

ΒΟΗΘΗΜΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ

Στοιχεία Θεωρίας - Λυμένα Παραδείγματα

Ασκήσεις - Ερωτήσεις Θεωρίας

Νικόλαος Χονδράκης (Εκπαιδευτικός)

.....
Νικόλαος Γ. Χονδράκης (*chonniko@gmail.com*)
Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός

ISBN 978-960-93-5419-6

Copyright © Νικόλαος Γ. Χονδράκης, 2013.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

ΒΟΗΘΗΜΑ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ

Στοιχεία Θεωρίας - Λυμένα Παραδείγματα

Ασκήσεις - Ερωτήσεις Θεωρίας

**Για τους μαθητές των ΕΠΑΛ και τους υποψήφιους που εξετάζονται στο
μάθημα: Εγκαταστάσεις Ψύξης.**

Νικόλαος Χονδράκης (*chonniko@gmail.com*)

Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό γράφτηκε με σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές που προετοιμάζονται για να δώσουν εξετάσεις για την εισαγωγή τους στα ΤΕΙ και ΑΕΙ και παρακολουθούν την ειδικότητα των Ψυκτικών Εγκαταστάσεων και Κλιματισμού ή αποφοίτησαν από αυτήν. Ένα από τα δύο μαθήματα ειδικότητας στα οποία θα εξεταστούν είναι οι Εγκαταστάσεις Ψύξης. Η πολύχρονη πείρα μου στην εκπαίδευση και στη διδασκαλία του μαθήματος, με οδήγησαν στη συλλογή και συγγραφή του βιβλίου τούτου, που φιλοδοξεί να διδάξει τον τρόπο που πρέπει να σκέφτεται ο μαθητής, για να επιτύχει με ευκολία την επίλυση των ασκήσεων που θα του δοθούν στις εξετάσεις. Είναι πεποίθησή μου ότι το μάθημα είναι «εύκολο» και δεν πρέπει ο φιλόδοξος υποψήφιος να χάσει κανένα μόριο, από εκείνα που δίνουν οι ασκήσεις στις εξετάσεις.

Δίνεται μεγάλη ποικιλία ασκήσεων από όλα τα κεφάλαια του βιβλίου. Λύνονται αναλυτικά, ώστε ο υποψήφιος να αντιληφθεί κάθε τμήμα της πορείας προς την επίλυση και να μην έχει καμιά αμφιβολία για τα βήματα που ακολουθούνται. Η λεπτομερής επίλυση ίσως κουράσει μερικές φορές τους μαθητές που είναι εξοικειωμένοι με τα μαθηματικά, όμως κρίθηκε απαραίτητο, για να βοηθηθούν εκείνοι που μειονεκτούν στην επίλυση μαθηματικών εξισώσεων και στη μετατροπή μονάδων. Ορισμένες φορές μια άσκηση λύνεται με δυο τρόπους για να δει ο μαθητής και μια εναλλακτική λύση.

Αρχικά αναφέρεται η εξεταστέα ύλη και μερικές γενικές οδηγίες για τις εξετάσεις. Κατόπιν γίνεται αναφορά στις μονάδες που πρέπει να γνωρίζει ο μαθητής στο μάθημα και δίνονται πολλά παραδείγματα για τον τρόπο που γίνεται η μετατροπή τους. Και εδώ ίσως για τους πιο προχωρημένους μαθητές να είναι λίγο κουραστικό, αλλά μπορούν να παραλείψουν το κεφάλαιο αυτό. Μερικές φορές οι απαντήσεις δίνονται τόσο αναλυτικά σαν ο μαθητής να βρίσκεται ακόμα στο Γυμνάσιο, και ο λόγος είναι ότι η πείρα μας έχει δείξει ότι πολλά παιδιά με φιλοδοξία να επιτύχουν στα ΤΕΙ έχουν ξεχάσει βασικές τεχνικές που απαιτούνται για τη λύση των ασκήσεων.

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται μόνο εκείνες οι μονάδες των μεγεθών, που συναντώνται στο μάθημα.

Στη συνέχεια ακολουθούν τέσσερα κεφάλαια που περιλαμβάνουν τα κεφάλαια που είναι στην εξεταστέα ύλη. Αναφέρονται αρχικά εκείνα τα στοιχεία της θεωρίας που χρειάζονται για την επίλυση των ασκήσεων και ακολουθούν λυμένα παραδείγματα. Υποδειχνεται μεθοδολογία για την πορεία που ακολουθείται στη λύση των ασκήσεων και ακολουθεί σειρά παραδειγμάτων με την εφαρμογή της.

Στο έβδομο κεφάλαιο έχει γίνει συλλογή όλων των ασκήσεων-παραδειγμάτων που υπάρχουν στο βιβλίο και δίνονται ανάλογα λυμένα παραδείγματα. Αυτό γίνεται γιατί πολύ συχνά οι ασκήσεις που δίνονται στις εξετάσεις είναι παρόμοιες με εκείνες του σχολικού βιβλίου, με μικρές παραλλαγές ή αλλαγή μόνο στις τιμές των μεγεθών. Για κάθε παράδειγμα δίνεται και η σελίδα του βιβλίου που υπάρχει η αντίστοιχη άσκηση.

Στο όγδοο κεφάλαιο δίνεται προς λύση πλήθος ασκήσεων με τις απαντήσεις τους. Σχεδόν όλες είναι παρόμοιες με τις λυμένες που προηγήθηκαν και ελάχιστες είναι διαφορετικές από εκείνες.

Στο επόμενο κεφάλαιο δίνονται ερωτήσεις θεωρίας ανά κεφάλαιο. Οι ερωτήσεις αυτές δεν υποκαθιστούν το διάβασμα όλου του βιβλίου, αλλά βοηθούν το μαθητή να διαπιστώσει σε ποιο επίπεδο βρίσκονται οι γνώσεις του και τι πρέπει να διαβάσει ακόμα. Επίσης δεν περιλαμβάνουν όλα τα στοιχεία της θεωρίας, που είναι απαραίτητα για τις εξετάσεις. Στο τέλος κάθε ερώτησης δίνεται και η σελίδα του σχολικού βιβλίου που θα βρει την απάντηση.

Στο δέκατο κεφάλαιο δίνονται ερωτήσεις σωστού-λάθους για μια ακόμα καλύτερη εκτίμηση από τον μαθητή για τις γνώσεις του. Στο τέλος των ερωτήσεων δίνονται οι σωστές απαντήσεις.

Ακολουθεί ένα τυπολόγιο όπου περιλαμβάνονται όλοι οι τύποι και σχέσεις που θα χρειαστούν για την επίλυση των ασκήσεων. Πιστεύουμε ότι αν ο μαθητής γνωρίζει τους μαθηματικούς αυτούς τύπους με τα μεγέθη και τις μονάδες τους μπορεί να αντιμετωπίσει όλες τις πιθανές ασκήσεις των εξετάσεων.

Ο συγγραφέας ελπίζει ότι τούτο το βιβλίο με τις ασκήσεις, θα βοηθήσει τους μαθητές στο στόχο τους, που είναι η επιτυχία στο μάθημα των Εγκαταστάσεων Ψύξης. Περιμένει με χαρά κάθε απορία από τα παιδιά, αλλά και υπόδειξη για την βελτίωση του περιεχομένου του. Ελπίζει επίσης ότι οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί θα το συστήσουν στους μαθητές τους, αφού άλλωστε θα παρέχεται δωρεάν μέσω του διαδικτύου. Περιμένει βεβαίως υποδείξεις και από εκπαιδευτικούς μηχανολόγους, αλλά και ενθάρρυνση για τη βελτίωση του παρόντος.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εξεταστέα Ύλη	9
2.	Μετατροπή μονάδων – Ειδικές αριθμητικές πράξεις	11
2.1	Μήκος - Επιφάνεια - Όγκος	11
2.2	Χρόνος	17
2.3	Παροχή μάζας	18
2.4	Παροχή όγκου	19
2.5	Ισχύς - Ενέργεια	21
2.6	Πίεση	22
3.	Συμπυκνωτές	23
3.1	Αερόψυκτοι συμπυκνωτές	23
3.2	Μεθοδολογία για τη λύση των ασκήσεων	26
3.3	Λυμένες ασκήσεις στους Αερόψυκτους Συμπυκνωτές	29
3.4	Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές	37
3.5	Λυμένες ασκήσεις στους Υδρόψυκτους Συμπυκνωτές	40
3.6	Εξατμιστικοί συμπυκνωτές - Ασκήσεις	48
4.	Πύργοι Ψύξης	51
5.	Εκτονωτικές Διατάξεις	57
6.	Εξατμιστές	65
6.1	Εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα	65
6.2	Εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα	65
6.3	Εξατμιστές ψύξης υγρών	67
6.4	Ασκήσεις στους εξατμιστές	68
7.	Παραδείγματα Ασκήσεων του Βιβλίου	77
8.	Άλυτες Ασκήσεις	85
8.1	Ασκήσεις στις Μετατροπές Μονάδων	85
8.2	Ασκήσεις στους Συμπυκνωτές	86
8.3	Ασκήσεις στους Πύργους Ψύξης	89
8.4	Εκτονωτικές Διατάξεις	90
8.5	Εξατμιστές	91
8.6	Παραδείγματα Ασκήσεων του Βιβλίου	93
9.	Ερωτήσεις θεωρίας	97
9.1	Ερωτήσεις Συμπυκνωτών	97

9.2	Ερωτήσεις στους Πύργων Ψύξης	98
9.3	Ερωτήσεις Εκτονωτικών Διατάξεων	99
9.4	Ερωτήσεις Εξατμιστών	100
10.	Ερωτήσεις Σωστού-Λάθους	103
10.1	Συμπυκνωτές	103
10.2	Πύργοι Ψύξης	104
10.3	Εκτονωτικές Διατάξεις	104
10.4	Εξατμιστές	105
10.5	Απαντήσεις Σωστού-Λάθους	107
11.	Τυπολόγιο Ψύξης	109

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**1. Εξεταστέα Ύλη**

Στο μάθημα για τις πανελλαδικές εξετάσεις των ΕΠΑ.Λ. περιλαμβάνονται τα κεφάλαια 3, 4, 5 και 6 του σχολικού βιβλίου. Από τα κεφάλαια αυτά στην εξεταστέα ύλη είναι μόνο οι σελίδες:

Κεφάλαιο 3 (σελίδες)	Κεφάλαιο 4 (σελίδες)	Κεφάλαιο 5 (σελίδες)	Κεφάλαιο 6 (σελίδες)
203 ως 207	241 ως 247	265 ως 313	331 ως 358
211 ως 228	252 ως 255	323	
231 ως 233	εκτός από § 4.7		

Οι υποψήφιοι πρέπει να προσέχουν, γιατί ενδέχεται η ύλη μια χρονιά να αλλάξει. Κανονικά το σχολείο υποχρεούται να ενημερώσει ενυπόγραφα τους μαθητές, δίνοντας σε αυτούς έντυπο με τη νέα ύλη.

Εκτός από τη θεωρία, οι μαθητές εξετάζονται και σε ασκήσεις, οι οποίες είναι όμοιες ή παρόμοιες με τα παραδείγματα του βιβλίου. Υπάρχει και το ενδεχόμενο να μπει μία άσκηση που να στηρίζει τη λύση της σε μια θεωρητική πρόταση. να απαιτεί δηλαδή χρήση αριθμητικών πράξεων ή τύπων που βρίσκονται στη θεωρία και δεν έχει δοθεί παράδειγμα. Στα επόμενα κεφάλαια θα δοθούν ασκήσεις λυμένες και άλυτες από όλες αυτές τις περιπτώσεις.

Οι ασκήσεις αποτελούν το 50% περίπου των θεμάτων, χωρίς κανένας να αποκλείει το ποσοστό αυτό να αλλάξει υπέρ των ασκήσεων συνήθως, ή της θεωρίας. Μπορεί να υπάρξουν θέματα που δεν είναι εύκολο να πεις ότι σίγουρα είναι θεωρία ή άσκηση.

Για την επιτυχία στο μάθημα απαιτούνται δύο προϋποθέσεις. Η μία είναι το καλό διάβασμα θεωρίας και ασκήσεων. Η άλλη είναι η γνώση απλών μαθηματικών, επιπέδου γυμνασίου, και οπωσδήποτε η γνώση των μονάδων μέτρησης μεγεθών σε διάφορα συστήματα και η μετατροπή τους από το ένα στο άλλο.

Για να μάθει ο μαθητής τη θεωρία, εκτός από τις σελίδες της εξεταστέας ύλης, πρέπει να έχει κατανοήσει και άλλα σημεία του μαθήματος που βρίσκονται στα πρώτα δύο κεφάλαια. Τα δύο κεφάλαια αυτά διδάσκονται στο μάθημα του εργαστηρίου και στο μάθημα «Συμπιεστές».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Μετατροπή Μονάδων – Ειδικές Αριθμητικές Πράξεις

Για να υπάρχει ενιαία χρήση μονάδων στα διάφορα μεγέθη, έχουν καθιερωθεί ορισμένα συστήματα μονάδων. Όταν χρησιμοποιείται (σε μια άσκηση, ας πούμε) ένα από αυτά, τότε κάθε μέγεθος που υπάρχει στους τύπους έχει και τη δική του μονάδα μέτρησης. Το πιο διαδεδομένο Σύστημα Μονάδων είναι το Διεθνές Σύστημα (σύμβολο: SI). Στο SI οι μονάδες είναι πολύ κοινές και χρησιμοποιούνται στη χώρα μας πολύ. Όμως μερικές φορές δεν βολεύει μια μονάδα του SI και πρέπει να βρεθεί μια άλλη πιο βολική. Για παράδειγμα στο SI η μονάδα του χρόνου είναι το δευτερόλεπτο, που είναι βολικό όταν μετράμε πολύ μικρά διαστήματα χρόνου. Όταν όμως θέλουμε να μετρήσουμε το χρόνο που χρειαζόμαστε για να πάμε στη δουλειά μας τα δευτερόλεπτα είναι πολλά και βολεύουν καλύτερα τα λεπτά. Για ένα ταξίδι με πλοίο ίσως να βολεύουν καλύτερα οι ώρες. Υπάρχουν όμως και άλλοι λόγοι που συχνά χρησιμοποιούνται άλλες, εκτός SI, μονάδες. Παρακάτω θα δοθούν όλες όσες θα χρειαστούν στο μάθημα της Ψύξης και ο τρόπος μετατροπής τους.

Προς το παρόν θα δώσουμε τις μονάδες στο SI, όλων των μεγεθών που θα χρησιμοποιηθούν στις ασκήσεις του μαθήματος. Αυτές φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Μέγεθος	Σύμβολο	Ονομασία
Μήκος	m	Μέτρο
Επιφάνεια	m ²	Τετραγωνικό μέτρο
Όγκος	m ³	Κυβικό μέτρο
Χρόνος	s	Δευτερόλεπτο
Θερμοκρασία*	°C	Βαθμοί Κελσίου
Μάζα	kg	Κιλό

Μέγεθος	Σύμβολο	Ονομασία
Ενέργεια	J	Τζάουλ
Ισχύς	W	Βατ
Παροχή μάζας	Kg/s	Κιλά ανά δευτερόλεπτο
Παροχή όγκου	m ³ /s	Κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο
Ταχύτητα	m/s	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο
Πίεση	Pa	Πασκάλ

*Σημείωση: Για τη θερμοκρασία σε όλο το μάθημα χρησιμοποιούνται μόνο οι βαθμοί Κελσίου και γι' αυτό δόθηκαν εδώ, παρ' ότι στο σύστημα SI η μονάδα για τη θερμοκρασία δίνεται στην κλίμακα Κέλβιν.

Εδώ θα δοθούν μόνο εκείνες οι μετατροπές μονάδων που είναι απαραίτητες για τη λύση των ασκήσεων του μαθήματος. Στις περισσότερες ασκήσεις που δίνονται στις πανελλαδικές, δεν χρειάζεται η μετατροπή των μονάδων και η εκάστοτε άσκηση λύνεται με απ' ευθείας αντικατάσταση των τιμών που δίνονται. Όμως ενδέχεται να χρειαστεί μετατροπή που συνήθως είναι των μεγεθών: **μήκος, επιφάνεια, όγκος, χρόνος, παροχή μάζας, παροχή όγκου, ισχύς, πίεση** και πιο σπάνια **ενέργεια**.

Τώρα θα δώσουμε τον τρόπο που γίνεται η μετατροπή με μερικά παραδείγματα για καλύτερη κατανόηση.

2.1 Μήκος - Επιφάνεια - Όγκος

Α) Στο μάθημα της ψύξης δεν υπάρχει κανένας τύπος που να περιέχει το μέγεθος του μήκους, αλλά υπάρχει η επιφάνεια σε σχήμα ορθογωνίου και μπορεί να δοθούν το μήκος και το πλάτος του ορθογωνίου και για να βρεθεί η επιφάνεια. Τα μήκη των πλευρών μπορεί να δοθούν σε χιλιοστά ή εκατοστά και πρέπει να μετατραπούν σε μέτρα. Τα μήκη που θα χρειαστούν είναι μέχρι μερικά μέτρα, επομένως θα δοθούν οι υποδιαιρέσεις και τα πολλαπλάσια των μονάδων.

1 μέτρο = 100 εκατοστά = 1000 χιλιοστά

1 εκατοστό = 10 χιλιοστά = 0,01 μέτρα

1 χιλιοστό = 0,1 εκατοστά = 0,001 μέτρα

Θα πρέπει να γνωρίζετε και τους συμβολισμούς:

μέτρο $\rightarrow$ m, εκατοστό $\rightarrow$ cm, χιλιοστό $\rightarrow$ mm.

Β) Για την επιφάνεια έχουμε τις αντίστοιχες μετατροπές, που πρέπει να προσέξετε ότι είναι όπως οι μετατροπές του μήκους υψωμένες όμως στο τετράγωνο, δηλαδή πολλαπλασιασμένες με τον εαυτό τους μια φορά. Έτσι έχουμε:

1 τετραγωνικό μέτρο = 10.000 τετραγωνικά εκατοστά = 1.000.000 τετραγωνικά χιλιοστά

1 τετραγωνικό εκατοστό = 100 τετραγωνικά χιλιοστά = 0,0001 τετραγωνικά μέτρα

1 τετραγωνικό χιλιοστό = 0,01 τετραγωνικά εκατοστά = 0,000001 τετραγωνικά μέτρα

Πρέπει να γνωρίζετε και τους αντίστοιχους συμβολισμούς:

τετραγωνικό μέτρο $\rightarrow$ m², τετραγωνικό εκατοστό $\rightarrow$ cm², τετραγωνικό χιλιοστό $\rightarrow$ mm²

Για καλύτερη κατανόηση, θα αναφέρουμε ότι ένα τετραγωνικό μέτρο είναι η επιφάνεια ενός τετράγωνου που κάθε του πλευρά είναι ένα μέτρο. Επειδή κάθε μια τέτοια πλευρά έχει εκατό εκατοστά, τότε όλο το τετράγωνο θα περιέχει εκατό επί εκατό τετράγωνα με κάθε πλευρά τους να έχει μήκος ένα εκατοστό.

Εάν σε μια άσκηση έχουμε τα μήκη των πλευρών ενός ορθογωνίου μπορούμε να τα πολλαπλασιάσουμε (αν και τα δύο είναι στην ίδια μονάδα μέτρησης) και να βρούμε την επιφάνεια στην αντίστοιχη μονάδα. Ας πούμε ότι τα μήκη δίνονται σε εκατοστά. Όταν τα πολλαπλασιάσουμε θα βρούμε την επιφάνεια σε τετραγωνικά εκατοστά. Στον τύπο όμως θα πρέπει να είναι σε τετραγωνικά μέτρα οπότε θα μετατρέψουμε τα cm² σε m². Μπορούσαμε φυσικά να έχουμε κάνει πρώτα τη μετατροπή των μηκών σε μέτρα και να βρεθεί η επιφάνεια κατευθείαν σε m².

Γ) Ο όγκος χρησιμοποιείται πιο συχνά στις ασκήσεις αλλά μόνο ως παροχή, δηλαδή ο όγκος μιας ουσίας που περνά από κάπου σε ορισμένο χρόνο. Οι μόνες μονάδες που θα χρειαστούν για τον όγκο στο μάθημα είναι τα κυβικά μέτρα και τα λίτρα. Πρέπει επομένως να γνωρίζουμε τα εξής: ένα κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα, άρα ένα λίτρο είναι 0,001 κυβικά μέτρα.

Θα δώσουμε τώρα μερικά παραδείγματα μετατροπής μονάδων μήκους, επιφάνειας και όγκου, για να γίνουν πιο κατανοητά όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως. Θα είναι απλά αλλά είναι απαραίτητο να τα γνωρίζετε για να προχωρήσετε με επιτυχία στην επίλυση ασκήσεων. Σας υπενθυμίζουμε ότι είναι γνώσεις από το Δημοτικό σχολείο. Επομένως, αν θέλετε περισσότερα παραδείγματα και ασκήσεις μπορείτε να βρείτε τα αντίστοιχα βιβλία.

Άσκηση 2.1

Πόσα εκατοστά (cm) έχουν τα 5 μέτρα;

Απάντηση. Αφού το ένα μέτρο έχει 100 cm τα 5 μέτρα θα έχουν:

$$5 \cdot 100 = 500 \text{ cm}$$

Όταν πολλαπλασιάζουμε έναν ακέραιο αριθμό με το 100 απλά προσθέτουμε στο τέλος του δύο μηδενικά και έτσι μεγαλώνει κατά 100 φορές. Όταν πολλαπλασιάζεται ένας ακέραιος αριθμός με 10 προσθέτουμε σε αυτόν ένα μηδενικό και μεγαλώνει 10 φορές, ενώ όταν θέλουμε να τον πολλαπλασιάσουμε με το 1000 προσθέτουμε στο τέλος του 3 μηδενικά και μεγαλώνει χίλιες φορές.

Άσκηση 2.2

Πόσα χιλιοστά (mm) είναι τα 2,4 μέτρα;

Απάντηση. Το ένα μέτρο έχει 1000 mm άρα τα 2,4 μέτρα θα έχουν:

$$2,4 \cdot 1000 = 2400 \text{ mm.}$$

Όταν πολλαπλασιάζεται ένας δεκαδικός αριθμός με το 10, το 100 ή το 1000 πάλι προσθέτουμε στο τέλος του τόσα μηδενικά όσα έχει ο πολλαπλασιαστής (το 10, 100, 1000 δηλαδή) αλλά προηγουμένως έχουμε αφαιρέσει τόσα μηδενικά όσα δεκαδικά ψηφία έχει ο πολλαπλασιαστέος (πολλαπλασιαστέος είναι ο πρώτος αριθμός που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε) και έχουμε βγάλει την υποδιαστολή. Στο προηγούμενο παράδειγμα ο πολλαπλασιαστέος είναι ο 2,4 και έχει ένα δεκαδικό ψηφίο (το 4) άρα από το 1000 (που είναι

ο πολλαπλασιαστής) αφαιρέσαμε ένα μηδενικό. Μείνανε δύο δηλαδή. Βγάζουμε και την υποδιαστολή και το 2,4 γίνεται 24. Προσθέτουμε τώρα και τα δύο μηδενικά και το 24 γίνεται 2400.

Άλλα παραδείγματα:

$$12,54 \cdot 10 = 125,4$$

$$0,54 \cdot 100 = 54$$

$$0,865 \cdot 10 = 8,65$$

$$2,96 \cdot 1000 = 2960$$

$$7,002 \cdot 100 = 700,2$$

$$0,004 \cdot 100 = 0,4$$

$$0,005 \cdot 1000 = 5$$

Άσκηση 2.3

Πόσα μέτρα είναι τα 25 cm;

Απάντηση. Θα το κάνουμε με δυο τρόπους:

α' τρόπος: Επειδή είπαμε πριν ότι 1 cm είναι ίσον με 0,01 m, θα πολλαπλασιάσουμε τα 25 cm με το 0,01 και έχουμε:

$$25 \cdot 0,01 = 0,25 \text{ m}$$

Δηλαδή τα 25 cm είναι ίσα με 0,25 m. Εδώ εφαρμόσαμε τον πολλαπλασιασμό ενός αριθμού με δεκαδικό του τύπου: 0,1 ή 0,01 ή 0,001. Όταν πολλαπλασιάζουμε ένα αριθμό με το 0,1 είναι σα να τον διαιρούμε με το 10, άρα κάνουμε ό,τι και στη διαίρεση. Παρόμοια όταν πολλαπλασιάζουμε ένα αριθμό με το 0,01 είναι σα να τον διαιρούμε με το 100 και αντιστοίχως όταν πολλαπλασιάζουμε ένα αριθμό με το 0,001 είναι σα να τον διαιρούμε με το 1000. Άλλωστε ο αριθμός 0,1 λέγεται και «ένα δέκατο». Το «ένα δέκατο» είναι το κλάσμα $\frac{1}{10}$ και όταν πολλαπλασιάζουμε ένα αριθμό με το $\frac{1}{10}$ είναι σα να τον διαιρούμε με το δέκα, αφού τον πολλαπλασιάζουμε με το 1 που είναι στον αριθμητή και τον διαιρούμε με το 10 που είναι στον παρονομαστή. Παρόμοια το 0,01 είναι το «ένα εκατοστό» ίσο δηλαδή με το κλάσμα $\frac{1}{100}$. Πρέπει τώρα να θυμηθούμε τη διαίρεση με το 10, 100 και το 1000.

διακρίνουμε δυο περιπτώσεις: ο αριθμός να είναι ακέραιος ή ο αριθμός να είναι δεκαδικός. Εάν είναι ακέραιος τον κάνουμε δεκαδικό βάζοντας υποδιαστολή μετρώντας τόσα ψηφία του διαιρετέου από το τέλος του όσα μηδενικά έχει ο αριθμός που θα τον διαιρέσει (διαιρέτης). Διαιρέτης είναι ο αριθμός που θα διαιρέσει τον διαιρετέο, ο οποίος διαιρετέος είναι ο αριθμός που θα διαιρεθεί. Αν τα μηδενικά του διαιρέτη είναι περισσότερα από τα ψηφία του ακέραιου διαιρετέου τότε βάζουμε υποδιαστολή στον διαιρετέο και τον κάνουμε δεκαδικό. Η υποδιαστολή μπαίνει έτσι ώστε μετά από αυτήν στον αριθμό που θα προκύψει, να είναι τόσα ψηφία όσα μηδενικά είχε ο διαιρέτης. Αν χρειαστεί πρέπει να προσθέσουμε μηδενικά στην αρχή του διαιρετέου. Παράδειγμα:

$$\alpha) 125 \cdot 0,01 = 125 \cdot \frac{1}{100} = 125/100 = 1,25$$

$$\beta) 1200 \cdot 0,01 = 1200 \cdot \frac{1}{100} = 1200/100 = 12$$

$$\gamma) 15000 \cdot 0,1 = 15000 \cdot \frac{1}{10} = 15000/10 = 1500$$

$$\delta) 27 \cdot 0,01 = 27 \cdot \frac{1}{100} = 27/100 = 0,27$$

$$\epsilon) 53 \cdot 0,001 = 53 \cdot \frac{1}{1000} = 53/1000 = 0,053$$

Στην περίπτωση που ο διαιρετέος είναι δεκαδικός και διαιρείται με κάποιον από τους 10, 100 ή 1000 τότε η υποδιαστολή μεταφέρεται αριστερά τόσα ψηφία όσα έχει ο διαιρέτης. Αν τα ψηφία του διαιρετέου είναι λιγότερα προσθέτουμε μηδενικά. Δίνονται μερικά παραδείγματα για να θυμηθείτε αυτού του είδους τις διαιρέσεις.

$$234,56:10 = 23,456$$

$$3,67:10 = 0,367$$

$$40,5:1000 = 0,0405$$

$$0,02:100 = 0,0002$$

$$0,5:100 = 0,005$$

$$0,56:1000 = 0,00056$$

Αν έχουμε να κάνουμε διαίρεση με αριθμούς όπως οι: 10.000 - 100.000 - 1.000.000, οι πράξη γίνεται με τον ίδιο τρόπο. Μετράμε δηλαδή τα μηδενικά (4, 5 ή 6) και εφαρμόζουμε τις ίδιες αλλαγές.

β' τρόπος: Μπορούμε να εφαρμόσουμε τη μέθοδο των τριών. Να πούμε: 100 cm είναι το 1 m. Τα 25 cm πόσα μέτρα είναι; Η κατάταξη έχει ως εξής:

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ cm} & (\text{είναι}) & 1 \text{ m} \\ 25 \text{ cm} & (\text{είναι}) & \chi \text{ m} \end{array}$$

$$\frac{100}{25} = \frac{1}{\chi} \Rightarrow 100 \cdot \chi = 1 \cdot 25 \Rightarrow 100\chi = 25 \Rightarrow \chi = \frac{25}{100} \Rightarrow \chi = 0,25 \text{ m}$$

Για να λύσουμε την πρώτη εξίσωση κάναμε πολλαπλασιασμό χιαστί. Εδώ τα νούμερα που βάλαμε στα δυο πρώτα κλάσματα μπήκαν με τη σειρά που ήταν και στην κατάταξη. Για να εκτελέσουμε αυτή τη μέθοδο (να μπουν τα νούμερα στα κλάσματα με αυτό τον τρόπο) πρέπει τα ποσά να είναι ανάλογα. Πρέπει δηλαδή, όταν το ένα μεγαλώνει, να μεγαλώνει και το άλλο. Αυτό για να το ελέγξουμε θα σκεφτόμαστε πως μεταβάλλεται το ένα σε σχέση με το άλλο. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα σκεφτούμε ότι όταν έχουμε τα 100 cm είναι ένα μέτρο. Αν είχαμε 500 cm θα ήταν 5 μέτρα, δηλαδή όσα περισσότερα εκατοστά έχουμε τόσες φορές περισσότερα μέτρα θα είναι. Άρα τα ποσά λέγονται ανάλογα. Στο μάθημα της Ψύξης υπάρχει περίπτωση να δοθεί άσκηση με ποσά που να μην είναι ανάλογα. Να είναι αντιστρόφως ανάλογα. Όταν συμβαίνει αυτό, τότε όταν κάνουμε τα κλάσματα για πρώτη φορά (και μετά να προχωρήσουμε στο χιαστί πολλαπλασιασμό) βάζουμε το ένα κλάσμα ανεστραμμένο (όποιο θέλουμε) και το άλλο κανονικά.

Θα δώσουμε ένα τέτοιο παράδειγμα με αντιστρόφως ανάλογα ποσά. Μια βρύση που ρίχνει το νερό σε μια δεξαμενή την γεμίζει σε 12 ώρες. Σε πόσες ώρες θα τη γεμίσουν τρεις ίδιες με την προηγούμενη βρύσες; Εδώ τα ποσά είναι οι βρύσες και οι ώρες και είναι αντιστρόφως ανάλογα, γιατί όσο πιο πολλές βρύσες βάλουμε τόσο πιο λίγες θα είναι οι ώρες που χρειάζονται για να γεμίσει η δεξαμενή. Δηλαδή όταν μεγαλώνει το ένα ποσόν το άλλο μικραίνει. Κάνουμε την κατάταξη:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ βρύση} & \text{γεμίζει τη δεξαμενή σε} & 12 \text{ ώρες} \\ 3 \text{ βρύσες} & \text{σε πόσες ώρες τη γεμίζουν} & \chi \text{ ώρες} \end{array}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{\chi}{12} \Rightarrow 3 \cdot \chi = 1 \cdot 12 \Rightarrow 3\chi = 12 \Rightarrow \chi = \frac{12}{3} \Rightarrow \chi = 4 \text{ h}$$

Επομένως οι τρεις βρύσες γεμίζουν τη δεξαμενή σε 4 ώρες. Βλέπετε ότι όπως και στην περίπτωση των ανάλογων ποσών, βάλαμε τα κλάσματα, αλλά το ένα από τα δύο (το δεύτερο, αλλά θα μπορούσαμε να βάλουμε και το πρώτο αντί για το δεύτερο) το βάλουμε ανάποδα απ' ό,τι πριν.

Τα προηγούμενα παραδείγματα επιλύθηκαν πολύ αναλυτικά για να θυμηθείτε τις απλές διαιρέσεις και πολλαπλασιασμούς. Αν έχετε πρόβλημα στην λύση απλών πράξεων πρέπει να ανατρέξετε σε βιβλία αριθμητικής για να εξασκηθείτε.

Άσκηση 2.4

Να μετατρέψετε τα 2000 cm² σε m².

Απάντηση. Αφού το κάθε τετραγωνικό μέτρο έχει 10.000 τετραγωνικά εκατοστά θα διαιρέσουμε την επιφάνεια των 2000 cm² σε m² διαιρώντας με το 10.000 και θα έχουμε:

$$2000: 10.000 = 2:10 = 0,2 \text{ m}^2$$

Στις παραπάνω πράξεις έγινε απλοποίηση του 2000 με το 10.000. Η απλοποίηση έγινε στα μηδενικά των δυο αριθμών μόνο και μόνο επειδή είχαμε να κάνουμε μια διαίρεση. Στο μάθημα μας δεν υπάρχουν τύποι που να χρειάζεται να κάνετε άλλη πράξη εκτός από πολλαπλασιασμό και διαίρεση με μόνη εξαίρεση τους τύπους που περιέχουν τη διαφορά

θερμοκρασίας $\Delta\theta$ και τον τύπο με τις πιέσεις στη θερμοεκτονωτική βαλβίδα. Επομένως, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις οι απλοποιήσεις θα είναι εύκολες, όταν μπορούν να γίνουν.

Η προηγούμενη μετατροπή των τετραγωνικών εκατοστών μπορεί να γίνει και με την απλή μέθοδο των τριών. Δηλαδή να κάνουμε την κατάταξη:

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ m}^2 & \text{έχει} & 10.000 \text{ cm}^2 \\ \chi; \text{ m}^2 & \text{είναι τα} & 2000 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Τα ποσά είναι ανάλογα, επομένως κάνουμε:

$$\frac{1}{\chi} = \frac{10.000}{2000} \Rightarrow \frac{1}{\chi} = \frac{10}{2} \Rightarrow 10 \cdot \chi = 1 \cdot 2 \Rightarrow 10\chi = 2 \Rightarrow \chi = \frac{2}{10} \Rightarrow \chi = 0,2 \text{ m}^2$$

Προφανώς βρίσκουμε το ίδιο αποτέλεσμα με πριν: $0,2 \text{ m}^2$. Προσέξτε ότι στην ουσία είναι οι ίδιες πράξεις και στους δυο τρόπους. Μια πολύ σημαντική παρατήρηση για τον πρώτο τρόπο, που σίγουρα είναι πιο εύκολος, αλλά και πιο επικίνδυνος γιατί μπορεί να κάνετε λάθος πράξη, δηλαδή αντί για διαίρεση να κάνετε πολλαπλασιασμό ή να βάλετε ανάποδα τον αριθμητή και τον παρονομαστή. Το κόλπο που θα κάνετε στο μυαλό σας για να ξεκαθαρίσετε την σωστή πράξη είναι το εξής: αλλάζω τα νούμερα, όχι όμως τα λόγια, ώστε να μου βγει κάτι πιο λογικό και εύκολο για να το λύσω. Για παράδειγμα, εδώ ο αριθμός 10.000 είναι σταθερός και δεν μπορώ να τον αλλάξω αφού μου δίνει μια σταθερή σχέση (πόσα cm^2 έχει ένα m^2). Μπορώ όμως να αλλάξω στο μυαλό μου το 2000, που φαίνεται μικρό σε σχέση με το 10.000. Το μεγαλώνω λοιπόν και το κάνω πολλαπλάσιο του 10.000. Το κάνω ας πούμε 20.000 cm^2 . Τώρα η άσκηση γίνεται: Να μετατρέψετε τα 20.000 cm^2 σε m^2 . Και η απάντηση: Αφού το ένα τετραγωνικό μέτρο έχει 10.000 cm^2 , τα 20.000 cm^2 θα είναι 2 m^2 . Τώρα φαίνεται απλούστερο και το βρήκα κάνοντας διαίρεση 20.000:10.000. Το ίδιο θα κάνω και στο πραγματικό μου πρόβλημα. Αντί του 20.000 θα βάλω το 2000 και η πράξη που θα κάνω θα είναι: 2000:10.000 που δίνει 0,2.

