

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

### 2<sup>η</sup> Ενότητα ασκήσεων

1. Παροχή 3 kg/s ατμού πίεσης 10 bar και θερμοκρασίας 234°C θα από-υπερθερμανθεί, πριν την χρήση του ως θερμαντικό, με ψεκασμό με υγρό νερό θερμοκρασίας 50°C.

(α) Ποια η αναγκαία παροχή νερού ώστε να παράγεται στην έξοδο ατμός θερμοκρασίας 185°C;

(β) Προτείνετε μεταβλητές χειρισμού και ελέγχου για τον αυτόματο έλεγχο της διεργασίας έναντι μικρο-μεταβολών της παροχής.

2. Παροχή 50 mol/s αζώτου, ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας 1700°C, θα ψυχθεί απότομα με ψεκασμό με υγρό νερό θερμοκρασίας 25°C. Τί παροχή νερού απαιτείται ώστε η θερμοκρασία εξόδου να πέσει στους 250°C;

(α) Κάντε έναν πρόχειρο υπολογισμό, έχοντας ως μόνα δεδομένα την ενθαλπία εξάτμισης του νερού στους 25°C,  $\Delta H_{vl}(25^\circ\text{C})=2442$  kJ/kg, και σταθερές μέσες τιμές για τις ειδικές θερμοχωρητικότητες αζώτου και υδρατμού, 30 J/mol °C και 34 J/mol °C αντίστοιχα.

3. Υπολογίστε την αδιαβατική θερμοκρασία φλόγας κατά την καύση βουτανίου με 15% περίσσεια αέρα. Για απλοποίηση των θερμικών υπολογισμών, χρησιμοποιήστε την παρακάτω σχέση για την ειδική θερμότητα των καυσαερίων ως συνάρτηση της θερμοκρασίας.

$$c_p(T) = 0,941 + 0,3626 t - 0,0603 t^2 \text{ [kJ/kg } ^\circ\text{C} \text{ και } t = (T[\text{K}]/1000)$$

Μπορείτε να ξεκινήσετε υπολογίζοντας την μεταβολή ειδικής ενθαλπίας των καυσαερίων μεταξύ των θερμοκρασιών 298,15 K (25°C) και T.

4. Ατμοπαραγωγός με υδραυλούς και φυσική ανακυκλοφορία λειτουργεί με φυσικό αέριο (σύσταση κατ' όγκο 90% CH<sub>4</sub>, 10% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) και παράγει ατμό πίεσης 50 bar και θερμοκρασίας 480°C. Η τροφοδοσία του είναι νερό θερμοκρασίας 40°C, ενώ η καύση γίνεται με 10% περίσσεια ως προς τον στοιχειομετρικά απαιτούμενο αέρα. Τα καυσαέρια εισέρχονται στην καμινάδα με θερμοκρασία 180°C, ενώ η ειδική θερμοχωρητικότητά τους ως συνάρτηση της θερμοκρασίας δίνεται από τον τύπο της Άσκησης 3. Η εκμάστευση απομακρύνεται από το τύμπανο (διαχωριστή) και έχει παροχή ίση με το 4% της τροφοδοσίας.

(α) Σχεδιάστε ένα σκαρίφημα με τα ρεύματα εισόδου και εξόδου, θεωρώντας ως όγκο ελέγχου ολόκληρο τον ατμοπαραγωγό. Με βάση το σκαρίφημα, υπολογίστε τα kg ατμού που παράγονται ανά m<sup>3</sup> (υπό ΚΣ) φυσικού αερίου που καίγεται.

(β) Αν ο αέρας καύσης προθερμαίνεται στους 160°C και το νερό τροφοδοτείται στο τύμπανο υπόψυκτο κατά 12°C, υπολογίστε τη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων από τον χώρο ατμοποίησης/ακτινοβολίας. Θα σας βοηθήσει ένα σκαρίφημα με τα ρεύματα εισόδου και εξόδου σε αυτό το τμήμα του ατμοπαραγωγού.

