

ENGENHARIA DE BIOSSISTEMAS – FZEA / USP

ZEB1027 FENÔMENOS DE TRANSPORTE

TTR REGIME TRANSIENTE VC UNIFORME: ENERGIA & QDM



- TTR-TRANSIENTE UNIFORME: CONSERVAÇÃO DE ENERGIA
↓
TRATAMENTO TÉRMICO (MASSA → REGIME PERMANENTE)
- TTR-TRANSIENTE UNIFORME: CONSERVAÇÃO DE QDM
↓
PREENCHIMENTO DE ESTEIRA TRANSPORTADORA

TTR transiente VC uniforme: geral

TTR:
$$\frac{d\Phi_{MC}}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \phi \rho dV + \oint_{SC} \phi \rho \vec{v} \cdot d\vec{A}$$

$\partial(\cdot)/\partial t$



$d(\cdot)/dt$

← VC uniforme

Seções uniformes

$$\int_{VC} \phi \rho dV = (\phi \rho V)_{VC} \quad \oint_{SC} \phi \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} = \sum_{\text{saídas}} \phi \rho v A - \sum_{\text{entradas}} \phi \rho v A$$

- Combinando estas duas simplificações, obtém-se:

$$\frac{d\Phi_{MC}}{dt} = \frac{d(\phi \rho V)_{VC}}{dt} + \sum_{\text{saídas}} \phi \rho v A - \sum_{\text{entradas}} \phi \rho v A$$



TTR transiente VC uniforme: energia

- TTR-energia: $\dot{Q} - \dot{W} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} e \rho dV + \oint_{SC} e \rho \vec{v} \cdot d\vec{A}$

efeitos viscosos desprezíveis

energia térmica >> energia mecânica

$$\dot{Q} - \dot{W}_{\text{eixo}} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} u \rho dV + \oint_{SC} h \rho \vec{v} \cdot d\vec{A}$$

ρ e u uniformes no interior do VC

propriedades uniformes nas seções

$$\dot{Q} - \dot{W}_{\text{eixo}} = \frac{d(c_v T \rho V)}{dt} + \sum_{\text{saídas}} c_p T \rho v A - \sum_{\text{entradas}} c_p T \rho v A$$

– Líquidos e sólidos: $c_p = c_v = c$

– Acoplamento TTR-massa → solução simultânea das equações



Tratamento térmico de produtos



TTR transiente VC uniforme: QDM

- TTR-QDM linear:
$$\vec{F}_{\text{res}} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{\text{VC}} \vec{v} \rho dV + \oint_{\text{SC}} \vec{v} \rho \vec{v} \cdot d\vec{A}$$

ρ, v_x, v_y, v_z uniformes no interior do VC

propriedades uniformes nas seções

$$F_{\text{campo},x} + F_{\text{contato},x} = \frac{d(v_x \rho V)_{\text{VC}}}{dt} + \sum_{\text{saídas}} \dot{m} v_x - \sum_{\text{entradas}} \dot{m} v_x$$

$$F_{\text{campo},y} + F_{\text{contato},y} = \frac{d(v_y \rho V)_{\text{VC}}}{dt} + \sum_{\text{saídas}} \dot{m} v_y - \sum_{\text{entradas}} \dot{m} v_y$$

$$F_{\text{campo},z} + F_{\text{contato},z} = \frac{d(v_z \rho V)_{\text{VC}}}{dt} + \sum_{\text{saídas}} \dot{m} v_z - \sum_{\text{entradas}} \dot{m} v_z$$



Esteira transportadora: preenchimento