Θα δώσουμε άλλο ένα απλό παράδειγμα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το κόλπο. Έχουμε το πρόβλημα: ένας εξατμιστής έχει ικανότητα 30 kW. Τι ικανότητα θα έχει ο συμπυκνωτής όταν γνωρίζουμε ότι η ικανότητα του εξατμιστή είναι τα $\frac{3}{4}$ εκείνης του συμπυκνωτή; Απάντηση: εκείνο που μας μπερδεύει είναι το κλάσμα $\frac{3}{4}$. Αν όμως μας έλεγαν ότι η ικανότητα του εξατμιστή είναι πενταπλάσια εκείνης του συμπυκνωτή τι θα κάναμε για να βρούμε την ικανότητα του συμπυκνωτή; Πολύ εύκολα θα λέγαμε ότι πρέπει να διαιρέσουμε τα 30 kW του εξατμιστή με το 5 για να βρούμε τον συμπυκνωτή. Δηλαδή η πράξη είναι η διαίρεση του 30 με το 5. Το ίδιο θα κάνουμε και στην άσκηση που μας έδωσαν, θα διαιρέσουμε το 30 με το $\frac{3}{4}$. Αυτή είναι μια λίγο πιο δύσκολη πράξη από όσες συναντήσαμε μέχρι τώρα. Απλά σας λέω ότι η διαίρεση ενός αριθμού με ένα κλάσμα γίνεται με πολλαπλασιασμό του αντίστροφου κλάσματος, άρα θα έχουμε:

$$30 : \frac{3}{4} = 30 \cdot \frac{4}{3} = \frac{30 \cdot 4}{3} = \frac{120}{3} = 40 \text{ kW}$$

Και το αποτέλεσμα είναι ότι ο συμπυκνωτής έχει ικανότητα ίση με 40 kW. Η συγκεκριμένη άσκηση θα λυθεί στο αντίστοιχο κεφάλαιο και με άλλο τρόπο, μάλλον πιο εύκολο και πιο γενικό, που χρησιμοποιείται σε όλες τις ασκήσεις του είδους.

Άσκηση 2.5

Μια επιφάνεια έχει μήκος 50 cm και πλάτος 30 cm. Να βρείτε το εμβαδόν της σε m^2 .

Απάντηση. Κατ' αρχάς να πούμε ότι η επιφάνεια είναι ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (λέγεται συνήθως απλώς ορθογώνιο), το οποίο πάντα χαρακτηρίζεται από τα μήκη των δυο πλευρών του. Οι δυο πλευρές που δίνονται σε ασκήσεις ονομάζονται συνήθως με τα ονόματά τους: το μήκος και το πλάτος ή το μήκος και το ύψος ή το πλάτος και το ύψος. Μπορεί όμως να δοθούν και μόνον ως γινόμενο των δύο αριθμών. Για παράδειγμα εδώ θα μπορούσε να λέει ότι η επιφάνεια είναι ή έχει διαστάσεις 50 επί 30 cm^2 . Δεν λέει πιο είναι το μήκος και πιο το ύψος ή το πλάτος. Αυτό δεν έχει καμία σημασία. Προχωράμε στη λύση της άσκησης.

Αφού οι διαστάσεις δίνονται σε εκατοστά και ζητάνε την επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα, μπορώ να εργαστώ με δυο τρόπους:

- α) να μετατρέψω πρώτα τα εκατοστά σε μέτρα και μετά να συνεχίσω,
- β) να βρω το εμβαδόν σε τετραγωνικά εκατοστά και μετά να τα μετατρέψω σε τετραγωνικά μέτρα.

α' τρόπος Μετατρέπω τα εκατοστά σε μέτρα, όπως έγινε στην άσκηση 3.

Για το μήκος έχω:

$$\text{Μήκος} \quad 50:0,01 = 0,5 \text{ m}$$

Για το πλάτος έχω:

$$\text{Πλάτος} \quad 30:0,01 = 0,3 \text{ m}$$

Άρα το εμβαδόν, που δίνεται με πολλαπλασιασμό του μήκους επί το πλάτος, θα είναι:

$$\text{Εμβαδόν} = \text{μήκος επί πλάτος:} \quad 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ m}^2$$

Το εμβαδόν θα είναι $0,15 \text{ m}^2$

β' τρόπος Δεν μετατρέπω από τώρα τα εκατοστά σε μέτρα, απλά βρίσκω το εμβαδόν σε τετραγωνικά εκατοστά.

$$\text{Εμβαδόν} = \text{μήκος επί πλάτος:} \quad 50 \cdot 30 = 1500 \text{ cm}^2$$

Βρήκαμε ότι το εμβαδόν είναι 1500 cm^2 και τώρα θα το μετατρέψουμε σε m^2 όπως κάναμε στην άσκηση 4. Θα διαιρέσουμε δηλαδή το 1500 με το 10.000 , αφού το κάθε m^2 έχει 10.000 cm^2 .

$$\text{Εμβαδόν:} \quad 1500:10.000 = 0,15 \text{ m}^2$$

Βρήκαμε πάλι ότι το εμβαδόν είναι $0,15 \text{ m}^2$.

Άσκηση 2.6

Μια επιφάνεια έχει μήκος $1,5 \text{ m}$ και πλάτος 80 cm . Να βρείτε το εμβαδόν της σε m^2 .

Απάντηση. Εδώ θα κάνουμε μόνο τον πρώτο τρόπο, που είναι και πιο εύκολος, ειδικά στην συγκεκριμένη περίπτωση. Το μήκος είναι ήδη σε m^2 και δεν χρειάζεται μετατροπή. Θα μετατρέψουμε σε μέτρα μόνο το πλάτος και θα είναι: $80:0,01 = 0,8 \text{ m}$. Επομένως το εμβαδόν θα είναι:

$$\text{Εμβαδόν} = \text{μήκος επί πλάτος:} \quad 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ m}^2$$

Άσκηση 2.7

Μια επιφάνεια έχει μήκος $1,5 \text{ m}$ και πλάτος 80 cm . Να βρείτε το εμβαδόν της σε cm^2 .

Απάντηση. Βλέπουμε ότι έχουμε την προηγούμενη άσκηση, μόνο που τώρα ζητά να βρεθεί το εμβαδόν σε cm^2 και όχι σε m^2 . Τώρα βολεύει να μετατρέψουμε τα m^2 σε cm^2 . Αυτό γίνεται όπως είπαμε με πολλαπλασιασμό των μέτρων με το 100 αφού το μέτρο έχει 100 εκατοστά. Έτσι βρίσκουμε:

$$1,5 \text{ m}^2 = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ cm}^2$$

Έτσι τώρα θα βρούμε το εμβαδόν σε cm^2 κατ' ευθείαν:

$$\text{Εμβαδόν} = \text{μήκος επί πλάτος:} \quad 150 \cdot 80 = 12000 \text{ cm}^2$$

Άσκηση 2.8

Μια επιφάνεια έχει εμβαδόν 2 m^2 και το μήκος της είναι 80 cm . Να βρείτε πόσο θα είναι το ύψος της.

Απάντηση. Στην άσκηση αυτή πρέπει να λύσουμε εξίσωση, διότι ξέρουμε το αποτέλεσμα ενός γινομένου (2 m^2) και τον ένα παράγοντα (80 cm) και ζητάμε τον άλλο παράγοντα, τον οποίο ονομάζουμε «άγνωστο x ». Ο τύπος που μας δίνει το εμβαδόν είναι:

$$\text{Εμβαδόν} = \text{μήκος επί ύψος}$$

Αλλά μπορεί να γραφεί με σύμβολα:

$$E = \mu \cdot \upsilon$$

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και όποιο άλλο σύμβολο μας αρέσει, αν ο τύπος δεν υπάρχει στο βιβλίο. Αν όμως ο τύπος που θα χρειαστούμε υπάρχει στο βιβλίο, πρέπει να χρησιμοποιούμε αυτόν. Τώρα λοιπόν θα πρέπει να λύσουμε την εξίσωση:

$$E = \mu \cdot \chi$$

Όπου χ είναι το σύμβολο για το ύψος που ψάχνουμε να βρούμε. Πριν συνεχίσουμε για τη λύση θα πρέπει να αποφασίσουμε αν θα μετατρέψουμε τα μέτρα σε εκατοστά ή το αντίθετο. Στους τύπους πρέπει να έχουμε πάντα τις ίδιες μονάδες. Ας μετατρέψουμε λοιπόν τα εκατοστά σε μέτρα. Θα διαιρέσουμε τα 80 cm με το 100 και βρίσκουμε 0,8 m. Το 0,8 θα χρησιμοποιήσουμε τώρα για μήκος της επιφάνειας. Προχωράμε σε αντικατάσταση και λύση της εξίσωσης:

$$E = \mu \cdot \chi \Rightarrow 2 = 0,8 \cdot \chi \Rightarrow \frac{2}{0,8} = \chi \Rightarrow \chi = \frac{2}{0,8} \Rightarrow \chi = 2,5m$$

Βρήκαμε ότι το ύψος θα είναι 2,5 μέτρα.

Άσκηση 2.9

Πόσα λίτρα περιέχονται σε 2,8 κυβικά μέτρα;

Απάντηση. Το ένα κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα, άρα τα 2,8 θα έχουν:

$$2,8 \cdot 1000 = 2800 \text{ λίτρα}$$

Επομένως 2800 λίτρα έχουν τα 2,8 m³.

Άσκηση 2.10

Πόσα κυβικά μέτρα είναι τα 5600 λίτρα;

Απάντηση. Το ένα κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα, άρα θα διαιρέσουμε τα 5600 λίτρα με το 1000 για να βρούμε τα κυβικά μέτρα:

$$5600 : 1000 = 5,6 \text{ κυβικά μέτρα}$$

Επομένως τα 5600 λίτρα ισοδυναμούν με 5,6 m³.

Θα μπορούσε να γίνει και με την μέθοδο των τριών (τα ποσά είναι ανάλογα) και θα λέγαμε:

$$\begin{array}{l} \text{Το } 1 \text{ m}^3 \text{ είναι } 1000 \text{ λίτρα} \\ \chi \text{ m}^3 \text{ είναι τα } 5600 \text{ λίτρα} \end{array}$$

$$\frac{1}{\chi} = \frac{1000}{5600} \Rightarrow \chi \cdot 1000 = 1 \cdot 5600 \Rightarrow 1000\chi = 5600 \Rightarrow \chi = \frac{5600}{1000} \Rightarrow \chi = 5,6m^3$$

Φυσικά βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

Άσκηση 2.11

Πόσα κυβικά μέτρα είναι τα 420 λίτρα;

Απάντηση. Θα πούμε ακριβώς τα ίδια που λέχθηκαν στην προηγούμενη άσκηση 9. Εδώ θα αντιγράψω τα λόγια της αλλάζοντας μόνο τα νούμερα. Το ένα κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα, άρα θα διαιρέσουμε τα 420 λίτρα με το 1000 για να βρούμε τα κυβικά μέτρα:

$$420 : 1000 = 0,42 \text{ κυβικά μέτρα}$$

Επομένως τα 420 λίτρα ισοδυναμούν με 0,42 m³.

Θα μπορούσε να γίνει και με την μέθοδο των τριών (τα ποσά είναι ανάλογα) και θα λέγαμε:

$$\begin{array}{l} \text{Το } 1 \text{ m}^3 \text{ είναι } 1000 \text{ λίτρα} \\ \chi \text{ m}^3 \text{ είναι τα } 420 \text{ λίτρα} \end{array}$$

$$\frac{1}{\chi} = \frac{1000}{420} \Rightarrow \chi \cdot 1000 = 1 \cdot 420 \Rightarrow 1000\chi = 420 \Rightarrow \chi = \frac{420}{1000} \Rightarrow \chi = 0,42m^3$$

Φυσικά βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

Έγινε αυτή η λύση για να δείτε ότι η σκέψη και οι πράξεις είναι ίδιες, άσχετα που τα λίτρα ήταν λιγότερα από 1000.

2.2 Χρόνος

Θα συνεχίσουμε τώρα με μετατροπή μονάδων του χρόνου. Το μέγεθος του χρόνου έχει πολλές μονάδες αλλά στο βιβλίο χρησιμοποιούνται μόνο οι ώρες και τα δευτερόλεπτα. Εμείς

θα δώσουμε τα απαραίτητα στοιχεία για τη μετατροπή των δυο αυτών μονάδων του χρόνου, συν τα λεπτά. Πρέπει να γνωρίζουμε ότι μία ώρα (συμβολίζεται με h) έχει 60 πρώτα λεπτά (ή απλώς λεπτά, σύμβολο: m) και κάθε λεπτό έχει 60 δευτερόλεπτα (σύμβολο: s). Άρα η μια ώρα έχει 60 επί 60 δηλαδή 3600 δευτερόλεπτα.

Επομένως αν θέλουμε να μετατρέψουμε τις ώρες σε λεπτά τις πολλαπλασιάζουμε με το 60. Επίσης αν θέλουμε να μετατρέψουμε τα λεπτά σε δευτερόλεπτα πολλαπλασιάζουμε τα λεπτά επί το 60.

Παράδειγμα 1: οι 3 ώρες έχουν $3 \cdot 60 = 180$ λεπτά

Παράδειγμα 2: οι 0,4 ώρες έχουν $0,4 \cdot 60 = 24$ λεπτά

Παράδειγμα 3: τα 25 λεπτά έχουν $25 \cdot 60 = 1500$ δευτερόλεπτα

Αν θέλουμε να μετατρέψουμε τις ώρες σε δευτερόλεπτα τότε πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των ωρών με το 3600.

Παράδειγμα 4: οι 3 ώρες έχουν $3 \cdot 3600 = 10800$ δευτερόλεπτα

Παράδειγμα 5: οι 0,4 ώρες έχουν $0,4 \cdot 3600 = 1440$ δευτερόλεπτα

Μπορεί να χρειαστεί να κάνουμε το αντίθετο: να μετατρέψουμε τα δευτερόλεπτα σε ώρες, οπότε διαιρούμε με το 3600. Μπορεί ακόμα να μας δώσουν το χρόνο σε λεπτά και για να τον μετατρέψουμε σε ώρες τον διαιρούμε με το 60. Ακολουθούν παραδείγματα.

Παράδειγμα 6: τα 8640 δευτερόλεπτα είναι $8640 : 3600 = 2,4$ ώρες

Παράδειγμα 7: τα 900 δευτερόλεπτα είναι $900 : 3600 = 0,25$ ώρες

Παράδειγμα 8: τα 18 λεπτά είναι $18 : 60 = 0,3$ ώρες

2.3 Παροχή Μάζας

Η παροχή μάζας είναι η ποσότητα της μάζας που περνά από κάπου, από ένα σωλήνα ας πούμε, στη μονάδα του χρόνου. Δηλαδή είναι ένας αριθμός που μας δείχνει πόσα κιλά (ενός υγρού και σπανιότερα ενός αερίου) περνούν σε ένα δευτερόλεπτο ή σε ένα λεπτό ή σε μια ώρα. Η μάζα στο μάθημα φυσικής είναι διαφορετικό μέγεθος από το βάρος, αλλά στο μάθημα της ψύξης θεωρείται ότι είναι το ίδιο μέγεθος, αφού τα κιλά της μάζας είναι η ίδια ποσότητα με τα κιλά του βάρους.

Το σύμβολο της παροχής είναι το: $\dot{m}$. Η τελεία πάνω από το σύμβολο της μάζας m υποδηλώνει ότι το μέγεθος της μάζας δεν μετράται σε κιλά μόνο, αλλά μετράται σε κιλά (μάζα) που διέρχεται (από κάπου) σε κάποιο χρονικό διάστημα. Η τελεία υποδηλώνει ότι το μέγεθος μετράται στη μονάδα του χρόνου. Είναι ένα σύμβολο που όποτε το βλέπουμε πάνω από ένα γράμμα (τα γράμματα στο μάθημα αυτό πάντα υποδηλώνουν ένα μέγεθος: μάζα, όγκο, ενέργεια, κλπ) υποδηλώνει ότι το μέγεθος που συμβολίζει το γράμμα δεν είναι μόνο του, αλλά είναι στην μονάδα του χρόνου. Θα δούμε παρακάτω και την παροχή όγκου που έχει το σύμβολο του όγκου που είναι το V με μια τελεία επάνω: $\dot{V}$ και συμβολίζει τον όγκο μιας ουσίας που περνά σε ένα δευτερόλεπτο ή σε ένα λεπτό ή σε μια ώρα.

Όπου δίνεται στο βιβλίο η παροχή μάζας, η μάζα δίνεται σε κιλά, συμβολίζονται με kg, και η παροχή μάζας είναι σε kg/s, δηλαδή σε κιλά ανά δευτερόλεπτο. Άλλη μονάδα της παροχής μάζας είναι το kg/h, δηλαδή τα κιλά ανά ώρα.

Αν χρειαστεί να μετατρέψουμε τα κιλά ανά δευτερόλεπτο, kg/s, σε kg/h, τότε θα πρέπει να τα πολλαπλασιάσουμε (τα kg/s) με το 3600, που είναι τα δευτερόλεπτα που έχει η ώρα. Για να το καταλάβουμε καλύτερα να σκεφτούμε ότι αν περνούν, ας πούμε, 5 kg/s, 5 κιλά το δευτερόλεπτο από ένα σωλήνα τότε σε μια ώρα θα περουν πολύ περισσότερα και συγκεκριμένα 3600 φορές περισσότερα. Άρα θα πρέπει να γίνει πολλαπλασιασμός με το 3600. Αν αντιθέτως, θέλουμε να μετατρέψουμε τα kg/h σε kg/s θα τα διαιρέσουμε με το 3600, για να γίνουν λιγότερα, αφού λιγότερη ποσότητα περνά σε ένα δευτερόλεπτο από ό,τι σε μια ώρα. Θα δώσουμε τώρα μερικά παραδείγματα μετατροπής.

Άσκηση 2.12

Από ένα σωλήνα περνούν 7200 κιλά νερού κάθε ώρα. Πόσα κιλά περνούν το δευτερόλεπτο;

Απάντηση. Έχουμε παροχή μάζας (αφού μας μιλά για κιλά και όχι για λίτρα ή κυβικά μέτρα) ίση με 7200 kg/h και θέλουμε να τα μετατρέψουμε σε kg/s, άρα θα τα διαιρέσουμε με το 3600 και έχουμε:

$$\dot{m} = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = \frac{7200 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Επομένως η παροχή είναι 2 kg/s.

Εάν θέλαμε να είμαστε πλήρως καλυμμένοι από μαθηματική άποψη, θα έπρεπε τις μονάδες του αριθμού μετατροπής 3600 να τις θεωρήσουμε ότι είναι s/h, που δηλώνει ότι έχουμε 3600 δευτερόλεπτα σε μια ώρα. Η προηγούμενη μαθηματική έκφραση της λύσης της άσκησης θα ήταν ως εξής:

$$\dot{m} = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 7200 \frac{\text{kg}}{3600 \text{ s}} = \frac{7200 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Αντικαταστάθηκε δηλαδή το h (ώρα) με το ισοδύναμο 3600 s.

Θα μπορούσε αρχικά να δοθεί ότι από το σωλήνα περνούν κάθε ώρα 7 τόνοι και 200 κιλά νερού. Πρέπει να θυμόμαστε ότι κάθε τόνος ισοδυναμεί με 1000 κιλά.

Άσκηση 2.13

Από ένα σωλήνα περνούν 900 kg/h. Να μετατρέψετε αυτή την παροχή σε μονάδες kg/s.

Απάντηση. Έχουμε παροχή μάζας σε kg/h και θέλουμε να τα μετατρέψουμε σε kg/s, άρα θα τα διαιρέσουμε με το 3600 και έχουμε:

$$\dot{m} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = \frac{900 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} = 0,25 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Επομένως η παροχή είναι 0,25 kg/s.

Άσκηση 2.14

Από ένα σωλήνα περνούν 4 kg/s. Να μετατρέψετε αυτή την παροχή σε μονάδες kg/h.

Απάντηση. Έχουμε παροχή μάζας σε kg/s και θέλουμε να τα μετατρέψουμε σε kg/h, άρα θα τα πολλαπλασιάσουμε με 3600 και θα έχουμε:

$$4 \text{ kg/s} = 4 \cdot 3600 \text{ kg/h} = 14400 \text{ kg/h}$$

Επομένως τα 4 kg/s ισοδυναμούν με παροχή 14400 kg/h. Ή μπορούμε να πούμε ότι η παροχή είναι 14 τόνοι και 400 κιλά την ώρα.

2.4 Παροχή Όγκου

Η παροχή όγκου μοιάζει με την παροχή μάζας, με μόνη διαφορά ότι αντί να μετριέται σε κιλά στη μονάδα του χρόνου, μετριέται σε λίτρα ή κυβικά μέτρα στη μονάδα του χρόνου. Υπάρχουν και άλλες μονάδες για την παροχή όγκου, αλλά στο μάθημά μας δεν χρησιμοποιούνται άλλες από τις: Lit/h (λίτρα την ώρα), m³/h (κυβικά μέτρα την ώρα) και m³/s (κυβικά μέτρα το δευτερόλεπτο). Αν θυμόμαστε ότι το κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα (επομένως 1 Lit = 0,001 m³) και η ώρα 3600 δευτερόλεπτα, μπορούμε εύκολα να κάνουμε όλες τις δυνατές μετατροπές που μπορεί να ζητηθούν. Εδώ θα δώσουμε όλες τις περιπτώσεις:

- 1 Lit/h ισοδυναμεί με 0,001 m³/h και μετατρέπεται σε αυτό με διαίρεση με το 1000. Αυτό ισχύει διότι:

$$1 \frac{\text{Lit}}{\text{h}} = 1 \frac{0,001 \text{ m}^3}{\text{h}} = \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,001 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- 1 Lit/h ισοδυναμεί με 1:3.600.000 m³/s και μετατρέπεται σε αυτό με διαίρεση με το 3.600.000. Ο αριθμός μετατροπής 3.600.000 προέρχεται από το ότι ισχύει:

$$1 \frac{Lit}{h} = 1 \frac{0,001m^3}{3600s} = \frac{1}{3.600.000} \frac{m^3}{s} = 2,78 \cdot 10^{-7} m^3/s$$

- 1 m³/h ισοδυναμεί με 1000 Lit/h και μετατρέπεται σε αυτό με πολλαπλασιασμό με το 1000.
- 1 m³/h ισοδυναμεί με 1:3600 m³/s και μετατρέπεται σε αυτό με διαίρεση με το 3600.
- 1 m³/s ισοδυναμεί με 3.600.000 Lit/h και μετατρέπεται σε αυτό με πολλαπλασιασμό με το 3.600.000. Ο αριθμός μετατροπής 3.600.000 προέρχεται από το ότι ισχύει:

$$1 \frac{m^3}{s} = 1 \frac{1000Lit}{\frac{1}{3600}h} = 3.600.000 \frac{Lit}{h}$$

Θα μπορούσαμε να φτάσουμε στο ίδιο συμπέρασμα με τον εξής συλλογισμό: αφού η παροχή είναι 1 κυβικό μέτρο το δευτερόλεπτο, τότε θα περνά σε μια ώρα ποσότητα κατά 3600 φορές περισσότερη και ακόμα επειδή περνά ένα κυβικό μέτρο σημαίνει ότι αυτό ισοδυναμεί με 1000 λίτρα. Επομένως η ποσότητα του ενός m³/s που περνά, από το σωλήνα ας πούμε, θα είναι 3600 φορές και άλλες 1000 φορές περισσότερη σε αριθμό από το να μετριόταν σε Lit/h.

- 1 m³/s ισοδυναμεί με 3600 m³/h και μετατρέπεται σε αυτό με πολλαπλασιασμό με το 3600. Ο αριθμός μετατροπής 3600 προέρχεται από το ότι η ποσότητα που διέρχεται από μια διατομή σε μια ώρα είναι 3600 φορές περισσότερη από εκείνη που διέρχεται σε ένα δευτερόλεπτο.

Άσκηση 2.15

Η άσκηση αυτή είναι ακριβώς ίδια, και λύνεται με τον ίδιο τρόπο, με την άσκηση 13 που κάναμε λίγο πριν για την παροχή μάζας.

Από ένα σωλήνα περνούν 900 m³/h. Να μετατρέψετε αυτή την παροχή σε μονάδες m³/s.

Απάντηση. Έχουμε παροχή μάζας σε m³/h και θέλουμε να τα μετατρέψουμε σε m³/s, άρα θα τα διαιρέσουμε με το 3600 και έχουμε:

$$\dot{m} = 900 m^3 / h = \frac{900}{3600} m^3 / s = 0,25 m^3 / s$$

Επομένως η παροχή είναι 0,25 m³/s.

Άσκηση 2.16

Η άσκηση αυτή είναι ακριβώς ίδια, και λύνεται με τον ίδιο τρόπο, με την άσκηση 14 που κάναμε λίγο πριν για την παροχή μάζας.

Από ένα σωλήνα περνούν 4 Lit /s. Να μετατρέψετε αυτή την παροχή σε μονάδες Lit /h.

Απάντηση. Έχουμε παροχή μάζας σε Lit /s και θέλουμε να τα μετατρέψουμε σε Lit /h, άρα θα τα πολλαπλασιάσουμε με 3600 και θα έχουμε:

$$4Lit / s = 4 \cdot 3600Lit / h = 14.400Lit / h$$

Επομένως τα 4 Lit /s ισοδυναμούν με παροχή 14400 Lit /h. Ή μπορούμε να πούμε ότι η παροχή είναι 14 κυβικά μέτρα και 400 λίτρα την ώρα.

Άσκηση 2.17

Ένας κατασκευαστής ανεμιστήρων δίνει την παροχή ενός προϊόντος ότι είναι 7200 m³/h. Να βρείτε την παροχή αυτή σε μονάδες: α) Lit /h και β) m³/s

Απάντηση. α) Σύμφωνα με αυτά που προηγήθηκαν για τις μετατροπές παροχής, για να μετατρέψουμε τα m³/h σε Lit /h πρέπει να τα πολλαπλασιάσουμε με το 1000 και έχουμε:

$$7200 \cdot 1000 = 7.200.000 Lit /h$$

β) Για τη μετατροπή των m³/h σε m³/s, πρέπει να κάνουμε διαίρεση με το 3600, οπότε θα προκύψει:

$$7200:3600 = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Σημείωση: Στα προηγούμενα που αναφέρθηκαν στη μετατροπή των μονάδων που αφορούν στην παροχή όγκου δόθηκαν μόνο οι τρεις μονάδες τις οποίες χρησιμοποιεί το βιβλίο του σχολείου. Προφανώς υπάρχουν και άλλες, όπως: λίτρα το λεπτό, λίτρα το δευτερόλεπτο ή ακόμα και κυβικά μέτρα τη μέρα και άλλες πιθανές περιπτώσεις που συναντά κανείς στην πράξη. Όμως είναι απίθανο να ζητηθεί από υποψήφιους μια τέτοια μετατροπή. Και αν όμως γίνει, πιστεύουμε ότι δόθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες μέσα από τις εξηγήσεις και τις ασκήσεις ώστε ο υποψήφιος να μπορέσει να λύσει το πρόβλημα. Θα δοθεί όμως ένα αναλυτικό παράδειγμα για να υπάρξει μια πληρέστερη κάλυψη του θέματος.

Παράδειγμα: Μια βρύση σε ένα εικοσιτετράωρο γεμίζει μια δεξαμενή όγκου 6 κυβικών μέτρων. Πόσα λίτρα νερό είναι η παροχή της σε μια ώρα;

Απάντηση. Μπορώ να μετατρέψω τον όγκο της δεξαμενής σε λίτρα από κυβικά μέτρα που δίνεται. Αυτό το κάνω γιατί μου ζητά την παροχή σε **λίτρα** την ώρα. Αφού το κυβικό μέτρο έχει 1000 λίτρα τότε 6 m^3 θα είναι:

$$6 \cdot 1000 = 6000 \text{ λίτρα}$$

Αυτά τα 6000 λίτρα της δεξαμενής τα γεμίζει σε 24 ώρες, επομένως για να βρούμε πόσα λίτρα ρίχνει στη δεξαμενή την ώρα θα πρέπει να διαιρέσουμε με το 24, οπότε έχουμε:

$$6000:24 = 250 \text{ λίτρα}$$

Επομένως η βρύση έχει παροχή 250 Lit /h

2.5 Ισχύς - Ενέργεια

Η ισχύς είναι η ενέργεια που δίνει ή καταναλώνει μια μηχανή ή μια συσκευή γενικότερα, στη μονάδα του χρόνου. Ο γενικός τύπος είναι:

$$\text{Ισχύς} = \text{Ενέργεια} : \text{Χρόνος}$$

Για να γίνει κατανοητό αυτό θα δώσουμε ένα παράδειγμα.

Υποθέτουμε ότι χρειαζόμαστε μια αντλία, που να ανεβάζει νερό από ένα πηγάδι σε μια δεξαμενή που βρίσκεται κάπου ψηλά, στην ταράτσα ας πούμε του σπιτιού μας. Αγοράζουμε μία μικρή, άρα και πιο φτηνή, και την τοποθετούμε στο πηγάδι. Βλέπουμε ότι για να γεμίσει τη δεξαμενή εργάζεται επί 10 ώρες. Εμείς θεωρούμε ότι είναι πολύ αργή και θέλουμε μια μεγαλύτερη, για να κάνουμε πιο γρήγορα τη μεταφορά του νερού. Αγοράζουμε λοιπόν μία άλλη και μας γεμίζει τη δεξαμενή τώρα σε 2 ώρες. Τι μπορούμε να πούμε; Ότι η δεύτερη αντλία είναι 5 φορές πιο «δυνατή» από την μικρή. Και οι δυο αντλίες μπορούν και μας γεμίζουν τη δεξαμενή. Αυτό σημαίνει ότι μας δίνουν (όταν τη γεμίσουν) την ίδια ενέργεια και οι δυο. Που είναι η διαφορά τους; Στο χρόνο που χρειάζεται η κάθε μια για να το κάνει. Αυτό σημαίνει ότι διαφέρουν στην ισχύ που έχει η κάθε μια. Η μεγάλη είναι 5 φορές ισχυρότερη από την άλλη, γιατί μας δίνει την ίδια ενέργεια 5 φορές πιο γρήγορα. Δηλαδή στη μονάδα του χρόνου (σε μια ώρα ας πούμε) μας δίνει πενταπλάσια ενέργεια, άσχετα αν μετά από ώρες και η μικρή αντλία θα έχει δώσει και αυτή την ενέργεια που έδωσε η μεγάλη. Αυτό ακριβώς δείχνει την ισχύ της αντλίας. Εάν η μεγάλη είναι 5000 Watt, η μικρή θα είναι μόνο 1000 Watt. Το Watt το συμβολίζουμε μόνο με το πρώτο γράμμα, το W, και είναι η μονάδα μέτρησης της ισχύος στο SI.

Το W είναι η μονάδα που μετρά την ισχύ ενός μηχανήματος. Όπως το μέτρο είναι η μονάδα που μετρά το ύψος ενός ανθρώπου. Όπως ένας άνθρωπος έχει ένα ορισμένο ύψος, έτσι και μια μηχανή έχει μια ορισμένη ισχύ. Αυτό δεν αλλάζει, όπως και το ύψος (υποθέτουμε ότι αναφερόμαστε σε έναν ενήλικο άνθρωπο). Μια μηχανή επομένως χαρακτηρίζεται από την ισχύ που έχει και η ισχύς αυτή μας δείχνει πόση ενέργεια μπορεί να μας δώσει στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή σε μια ώρα ή σε ένα δευτερόλεπτο. Στη Φυσική έχουν αποφασίσει ότι θα λέμε ότι ένα W είναι η ισχύς που έχει μια μηχανή όταν μπορεί και αποδίδει ενέργεια ενός Joule σε ένα δευτερόλεπτο. Στις μηχανές η ισχύς λέγεται και ιπποδύναμη της μηχανής. Έτσι όταν μια μηχανή έχει ιπποδύναμη 1000 W μπορεί και δίνει 1000 Joule σε ένα δευτερόλεπτο. Και επειδή το Joule (J) μπορεί να μην το καταλαβαίνετε

πόσο μεγάλο ή μικρό είναι ως ενέργεια, θα σας πω ότι περίπου 1000 Joule ενέργεια πρέπει να δώσουμε για να ανυψώσουμε ένα σώμα με μάζα 10 κιλά σε ύψος 10 μέτρων. Αν αυτό το κάνουμε σε 1 δευτερόλεπτο τότε η ισχύς του μηχανήματος που θα το κάνει θα είναι 1000 W, γιατί έδωσε 1000 J σε ένα δευτερόλεπτο. Αν όμως το μηχάνημα είναι μικρότερο και ανυψώσει το βάρος σε 2 δευτερόλεπτα τότε η ισχύς του θα είναι η μισή:

$$\text{Ισχύς} = \text{Ενέργεια} : \text{Χρόνος} = 1000 \text{ J} : 2 \text{ s} = 500 \text{ J/s} = 500 \text{ W}.$$

Βλέπουμε ότι από τον τύπο: **Ισχύς = Ενέργεια : Χρόνος** προκύπτει εκείνο που περιμέναμε: η ισχύς είναι η μισή από την πρώτη φορά.

Η ισχύς έχει διάφορα σύμβολα αλλά στο μάθημα της Ψύξης το σύμβολό της είναι το $\dot{Q}$.

Το $\dot{Q}$ είναι το σύμβολο της ενέργειας (χωρίς την τελεία επάνω) και επειδή όπως είπαμε ισχύς είναι η ενέργεια στη μονάδα του χρόνου θα πρέπει να μπει και ο χρόνος στο σύμβολο. Στην παροχή μάζας προηγουμένως αναφέραμε ότι όταν ένα μέγεθος μετριέται στη μονάδα του χρόνου, βάζουμε στο σύμβολό του επάνω μια τελεία. Γι' αυτό στην ισχύ έχουμε το σύμβολο της ενέργειας με την τελεία επάνω: $\dot{Q}$. Συνήθως η ισχύς έχει στο σύμβολό της κάτω δεξιά και ένα άλλο μικρό σύμβολο, για να δείχνει σε τι όργανο ή σε τι φορτίο αναφέρεται.

Για παράδειγμα το σύμβολο $\dot{Q}_\Sigma$ συμβολίζει την ισχύ του Συμπυκνωτή. Η ισχύς στο διεθνές σύστημα SI έχει μονάδα το W το οποίο ισούται, όπως είπαμε με 1 J/s. Χρησιμοποιείται επίσης σε μεγάλα μηχανήματα και φορτία το kW, που ισούται με 1000 W.

Στο μάθημα της Ψύξης δεν χρησιμοποιείται άλλη μονάδα. Στο μάθημα του Κλιματισμού χρησιμοποιούνται και άλλες μονάδες, όπως το Btu/h και kCal/h. Επομένως εδώ μας ενδιαφέρει μόνο η μετατροπή των kW σε W, η οποία γίνεται με πολλαπλασιασμό με το 1000 και η μετατροπή των W σε kW που γίνεται με διαίρεση των W με το 1000. Δίνονται μερικά παραδείγματα:

Παράδειγμα 1: Τα 3 kW είναι ίσα με $3 \cdot 1000 = 3000 \text{ W}$.

Παράδειγμα 2: Τα 2,4 kW είναι ίσα με $2,4 \cdot 1000 = 2400 \text{ W}$.

Παράδειγμα 3: Τα 0,4 kW είναι ίσα με $0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ W}$.

Παράδειγμα 4: Τα 5000 W είναι ίσα με $5000 : 1000 = 5 \text{ kW}$.

Παράδειγμα 5: Τα 2450 W είναι ίσα με $2450 : 1000 = 2,45 \text{ kW}$.

Παράδειγμα 6: Τα 750 W είναι ίσα με $750 : 1000 = 0,75 \text{ kW}$.

Η ενέργεια δεν χρησιμοποιείται από μόνη της στο μάθημα της Ψύξης. Μόνο ως συνάρτηση της ισχύος. Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα για την ισχύ.

2.6 Πίεση

Η πίεση έχει αρκετές διαφορετικές μονάδες που χρησιμοποιούνται στο μάθημα της Ψύξης, και ιδιαίτερα στο εργαστήριο. Όμως στις ασκήσεις δεν υπάρχει παρά μόνον το bar, που δεν ανήκει στο Διεθνές Σύστημα μονάδων, αλλά είναι μια μονάδα που είναι σχεδόν ίση με μια ατμόσφαιρα. Σε πίνακες υπάρχει και η μονάδα kPa, δηλαδή τα 1000 Pa. Ένα Pa (που είναι η μονάδα της πίεσης στο SI) είναι ίσο με 1 N/m^2 (Νιούτον ανά τετραγωνικό μέτρο). Η μονάδα αυτή για πίεση είναι πολύ μικρή και γι' αυτό χρησιμοποιείται συχνότερα το kPa ή το MPa (που είναι ίσο με 1.000.000 Pa). Μια ατμόσφαιρα είναι περίπου ένα bar το οποίο είναι ίσο με 100.000 Pa.

Σύμφωνα με το βιβλίο, και στα κεφάλαια που ανήκουν στην εξεταστέα ύλη, δε θα χρειαστεί η μετατροπή μονάδων πίεσης. Στα παραδείγματα του βιβλίου η πίεση είναι σε bar και αν απαιτηθεί θα πρέπει να γίνουν πράξεις μόνο μεταξύ των bar. Δεν θα χρειαστεί να κάνετε κάποια μετατροπή στις μονάδες.

