

Αφύγρανση ρεύματος αέρα

Ρεύμα αέρα παροχής $F=1\text{kg/s}$, πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T_0=80^\circ\text{C}$ και υγρασίας $Y_0=0.15\text{kg/kg}$ ξα ψύχεται σε θερμοκρασία $T=20^\circ\text{C}$. Να σχεδιαστεί η διαδρομή του ρεύματος στον ψυχομετρική χάρτη. Να γίνει το διάγραμμα ενθαλπίας συναρτήσει της θερμοκρασίας.

Συμπύκνωση Επαφής

Για την συμπύκνωση υπέρθερμου ατμού παροχής $V_s=1\text{kg/s}$ και θερμοκρασίας $T_s=200^\circ\text{C}$ χρησιμοποιείται παγωμένο νερό παροχής $L_w=5\text{kg/s}$ και θερμοκρασίας $T_w=15^\circ\text{C}$ σε συμπυκνωτήρα επαφής ατμοσφαιρικής πίεσης $P=1\text{bar}$. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία εξόδου του συμπυκνώματος T ($^\circ\text{C}$) καθώς και το ποσοστό του ατμού που έχει συμπυκνωθεί. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα θερμοκρασίας συναρτήσει της ενθαλπίας για τα δύο ρεύματα.

Μεταβολή Συνθηκών Λειτουργίας Υφιστάμενου Εναλλάκτη Θερμότητας

Σε υφιστάμενο εναλλάκτη θερμότητας συμπυκνώνονται κορεσμένοι ατμοί άγνωστης οργανικής ουσίας με παροχή $m_s=1\text{kg/s}$ και θερμοκρασία $T_s=60^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας νερό ψύξης παροχής $m_w=5\text{kg/s}$, αρχικής θερμοκρασίας $T_{w1}=25^\circ\text{C}$ και τελικής $T_{w1}=45^\circ\text{C}$. Αν η παροχή του νερού ψύξης διπλασιαστεί να υπολογιστεί η νέα παροχή του συμπυκνώματος, υποθέτοντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητα είναι σταθερός. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα ενθαλπίας- θερμοκρασίας.

Ιδιότητες Νερού και Αέρα:

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$

Αφύγρανση ρεύματος αέρα

Ρεύμα αέρα παροχής $F=1\text{kg/s}$, πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T_0=95^\circ\text{C}$ και υγρασίας $Y_0=0.15\text{kg/kg}$ ξα ψύχεται σε θερμοκρασία $T=25^\circ\text{C}$. Να υπολογισθεί η θερμοκρασία δρόσου $T_d(^{\circ}\text{C})$, η τελική υγρασία του ρεύματος $Y(\text{kg/kg}$ ξα), και η συνολικά απομακρυνόμενη θερμότητα. Να σχεδιαστεί η διαδρομή του ρεύματος στον ψυχομετρική χάρτη.

Συμπύκνωση Επαφής

Για την συμπύκνωση υπέρθερμου ατμού παροχής $V_s=1\text{kg/s}$ και θερμοκρασίας $T_s=200^\circ\text{C}$ χρησιμοποιείται παγωμένο νερό παροχής $L_w=3\text{kg/s}$ και θερμοκρασίας $T_w=15^\circ\text{C}$ σε συμπυκνωτήρα επαφής ατμοσφαιρικής πίεσης $P=1\text{bar}$. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία εξόδου του συμπυκνώματος $T(^{\circ}\text{C})$ καθώς και το ποσοστό του ατμού που έχει συμπυκνωθεί. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα θερμοκρασίας συναρτήσει της ενθαλπίας για τα δύο ρεύματα.

Μεταβολή Συνθηκών Λειτουργίας Υφιστάμενου Εναλλάκτη Θερμότητας

Σε υφιστάμενο εναλλάκτη θερμότητας συμπυκνώνονται κορεσμένοι ατμοί άγνωστης οργανικής ουσίας με παροχή $m_s=1\text{kg/s}$ και θερμοκρασία $T_s=60^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας νερό ψύξης παροχής $m_w=5\text{kg/s}$, αρχικής θερμοκρασίας $T_{w1}=25^\circ\text{C}$ και τελικής $T_{w1}=45^\circ\text{C}$. Αν η παροχή του νερού ψύξης διπλασιαστεί να υπολογιστεί η νέα παροχή του συμπυκνώματος, υποθέτοντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητα είναι σταθερός. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα ενθαλπίας- θερμοκρασίας.

