine Austral-Wolle mit einer Faserdicke von $20,5 \mu\text{m}$ nahe der Ausspinnngrenze (36 Fasern/Querschnitt) zu Siro-Garn versponnen werden.

Aufgabenstellung

- a) Zunächst sind die auszuspinnende Garnfeinheit sowohl in Nm als auch in tex zu ermitteln. Eine Dichte ρ der Wolle von $1,315 \text{ g/cm}^3$ wird zugrunde gelegt.
- b) Die vorliegende Tabelle soll vervollständigt werden. Dazu sind zunächst die allgemeine Formel zur Berechnung der Ausgangsfeinheit als Funktion der Eingangsfeinheit, der Doublierung und des Verzuges einer Passage aufzustellen.

Spinnplan einer Siro-Maschine

Zur Lösung der Aufgabe sind folgende Gegebenheiten zu berücksichtigen:

- Die Mischerei dient ausschließlich zum Ausgleich von Materialschwankungen
- Den ersten drei Strecken nach dem Nachkämmen werden jeweils acht Bänder vorgelegt.
- Der Name „Duostrecke“ bedeutet, dass anstelle von sonst üblich einem Band, zwei Bänder auslaufen.

Spinnplan einer Siro-Maschine

Passage	Eingangsgewicht	Doublierung	Verzug	Ausgabegewicht
Mischerei (1 Streckpassage)	21 g/m	T_{12}	10	T_{14}
Duostrecke	T_{21}	2 x 10	10,5	T_{24}
Nachkämmen	T_{31}	20	$\approx 18,5$	T_{34}
Topfstrecke	T_{41}	T_{42}	9	19 g/m
1. Regelstrecke	T_{51}	8	9,5	T_{54}
2. Regelstrecke	T_{61}	8	T_{63}	T_{64}
Feinstrecke	T_{71}	2	7	T_{74}
Nitschelstrecke	4 g/m	--	13,2	T_{84}
Ringspinnmaschine	T_{91}	T_{92}	19,4	T_{94}

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

a)

Woolfasern haben einen runden Querschnitt. Die Garnmasse m_G ist mit der Fasermasse m_F durch die Beziehung

$$m_G = N * m_F \quad (1)$$

verknüpft, wobei N die Anzahl der Fasern im Garnquerschnitt ist. Für die Fasermasse gilt der Zusammenhang

$$m_F = \rho * A * l. \quad (2)$$

Darin stellen ρ die Massendichte, A die Querschnittsfläche und l die Länge der Fasern dar.

Einsetzen von Gleichung (2) in (1) und Umformen ergibt das Verhältnis

$$\frac{m_G}{l} = N * \rho * A. \quad (3)$$

Einsetzen der gegebenen Zahlenwerte in Gleichung (3) ergibt

$$\frac{m_G}{l} = \frac{1}{4} * 36 * 1,315 * 10^6 \text{ gm}^{-3} * \pi * (20,5 * 10^{-6})^2 \text{ m}^2$$

$$\frac{m_G}{l} = 0,0156 \frac{\text{g}}{\text{m}} = 15,6 \frac{\text{g}}{\text{km}}$$

$$T_{\text{tex}} = \frac{m_G \text{ in g}}{l \text{ in km}} = 15,6 \text{ tex}$$

$$T_{\text{Nm}} = \frac{l \text{ in m}}{m_G \text{ in g}} = \text{Nm } 64$$

$$T_{94} = 2 * 15,6 \text{ tex} \hat{=} \text{Nm } 64/2$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

b)

$$\text{Ausgangsfinheit in tex} = \text{Eingangsfinheit in tex} * \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$\text{Ausgangsfinheit in Nm} = \text{Eingangsfinheit in Nm} * \frac{\text{Verzug}}{\text{Doublierung}}$$

Siro-Zwirn: Es werden zwei Vorgarnlunten vorgelegt. Daraus resultiert eine Doublierung von 2. Somit gilt

$$T_{92} = 2.$$

$$(\text{Eingangsfinheit in Nm})_{\text{Ringspinnmaschine}} = \text{Ausgangsfinheit in Nm} * \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$(\text{Eingangsfinheit in Nm})_{\text{Ringspinnmaschine}} = \frac{(\text{Nm } 64 * 2) / 2}{19,4} = \text{Nm } 3,3$$

$$(\text{Eingangsfinheit in tex})_{\text{Ringspinnmaschine}} = \frac{1000}{3,3} \text{ tex} = 303 \text{ tex} .$$

