

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1. Εισαγωγή – Βασικές έννοιες	11
1.1 Εισαγωγή.....	11
1.2 Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας	12
1.2.1 Αγωγή	12
1.2.2 Συναγωγή.....	13
1.2.3 Ακτινοβολία.....	14
2. Αγωγή	19
2.1 Ο φυσικός μηχανισμός	19
2.2 Ο Νόμος Fourier.....	20
2.3 Θερμική αγωγιμότητα	23
2.3.1 Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας στα στερεά....	25
2.3.2 Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας στα υγρά και στα αέρια	27
2.4 Η εξίσωση της αγωγής	28
2.4.1 Ο συντελεστής θερμικής διάχυσης	32
2.4.2 Οριακές και αρχικές συνθήκες.....	32
2.5 Εφαρμογές σε μόνιμο πεδίο χωρίς πηγές	33
2.5.1 Το επίπεδο τοίχωμα	34
2.5.2 Η θερμική αντίσταση.....	36
2.5.3 Το σύνθετο επίπεδο τοίχωμα	38
2.5.4 Ο κύλινδρος	40
2.5.5 Η σφαίρα.....	43
2.6 Εφαρμογές σε μόνιμο πεδίο με πηγές θερμότητας.....	46
2.7 Πτερύγια μεταφοράς θερμότητας	53
2.7.1 Γενικά	53
2.7.2 Ανάλυση πτερυγίων	54
2.7.3 Απόδοση - αποτελεσματικότητα πτερυγίου.....	61
2.7.4 Αριστοποιημένα πτερύγια.....	63
2.7.5 Απόδοση συνολικής επιφάνειας	64

3. Συναγωγή	71
3.1 Το πρόβλημα της μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή.....	71
3.2 Τα οριακά στρώματα.....	73
3.2.1 Το υδροδυναμικό οριακό στρώμα.....	73
3.2.2 Το θερμικό οριακό στρώμα.....	74
3.3 Τύποι ροής των υγρών.....	75
3.4 Οι εξισώσεις της συναγωγής.....	78
3.5 Ο Νόμος της ομοιότητας στη μετάδοση θερμότητας με συναγωγή.....	80
3.5.1 Θερμική ομοιότητα.....	81
3.5.2 Η φυσική σημασία των αδιάστατων χαρακτηριστικών αριθμών.....	85
3.6 Ο συντελεστής συναγωγής.....	87
3.7 Εξηναγκασμένη συναγωγή.....	90
3.7.1 Ροή παράλληλη σε επίπεδη επιφάνεια.....	90
3.7.2 Κύλινδρος και σφαίρα σε εγκάρσια ροή.....	95
3.7.3 Ροή στο εσωτερικό σωλήνων.....	100
3.8 Φυσική συναγωγή.....	109
4. Εναλλάκτες θερμότητας	113
4.1 Εισαγωγή – τύποι εναλλακτών.....	113
4.2 Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας εναλλάκτη θερμότητας.....	116
4.3 Ανάλυση εναλλακτών θερμότητας – Υπολογισμός μέσης θερμοκρασιακής διαφοράς.....	119
4.3.1 Εναλλάκτες ομοροής.....	121
4.3.2 Εναλλάκτες αντιροής.....	125
4.3.3 Εναλλάκτες πολλαπλών και διασταυρουμένων ρευμάτων.....	129
4.4 Αποτελεσματικότητα εναλλακτών – Μέθοδος των μονάδων μεταφοράς.....	136
4.4 Συμπεράσματα – Μεθοδολογία.....	142
5. Μεταβατικά φαινόμενα αγωγής	145
5.1 Εισαγωγή.....	145
5.2 Μέθοδος συγκεντρωμένης χωρητικότητας.....	145
5.3 Ισχύς της μεθόδου συγκεντρωμένης χωρητικότητας.....	149
5.4 Μεταβατικά φαινόμενα αγωγής με εξάρτηση της θερμοκρασίας και από το χώρο.....	152
5.4.1 Αδιάστατη μορφή της εξίσωσης αγωγής.....	152
5.5 Ψύξη ή θέρμανση άπειρης επίπεδης πλάκας.....	156