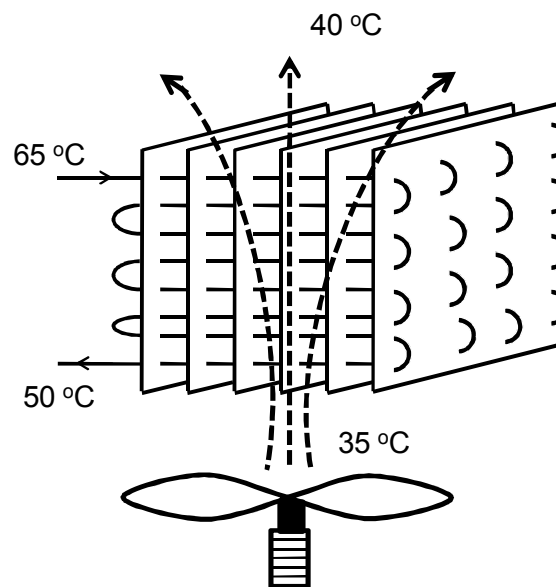
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Συμπυκνωτές

3.1 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές

Στο κεφάλαιο αυτό δεν έχει πολλούς μαθηματικούς τύπους τους οποίους θα πρέπει να θυμόμαστε. Έχει λίγους και θα τους δούμε όλους αναλυτικά. Στη σελίδα 209 του σχολικού βιβλίου υπάρχει ένας τύπος που αφορά τους αερόψυκτους συμπυκνωτές με φυσική κυκλοφορία αέρα, που όμως δεν περιλαμβάνεται στην ύλη των εξετάσεων και δεν θα ασχοληθούμε.

Κατόπιν υπάρχουν οι μαθηματικές σχέσεις που αφορούν τους αερόψυκτους συμπυκνωτές με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα. Στο είδος αυτό του συμπυκνωτή, υπάρχει ένας ή περισσότεροι ανεμιστήρες, που με την περιστροφή τους αναγκάζουν τον αέρα να περάσει από το στοιχείο του συμπυκνωτή για να τον ψύξει. Ο αέρας παίρνει τη θερμότητα του συμπυκνωτή. Ο αέρας αυτός αρχικά (στην είσοδο του συμπυκνωτή) έχει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αφού από εκεί προέρχεται. Περνώντας από το στοιχείο του συμπυκνωτή, ο αέρας θερμαίνεται και όταν εξέρχεται βρίσκεται σε μια μεγαλύτερη θερμοκρασία.



Σχήμα 1.

Στο Σχήμα 1 δίνουμε ένα παράδειγμα, για να καταλάβουμε καλύτερα τι συμβαίνει με τις θερμοκρασίες. Το περιβάλλον έχει τη θερμοκρασία των 35 °C. Άρα ο αέρας έχει αυτή τη θερμοκρασία εισόδου και εξέρχεται με θερμοκρασία 40 °C, έχοντας μια διαφορά θερμοκρασίας 5 °C. Ταυτόχρονα ο συμπυκνωτής έχει ψυχθεί και έχει επιτευχθεί η συμπύκνωση του ψυκτικού. Το αέριο φαίνεται στο σχήμα ότι μπαίνει με 65 °C και όταν εξέρχεται προς την εκτονωτική διάταξη έχει θερμοκρασία 50 °C. Στο μάθημα της Ψύξης, πάντα τις διαφορές θερμοκρασίας ($\Delta\theta$) τις παίρνουμε θετικές. Οι ορισμοί τους είναι τέτοιοι που δεν υπάρχει αρνητική διαφορά θερμοκρασίας.

Το μέγεθος που χαρακτηρίζει τον ή τους ανεμιστήρες είναι η παροχή του αέρα που αναγκάζουν (σπρώχνουν) να περνά από το στοιχείο. Η παροχή του αέρα είναι παροχή όγκου και υπολογίζεται εάν γνωρίζουμε: α) την ταχύτητα με την οποία ο αέρας αυτός περνά από το συμπυκνωτή και β) την επιφάνεια του συμπυκνωτή από την οποία περνά αυτός ο αέρας. Η επιφάνεια αυτή είναι η μετωπική επιφάνεια του στοιχείου και θεωρούμε ότι η ταχύτητα του αέρα είναι σε όλη αυτήν η ίδια.

Ο τύπος που μας δίνει την παροχή όγκου του αέρα είναι ο:

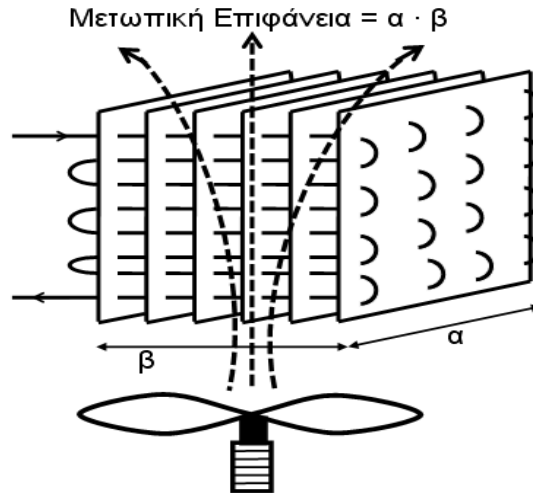
$$\dot{V} = A \cdot v \quad (3.1)$$

όπου:

$\dot{V}$ είναι η παροχή όγκου του αέρα με μονάδες m^3/s .

A είναι η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή με μονάδες m^2 (Σχήμα 2).

v είναι η ταχύτητα του αέρα σε m/s .



Σχήμα 2

Ο τύπος 3.1 δεν ισχύει μόνο για τους συμπυκνωτές, αλλά και για οποιοδήποτε στοιχείο με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα. Και γενικά, από όπου περνά αέρας το γινόμενο της μετωπικής επιφάνειας (διατομής) επί την ταχύτητά του δίνει την παροχή. Η παροχή που δίνεται από τον τύπο 3.1, είναι απαραίτητη για να βρεθεί η απόδοση του συμπυκνωτή που την δέχεται. Απόδοση ή ικανότητα ενός συμπυκνωτή, είναι το ποσόν της θερμότητας που μπορεί να αποβάλλει στο περιβάλλον στη μονάδα του χρόνου. Σε όλα τα στοιχεία που συναλλάσσουν θερμότητα με ένα περιβάλλον αέρα ή υγρού, η ικανότητά τους (δηλαδή η ισχύς τους) προσδιορίζεται από την θερμότητα που δίνουν ή παίρνουν από το περιβάλλον τους. Θυμίζουμε ότι ενώ ο συμπυκνωτής δίνει θερμότητα στο περιβάλλον του για να ψυχθεί, ο εξατμιστής παίρνει τη θερμότητα από το περιβάλλον του, δηλαδή από τα προϊόντα που ψύχει, και θερμαίνεται.

Όση περισσότερη θερμότητα αποβάλλει στο περιβάλλον ο συμπυκνωτής στη μονάδα του χρόνου, τόσο αυξάνεται η ισχύς του. Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή του αέρα, τόσο περισσότερη θερμότητα θα παίρνει (ο αέρας) από τον συμπυκνωτή, άρα η ικανότητά του θα αυξάνεται. Επίσης, όσο πιο πολύ θερμαίνεται ο αέρας που περνά από αυτόν σημαίνει ότι τόση περισσότερη θερμότητα του παίρνει και θα είναι μεγαλύτερη η απόδοσή του. Επομένως η ικανότητα του συμπυκνωτή εξαρτάται από την παροχή και από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα. Έτσι καταλήγουμε για τον υπολογισμό της ικανότητας του συμπυκνωτή στη μαθηματική σχέση:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \quad (3.2)$$

όπου:

$\dot{Q}_\Sigma$ είναι η ικανότητα (ή απόδοση ή ισχύς) του συμπυκνωτή με μονάδες W .

$\dot{V}$ είναι η παροχή όγκου του αέρα με μονάδες m^3/h .

$\Delta\Theta$ είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα σε $^\circ\text{C}$.

Στη σχέση 3.2 φαίνεται ότι η ικανότητα του συμπυκνωτή είναι ανάλογη α) της παροχής και β) της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα. Το σύμβολο $\Delta\Theta$ προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων: Διαφορά Θερμοκρασίας. Οι μονάδες της θερμοκρασίας είναι $^\circ\text{C}$. Κανονικά θα έπρεπε να πούμε ότι οι μονάδες είναι στην κλίμακα Κέλβιν, αλλά όταν πρόκειται για διαφορά θερμοκρασίας κάνει το ίδιο. Δηλαδή μια διαφορά θερμοκρασίας είτε είναι στην κλίμακα

Κέλβιν είτε στην κλίμακα Κελσίου έχει την ίδια τιμή. Στο μάθημα της Ψύξης όλοι οι τύποι που περιέχουν θερμοκρασία την έχουν ως διαφορά, επομένως δεν απαιτείται καμιά μετατροπή μονάδων.

Υπονοείται ότι $\Delta\Theta$ είναι η διαφορά της θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο από το στοιχείο ($\Theta_{\text{εξ}}$) από εκείνη που είχε στην είσοδο του στοιχείου ($\Theta_{\text{εισ}}$). Θα μπορούσε να δοθεί βοηθητικά ο τύπος:

$$\Delta\Theta = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{εισ}} \quad (3.3)$$

Η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή στον τύπο 3.1 δίνεται, όπως είπαμε, σε m^2 , αλλά σε πολλές περιπτώσεις οι διαστάσεις του στοιχείου δίνονται σε εκατοστά και θα πρέπει να γίνει η μετατροπή των μονάδων. Το σχήμα που έχει συνήθως ένας συμπυκνωτής μπορεί να θεωρηθεί ως ορθογώνιο. Επομένως αν δε δίνεται στην άσκηση το εμβαδόν του, θα δίνονται οι διαστάσεις του ορθογωνίου σχήματός του. Θα δίνεται δηλαδή το μήκος και το ύψος, οπότε θα βρίσκουμε το εμβαδόν με τον πολλαπλασιασμό τους. Ισχύει ο τύπος για το εμβαδόν του ορθογωνίου:

$$A = \text{μήκος} \cdot \text{ύψος} \quad \text{ή} \quad A = \alpha \cdot \beta \quad (3.4)$$

Όπου το α και το β είναι οι δύο πλευρές του ορθογωνίου. Αν το μήκος και το ύψος μουν στον τύπο αυτό σε μέτρα το αποτέλεσμα θα προκύψει σε m^2 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατ' ευθείαν στον τύπο 3.1. Αν όμως το μήκος και το ύψος μουν σε εκατοστά, τότε η επιφάνεια A θα βρεθεί σε τετραγωνικά εκατοστά και θα πρέπει να τα μετατρέψουμε σε m^2 , διαιρώντας με το 10.000, όπως έχουμε δει στις μετατροπές μονάδων. Πιο εύκολο είναι να μετατρέψουμε από την αρχή τις διαστάσεις του μήκους και του ύψους σε μέτρα (αν δίνονται σε εκατοστά) και να συνεχίσουμε.

Αυτό που πρέπει να προσέξουμε στους δύο προηγούμενους τύπους είναι ότι οι μονάδες της παροχής δεν είναι ίδιες και στους δυο. Ο τύπος 3.1 έχει τα μεγέθη με μονάδες (m^3/s) στο SI, ενώ ο τύπος 3.2 έχει την παροχή σε μονάδες m^3/h , που είναι πιο εύχρηστες στα πραγματικά ψυκτικά μηχανήματα. **Σε όλους τους τύπους του μαθήματος θα πρέπει εκτός από τον ίδιο τον τύπο να θυμάστε και τις μονάδες που έχουν τα διάφορα μεγέθη στον καθένα.**

Ένα θέμα που πρέπει να προσέξετε είναι η λύση των εξισώσεων, όταν ο άγνωστος δεν δίνεται κατευθείαν από τον τύπο του βιβλίου. Για τις ασκήσεις που θα αντιμετωπίσουμε στο μάθημα οι περισσότερες περιπτώσεις (μάλλον όλες) έχουν μια από τις μορφές που δίνονται παρακάτω. Σε αυτές χ είναι ο ζητούμενος άγνωστος και με κεφαλαία γράμματα συμβολίζονται εκείνα τα μεγέθη που είναι γνωστά. Εμείς θα πρέπει να λύσουμε ως προς τον χ . Οι μορφές που θα αντιμετωπίσουμε, μαζί με τον τρόπο που λύνονται, είναι οι εξής:

1. $\chi \cdot A = B \Rightarrow \frac{\chi \cdot A}{A} = \frac{B}{A} \Rightarrow \chi = \frac{B}{A}$ Το γράμμα A στην αρχική εξίσωση ονομάζεται συντελεστής του αγνώστου. Για να λύσουμε την εξίσωση αυτής της μορφής διαιρούμε με τον συντελεστή του αγνώστου και τα δύο μέλη (μέλος= πλευρά ή μέρος) της εξίσωσης και μετά απλοποιούμε το επάνω με το κάτω A και ο άγνωστος μένει μόνος του.
2. $\frac{\chi}{A} = B \Rightarrow \frac{\chi \cdot A}{A} = B \cdot A \Rightarrow \chi = B \cdot A$ Εδώ για να βρούμε τον χ πολλαπλασιάζουμε και τα δυο μέλη της εξίσωσης με το A . Μετά απλοποιείται το A στο πρώτο μέλος στον αριθμητή και στον παρονομαστή και μένει το χ μόνο του.
3. $\frac{A}{\chi} = B \Rightarrow \frac{\chi \cdot A}{\chi} = B \cdot \chi \Rightarrow A = B \cdot \chi \Rightarrow B \cdot \chi = A \Rightarrow \chi = \frac{A}{B}$ Θα μπορούσαμε να πούμε ότι κάνουμε χιαστί και μετά λύνουμε κατά τον πρώτο τρόπο, που περιγράψαμε πριν. Όμως αυτό που έγινε εδώ είναι ο πολλαπλασιασμός με το χ και

των δύο μελών, οπότε το χ απλοποιήθηκε στο πρώτο μέλος και έμεινε το χ μόνο στο δεύτερο και έτσι καταλήξαμε στην πρώτη περίπτωση που είδαμε πριν.

Αν έχουμε τη μορφή: $A \cdot B = \chi \cdot \Gamma$, αυτή είναι ίδια με την αναφερθείσα 1, αφού μπορούμε να πούμε ότι: $A \cdot B = \Delta$, οπότε γίνεται: $\Delta = \chi \cdot \Gamma$ που είναι ίδια με την $\chi \cdot \Gamma = \Delta$, και αυτή είναι η περίπτωση 1. Δηλαδή δεν έχει σημασία αν ο άγνωστος χ είναι στο δεύτερο μέλος (δηλαδή μετά το $=$), αφού μεταθέτουμε τα δυο μέλη και πηγαίνει στο πρώτο μέλος. Επίσης αν ο τύπος έχει γινόμενο δυο ή τριών μεγεθών που τα γνωρίζουμε είναι σα να είναι ένα το μέγεθος, αφού μπορούμε να κάνουμε τον πολλαπλασιασμό.

3.2 Μεθοδολογία για τη Λύση των Ασκήσεων

Σε όλες τις ασκήσεις υπάρχει ένα ή περισσότερα ερωτήματα. Ας δούμε τι σκεφτόμαστε για να απαντήσουμε σε ένα από αυτά. Συνήθως το κάθε ερώτημα μας ζητά να βρούμε ένα μέγεθος, ας πούμε την ικανότητα του συμπυκνωτή ή τη θερμοκρασία του αέρα εισόδου κλπ. Λιγότερο συχνά το ερώτημα ζητά να εξηγήσουμε ή να δικαιολογήσουμε ένα αποτέλεσμα. Όταν ζητείται ένα μέγεθος, πρέπει να σκεφτούμε ένα τύπο από το βιβλίο, που είτε να δίνει αυτό το μέγεθος κατευθείαν, είτε να το περιέχει και να μπορούμε να λύσουμε τον τύπο ως προς αυτό.

Ας πούμε ότι μας ζητούσαν την απόδοση του συμπυκνωτή $\dot{Q}_s$. Θα πηγαίναμε στον τύπο 3.2 και θα κάναμε τις πράξεις, χωρίς να λύσουμε ως προς κάποιο άλλο από τα μεγέθη που περιέχει, και θα βρίσκαμε το $\dot{Q}_s$. Εάν μας ζητούσαν τη διαφορά θερμοκρασίας $\Delta\theta$, επειδή δεν υπάρχει ένας τύπος που να μας το δίνει κατευθείαν, θα παίρναμε τον τύπο 3.2 και θα τον λύναμε ως προς $\Delta\theta$. Γενικά για να βρούμε ένα άγνωστο θα προσπαθούμε να βρούμε ένα τύπο που να τον περιέχει. Στον τύπο αυτό που περιέχει το ζητούμενο μέγεθος υπάρχουν δυο περιπτώσεις:

- A) Στον τύπο όλα τα άλλα μεγέθη, εκτός από το ζητούμενο, να είναι γνωστά από τα δεδομένα της άσκησης, οπότε λύνουμε ως προς το ζητούμενο και κάνουμε πράξεις.
- B) Στον τύπο να υπάρχει και άλλο ένα μέγεθος που να μην είναι γνωστό από τα δεδομένα της άσκησης, οπότε πρέπει να το βρούμε από έναν **άλλο** τύπο για να το αντικαταστήσουμε στον πρώτο και να βρούμε το ζητούμενο.

Καλύτερα είναι να φτάσουμε πρώτα σε ένα τελικό τύπο που θα δίνει το ζητούμενο μέγεθος. Να λύσουμε πρώτα ως προς τον άγνωστο και μετά να αντικαταστήσουμε τα γνωστά μεγέθη. Αυτό τον τρόπο λύσης θα ακολουθήσουμε σε αυτές τις σημειώσεις. Πολλές φορές οι μαθητές φτάνουν σε ένα τελικό τύπο αλλά πριν λύσουν ως προς τον άγνωστο αντικαθιστούν τα μεγέθη. Αυτό καλό είναι να το αποφεύγουμε γιατί κινδυνεύουμε να κάνουμε λάθος, ειδικά όταν έχουμε να κάνουμε μετατροπή μονάδων.

Όταν θα πρέπει να βάλουμε τις τιμές των μεγεθών για να βρούμε την αριθμητική απάντηση πρέπει προηγουμένως να ελέγξουμε τις μονάδες των μεγεθών αυτών αν είναι εκείνες που δίνει ο τύπος. Αν δεν είναι, φυσικά θα τις μετατρέψουμε στις κατάλληλες. Όταν κάνουμε τέτοια μετατροπή μονάδων, πρέπει να το πούμε στη λύση της άσκησης. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να μην βάλουμε τις μονάδες των μεγεθών κατά την αντικατάσταση στον τύπο. Αν δεν το αναφέρουμε πρέπει στην αντικατάσταση να μουν και οι μονάδες. Το σχολικό βιβλίο στα παραδείγματα που έχει, πάντα βάζει τις μονάδες δίπλα στις τιμές των μεγεθών. Γι αυτό καλύτερα είναι κι εμείς να ακολουθούμε αυτό τον κανόνα, να βάζουμε δηλαδή κατά την αντικατάσταση των τιμών των μεγεθών και τις μονάδες τους.

Μπορούμε να συνοψίσουμε τα βήματα που ακολουθούμε για τη λύση μιας άσκησης στα εξής:

1. Ελέγχουμε το εξάρτημα ή το όργανο στο οποίο αναφέρεται η άσκηση και εκείνο το μέγεθος που μας ζητά. Έτσι γνωρίζουμε σε ποιο τμήμα της εγκατάστασης πρέπει να εντοπίσουμε την προσοχή μας. Δηλαδή σιγουρεύουμε ότι πρόκειται, ας πούμε, για υδρόψυκτο συμπυκνωτή, και μας ζητά την παροχή που πρέπει να έχει το νερό.

2. Εντοπίζουμε, στο μυαλό μας ή στο πρόχειρο, τους τύπους που ισχύουν σε αυτό το συγκεκριμένο εξάρτημα. Προσοχή, μην μπερδέψετε τους τύπους, γιατί πολλοί μοιάζουν μεταξύ τους.
3. Βρίσκουμε ποιος τύπος από αυτούς περιέχει το ζητούμενο της άσκησης (λέγεται και άγνωστος) και τον γράφουμε. Υπάρχει ενδεχόμενο να υπάρχει και δεύτερος τύπος που να δίνει τον ζητούμενο. Τους γράφουμε όλους.
4. Ελέγχουμε αν εκτός από τον άγνωστο όλα τα άλλα μεγέθη (δηλαδή τα υπόλοιπα γράμματα) του τύπου είναι γνωστά. Αν είναι γνωστά προχωράμε στο 5 αλλιώς προχωράμε στο βήμα 8.
5. Ελέγχουμε τις μονάδες των μεγεθών. Εάν είναι όπως απαιτεί ο τύπος, αντικαθιστούμε και κάνουμε απλά τις πράξεις βρίσκοντας το αποτέλεσμα. Αν κάποιο από τα μεγέθη δεν έχει τις σωστές μονάδες, πρέπει πρώτα να κάνουμε τη μετατροπή και μετά να κάνουμε την αντικατάσταση. Τη μετατροπή καλό είναι να την έχουμε προβλέψει από πριν και να την έχουμε κάνει στο τετράδιο ώστε να φαίνεται.
6. Αφού έχουμε κάνει την κατάλληλη μετατροπή μονάδων, αν έχει χρειαστεί, εφαρμόζουμε τον τύπο που έχει επιλεγεί, ώστε να βρούμε το ζητούμενο. Στο αποτέλεσμα πρέπει πάντα να βάζουμε τις σωστές μονάδες όπως απαιτεί ο τύπος που χρησιμοποιήσαμε. Γράφουμε την απάντηση προσέχοντας να είναι εκείνη ακριβώς που μας ζητά η άσκηση. Αν δεν είναι πρέπει να δούμε μήπως κάπου κάναμε λάθος.
7. Πάντα να σκεφτόμαστε αν το αποτέλεσμα είναι λογικό. Για παράδειγμα, αν μας λέει η άσκηση για ένα επαγγελματικό ψυγείο και εμείς βρούμε ότι ο συμπυκνωτής είναι 50 W, πρέπει να σκεφτούμε ότι είναι πολύ μικρός για επαγγελματικό ψυγείο. Μήπως κάναμε λάθος στις πράξεις ή στις μονάδες και δεν είναι W αλλά kW;
8. Αν ένα από τα μεγέθη του τύπου (εκτός από το ζητούμενο) είναι άγνωστο, σίγουρα η άσκηση θα περιέχει εκείνα τα στοιχεία για να το βρούμε. Θα ξαναπάμε λοιπόν στους τύπους που είχαμε σκεφτεί αρχικά και θα εντοπίσουμε εκείνο που θα μας δώσει τον άγνωστο.
9. Για να βρούμε αυτό το δεύτερο άγνωστο, κοιτάμε τη διαδικασία που περιγράψαμε στα βήματα από το 3 και μετά, και κάνουμε τα ίδια μέχρι να βρούμε τον άγνωστο που μας έλειπε από την αρχική εξίσωση για να τον αντικαταστήσουμε σε αυτήν.
10. Αφού έχουμε βρει όλα τα μεγέθη του τύπου που μας δίνει τον τελικό ζητούμενο άγνωστο, πάμε ξανά στο βήμα 5 για να συνεχίσουμε ώπου να βρούμε το αποτέλεσμα.

Συμβουλή: Όλα τα βήματα που περιέχουν υπολογισμούς ή μετατροπές μονάδων, πρέπει να φαίνονται στο τετράδιό σας. Καλό είναι να γράφετε εκείνο που κάνετε κι ας είναι προφανές. Πάντα οι διορθωτές εκτιμούν μια λύση που περιέχει και μερικά λόγια και βλέπουν ότι ο μαθητής έχει βάλει στη σειρά τη λύση της άσκησης και δεν είναι ανακατεμένα εκείνα που χρειάζονται για τη λύση.

Την μεθοδολογία αυτή μπορούμε να ακολουθούμε σε όλα τα είδη ασκήσεων του μαθήματος. Όταν αποκτήσετε αρκετή εμπειρία στις ασκήσεις, όλα αυτά θα γίνονται αυτομάτως στο μυαλό σας. Θα δώσουμε τώρα μερικά απλά παραδείγματα για να εφαρμόσουμε όσα είπαμε πριν.

Άσκηση 3.1

Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει παροχή αέρα ίση με 5000 m³/h. Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο και την είσοδο του στοιχείου είναι 5 °C. Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή.

Απάντηση. Το ζητούμενο είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή και μας λέει ότι είναι αερόψυκτος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, άρα ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο 3.2:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta$$

Επομένως βρήκαμε τον τύπο που μας χρειάζεται. Δεν υπάρχει άλλος τύπος σε αυτό το είδος συμπυκνωτών που να περιέχει τον άγνωστο. Σε αυτό τον τύπο όλα τα μεγέθη ($\dot{V}$ και $\Delta\Theta$) είναι γνωστά εκτός από το ζητούμενο. Ελέγχουμε τις μονάδες μήπως χρειάζεται κάποια μετατροπή. Δεν χρειάζεται γιατί η παροχή είναι σε m^3/h και η διαφορά θερμοκρασίας σε $^\circ\text{C}$. Την ικανότητα του συμπυκνωτή θα τη βρούμε σε W . Σύμφωνα με την προηγούμενη μεθοδολογία έχουμε την **περίπτωση Α**. Λύνουμε κατευθείαν την εξίσωση:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 5000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 5^\circ\text{C} = 8500\text{W}$$

Βρήκαμε λοιπόν ότι η ικανότητα είναι 8500 W ή 8,5 kW

Θα μπορούσαμε να κάνουμε τα ίδια αλλά να μην βάλουμε τις μονάδες των μεγεθών στον τύπο, αφού έχουμε δηλώσει ότι τα μεγέθη ακολουθούν τις μονάδες του τύπου που δίνει το σχολικό βιβλίο. Ας δούμε πως θα ήταν:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 5000 \cdot 5 = 8500\text{W}$$

Καλύτερα όμως να βάζουμε και τις μονάδες.

Άσκηση 3.2

Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει ικανότητα 3400 W και παροχή αέρα ίση με $2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Να βρείτε την διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο και την είσοδο του στοιχείου.

Απάντηση. Το ζητούμενο είναι η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο και την είσοδο του συμπυκνωτή και μας λέει ότι είναι αερόψυκτος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, άρα ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο 3.2:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta$$

Επομένως βρήκαμε τον τύπο που θα χρησιμοποιήσουμε, αλλά πρέπει να λύσουμε ως προς τον άγνωστο που είναι το $\Delta\Theta$. Θα λύσουμε λοιπόν και θα κάνουμε τις πράξεις, αφού οι μονάδες που δίνονται για την ικανότητα και την παροχή είναι εκείνες που πρέπει να έχουμε στον τύπο. Βλέπετε παρακάτω στη λύση ότι πρώτα λύσαμε ως προς τον άγνωστο και μετά αντικαταστήσαμε τις τιμές των μεγεθών.

$$\begin{aligned} \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta &\Rightarrow \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}} = \frac{0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta}{0,34 \cdot \dot{V}} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}} = \Delta\Theta \Rightarrow \\ \Rightarrow \Delta\Theta &= \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}} \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{3400\text{W}}{0,34 \cdot 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} \Rightarrow \Delta\Theta = 5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Επομένως η ζητούμενη αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα είναι 5°C . Πάλι η άσκηση αυτή ήταν από την **περίπτωση Α** της μεθοδολογίας, δεν χρειάστηκε δηλαδή να αναζητήσουμε κάποιο άλλο μέγεθος από τον τύπο 3.2 που πήραμε.

Για να λύσουμε την παραπάνω εξίσωση ως προς τον άγνωστο $\Delta\Theta$ διαιρέσαμε και τα δύο μέλη της εξίσωσης με τον συντελεστή του αγνώστου, που εδώ ήταν ο παράγοντας $0,34 \cdot \dot{V}$. Επίσης χρησιμοποιήσαμε την ιδιότητα των αριθμών που λέει ότι αν ο αριθμός Α είναι ίσος με τον Β τότε και ο Β είναι ίσος με τον Α, δηλαδή: όταν $A=B$ τότε θα ισχύει και $B=A$. αυτό το χρησιμοποιήσαμε για να γράψουμε ότι:

$$\frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}} = \Delta\Theta \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}}$$

Αυτά θα τα χρησιμοποιήσουμε πολλές φορές στην λύση των ασκήσεων και θα πρέπει να τα συνηθίσετε, αφού άλλωστε είναι απλά και λογικά. Δεν θα επιλύουμε τόσο αναλυτικά από εδώ και μετά όλες τις ασκήσεις. Πρέπει να εξοικειωθείτε με αυτά τα μαθηματικά.

Άσκηση 3.3

Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει μετωπική επιφάνεια 2 m^2 και ο αέρας διέρχεται από αυτόν με ταχύτητα ίση με 4 m/s . Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή, αν ο αέρας περνώντας από αυτόν αυξάνει τη θερμοκρασία του κατά 4°C .

Απάντηση. Το ζητούμενο είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή και γνωρίζουμε ότι είναι αερόψυκτος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, άρα ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο 3.2:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta$$

Επομένως βρήκαμε τον τύπο που θα χρησιμοποιήσουμε, όμως δεν είναι όλα τα στοιχεία του τύπου γνωστά. Μας λείπει η παροχή, επομένως είμαστε στην **περίπτωση Β** της μεθοδολογίας. Πρέπει να σκεφτούμε έναν τύπο που να μας δίνει την παροχή του αέρα και ο μόνος που υπάρχει στους συμπυκνωτές αυτού του τύπου είναι ο τύπος 3.1:

$$\dot{V} = A \cdot v$$

Σε αυτόν όλα τα μεγέθη είναι γνωστά εκτός από εκείνο που ζητάμε, δηλαδή την παροχή. Θα τη βρούμε επομένως κάνοντας πράξεις. Παρατηρώ ότι οι μονάδες της επιφάνειας και της ταχύτητας που δίνει η εκφώνηση της άσκησης είναι στο διεθνές σύστημα SI, άρα δεν χρειάζεται μετατροπή μονάδων. Βρίσκουμε λοιπόν αρχικά την παροχή κάνοντας τις πράξεις:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Βρήκαμε ότι η παροχή είναι $8 \text{ m}^3/\text{s}$ και μπορούμε τώρα να βρούμε την ικανότητα του συμπυκνωτή αφού ξέρουμε πλέον όλα τα μεγέθη του τύπου 3.2. Παρατηρούμε όμως ότι η παροχή δεν είναι στις μονάδες που πρέπει. Έπρεπε να είναι σε m^3/h , αλλά είναι σε m^3/s , επομένως θα κάνουμε την κατάλληλη μετατροπή μονάδων. Τις μετατροπές της παροχής όγκου τις είδαμε στην παράγραφο 2.4. Εκεί είδαμε ότι για να μετατρέψουμε τα m^3/s σε m^3/h θα πολλαπλασιάσουμε με το 3600. Υπενθυμίζουμε ότι και να μην το θυμάστε, είναι εύκολο να το συμπεράνετε από το ότι η παροχή όταν μετράται ανά ένα δευτερόλεπτο θα είναι 3600 φορές μικρότερη από τότε που μετράται ανά μία ώρα, αφού η ώρα έχει 3600 δευτερόλεπτα. Επομένως βρίσκουμε για την παροχή:

$$\dot{V} = 8 \text{ m}^3/\text{s} = 8 \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{h} = 28.800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Τώρα είμαστε σε θέση να βρούμε την απόδοση του συμπυκνωτή, έχοντας όλες τις μονάδες όπως απαιτεί ο τύπος 3.2. Κάνουμε τις πράξεις:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 28.800 \cdot 4 \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 39.168 \text{ W}$$

Βρήκαμε ότι η ικανότητα, (ή απόδοση, ή ισχύς) του συμπυκνωτή είναι 39.168 W ή $39,168 \text{ kW}$. Εδώ δεν βάλαμε τις μονάδες των μεγεθών στην επίλυση του τύπου. Είχαμε όμως δηλώσει ποιες είναι και γι' αυτό δεν υπάρχει πρόβλημα.

3.3 Λυμένες Ασκήσεις στους Αερόψυκτους Συμπυκνωτές

Στις ασκήσεις που ακολουθούν θα ακολουθήσουμε αναλυτικά την μέθοδο που περιγράψαμε πριν. Θα εντοπίζουμε τον τύπο που μας δίνει το ζητούμενο και θα υπολογίζουμε, αν χρειάζεται, κάποιον άγνωστο σε αυτόν για να προχωρήσουμε στον υπολογισμό του ζητούμενου αγνώστου. Εδώ οι ασκήσεις δίνονται λυμένες με πολλές επεξηγήσεις για να καταλάβετε πως σκεφτόμαστε όταν τις λύνουμε. Εννοείται ότι εσείς στο τετράδιο δε χρειάζεται να είστε τόσο λεπτομερείς στο γράψιμό σας, όμως λίγα λόγια για εξηγήσεις και απαντήσεις χρειάζονται.

Ένα άλλο που θα σημειώσουμε για τις λυμένες ασκήσεις είναι ότι οι τιμές των μεγεθών που δίνονται στην εκφώνηση ή βρίσκονται ως αποτελέσματα της λύσης, μπορεί να μην είναι

πάντα ιδανικά σωστά και λογικά. Αυτό γίνεται εν γνώσει μας, για να έχουμε πιο εύκολες πράξεις για τους μαθητές και τα αποτελέσματα να προκύπτουν όσο γίνεται πιο στρογγυλοί αριθμοί ή ακέραιοι.

Άσκηση 3.4

Σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή με μετωπική επιφάνεια 1600 cm^2 η ταχύτητα που δίνει ο ανεμιστήρας στον αέρα είναι 3 m/s . Ποια είναι η παροχή στο στοιχείο;

Απάντηση. Ακολουθούμε τα βήματα που δόθηκαν προηγουμένως, ένα-ένα για να κατανοηθεί καλύτερα η μέθοδος:

1. Εντοπίζουμε ότι η άσκηση μας λέει για αερόψυκτο συμπυκνωτή που επειδή έχει ανεμιστήρα είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Το ζητούμενο είναι η παροχή του.
2. Οι τύποι που θα μας χρειαστούν είναι εκείνοι που αναφέρονται στα προηγούμενα δηλαδή οι: 3.1, 3.2, 3.3 και 3.4. Βέβαια δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν όλοι αυτοί.
3. Το ζητούμενο (παροχή) περιέχεται στους τύπους 3.1 και 3.2. Από τα δεδομένα όμως της άσκησης φαίνεται ότι δεν έχω στοιχεία για να χρησιμοποιήσω τον 3.2.
4. Ίσα – ίσα έχω όλα εκείνα που χρειάζονται στον τύπο 3.1. Άρα επιλέγω αυτόν. Προχωρώ στο βήμα 5, αφού όλα τα στοιχεία του τύπου 3.1 είναι γνωστά.
5. Ελέγχω τις μονάδες των μεγεθών που μου δίνονται. Η ταχύτητα είναι εντάξει, αλλά όχι και η μετωπική επιφάνεια. Πρέπει να μετατρέψω τα cm^2 σε m^2 . Γνωρίζω ότι 1 m^2 έχει 10.000 cm^2 και για να μετατρέψω τα cm^2 σε m^2 πρέπει να τα διαιρέσω με το 10.000. Επομένως τα 1600 cm^2 είναι ίσα με:

$$1600 : 10.000 = 0,16 \text{ m}^2.$$

6. Εφαρμόζουμε τον τύπο 3.1 για να βρούμε τη ζητούμενη παροχή:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 0,16 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m/s} = 0,48 \text{ m}^3/\text{s}$$

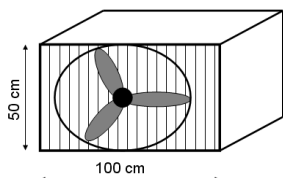
7. Το αποτέλεσμα φαίνεται λογικό και είναι εκείνο που μας ζητείται. Επομένως η απάντηση είναι ότι η παροχή του ανεμιστήρα είναι $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$

Άσκηση 3.5

Η ταχύτητα του αέρα σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι 2 m/s και η μετωπική επιφάνεια που έχει είναι $1 \text{ μέτρο επί } 50 \text{ εκατοστά}$. Να βρείτε την παροχή του αέρα.

Απάντηση. Από τώρα και στο εξής δεν θα αναγράφουμε ένα-ένα τα βήματα της μεθόδου. Απλά θα τα ακολουθούμε χωρίς να τα αναφέρουμε αναλυτικά, αλλά μόνο εκεί που διευκολύνει την ερμηνεία της λύσης.

Πρώτα-πρώτα εντοπίζουμε το είδος του συμπυκνωτή που είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, άρα ξέρουμε από ποιους τύπους του βιβλίου θα επιλέξουμε τον κατάλληλο. Το ζητούμενο είναι η παροχή του αέρα και ο τύπος που ξέρουμε σε αυτό το είδος συμπυκνωτή είναι ο 3.1. Ελέγχουμε τις μονάδες και βλέπουμε ότι η ταχύτητα είναι στις μονάδες που έχει ο τύπος 3.1, ενώ η μετωπική επιφάνεια όχι. Πρέπει τα 50 εκατοστά να τα μετατρέψουμε σε μέτρα και είναι $0,5 \text{ μέτρα}$. Ο τύπος 3.1 έχει τις μεταβλητές A και v και το v (ταχύτητα) το γνωρίζουμε αλλά όχι το A (μετωπική επιφάνεια) που θα το βρούμε από τον τύπο 3.4. Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε ένα σχέδιο του συμπυκνωτή με τις διαστάσεις.