Ιδιότητες Νερού και Αέρα:

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}= 1.04 \text{ kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88 \text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18 \text{ kJ/kgC}$

Ισοζύγια Μάζας και Ενέργειας Πύργου Ψύξης (40%)

Σχεδιάζεται πύργος ψύξης με πληρωτικά υλικά για την ψύξη νερού παροχής $L_2=1\text{kg/s}$ από αρχική θερμοκρασία $T_2=45^\circ\text{C}$ σε τελική $T_1=25^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας κατ' αντιστροφή ατμοσφαιρικό αέρα θερμοκρασίας $T_{a1}=20^\circ\text{C}$ και υγρασίας $Y_1=0.010\text{ kg/kg}$ ξβ. Να υπολογιστεί η απαιτούμενη παροχή αέρα $G(\text{kg/s}$ ξβ) καθώς και η θερμοκρασία T_{a2} ($^\circ\text{C}$) και υγρασία $Y_{a2}(\text{kg/kg}$, ξβ) απόρριψης του. Να υπολογισθεί επίσης η σχετική υγρασία του αέρα στην είσοδο $a_{w1}(\%)$ και έξοδο $a_{w2}(\%)$ του πύργου.

Ανάμιξη Ρευμάτων Αέρα (30%)

Ρεύμα αέρα παροχής $G_1=1\text{kg/s}$, θερμοκρασίας $T_1=30^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $a_{w1}=40\%$ αναμιγνύεται με ρεύμα αέρα παροχής $G_2=1\text{kg/s}$, θερμοκρασίας $T_2=80^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $a_{w2}=40\%$. Να υπολογιστεί η παροχή G , η θερμοκρασία T , και η σχετική υγρασία a_w του προκύπτοντος ρεύματος.

Μεταβολή Συνθηκών Λειτουργίας Υφιστάμενου Εναλλάκτη Θερμότητας (30%)

Σε υφιστάμενο εναλλάκτη θερμότητας θερμαίνεται νερό παροχής $m_1=1\text{kg/s}$ από αρχική θερμοκρασία $T_o=20^\circ\text{C}$ σε τελική $T_1=80^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας κορεσμένο ατμό θερμοκρασίας $T_s=120^\circ\text{C}$. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία εξόδου T_2 ($^\circ\text{C}$) αν η παροχή μεταβληθεί σε $m_2=2\text{kg/s}$ υποθέτοντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητα είναι ανάλογος της παροχής υψωμένης εις τη $n=4/5$, δηλαδή $U=\alpha m^n$. Γενίκευση: να σχεδιαστεί το διάγραμμα θερμοκρασίας εξόδου συναρτήσει της παροχής.

Ιδιότητες Νερού και Αέρα:

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{ kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{ kJ/kgC}$

Ανάμιξη Ρευμάτων Αέρα

Ρεύμα αέρα παροχής $G_1=1\text{kg/s}$, θερμοκρασίας $T_1=30^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $a_{w1}=40\%$ αναμιγνύεται με ρεύμα αέρα παροχής $G_2=1\text{kg/s}$, θερμοκρασίας $T_2=80^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $a_{w2}=40\%$. Να υπολογιστεί η παροχή G , η θερμοκρασία T , και η σχετική υγρασία a_w του προκύπτοντος ρεύματος.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{ kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{ kJ/kgC}$

Μεταβολή Συνθηκών Λειτουργίας Υφιστάμενου Εναλλάκτη Θερμότητας

Σε υφιστάμενο εναλλάκτη θερμότητας θερμαίνεται νερό παροχής $m_1=1\text{kg/s}$ από αρχική θερμοκρασία $T_o=20^\circ\text{C}$ σε τελική $T_1=80^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας κορεσμένο ατμό θερμοκρασίας $T_s=120^\circ\text{C}$. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία εξόδου $T_2(^\circ\text{C})$ αν η παροχή μεταβληθεί σε $m_2=2\text{kg/s}$ υποθέτοντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητα είναι ανάλογος της παροχής υψωμένης εις τη $n=4/5$, δηλαδή $U=\alpha m^n$. Γενίκευση: να σχεδιαστεί το διάγραμμα θερμοκρασίας εξόδου συναρτήσει της παροχής.

