ΑΣΚΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 επαναληπτικό 1 10 Φεβρουαρίου 2021

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ΕΠΩΝΥΜΟ: |  | ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |
| ΟΝΟΜΑ: |  | ΛΗΓΟΝΤΑΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |

 **(Στο Αρχείο αυτό να συμπληρωθούν οι Πίνακες με τα αποτελέσματα και να επικοληθούν οι φωτογραφίες από τα χειρόγραφα της λύσης. Το Αρχείο να σωθεί με όνομα Α8επ1\_Δυναμική\_Επώνυμο\_Όνομα και να ανεβεί στο e-class)**



Σττην αναδευόμενη δεξαμενή του σχήματος, υπό σταθερή παροχή w, σε χρόνο 0 min, η θερμοκρασία θo στην είσοδο μεταβάλλεται βηματικά κατά Sθ oC, ενώ στον ίδιο χρόνο και η παροχή θερμότητα q μεταβάλλεται επίσης βηματικά κατά Sq kcal/min. Να γίνει το διάγραμμα βαθμιδων και να βρεθεί η συγκέντρωση της χρωστικής στην έξοδο της 2ης δεξαμενής, στο χρόνο 0 (αρχική μόνιμη κατάσταση) και μετά από χρόνο t min. Δίνονται, πυκνότητα νερού ρ = 1000 kg/m3, θερμοχωρητικότητα νερού Cp = 1 kcal/kgoC.

**ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
| w | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | m3/min |
| V | 100 | 80 | 10 | 60 | 50 | 40 | 20 | 20 | 40 | 16 | m3 |
| θοs | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 30 | 25 | 20 | 30 | 15 | oC |
| θ1s | 45 | 40 | 50 | 50 | 45 | 55 | 50 | 50 | 60 | 55 | oC |
| Sθ | -5 | 5 | 10 | -10 | 20 | -15 | 15 | -10 | 10 | 15 | oC |
| Sq | 100000 | 50000 | -50000 | 50000 | -50000 | 75000 | -50000 | 100000 | 75000 | -75000 | kcal/min |
| t | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | min |

**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ**

**AM 8**

Στη μόνιμη Κατάσταση: $qs+ ρ\*w\*Cp\*\left(θos-θref\right)- ρ\*w\*Cp\*\left(θ1s-θref\right)= 0$ ⬄

⬄ $qs+ ρ\*w\*Cp\*\left(θos-θ1s\right)= 0$ ⬄ qs = -1000\*5\*1\*(30-60) = 150.000 kcal/min

ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

$q\left(t\right)+ρ\*w\*Cp\*\left(θo\left(t\right)-θref\right)-ρ\*w\*Cp\*\left(θ1\left(t\right)-θref\right)= ρ\*Cp\*V\frac{dθ1\left(t\right)}{dt}$ kcal/min

ΣΤΗ ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:

 $qs+ρ\* w\*Cp\*\left(θos-θref\right)- ρ\*w\*Cp\*\left(θ1s-θref\right)= ρ\*Cp\*V\frac{dθ1s}{dt}=0$ kcal/min

ΑΦΑΙΡΩ: ($q\left(t\right)-qs)+ρ\*w\*Cp\*\left(θo\left(t\right)-θos\right)-ρ\*w\*Cp\*\left(θ1\left(t\right)-θ1s\right)= ρ\*Cp\*V\frac{d(θ1\left(t\right)-θ1s)}{dt}$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ: Q(t) = q(t) – qs = q(t) – 150.000 kcal/min

To(t) = θo(t) – θos = θo(t) – 30 oC

T1(t) = θ1(t) – θ1s = θ1(t) – 60 oC

ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ

Q$\left(t\right)+ρ\*w\*Cp\*To\left(t\right)-ρ\*w\*Cp\*T1(t)= ρ\*Cp\*V\frac{T1(t)}{dt}$ ⬄ $\frac{1}{ρ\*w\*Cp}$Q$\left(t\right)+To(t)-T1(t)= \frac{V}{w}\frac{dT1(t)}{dt}$ ⬄

τ = V/w = 40/5 = 8 min

$\frac{1}{ρ\*w\*Cp}=\frac{1}{1000\*5\*1}=\frac{1}{5000}=0,0002$ $\frac{oC}{kcal}$

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΖΩ ΚΑΤΑ LAPLACE

$\frac{1}{5000}$Q$\left(t\right)+To(t)-T1(t)= 8\frac{dT1(t)}{dt}$ ⬄ $\frac{1}{5000}$Q$\left(s\right)+To(s)-T1(s)= 8sT1(s)$ ⬄ $\frac{1}{5000}$Q$\left(s\right)+To(s)=\left(8s+1\right)T1(s)$