Daraus folgt

$$T_{91} = \text{Nm } 3,3$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$(\text{Eingangsfinheit})_{\text{Ringspinnmaschine}} = (\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Nitschelstrecke}}$$

Daraus folgt

$$T_{84} = \text{Nm } 3,3$$

$$(\text{Verzug})_{\text{Nitschelstrecke}} = \frac{\text{Eingangsfinheit in tex}}{\text{Ausgangsfinheit in tex}},$$

da keine Doublierung existiert.

$$(\text{Verzug})_{\text{Nitschelstrecke}} = \frac{4 \text{ ktex}}{0,3 \text{ ktex}} = 13,2$$

$$T_{83} = 13,2$$

$$(\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Feinstrecke}} = (\text{Eingangsfinheit})_{\text{Nitschelstrecke}}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Feinstrecke}} = 4 \text{ ktex}$$

$$T_{74} = 4 \text{ ktex}$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$(\text{Eingangsfinheit in tex})_{\text{Feinstrecke}} = \text{Ausgangsfinheit in tex} \cdot \frac{\text{Verzug}}{\text{Doublierung}}$$

$$(\text{Eingangsfinheit in tex})_{\text{Feinstrecke}} = 4 \text{ ktex} \cdot \frac{7}{2} = 14 \text{ ktex}$$

$$T_{71} = 14 \text{ ktex}$$

$$(\text{Eingangsfinheit})_{\text{Feinstrecke}} = (\text{Ausgangsfinheit})_{2. \text{ Regelstrecke}}$$

Daraus folgt

$$T_{64} = 14 \text{ ktex}$$

Die Mischerei dient nur zum Ausgleich von Materialschwankungen und nicht zum Verfeinern des Faserbandes, daher gilt der Zusammenhang

$$(\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Mischpassage}} = (\text{Eingangsfinheit})_{\text{Kammzug}}$$

Daraus folgt

$$T_{14} = 21 \text{ ktex}$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$(\text{Doublierung})_{\text{Mischerei}} = \frac{\text{Ausgangsfinheit}}{\text{Eingangsfinheit}} * \text{Verzug}$$

$$(\text{Doublierung})_{\text{Mischerei}} = \text{Verzug} = 10$$

$$T_{12} = 10$$

$$(\text{Eingangsfinheit})_{\text{Doustrecke}} = (\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Mischerei}}$$

Daraus folgt

$$T_{21} = 21 \text{ ktex}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit in tex})_{\text{Doustrecke}} = \text{Eingangsfinheit in tex} * \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit in tex})_{\text{Doustrecke}} = 21 \text{ ktex} * \frac{10}{10,5} = 20 \text{ ktex}$$

$$T_{24} = 20 \text{ ktex}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Doustrecke}} = (\text{Eingangsfinheit})_{\text{Nachkämmerei}}$$

Daraus folgt

$$T_{31} = 20 \text{ ktex}$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$(\text{Ausgangsfeinheit in tex})_{\text{Nachkammer}} = \text{Eingangsfeinheit in tex} \cdot \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$(\text{Ausgangsfeinheit in tex})_{\text{Nachkammer}} = 20 \text{ ktex} \cdot \frac{20}{18,5} = 21,6 \text{ ktex}$$

$$T_{34} = 21,6 \text{ ktex}$$

$$(\text{Ausgangsfeinheit})_{\text{Nachkammer}} = (\text{Eingangsfeinheit})_{\text{Topfstrecke}}$$

Daraus folgt

$$T_{41} = 21,6 \text{ ktex}$$

$$\text{Ausgangsfeinheit in tex} = \text{Eingangsfeinheit in tex} \cdot \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$(\text{Doublierung})_{\text{Topfstrecke}} = \frac{\text{Ausgangsfeinheit in tex}}{\text{Eingangsfeinheit in tex}} \cdot \text{Verzug}$$

$$(\text{Doublierung})_{\text{Topfstrecke}} = \frac{19 \text{ ktex}}{21,6 \text{ ktex}} \cdot 9 = 7,91 \approx 8$$

$$T_{42} = 8$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$(\text{Eingangsfinheit})_{1, \text{Regelstrecke}} = (\text{Ausgangsfinheit})_{\text{Topfstrecke}}$$