Διήθηση

Αιώρημα παροχής 4.2kg/s , θερμοκρασίας 15°C και περιεκτικότητας 0.15kg/kg διηθείται σε περιστροφικό φίλτρο κενού τυμπάνου διαμέτρου 1.7m και μήκους 4m . Το κέικ περιέχει 0.5 kg νερό/kg ξηρού στερεού. Η ειδική αντίσταση του κέικ είναι $2.8 \times 10^{-10}\text{m/kg}$, η εμβάπτιση του τυμπάνου ίση προς το 30% της συνολικής επιφάνειάς του. Η πίεση λόγω του ύψους του αιωρήματος μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Η πίεση στο εσωτερικό του τυμπάνου είναι 300 mmHg .

Να υπολογιστεί ο ρυθμός περιστροφής του τυμπάνου σε στροφές ανά ώρα. Ποια είναι η ποσότητα προϊόντος που θα ληφθεί από το κέικ μετά την ξήρανσή του, αν η τελική υγρασία του προϊόντος αυτού είναι 0.1 kg/kg σε ξηρή βάση;

Πυκνότητα νερού διηθήματος 1000kg/m^3

Ιξώδες νερού διηθήματος $1.14 \times 10^{-3}\text{kg/ms}$

Αφύγρανση Αέρα

Σχεδιάζεται η αφύγρανση υγρού αέρα παροχής $F_0=10\text{kg/s}$, πίεσης $P_0=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T_0=200^\circ\text{C}$, και υγρασίας $Y_0=0.200\text{kg/kg}$ ξβ.

Να υπολογιστούν η θερμοκρασία και η πίεση δρόσου του ρεύματος.

Επίσης να υπολογιστεί η απομακρυνόμενη υγρασία σε kg/s μετά από ήπια συμπίεση και ψύξη του ρεύματος στα $P=1.4\text{bar}$ και $T=60^\circ\text{C}$.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_0=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{ kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{ kJ/kgC}$

Συμπύκνωση Επαφής

Για την πλήρη συμπύκνωση υπέρθερμου ατμού παροχής $S=1\text{kg/s}$ και θερμοκρασίας $T_5=200^\circ\text{C}$ χρησιμοποιείται παγωμένο νερό θερμοκρασίας $T_w=15^\circ\text{C}$ σε συμπυκνωτήρα επαφής. Αν ο συμπυκνωτήρας λειτουργεί σε ατμοσφαιρική πίεση $P=1\text{bar}$ να υπολογιστεί η απαιτούμενη παροχή παγωμένου νερού $W(\text{kg/s})$ και η θερμοκρασία εξόδου του συμπυκνώματος $T(^\circ\text{C})$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_0=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ατμού $C_{PS}=1.88\text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PW}=4.18\text{ kJ/kgC}$

Ξήρανση Υγρού Στερεού

Σε θάλαμο ξήρανσης με σταθερές συνθήκες του αέρα ξήρανσης ξηραίνεται υγρό στερεό από αρχική υγρασία $X_0=9\text{kg/kg}$ db προς επιθυμητή τελική υγρασία $X_2=3\text{kg/kg}$ db. Αν μετά από $t_1=1\text{h}$ η υγρασία του στερεού είναι $X_1=5\text{kg/kg}$ db σε πόσο επιπλέον χρόνο $t_2(\text{h})$ θα επιτευχθεί ο στόχος? Η κινητική ξήρανσης είναι πρώτης τάξης με υγρασία ισορροπίας $X_e=1\text{kg/kg}$ db.

Η συμμετοχή στην ενδιάμεση διαγωνιστική διαδικασία του μαθήματος είναι προαιρετική, δηλαδή το άριστα στο μάθημα επιτυγχάνεται και χωρίς τη συμμετοχή σε αυτήν. Όμως οι διακριθέντες θα επιβραβευτούν και βαθμολογικά.

Η ενδιάμεση διαγωνιστική διαδικασία του μαθήματος θα περιλαμβάνει 3 στάδια:

(1) Γραπτό διαγώνισμα την Παρασκευή 30 Νοεμβρίου στην ώρα του μαθήματος.

Θα επιλυθούν 3 θέματα.