Προχωράμε στη λύση της άσκησης:

$$A = \alpha \cdot \beta \Rightarrow A = 1 \cdot 0,5 \Rightarrow A = 0,5 \text{ m}^2$$

Αφού βρήκαμε την μετωπική επιφάνεια θα βρούμε και την ζητούμενη παροχή του αέρα.

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 0,5 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ m/s} \Rightarrow \dot{V} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Επομένως η ζητούμενη παροχή αέρα είναι $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Άσκηση 3.6

Η παροχή του αέρα σε ένα συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι $2 \text{ m}^3/\text{s}$ και η μετωπική επιφάνεια που έχει είναι 80 εκατοστά επί 50 εκατοστά (80×50). Να βρείτε την ταχύτητα του αέρα.

Απάντηση. Αφού ο συμπυκνωτής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα θα χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους, δηλαδή τους 3.1, 3.2, 3.3 και 3.4. Την παροχή που ζητά η άσκηση την περιέχουν δυο τύποι: ο 3.1 και ο 3.2, αλλά ο δεύτερος περιέχει τη θερμοκρασιακή διαφορά, που δε μας την αναφέρει η άσκηση καθόλου. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε τον 3.1. Μάλιστα τα δεδομένα της άσκησης είναι καλά γι' αυτόν, αφού μας δίνει την ταχύτητα και τις διαστάσεις για να βρούμε την μετωπική επιφάνεια. Γράφουμε τον τύπο 3.1:

$$\dot{V} = A \cdot v$$

Πρέπει να βρούμε την μετωπική επιφάνεια A του συμπυκνωτή. Χρησιμοποιούμε τον τύπο $A = \alpha \cdot \beta$. Επειδή θέλουμε την επιφάνεια σε m^2 και οι πλευρές είναι σε εκατοστά πρώτα θα τα μετατρέψουμε σε μέτρα:

$$80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

Και η μετωπική επιφάνεια θα είναι:

$$A = \alpha \cdot \beta \Rightarrow A = 0,8 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} \Rightarrow A = 0,4 \text{ m}^2$$

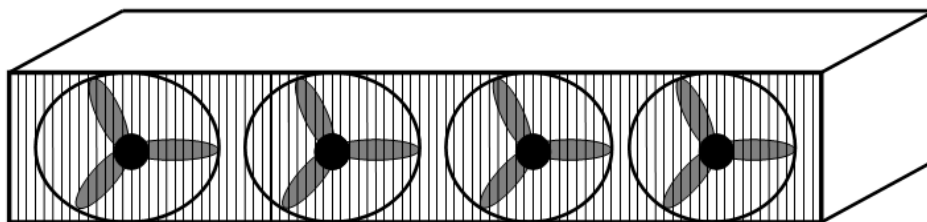
Ο τύπος 3.1 δίνει την παροχή και όχι την ταχύτητα που μας ζητά η άσκηση γι' αυτό πρέπει να λύσουμε ως προς την ταχύτητα v . προχωράμε στη λύση της εξίσωσης:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \frac{\dot{V}}{A} = v \Rightarrow v = \frac{\dot{V}}{A} \Rightarrow v = \frac{2 \text{ m}^3/\text{s}}{0,4 \text{ m}^2} \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

Βρήκαμε την ταχύτητα ίση με 5 m/s , που είναι μια λογική τιμή και την αποδεχόμαστε.

Άσκηση 3.7

Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα μεγάλο συμπυκνωτή και θα χρησιμοποιηθούν τέσσερις ανεμιστήρες που ο καθένας τους θα έχει παροχή αέρα $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ με ταχύτητα 4 m/s . Να βρείτε την μετωπική επιφάνεια που θα έχει ο συμπυκνωτής.



Απάντηση. Εντοπίζουμε το είδος του συμπυκνωτή και βλέπουμε ότι αφού έχει ανεμιστήρες θα είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, επομένως θα χρησιμοποιήσουμε τους γνωστούς τύπους. Αφού μας δίνει η άσκηση παροχή και ταχύτητα και ζητά τη μετωπική επιφάνεια ο τύπος 3.1 περιέχει αυτά τα τρία μεγέθη και αυτός θα χρησιμοποιηθεί.

Αφού οι ανεμιστήρες είναι 4, όλοι μαζί θα έχουν παροχή:

$$\dot{V} = 4 \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V} = 14.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Στον τύπο 3.1 όμως, η παροχή είναι σε μονάδες m^3/s , επομένως θα κάνουμε τη μετατροπή των m^3/h σε m^3/s . Αυτό γίνεται με διαίρεση με το 3600 και έχουμε:

$$\dot{V} = 14.400 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V} = \frac{14.400}{3600} \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \dot{V} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$$

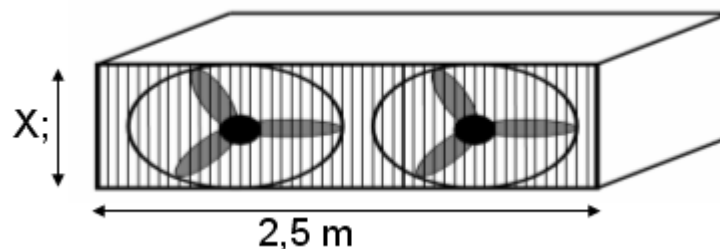
Έχοντας τώρα τις κατάλληλες μονάδες, θα λύσουμε τον τύπο 3.1 ως προς τον άγνωστο που είναι η μετωπική επιφάνεια A .

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow A = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow A = \frac{4 \text{ m}^3/\text{s}}{4 \text{ m/s}} \Rightarrow A = 1 \text{ m}^2$$

Επομένως η μετωπική επιφάνεια που θα έχει ο συμπυκνωτής είναι ένα τετραγωνικό μέτρο. Η τιμή αυτή είναι λογική, αφού θα μπορούσε ο συμπυκνωτής να έχει ύψος 0,50 μέτρα (50 εκατοστά) και μήκος δύο μέτρα. Έτσι θα έχει στη σειρά τους τέσσερις ανεμιστήρες, ανά μισό μέτρο απόσταση.

Άσκηση 3.8

Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα συμπυκνωτή και θα χρησιμοποιηθούν δύο ανεμιστήρες που ο καθένας τους θα έχει παροχή αέρα $7200 \text{ m}^3/\text{h}$ με ταχύτητα 2 m/s . Να βρείτε το ύψος της μετωπικής επιφάνειας που θα έχει ο συμπυκνωτής, αν το μήκος του είναι $2,5 \text{ m}$.



Απάντηση. Ο συμπυκνωτής είναι τύπου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα και ζητείται το μήκος του. Στο βιβλίο του σχολείου δεν δίνεται ο τύπος για το εμβαδόν του ορθογωνίου, που όμως θεωρείται γνωστός από τη γεωμετρία και είναι ο 3.4, που δώσαμε προηγουμένως: $A = \alpha \cdot \beta$. Αφού το ζητούμενο της άσκησης είναι το ύψος θα πρέπει να γνωρίζουμε την μετωπική επιφάνεια A . Άρα πρέπει να πάμε σε άλλον τύπο, από τον οποίο θα βρεθεί το A . Μεταξύ των 3.1 και 3.2 επιλέγουμε τον 3.1 γιατί σε αυτόν ξέρουμε όλα τα μεγέθη εκτός από την μετωπική επιφάνεια, άρα θα τη βρούμε από αυτόν. Εξετάζοντας τις μονάδες, παρατηρούμε ότι πρέπει να μετατρέψουμε τις μονάδες της παροχής από m^3/h σε m^3/s . Αυτό θα γίνει με διαίρεση με το 3600, όπως ξέρουμε. Επειδή είναι δυο ανεμιστήρες με παροχή $7200 \text{ m}^3/\text{h}$ ο καθένας, η συνολική παροχή θα είναι η διπλάσια. Δηλαδή:

$$\dot{V} = 2 \cdot 7200 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V} = 14.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Κάνουμε τώρα τη μετατροπή των μονάδων.

$$\dot{V} = 14.400 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V} = \frac{14.400}{3600} \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \dot{V} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Τώρα, με χρήση του τύπου 3.1 θα βρούμε την μετωπική επιφάνεια A :

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow A = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow A = \frac{4 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \text{ m/s}} \Rightarrow A = 2 \text{ m}^2$$

Αφού βρήκαμε τη μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή θα μπορέσουμε να υπολογίσουμε και το ύψος του.

$$A = \alpha \cdot \beta \Rightarrow \frac{A}{\alpha} = \beta \Rightarrow \beta = \frac{A}{\alpha} \Rightarrow \beta = \frac{2 \text{ m}^2}{2,5 \text{ m}} \Rightarrow \beta = 0,8 \text{ m}$$

Επομένως το ύψος του συμπυκνωτή είναι $0,8$ μέτρα, ή 80 εκατοστά, που είναι μια λογική τιμή για το ύψος.

Άσκηση 3.9

Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα στην είσοδο και στην έξοδο του ίση με $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η παροχή του είναι $5000\text{ m}^3/\text{h}$. Να βρεθεί η απόδοση του συμπυκνωτή.

Απάντηση. Ο συμπυκνωτής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, άρα θα χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους. Ο τύπος που δίνει τη ζητούμενη απόδοση είναι ένας και είναι ο 3.2. ελέγχουμε τις μονάδες και βλέπουμε ότι τα δεδομένα της άσκησης για τη θερμοκρασία και την παροχή είναι εκείνες που απαιτεί ο τύπος 3.2. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα γίνει καμιά μετατροπή. Προχωράμε λοιπόν σε αντικατάσταση των τιμών που δίνονται και θα βρούμε το αποτέλεσμα.

$$\dot{Q}_{\Sigma} = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_{\Sigma} = 0,34 \cdot 5000 \cdot 6 \Rightarrow \dot{Q}_{\Sigma} = 10.200\text{ W}$$

Η απόδοση του συμπυκνωτή θα είναι 10.200 W ή $10,2\text{ kW}$. Η τιμή αυτή για την απόδοση είναι λογική. Στην απάντηση δεν είναι απαραίτητο να κάνουμε τη μετατροπή σε kW. Έγινε εδώ απλά για ενημέρωση.

Άσκηση 3.10

Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα στην είσοδο και στην έξοδό του ίση με $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η απόδοσή του είναι 5 kW . Να βρεθεί η παροχή του αέρα στο συμπυκνωτή.

Απάντηση. Ο συμπυκνωτής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, άρα θα χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους. Μας ζητείται η παροχή που υπάρχει σε δυο τύπους. Τα δεδομένα της άσκησης είναι τέτοια που μας οδηγούν στον τύπο 3.2 και όχι στον 3.1. Αυτό το συμπεραίνουμε από το ότι η άσκηση δεν μας δίνει ούτε ταχύτητα του αέρα ούτε διαστάσεις του συμπυκνωτή, για να χρησιμοποιηθεί ο 3.1. Ελέγχοντας τις μονάδες, βλέπουμε ότι η απόδοση του συμπυκνωτή δεν δίνεται σε μονάδες W που απαιτεί ο τύπος, άρα θα μετατρέψουμε τα kW σε W. Αυτό θα γίνει με πολλαπλασιασμό με το 1000. Επομένως ο συμπυκνωτής έχει απόδοση ίση με 5000 W . Την τιμή αυτή θα χρησιμοποιήσουμε και θα λύσουμε ως προς την παροχή που ζητείται τον τύπο 3.2.

$$\dot{Q}_{\Sigma} = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{Q}_{\Sigma}}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V} = \frac{5000}{0,34 \cdot 6} \Rightarrow \dot{V} = 2451\text{ m}^3/\text{h}$$

Βρήκαμε ότι η παροχή θα είναι $2451\text{ m}^3/\text{h}$, που είναι μια λογική τιμή γι' αυτό το σχετικά μικρό συμπυκνωτή.

Σημείωση: Το σχολικό βιβλίο σε αυτές τις λύσεις των ασκήσεων πάντα βάζει μονάδες στα μεγέθη. Εμείς αυτό δεν το θεωρούμε για τυπικά μαθηματικούς λόγους σωστό, όταν ο τύπος δεν είναι σε ένα συγκεκριμένο σύστημα μονάδων, όπως είναι το διεθνές. Και ο τύπος 3.2 δεν ανήκει σε κανένα από τα γνωστά συστήματα μονάδων. Ο τύπος 3.1 όμως ανήκει στο SI και εκεί η χρήση των μονάδων θεωρείται απαραίτητη. Πάντως σε αυτές εδώ τις ασκήσεις άλλοτε θα τις βάζουμε και άλλοτε όχι. Εσείς είπαμε, όταν αναφέρετε τις μονάδες κάθε μεγέθους στο τετράδιό σας, είτε τις βάλετε στον τύπο είτε όχι θα είναι σωστό. Αρκεί στο τελικό αποτέλεσμα να βάλετε τις σωστές μονάδες.

Άσκηση 3.11

Σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή η απόδοση είναι 17 kW . Εργάζεται σε χώρο με θερμοκρασία $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η παροχή του αέρα του ανεμιστήρα είναι $10.000\text{ m}^3/\text{h}$. Με πόση θερμοκρασία βγαίνει από τον συμπυκνωτή ο αέρας;

Απάντηση. Ο συμπυκνωτής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, άρα θα χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους. Μας ζητείται η θερμοκρασία, που δεν υπάρχει στους τύπους του βιβλίου, αλλά εμείς έχουμε σημειώσει τον τύπο 3.3 που μας υποδεικνύει ότι αν μάθουμε την διαφορά θερμοκρασίας τότε μπορούμε να υπολογίσουμε και τη ζητούμενη

θερμοκρασία. Από τα δεδομένα της άσκησης οδηγούμαστε στον τύπο 3.2 και όχι στον 3.1. Ελέγχοντας τις μονάδες, βλέπουμε ότι ενώ η παροχή είναι σε m^3/h , που είναι εκείνες οι μονάδες που απαιτεί ο τύπος, η απόδοση του συμπυκνωτή δεν δίνεται σε μονάδες W, άρα θα μετατρέψουμε τα kW σε W. Αυτό θα γίνει με πολλαπλασιασμό με το 1000. Επομένως ο συμπυκνωτής έχει απόδοση ίση με 17.000 W. Την τιμή αυτή θα χρησιμοποιήσουμε και θα λύσουμε ως προς την διαφορά θερμοκρασίας τον τύπο 3.2.

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \dot{V}} \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{17.000}{0,34 \cdot 10.000} \Rightarrow \Delta\Theta = 5^\circ \text{C}$$

Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα είναι 5°C . Εφόσον ο χώρος έχει θερμοκρασία 20°C , σημαίνει ότι ο αέρας εισέρχεται στον συμπυκνωτή με αυτή τη θερμοκρασία και θα εξέλθει πιο ζεστός κατά 5°C , άρα η θερμοκρασία του θα είναι 25°C στην έξοδο. Καλύτερα είναι να χρησιμοποιηθεί ο τύπος 3.3 για να είναι πιο εμφανές το αποτέλεσμα.

$$\Delta\Theta = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{εισ}} \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = \Delta\Theta + \Theta_{\text{εισ}} \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = 5 + 20 \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = 25^\circ \text{C}$$

Το αποτέλεσμα είναι λογικό, αφού μια διαφορά θερμοκρασίας 5°C είναι σχετικά μικρή αλλά αποδεκτή στους αερόψυκτους συμπυκνωτές.

Άσκηση 3.12

Το στοιχείο ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή έχει διαστάσεις $100 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$. Μετρώντας την ταχύτητα του αέρα που προέρχεται από τον ανεμιστήρα του, την βρίσκουμε 5 m/s . Η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο του στοιχείου είναι 24°C , ενώ στο χώρο έχουμε 20°C . Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή.

Απάντηση. Ο συμπυκνωτής που δίνει η άσκηση, αφού έχει ανεμιστήρα είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, άρα θα χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους. Μας ζητείται η ικανότητά του που δίνεται από τον τύπο 3.2. Τη διαφορά θερμοκρασίας θα την υπολογίσουμε από τη σχέση:

$$\Delta\Theta = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{εισ}} \Rightarrow \Delta\Theta = 24 - 20 \Rightarrow \Delta\Theta = 4^\circ \text{C}$$

Φυσικά θεωρήσαμε ότι η θερμοκρασία στο χώρο είναι η θερμοκρασία του αέρα στην είσοδο του συμπυκνωτή.

Για να βρούμε τη ζητούμενη ικανότητα θα πρέπει (σύμφωνα με τον τύπο 3.2) να γνωρίζουμε, εκτός από την διαφορά θερμοκρασίας, που ήδη υπολογίσαμε, την παροχή του αέρα. Από τα στοιχεία που δίνει η άσκηση, μπορούμε να την υπολογίσουμε με χρήση του τύπου 3.1. Σε αυτόν γνωρίζουμε την ταχύτητα του αέρα και έχουμε τις διαστάσεις της μετωπικής επιφάνειας του συμπυκνωτή για να βρούμε το εμβαδόν της. Μετατρέπουμε προηγουμένως τις διαστάσεις των πλευρών της επιφάνειας από εκατοστά σε μέτρα. Τα 100 cm είναι 1 m και τα 150 cm είναι $1,5 \text{ m}$, επομένως το εμβαδόν είναι:

$$A = \alpha \cdot \beta \Rightarrow A = 1 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} \Rightarrow A = 1,5 \text{ m}^2$$

Τώρα είμαστε έτοιμοι να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 3.1 για να υπολογίσουμε την παροχή του αέρα στον συμπυκνωτή, αφού και οι μονάδες είναι εκείνες που απαιτούνται από τον τύπο.

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 1,5 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ m/s} \Rightarrow \dot{V} = 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Πρέπει να μετατρέψουμε τις μονάδες της παροχής σε εκείνες που απαιτεί ο τύπος 3.2, δηλαδή σε m^3/h και αυτό θα γίνει με πολλαπλασιασμό με το 3600. Το αποτέλεσμα θα είναι:

$$\dot{V} = 7,5 \cdot 3600 \Rightarrow \dot{V} = 27.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Έτσι τώρα θα βρούμε την ζητούμενη ικανότητα του συμπυκνωτή από τον τύπο 3.2 που πλέον έχουμε τα μεγέθη στις μονάδες που απαιτεί ο τύπος. Μένει να κάνουμε τις πράξεις:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 27.000 \cdot 4 \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 36.720 \text{ W}$$

Άρα η ικανότητα του συμπυκνωτή υπολογίστηκε στα 36.720 W, που ισοδυναμούν με 36,72 kW.

Άσκηση 3.13

Ένας κατασκευαστής θέλει να κατασκευάσει τον αερόψυκτο συμπυκνωτή ενός ψυγείου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα με ανεμιστήρα παροχής $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Το ψυγείο θα δουλεύει σε χώρο με θερμοκρασία 30°C . Αν θεωρήσουμε ότι ο αέρας από τον συμπυκνωτή με τον ανεμιστήρα εξέρχεται με θερμοκρασία 40°C να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή.

Απάντηση. Λόγω του είδους του συμπυκνωτή θα χρησιμοποιηθούν οι σχέσεις που αναφέρθηκαν στους συμπυκνωτές αυτούς. Το ζητούμενο είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή που δίνεται από τον τύπο 3.2, ο οποίος απαιτεί τη γνώση της παροχής του αέρα και της διαφοράς θερμοκρασίας του. Το πρώτο (παροχή) είναι γνωστό, αλλά όχι και η διαφορά θερμοκρασίας, η οποία όμως μπορεί να βρεθεί από τον τύπο 3.3, αφού δίνονται οι θερμοκρασίες του αέρα πριν την είσοδό του και στην έξοδό του από τον συμπυκνωτή. Βρίσκουμε λοιπόν:

$$\Delta\Theta = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{εισ}} \Rightarrow \Delta\Theta = 40^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta\Theta = 10^\circ\text{C}$$

Βρέθηκε ότι η διαφορά θερμοκρασίας είναι 10°C . Για να χρησιμοποιηθεί ο τύπος 3.2 πρέπει να μετατραπεί η παροχή σε μονάδες m^3/h , που θα γίνει με πολλαπλασιασμό της παροχής, που δίνεται σε m^3/s , με το 3600.

$$\dot{V} = 0,1 \cdot 3600 \Rightarrow \dot{V} = 360 \text{ m}^3/\text{h}$$

Τώρα που βρήκαμε την παροχή σε μονάδες που απαιτεί ο τύπος 3.2, μπορούμε να αντικαταστήσουμε τα μεγέθη και να βρούμε την απόδοση του συμπυκνωτή.

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 360 \cdot 10 \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 1224 \text{ W}$$

Βρέθηκε ότι η απόδοση του συμπυκνωτή είναι 1224 W, τιμή λογική για ένα μικρό επαγγελματικό ψυγείο.

Σημείωση: Στις μέχρι τώρα ασκήσεις κάθε μια είχε και μία ερώτηση προς απάντηση. Όταν για τη λύση της άσκησης χρειαζόταν μόνο ένας τύπος τα πράγματα ήταν πιο απλά. Μερικές όμως φορές η απάντηση απαιτούσε συνδυασμό και άλλων τύπων, και η άσκηση γινόταν πιο πολύπλοκη. Στις εξετάσεις δεν είναι συνηθισμένο αυτό. Όταν η άσκηση απαιτεί δύο βήματα με διαφορετικούς τύπους, δίνονται δυο διαδοχικές ερωτήσεις για διευκόλυνση. Η μετατροπή μονάδων δεν θεωρείται ιδιαίτερο βήμα και πρέπει να γίνεται από τον μαθητή. Το ίδιο και η εύρεση της διαφοράς θερμοκρασίας, όταν δίνονται οι θερμοκρασίες πριν και μετά το συμπυκνωτή. Όταν δίνονται οι διαστάσεις της μετωπικής επιφάνειας του συμπυκνωτή, συχνά πρέπει ο μαθητής να βρει το εμβαδόν με δική του πρωτοβουλία, χωρίς να ερωτηθεί ιδιαίτερα γι' αυτό. Θα δώσουμε τώρα μερικές ασκήσεις αυτού του τύπου.

Άσκηση 3.14

Θέλουμε να κατασκευάσουμε συμπυκνωτή ικανότητας 34 kW που θα δουλεύει με ανύψωση θερμοκρασίας αέρα 10°C .

1. Τι παροχή πρέπει να έχει ο ανεμιστήρας που θα επιλέξουμε;
2. Αν ο αέρας του ανεμιστήρα έχει ταχύτητα 5m/s , ποια πρέπει να είναι η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή;

Απάντηση. Πρόκειται για συμπυκνωτή με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, επομένως θα εργαστούμε με τους τύπους που χρησιμοποιήσαμε στις τελευταίες ασκήσεις.

Απάντηση 1. Μας δίνεται η ικανότητα του συμπυκνωτή και η διαφορά θερμοκρασίας, άρα θα κάνουμε χρήση του τύπου 3.2 που περιέχει αυτά ακριβώς τα μεγέθη, συν τη ζητούμενη παροχή. Για να βρούμε την παροχή θα λύσουμε ως προς αυτήν. Πρέπει πρώτα όμως να γίνει μετατροπή των μονάδων της ικανότητας αφού δίνεται σε kW και στον τύπο 3.2

είναι σε W. Η μετατροπή θα γίνει με πολλαπλασιασμό με το 1000, αφού κάθε kW έχει 1000 W.

$$\dot{Q}_\Sigma = 34 \cdot 1000 \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 34.000W$$

Τώρα μπορούμε να λύσουμε τον τύπο 3.2 ως προς την παροχή για να την υπολογίσουμε:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V} = \frac{34.000}{0,34 \cdot 10} \Rightarrow \dot{V} = 10.000 m^3/h$$

Η παροχή επομένως είναι $10.000 m^3/h$.

Απάντηση 2 Για να βρεθεί η μετωπική επιφάνεια θα γίνει χρήση του τύπου 3.1, αφού γνωρίζουμε την παροχή και την ταχύτητα του αέρα. Αν μας δινόταν οι διαστάσεις θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 3.4 για να βρεθεί το εμβαδόν. Τώρα όμως αναγκαστικά θα πάμε στον τύπο 3.1. Πρέπει όμως να έχουμε την παροχή σε m^3/s και εμείς πριν την υπολογίσαμε σε m^3/h . Γι' αυτό θα κάνουμε τη μετατροπή διαιρώντας με το 3600, αφού η ώρα έχει 3600 δευτερόλεπτα ($3600 s/h$).

$$\dot{V} = \frac{10.000 m^3/h}{3600 s/h} \Rightarrow \dot{V} = 2,78 m^3/s \quad (*)$$

Με την τιμή $2,78 m^3/s$ που βρέθηκε θα προχωρήσουμε σε αντικατάσταση και λύση του τύπου 3.1 για να βρούμε την μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή.

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow A = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow A = \frac{2,78}{5} \Rightarrow A = 0,556 m^2$$

Βρήκαμε ότι η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή θα είναι $0,556$ τετραγωνικά μέτρα. Αν και μικρή η τιμή αυτή για το μέγεθος του συμπυκνωτή, γίνεται αποδεκτή διότι για μεγαλύτερη ευκολία στις πράξεις δόθηκε στρογγυλή τιμή $10^\circ C$ για τη διαφορά θερμοκρασίας.

Σημείωση: προηγουμένως για να μετατρέψουμε τα m^3/h σε m^3/s διαιρέσαμε με το 3600 και βάλαμε και τις μονάδες όπως φαίνονται στον τύπο (*). Τυπικά όλες οι μετατροπές πρέπει να γίνονται έτσι αναλυτικά με τις μονάδες τους. Σε αυτές τις λυμένες ασκήσεις δεν το ακολουθούμε πιστά, αφού είναι κάτι που δυσκολεύει τους μαθητές και γι' αυτό το αποφεύγουν και κυρίως δεν θεωρείται απαραίτητο για την πληρότητα της λύσης της άσκησης.

Άσκηση 3.15

Θέλουμε να προμηθευτούμε ανεμιστήρα για να χρησιμοποιηθεί σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος $5 kW$, μετωπικής επιφάνειας $0,25 m^2$, που εργάζεται με διαφορά θερμοκρασίας $6^\circ C$. Να βρείτε τα απαραίτητα στοιχεία για την αγορά του ανεμιστήρα, τα οποία είναι: α) η παροχή του και β) η ταχύτητα του αέρα σε αυτόν.

Απάντηση. Στην περίπτωση που έχουμε θα χρησιμοποιηθούν οι γνωστοί τύποι για τους συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.

Απάντηση α) Την παροχή του ανεμιστήρα την δίνει και ο τύπος 3.1 και ο τύπος 3.2. Σε αυτή τη φάση όμως ο 3.1 δε μας βοηθά γιατί ακόμα δεν γνωρίζουμε την ταχύτητα του αέρα. Άρα θα πάμε στον 3.2, που περιέχει την παροχή και έχει όλα τα μεγέθη του γνωστά από την εκφώνηση της άσκησης. Πρέπει όμως να ελέγξουμε τις μονάδες, διότι η απόδοση του συμπυκνωτή στον τύπο 3.2 πρέπει να είναι σε W και δίνεται σε kW. Η μετατροπή θα γίνει με πολλαπλασιασμό με το 1000 και θα έχουμε:

$$\dot{Q}_\Sigma = 5kW \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 5kW \cdot 1000W/kW \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 5000W$$

Τώρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 3.2 αντικαθιστώντας τις τιμές των μεγεθών και λύνοντας ως προς την ζητούμενη παροχή του αέρα.

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{Q}_\Sigma}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V} = \frac{5000}{0,34 \cdot 6} \Rightarrow \dot{V} = 2451 \text{ m}^3/\text{h}$$

Η απάντηση στο πρώτο ερώτημα της άσκησης είναι ότι η παροχή που πρέπει να έχει ο ανεμιστήρας είναι τουλάχιστον 2451 m³/h. Και λέμε «τουλάχιστον», γιατί δεν είναι εύκολο να βρεθεί ανεμιστήρας με αυτήν ακριβώς την παροχή αέρα. Πρέπει όμως να μην είναι και μικρότερη από την απαιτούμενη. Η μεγαλύτερη τιμή στην παροχή δεν είναι πρόβλημα αφού θα έχει καλύτερο αποτέλεσμα στην απόδοση του μηχανήματος.

Απάντηση β) Την παροχή στο προηγούμενο ερώτημα την βρήκαμε σε μονάδες m³/h, που δεν είναι οι κατάλληλες για τον τύπο 3.1 που πρέπει τώρα να χρησιμοποιήσουμε για την εύρεση της ταχύτητας του αέρα στον ανεμιστήρα. Θα τις μετατρέψουμε σε m³/s διαιρώντας με το 3600:

$$\dot{V} = \frac{2451 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h}} \Rightarrow \dot{V} = 0,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Τώρα που έχουμε τις μονάδες στο διεθνές σύστημα, θα λύσουμε την 3.1 ως προς την ταχύτητα του αέρα:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow v = \frac{\dot{V}}{A} \Rightarrow v = \frac{0,68}{0,25} \Rightarrow v = 2,72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η ταχύτητα του αέρα στον ανεμιστήρα βρέθηκε ότι θα πρέπει να έχει τιμή 2,72 m/s. Η τιμή αυτή είναι λογική, αφού σύμφωνα με το βιβλίο συνήθως οι συμπυκνωτές αυτού του τύπου έχουν ταχύτητες που κυμαίνονται από 2,5 έως 5 m/s. Βεβαίως ο ανεμιστήρας που θα επιλέξουμε δεν είναι εύκολο να έχει αυτήν ακριβώς την ταχύτητα, αλλά πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή την τιμή.

3.4 Υδρόψυκτοι Συμπυκνωτές

Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές οι ασκήσεις συνήθως ζητούν τον υπολογισμό του νερού που απαιτείται για την ψύξη τους. Σύμφωνα με τη θεωρία για κάθε kW ισχύος του συμπυκνωτή πρέπει να περνά από τις σωληνώσεις του νερό παροχής 156 λίτρα την ώρα (Lit/h). Αυτό σημαίνει ότι αν ο συμπυκνωτής είναι ισχύος 10 kW θα πρέπει να τον ψύχουν 1560 Lit/h νερού (156 x 10 = 1560). Αυτή η ποσότητα νερού χρειάζεται αν η θερμοκρασιακή διαφορά που επιτυγχάνει το νερό είναι 5,5 °C. Αν δηλαδή το νερό ζεσταίνεται τόσο που η θερμοκρασία του να αυξάνεται κατά 5,5 °C. Ας το εξηγήσουμε όμως αυτό λίγο αναλυτικότερα.

Ο συμπυκνωτής περιέχει θερμό ψυκτικό και για να πετύχει τη συμπύκνωσή του πρέπει να πέσει η θερμοκρασία του. Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές περνά νερό μέσα από σωληνώσεις, που είναι σε επαφή με τους χώρους που κυκλοφορεί το ψυκτικό. Το ψυκτικό είναι σε θερμοκρασία, ας πούμε, 60 °C και για να υγροποιηθεί πρέπει να πέσει η θερμοκρασία αυτή στους 50 °C. Για να γίνει αυτό περνά νερό και τον ψύχει. Το νερό μπορεί να είναι σε θερμοκρασία 30 °C την ώρα που μπαίνει. Ας πούμε ότι βγαίνει από τον συμπυκνωτή με θερμοκρασία 35 °C. Πήρε μια ποσότητα θερμότητας από τον συμπυκνωτή που αντιστοιχεί σε μια τιμή απόδοσής του. Αν το νερό βγει από αυτόν με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 35 °C σημαίνει ότι πήρε περισσότερη θερμότητα από τον συμπυκνωτή και ο συμπυκνωτής θα λέμε ότι έχει μεγαλύτερη απόδοση ή ικανότητα. Αν το νερό βγει με μικρότερη από 35 °C θερμοκρασία ο συμπυκνωτής θα λέμε ότι έχει μικρότερη απόδοση από την περίπτωση που το νερό είχε βγει με 30 °C.

Μια συνήθης διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι οι 5,5 °C και υπολογίζεται ότι αν περνούν 156 Lit/h τότε το νερό απορροφά από το συμπυκνωτή 860 kcal, που ισοδυναμούν με 1 kW (με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε κατά 5,5 °C).

Υπενθυμίζουμε ότι ικανότητα ενός συμπυκνωτή είναι ο ρυθμός με τον οποίο καταφέρνει και ψύχεται, δηλαδή η ικανότητά του να ζεσταίνεται το νερό που τον ψύχει..

Αν ένας συμπυκνωτής δεν αλλάξει κατά $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ τη θερμοκρασία του νερού, αλλά κατά $\Delta\theta_N$, τότε η ικανότητά του θα είναι διαφορετική. Ας υποθέσουμε όμως ότι εμείς θέλουμε να έχουμε ένα συμπυκνωτή με μια συγκεκριμένη ικανότητα και εκείνος καταφέρνει να πετυχαίνει διαφορά θερμοκρασίας μεγαλύτερη από $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τότε, για να μείνει η ίδια ικανότητα, θα πρέπει να περνά λιγότερη ποσότητα νερού. Αποδεικνύεται ότι η απαιτούμενη ποσότητα του νερού είναι **αντιστρόφως** ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας του. Εσείς αυτό δεν χρειάζεται να το αποδείξετε αν σας χρειαστεί σε μια άσκηση. **Απλά πρέπει να το αναφέρετε και να προχωρήσετε στην εφαρμογή του.** Μπορούμε να κάνουμε τη μέθοδο των τριών:

156 (Lit/h)/kW νερού απαιτούνται όταν $\Delta\theta=5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\chi\text{ (Lit/h)/kW}$ νερού απαιτούνται όταν $\Delta\theta=\Delta\theta_N$

Όταν έχουμε αντιστρόφως ανάλογα ποσά τα κλάσματα αναλογίας μπαίνουν **το ένα κανονικά και το άλλο αντίστροφα**. Όποιο από τα δυο θέλουμε βάζουμε αντίστροφα, δεν έχει διαφορά. Στην παρακάτω λύση βάζουμε το δεύτερο κλάσμα αντίστροφα από ό,τι θα το βάζαμε αν τα ποσά ήταν ευθέως ανάλογα. Άρα:

$$\frac{156}{\chi} = \frac{\Delta\theta_N}{5,5} \Rightarrow \chi \cdot \Delta\theta_N = 156 \cdot 5,5 \Rightarrow \chi = \frac{156 \cdot 5,5}{\Delta\theta_N} \Rightarrow \chi = 156 \cdot \frac{5,5}{\Delta\theta_N}$$

Βρήκαμε λοιπόν εκείνο που λέει το βιβλίο: αν η διαφορά θερμοκρασίας δεν είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ αλλά $\Delta\theta_N$ τότε η παροχή (τα 156 (Lit/h)/kW , ή όποια παροχή νερού έχουμε βρει για τη διαφορά θερμοκρασίας νερού $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) διορθώνεται με πολλαπλασιασμό επί το κλάσμα: $5,5/\Delta\theta_N$. Είναι προφανές ότι όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη από $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, τότε το κλάσμα $5,5/\Delta\theta_N$ είναι μικρότερο από τη μονάδα και η παροχή είναι μικρότερη από την παροχή με $\Delta\theta=5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και το αντίστροφο.

Σημείωση: Το σχολικό βιβλίο λέει συγκεκριμένα ότι με τον παράγοντα $5,5/\Delta\theta_N$ διορθώνεται η παροχή του νερού και εννοεί μόνο την τελική παροχή που θα βρούμε με $\Delta\theta=5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Είναι προφανές όμως, και δεν χρειάζεται εξήγηση, ότι ισχύει και για την παροχή των 156 Lit/h που ειπώθηκε λίγο πριν.

Δυστυχώς το βιβλίο σε αυτό το σημείο δεν δίνει σύμβολα και τύπους για να χρησιμοποιούμε στις ασκήσεις και πρέπει να επινοήσουμε δικά μας.