⬄$ T1\left(s\right)=\frac{\frac{1}{5000}}{8\*s+1}Q\left(s\right)+\frac{1}{8s+1}To\left(s\right)=[\frac{1}{5000}Q\left(s\right)+To\left(s\right)]\frac{1}{8s+1}$ (1)

**Βηματική διαταραχή της θo** θo(t) = 10 + θos ⬄ θo(t) – θos = 10 ⬄ To(t) = 10 ⬄ To(s) = 10/s

$T\left(s\right)=\frac{10}{s\left(8s+1\right)}$ = $\frac{A}{s}+\frac{B}{8s+1}$ A = $\frac{10}{\left(8\*0+1\right)}=10$ B = $\frac{10}{-\frac{1}{8}}=-80$

$T\left(s\right)=$ $\frac{10}{s}-\frac{80}{8s+1}=\frac{10}{s}-\frac{80}{8s+1}=\frac{10}{s}-\frac{10}{s+0,125} $ ⬄ T(t) = 10 + 10\*exp(-t/8)

**Βηματική διαταραχή της q** q(t) = 75.000 + qs ⬄ q(t) – qs = 75.000 ⬄ Q(t) = 75.000 ⬄ Q(s) = 75.000/s

$T\left(s\right)=\frac{\frac{75000}{5000}}{s\left(8s+1\right)}= \frac{15}{s\left(8s+1\right)}=\frac{A}{s}+\frac{B}{\left(8s+1\right)} $ A = $\frac{15}{\left(8\*0+1\right)}=15$ B = $\frac{15}{-\frac{1}{8}}=-120$

$T\left(s\right)=$ $\frac{15}{s}-\frac{120}{8s+1}=\frac{15}{s}-\frac{15}{s+0,125} $ ⬄ T(t) = 15 + 15\*exp(-t/8)

**(1)** $T1\left(s\right)=\frac{\frac{1}{5000}}{8\*s+1}Q\left(s\right)+\frac{1}{8s+1}Ti\left(s\right)= \frac{15}{s}-\frac{15}{s+0,125}+\frac{10}{s}-\frac{10}{s+0,125} $  **⬄**

T1(t) = 15 + 15\*exp(-t/8) + 10 + 10\*exp(-t/8) ⬄ T1(5) = 15 + 15\*exp(-5/8) + 10 + 10\*exp(-5/8) =

= 15,353 + 23,029 = 36,382 oC

θ1(5) = θ1s + θ1(t) = 60 + 36,382 = 98,382 oC

Q

1/5000

+

+

To

T1

$$\frac{1}{8s+1}$$

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **AM** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **qs** | 150000 | 80000 | 50000 | 80000 | 50000 | 100000 | 50000 | 120000 | 150000 | 160000 |
| **τ**  | 20 | 20 | 5 | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 8 | 4 |
| **ρ\*w\*Cp** | 5000 | 4000 | 2000 | 4000 | 5000 | 4000 | 2000 | 4000 | 5000 | 4000 |
| **1/ρ\*w\*Cp** | 0,0002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 |
| **HEAVISIDE T** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **A** | -5,000 | 5,000 | 10,000 | -10,000 | 20,000 | -15,000 | 15,000 | -10,000 | 10,000 | 15,000 |
| **B** | 100 | -100 | -50 | 150 | -200 | 150 | -150 | 50 | -80 | -60 |
| **T1(t) (from To)** | -8,894 | 8,894 | 13,679 | -17,165 | 32,131 | -24,098 | 24,098 | -13,679 | 15,353 | 19,298 |
| **HEAVISIDE Q** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **A** | 20,00 | 12,50 | -25,00 | 12,50 | -10,00 | 18,75 | -25,00 | 25,00 | 15,00 | -18,75 |
| **B** | -400,00 | -250,00 | 125,00 | -187,50 | 100,00 | -187,50 | 250,00 | -125,00 | -120,00 | 75,00 |
| **T1(t) (from Q)** | 35,576 | 22,235 | -34,197 | 21,457 | -16,065 | 30,122 | -40,163 | 34,197 | 23,029 | -24,122 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **T1(t) (total)** | 26,682 | 31,129 | -20,518 | 4,291 | 16,065 | 6,024 | -16,065 | 20,518 | 38,382 | -4,824 |
| **θ1(t)** | 71,682 | 71,129 | 29,482 | 54,291 | 61,065 | 61,024 | 33,935 | 70,518 | 98,382 | 50,176 |

**ΛΥΣΗ**

**Επικόλληση φωτογραφιών χειρόγραφης λύσης**

**(αν δεν επικολληθούν τα χειρόγραφα λύσης, η άσκηση δεν θα βαθμολογηθεί)**