Daraus folgt

$$T_{51} = 19 \text{ ktex}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit in tex})_{1, \text{Regelstrecke}} = \text{Eingangsfinheit in tex} \cdot \frac{\text{Doublierung}}{\text{Verzug}}$$

$$(\text{Ausgangsfinheit in tex})_{1, \text{Regelstrecke}} = 19 \text{ ktex} \cdot \frac{8}{9,5} = 16 \text{ ktex}$$

$$T_{54} = 16 \text{ ktex}$$

$$(\text{Verzug})_{2, \text{Regelstrecke}} = \frac{\text{Eingangsfinheit in tex}}{\text{Ausgangsfinheit in tex}} \cdot \text{Doublierung}$$

$$(\text{Verzug})_{2, \text{Regelstrecke}} = \frac{16 \text{ ktex}}{14 \text{ ktex}} \cdot 8 = 9,2$$

$$T_{63} = 9,2$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

$$\begin{aligned} & (\text{Ausgangsfinheit in tex})_{1. \text{ Regelstrecke}} \\ & = (\text{Eingangsfinheit in tex})_{2. \text{ Regelstrecke}} \end{aligned}$$

Daraus folgt

$$T_{61} = 16 \text{ ktex}$$

Spinnplan einer Siro-Maschine (Lösung)

Passage	Eingangsgewicht	Doublierung	Verzug	Ausgabegewicht
Mischerei (1 Streckpassage)	21 ktex	10	10	21 ktex
Duostrecke	21 ktex	2*10	10,5	2*20 ktex
Nachkämmen	20 ktex	20	≈ 18,5	21,6 ktex
Topfstrecke	21,6 ktex	8	9	19 ktex
1. Regelstrecke	19 ktex	8	9,5	16 ktex
2. Regelstrecke	16 ktex	8	9,2	14 ktex
Feinstrecke	14 ktex	2	7	4 ktex
Nitschelstrecke	4 ktex	--	13,2	0,3 ktex; Nm3,3
Ringspinnmaschine	0,3 ktex; Nm3,3	2	19,4	2*15,6 tex; Nm64/2

Lösung für Verzugsplan für Nm65-Siro-Garn

Fasermenge (Friktionsspinnverfahren)

Es sollen glasgewebeverstärkte Kunststoffplatten aus friktionsgesponnenen Garnen hergestellt werden.

Gegeben:

Laminataufbau:

- Anzahl der Gewebelagen pro Platte: 10
- Faservolumengehalt φ : 50 %
- Plattenabmessungen: 1 m* 1 m

Gewebeaufbau:

- Kettfadendichte: 10 Fäden/cm
- Schussfadendichte: 10 Fäden/cm

Garnaufbau:

- Glasfilamentgarn
 - Feinheit ($T_{\text{tex,GF}}$): 136 Tex
 - Dichte (ρ_{GF}) : 2,54 g/cm³
- PES-Stapelfasern (Umspinnungarn)
 - Dichte (ρ_{PES}) : 1,36 g/cm³

Gesucht:

Für die Herstellung von 50 Faserverbundplatten bestimmen Sie

- (a) die erforderliche Menge von Glasfilamentgarns
- (b) die erforderliche Menge von PES-Stapelfasern
- (c) die Feinheit des Friktionsspinnungarns

Fasermenge (Friktionsspinnverfahren)

Es sollen glasgewebeverstärkte Kunststoffplatten aus friktionsgesponnenen Garnen hergestellt werden.

Gegeben:

Laminataufbau:

- Anzahl der Gewebelagen pro Platte: 10
- Faservolumengehalt φ : 50 %
- Plattenabmessungen: 1 m* 1 m

Gewebeaufbau:

- Kettfadendichte: 10 Fäden/cm
- Schussfadendichte: 10 Fäden/cm

Garnaufbau:

- Glasfilamentgarn
 - Feinheit ($T_{\text{tex,GF}}$): 136 Tex
 - Dichte (ρ_{GF}) : 2,54 g/cm³
- PES-Stapelfasern (Umspinnungarn)
 - Dichte (ρ_{PES}) : 1,36 g/cm³

Gesucht:

Für die Herstellung von 50 Faserverbundplatten bestimmen Sie

- (a) die erforderliche Menge von Glasfilamentgarns
- (b) die erforderliche Menge von PES-Stapelfasern
- (c) die Feinheit des Friktionsspinnungarns

Fasermenge (Friktionsspinnverfahren)

Lösung

a)

Die erforderliche Glasgarnmenge m_{Glas} resultiert aus der Gleichung

$$m_{\text{Glas}} = T_{\text{tex,Glas}} * L, \quad (1)$$

wobei für die Garnlänge L die Beziehung

$$L = \text{Fadenlänge} * \text{Anzahl der Fäden pro Lage} \\ * \text{Anzahl der Lagen} * \text{Anzahl der Platten(A)}$$

gilt.