Παρακάτω δίνεται ο τύπος 3.5 που δίνει την παροχή του νερού, σε $(\text{Lit/h)/kW}$, την οποία θα συμβολίζουμε $\dot{V}_v$, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού δεν είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ αλλά $\Delta\theta_N\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Τον τύπο αυτό μπορείτε να χρησιμοποιείτε, αφού πρώτα εξηγήτε τα σύμβολα $\dot{V}_v$ και $\Delta\theta_N$. Θα λέτε επίσης ότι έτσι διορθώνετε την απαιτούμενη παροχή του συμπυκνωτή.

$$\dot{V}_v = 156 \cdot \frac{5,5}{\Delta\theta_N} \quad (3.5)$$

Αφού θα βρεθεί η παροχή $\dot{V}_v$, τότε θα την πολλαπλασιάσουμε με την ικανότητα του συμπυκνωτή για να βρούμε την συνολική παροχή που χρειάζεται ο συμπυκνωτής. Αυτή τη συνολική παροχή μπορούμε να συμβολίζουμε με $\dot{V}_\sigma$, όπου το σ είναι για τη λέξη «**συνολική**». Και αυτόν το συμβολισμό θα πρέπει να αναφέρετε όταν λύνετε μια άσκηση και τον χρησιμοποιείτε. Αν μας διευκολύνει, μπορούμε να βρίσκουμε πρώτα την παροχή του νερού για $\Delta\theta=5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (με πολλαπλασιασμό της απόδοσης του συμπυκνωτή με το 156 (Lit/h)/kW) και μετά αυτή την παροχή να πολλαπλασιάζουμε με το κλάσμα $5,5/\Delta\theta_N$.

Για τη λύση των ασκήσεων, πρώτα θα πρέπει να εντοπίζουμε τη διαφορά θερμοκρασίας, αν είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή διαφορετική. Έτσι θα επιλέξουμε την πορεία που θα ακολουθήσουμε για να λύσουμε την άσκηση.

Ένα άλλο ζήτημα που υπάρχει στο κεφάλαιο αυτό του βιβλίου είναι η σχέση της απόδοσης σε ένα ψυκτικό κύκλωμα των: συμπυκνωτή, εξατμιστή και συμπιεστή. Αυτά αφορούν όλα τα είδη συμπυκνωτών, αλλά συμπτωματικά μπήκαν σε αυτό το κεφάλαιο του βιβλίου (αναφέρονται μερικώς και στους πύργους ψύξης στη σελίδα 242). Κατ' αρχάς είναι γνωστό ότι η ικανότητα του συμπυκνωτή είναι ίση με το άθροισμα της ικανότητας του εξατμιστή συν την ισχύ του συμπιεστή. Έχουμε λοιπόν υπόψη μας τη σχέση:

$$\text{Ικανότητα συμπυκνωτή} = \text{Ικανότητα εξατμιστή} + \text{Ισχύς συμπιεστή} \quad (3.6)$$

Όμως στο παράδειγμα της σελίδας 220 σημειώνεται ότι αν δεν είναι γνωστές οι αποδόσεις των εξαρτημάτων αυτών, τότε κατά προσέγγιση μπορούμε να δεχτούμε ότι η ψυκτική ικανότητα ενός μηχανήματος (η απόδοση του εξατμιστή δηλαδή) είναι 3 φορές μεγαλύτερη από την ισχύ του συμπιεστή. Αντιστοίχως η ικανότητα του συμπυκνωτή είναι 4 φορές μεγαλύτερη από την ισχύ του συμπιεστή. Έχοντας αυτή υπόψη μπορούμε να γράψουμε τις σχέσεις τις οποίες πρέπει να γνωρίζεται οπωσδήποτε.

$$\begin{aligned} \text{Ικανότητα συμπυκνωτή} &= 4/3 \cdot \text{Ικανότητα εξατμιστή} \\ \text{Ικανότητα συμπυκνωτή} &= 4 \cdot \text{Ισχύς συμπιεστή} \\ \text{Ικανότητα εξατμιστή} &= 3 \cdot \text{Ισχύς συμπιεστή} \\ \text{Ικανότητα εξατμιστή} &= 3/4 \cdot \text{Ικανότητα συμπυκνωτή} \\ \text{Ισχύς συμπιεστή} &= 1/3 \cdot \text{Ικανότητα εξατμιστή} \\ \text{Ισχύς συμπιεστή} &= 1/4 \cdot \text{Ικανότητα συμπυκνωτή} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Εάν σας είναι δύσκολο να τα θυμάστε αυτά θα πρέπει να θυμάστε ότι:

$$\begin{aligned} \text{Αν ο συμπιεστής είναι } 1 \text{ kW, τότε ο εξατμιστής είναι } 3 \text{ kW} \\ \text{(τριπλάσιας ισχύος) και ο συμπυκνωτής } 4 \text{ kW (τετραπλάσιας ισχύος).} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Μετά πρέπει να προχωράτε με απλή μέθοδο των τριών. Θα δώσουμε τώρα μερικά απλά παραδείγματα.

Παράδειγμα 1. Ένας συμπιεστής είναι ισχύος 3 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του εξατμιστή και πόση του συμπυκνωτή;

Απάντηση: Ο εξατμιστής θα έχει τριπλάσια ισχύ από το συμπιεστή, άρα θα είναι 9 kW. Ο συμπυκνωτής θα είναι τετραπλάσιας ισχύος άρα θα είναι 12 kW.

Παράδειγμα 2. Ένας εξατμιστής είναι ισχύος 36 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του συμπιεστή και πόση του συμπυκνωτή;

Απάντηση: Ο εξατμιστής έχει τριπλάσια ισχύ από το συμπιεστή, άρα ο συμπιεστής θα έχει ισχύ: $36:3=12 \text{ kW}$. Ο συμπυκνωτής θα έχει τετραπλάσια ισχύ από τον συμπιεστή, άρα θα είναι $12 \cdot 4=48 \text{ kW}$. Να προσέξετε ότι μας συμφέρει πάντα να βρίσκουμε πρώτα την ισχύ του συμπιεστή και από αυτή να βρίσκουμε τα άλλα. Βολεύει από μαθηματική σκοπιά, είναι ευκολότερο. Μπορούσαμε να πάμε και να χρησιμοποιήσουμε μία από τις σχέσεις 3.7 και να πούμε για το συμπυκνωτή ότι είναι τα $4/3$ της απόδοσης του εξατμιστή. Τα $4/3$ των 36 kW είναι:

$$4/3 \cdot 36 \text{ kW} = 48 \text{ kW}$$

Αυτός είναι πιο απλός τρόπος αλλά για μερικούς μαθητές λίγο δυσνόητος και τον αποφεύγουν. Προτιμούν να βρίσκουν πρώτα την ισχύ του συμπιεστή και μετά την απόδοση του εξατμιστή ή του συμπυκνωτή.

Παράδειγμα 3. Ένας συμπυκνωτής είναι ισχύος 20 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του εξατμιστή και πόση του συμπιεστή;

Απάντηση: Μας διευκολύνει να βρούμε πρώτα την ισχύ του συμπιεστή και από αυτή να βρούμε την ικανότητα του εξατμιστή. Ο συμπιεστής έχει 4 φορές μικρότερη ισχύ από τον συμπυκνωτή, άρα ο συμπιεστής θα έχει ισχύ: $20:4=5 \text{ kW}$. Ο εξατμιστής θα έχει τριπλάσια ισχύ από τον συμπιεστή, άρα θα είναι $5 \cdot 3=15 \text{ kW}$.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, αν δηλαδή έχουμε κατά προσέγγιση τις ικανότητες του συμπιεστή, του συμπυκνωτή και του εξατμιστή, τότε μπορούμε να υπολογίσουμε κατά

προσέγγιση την παροχή του νερού ψύξης στον συμπυκνωτή από την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης. Θα είναι 208 (Lit/h)/kW. Ο αριθμός 208 είναι τα 4/3 του 156 ή διαφορετικά επειδή $4/3=1,33$ το 208 είναι το 1,33 επί 156. Προφανώς αυτό συμβαίνει γιατί για κάθε kW ψυκτικής ισχύος υπάρχει 1,33 kW ικανότητας συμπυκνωτή. Όλα αυτά αφορούν περίπτωση που το νερό έχει θερμοκρασιακή διαφορά 5,5 °C. Αν η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού είναι διαφορετική από τους 5,5 °C το αντιμετωπίζουμε διαφορετικά. Για να γίνει πιο κατανοητό θα δώσουμε ένα παράδειγμα.

Παράδειγμα 4. Μια ψυκτική εγκατάσταση έχει ψυκτική ικανότητα 42 kW. Να βρεθεί η αναγκαία παροχή νερού αν θεωρήσουμε ότι η διαφορά θερμοκρασίας του είναι 5,5 °C.

Απάντηση. Επειδή η διαφορά θερμοκρασίας είναι 5,5 °C και επειδή δεν δίνονται στοιχεία για τον ακριβή προσδιορισμό της ικανότητας του συμπυκνωτή θα πάρουμε ως παροχή νερού ψύξης γι' αυτόν την τιμή 208 (Lit/h) για κάθε kW ψυκτικής ικανότητας. Επομένως η παροχή θα είναι:

$$42 \text{ kW} \cdot 208 \text{ (Lit/h)/kW} = 8736 \text{ Lit/h ή } 8,736 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Σημείωση: Θα λύσουμε αυτή την άσκηση πιο αναλυτικά για καλύτερη κατανόηση. Αφού η ψυκτική ικανότητα είναι 42 kW και επειδή δεν δίνονται στοιχεία για τον ακριβή προσδιορισμό της ικανότητας του συμπυκνωτή θα θεωρήσουμε ότι είναι τα 4/3 της ψυκτικής ικανότητας. Άρα θα είναι:

$$42 \text{ kW} \cdot 4/3 = 56 \text{ kW}$$

Γνωρίζοντας τώρα την ικανότητα του συμπυκνωτή και ότι η θερμοκρασιακή διαφορά στο νερό είναι 5,5 °C θα πολλαπλασιάσουμε την τιμή 56 kW με την παροχή 156 (Lit/h) για να βρούμε την συνολικά απαιτούμενη παροχή νερού:

$$56 \text{ kW} \cdot 156 \text{ (Lit/h)/kW} = 8736 \text{ Lit/h ή } 8,736 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Βρήκαμε δηλαδή το ίδιο αποτέλεσμα. Πάντως στην ουσία ο ίδιος τρόπος λύσης είναι.

3.5 Λυμένες ασκήσεις στους Υδρόψυκτους Συμπυκνωτές

Στις επόμενες λυμένες ασκήσεις δε θα επαναλαμβάνουμε κάθε φορά τη διαπίστωση ότι πρόκειται για υδρόψυκτο συμπυκνωτή και ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τους αντίστοιχους τύπους. Αυτό είναι προφανές. Ούτε και στις εξετάσεις είναι απαραίτητο να το κάνετε, αν και θεωρείται, όταν γίνεται, ότι ο μαθητής ξέρει πολύ καλά το μάθημα.

Άσκηση 3.16

Πόση θα είναι η παροχή του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 25 kW, αν δεχτούμε ότι η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού στην είσοδο και στην έξοδό του από το συμπυκνωτή είναι 5,5 °C;

Απάντηση. Αφού η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 5,5 °C, τότε για κάθε kW ισχύος του συμπυκνωτή θα απαιτούνται 156 Lit/h. Επομένως αφού η ισχύς είναι 25 kW η παροχή νερού $\dot{V}_v$ πρέπει να είναι:

$$\dot{V}_v = 156 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}} \cdot 25 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V}_v = 3900 \frac{\text{Lit}}{\text{h}} = 3,9 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Επομένως η παροχή του νερού θα είναι 3900 Lit/h ή 3,9 m³/h.

Άσκηση 3.17

Η παροχή του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή είναι 9360 Lit/h και η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού στην είσοδο και στην έξοδό του από το συμπυκνωτή είναι 5,5 °C. Πόση υπολογίζετε να είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή;

Απάντηση. Είναι γνωστό ότι όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού είναι 5,5 °C τότε για κάθε kW του συμπυκνωτή απαιτούνται 156 Lit/h. Για να βρεθεί η ικανότητα θα διαιρέσουμε την συνολική παροχή που μας δίνεται, με την παροχή των 156 Lit/h που απαιτείται για κάθε kW. Έτσι έχουμε:

$$\dot{Q}_\Sigma = \frac{9360 \frac{\text{Lit}}{h}}{156 \frac{\text{Lit}}{h \cdot \text{kW}}} \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 60 \text{ kW}$$

Βρήκαμε ότι η απόδοση του συμπυκνωτή θα είναι 60 kW. Στην προηγούμενη μαθηματική παράσταση θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τις μονάδες, αφού η τιμές της παροχής και στις δυο περιπτώσεις ήταν ίδιες.

Το ότι κάναμε την προηγούμενη διαίρεση βγαίνει από τη μαθηματική λογική, αλλά μπορούμε να κάνουμε και την απλή μέθοδο των τριών για ανάλογα ποσά (παροχή νερού και ισχύς συμπυκνωτή), ως εξής:

156 Lit/h είναι η παροχή του νερού όταν έχουμε ισχύ 1 kW

Όταν η παροχή είναι 9360 Lit/h, πόση θα είναι η ισχύς; χ

$$\frac{156}{9360} = \frac{1}{\chi} \Rightarrow 156 \cdot \chi = 9360 \cdot 1 \Rightarrow 156\chi = 9360 \Rightarrow \chi = \frac{9360}{156} \Rightarrow \chi = 60 \text{ kW}$$

Φυσικά βρήκαμε το ίδιο αποτέλεσμα με πριν.

Άσκηση 3.18

Να βρείτε την παροχή του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 30 kW, αν δεχτούμε ότι η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού στην είσοδο και στην έξοδό του από το συμπυκνωτή είναι 7 °C;

Απάντηση. Εάν η θερμοκρασιακή διαφορά στο νερό του συμπυκνωτή ήταν 5,5 °C τότε το κάθε kW θα απαιτούσε παροχή νερού ίση με 156 Lit/h και θα πολλαπλασιάζαμε τα kW του συμπυκνωτή με το 156 για να βρούμε τη ζητούμενη παροχή. Τώρα που η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στο συμπυκνωτή δεν είναι 5,5 °C αλλά 7 °C, θα πρέπει τα kW να τα πολλαπλασιάσουμε με τη διορθωμένη παροχή $\dot{V}_v$.

$$\dot{V}_v = 156 \cdot \frac{5,5}{\Delta\Theta_N} \Rightarrow \dot{V}_v = 156 \cdot \frac{5,5}{7} \Rightarrow \dot{V}_v = 122,6 \frac{\text{Lit}}{h}$$

Η τιμή 122,6 Lit/h που βρήκαμε είναι η νέα παροχή σε (Lit/h)/kW που θα χρησιμοποιήσουμε λόγω αλλαγής της διαφοράς θερμοκρασίας του νερού. Αν συμβολίσουμε με $\dot{V}_\sigma$ τη ζητούμενη συνολική παροχή αυτή θα είναι:

$$\dot{V}_\sigma = 122,6 \frac{\text{Lit}}{h \cdot \text{kW}} \cdot 30 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V}_\sigma = 3678 \frac{\text{Lit}}{h} = 3,678 \frac{\text{m}^3}{h}$$

Η παροχή θα είναι 3678 Lit/h ή 3,678 m³/h (προσεγγιστικά 3,7 m³/h).

Σημείωση: Η τιμή που βρέθηκε της παροχής είναι λογική και ασφαλώς μικρότερη από εκείνη που απαιτείται όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι 5,5 °C. Τότε η παροχή θα ήταν: 156 (Lit/h)/kW · 30 kW = 4680 Lit/h. (Τη σημείωση αυτή δεν χρειάζεται να τη γράφετε.)

Η άσκηση αυτή θα μπορούσε να λυθεί όπως εδώ αλλά χωρίς πολλά λόγια, με τη χρήση του τύπου 3.5 και τους συμβολισμούς που δώσαμε νωρίτερα με χρήση των ίδιων τύπων.

Το σχολικό βιβλίο προτείνει να βρούμε πρώτα την παροχή σαν αν ήταν η $\Delta\Theta = 5,5$ °C και μετά να πολλαπλασιάσουμε με το συντελεστή 5,5/ΔΘ_N. Δηλαδή να πούμε ότι η παροχή για $\Delta\Theta = 5,5$ °C θα είναι: 156 · 30 = 4680 Lit/h. Τώρα θα κάνουμε: 4680 · 5,5/7 = 3678 Lit/h. Προφανώς είναι το ίδιο πράγμα.

Άσκηση 3.19

Ένας συμπυκνωτής ικανότητας 40 kW λειτουργεί με νερό που έχει διαφορά θερμοκρασίας στην είσοδο και στην έξοδό του ίση με 4 °C.

A) Να βρείτε την παροχή νερού που θα πρέπει να έχει για την ψύξη του υπό αυτές τις συνθήκες.

B) Πόση περίπου υπολογίζετε την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης;

Απάντηση: A) Σύμφωνα με το βιβλίο, η παροχή των 156 (Lit/h)/kW πρέπει να διορθωθεί πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή της θερμοκρασίας των 5,5 °C προς την υπάρχουσα θερμοκρασία των 4 °C, δηλαδή τον συντελεστή: 5,5/4. Έτσι θα προκύψει:

$$156 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 5,5/4 = 214,5 \text{ (Lit/h)/kW}$$

Παρατηρούμε ότι η τιμή της παροχής 214,5 (Lit/h)/kW είναι μεγαλύτερη από τη γνωστή 156 (Lit/h)/kW, αφού η θερμοκρασιακή διαφορά στο νερό ψύξης είναι πολύ μικρή. Αυτό συμβαίνει γιατί η παροχή είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασιακής διαφοράς.

Με τη νέα τιμή της παροχής ανά kW θα προσδιορίσουμε τη συνολική παροχή, πολλαπλασιάζοντάς την με την ικανότητα του συμπυκνωτή:

$$214,5 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 40 \text{ kW} = 8580 \text{ Lit/h}$$

Επομένως η απαιτούμενη παροχή νερού είναι 8580 Lit/h.

Σημείωση: Η τιμή αυτή είναι ασφαλώς μεγαλύτερη από εκείνη που θα χρειαζόταν αν η θερμοκρασιακή διαφορά ήταν 5,5 °C. Τότε η παροχή θα ήταν: 156 (Lit/h)/kW · 40 kW = 6240 Lit/h. (Τη σημείωση αυτή δεν χρειάζεται να τη γράφετε.)

B) Σύμφωνα με το βιβλίο, η ικανότητα του συμπυκνωτή είναι περίπου τα 4/3 της ψυκτικής ικανότητας της εγκατάστασης. Αυτό σημαίνει ότι η ψυκτική ικανότητα είναι περίπου τα 3/4 της ικανότητας του συμπυκνωτή. Άρα για να βρούμε την ζητούμενη ψυκτική ικανότητα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την απόδοση του συμπυκνωτή με το 3/4 και έχουμε:

$$40 \text{ kW} \cdot 3/4 = 30 \text{ kW}$$

Επομένως η ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης είναι 30 kW

Σημείωση: Για μεγαλύτερη ευκολία θα μπορούσαμε το δεύτερο ερώτημα να το απαντήσουμε ως εξής: Αφού ο συμπυκνωτής είναι 40 kW, ο συμπιεστής θα είναι 4 φορές μικρότερης ισχύος, άρα θα είναι 10 kW. Η ψυκτική ικανότητα του εξατμιστή θα είναι 3 φορές μεγαλύτερη από του συμπιεστή, άρα θα είναι 30 kW.

Άσκηση 3.20

Μια εγκατάσταση ψυκτικής ικανότητας 60 kW λειτουργεί με υδρόψυκτο συμπυκνωτή στον οποίο η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην είσοδο και στην έξοδό του είναι 5,5 °C.

A) Να βρείτε κατά προσέγγιση την παροχή του νερού στον συμπυκνωτή.

B) Πόση περίπου θα είναι η ικανότητα του συμπιεστή της μονάδας;

Απάντηση: A) Είναι γνωστό ότι όταν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στο συμπυκνωτή είναι 5,5 °C η παροχή του απαιτούμενου νερού σε αυτόν θα είναι 208 (Lit/h)/kW, όπου τα kW αναφέρονται στην ψυκτική ικανότητα. Επομένως η παροχή θα βρεθεί με πολλαπλασιασμό της παροχής αυτής με την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης:

$$208 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 60 \text{ kW} = 12.480 \text{ Lit/h}$$

Αυτή είναι η απαιτούμενη παροχή του νερού που είναι ίση με περίπου 12,5 m³/h.

B) Είναι γνωστό ότι ο συμπιεστής, όταν δεν δίνονται άλλα στοιχεία για τον υπολογισμό, προσεγγιστικά έχει ισχύ ίση με το 1/3 της ψυκτικής ικανότητας της εγκατάστασης. Άρα θα είναι: 60 kW : 3 = 20 kW. Επομένως η ισχύς του συμπιεστή είναι περίπου 20 kW.

Σημείωση: Για επαλήθευση και διερεύνηση της λύσης μας μπορούμε να κάνουμε τα εξής: Ο συμπυκνωτής θα έχει προσεγγιστικά ικανότητα ίση με τα 4/3 της ικανότητας του εξατμιστή (δηλαδή την ικανότητα της ψυκτικής εγκατάστασης) και θα είναι 4/3 · 60 kW = 80 kW. Αφού η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 5,5 °C η συνολική παροχή θα βρεθεί με πολλαπλασιασμό του 156 (Lit/h)/kW με το 80 kW και θα έχουμε:

$$156 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 80 \text{ kW} = 12.480 \text{ Lit/h}$$

Όπως αναμενόταν βρήκαμε το ίδιο αποτέλεσμα.

Άσκηση 3.21

Παρατηρούμε ότι η παροχή του νερού σε ένα συμπυκνωτή είναι 5500 Lit/h, και η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού 7 °C. Πόση υπολογίζετε την ικανότητά του;

Απάντηση: Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι όταν η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού 5,5 °C, τότε η παροχή είναι 156 Lit/h για κάθε kW ισχύος του συμπυκνωτή. Ξέρουμε επίσης ότι η παροχή του νερού ψύξης σε ένα συμπυκνωτή είναι αντιστρόφως ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού.

Θα εφαρμόσουμε τη μέθοδο των τριών (για αντιστρόφως ανάλογα ποσά) για να υπολογίσουμε πόση θα ήταν η παροχή του νερού αν στο συγκεκριμένο συμπυκνωτή (δηλαδή με αυτή την απόδοση) η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού δεν ήταν 5,5 °C αλλά 7 °C.

Όταν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 7 °C η παροχή είναι 5500 Lit/h

Όταν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 5,5 °C η παροχή είναι χ Lit/h

Κάνουμε την αναλογία για αντιστρόφως ανάλογα ποσά (με το ένα κλάσμα από τα δύο αντίστροφα):

$$\frac{5,5}{7} = \frac{5500}{\chi} \Rightarrow 5,5 \cdot \chi = 5500 \cdot 7 \Rightarrow 5,5\chi = 38.500 \Rightarrow \chi = \frac{38.500}{5,5} \Rightarrow \chi = 7000 \text{ Lit/h}$$

Επομένως ο συμπυκνωτής αυτός, αν εργαζόταν με $\Delta\theta$ ίση με 5,5 °C θα έπρεπε να έχει παροχή 7000 Lit/h. Άρα αν βρούμε την ικανότητα του συμπυκνωτή γι' αυτή την παροχή, αυτή θα είναι και η ζητούμενη. Επομένως θα διαιρέσουμε την παροχή των 7000 Lit/h με την παροχή των 156 (Lit/h)/ kW για να βρούμε την ζητούμενη ικανότητα $\dot{Q}$.

$$\dot{Q}_\Sigma = \frac{7000 \frac{\text{Lit}}{\text{h}}}{156 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}}} \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 44,87 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του συμπυκνωτή θα είναι 44,87 kW.

Αντί για την προηγούμενη διαίρεση (αν σας δυσκολεύει να το σκεφτείτε ή να το θυμόσαστε) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την απλή μέθοδο των τριών και θα πούμε:

156 Lit/h νερό απαιτείται για κάθε ισχύος του συμπυκνωτή 1 kW

7000 Lit/h νερό απαιτείται για συμπυκνωτή με ισχύ χ ;

Τα ποσά είναι ανάλογα και κάνουμε την αναλογία λύνοντας και ως προς τον άγνωστο που είναι η ζητούμενη ισχύς:

$$\frac{156}{7000} = \frac{1}{\chi} \Rightarrow 156 \cdot \chi = 7000 \cdot 1 \Rightarrow 156\chi = 7000 \Rightarrow \chi = \frac{7000}{156} \Rightarrow \chi = 44,87 \text{ kW}$$

Φυσικά βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

Σημείωση: Θα κάνουμε άλλη μια λύση, που ίσως φανεί πιο εύκολη σε μερικούς μαθητές. Υποθέτουμε ότι ο συμπυκνωτής έχει ικανότητα X kW. Αν $\Delta\theta=5,5$ °C, τότε η παροχή του νερού θα είναι: $X \cdot 156$ Lit/h. Επειδή $\Delta\theta=7$ °C η προηγούμενη παροχή θα πρέπει να διορθωθεί με πολλαπλασιασμό της με το κλάσμα 5,5/7. Δηλαδή θα είναι: $(X \cdot 156) \cdot (5,5/7)$ Lit/h. Η νέα αυτή παροχή όμως γνωρίζουμε ότι είναι ίση με 5500 Lit/h, άρα θα ισχύει η εξίσωση:

$$(X \cdot 156) \cdot \left(\frac{5,5}{7}\right) = 5500 \Rightarrow X \cdot 156 \cdot 5,5 = 5500 \cdot 7 \Rightarrow X = \frac{5500 \cdot 7}{156 \cdot 5,5} \Rightarrow X = 44,87 \text{ kW}$$

Και αυτή η απάντηση είναι πλήρης αν και περισσότερο απλή.

Άσκηση 3.22

Θέλουμε να κατασκευάσουμε υδρόψυκτο συμπυκνωτή ικανότητας 120 kW με διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού 5,5 °C.

A) Πόση πρέπει να υπολογίζουμε την παροχή νερού;

B) Αν θέλουμε να μειώσουμε την παροχή του νερού σε 15840 Lit /h, ποια θα πρέπει να είναι η νέα διαφορά θερμοκρασίας του νερού;

Απάντηση: Α) Αφού η διαφορά θερμοκρασίας είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, η παροχή νερού στο συμπυκνωτή θα είναι 156 (Lit/h)/kW , επομένως η συνολική παροχή θα είναι:

$$156\text{ (Lit/h)/kW} \cdot 120\text{ kW} = 18.720\text{ Lit/h}$$

Η παροχή του νερού στο συμπυκνωτή θα πρέπει να είναι 18.720 Lit/h .

Β) Έχει ειπωθεί ότι η παροχή του νερού είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασιακής του διαφοράς. Άρα αν κάνουμε μέθοδο των τριών για αντιστρόφως ανάλογα ποσά θα έχουμε:

Όταν η $\Delta\Theta$ του νερού είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ η παροχή είναι 18.720 Lit/h

Όταν η $\Delta\Theta$ του νερού είναι χ η παροχή θα πρέπει να είναι 15840 Lit/h

Κάνουμε τα κλάσματα αναλογίας με το ένα αντίστροφα:

$$\frac{\chi}{5,5} = \frac{18.720}{15.840} \Rightarrow \chi \cdot 15.840 = 18.720 \cdot 5,5 \Rightarrow \chi = \frac{18.720 \cdot 5,5}{15.840} \Rightarrow \chi = 6,5^{\circ}\text{C}$$

Βρήκαμε δηλαδή ότι η διαφορά θερμοκρασίας πρέπει να είναι $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η τιμή αυτή είναι λογική, αφού εφόσον θέλουμε μικρότερη παροχή νερού, θα πρέπει να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας.

Σημείωση: Για το δεύτερο ερώτημα θα μπορούσαμε να σκεφτούμε και ως εξής: Αν η ζητούμενη θερμοκρασία του νερού είναι έστω X , τότε η παροχή θα ήταν η προηγούμενη (18.720 Lit/h) πολλαπλασιασμένη με το κλάσμα $5,5/X$. Επειδή όμως γνωρίζουμε το αποτέλεσμα (15840 Lit/h) θα έχουμε την εξίσωση:

$$18.720 \cdot \left(\frac{5,5}{X}\right) = 15.840 \Rightarrow 18.720 \cdot 5,5 = 15.840 \cdot X \Rightarrow X = \frac{18.720 \cdot 5,5}{15.840} \Rightarrow X = 6,5^{\circ}\text{C}$$

Φτάσαμε στο ίδιο αποτέλεσμα με ευκολότερο τρόπο.

Άσκηση 3.23

Έχουμε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή, που δουλεύει με διαφορά θερμοκρασίας $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και έχει απόδοση 60 kW .

Α) Εάν καταφέρουμε και τροφοδοτήσουμε τον συμπυκνωτή με πιο κρύο νερό (αλλά ίδια παροχή) ώστε η διαφορά θερμοκρασίας να γίνει $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, να δείτε αν θα αλλάξει η απόδοσή του και πόσο.

Β) Να βρείτε την παροχή όταν η θερμοκρασιακή διαφορά είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και η ικανότητα 60 kW .

Γ) Εάν δεν θέλαμε να αλλάξει η απόδοσή του, πόση έπρεπε να είναι η νέα παροχή;

Απάντηση: Α) Εφόσον με την ίδια παροχή θα θερμαίνεται περισσότερο το νερό, σημαίνει ότι θα παραλαμβάνει περισσότερα θερμικά φορτία από τον συμπυκνωτή, άρα η απόδοσή του θα αυξάνει. Είναι γνωστό από τη θερμοδυναμική ότι το φορτίο που παραλαμβάνεται από ένα ρευστό είναι ανάλογο της διαφοράς θερμοκρασίας, αφού ισχύει ο τύπος: $Q=c \cdot m \cdot (\Delta\Theta)$. Επομένως μπορούμε να κάνουμε την απλή μέθοδο των τριών, για ανάλογα ποσά, και να βρούμε τη νέα ικανότητα του συμπυκνωτή:

Για θερμοκρασιακή διαφορά $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ η ικανότητα είναι 60 kW

Για θερμοκρασιακή διαφορά $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ η ικανότητα είναι $\chi\text{ kW}$

Από τα κλάσματα που προκύπτουν θα έχουμε:

$$\frac{5,5}{6,5} = \frac{60}{\chi} \Rightarrow 5,5 \cdot \chi = 60 \cdot 6,5 \Rightarrow \chi = \frac{60 \cdot 6,5}{5,5} \Rightarrow \chi = 71\text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του συμπυκνωτή θα φθάσει τα 71 kW , δηλαδή θα αυξηθεί κατά 11 kW .

Β) Αφού η διαφορά θερμοκρασίας είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, η παροχή νερού στο συμπυκνωτή θα είναι 156 (Lit/h)/kW , επομένως η συνολική παροχή θα είναι:

$$156\text{ (Lit/h)/kW} \cdot 60\text{ kW} = 9360\text{ Lit/h}$$

Η παροχή του νερού στο συμπυκνωτή θα πρέπει να είναι 9360 Lit/h .

Γ) Είναι γνωστό ότι η παροχή του νερού είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασιακής του διαφοράς. Άρα αν κάνουμε μέθοδο των τριών για αντιστρόφως ανάλογα ποσά θα έχουμε:

Για διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C η παροχή είναι 9360 Lit/h

Για διαφορά θερμοκρασίας 6,5 °C η παροχή θα είναι χ Lit/h

Κάνουμε τα κλάσματα αναλογίας με το ένα αντίστροφα:

$$\frac{6,5}{5,5} = \frac{9360}{\chi} \Rightarrow \chi \cdot 6,5 = 9360 \cdot 5,5 \Rightarrow \chi = \frac{9360 \cdot 5,5}{6,5} \Rightarrow \chi = 7920 \text{ Lit/h}$$

Βρήκαμε δηλαδή ότι η νέα παροχή πρέπει να είναι 7920 Lit/h. Η τιμή αυτή είναι λογική, διότι εφόσον έχουμε μεγαλύτερη θερμοκρασιακή διαφορά νερού, θα πρέπει να απαιτείται λιγότερο νερό.

Σημείωση: Προφανώς εδώ θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 3.5 για να βρούμε την νέα παροχή ανά kW:

$$\dot{V}_v = 156 \cdot \frac{5,5}{\Delta \theta_N} \Rightarrow \dot{V}_v = 156 \cdot \frac{5,5}{6,5} \Rightarrow \dot{V}_v = 132 \left(\text{Lit/h} \right) / \text{kW}$$

Επομένως τώρα θα βρούμε την παροχή για ισχύ 60 kW:

$$\dot{V}_N = 132 \left(\text{Lit/h} \right) / \text{kW} \cdot 60 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V}_N = 7920 \text{ Lit/h}$$

Βρήκαμε την παροχή που είχε βρεθεί και με τον άλλο τρόπο.

Άσκηση 3.24

Έχουμε ένα ψυκτικό συγκρότημα με υδρόψυκτο συμπυκνωτή και γνωρίζουμε ότι η ισχύς του συμπιεστή είναι 20 kW και ότι η θερμοκρασιακή διαφορά στο νερό του συμπυκνωτή είναι 5,5 °C.

A) Να βρείτε κατά προσέγγιση την ικανότητα του συμπυκνωτή.

B) Να βρείτε κατά προσέγγιση την παροχή του νερού στον συμπυκνωτή.

Απάντηση: A) Αφού από τα δεδομένα της άσκησης δεν μπορούμε να υπολογίσουμε με ακρίβεια την ικανότητα του συμπυκνωτή, θα την υπολογίσουμε προσεγγιστικά. Θα δεχτούμε δηλαδή ότι η ισχύς του συμπιεστή είναι το 1/4 της ικανότητας του συμπυκνωτή. Επομένως ο συμπυκνωτής θα έχει απόδοση (ικανότητα) ίση με $4 \cdot 20 \text{ kW} = 80 \text{ kW}$

B) Γνωρίζουμε πλέον την απόδοση του συμπυκνωτή και ότι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού είναι 5,5 °C. Η συνολική παροχή νερού στο συμπυκνωτή θα προκύψει από το ότι η παροχή νερού στη διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C είναι 156 (Lit/h)/kW. Επομένως η συνολική παροχή θα είναι:

$$156 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 80 \text{ kW} = 12.480 \text{ Lit/h}$$

Άρα η παροχή νερού για την ψύξη του συμπυκνωτή θα είναι 12.480 Lit/h ή 12,48 m³/h.

Άσκηση 3.25

Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ο συμπιεστής έχει ισχύ 5 kW. Χρησιμοποιεί ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή, που δουλεύει με διαφορά θερμοκρασίας νερού 5,5 °C και έχει παροχή 1872 Lit/h. A) Να βρείτε την ικανότητα που έχει ο συμπυκνωτής. B) Να βρείτε την απόδοση του εξατμιστή της εγκατάστασης.

Απάντηση: A) Την ικανότητα του συμπυκνωτή θα τη βρούμε εφόσον γνωρίζουμε την παροχή του νερού που τον ψύχει και τη διαφορά θερμοκρασίας που είναι 5,5 °C. Εάν ήταν η απόδοσή του 1 kW, η παροχή του νερού θα ήταν 156 Lit/h. Τώρα που η παροχή του νερού είναι 1872 Lit/h, πόση θα είναι η απόδοση; Θα διαιρέσουμε απλά το 1872 Lit/h με το 156 (Lit/h)/kW. Το ίδιο θα προκύψει και με την απλή μέθοδο των τριών. Επειδή τα ποσά είναι ανάλογα μπορούμε να κάνουμε κατά τα γνωστά:

Όταν η απόδοσή είναι 1 kW, η παροχή του νερού είναι 156 Lit/h

Όταν η απόδοσή είναι χ kW, η παροχή του νερού είναι 1872 Lit/h

$$\frac{1}{\chi} = \frac{156}{1872} \Rightarrow \chi \cdot 156 = 1872 \cdot 1 \Rightarrow \chi = \frac{1872}{156} \Rightarrow \chi = 12 \text{ kW}$$

Επομένως η απόδοση του συμπυκνωτή είναι 12 kW

Σημείωση: Θα μπορούσαμε να λύσουμε την άσκηση σκεφτόμενοι ως εξής: Αν είναι X η ικανότητα του συμπυκνωτή και την πολλαπλασιάσουμε με το 156 Lit/h θα πρέπει να βρούμε την παροχή για $\Delta\theta=5,5^\circ\text{C}$. Επομένως θα έχουμε την εξίσωση:

$$X \cdot 156 = 1872 \Rightarrow X = \frac{1872}{156} \Rightarrow X = 12 \text{ kW}$$

Και προφανώς έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα με εκείνο που βρέθηκε με την απλή μέθοδο των τριών.

Β) Για να βρούμε την απόδοση του εξατμιστή θα χρησιμοποιήσουμε την πρόταση 3.6: Ικανότητα συμπυκνωτή = Ικανότητα εξατμιστή + Ισχύς συμπιεστή. Επομένως θα έχουμε:

$$\text{Ικανότητα εξατμιστή} = 12 - 5 = 7 \text{ kW}$$

Άρα ο εξατμιστής θα έχει ικανότητα 7 kW.

