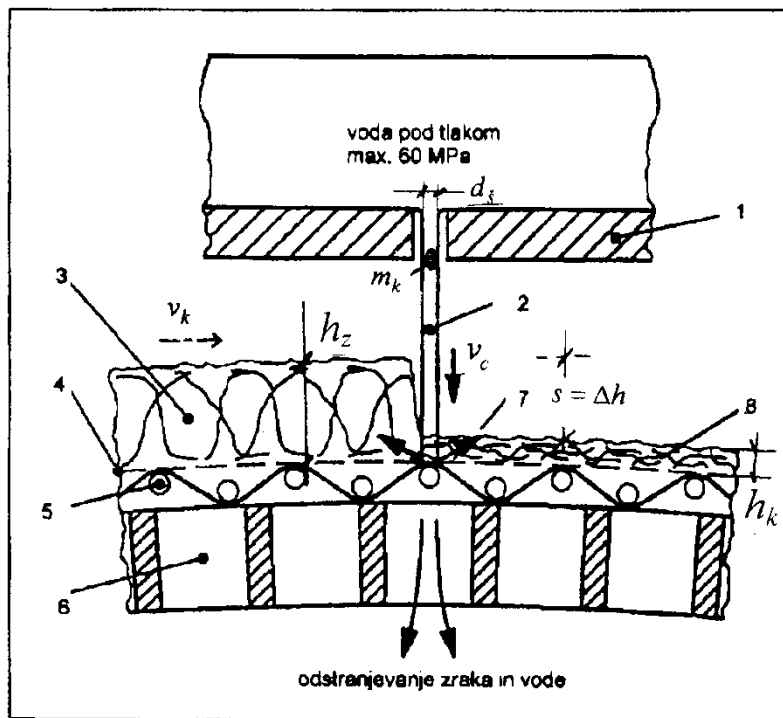


Postopek utrjevanja vlaknovin z vodnim curkom

3. Vaja

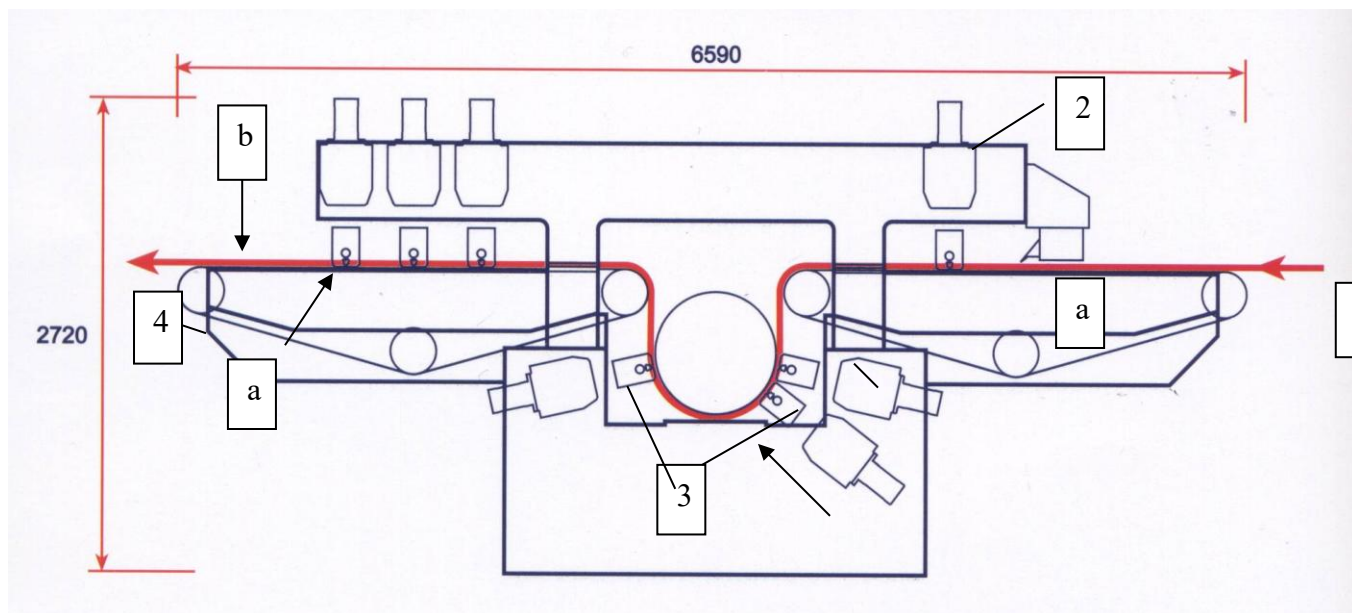
Utrjevanje z vodnim curkom

Utrjevanje enoplastnih in plastenih koprenskih tekstilij (iz štapelnih vlaken ali ekstrudiranih filamentov) z vodnim curkom se izvaja z navpičnim delovanjem množice vodnih curkov pod visokim tlakom na vodoravno premikajočo se koprensko tekstilijo.



Slika 1: Princip utrjevanja z vodnim curkom

1- šobna letev 2- vodni curek 3- neutrjena koprena 4- luknjani trak ali boben 5- sitasta podloga 6- reža bobna 7- odboj curka 8- utrjena koprenska tekstilija



Slika 2: Razporeditev šobnih letev po sitasti površini
 1- neutrjena koprena 2- šobna letev za predutrjevanje 3- šobne
 letve za utrjevanje lica tekstilije 4- šobne letve za utrjevanje
 hrbta tekstilije a,b- sitasti transporter v obliki transportnega
 traka, sitastega bobna

Koprenske tekstilije - vodno utrjene



Primer:

Določite vse pomembne kinematične parametre in praktično proizvodnjo procesne linije za utrjevanje koprenske tekstilije z vodnim curkom, če je podano:

- *pritisk vode 200 barov,*
- *premer šobe - luknjice 0,1 mm,*
- *raster - gostota luknjic 30 luk.cm⁻¹,*
- *masa koprenske tekstilije 200 g.m⁻²,*
- *višina - debelina plastene koprene pred utrjevanjem 60 mm,*
- *višina - debelina plastene koprene po utrjevanju 2 mm,*
- *širina šobne letve 200 cm,*
- *hitrost procesne linije 10 m.min⁻¹ in*
- *izkoristek procesne linije 95 %!*

5.2 Izračun kinematičnih parametrov na utrjevalniku z vodnim curkom

Med pomembne parametre, ki imajo največji vpliv na lastnosti koprenskih tekstilij, utrjenih z vodnim curkom, so:

- **pretočna hitrost vodnega curka - v_c :**

$$v_c = \sqrt{2 \cdot 10^5 \cdot \frac{\Delta p}{\rho}} = \sqrt{2 \cdot 10^5 \cdot \frac{200 \text{ bar}}{10^3 \text{ kg/m}^3}} = 200 \text{ m s}^{-1}$$

$$\rho_{H_2O} = 10^3 \text{ kg/m}^3, \Delta p = 200 \text{ bar}$$

kjer je: ρ - pritisk vodnega curka (bar)

Δp - gostota vode ($10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

- **volumenski pretok vodnega curka - ϕ_v**

$$\phi_v = v_c \cdot s = v_c \cdot \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = 200 \text{ m s}^{-1} \cdot \frac{\pi \cdot (0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2}{4} = 1,57 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

kjer je:

d_s - premer luknjice (m)

s - prerez luknjice (m^2)

- **celotni volumenski pretok vodnega curka** - ϕ_{vcel}

$$\phi_{vcel} = \phi_v \cdot N_{\check{s}} = 1,57 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 6 \cdot 10^3 = 9,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$N_{\check{s}} = g_{\check{s}} \cdot \check{s}_{\check{s}} = 30 \text{ luk} / \text{cm} \cdot 200 \text{ cm} = 6000 \text{ luknjic}$$

$$\phi_{vcel} = 9,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 9,42 \cdot 10^{-3} \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 33,91 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 33910 \text{ l} / \text{h}$$

- **udarna sila enega vodnega curka - F_u :**

$$F_u = \Delta p \cdot \frac{\pi \cdot d_{\check{s}}^2}{4} = 200 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2} \cdot \frac{\pi \cdot (0,1 \text{ mm} \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0,157 \quad \text{N}$$

kjer je:

Δp - pritisk vodnega curka ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

1 Pa - ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$)

1 bar = 10^5 Pa

$d_{\check{s}}$ - premer šobe (m)

- **udarna sila vseh vodnih kapljic- F_{ucel} :** $F_{ucel} = F_u \cdot N_{\check{s}} = 0,157 \cdot 6000 = 942 \quad \text{N}$

- **specifična energija utrjevanja - W_{sp} :**

$$W_{sp} = \frac{p \cdot \phi_v}{P_p} = \sum \frac{p_i \cdot \phi_{v_i} \cdot 10^3 \cdot N_{\check{s}}}{v_k \cdot 60 \cdot m_k \cdot \check{s}_k} \quad \left(\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1} \right)$$

kjer je:

v_k - translacijska hitrost koprene ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)

m_k - ploščinska masa koprene ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)

$\check{s}_k$ - širina koprene (m)

- **število curkovnih snopov - $N_{\check{s}}$:**

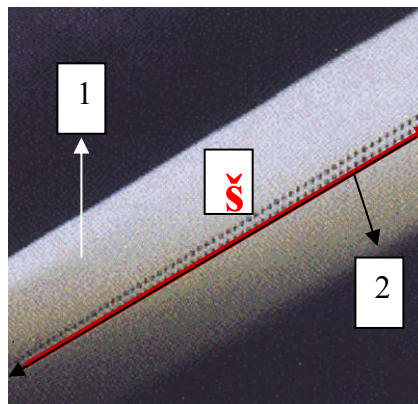
$$N_{\check{s}} = \check{s} \cdot g_{\check{s}} = 30 \text{ luk} / \text{cm} \cdot 200 \text{ cm} = 6000 \text{ šob} / \text{letev}$$

kjer je:

$\check{s}$ – širina šobne letve (cm)

$g_{\check{s}}$ – število luknjic – raster (luknjic / cm)

Videz šobne letve z luknjicami kaže slika 5.4.



Slika 3: Šobna letev za utrjevanje z vodnim curkom

1- šobna letev ($n = 1$ do 4) 2- luknjica – šoba $\check{s}$ - širina šobne letve

- **kinetična energija vodne kapljice v curku** - W_{kin} (J)

$$W_{kin} = \frac{m_{kap} \cdot v_c^2}{2} = \frac{5,2 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \cdot (200 \text{ ms}^{-1})^2}{2} = 10,4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = 10,4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

$$m_k = V_k \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d_s^3}{6} \cdot \rho = 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot \frac{\pi \cdot (0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3}{6} = 0,52 \cdot 10^{-9} \text{ kg} = 5,2 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$$

kjer je:

m_{kap} – masa kapljice (kg)

V_k – volumen krogle (m^3)

- **deformacijsko delo vodne kapljice v curku** - A_{def}

$$A_{def} = F_u \cdot s = F_u \cdot \Delta h = 0,157 \text{ N} \cdot 58 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

kjer je:

$s = \Delta h = h_z - h_k = 60 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 58 \text{ mm}$ – zmanjšanje debeline koprene (m) – glej sliko 5.1.

- **deformacijsko delo po širini šobne letve** - A_{dcel}

$$A_{def} = A_d \cdot N_{\dot{s}} = 9,1 \cdot 10^{-3} \cdot 6000 = 54,6 \text{ J}$$

- proizvodnja procesne linije - P:

$$P_m = v_{odv} \cdot m_{odv} \cdot b_{odv} \cdot 60 \cdot \eta \cdot 10^{-3} = 10 \text{ m / min} \cdot 200 \text{ g / m}^2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 60 \cdot 0,95 \cdot 10^{-3} = 228 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$P_P = \frac{P_m \cdot 10^3}{m_{odv}} = \frac{228 \text{ kg / h} \cdot 10^3}{200 \text{ g / m}^2} = 1140 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$P_t = \frac{P_P}{b_{odv}} = \frac{1140 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}}{2 \text{ m}} = 570 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$$