(2) Οι επιτυχόντες στο γραπτό διαγώνισμα θα επανεπιλύσουν τα ίδια θέματα στο σπίτι και θα υποβάλλουν τεχνική έκθεση μέχρι τη Δευτέρα 3 Νοεμβρίου.

(3) Οι σπουδαστές με τις καλύτερες εκθέσεις θα διαγωνιστούν στην ανάπτυξη και παρουσίαση προσομοιωτή σε περιβάλλον Excel.

Ο προσομοιωτής θα βασίζεται στην ευφάνταστη αξιοποίηση των ίδιων (με τα προηγούμενα στάδια) θεμάτων.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ Ι

Τελικό διαγώνισμα 28/9/2018

1. Εξάτμιση Κορεσμένου Συμπυκνώματος Ατμού

Κορεσμένο συμπύκνωμα ατμού υψηλής πίεσης P_s (bar) εκτονώνεται στο $\frac{1}{4}$ της αρχικής πίεσης. Να υπολογιστεί το ποσοστό του συμπυκνώματος που εξατμίζεται αν η αρχική πίεση είναι ίση με τον αριθμό των γραμμάτων του ονοματεπωνύμου του εξεταζόμενου.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού ΔH_T (kJ/kg): $\Delta H_T = \Delta H_o - (C_{PL} - C_{PV})T$,

όπου T (°C) η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_o = 2.50 \text{ MJ/kg}$, $C_{PL} = 4.18 \text{ kJ/kgC}$, $C_{PV} = 1.88 \text{ kJ/kgC}$.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1 = 11.9$, $a_2 = 3950$, $a_3 = 232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε °C.

2. Ανάκτηση Θερμότητας από Απορριπτόμενο Ρεύμα Ξηρών Κουσαερίων

Σχεδιάζεται η ανάκτηση θερμότητας από απορριπτόμενο ρεύμα ξηρών κουσαερίων θερμοκρασίας $T_F = 950^\circ\text{C}$ για παραγωγή ατμού πίεσης $P_s = 45$ bar και θερμοκρασίας $T_s = 450^\circ\text{C}$ από νερό θερμοκρασίας $T_w = 20^\circ\text{C}$.

Να υπολογιστεί η παραγόμενη ποσότητα ατμού καθώς και η απαιτούμενη επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας όταν η παροχή των ξηρών κουσαερίων m_F (kg/s) είναι ίση με τον αριθμό των γραμμάτων του ονοματεπωνύμου του εξεταζόμενου.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1 = 11.9$, $a_2 = 3950$, $a_3 = 232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε °C.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o = 2.50 \text{ MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα κουσαερίων $C_{PA} = 1.04 \text{ kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV} = 1.88 \text{ kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL} = 4.18 \text{ kJ/kgC}$

Επιφανειακοί συντελεστές μεταφοράς θερμότητας:

Θέρμανσης νερού $2.00 \text{ kW/m}^2\text{K}$

Εξάτμισης νερού 5.00

Θέρμανσης ατμού 0.10

Ψύξης κουσαερίων 0.10

Αμελητέα αντίσταση τοιχώματος εναλλαγής θερμότητας.

3. Ανάκτηση Οργανικής Ουσίας από Απορριπτόμενο Ρεύμα Αέρος

Απορριπτόμενο ρεύμα αέρα ατμοσφαιρικής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας περιέχει υψηλές ποσότητες οργανικής ουσίας. Να προταθεί ένα διάγραμμα ροής ισχυρής ανάκτησης της οργανικής ουσίας.

1. Εξατμιστήρας σε λειτουργία

Εξατμιστήρας με συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας $A=200\text{m}^2$ χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση $L_0=5\text{kg/s}$ υδατικού διαλύματος πηκτίνης, θερμοκρασίας $T_0=20^\circ\text{C}$ από αρχική συγκέντρωση $X_0=1\%$ σε τελική $X=5\%$. Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κορεσμένο ατμό θέρμανσης πίεσης $P_s=5\text{bar}$, ενώ ο εξατμιστήρας λειτουργεί στα $P=2\text{bar}$.