Σημείωση 1: Θα ήταν μεγάλο λάθος να πούμε ότι ο εξατμιστής θα έχει ικανότητα τριπλάσια από την ισχύ του συμπιεστή (τύπος-πρόταση 3.8). Έχουμε τονίσει ότι αυτό το χρησιμοποιούμε μόνο όταν δεν έχουμε άλλα στοιχεία υπολογισμού της ικανότητας. Εδώ όμως έχουμε, γι' αυτό και τα χρησιμοποιήσαμε και βρήκαμε το σωστό αποτέλεσμα. Θα ήταν λάθος να πούμε ότι είναι $5 \times 3 = 15 \text{ kW}$. Λάθος θα ήταν επίσης να πούμε ότι η ικανότητα του εξατμιστή είναι τα $3/4$ του συμπυκνωτή (τύπος-πρόταση 3.7). Εννοείται ότι και αυτό το χρησιμοποιούμε για να βρούμε κατά προσέγγιση την ικανότητα του εξατμιστή. Αναλόγως ισχύει και αν μας ζητάνε την ισχύ του συμπιεστή ή του συμπυκνωτή όταν μας δίνουν άλλα στοιχεία για τον ακριβή υπολογισμό του. Αν μας κάνουν ερώτηση και χρειάζεται να κάνουμε χρήση αυτών των προτάσεων θα μας το τονίζουν ότι ο υπολογισμός θα είναι προσεγγιστικός ή στο περίπου.

Σημείωση 2: Επίσης θα ήταν λάθος αν λύναμε τη δεύτερη ερώτηση της άσκησης ως εξής: Αν η ικανότητα του εξατμιστή είναι X τότε αν πολλαπλασιαστεί με τα 208 (Lit/h)/kW θα βρεθεί η παροχή του νερού, που είναι γνωστή (1872 Lit/h για τους $5,5^\circ\text{C}$). Άρα θα έχουμε:

$$208 \frac{\text{Lit/h}}{\text{kW}} \cdot X = 1872 \frac{\text{Lit/h}}{\text{kW}} \Rightarrow X = \frac{1872 \frac{\text{Lit/h}}{\text{kW}}}{208 \frac{\text{Lit/h}}{\text{kW}}} \Rightarrow X = 9 \text{ kW}$$

Φυσικά η απάντηση είναι λάθος γιατί χρησιμοποιεί πάλι τον προσεγγιστικό τρόπο υπολογισμού. Όλα αυτά θα ήταν πολύ σωστά αν δεν γνωρίζαμε την ισχύ του συμπιεστή. Η παροχή 208 (Lit/h)/kW (για τον εξατμιστή) είναι κατά προσέγγιση ενώ η παροχή 156 (Lit/h)/kW (για τον συμπυκνωτή) είναι η ακριβής

Άσκηση 3.26

Έχουμε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή, που δουλεύει με διαφορά θερμοκρασίας νερού $4,5^\circ\text{C}$ και έχει παροχή 1560 Lit/h. Να βρείτε την ικανότητα που έχει ο συμπυκνωτής.

Απάντηση: Την άσκηση θα τη χωρίσουμε σε δύο βήματα. α) Είναι γνωστό ότι η παροχή του νερού είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασιακής διαφοράς του. Αυτό σημαίνει ότι με απλή μέθοδο των τριών μπορούμε να βρούμε την παροχή που θα έπρεπε να έχει ένας συμπυκνωτής ίδιας ικανότητας, αν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού ήταν $5,5^\circ\text{C}$. Κάνουμε την κατάταξη για τα ποσά:

Όταν η $\Delta\theta$ είναι $4,5^\circ\text{C}$ η παροχή είναι 1560 Lit/h

Όταν η $\Delta\theta$ είναι $5,5^\circ\text{C}$ η παροχή θα είναι χ :

Θα προχωρήσουμε στην επίλυση, αντιστρέφοντας το ένα κλάσμα της κατάταξης αφού τα ποσά είναι αντιστρόφως ανάλογα.

$$\frac{5,5}{4,5} = \frac{1560}{\chi} \Rightarrow \chi \cdot 5,5 = 1560 \cdot 4,5 \Rightarrow \chi = \frac{1560 \cdot 4,5}{5,5} \Rightarrow \chi = 1276 \frac{\text{Lit/h}}{\text{kW}}$$

Άρα η παροχή του νερού όταν $\Delta\theta = 5,5^\circ\text{C}$ θα είναι 1276 Lit/h.

β) Θα βρούμε τώρα τη ζητούμενη ικανότητα. Αν διαιρέσουμε την τιμή της παροχής που βρήκαμε για τους 5,5 °C με την τιμή 156 (Lit/h)/kW θα προκύψει η ικανότητα του συμπυκνωτή:

$$\frac{1276 \text{ Lit/h}}{156 \text{ Lit/h} \cdot \text{kW}} = 8,2 \text{ kW}$$

Άρα η ικανότητα του συμπυκνωτή θα είναι 8,2 kW.

Σημείωση 1: Θα εκτελέσουμε το δεύτερο βήμα λίγο πιο αναλυτικά. Ουσιαστικά θα εφαρμόσουμε την απλή μέθοδο των τριών.

Όταν η ισχύς είναι 1 kW η παροχή θα είναι 156 Lit/h

Όταν η ισχύς είναι χ kW η παροχή θα είναι 1276 Lit/h

Επειδή τα ποσά είναι ανάλογα θα λύσουμε κατά τα γνωστά ως προς τον άγνωστο χ :

$$\frac{1}{\chi} = \frac{156}{1276} \Rightarrow \chi \cdot 156 = 1 \cdot 1276 \Rightarrow \chi = \frac{1 \cdot 1276}{156} \Rightarrow \chi = 8,2 \text{ kW}$$

Όπως βλέπουμε καταλήξαμε στην ίδια πράξη και στο ίδιο αποτέλεσμα.

Σημείωση 2: Θα κάνουμε και αυτή την άσκηση με ένα λίγο πιο «μαθηματικό» τρόπο. Υποθέτουμε ότι η ζητούμενη ισχύς του συμπυκνωτή είναι X. Το X αν πολλαπλασιαστεί με το 156 (Lit/h)/kW θα βρεθεί η παροχή του νερού για διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C. Αυτή τώρα την παροχή αν την πολλαπλασιάσουμε με το κλάσμα 5,5/4,5 θα προκύψει η παροχή για 4,5 °C, που δίνεται από την άσκηση ότι είναι 1560 Lit/h. Έτσι θα πρέπει να λύσουμε την παρακάτω εξίσωση: $X \cdot 156 \cdot (5,5/4,5) = 1560$ ως προς τον άγνωστο X. λύνεται ως εξής:

$$X \cdot 156 \cdot \frac{5,5}{4,5} = 1560 \Rightarrow X \cdot 156 \cdot 5,5 = 4,5 \cdot 1560 \Rightarrow X = \frac{4,5 \cdot 1560}{156 \cdot 5,5} \Rightarrow X = 8,2 \text{ kW}$$

Βεβαίως βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα. Να πούμε τα αποτελέσματα κάποιων πράξεων ήταν κατά προσέγγιση, γιατί δεν προέκυπταν ακριβή τα πηλικά των διαιρέσεων.

Άσκηση 3.27

Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής έχει ικανότητα 50 kW. Αν η παροχή του νερού ψύξης είναι 9750 Lit/h, να βρείτε την διαφορά θερμοκρασία του νερού ψύξης.

Απάντηση: Αυτή είναι μια πιο σύνθετη άσκηση και θέλει περισσότερη προσοχή. Ξεκινάμε με μια υπόθεση: Έστω ότι η διαφορά θερμοκρασίας είναι 5,5 °C. Τότε για ικανότητα συμπυκνωτή 50 kW η απαιτούμενη παροχή θα είναι (επειδή πρέπει να ισχύει η παροχή των 156 (Lit/h)/kW):

$$156 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 50 \text{ kW} = 7800 \text{ Lit/h}$$

Έχουμε μεταβάλλει τώρα την άσκηση ως εξής: Ένας συμπυκνωτής που εργάζεται με νερό με $\Delta\theta = 5,5$ °C έχει συνολική παροχή 7800 Lit/h. Για την ίδια ικανότητα συμπυκνωτή, όταν η παροχή είναι 9750 Lit/h, πόση θα πρέπει να είναι η διαφορά θερμοκρασίας; Αυτή όμως την άσκηση την έχουμε δει κι άλλες φορές πριν. Κάνουμε την απλή μέθοδο των τριών και τα ποσά είναι αντιστρόφως ανάλογα. Κάνουμε λοιπόν την κατάταξη:

Όταν η παροχή είναι 7800 Lit/h η $\Delta\theta$ είναι 5,5 °C

Όταν η παροχή θα είναι 9750 η $\Delta\theta$ είναι χ °C

Θα προχωρήσουμε στην επίλυση, αντιστρέφοντας το ένα κλάσμα της κατάταξης αφού τα ποσά είναι αντιστρόφως ανάλογα.

$$\frac{9750}{7800} = \frac{5,5}{\chi} \Rightarrow \chi \cdot 9750 = 7800 \cdot 5,5 \Rightarrow \chi = \frac{7800 \cdot 5,5}{9750} \Rightarrow \chi = 4,4$$

Άρα η διαφορά θερμοκρασίας θα είναι 4,4 °C. Η τιμή αυτή είναι λογική γιατί είδαμε ότι για διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C η παροχή είναι 7800 Lit/h. Τώρα λοιπόν που η παροχή είναι μεγαλύτερη (9750 Lit/h) για την ίδια απόδοση του συμπυκνωτή η διαφορά θερμοκρασίας θα πρέπει να είναι μικρότερη. Γι' αυτό άλλωστε και η παροχή θα είναι μεγαλύτερη.

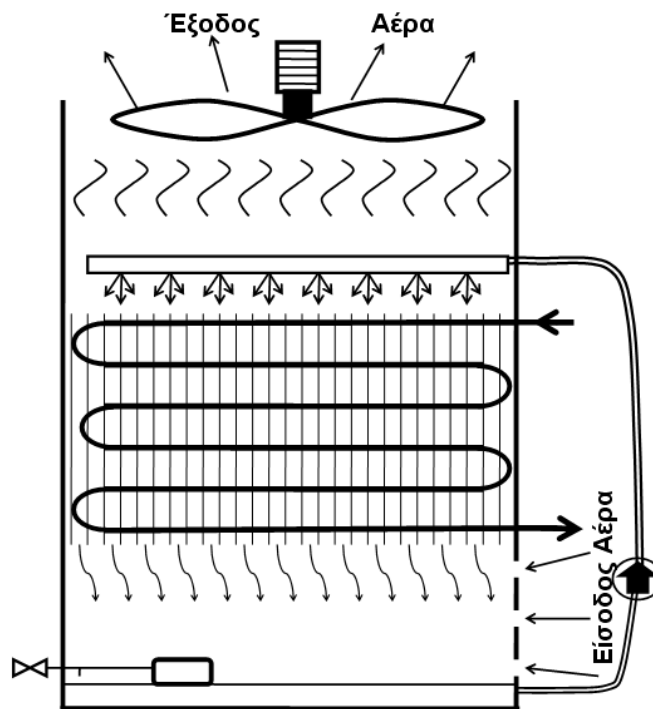
Σημείωση: Μπορούμε κι εδώ να λύσουμε την άσκηση με τη δημιουργία εξίσωσης ως εξής: Ξεκινάμε όπως και πριν και βρίσκουμε την παροχή 7800 Lit/h για διαφορά θερμοκρασίας του νερού ήταν 5,5 °C. Έστω X η διαφορά θερμοκρασίας που ζητείται. Αν πολλαπλασιάσουμε την παροχή 7800 Lit/h με το κλάσμα 5,5/X θα βρούμε την πραγματική παροχή για διαφορά θερμοκρασίας του νερού που έχουμε, δηλαδή την 9750 Lit/h. Έτσι θα έχουμε να λύσουμε την εξίσωση: $7800 \cdot (5,5/X) = 9750$. Λύνοντας αυτή την εξίσωση θα έχουμε:

$$7800 \frac{5,5}{X} = 9750 \Rightarrow 7800 \cdot 5,5 = X \cdot 9750 \Rightarrow X = \frac{7800 \cdot 5,5}{9750} \Rightarrow X = 4,4^\circ\text{C}$$

Προφανώς βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

3.6 Εξατμιστικοί Συμπυκνωτές - Ασκήσεις

Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές χρησιμοποιείται νερό για την ψύξη τους σε ένα κλειστό κύκλωμα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν απώλειες στο νερό. Κυκλοφορεί σε αυτούς χωρίς να ξοδεύεται. Δεν χάνεται δηλαδή καθόλου νερό. Μετά τη χρήση του στον συμπυκνωτή το νερό συνήθως πηγαίνει στον πύργο ψύξης και θα δούμε ότι εκεί χάνεται κάποια ποσότητα. Στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές χρησιμοποιείται επίσης νερό για την ψύξη τους, χωρίς όμως να απαιτείται πύργος ψύξης. Στο είδος αυτών των συμπυκνωτών όμως, λόγω του τρόπου λειτουργίας τους, μια ποσότητα νερού χάνεται. Αυτή η ποσότητα είναι 5 (Lit/h)/kW. Δηλαδή για κάθε kW ενός τέτοιου είδους συμπυκνωτή χάνονται 5 λίτρα νερό την ώρα. Το νερό αυτό θα πρέπει να αναπληρώνεται, όπως ξέρουμε από τη θεωρία. Στο Σχήμα 3 φαίνεται ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής.



Σχήμα 3

Αν ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής έχει απόδοση 1 kW, τότε θα πρέπει να συμπληρώνονται κάθε ώρα 5 λίτρα νερό. Αν ο συμπυκνωτής είναι 10 kW θα πρέπει να συμπληρώνεται νερό $5 \cdot 10 = 50$ λίτρα. Γενικά όταν γνωρίζουμε την ικανότητα του εξατμιστικού συμπυκνωτή, για να βρούμε την απώλεια σε νερό που θα συμπληρώνεται, θα πολλαπλασιάζουμε τα 5 λίτρα με την απόδοση του συμπυκνωτή σε kW. Θα δώσουμε τώρα ασκήσεις πάνω σε αυτό το θέμα που είναι σχετικά εύκολες.

Οι ασκήσεις που ακολουθούν δεν είναι σύνθετες και ακολουθούν την απλότητα του ενός και μοναδικού παραδείγματος του σχολικού βιβλίου της σελίδας 227. Είναι πολύ πιθανόν να

δοθεί μια άσκηση που να δίνει ή να ζητά την απόδοση της ψυκτικής εγκατάστασης ή την ισχύ του συμπιεστή. Εννοείται ότι είτε θα δίνονται πρόσθετα στοιχεία ή θα πρέπει να γίνει χρήση των αναλογιών που περιγράφονται στις προτάσεις 3.7 και 3.8. Θα μπορούσαμε να δώσουμε πιο σύνθετες ασκήσεις, αλλά τέτοιες δόθηκαν στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές που προηγήθηκαν.

Άσκηση 3.28

Ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής έχει απόδοση 45 kW. Πόσο νερό χάνεται κατά τη λειτουργία του κάθε ώρα;

Απάντηση: Αφού είναι γνωστό ότι η κατανάλωση σε νερό ενός εξατμιστικού συμπυκνωτή είναι 5 (Lit/h)/kW, τότε κάθε ώρα θα χάνεται νερό που θα είναι:

$$5 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 45 \text{ kW} = 225 \text{ Lit/h}$$

Επομένως κάθε ώρα ο συμπυκνωτής καταναλώνει 225 λίτρα νερό.

Άσκηση 3.29

Αν το κόστος για κάθε κυβικό μέτρο νερού είναι 0.8 ευρώ, να βρείτε τα ημερήσια έξοδα σε νερό ενός εξατμιστικού συμπυκνωτή ικανότητας 100 kW, που δουλεύει 10 ώρες την ημέρα.

Απάντηση: Για να βρούμε το ημερήσιο κόστος θα πρέπει να βρούμε πόσο νερό καταναλώνει τη μέρα ο συμπυκνωτής. Εμείς μπορούμε να βρούμε πόσο καταναλώνει την κάθε ώρα. Μετά επειδή γνωρίζουμε πόσες ώρες εργάζεται την ημέρα θα υπολογίσουμε την συνολική ημερήσια κατανάλωση.

Γνωρίζουμε ότι η κατανάλωση σε νερό ενός εξατμιστικού συμπυκνωτή είναι 5 Lit/h για κάθε kW του συμπυκνωτή. Άρα κάθε ώρα θα καταναλώνει συνολικά νερό:

$$5 \text{ (Lit/h)/kW} \cdot 100 \text{ kW} = 500 \text{ Lit/h}$$

Επομένως κάθε ώρα ο συμπυκνωτής καταναλώνει 500 λίτρα νερό. Εφόσον εργάζεται για 10 ώρες ημερησίως, η ημερήσια κατανάλωση θα είναι:

$$10 \cdot 500 = 5000 \text{ λίτρα ή } 5 \text{ κυβικά μέτρα}$$

Εφόσον μας δίνει η άσκηση ότι το κόστος κάθε κυβικού μέτρου νερού είναι 0.8 ευρώ, τα 5 κυβικά μέτρα θα κοστίζουν:

$$0,8 \text{ ευρώ/m}^3 \cdot 5 \text{ m}^3 = 4 \text{ ευρώ}$$

Επομένως τα ημερήσια έξοδα σε νερό του συμπυκνωτή θα είναι 4 ευρώ.

Άσκηση 3.30

Σε ένα εξατμιστικό συμπυκνωτή χάνονται κατά τη λειτουργία του κάθε ώρα 135 Lit νερό. Πόσο εκτιμάται ότι θα είναι η απόδοσή του;

Απάντηση: Είναι γνωστό ότι σε ένα εξατμιστικό συμπυκνωτή χάνονται 5 Lit νερό κάθε ώρα για κάθε kW ισχύος του. Επομένως αφού τώρα χάνονται 135 Lit ο συμπυκνωτής θα έχει απόδοση ίση με:

$$135 \text{ Lit/h} : 5 \text{ (Lit/h)/kW} = 27 \text{ kW}$$

Δηλαδή η απόδοσή του θα είναι 27 kW.

Σημείωση 1: Για να κάνουμε τη λύση πιο απλή μπορούμε να πούμε ότι κάναμε τη διαίρεση, όπως θα την κάναμε στο εξής απλοϊκό πρόβλημα: Ένα βιβλίο κάνει 5 ευρώ. Ένα κουτί με βιβλία κάνει 135 ευρώ. Πόσα βιβλία έχει το κουτί; Προφανώς θα διαιρέσουμε το 135 με το 5.

Σημείωση 2: Θα μπορούσε να λυθεί και με την απλή μέθοδο των τριών η άσκηση αυτή. Η κατάταξη θα είναι ως εξής:

5 Lit/h νερό χάνεται για κάθε 1 kW ισχύος συμπυκνωτή

135 Lit/h νερό χάνεται για χ kW ισχύος συμπυκνωτή

Τα ποσά είναι ανάλογα και έχουμε:

$$\frac{5}{135} = \frac{1}{\chi} \Rightarrow 5 \cdot \chi = 1 \cdot 135 \Rightarrow 5\chi = 135 \Rightarrow \chi = \frac{135}{5} \Rightarrow \chi = 27 \text{ kW}$$

Προφανώς βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Πύργοι Ψύξης

Οι ασκήσεις στους πύργους ψύξης περιορίζονται σε τρία είδη και γενικά είναι απλές. Πρώτα θα πούμε λίγα λόγια θεωρίας που έχουν άμεση σχέση με τις ασκήσεις και θα ακολουθήσουν λυμένα παραδείγματα. Το νερό στον Πύργο ψύξης έρχεται από τον υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Στο συμπυκνωτή έχει πάρει τα θερμικά φορτία του και έχει ανέβει η θερμοκρασία του. Για να μην πεταχτεί (αφού είναι αρκετό και κοστίζει πολλά χρήματα) πρέπει να ακολουθηθεί μια διαδικασία ώστε να πέσει η θερμοκρασία του και να επιστρέψει ξανά στο συμπυκνωτή, για να τον ψύξει εκ νέου. Η ψύξη του νερού γίνεται σε ένα μέρος του ψυκτικού κυκλώματος, που ονομάζεται πύργος ψύξης και συνήθως βρίσκεται στις ταράτσες των κτιρίων. Επειδή το νερό που ψύχει το συμπυκνωτή είναι εκείνο που πηγαίνει στον πύργο ψύξης, είναι λογικό η παροχή στα δύο αυτά τμήματα της εγκατάστασης να είναι περίπου ίδια. Αυτή την παρατήρηση να την έχετε υπόψη σας, αν και μάλλον δεν θα σας χρειαστεί αφού στο βιβλίο δεν αναφέρεται κάπου.

A) Πρέπει να γνωρίζετε δυο ορισμούς για τις έννοιες: **Περιοχή ψύξης** και **Προσέγγιση**. Περιοχή ψύξης είναι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην είσοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία του στην έξοδό του από αυτόν. Άρα θα ισχύει η σχέση:

$$\text{Περιοχή ψύξης} = \Theta_{\text{eis}} - \Theta_{\text{ex}} \quad (4.1)$$

Η περιοχή ψύξης θα έχει μονάδες θερμοκρασίας, δηλαδή °C, και θα είναι θετικός αριθμός, αφού πάντα η θερμοκρασία εισόδου στον πύργο ψύξης είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία εξόδου (έχουμε ψύξη του νερού).

Η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην έξοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου του αέρα ονομάζεται **προσέγγιση**. Έτσι θα ισχύει η σχέση:

$$\text{Προσέγγιση} = \Theta_{\text{ex}} - \Theta_{\text{υ.θ.}} \quad (4.2)$$

Να εξηγήσουμε λίγο το νόημα της προσέγγισης. Το νερό ψύχεται στον πύργο ψύξης κυρίως λόγω της εξάτμισης του νερού, που απορροφά θερμότητα από το νερό που μένει, επομένως το ψύχει. Οφείλεται δηλαδή στη λανθάνουσα θερμότητα. Άλλα όσο και να αφήσουμε το νερό να εξατμίζεται, γνωρίζουμε από το μάθημα του Κλιματισμού, ότι δεν μπορεί να κατέβει η θερμοκρασία του κάτω από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, της ατμόσφαιρας στην οποία βρίσκεται. Άρα αν η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου της ατμόσφαιρας είναι 25 °C και το νερό ψυχθεί στον πύργο ψύξης στους 30 °C έχει **προσεγγίσει** κατά 5 °C την χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία που μπορεί να κατέβει. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού στον πύργο ψύξης (περιοχή ψύξης) φυσικά μπορεί να είναι διαφορετική.

Ασκήσεις που μπορεί να τεθούν σε αυτά, είναι μόνο εφαρμογή των ορισμών για την εύρεση της περιοχής ψύξης ή της προσέγγισης.

B) Μια δεύτερη ομάδα ασκήσεων αφορά την παροχή του νερού στον πύργο ψύξης. Αυτή δίνεται από τον τύπο:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \quad (4.3)$$

Στον τύπο αυτό η παροχή του νερού συμβολίζεται με $\dot{V}_{\Pi}$ και έχει μονάδες m³/h, ενώ το σύμβολο $\dot{Q}$ είναι η ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης και είναι σε μονάδες kW. Ο τύπος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η διαφορά θερμοκρασίας του νερού, η περιοχή ψύξης δηλαδή, είναι 5,5 °C. Στους συμπυκνωτές δίνονται στοιχεία για να υπολογίζεται η παροχή του νερού όταν η διαφορά θερμοκρασίας του είναι ίση ή διαφορετική από τους 5,5 °C. Όμως στους πύργους ψύξης δίνονται τα απαραίτητα στοιχεία μόνο για την περίπτωση με $\Delta\Theta = 5,5$ °C. Γι' αυτό πιστεύουμε ότι δεν θα δοθεί άσκηση όπου το νερό θα έχει $\Delta\Theta$ διαφορετικό από τους 5,5 °C. Πάντως οι ασκήσεις λύνονται με παρόμοιο τρόπο γι' αυτό εδώ δεν θα επαναλάβουμε αυτό το είδος ασκήσεων.

Πρέπει να προσέξετε ότι στους συμπυκνωτές το σύμβολο είναι $\dot{Q}_\Sigma$ και παριστάνει την ικανότητα του συμπυκνωτή ενώ στο κεφάλαιο των πύργων ψύξης το σύμβολο $\dot{Q}$ παριστάνει την ικανότητα του εξατμιστή, δηλαδή την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης. Επίσης και εδώ να προσέξετε τις μονάδες για τον τύπο αυτό.

Αν θεωρήσουμε ότι δεν υπάρχουν απώλειες στη θερμότητα που μεταφέρεται από το νερό κατά τη διαδρομή του από το συμπυκνωτή στον πύργο ψύξης και στην επιστροφή του στο συμπυκνωτή, η διαφορά θερμοκρασίας του νερού μέσα στον συμπυκνωτή θα είναι ίση με τη διαφορά θερμοκρασίας του νερού στον πύργο ψύξης.

Είπαμε προηγουμένως ότι η παροχή νερού στον πύργο ψύξης θα είναι περίπου ίση με την παροχή στο συμπυκνωτή. Βέβαια θα είναι λίγο αυξημένη γιατί χάνεται ένα ποσοστό 3% και πρέπει να αντικατασταθεί. Η παροχή στο συμπυκνωτή είναι 156 Lit/h για κάθε kW ικανότητας του συμπυκνωτή. Η ποσότητα 156 Lit/h είναι ίση με 0,156 m³/h. Άρα θα περιμέναμε η παροχή του νερού να είναι στον συμπυκνωτή, επομένως και στον πύργο ψύξης ίση με:

$$\dot{V}_v = 0,156 \cdot \dot{Q}_\Sigma$$

Είναι όμως γνωστό ότι:

$$\dot{Q}_\Sigma = \frac{4}{3} \cdot \dot{Q}$$

Άρα η παροχή στον πύργο ψύξης θα είναι:

$$\dot{V}_\Pi = 0,156 \cdot \dot{Q}_\Sigma = 0,156 \cdot \frac{4}{3} \cdot \dot{Q} = 0,208 \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_\Pi \approx 0,21 \dot{Q}$$

Στην προηγούμενη σχέση θα φτάναμε επίσης αν κάναμε χρήση της πρότασης ότι η παροχή του νερού στον συμπυκνωτή είναι 208 Lit/h (0,208 m³/h) για κάθε kW ικανότητας της εγκατάστασης. Επομένως θα είχαμε κατευθείαν το αποτέλεσμα: $\dot{V}_\Pi = 0,208 \cdot \dot{Q}$

Αν προσθέσουμε και την παροχή για το νερό που χάνεται, συν κάποιες άλλες απώλειες λόγω της μεταφοράς του νερού από το συμπυκνωτή στον πύργο ψύξης, φτάνουμε στον γνωστό τύπο του βιβλίου για την παροχή του νερού στον πύργο ψύξης: $\dot{V}_\Pi = 0,23 \cdot \dot{Q}$. Προφανώς όλα αυτά ισχύουν επειδή η διαφορά θερμοκρασίας και στον συμπυκνωτή και στον πύργο ψύξης είναι 5,5 °C.

Γ) Η τελευταία ομάδα ασκήσεων περιλαμβάνει θέματα πάνω στην ποσότητα συμπλήρωσης νερού που απαιτείται σε ένα πύργο ψύξης. Το νερό συμπλήρωσης είναι σε ποσοστό 3% επί της ποσότητας του νερού που περνά από τον πύργο ψύξης, δηλαδή αποτελεί παροχή και είναι το 3% του $\dot{V}_\Pi$. Προφανώς θα έχει μονάδες παροχής που είναι m³/h ή Lit/h. Το νερό αυτό χάνεται με τρεις τρόπους στον πύργο ψύξης: **α)** λόγω εξατμίσης 1%, **β)** επειδή παρασύρεται από τον αέρα του ανεμιστήρα και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα και είναι σε ποσοστό 1% της συνολικής παροχής και **γ)** άλλο 1% χάνεται από την λεκάνη συγκέντρωσης του νερού στο κάτω μέρος του πύργου ψύξης. Θεωρείται επομένως ότι το 3% προέρχεται εξ ίσου από τους τρεις αυτούς τρόπους. Για να βρεθεί η κατανάλωση αυτή του νερού πρέπει πρώτα να βρεθεί το $\dot{V}_\Pi$ και μετά να υπολογιστεί το 3% αυτού του ποσού. Αυτό γίνεται με πολλαπλασιασμό του $\dot{V}_\Pi$ με το 3/100 ή διαφορετικά με το 0,03. Θα τα δούμε στις ασκήσεις. Μπορούμε να γράψουμε ότι ισχύει ο τύπος που έχει σε ένα λυμένο παράδειγμα το βιβλίο:

$$\dot{V}_\sigma = 3\% \cdot \dot{V}_\Pi \quad (4.4)$$

Σε αυτό τον τύπο θα πρέπει ό,τι μονάδες μουν στο νερό της παροχής του πύργου $\dot{V}_{\Pi}$, οι ίδιες μονάδες θα είναι και για το νερό συμπλήρωσης $\dot{V}_{\sigma}$.

Είναι δυνατόν να τεθούν σύνθετες ασκήσεις, που η λύση τους να απαιτεί χρήση γνώσεων και από το κεφάλαιο των πύργων ψύξης και από τους συμπυκνωτές. Όμως αυτό δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα στις εξετάσεις και επειδή δεν φαίνεται πιθανόν για το μέλλον, δεν θα δώσουμε τέτοια παραδείγματα σε αυτό το κεφάλαιο.

Άσκηση 4.1

Ένας πύργος ψύξης λειτουργεί σε ένα μέρος με τις πιο κάτω θερμοκρασίες: Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου: 36 °C, Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου: 25 °C. Το νερό έρχεται σε αυτόν σε θερμοκρασία 42 °C και εξέρχεται 35 °C. Να βρεθούν: Α) η περιοχή ψύξης του πύργου ψύξης και Β) η προσέγγιση.

Απάντηση: Α) Αφού περιοχή ψύξης είναι η μείωση της θερμοκρασίας του νερού (διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο και στην είσοδο) στην περίπτωση μας θα είναι:

$$\text{Περιοχή ψύξης} = \Theta_{\text{εισ}} - \Theta_{\text{εξ}} = 42 - 35 = 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Επομένως η περιοχή ψύξης είναι 7 °C.

Β) Η προσέγγιση είναι η διαφορά της θερμοκρασίας εξόδου του νερού στην έξοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Άρα θα έχουμε:

$$\text{Προσέγγιση} = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{υ.θ.}} = 35 - 25 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Επομένως η προσέγγιση είναι 10 °C.

Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου της ατμόσφαιρας δεν χρειάστηκε για τη λύση της άσκησης. Συνήθως οι ασκήσεις δεν περιέχουν δεδομένα που δεν απαιτούνται για τη λύση τους, αλλά εδώ το κάναμε γιατί έχει ένα ίδιο παράδειγμα και το βιβλίο.

Άσκηση 4.2

Ένας πύργος ψύξης εξυπηρετεί μια εγκατάσταση ψυκτικής ικανότητας 120 kW. Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν.

Απάντηση: Στους πύργους ψύξης η παροχή βρίσκεται από τον τύπο 4.3. Πρέπει να προσέξουμε τις μονάδες, που για την ικανότητα της εγκατάστασης είναι τα kW και για την παροχή τα m³/h. Θα εφαρμόσουμε τον τύπο για την παροχή:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 120 \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 27,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η αναμενόμενη παροχή του νερού είναι 27,6 m³/h.

Σημείωση: α) Όπως και στο βιβλίο του σχολείου, έτσι κι εδώ δεν δώσαμε την πληροφορία ότι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού θα πρέπει να είναι 5,5 °C, αλλά σιωπηρά εννοείται. β) Στην άσκηση πρέπει να προσέχετε αν η ικανότητα αφορά τον εξατμιστή (ψυκτική ικανότητα), τον συμπυκνωτή ή τον συμπιεστή. Αν δεν δίνεται η ψυκτική ικανότητα, θα ανατρέχετε σε εκείνα που είπαμε στο κεφάλαιο των συμπυκνωτών για να μετατρέψετε την ικανότητα του συμπυκνωτή ή την ισχύ του συμπιεστή σε ικανότητα του εξατμιστή. Δείτε τα παρακάτω δυο παραδείγματα που είναι σχεδόν ίδια με την προηγούμενη άσκηση, αλλά διαφέρουν σε αυτό.

Άσκηση 4.3

Ένας πύργος ψύξης εξυπηρετεί μια εγκατάσταση της οποίας ο συμπυκνωτής έχει ικανότητα 120 kW. Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν.

Απάντηση: Θα πρέπει να μετατρέψουμε την ικανότητα του συμπυκνωτή σε ικανότητα του εξατμιστή. Επειδή δεν δίνονται τα απαραίτητα στοιχεία η μετατροπή θα γίνει με βάση την πρόταση ότι ο συμπυκνωτής έχει απόδοση ίση με τα 4/3 της απόδοσης του εξατμιστή ή ότι ο εξατμιστής έχει ικανότητα ίση με τα 3/4 της απόδοσης του συμπυκνωτή. Έτσι:

$$\text{Ισχύς εξατμιστή} = 3/4 \cdot 120 \text{ kW} = 90 \text{ kW}$$

Συνήθως είναι καλύτερα η ικανότητα του εξατμιστή να βρίσκεται αφού βρούμε πρώτα την ισχύ του συμπιεστή, που είναι το 1/4 της ικανότητας του συμπυκνωτή. Άρα ο συμπιεστής έχει ισχύ:

$$120 \text{ kW} : 4 = 30 \text{ kW}$$

Ο εξατμιστής θα έχει τριπλάσια απόδοση από τον συμπιεστή και θα είναι:

$$30 \text{ kW} \cdot 3 = 90 \text{ kW}$$

Άρα η ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης θα είναι 90 kW. Αυτή την τιμή θα χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε τη ζητούμενη παροχή:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 90 \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 20,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Η παροχή λοιπόν στον πύργο ψύξης θα είναι 20,7 m³/h.

Άσκηση 4.4

Ένας πύργος ψύξης είναι σε μια εγκατάσταση της οποίας ο συμπιεστής είναι ισχύος 20 kW. Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν.

Απάντηση: Στους πύργους ψύξης για να βρεθεί η παροχή νερού πρέπει να βρούμε πρώτα την ικανότητα του εξατμιστή (= ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης), η οποία είναι γνωστό ότι θα είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από την ισχύ του συμπιεστή. Άρα στην περίπτωση που έχουμε, ο εξατμιστής θα έχει ικανότητα ίση με:

$$20 \text{ kW} \cdot 3 = 60 \text{ kW}$$

Άρα η ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης θα είναι 60 kW. Αυτή την τιμή θα χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε τη ζητούμενη παροχή:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 60 \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 13,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η παροχή στον πύργο ψύξης θα είναι 13,8 m³/h.

Άσκηση 4.5

Ένας πύργος ψύξης λειτουργεί σε μια εγκατάσταση που ο εξατμιστής έχει ικανότητα 80 kW. Α) Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν. Β) Να βρεθεί πόσο νερό καταναλώνεται στον πύργο ψύξης και πρέπει να συμπληρωθεί.

Απάντηση: Α) Για να βρεθεί η παροχή του νερού εφαρμόζεται η γνωστή σχέση αφού γνωρίζουμε την ικανότητα της εγκατάστασης:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 80 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 18,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η παροχή στον πύργο ψύξης θα είναι 18,4 m³/h.

Β) Το νερό συμπλήρωσης θα είναι το 3% της παροχής του πύργου ψύξης, άρα θα είναι:

$$18,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,03 = 0,552 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ή } 552 \text{ Lit/h.}$$

Σημείωση: 1) Φυσικά είναι το ίδιο αν κάναμε την εναλλακτική πράξη που είπαμε στην εισαγωγή του κεφαλαίου για τους πύργους ψύξης. Να πολλαπλασιάσουμε δηλαδή με το κλάσμα 3/100:

$$18,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3/100 = 0,552 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως το νερό συμπλήρωσης θα έχει παροχή 0,552 m³/h ή 552 Lit/h.

2) Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 4.4 και θα είχαμε:

$$\dot{V}_{\sigma} = 3\% \cdot \dot{V}_{\Pi} \Rightarrow \dot{V}_{\sigma} = 3\% \cdot 18,4 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V}_{\sigma} = 0,552 \text{ m}^3/\text{h}$$

Προφανώς βρέθηκε το ίδιο αποτέλεσμα.

Άσκηση 4.6

Σε ένα πύργο ψύξης μιας εγκατάστασης θέλουμε να ξέρουμε πόσο περίπου θα είναι το νερό συμπλήρωσης όταν το μόνο που γνωρίζουμε είναι η ισχύς του συμπιεστή και είναι 30 kW. Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού συμπλήρωσης.