	Σελίδα
5.6 Ψύξη ή θέρμανση άπειρου κυλίνδρου.....	165
5.7 Ψύξη ή θέρμανση σφαίρας.....	167
6. Ακτινοβολία	173
6.1 Εισαγωγή.....	173
6.2 Ακτινοβολία μέλανος σώματος.....	176
6.2.1 Νόμος των Stefan – Boltzmann	176
6.2.2 Κατανομή Planck.....	177
6.2.3 Νόμος της μετατόπισης του Wien	179
6.2.4 Εκπομπή σε ζώνη.....	179
6.3 Εκπομπή από επιφάνεια	182
6.4 Απορρόφηση, ανάκλαση και διαπερατότητα επιφάνειας.....	186
6.5 Ο Νόμος του Kirchhoff.....	188
6.6 Ακτινοβολία περιβάλλοντος.....	191
6.7 Συντελεστές θέας.....	196
6.7.1 Γενικά.....	196
6.7.2 Σχέσεις μεταξύ των συντελεστών θέας.....	197
6.8 Συναλλαγή θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ μελανών επιφανειών	206
6.9 Συναλλαγή θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ τεφρών ισότροπων επιφανειών	209
6.9.1 Αποπομπή	209
6.9.2 Καθαρή συναλλαγή ακτινοβολίας σε μια επιφάνεια ...	210
6.9.3 Καθαρή συναλλαγή ακτινοβολίας μεταξύ επιφανειών.....	211
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	219
Πίνακας Α1: Ιδιότητες μεταλλικών στερεών.....	222
Πίνακας Α2: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ δομικών υλικών στους 20 °C και σε συνθήκες λειτουργίας	224
Πίνακας Α3: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ μονωτικών υλικών στους 20 °C	227
Πίνακας Α4: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας διαφόρων στερεών ουσιών στους 20 °C	229
Πίνακας Α5: Θερμοφυσικές ιδιότητες αερίων σε ατμοσφαιρική πίεση	231
Πίνακας Α6: Θερμοφυσικές ιδιότητες κορεσμένων υγρών	238
Πίνακας Α7: Ιδιότητες κορεσμένου νερού	241
Πίνακας Α8: Θερμοφυσικές ιδιότητες υγρών μετάλλων	243
Πίνακας Α9: Συντελεστές εκπομπής επιφανειών	244
Πίνακας Α10: Ιδιότητες ηλιακής ακτινοβολίας.....	248

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**Σελίδα**
251

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό αποτελεί μια εισαγωγή στα βασικά αντικείμενα της Μετάδοσης Θερμότητας και είναι αποτέλεσμα της πολύχρονης ενασχόλησης του συγγραφέα με το αντικείμενο τόσο σε διδακτικό όσο και σε ερευνητικό επίπεδο στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΑΠΘ. Σκοπός του είναι να εισάγει τον αναγνώστη στις βασικές έννοιες της Μετάδοσης Θερμότητας και να παρουσιάσει τις βασικές μεθοδολογίες επίλυσης των συνηθέστερων προβλημάτων της.

Στην εισαγωγή αυτή γίνεται προσπάθεια να συνδυασθούν τόσο η κατανόηση και η φυσική σημασία των μηχανισμών της Μετάδοσης Θερμότητας όσο και η βασική μαθηματική μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων.

- Στο 1^ο Κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στους βασικούς μηχανισμούς της Μετάδοσης Θερμότητας.
- Στο 2^ο Κεφάλαιο αναλύεται ο μηχανισμός της αγωγής θερμότητας. Αναπτύσσεται η εξίσωση της αγωγής, αναλύεται η σημασία του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και παρουσιάζονται και μερικές εφαρμογές σε προβλήματα μόνιμης κατάστασης. Επίσης γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των θερμοδυναμικών βοηθημάτων μεταφοράς θερμότητας, δηλαδή των πτερυγίων μεταφοράς θερμότητας και των χαρακτηριστικών παραμέτρων τους.
- Το 3^ο Κεφάλαιο αναφέρεται στον μηχανισμό της συναγωγής. Γίνεται μια σύντομη αναφορά στα οριακά στρώματα και στους τύπους της ροής των ρευστών, αναλύεται η μεθοδολογία υπολογισμού του συντελεστή συναγωγής και παρουσιάζονται οι συνηθέστερες περιπτώσεις υπολογισμού του.
- Το 4^ο Κεφάλαιο αναφέρεται στους εναλλάκτες θερμότητας. Παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι εναλλακτών, ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας και οι δυο μέθοδοι υπολογισμού: η μέθο-

δος της μέσης λογαριθμικής διαφοράς θερμοκρασίας και η μέθοδος του αριθμού μονάδων μεταφοράς (NTU).

- Στο 5^ο Κεφάλαιο εξετάζονται τα μεταβατικά προβλήματα αγωγής θερμότητας. Αναλύονται τόσο η μέθοδος της συγκεντρωμένης χωρητικότητας όσο και αυτή της εξάρτησης της θερμοκρασίας από το χώρο.
- Τέλος το 6^ο Κεφάλαιο αναφέρεται στην ακτινοβολία. Αναλύεται η ακτινοβολία μέλανος σώματος, η εκπομπή, η ανάκλαση, η απορρόφηση και διαπερατότητα επιφάνειας και τέλος η συναλλαγή ακτινοβολίας μεταξύ διαφόρων επιφανειών.

Κλείνοντας θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες στη συνάδελφο κ. Καδή Στέλλα τόσο για τις υποδείξεις της στη συγγραφή του βιβλίου αυτού όσο για τα τόσα χρόνια συνεργασίας. Επίσης ευχαριστίες στην κ. Κατερίνα Παλούρα για την επεξεργασία των σχημάτων και των κειμένων και στις κ. Νίκη Σωτίδου και Νικολέτα Παπαδοπούλου για τη δακτυλογράφηση των κειμένων.

Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2009

Βασίλης Χατζηαθανασίου