Λόγω γενικότερων αλλαγών στην παραγωγική διαδικασία απαιτείται τελική συγκέντρωση του διαλύματος X' αντί της X , όπου η συγκέντρωση X' (%) είναι ίση με τον αριθμό των γραμμάτων του ονοματεπώνυμου του εξεταζόμενου. Να υπολογιστεί η νέα πίεση λειτουργίας του εξατμιστήρα P' θεωρώντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U παραμένει ο ίδιος.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού $\Delta H_T(\text{kJ/kg})$: $\Delta H_T=\Delta H_o-(C_{PL}-C_{PV})T$,

όπου $T(^{\circ}\text{C})$ η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$, $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$, $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$.

2. Ανάκτηση Θερμότητας από Απορριπτόμενο Ρεύμα Υγρού Αέρα

Σχεδιάζεται η ανάκτηση θερμότητας από απορριπτόμενο ρεύμα υγρού αέρα παροχής $F=10\text{kg/s}$, πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T=350^\circ\text{C}$, και υγρασίας $Y=0.400\text{kg/kg}$ ξβ.

Να υπολογιστεί η θερμότητα που μπορεί να ανακτηθεί αν ο αέρας ψυχθεί μέχρι θερμοκρασία T_o , όπου η θερμοκρασία $T_o(^{\circ}\text{C})$ είναι ίση με τον αριθμό των γραμμάτων του ονοματεπώνυμου του εξεταζόμενου.

Να απεικονιστεί η διεργασία γραφικά (α) σε ψυχομετρικό χάρτη (διάγραμμα θερμοκρασίας-υγρασίας) (β) σε διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$

3. Ξηραντήρας σε λειτουργία

Σε υφιστάμενο ξηραντήρα εισέρχονται τα στερεά σωματίδια με παροχή $F=1\text{kg/s}$ και υγρασία $X_o=5(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$ και ο φρέσκος αέρας με παροχή $F_a=10\text{kg/s}$ και υγρασία $Y_o=0.005(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$. Η θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου αμφοτέρων (σωματιδίων, αέρα) είναι $T_o=20^\circ\text{C}$ και $T=60^\circ\text{C}$ αντίστοιχα. Αν η καταναλισκόμενη θερμική ισχύς είναι 5MW να υπολογιστούν οι υγρασίες εξόδου των σωματιδίων X σε $(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$ και του αέρα Y σε $(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού στερεού $C_{PS}=2.00\text{kJ/kgC}$

4. Ανάκτηση θερμότητας σε ξηραντήρα

Να προτείνετε τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τον ξηραντήρα του θέματος 3.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ Ι

Τελικό διαγώνισμα 26/1/2018

1. Εξατμιστήρας σε λειτουργία

Εξατμιστήρας με συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας $A=180\text{m}^2$ χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση $L_0=5\text{kg/s}$ υδατικού διαλύματος πηκτίνης, θερμοκρασίας $T_0=20^\circ\text{C}$ από αρχική συγκέντρωση $X_0=1\%$ σε τελική $X=5\%$. Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κορεσμένο ατμό θέρμανσης πίεσης $P_s=2\text{bar}$, ενώ ο εξατμιστήρας λειτουργεί στα $P=250\text{mbar}$.

Λόγω γενικότερων αλλαγών στην παραγωγική διαδικασία απαιτείται η χρησιμοποίηση του παραπάνω εξατμιστήρα για τη συμπύκνωση $L_0'=5\text{kg/s}$ υδατικού διαλύματος πηκτίνης, θερμοκρασίας $T_0'=20^\circ\text{C}$ από αρχική συγκέντρωση $X_0'=0.5\%$ σε τελική $X'=5\%$.

Να υπολογιστεί η νέα πίεση λειτουργίας του εξατμιστήρα P' θεωρώντας ότι ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U παραμένει ο ίδιος.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού $\Delta H_T(\text{kJ/kg})$: $\Delta H_T=\Delta H_0-(C_{PL}-C_{PV})T$,

όπου $T(^{\circ}\text{C})$ η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_0=2.50\text{MJ/kg}$, $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$, $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$.

2. Ανάκτηση Θερμότητας από Απορριπτόμενο Ρεύμα Υγρού Αέρα

Σχεδιάζεται η ανάκτηση θερμότητας από απορριπτόμενο ρεύμα υγρού αέρα παροχής $F=10\text{kg/s}$, πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T=250^\circ\text{C}$, και υγρασίας $Y=0.400\text{kg/kg}$ ξβ.