Απάντηση: Για να σκεφτούμε από πού θα ξεκινήσουμε θα πάμε αντίστροφα, ξεκινώντας από το ζητούμενο. Κατ' αρχάς, επειδή δεν δίνονται άλλα στοιχεία, θα θεωρήσουμε ότι ο πύργος ψύξης λειτουργεί με διαφορά θερμοκρασίας $5,5^{\circ}\text{C}$, άρα θα ισχύει ο τύπος 4.3 για την παροχή του νερού στον πύργο. Ως γνωστόν το 3% αυτής της παροχής θα είναι η ζητούμενη παροχή. Επομένως για να βρούμε αυτό το 3% πρέπει να ξεκινήσουμε ψάχνοντας την παροχή $\dot{V}_{\Pi}$ στον πύργο ψύξης. Όμως ο τύπος 4.3 απαιτεί τη γνώση της ψυκτικής ικανότητας της εγκατάστασης $\dot{Q}$, δηλαδή της ικανότητας του εξατμιστή. Για να τη βρούμε, επειδή δεν δίνονται άλλα στοιχεία, θα θεωρήσουμε ότι είναι τριπλάσια της ισχύος του συμπιεστή.

Κάναμε δηλαδή τρία βήματα αντίστροφα, τα οποία συνοπτικά, με τη σειρά που θα τα κάνουμε, είναι τα εξής:

1. Από την ισχύ του συμπιεστή να βρούμε την ικανότητα της εγκατάστασης $\dot{Q}$.
2. Από το $\dot{Q}$ να βρούμε το $\dot{V}_{\Pi}$.
3. Από το $\dot{V}_{\Pi}$ να βρούμε τη ζητούμενη παροχή.

Προχωρούμε στην επίλυση.

1. Η ικανότητα της εγκατάστασης θα είναι:

$$\dot{Q} = 3 \cdot 30 \text{ kW} \Rightarrow \dot{Q} = 90 \text{ kW}$$

2. Τώρα που βρήκαμε την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης ότι είναι 90 kW θα εφαρμόσουμε τον τύπο 4.3 για να βρούμε την παροχή του νερού στον πύργο ψύξης:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 90 \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 20,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Η παροχή του νερού στον πύργο ψύξης είναι $20,7 \text{ m}^3/\text{h}$ και το 3% αυτής της τιμής θα είναι η παροχή του νερού συμπλήρωσης που ζητείται. Αυτή θα είναι:

$$20,7 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3/100 = 0,621 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως το νερό συμπλήρωσης θα έχει παροχή $0,621 \text{ m}^3/\text{h}$ ή 621 Lit/h

Σημείωση: Οι ασκήσεις που δίνονται στις πανελλαδικές, όταν έχουν πολλά βήματα μέχρι τον τελικό τύπο που δίνει το ζητούμενο, δεν το ζητούν κατευθείαν. Χωρίζουν τα ζητούμενα σε δύο υποερωτήσεις. Η πρώτη βοηθά τον μαθητή ώστε να προχωρήσει στο δεύτερο ερώτημα. Υπάρχει βέβαια και το ενδεχόμενο οι δύο ερωτήσεις να είναι άσχετες μεταξύ τους.

Άσκηση 4.7

Αν σε ένα πύργο ψύξης η περιοχή ψύξης είναι 8°C πόση θα είναι η θερμοκρασία του νερού στην είσοδο αν στην έξοδο είναι 29°C ;

Απάντηση: Είναι γνωστό ότι περιοχή ψύξης είναι η διαφορά θερμοκρασίας στην είσοδο και έξοδο του νερού από τον πύργο ψύξης. Ισχύει δηλαδή ο τύπος 4.1, τον οποίο θα επιλύσουμε:

$$\text{Περ.}\Psi\psi\chi. = \Theta_{\text{εισ.}} - \Theta_{\text{εξ.}} \Rightarrow \Theta_{\text{εισ.}} = \text{Περ.}\Psi\psi\chi. + \Theta_{\text{εξ.}} \Rightarrow \Theta_{\text{εισ.}} = 8 + 29 \Rightarrow \Theta_{\text{εισ.}} = 37^{\circ}\text{C}$$

Άρα η θερμοκρασία του νερού στην είσοδο του πύργου ψύξης είναι 37°C .

Άσκηση 4.8

Το νερό συμπλήρωσης σε ένα πύργο ψύξης είναι $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$. Να βρείτε την παροχή του νερού σε αυτόν.

Απάντηση: Είναι γνωστό ότι το νερό συμπλήρωσης αποτελεί το 3% του νερού στον πύργο ψύξης. Θέλουμε λοιπόν να βρούμε τίνος ποσού το 3% είναι $1,2$. Μπορούμε να πούμε κατευθείαν ότι θα βρεθεί με διαίρεση του $1,2$ με το $3/100$, με το $0,03$ δηλαδή. Θα έχουμε:

$$1,2 \text{ m}^3/\text{h} : 0,03 = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Άρα η ζητούμενη παροχή είναι $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Σημείωση 1: Η διαίρεση με το 0,03 έγινε γιατί ως γνωστόν όταν θέλουμε από το «μερικόν» (=λίγο) να πάμε στο «όλον» κάνουμε διαίρεση. Διαιρούμε το «μερικόν» με το ποσοστό που αντιστοιχεί σε αυτό. Σε αντίθεση με την περίπτωση που θέλουμε από το όλον να πάμε στο μερικόν, οπότε κάνουμε πολλαπλασιασμό. Πολλαπλασιάζουμε το όλον με το ποσοστό που αντιστοιχεί στο «μερικόν». Ένα παράδειγμα για το όλον που πάμε στο μερικόν είναι η αντίθετη άσκηση από αυτήν που είχαμε. Αν δηλαδή θέλαμε να βρούμε το 3% του 40, θα πολλαπλασιάζαμε το 40 με το 0,03 και φυσικά θα βρίσκαμε το 1,2.

Σημείωση 2: Αν δυσκολεύεστε με την προηγούμενη λύση μπορείτε να σκεφτείτε τη λύση με την απλή μέθοδο των τριών. Να κάνουμε την εξής κατάταξη:

Όταν η παροχή είναι $100 \text{ m}^3/\text{h}$ το νερό συμπλήρωσης είναι $3 \text{ m}^3/\text{h}$

Πόση πρέπει να είναι η παροχή (χ) για να είναι το νερό συμπλήρωσης $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$;

Τα ποσά είναι ανάλογα και έχουμε τη λύση:

$$\frac{100}{\chi} = \frac{3}{1,2} \Rightarrow 3 \cdot \chi = 100 \cdot 1,2 \Rightarrow 3\chi = 120 \Rightarrow \chi = \frac{120}{3} \Rightarrow \chi = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Φυσικά βρήκαμε το ίδιο αποτέλεσμα.

Άσκηση 4.9

Η παροχή νερού σε ένα τυπικό πύργο ψύξης είναι $46 \text{ m}^3/\text{h}$. Α) Ποια θα είναι η ψυκτική ικανότητα του συγκροτήματος και Β) Ποια η ικανότητα του συμπυκνωτή;

Απάντηση: Α) Εδώ μας δίνεται η παροχή του νερού στον πύργο ψύξης και μας ζητείται η ικανότητα της εγκατάστασης. Άρα θα επιλύσουμε τον τύπο 4.3 ως προς την ψυκτική ικανότητα:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{Q} = \frac{\dot{V}_{\Pi}}{0,23} \Rightarrow \dot{Q} = \frac{46 \text{ m}^3/\text{h}}{0,23} \Rightarrow \dot{Q} = 200 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του συγκροτήματος θα είναι 200 kW.

Β) Γνωρίζουμε ότι η ικανότητα του συμπυκνωτή είναι τα $4/3$ της ικανότητας του εξατμιστή, δηλαδή της ψυκτικής ικανότητας. Άρα η ικανότητα του συμπυκνωτή θα είναι:

$$\dot{Q}_{\Sigma} = \frac{4}{3} \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{Q}_{\Sigma} = 1,33 \cdot 200 \Rightarrow \dot{Q}_{\Sigma} = 266 \text{ kW}$$

Επομένως ο συμπυκνωτής θα έχει ικανότητα 266 kW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Εκτονωτικές Διατάξεις

Οι εκτονωτικές διατάξεις είναι εξαρτήματα της ψυκτικής εγκατάστασης, που κυρίως μειώνουν την πίεση του ψυκτικού, ώστε να έχουμε την εξάτμισή του στον εξατμιστή. Ορισμένες από αυτές τις διατάξεις, επίσης, ρυθμίζουν την απαραίτητη ποσότητα ψυκτικού στις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας. Οι ασκήσεις που θα αντιμετωπίσετε στο κεφάλαιο αυτό είναι σχετικά απλές αλλά πρέπει να γνωρίζετε καλά τη λειτουργία των εξαρτημάτων αυτών και κάποιους ορισμούς.

Οι πιθανές ερωτήσεις και ασκήσεις θα είναι από τα παρακάτω θέματα:

A) Ορισμένες ερωτήσεις μπορούν να τεθούν από τις παραγράφους με τους τριχοειδείς σωλήνες. Εδώ πρέπει να γνωρίζετε ότι όσο πιο λεπτός είναι ο τριχοειδής τόσο πιο μεγάλη πτώση πίεσης προκαλεί στο ψυκτικό. Είναι λογικό, αφού όσο μικρότερη είναι η διάμετρος του σωλήνα τόσο περισσότερες τριβές έχει το ρευστό (= υγρό ή αέριο ή και τα δύο) και έτσι χάνει πίεση. Επίσης, όσο πιο μακρύς είναι ο τριχοειδής τόσο πιο μεγάλη πτώση πίεσης προκαλεί στο ψυκτικό. Και αυτό είναι λογικό αφού, όσο μεγαλύτερο το μήκος του σωλήνα τόσο περισσότερες τριβές έχει το ρευστό, αφού θα τρίβεται περισσότερο σε αυτόν μέχρι να τον περάσει.

Από αυτές τις δυο παρατηρήσεις καταλαβαίνουμε ότι εάν θέλουμε ένας τριχοειδής μιας εγκατάστασης να έχει μια συγκεκριμένη πτώση πίεσης και αυξήσουμε το μήκος του, πρέπει να αυξήσουμε και τη διάμετρό του. Διότι αν αυξάναμε μόνο το μήκος του θα αυξανόταν η πτώση πίεσης, οπότε αυξάνουμε και τη διάμετρο για να εξισορροπηθεί η πτώση πίεσης. Ενώ αν θέλουμε να μειώσουμε το μήκος του πρέπει να μειώσουμε και τη διάμετρό του ώστε η πτώση πίεσης να μείνει ίδια. Διότι μειώνοντας το μήκος μειώνεται η πτώση πίεσης, άρα για να μη μεταβληθεί θα μειώσουμε και τη διάμετρο, που με την ενέργεια αυτή αυξάνουμε αντιστοίχως την πτώση πίεσης.

Θα δώσουμε παράδειγμα ώστε να κατανοηθεί καλύτερα αυτό. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα τριχοειδή με εσωτερική διάμετρο 1 mm και μήκος 1 m, που χάλασε και πρέπει να τον αντικαταστήσουμε. Ξέρουμε ότι το ένα μέτρο από αυτό τον τριχοειδή δίνει πτώση πίεσης 10 bar περίπου, άρα η πτώση πίεσης στον τριχοειδή που χάλασε ήταν 10 bar. Ας πούμε ότι δεν έχουμε από τον ίδιο αλλά έναν άλλο τριχοειδή με διάμετρο 1,2 mm. Πόσο μήκος από αυτόν πρέπει να κόψουμε; Θέλουμε να έχουμε πάλι πτώση πίεσης 10 bar και γνωρίζουμε ότι ο τριχοειδής αυτός με τη μεγαλύτερη διάμετρο δίνει πτώση πίεσης 5 bar περίπου αν το μήκος του είναι ένα μέτρο. (Επειδή η εσωτερική διάμετρος είναι πιο μεγάλη οι τριβές θα είναι λιγότερες από ότι πριν.) Τώρα θα πρέπει να κόψουμε μεγαλύτερο μήκος από το 1 m για να έχουμε την πτώση πίεσης των 10 bar. Συγκεκριμένα θα βάλουμε ίσως 2 m ώστε πάλι η πτώση πίεσης να είναι περίπου 10 bar. Για να βρούμε το ακριβές μήκος που θα πρέπει να βάλουμε θα χρειαστούμε πίνακες του κατασκευαστή των τριχοειδών για να διαλέξουμε. Αν θέλαμε να βάλουμε τριχοειδή με εσωτερική διάμετρο 1,4 mm που έχει πτώση πίεσης περίπου 2 bar σε κάθε μέτρο θα βάζαμε (αντί του 1 m με διάμετρο 1 mm) περίπου 5 m αφού $2 \text{ bar/m} \times 5 \text{ m} = 10 \text{ bar}$.

Η πτώση πίεσης στους σωλήνες γενικά είναι ανάλογη του μήκους τους, αλλά προϋποθέτει ότι το ρευστό είναι ομογενές και με ακριβώς ίδιες συνθήκες ροής. Αυτό στα ψυκτικά δε συμβαίνει γιατί στον τριχοειδή σωλήνα αλλάζουν οι συνθήκες στο ρευστό αφού ξεκινά η εξάτμισή του μέσα από αυτόν. Στις προηγούμενες περιπτώσεις είχαμε για διευκόλυνση και καλύτερη κατανόηση συγκεκριμένες τιμές για τη διάμετρο και την πτώση πίεσης ανά μέτρο, αλλά να έχετε υπόψη σας τον γενικό κανόνα που αναφέραμε στην αρχή.

Παρά το ότι οι προηγούμενες σκέψεις φαίνονται απλές, δεν είναι γραμμένες στο βιβλίο και έτσι θεωρείται απίθανο να απαιτηθούν από μαθητές σε πανελλαδικές εξετάσεις σε τόση λεπτομέρεια. Πάντως παρακάτω θα δοθούν ορισμένες απλές ασκήσεις για την καλύτερη κατανόηση.

Β) Μια άλλη ομάδα εύκολων ασκήσεων αφορά στην εφαρμογή του ορισμού της υπερθέρμανσης, όπως αυτή δίνεται στη σελίδα 289 του βιβλίου. Η υπερθέρμανση ορίζεται ως η διαφορά της θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή από τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού μέσου. Αν δηλαδή η θερμοκρασία στην έξοδο του εξατμιστή (που πολλές φορές θεωρείται ότι συμπίπτει με την είσοδο στον συμπιεστή) είναι $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ και η εξάτμιση γίνεται στους $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, τότε η υπερθέρμανση θα είναι: $-20 - (-32) = -20 + 32 = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Θα είναι $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Δηλαδή η υπερθέρμανση είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού από τη στιγμή που τελειώνει η εξάτμιση μέχρι να βγει από τον εξατμιστή. Και είναι λογικό να αυξάνεται η θερμοκρασία μετά την εξάτμιση, αφού τα προϊόντα στο χώρο του εξατμιστή πάντα είναι πιο ζεστά από το ψυκτικό, με αποτέλεσμα να το ζεσταίνουν λίγο ή πολύ.

Αν $\Theta_{Υπερθ}$ είναι η υπερθέρμανση, $\Theta_{Εξοδου}$ είναι η θερμοκρασία εξόδου από τον εξατμιστή και $\Theta_{Εξατμ}$ είναι η θερμοκρασία εξάτμισης, θα πρέπει να θυμόμαστε τον τύπο:

$$\Theta_{Υπερθ} = \Theta_{Εξοδου} - \Theta_{Εξατμ} \quad (5.1)$$

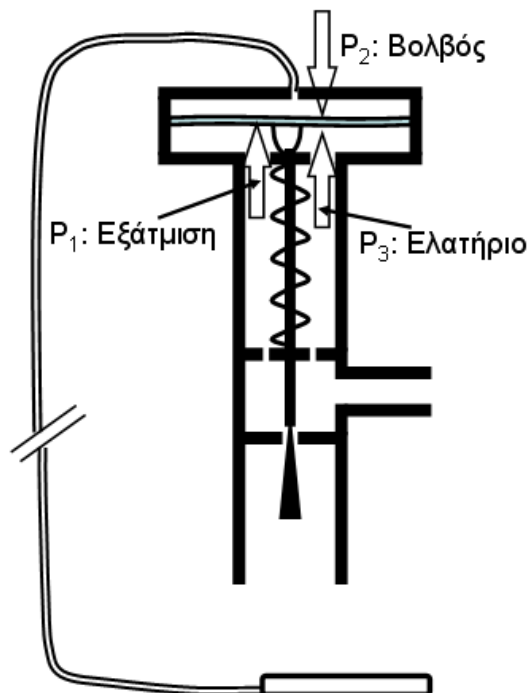
Μπορεί να μας δίνουν τις δύο από τις τρεις θερμοκρασίες και να ζητάνε την τρίτη. Λύνουμε την εξίσωση 5.1 ως προς την άγνωστη θερμοκρασία.

Το βιβλίο έχει επίσης ένα εργαστηριακό θέμα σχετικό με τη ρύθμιση της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας στη σελίδα 289. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι αν θέλουμε να αυξήσουμε την υπερθέρμανση ο ρυθμιστικός κοχλίας πρέπει να στραφεί δεξιά και αντίστροφα, για μείωση της υπερθέρμανσης στρέφεται αριστερά. Αυτά πρέπει να τα θυμόμαστε.

Γ) Μια άλλη μικρή ομάδα ασκήσεων είναι εκείνες που θα σας ζητήσουν να εφαρμόσετε τον τύπο για τις πιέσεις στη σελίδα 296. ο τύπος αυτός είναι:

$$P_2 = P_1 + P_3 \quad (5.2)$$

Η πίεση P_2 είναι η πίεση του αερίου στο βολβό, άρα και στο επάνω μέρος του διαφράγματος της εκτονωτικής, η P_1 είναι η πίεση της εξάτμισης, δηλαδή η πίεση στον εξατμιστή και P_3 είναι η πίεση του ελατηρίου της θερμοεκτονωτικής, από το οποίο και ρυθμίζεται η υπερθέρμανση. Οι ασκήσεις εδώ περιορίζονται στην αναζήτηση της μίας εκ των τριών πιέσεων όταν δίνονται οι άλλες δύο. Στο Σχήμα 4 φαίνεται μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα με τις τρεις πιέσεις που ασκούνται στο διάφραγμα.



Σχήμα 4

Δ) Μια άλλη μικρή ομάδα ασκήσεων μπορεί να έχουμε από την αναφορά του βιβλίου στην πτώση πίεσης στον εξατμιστή και στον συμπυκνωτή, που υπάρχει στις σελίδες γύρω από την 303. Επειδή υπάρχει μια ασάφεια ως προς τη χρήση πινάκων πιστεύουμε ότι δεν θα δοθεί θέμα με πίνακες. Όμως κάλλιστα μπορούμε να έχουμε εύκολες ασκήσεις από τον υπολογισμό των πιέσεων στην είσοδο και έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας.

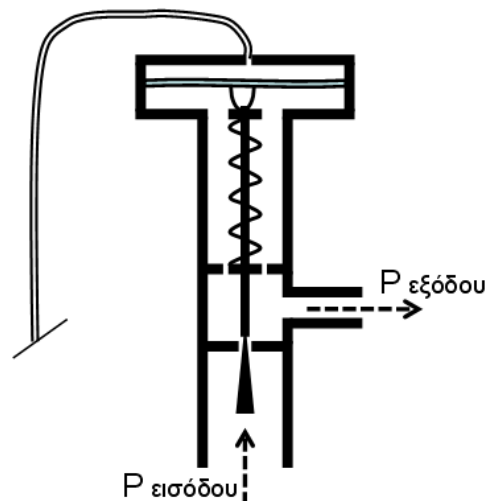
Συγκεκριμένα πρέπει να γνωρίζετε τα εξής:

Η τελική πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση του υγρού στο συμπυκνωτή, **μείον** την πτώση πίεσης στη γραμμή του υγρού (συμπυκνωτής), **μείον** την πτώση πίεσης λόγω ανύψωσης (της υψομετρικής διαφοράς της εκτονωτικής από το συμπυκνωτή). (5.3)

Η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση αναρρόφησης του αερίου στην είσοδο του συμπιεστή **συν** την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (από τον εξατμιστή στο συμπιεστή) **συν** την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή και τον διανεμητή του. (5.4)

Προφανώς η διαφορά στις πιέσεις εισόδου-εξόδου της βαλβίδας θα είναι η διαφορά πίεσης στην βαλβίδα (Σχήμα 5). Έτσι διατυπώνεται η επόμενη πρόταση:

Διαφορά πίεσης στην εκτονωτική βαλβίδα = Τελική πίεση στην είσοδο της βαλβίδας - Τελική πίεση στην έξοδο της βαλβίδας (5.5)



Σχήμα 5

Οι προηγούμενες τρεις προτάσεις θα χρησιμοποιούνται σαν να είναι τύποι. Θα δούμε τώρα ορισμένα παραδείγματα με χρήση των γνώσεων όσων αναφέρθηκαν στα προηγούμενα.

Άσκηση 5.1

Ένας τριχοειδής σωλήνας που χρησιμοποιείται ως εκτονωτική διάταξη σε οικιακό ψυγείο έχει μήκος 4 m και διάμετρο 1,4 mm. Δημιουργεί πτώση πίεσης ίση με 10 bar. Αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα τριχοειδή σωλήνα διαμέτρου 1,2 mm ο οποίος ξέρουμε ότι έχει πτώση πίεσης 4 bar περίπου ανά μέτρο πόσα μέτρα από αυτόν θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε;

Απάντηση: Αφού η συνολική πτώση πίεσης που επιδιώκουμε είναι 10 bar και ο νέος τριχοειδής δημιουργεί πτώση πίεσης 4 bar ανά μέτρο θα χρησιμοποιήσουμε $10:4=2,5$ m σωλήνα διαμέτρου 1,2 mm. Η απάντηση είναι λογική αφού χρησιμοποιώντας τριχοειδή μικρότερης διαμέτρου περιμένουμε να έχει μικρότερο μήκος για ίδια πτώση πίεσης.

Για να δούμε το ακριβές μήκος που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε πίνακες τριχοειδών σωλήνων του κατασκευαστή. Εδώ η άσκηση ήταν έτσι διατυπωμένη για λόγους κατανόησης.

Άσκηση 5.2

Τριχοειδής σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 1,4 mm και μήκους 4,5 m χρησιμοποιείται σε οικιακό ψυγείο. Επειδή παρουσίασε πρόβλημα θα τον αντικαταστήσουμε με άλλον που έχει διάμετρο 1,2 mm. Ποιο από τα επόμενα μήκη νομίζετε ότι είναι το πιο κατάλληλο;

- I. 2,7 m
- II. 4,5 m
- III. 5,9 m
- IV. 7,2 m

Απάντηση: Αφού η διάμετρος του νέου τριχοειδή θα είναι μικρότερη και η πτώση πίεσης θέλουμε να μείνει ίδια, τότε το μήκος του θα είναι μικρότερο. Από τις δυνατές απαντήσεις μόνο η I έχει μικρότερο μήκος άρα θα είναι και η σωστή. Όταν ελαττώνεται η διάμετρος λόγω περισσότερων τριβών αυξάνεται η πτώση πίεσης στον τριχοειδή. Για να μην αλλάξει η πτώση πίεσης θα πρέπει να μειώσουμε ταυτόχρονα το μήκος του, αφού έτσι θα μειώσουμε τις τριβές.

Σημείωση: Πάντως θα ήταν αδύνατον να είναι σωστή απάντηση η III ή η IV γιατί δίνουν μεγαλύτερο μήκος και οι δύο και δεν έχουμε όμως στοιχεία για να διαλέξουμε μια από τις δύο, άρα δεν θα είναι καμιά από αυτές.

Άσκηση 5.3

Τριχοειδής σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 1 mm και μήκους 1,3 m χρησιμοποιείται σε οικιακό ψυγείο και παρουσιάζει πτώση πίεσης κατά τη λειτουργία του ίση με 10 bar. Αν αντικατασταθεί ο τριχοειδής με άλλον ίδιας διαμέτρου αλλά με μήκος 0,8m, πόση νομίζεται ότι θα είναι η νέα πτώση πίεσης;

- I. 7 bar
- II. 10 bar
- III. 12 bar

Απάντηση: Αφού το μήκος του νέου τριχοειδή θα είναι μικρότερο και η διάμετρος ίδια, τότε η πτώση πίεσης του θα είναι μικρότερη. Αυτό ισχύει γιατί είναι γνωστό ότι όσο μικρότερο το μήκος τόσο μικρότερη και η πτώση πίεσης για ένα τριχοειδή ορισμένης διαμέτρου. Από τις δυνατές απαντήσεις μόνο η I έχει μικρότερη πτώση πίεσης άρα θα είναι και η σωστή.

Άσκηση 5.4

Τριχοειδής σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 1 mm και μήκους 2 m χρησιμοποιείται σε οικιακό ψυγείο και παρουσιάζει πτώση πίεσης κατά τη λειτουργία του ίση με 12 bar. Αν αντικατασταθεί ο τριχοειδής με άλλον ίδιου μήκους αλλά με διάμετρο 0,8 mm, πόση νομίζεται ότι θα είναι η νέα πτώση πίεσης;

- I. 7 bar
- II. 12 bar
- III. 16 bar

Απάντηση: Αφού το μήκος του νέου τριχοειδή θα παραμείνει ίδιο και η διάμετρος θα μειωθεί, τότε η πτώση πίεσης του θα είναι μεγαλύτερη. Αυτό ισχύει γιατί είναι γνωστό ότι όσο μικρότερη η διάμετρος τόσο μεγαλύτερη και η πτώση πίεσης, για δεδομένο μήκος τριχοειδή. Από τις δυνατές απαντήσεις μόνο η III έχει μεγαλύτερη πτώση πίεσης, άρα είναι η σωστή.

Άσκηση 5.5

Η θερμοκρασία εξάτμισης σε ένα εξατμιστή είναι -24°C και στο τέλος του η θερμοκρασία είναι -10°C . Να υπολογίσετε την υπερθέρμανση στον εξατμιστή.

Απάντηση: Είναι γνωστός ο ορισμός της υπερθέρμανσης, ότι είναι η διαφορά της θερμοκρασίας εξόδου του ψυκτικού μείον την θερμοκρασία εξάτμισης. Ισχύει ο τύπος 5.1 και τον εφαρμόζουμε:

$$\Theta_{Υπερθ} = \Theta_{Εξοδου} - \Theta_{Εξατ} \Rightarrow \Theta_{Υπερθ} = (-10) - (-24) \Rightarrow \Theta_{Υπερθ} = -10 + 24 \Rightarrow \Theta_{Υπερθ} = 12^{\circ}\text{C}$$

Επομένως η ζητούμενη υπερθέρμανση είναι 12 °C.

Άσκηση 5.6

Η υπερθέρμανση σε ένα εξατμιστή πρέπει να είναι 10 °C. Αν η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -22 °C, πόση θα είναι η θερμοκρασία στην έξοδό του;

Απάντηση: Σύμφωνα με τον ορισμό υπερθέρμανση είναι η διαφορά της θερμοκρασίας εξόδου του ψυκτικού μείον την θερμοκρασία εξάτμισης. Εμείς έχουμε άγνωστη τη θερμοκρασία εξόδου. Άρα θα επιλύσουμε τον τύπο 5.1 ως προς αυτήν:

$$\Theta_{Υπερθ} = \Theta_{Εξοδου} - \Theta_{Εξατ} \Rightarrow \Theta_{Εξοδου} = \Theta_{Υπερθ} + \Theta_{Εξατ} \Rightarrow \Theta_{Εξοδου} = 10 + (-22) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Theta_{Εξοδου} = 10 - 22 \Rightarrow \Theta_{Εξοδου} = -12^{\circ}\text{C}$$

Επομένως η ζητούμενη θερμοκρασία εξόδου από τον εξατμιστή είναι -12 °C.

Άσκηση 5.7

Η υπερθέρμανση σε ένα εξατμιστή πρέπει να είναι 14 °C. Αν η θερμοκρασία στην έξοδό του είναι -8 °C, πόση θα είναι η θερμοκρασία εξάτμισής του;

Απάντηση: Πρέπει να επαναλάβουμε τον ορισμό της υπερθέρμανσης, ότι είναι η διαφορά της θερμοκρασίας εξόδου του ψυκτικού μείον την θερμοκρασία εξάτμισης. Εδώ έχουμε άγνωστη τη θερμοκρασία εξάτμισης. Άρα θα επιλύσουμε τον τύπο 5.1 ως προς αυτήν:

$$\Theta_{Υπερθ} = \Theta_{Εξοδου} - \Theta_{Εξατ} \Rightarrow \Theta_{Εξατ} = \Theta_{Εξοδου} - \Theta_{Υπερθ} \Rightarrow \Theta_{Εξατ} = -8 - (14) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Theta_{Εξατ} = -8 - 14 \Rightarrow \Theta_{Εξατ} = -22^{\circ}\text{C}$$

Επομένως η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -22 °C. Η τιμή είναι λογική διότι η εξάτμιση γίνεται στους -22 °C και με την υπερθέρμανση των 14 °C προκύπτει: -22+14=-8 °C στην έξοδο, όπως και πράγματι είναι.

Άσκηση 5.8

Το εκτονωτικό μέσο σε μια εγκατάσταση είναι η θερμοεκτονωτική βαλβίδα. Η υπερθέρμανση στον εξατμιστή είναι 10 °C. Εμείς θέλουμε να την αυξήσουμε κατά 5°C. Ποια νομίζετε ότι είναι η κατάλληλη ρύθμιση του ρυθμιστικού κοχλία της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας;

- I. Μια στροφή δεξιά.
- II. Μια στροφή αριστερά.
- III. Δυο στροφές αριστερά.
- IV. Καμία ρύθμιση, η υπερθέρμανση θα ρυθμιστεί αυτομάτως στους 15 °C

Απάντηση: Σύμφωνα με τη θεωρία για να αυξήσουμε την υπερθέρμανση στην θερμοεκτονωτική βαλβίδα πρέπει να περιστρέψουμε δεξιόστροφα τον ρυθμιστικό κοχλία. Άρα η σωστή απάντηση είναι η I. Αν περιστρέφαμε αριστερά η υπερθέρμανση θα ελαττωνόταν και αν δεν κάναμε τίποτα η υπερθέρμανση θα έμενε σταθερή στους 10 °C.

Άσκηση 5.9

Κατά τη λειτουργία μιας ψυκτικής εγκατάστασης η πίεση στην είσοδο ενός εξατμιστή είναι 2,5 bar και στο πάνω μέρος του διαφράγματος της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι 3,6 bar. Πόση θα είναι η πίεση που το ελατήριο της βαλβίδας πιέζει το διάφραγμα;

Απάντηση: Σύμφωνα με την εξίσωση 5.3 γνωρίζουμε την πίεση στον εξατμιστή P_1 που είναι ίση με την πίεση στην είσοδο του εξατμιστή 2,5 bar, και την πίεση του αερίου στο βολβό P_2 , που είναι η πίεση στο πάνω μέρος του διαφράγματος. Λύνουμε ως προς την άγνωστη πίεση P_3 , την πίεση δηλαδή του ελατηρίου.

$$P_2 = P_1 + P_3 \Rightarrow P_3 = P_2 - P_1 \Rightarrow P_3 = 3,6 - 2,5 \Rightarrow P_3 = 1,1 \text{ bar}$$

Επομένως η ζητούμενη πίεση του ελατηρίου είναι 1,1 bar. Η απάντηση είναι λογική, αφού η πίεση πάνω στο διάφραγμα (3,6 bar) είναι ίση με το άθροισμα των δύο άλλων πιέσεων που υπάρχουν στο κάτω μέρος του (2,5 bar + 1,1 bar).

Άσκηση 5.10

Σε μια θερμοστατική βαλβίδα ο βολβός ασκεί πίεση στο διάφραγμα ίση με 5 bar. Η πίεση στην αρχή του εξατμιστή είναι 3,6 bar ενώ το ελατήριο ασκεί πίεση ίση με 1 bar. Η βαλβίδα είναι κλειστή ή ανοιχτή και γιατί.

Απάντηση: Στο επάνω μέρος του διαφράγματος η πίεση του θερμοστατικού βολβού είναι 5 bar. Κάτω από το διάφραγμα έχουμε τις πιέσεις του ελατηρίου και του ψυκτικού στην είσοδο του εξατμιστή. Και οι δυο πιέσεις μαζί έχουν άθροισμα $3,6 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 4,6 \text{ bar}$, που είναι μικρότερη από την πίεση που ασκεί ο βολβός. Αυτό σημαίνει ότι η επάνω του διαφράγματος πίεση σπρώχνει προς τα κάτω τη βελόνα και η βαλβίδα μένει ανοιχτή.

Άσκηση 5.11

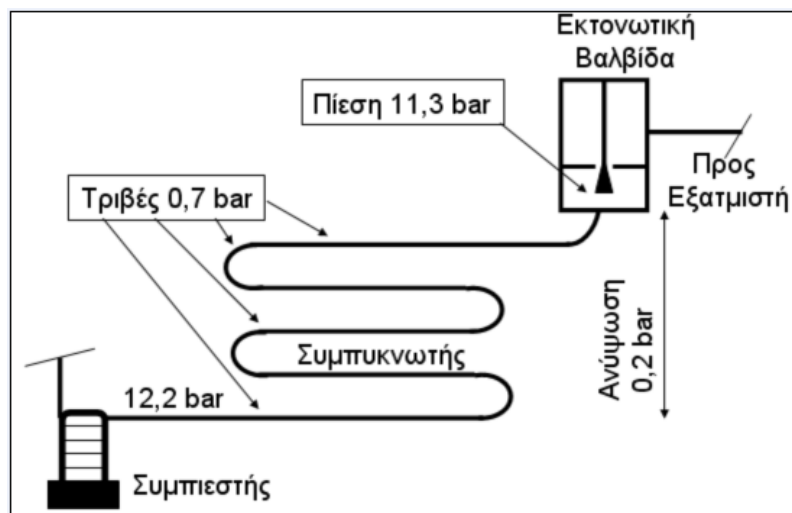
Σε μια θερμοστατική βαλβίδα ο βολβός ασκεί πίεση στο διάφραγμα ίση με 4,5 bar. Η πίεση στην αρχή του εξατμιστή είναι 3,7 bar ενώ το ελατήριο ασκεί πίεση ίση με 1,2 bar. Η βαλβίδα είναι κλειστή ή ανοιχτή και γιατί.

Απάντηση: Στο επάνω μέρος του διαφράγματος η πίεση του θερμοστατικού βολβού είναι 4,5 bar. Κάτω από το διάφραγμα έχουμε τις πιέσεις του ελατηρίου (3,7 bar) και του ψυκτικού στην είσοδο του εξατμιστή (1,2 bar). Και οι δυο πιέσεις μαζί έχουν άθροισμα $3,7 \text{ bar} + 1,2 \text{ bar} = 4,9 \text{ bar}$, που είναι μεγαλύτερη από την πίεση που ασκεί ο βολβός. Αυτό σημαίνει ότι η πίεση κάτω από το διάφραγμα σπρώχνει προς τα πάνω τη βελόνα και η βαλβίδα κλείνει.

Άσκηση 5.12

Η πίεση του ψυκτικού στη αρχή της συμπίκνωσης είναι 12,2 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών μέχρι το ψυκτικό να φτάσει στην εκτονωτική βαλβίδα είναι 0,7 bar και λόγω ανύψωσης 0,2 bar. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας.

Απάντηση: Θα χρησιμοποιήσουμε την πρόταση 5.3 σαν να είναι μαθηματικός τύπος, αφού θα αντικαταστήσουμε τις πιέσεις με τις τιμές τους. Πρέπει να αναφέρουμε κατά τη λύση την πρόταση αυτή: Η τελική πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση του υγρού στο συμπυκνωτή (12,2 bar), μείον την πτώση πίεσης στη γραμμή του υγρού (0,7 bar), μείον την πτώση πίεσης λόγω ανύψωσης (0,2 bar). Στο επόμενο σχήμα φαίνονται παραστατικά οι πτώσεις πίεσης στα διάφορα μέρη του κυκλώματος.



Επομένως η πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής θα είναι:

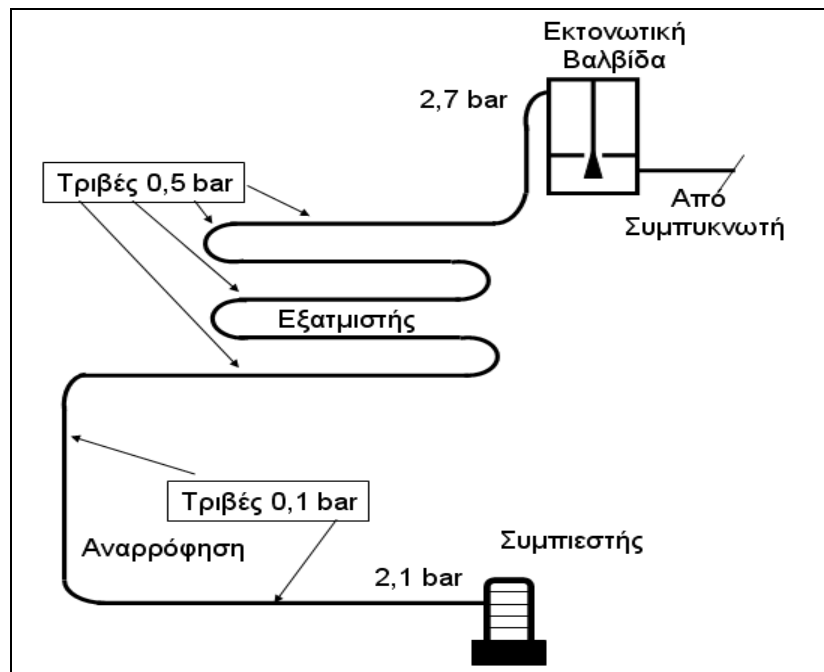
$$P = 12,2 - 0,7 - 0,2 = 11,3 \text{ bar}$$

Βρήκαμε ότι η ζητούμενη πίεση θα είναι 11,3 bar.