Unter Berücksichtigung des Zusammenhangs

$$\text{Anzahl der Fäden pro Lage} = \text{Kettfadendichte} * \text{Länge} \\ + \text{Schussfadendichte} * \text{Breite (B)}$$

und nach Einsetzen der Zahlenwerte ergibt sich aus Gleichung (A) die Länge

$$L = 1\text{m} * \left\{ 10 \frac{\text{Fäden}}{\text{cm}} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{Lage}} + 10 \frac{\text{Fäden}}{\text{cm}} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{Lage}} \right\} \\ * 10 \frac{\text{Lagen}}{\text{Platte}} * 50 \text{Platten}$$

bzw.

$$L = 1000\text{km}.$$

Einsetzen der Zahlenwerte in Gleichung (1) ergibt

$$m_{\text{Glas}} = 136 \frac{\text{g}}{\text{km}} * 1000\text{km}$$

bzw.

$$m_{\text{Glas}} = 136\text{kg}.$$

Fasermenge (Friktionsspinnverfahren)

Lösung

b)

Für die Masse der PES-Stapelfasern m_{PES} gilt der Zusammenhang

$$m_{\text{PES}} = \rho_{\text{PES}} \cdot V_{\text{PES}}, \quad (2)$$

wobei ρ_{PES} und V_{PES} Dichte und Volumen der PES-Stapelfasern darstellen.

Für das Volumen der Verbundplatten gilt die Beziehung

$$V_V = V_{\text{Glas}} + V_{\text{PES}}. \quad (3)$$

Das Verbundvolumen V_V und das Glasfaservolumen V_{Glas} sind durch den Fasergehalt φ gemäß

$$\varphi = V_{\text{Glas}} / V_V \quad (4)$$

bzw.

$$V_V = V_{\text{Glas}} / \varphi \quad (5)$$

verknüpft.

Einsetzen von Gleichung (5) in (3) und Umformen ergibt

$$V_{\text{Glas}} \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right) = V_{\text{PES}}. \quad (6)$$

Für das Glasfaservolumen V_G gilt der Zusammenhang

$$V_{\text{Glas}} = m_{\text{Glas}} / \rho_{\text{Glas}}. \quad (7)$$

Einsetzen von Gleichung (7) in (6) ergibt

$$V_{\text{PES}} = \frac{m_{\text{Glas}}}{\rho_{\text{Glas}}} \cdot \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right). \quad (8)$$

Fasermenge (Friktionsspinnverfahren)

Lösung

Einsetzen von Gleichung (8) in (2) liefert die Beziehung

$$m_{\text{PES}} = m_{\text{Glas}} \cdot \frac{\rho_{\text{PES}}}{\rho_{\text{Glas}}} \cdot \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right). \quad (9)$$

Einsetzen der Zahlenwerte in Gleichung (9) ergibt

$$m_{\text{PES}} = 136 \text{ kg} \cdot \frac{1,36}{2,54} \cdot \left(\frac{1}{0,5} - 1 \right)$$

bzw.

$$m_{\text{PES}} = 72,82 \text{ kg}.$$

c)

Für die Feinheit $T_{\text{tex,Garn}}$ des Friktionsgarns gilt der Zusammenhang

$$T_{\text{tex,Garn}} = m_{\text{Garn}} [\text{g}]/L [\text{km}]. \quad (10)$$

Die Garnmasse m_{Garn} ergibt sich aus der Gleichung

$$m_{\text{Garn}} = m_{\text{Glas}} + m_{\text{PES}}. \quad (11)$$

Einsetzen von Gleichung (11) in (10) ergibt

$$T_{\text{tex,Garn}} = \{m_{\text{Glas}} + m_{\text{PES}}\} [\text{g}]/L [\text{km}]. \quad (12)$$

Einsetzen der Ergebnisse aus Teil a) und b) in Gleichung (12) ergibt

$$T_{\text{tex,Garn}} = \{136 + 72,82\} \cdot 10^3 \text{ g}/10^3 \text{ km}$$

bzw.

$$T_{\text{tex,Garn}} = 208,82 \text{ tex}.$$