Να υπολογιστεί η θερμότητα που μπορεί να ανακτηθεί αν ο αέρας ψυχθεί (α) μέχρι τη θερμοκρασία δρόσου T_d (β) μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος $T_a=25^\circ\text{C}$.

Να απεικονιστεί η διεργασία γραφικά (α) σε ψυχομετρικό χάρτη (διάγραμμα θερμοκρασίας-υγρασίας) (β) σε διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας.

Σταθερές εξίσωσης Antoine για το νερό: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_0=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$

3. Ξηραντήρας σε λειτουργία

Σε υφιστάμενο ξηραντήρα εισέρχονται τα στερεά σωματίδια με παροχή $F=0.50\text{kg/s}$ και υγρασία $X_0=5(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$ και ο φρέσκος αέρας με παροχή $F_a=5\text{kg/s}$ και υγρασία $Y_0=0.005(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$. Η θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου αμφοτέρων (σωματιδίων, αέρα) είναι $T_0=20^\circ\text{C}$ και $T=60^\circ\text{C}$ αντίστοιχα. Αν η καταναλισκόμενη θερμική ισχύς είναι 2.50MW να υπολογιστούν οι υγρασίες εξόδου των σωματιδίων X σε $(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$ και του αέρα Y σε $(\text{kg νερού})/(\text{kg ξηρού στερεού})$.

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού στους 0°C $\Delta H_0=2.50\text{MJ/kg}$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{PA}=1.04\text{kJ/kgC}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{PV}=1.88\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα νερού $C_{PL}=4.18\text{kJ/kgC}$

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού στερεού $C_{PS}=2.00\text{kJ/kgC}$

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ Ι

Τελικό διαγώνισμα 3/9/17

1. Εξατμιστήρας σε λειτουργία (20%)

Εξατμιστήρας με συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας $A=180\text{m}^2$ χρησιμοποιείται για την (ολική) εξατμηση ρεύματος παροχής $F=4\text{kg/s}$.

Το προς εξατμηση ρεύμα είναι κορεσμένο υγρό και εξατμίζεται στους $T=100^\circ\text{C}$.

Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κορεσμένο ατμό θέρμανσης στους $T_s=160^\circ\text{C}$.

Να υπολογιστούν ο φαινόμενος συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U και η οικονομία ατμού E . Δίδονται:

Λανθάνουσα θερμότητα εξατμησης νερού $\Delta H_T(\text{kJ/kg})$: $\Delta H_T=\Delta H_o-(C_{pL}-C_{pV})T$,

όπου $T(^{\circ}\text{C})$ η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$, $C_{pL}=4.20\text{kJ/kgK}$, $C_{pV}=1.90\text{kJ/kgK}$.

2. Απλοποιημένος Σχεδιασμός Πολυβάθμιου Εξατμιστήρα Αφαλάτωσης Θαλασσινού Νερού (30%)

Να υπολογιστεί, στα γρήγορα, ο απαιτούμενος αριθμός βαθμίδων πολυβάθμιου εξατμιστήρα για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού χρησιμοποιώντας κορεσμένο ατμό θέρμανσης 240°C και νερό ψύξης με θερμοκρασία απόρριψης 40°C .

Μέση λανθάνουσα θερμότητα εξατμησης νερού $\Delta H_s=2000\text{kJ/kg}$.

3. Ιδιότητες Υγρού Αέρα (20%)

Σχεδιάζεται η υγροποίηση ρεύματος υγρού αέρα πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T=200^\circ\text{C}$, και υγρασίας $Y=0.400\text{kg/kg}$ ξβ.

Να υπολογιστεί η θερμοκρασία δρόσου T_d και η πίεση δρόσου P_d .

Σταθερές εξίσωσης Antoine: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

4. Ψύξη Γάλατος (40%)

Σε βιομηχανία τροφίμων ψύχεται γάλα 100°C , αρχικά μέχρι τους 25°C με νερό ψύξης και στη συνέχεια μέχρι τους 10°C με αντλία θερμότητας.

Το ψυκτικό στην αντλία θερμότητας εξατμίζεται στους 0°C και συμπυκνώνεται στους 45°C με νερό ψύξης.

Το νερό ψύξης, και στις δύο περιπτώσεις, θερμαίνεται από τους 15°C μέχρι τους 35°C .

Ζητείται:

(1) το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης,

(2) το διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας της εγκατάστασης,

(3) ο ιδανικός συντελεστής λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

Στα (1) και (2) να αναγράφονται με σαφήνεια οι θερμοκρασίες.

1. Εξατμιστήρας σε λειτουργία (30%)

Εξατμιστήρας με συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας $A_1=200\text{m}^2$ χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση $L_0=5\text{kg/s}$ υδατικού διαλύματος άλατος από αρχική συγκέντρωση $X_0=1\%$ σε τελική $X_1=5\%$.

Το διάλυμα τροφοδοτείται ως κορεσμένο υγρό και εξατμίζεται στους $T_1=100^\circ\text{C}$.

Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κορεσμένο ατμό θέρμανσης στους $T_s=150^\circ\text{C}$.

Να υπολογιστούν ο φαινόμενος συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U_1 και η οικονομία ατμού E_1 .

Δίδονται:

Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού $\Delta H_T(\text{kJ/kg})$: $\Delta H_T=\Delta H_o-(C_{PL}-C_{PV})T$,

όπου $T(^{\circ}\text{C})$ η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$, $C_{PL}=4.20\text{kJ/kgK}$, $C_{PV}=1.90\text{kJ/kgK}$.

2. Απλοποιημένος Σχεδιασμός Πολυβάθμιου Εξατμιστήρα Αφαλάτωσης Θαλασσινού Νερού (30%)

Σχεδιάζεται η αφαλάτωση θαλασσινού νερού σε πολυβάθμιο εξατμιστήριο χρησιμοποιώντας κορεσμένο ατμό θέρμανσης 230°C και νερό ψύξης με θερμοκρασία απόρριψης 40°C .

(1) Να διατυπώσετε τις απόψεις σας σχετικά με το μέγιστο αριθμό των βαθμίδων εξάτμισης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

(2) Αν τελικά χρησιμοποιηθούν 20 βαθμίδες να υπολογιστεί προσεγγιστικά το μοναδιαίο κόστος του παραγόμενου νερού C_w (€/tn) που οφείλεται στον ατμό θέρμανσης.

Μέση λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης νερού $\Delta H_s=2000\text{kJ/kg}$. Κόστος ατμού θέρμανσης $C_s=20\text{€/MWh}$.

3. Σχεδιασμός Εγκατάστασης Παστερίωσης Γάλατος (40%)

Για την παστερίωση γάλατος το γάλα πρέπει να θερμανθεί στους 100°C από τους 5°C των βυτίων μεταφοράς και να ψυχθεί γρήγορα στην ίδια θερμοκρασία για διανομή. Το γάλα αρχικά προθερμαίνεται στους 80°C στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από το εξερχόμενο παστεριωμένο γάλα και στη συνέχεια θερμαίνεται στους 100°C στον θερμαντήρα με κορεσμένο ατμό θέρμανσης 120°C . Το παστεριωμένο γάλα αρχικά προψύχεται στους 25°C στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από το προς παστερίωση γάλα και στη συνέχεια ψύχεται στην τελική θερμοκρασία των 5°C με αντλία θερμότητας. Στην αντλία θερμότητας το ψυκτικό εξατμίζεται στους -5°C και συμπυκνώνεται στους 45°C χρησιμοποιώντας νερό ψύξης από τους 15 μέχρι τους 35°C . Ζητείται:

(1) το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης,

(2) το διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας για την εγκατάσταση «εξατμιστήρας – εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας – θερμαντήρας»,

(3) ο ιδανικός συντελεστής λειτουργίας της αντλίας θερμότητας,

(4) το ποσοστό ανάκτησης θερμότητας στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας.

Στα (1) και (2) να αναγράφονται με σαφήνεια οι θερμοκρασίες.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ Ι

Τελικό διαγώνισμα 6/2/17

1. Εξατμιστήρας σε λειτουργία (20%)

Εξατμιστήρας με συνολική επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας $A_1=180\text{m}^2$ χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση $L_0=5\text{kg/s}$ υδατικού διαλύματος άλατος από αρχική συγκέντρωση $X_0=1\%$ σε τελική $X_1=5\%$.

Το διάλυμα τροφοδοτείται ως κορεσμένο υγρό και εξατμίζεται στους $T_1=100^\circ\text{C}$.

Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κορεσμένο ατμό θέρμανσης στους $T_s=160^\circ\text{C}$.

Να υπολογιστούν ο φαινόμενος συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U_1 και η οικονομία ατμού E_1 .

Δίδονται:

Λανθάνουσα θερμότητα εξατμισμού νερού $\Delta H_T(\text{kJ/kg})$: $\Delta H_T=\Delta H_o-(C_{pL}-C_{pV})T$,

όπου $T(^{\circ}\text{C})$ η θερμοκρασία βρασμού και $\Delta H_o=2.50\text{MJ/kg}$, $C_{pL}=4.20\text{kJ/kgK}$, $C_{pV}=1.90\text{kJ/kgK}$.

2. Απλοποιημένος Σχεδιασμός Πολυβάθμιου Εξατμιστήρα Αφαλάτωσης Θαλασσινού Νερού (20%)

Σχεδιάζεται η αφαλάτωση θαλασσινού νερού σε πολυβάθμιο εξατμιστήριο χρησιμοποιώντας κορεσμένο ατμό θέρμανσης 250°C και νερό ψύξης με θερμοκρασία απόρριψης 45°C .

(1) Να διατυπώσετε τις απόψεις σας σχετικά με το μέγιστο αριθμό των βαθμίδων εξατμισμού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

(2) Αν τελικά χρησιμοποιηθούν 20 βαθμίδες να υπολογιστεί προσεγγιστικά το μοναδιαίο κόστος του παραγόμενου νερού C_w (€/tn) που οφείλεται στον ατμό θέρμανσης.

Μέση λανθάνουσα θερμότητα εξατμισμού νερού $\Delta H_s=1980\text{kJ/kg}$. Κόστος ατμού θέρμανσης $C_s=20\text{€/MWh}$.

3. Ανάκτηση Θερμότητας από Απορριπτόμενο Ρεύμα Υγρού Αέρα (20%)

Σχεδιάζεται η ανάκτηση θερμότητας από απορριπτόμενο ρεύμα υγρού αέρα παροχής $F=10\text{kg/s}$, πίεσης $P=1\text{bar}$, θερμοκρασίας $T=200^\circ\text{C}$, και υγρασίας $Y=0.400\text{kg/kg}$ ξβ.

Να υπολογιστεί η μέγιστη θερμότητα που μπορεί να ανακτηθεί χωρίς υγροποίηση της υγρασίας.

Σταθερές εξίσωσης Antoine: $a_1=11.9$, $a_2=3950$, $a_3=232$ όπου η πίεση σε bar και η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$.

Μοριακό βάρος νερού προς μοριακό βάρος αέρα $m=0.622$.

Μέση ειδική θερμότητα ξηρού αέρα $C_{pa}=1.04\text{kJ/kgK}$.

Μέση ειδική θερμότητα υδρατμού $C_{pv}=1.88\text{kJ/kgK}$

4. Σχεδιασμός Εγκατάστασης Παστερίωσης Γάλατος (40%)

Για την παστερίωση γάλατος το γάλα πρέπει να θερμανθεί στους 100°C από τους 5°C των βυτίων μεταφοράς και να ψυχθεί γρήγορα στην ίδια θερμοκρασία για διανομή. Το γάλα αρχικά προθερμαίνεται στους 80°C στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από το εξερχόμενο παστεριωμένο γάλα και στη συνέχεια θερμαίνεται στους 100°C στον θερμαντήρα με κορεσμένο ατμό θέρμανσης 120°C . Το παστεριωμένο γάλα αρχικά προψύχεται στους 25°C στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από το προς παστερίωση γάλα και στη συνέχεια ψύχεται στην τελική θερμοκρασία των 5°C με αντλία θερμότητας. Στην αντλία θερμότητας το ψυκτικό εξατμίζεται στους -5°C και συμπυκνώνεται στους 45°C χρησιμοποιώντας νερό ψύξης από τους 15 μέχρι τους 35°C . Ζητείται:

(1) το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης,

(2) το διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας για την εγκατάσταση «εξατμιστήρας – εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας – θερμαντήρας»,

(3) ο ιδανικός συντελεστής λειτουργίας της αντλίας θερμότητας,

(4) το ποσοστό ανάκτησης θερμότητας στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας.

Στα (1) και (2) να αναγράφονται με σαφήνεια οι θερμοκρασίες.