Άσκηση 5.13

Η πίεση του ψυκτικού στην αναρρόφηση του συμπιεστή είναι 2,1 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών μέχρι το ψυκτικό αέριο να φτάσει στον συμπιεστή είναι 0,1 bar και η πτώση πίεσης μέσα στον εξατμιστή είναι 0,5 bar. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας.

Απάντηση: Θα χρησιμοποιήσουμε την πρόταση 5.4 σαν να είναι μαθηματικός τύπος, και θα αντικαταστήσουμε τις πτώσεις πίεσης με τις δεδομένες τιμές της άσκησης. Πρέπει όμως να αναφέρουμε κατά τη λύση την πρόταση αυτή: Η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση αναρρόφησης του αερίου στην είσοδο του συμπιεστή (2,1 bar) συν την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (0,1 bar) συν την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή (0,5 bar). Στο επόμενο σχήμα φαίνονται τα μέρη του κυκλώματος που έχουμε την κάθε πτώση πίεσης.



Εφαρμόζουμε αυτό τον ορισμό και κάνουμε τις πράξεις:

$$P = 2,1 + 0,1 + 0,5 = 2,7 \text{ bar}$$

Επομένως η πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής θα είναι 2,7 bar.

Άσκηση 5.14

Η πίεση του ψυκτικού στην έξοδο της εκτονωτικής είναι 3,4 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών μέχρι το ψυκτικό αέριο να φτάσει στον συμπιεστή είναι 0,2 bar και η πτώση πίεσης μέσα στον εξατμιστή είναι 0,9 bar. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην αναρρόφηση του συμπιεστή.

Απάντηση: Θα χρησιμοποιήσουμε την πρόταση 5.4 σαν να είναι μαθηματικός τύπος, και θα αντικαταστήσουμε τις πτώσεις πίεσης με τις δεδομένες τιμές της άσκησης. Πρέπει όμως να αναφέρουμε κατά τη λύση την πρόταση αυτή: Η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας (3,4 bar) είναι ίση με την πίεση αναρρόφησης του αερίου στην είσοδο του συμπιεστή συν την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (0,2 bar) συν την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή (0,9 bar). Εδώ το ζητούμενο είναι η πίεση στην αναρρόφηση του συμπιεστή. Από την προηγούμενη πρόταση θα προκύψει ότι η πίεση στην αναρρόφηση του συμπιεστή είναι ίση με την πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής μείον την

πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (0,2 bar), μείον την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή (0,9 bar). Αν εφαρμόσουμε αυτό θα προκύψει:

$$P_{\text{αναρρόφησης}} = 3,4 - 0,2 - 0,9 = 2,3 \text{ bar}$$

Επομένως η πίεση στην αναρρόφηση του συμπιεστή θα είναι 2,3 bar.

Άσκηση 5.15

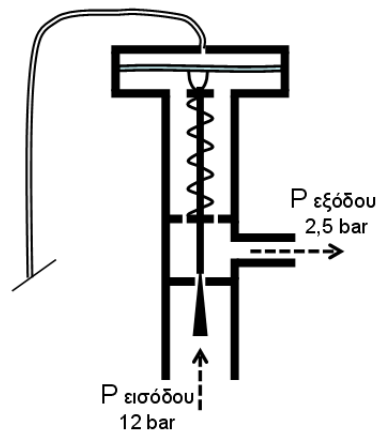
Η πίεση του ψυκτικού στην έξοδο σε μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα είναι 2,5 bar, ενώ στην είσοδό της είναι 12 bar. Να βρείτε τη διαφορά πιέσεων εισόδου-εξόδου στη βαλβίδα.

Απάντηση: Θα χρησιμοποιήσουμε την πρόταση 5.5 σαν να είναι μαθηματικός τύπος, και θα αντικαταστήσουμε τις πιέσεις με τις τιμές που δίνει η εκφώνηση της άσκησης. Θα έχουμε λοιπόν:

Διαφορά πίεσης στην εκτονωτική βαλβίδα = Τελική πίεση στην
είσοδο της βαλβίδας - Τελική πίεση στην έξοδο της βαλβίδας άρα

$$\Delta P = 12 - 2,5 = 9,5 \text{ bar}$$

Επομένως η ζητούμενη διαφορά πιέσεων εισόδου-εξόδου στη βαλβίδα είναι 9,5 bar.



Στο επάνω σχήμα φαίνονται τα σημεία που είναι κάθε πίεση που περιγράφεται στην άσκηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. Εξατμιστές

Ο εξατμιστής είναι το τμήμα της εγκατάστασης που παίρνουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή την ψύξη. Γι' αυτό και η ικανότητα του εξατμιστή ονομάζεται και απόδοση ή ικανότητα της ψυκτικής εγκατάστασης. Οι ασκήσεις στο κεφάλαιο αυτό χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, ανάλογα με το αν ο εξατμιστής ψύχει αέρα ή κάποιο υγρό. Και οι δυο αυτές κατηγορίες έχουν μερικές υποπεριπτώσεις στις οποίες δίνονται μαθηματικοί τύποι μέσω των οποίων υπολογίζεται η απόδοση ενός εξατμιστή.

Για να μη γίνεται σύγχυση μεταξύ διαφόρων εννοιών θα πούμε από τώρα ότι ιδιαίτερα σε αυτό το κεφάλαιο, αλλά και στα προηγούμενα, το ίδιο πράγμα το λέμε με διάφορες λέξεις. Πιο συγκεκριμένα για τον εξατμιστή έχουμε:

$$\text{Ικανότητα} = \text{Απόδοση} = \text{Απορροφή θερμότητα} = \\ \text{Ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης} = \text{Ισχύς}$$

Στις μέχρι τώρα λύσεις των ασκήσεων, αλλά και στις επόμενες αναφορές θα χρησιμοποιούνται αυτοί οι όροι εναλλάξ, έτσι ώστε να τους συνηθίσετε.

Αναλυτικά διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις εξατμιστών.

6.1 Εξατμιστές Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Η απόδοση $\dot{Q}$ ενός εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \quad (6.1)$$

Ο τύπος αυτός είναι γενικός και έχει μονάδες του διεθνούς συστήματος μονάδων. Η απόδοση $\dot{Q}$ στον τύπο αυτό έχει μονάδες W. Ο συντελεστής K εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εξατμιστή και έχει μονάδες W/(m²·°C). A είναι η συνολική επιφάνεια εναλλαγής του εξατμιστή, που έρχεται σε επαφή με τον αέρα και έχει μονάδες m² και ΔΘ είναι η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα που ψύχεται στον εξατμιστή. Οι μονάδες της θερμοκρασίας είναι οι °C.

Θέλουμε να σημειώσουμε ότι στην λυμένη άσκηση του βιβλίου στη σελίδα 338 ως ΔΘ παίρνει τη διαφορά της θερμοκρασίας του θαλάμου από τη θερμοκρασία ατμοποίησης του εξατμιστή. Αυτό είναι διαφορετικό από τη μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα που ψύχεται στον εξατμιστή. (Κατά πάσα πιθανότητα το σχολικό βιβλίο θέλει να πει ότι ΔΘ είναι η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας ατμοποίησης από τη μέση θερμοκρασία του θαλάμου.) Αν σας ζητηθεί ως θεωρία θα απαντήσετε με αυτό τον ορισμό, αλλά αν σας δοθεί άσκηση θα πάρετε ΔΘ την διαφορά της θερμοκρασίας του θαλάμου από τη θερμοκρασία ατμοποίησης του εξατμιστή. Οι ασκήσεις που θα δείτε παρακάτω έχουν πάρει τη δεύτερη εκδοχή ως την σωστή.

Ασκήσεις για εξατμιστές αυτού του τύπου, θα δίνουν τις τιμές για τα τρία από τα τέσσερα μεγέθη του τύπου 6.1 ($\dot{Q}$, K, A, ΔΘ) και θα ζητάνε το τέταρτο.

6.2 Εξατμιστές Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Στους εξατμιστές με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, σε σχέση με τους εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα, στους μαθηματικούς τύπους εισέρχεται και η παροχή του αέρα, αφού υπάρχει ένας ή περισσότεροι ανεμιστήρες και θεωρητικά μπορεί να είναι γνωστή ή να υπολογιστεί η παροχή αέρα. Επειδή ο εξατμιστής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, όπως και ο συμπυκνωτής, στον τύπο για την ικανότητά του θα υπάρχει και η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου από αυτόν αέρα. Μάλιστα ο τύπος θα είναι ακριβώς ίδιος με εκείνον του συμπυκνωτή, αφού ουσιαστικά μιλάμε για το ίδιο εξάρτημα με μόνη διαφορά ότι στον εξατμιστή ο αέρας ψύχεται, ενώ στον συμπυκνωτή

θερμαίνεται. Στο κεφάλαιο των συμπυκνωτών είδαμε τον τύπο 3.2. Ο ίδιος ισχύει και στον εξατμιστή, μόνο που αλλάζει το σύμβολο της ικανότητας. Προφανώς και οι μονάδες θα είναι ίδιες. Θα τα επαναλάβουμε όμως:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \quad (6.2)$$

Όπου για τα σύμβολα έχουμε:

$\dot{Q}_S$: Η αισθητή θερμότητα που απορρόφησε ο εξατμιστής σε W

$\Delta\Theta$: Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου του αέρα στον εξατμιστή σε °C

$\dot{V}_A$: Η παροχή του αέρα στον εξατμιστή σε m³/h

Ας δώσουμε τώρα μερικές διευκρινίσεις για την αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Γνωρίζουμε ότι αισθητή είναι η θερμότητα που μεταβάλλει τη θερμοκρασία στο χώρο που κλιματίζεται, αλλά και γενικότερα είναι η θερμότητα που δίνεται σε ένα σώμα (αέριο, υγρό, στερεό) και μεταβάλλεται η θερμοκρασία του. Λανθάνουσα είναι η θερμότητα που δίνεται ή απορροφάται από ένα σώμα και δεν μεταβάλλεται η θερμοκρασία του γιατί αλλάζει φάση. Από στερεό γίνεται υγρό ή από υγρό γίνεται αέριο και αντίστροφα.

Όταν ο αέρας περνά από τον εξατμιστή η θερμοκρασία του αλλάζει, άρα η θερμότητα που δίνει στον εξατμιστή είναι αισθητή. Όμως ο κρύος αέρας πηγαίνει στον χώρο που ψύχεται και αν υπάρχουν υδρατμοί τους μετατρέπει σε νερό ψύχοντάς τους και η θερμότητα που συναλλάσσεται είναι λανθάνουσα. Επίσης, μπορεί στις σωληνώσεις του εξατμιστή να υδροποιηθούν υδρατμοί από τον αέρα που περνά, απορροφώντας ψύξη (ουσιαστικά αποδίδοντας θερμότητα) του εξατμιστή. Αυτά τα φορτία λέγονται λανθάνοντα φορτία και τα καλύπτει ο εξατμιστής. Συμβολίζονται με $\dot{Q}_L$. Το ολικό φορτίο (συμβολίζεται $\dot{Q}_T$) που θα καλύψει ο εξατμιστής είναι το άθροισμα του αισθητού και του λανθάνοντος. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι οι αναφορές του βιβλίου στο θέμα είναι ελλιπείς, αλλά για το σκοπό που εξυπηρετείται, λύση ασκήσεων δηλαδή, δεν θα επιδιώξουμε παραπέρα ανάλυση. Άρα ισχύει ο τύπος:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \quad (6.3)$$

Σε αυτόν τον τύπο οι θερμότητες μπορεί να είναι είτε σε W είτε σε kW, αρκεί όλες να είναι με την ίδια μονάδα.

Υπάρχει ένας αριθμός (μικρότερος ή ίσος με τη μονάδα) που μας δείχνει σε τι ποσοστό είναι τα αισθητά φορτία σε ένα χώρο, σε σχέση με τα συνολικά φορτία. Αυτός ο αριθμός ονομάζεται παράγοντας αισθητής θερμότητας και συμβολίζεται με SHR. Προφανώς δίνεται από τον τύπο:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \quad (6.4)$$

Δεν έχει μονάδες γιατί είναι καθαρός αριθμός αφού προκύπτει από διαίρεση δυο μεγεθών (θερμότητες) που έχουν τις ίδιες μονάδες, οι οποίες θα πρέπει να είναι είτε σε W είτε σε kW και οι δύο. Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας δίνεται είτε ως ποσοστό, ας πούμε 70%, είτε ως ο αριθμός που προκύπτει από το ποσοστό. Στην προηγούμενη περίπτωση θα είναι 70:100 δηλαδή 0,7. Γενικά πρέπει να γνωρίζετε ότι ένα ποσοστό μπορεί να σας δοθεί είτε με το σύμβολο % (όπως το 70%) είτε σαν ένας αριθμός (όπως ο 0,7).

Από τους τύπους που αναφέρθηκαν, προκύπτει ένας τύπος που έχει το βιβλίο, και είναι ο εξής:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S / SHR = \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{SHR} \quad (6.5)$$

Αυτός ο τύπος μας δίνει τη συνολική ικανότητα του εξατμιστή ή τη θερμότητα που απορρόφησε. Εδώ οι μονάδες πρέπει να τεθούν οπωσδήποτε ως εξής:

Οι θερμότητες $\dot{Q}_T$ και $\dot{Q}_S$ σε W, η παροχή του αέρα $\dot{V}_A$ σε m³/h και η θερμοκρασιακή διαφορά $\Delta\Theta$ σε °C. Το SHR είναι καθαρός αριθμός και δεν έχει μονάδες.

Οι προηγούμενες σχέσεις ισχύουν γενικά σε εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα εξατμιστές. Και σε κλιματιστικές συσκευές αλλά και σε ψυγεία. Όμως στα ψυγεία δεν γνωρίζουμε συνήθως θερμοκρασίες του αέρα πριν και μετά τον εξατμιστή. Εκείνο που είναι πιο εύκολο να γνωρίζουμε πρακτικά είναι η θερμοκρασία του θαλάμου στον οποίο βρίσκεται ο εξατμιστής και η θερμοκρασία του ψυκτικού στον εξατμιστή. Γι' αυτό ως $\Delta\Theta$ παίρνουμε το μισό της διαφοράς αυτών των δύο, και ισχύει ο τύπος:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\text{θαλ}} - \Theta_{\text{εξ}}) \quad (6.6)$$

Κατά τα άλλα δεν αλλάζει τίποτα σε σχέση με τους προηγούμενους τύπους.

Στις ασκήσεις γίνεται συνήθως εφαρμογή του τύπου 6.2, είτε για να βρούμε την αισθητή θερμότητα, είτε την παροχή και σπανιότερα τη διαφορά θερμοκρασίας. Ενδέχεται επίσης να δίνονται στοιχεία ώστε να μπορούμε να βρούμε τη συνολική ικανότητα του εξατμιστή $\dot{Q}_T$ ή τον παράγοντα αισθητής θερμότητας SHR. Ο τύπος 6.5, που είναι ο τελευταίος τύπος στη σελίδα 343 του βιβλίου, θα χρησιμοποιείται είτε κατευθείαν όπως είναι, είτε αναλυτικά, με συνδυασμό δηλαδή των τύπων 6.2 και 6.4. Θα σας προτείναμε να μην τον χρησιμοποιείτε κατευθείαν αλλά αναλυτικά. Άλλωστε στις λυμένες ασκήσεις που θα ακολουθήσουν θα ακολουθήσουμε αυτό τον τρόπο.

Στο βιβλίο του σχολείου αναφέρονται η ολική, η αισθητή και η λανθάνουσα θερμότητα και υπονοείται ότι οι θερμότητες αυτές είναι στη μονάδα του χρόνου, αφού άλλωστε τα σύμβολά τους έχουν και την κουκίδα στο επάνω μέρος. Ουσιαστικά δηλαδή είναι οι αποδόσεις του εξατμιστή (ισχύς και όχι ενέργεια-θερμότητα), ή τα φορτία του χώρου, όπως αλλιώς ονομάζονται. Στη συνέχεια και εμείς εδώ θα ακολουθούμε συνήθως αυτή την ορολογία του βιβλίου για να μην σας μπερδεύουμε με διαφορετικές ονομασίες.

6.3 Εξατμιστές Ψύξης Υγρών

Οι εξατμιστές που ψύχουν υγρά είναι διαφόρων τύπων. Όλοι όμως κάνουν συναλλαγή θερμότητας με νερό ή κάποιο άλλο υγρό. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι θα ισχύουν τα ίδια με τους εναλλάκτες αέρα, μόνο που εδώ επειδή αλλάζει το μέσον μεταφοράς της θερμότητας θα αλλάζουν και οι συντελεστές. Για παράδειγμα στον τύπο 6.2 υπάρχει ο συντελεστής 0,34 και αφορά τον αέρα αλλά όταν έχουμε νερό επειδή έχει πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα ο συντελεστής θα είναι 1160. Επειδή αυτός θα έδινε απόδοση σε μεγάλο αριθμό W, ο τύπος αλλάζει και ο συντελεστής γίνεται 1,16 και η απόδοση που παίρνουμε είναι σε kW. Ο τύπος που θα έχουμε είναι:

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \quad (6.7)$$

Όπου:

$\dot{Q}$ είναι η απόδοση του εξατμιστή σε kW.

$\dot{V}$ είναι η παροχή του νερού σε m³/h.

$\Delta\Theta$ είναι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού μεταξύ εισόδου-εξόδου στον εξατμιστή σε °C.

Επειδή όμως οι εξατμιστές μπορεί να ψύχουν όχι νερό αλλά ένα άλλο υγρό (μπύρα, γάλα, κλπ) υπάρχει στο βιβλίο ένας άλλος πιο γενικός τύπος, ο οποίος είναι:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \quad (6.8)$$

Στον τύπο αυτό το $\dot{Q}$ και το $\Delta\Theta$ είναι όπως και στον τύπο 6.7 ενώ το $\dot{m}$ είναι η παροχή μάζας του υγρού και C είναι η θερμοχωρητικότητα του υγρού. Στον τύπο αυτό οι μονάδες

των μεγεθών είναι διαφορετικές από εκείνες που ήταν στον τύπο 6.7. Οι μονάδες στον τύπο 6.8 είναι στο διεθνές σύστημα μονάδων SI. Επομένως οι μονάδες όλων των μεγεθών θα είναι:

$\dot{Q}$ είναι η απόδοση του εξατμιστή σε W.

C είναι η θερμοχωρητικότητα του υγρού σε J/(kg·°C)

$\dot{m}$ είναι η παροχή μάζας σε kg/s

$\Delta\Theta$ είναι η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του ψυχωμένου υγρού σε °C

Παρατηρούμε ότι το βιβλίο του σχολείου την παροχή μάζας τη συμβολίζει με το ίδιο σύμβολο που έχει και για την παροχή όγκου δηλαδή με το $\dot{V}$. Εμείς εδώ για μεγαλύτερη σαφήνεια δώσαμε το σύμβολο που προκύπτει από τη μάζα και είναι το $\dot{m}$.

Στις ασκήσεις να προσέχετε πολύ το υγρό που σας δίνει η άσκηση. Αν είναι νερό χρησιμοποιείτε τον τύπο 6.7 ενώ αν είναι οποιοδήποτε άλλο τον τύπο 6.8. Εννοείται ότι στην δεύτερη περίπτωση θα σας δίνεται και η θερμοχωρητικότητα C.

6.4 Ασκήσεις στους Εξατμιστές

Μια σημαντικότερη παρατήρηση για τη λύση ασκήσεων στους εξατμιστές θέλουμε να κάνουμε εδώ. Στο κεφάλαιο αυτό έχει πολλούς τύπους για την ικανότητα του εξατμιστή, αναλόγως του εάν είναι αερόψυκτος φυσικής ή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα και αν ψύχει νερό ή άλλο υγρό. Είναι τέσσερις διαφορετικοί τύποι. Πρέπει να προσέχετε ποιος θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά. Γίνεται πολύ συχνά σύγχυση και έχει σαν συνέπεια το λάθος. Τους ξαναγράφουμε εδώ με τον αριθμό που δώσαμε στον καθένα στην αρχή αυτού του κεφαλαίου. Να προσέξετε και τις μονάδες γιατί δεν είναι σε όλους οι ίδιες.

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \quad \text{Αερόψυκτος Φυσικής Κυκλοφορίας} \quad (6.1)$$

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \quad \text{Αερόψυκτος Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας} \quad (6.2)$$

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \quad \text{Υδρόψυκτος για νερό} \quad (6.7)$$

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \quad \text{Υδρόψυκτος για κάθε υγρό} \quad (6.8)$$

Άσκηση 6.1

Σε ένα οικιακό ψυγείο η ατμοποίηση στον εξατμιστή γίνεται στους -20 °C, ενώ η κατάψυξη έχει θερμοκρασία -10 °C. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή ο συντελεστής K του εξατμιστή είναι 8 W/(m²·°C) και η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας του στοιχείου είναι 1 m². Να βρεθεί η ικανότητα του συγκεκριμένου εξατμιστή.

Απάντηση: Προφανώς πρόκειται για ένα ψυγείο με εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα, επομένως θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.1. Σε αυτόν η μέση διαφορά θερμοκρασίας $\Delta\Theta$ είναι:

$$\Delta\Theta = -10 - (-20) = -10 + 20 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Γνωρίζουμε την $\Delta\Theta$ ότι είναι ίση με 10 °C. Έχουμε γνωστά και τον συντελεστή K και την επιφάνεια A, τα οποία είναι στις μονάδες του Διεθνούς Συστήματος, οπότε προχωρούμε στην εκτέλεση των πράξεων για να βρούμε την ικανότητα:

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 10^{\circ}\text{C} \Rightarrow \dot{Q} = 80 \text{ W}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή είναι 80 W.

Σημείωση 1: Στην λύση της εξίσωσης θα μπορούσαμε να μην βάλουμε τις μονάδες των μεγεθών, αφού προηγουμένως είχαμε δηλώσει ότι εργαζόμαστε στο Διεθνές Σύστημα μονάδων.

Σημείωση 2: Στην εκφώνηση δεν δώσαμε την πληροφορία ότι ο εξατμιστής είναι φυσικής κυκλοφορίας αέρα σκόπιμα, γιατί και στο παράδειγμα του βιβλίου έτσι δίνεται η άσκηση.

Γενικά πρέπει να καταλαβαίνετε κάποια πράγματα που παραλείπονται στην εκφώνηση από τα συμφραζόμενα. Συνήθως οι εκφωνήσεις είναι πλήρεις και με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες. Όμως αν το βιβλίο έχει με ένα ίσως ελλιπή τρόπο την εκφώνηση, μπορεί και στις εξετάσεις μια άσκηση να είναι διατυπωμένη με ίδιο τρόπο, και υποχρεούστε να την λύσετε χωρίς πρόσθετη διευκρίνιση.

Άσκηση 6.2

Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα για ένα ψυγείο, ο οποίος να έχει απόδοση ίση με 180 W. Από την εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι ο συντελεστής K θα έχει τιμή $5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ και η επιδιωκόμενη μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ατμοποίησης και θαλάμου είναι $8 ^\circ\text{C}$. Να βρείτε την επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας που πρέπει να έχει ο εξατμιστής.

Απάντηση: Αφού πρόκειται για εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα θα ισχύει ο τύπος 6.1, τον οποίο θα επιλύσουμε ως προς την άγνωστη επιφάνεια A του εξατμιστή. Επειδή όλα τα μεγέθη δίνονται σε μονάδες στο Διεθνές Σύστημα μονάδων, δεν θα τοποθετηθούν μονάδες κατά την επεξεργασία της εξίσωσης και θα έχουμε το αποτέλεσμα σε m^2 :

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow A = \frac{\dot{Q}}{K \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow A = \frac{180}{5 \cdot 8} \Rightarrow A = 4,5 \text{ m}^2$$

Επομένως ο εξατμιστής θα πρέπει να έχει επιφάνεια $4,5 \text{ m}^2$.

Άσκηση 6.3

Σε ένα χώρο το αισθητό φορτίο (αισθητή θερμότητα) είναι 5000 W ενώ το λανθάνον είναι 3000 W . Να βρεθεί: Α) Το συνολικό φορτίο, δηλαδή η ολική θερμότητα του χώρου και Β) ο παράγοντας αισθητής θερμότητας.

Απάντηση: Α) Σύμφωνα με τα γνωστά, αλλά και τον τύπο 6.3 το ολικό φορτίο θα είναι:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_T = 5000 \text{ W} + 3000 \text{ W} \Rightarrow \dot{Q}_T = 8000 \text{ W}$$

Επομένως το συνολικό φορτίο του χώρου θα είναι 8000 W .

Β) Για να υπολογίσουμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας θα χρησιμοποιήσουμε τον ορισμό του που δίνεται από τον τύπο 6.4. Δεν χρειάζεται καμιά μετατροπή μονάδων και θα έχουμε:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{5000 \text{ W}}{8000 \text{ W}} \Rightarrow SHR = 0,625$$

Άρα ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι $0,625$ (καθαρός αριθμός, χωρίς μονάδες).

Άσκηση 6.4

Σε ένα χώρο η απαιτούμενη ολική θερμότητα είναι 12000 W ενώ η λανθάνουσα είναι 3000 W . Να βρεθεί: Α) Η αισθητή θερμότητα του χώρου και Β) ο παράγοντας αισθητής θερμότητας.

Απάντηση: Α) Από τον τύπο 6.3 μπορούμε να βρούμε την αισθητή θερμότητα αν λύσουμε ως προς $\dot{Q}_S$:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_S = \dot{Q}_T - \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_S = 12000 \text{ W} - 3000 \text{ W} \Rightarrow \dot{Q}_S = 9000 \text{ W}$$

Άρα η ζητούμενη αισθητή θερμότητα είναι 9000 W .

Β) Τώρα που γνωρίζουμε όλα τα είδη θερμότητας του χώρου μπορούμε να βρούμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας με χρήση του τύπου 6.4:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{9000 \text{ W}}{12000 \text{ W}} \Rightarrow SHR = 0,75$$

Επομένως ο ζητούμενος παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι 0,75.

Άσκηση 6.5

Σε ένα αερόψυκτο εξατμιστή με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα στο εξατμιστή είναι 12 °C. Η παροχή του αέρα είναι 1500 m³/h. Να βρείτε την αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής.

Απάντηση: Από την εκφώνηση της άσκησης γίνεται φανερό ότι θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.2 για να βρεθεί η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. Όσον αφορά τις μονάδες των μεγεθών, δίνονται στην εκφώνηση εκείνες που θα χρησιμοποιηθούν στον τύπο, ώστε η θερμότητα του εξατμιστή να προκύψει σε W. Έτσι έχουμε:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 1500 \cdot 12 \Rightarrow \dot{Q}_S = 6120W = 6,12kW$$

Επομένως η θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής, η ικανότητα δηλαδή του εξατμιστή, είναι 6120 W, ή 6,12 kW.

Στον τύπο δεν βάλαμε μονάδες επειδή γράψαμε ότι είναι εκείνες του τύπου ώστε να προκύψει η απόδοση του εξατμιστή σε W. Μπορείτε να τις βάλετε και θα έχετε:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 1500 \frac{m^3}{h} \cdot 12^\circ C \Rightarrow \dot{Q}_S = 6120W = 6,12kW$$

του εξατμιστή φαίνεται ότι θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.2. Και ενώ η παροχή του αέρα είναι στις κατάλληλες μονάδες, η Όπως βλέπετε δεν αλλάζει και πολύ, οπότε μπορείτε να το κάνετε για να μην απαιτείται να γράφετε τα σχετικά με τις μονάδες.

Άσκηση 6.6

Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα αερόψυκτο εξατμιστή με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα που να απορροφά αισθητή θερμότητα ίση με 6,8 kW. Ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται θα έχει παροχή αέρα ίση με 2500 m³/h. Ποια θα είναι η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα στο εξατμιστή;

Απάντηση: Από το είδος θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής $\dot{Q}_S$ δεν είναι σε W αλλά σε kW. Θα κάνουμε την μετατροπή πολλαπλασιάζοντας την θερμότητα με το 1000. Άρα $\dot{Q}_S = 6800$ W. Λύνουμε τώρα τον τύπο 6.2 ως προς τον ζητούμενο άγνωστο $\Delta\Theta$:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \dot{V}_A} \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{6800W}{0,34 \cdot 2500 \frac{m^3}{h}} \Rightarrow \Delta\Theta = 8^\circ C$$

Επομένως η διαφορά θερμοκρασίας αέρα που θα έχουμε στον εξατμιστή θα είναι 8 °C.

Άσκηση 6.7

Σε ένα χώρο το συνολικό φορτίο (αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα) είναι 4000 W. Η συσκευή κλιματισμού που χρησιμοποιείται έχει παροχή αέρα 1000 m³/h και διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα στο εξατμιστή 10 °C. Να βρεθούν: Α) Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. Β) Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας.

Απάντηση: Α) Προφανώς πρόκειται για αερόψυκτο εξατμιστή με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, άρα θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.2 για να βρεθεί η αισθητή θερμότητα:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 1000 \frac{m^3}{h} \cdot 10^\circ C \Rightarrow \dot{Q}_S = 3400W = 3,4kW$$

Επομένως η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής είναι 3400 W, ή 3,4 kW.

Β) Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας δίνεται από τον τύπο 6.4, τον οποίο θα λύσουμε, αφού γνωρίζουμε τις θερμότητες $\dot{Q}_T$ και $\dot{Q}_S$:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{3400W}{4000W} \Rightarrow SHR = 0,85$$

Επομένως ο ζητούμενος παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι 0,85.

Άσκηση 6.8

Σε ένα κλιματιζόμενο χώρο ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι ίσος με 0,8. Η παροχή του αέρα στον εξατμιστή της εγκατάστασης είναι $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ ενώ η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα στον εξατμιστή είναι 8°C . Να απαντήσετε στα εξής: Α) Υπάρχει λανθάνουσα θερμότητα στο χώρο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. Β) Να υπολογίσετε την συνολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής που εξυπηρετεί το χώρο αυτό.

Απάντηση: Α) Λανθάνουσα θερμότητα (φορτίο) υπάρχει στο χώρο επειδή ο παράγοντας αισθητής θερμότητας δεν είναι ίσος με τη μονάδα αλλά μικρότερος. Αυτό σημαίνει ότι το ολικό φορτίο είναι μεγαλύτερο από το αισθητό και η διαφορά τους είναι ίσο με το λανθάνον.

Β) Ψάχνουμε να βρούμε την συνολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. Επειδή γνωρίζουμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας, αρκεί να υπολογίσουμε την αισθητή θερμότητα του εξατμιστή. Μπορούμε να το κάνουμε σε δύο βήματα: στο πρώτο να βρούμε την αισθητή θερμότητα από τον τύπο 6.2 και στο δεύτερο βήμα να βρούμε το ζητούμενο φορτίο λύνοντας ως προς αυτό την εξίσωση 6.4. Μπορούμε όμως να χρησιμοποιήσουμε κατευθείαν τον τύπο 6.5 αφού υπάρχει και στο βιβλίο. Όσον αφορά τις μονάδες είναι οι κατάλληλες και το αποτέλεσμα θα είναι σε W. Έτσι θα έχουμε:

$$\dot{Q}_T = \frac{\dot{Q}_S}{SHR} = \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{SHR} \Rightarrow \dot{Q}_T = \frac{0,34 \cdot 1200 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 8^\circ\text{C}}{0,8} \Rightarrow \dot{Q}_T = 4080 \text{ W}$$

Επομένως η συνολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής είναι 4080 W.

Άσκηση 6.9

Σε ένα επαγγελματικό ψυγείο η ατμοποίηση στον εξατμιστή γίνεται στους -8°C . Η θερμοκρασία του θαλάμου είναι $+2^\circ\text{C}$. Ο ανεμιστήρας στον εξατμιστή έχει παροχή $1000 \text{ m}^3/\text{h}$. Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή, υποθέτοντας ότι δεν υπάρχει λανθάνουσα θερμότητα.

Απάντηση: Πρόκειται για αερόψυκτο εξατμιστή με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, επομένως θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.2 για την εύρεση της ικανότητας του εξατμιστή. Αφού δεν υπάρχει λανθάνουσα θερμότητα, η ικανότητα που ζητάμε είναι ίση με την αισθητή θερμότητα του εξατμιστή. Δηλαδή $\dot{Q}_T = \dot{Q}_S$.

Στον τύπο 6.2 η διαφορά θερμοκρασίας που θα βάλουμε είναι σύμφωνα με τον τύπο 6.6, αφού πρόκειται για θάλαμο ψυγείου. Θα έχουμε:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\theta\alpha\lambda} - \Theta_{εξ}) = 0,5 \cdot [2 - (-8)] = 0,5 \cdot (2+8) = 5^\circ\text{C}$$

Αφού βρήκαμε την τιμή για τη $\Delta\Theta$, που είναι 5°C , θα λύσουμε την εξίσωση 6.2:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 1000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 5^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q}_S = 1700 \text{ W} = 1,7 \text{ kW}$$

Επομένως ο εξατμιστής έχει ικανότητα 1700 W, ή 1,7 kW.

Άσκηση 6.10

Ένα επαγγελματικό ψυγείο έχει θερμοκρασία θαλάμου -4°C και η ατμοποίηση στον εξατμιστή γίνεται στους -12°C . Η λανθάνουσα θερμότητα είναι 800 W. Ο ανεμιστήρας στον εξατμιστή έχει παροχή $2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Α) Να βρείτε την αισθητή θερμότητα του εξατμιστή. Β) να υπολογίσετε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας.

Απάντηση: Α) Επειδή ο εξατμιστής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορία αέρα, για να βρεθεί η αισθητή θερμότητά του θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.2. Σε αυτόν τον τύπο η διαφορά θερμοκρασίας που θα βάλουμε είναι το μισό της διαφοράς μεταξύ των θερμοκρασιών του θαλάμου και του εξατμιστή, άρα θα πάρουμε τον τύπο 6.6, και θα έχουμε:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\theta\alpha\lambda} - \Theta_{εξ}) = 0,5 \cdot [-4 - (-12)] = 0,5 \cdot (-4+12) = 4^\circ\text{C}$$

Τώρα που βρήκαμε την τιμή για τη $\Delta\Theta$, που είναι 4°C , θα λύσουμε την εξίσωση 6.2:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 2000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 4^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q}_S = 2720 \text{ W}$$

Επομένως ο εξατμιστής καλύπτει αισθητή θερμότητα 2720 W

Β) Για να βρεθεί ο παράγοντας αισθητής θερμότητας θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος ορισμού του, δηλαδή ο 6.4, αλλά σε αυτόν δεν γνωρίζουμε την ολική θερμότητα του εξατμιστή.

Την ολική θερμότητα θα βρούμε αθροίζοντας την αισθητή και την λανθάνουσα (η οποία δίνεται από την εκφώνηση), σύμφωνα με τον τύπο 6.3 και θα έχουμε:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_T = 2720 \text{ W} + 800 \text{ W} \Rightarrow \dot{Q}_T = 3520 \text{ W}$$

Τώρα που βρήκαμε την ολική θερμότητα θα βρούμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας από τον τύπο 6.4:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{2720 \text{ W}}{3520 \text{ W}} \Rightarrow SHR = 0,773$$

Άρα ο παράγοντας αισθητής θερμότητας του θαλάμου του ψυγείου είναι 0,773.

Σημείωση: Κανονικά θα πρέπει κάθε σύμβολο ($\Theta_{\text{θαλ}}$, $\dot{Q}_T$ κλπ) που χρησιμοποιείται σε μια άσκηση να έχουμε πρώτα πει σε ποιο μέγεθος αντιστοιχεί. Στις εξετάσεις όμως αυτό δεν είναι ανάγκη να το τηρούμε αυστηρά όταν χρησιμοποιούμε σύμβολα του βιβλίου. Αν όμως θέλουμε σε ένα μέγεθος να βάλουμε ένα δικό μας σύμβολο (που δεν υπάρχει στο βιβλίο) πρέπει να το δηλώσουμε για να γνωρίζει ο διορθωτής της άσκησης τι παριστάνει.

Άσκηση 6.11

Σε ένα ψυγείο η θερμοκρασία του θαλάμου είναι -2°C . Ο ανεμιστήρας του εξατμιστή, έχει παροχή $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ και η ικανότητα του εξατμιστή είναι 2040 W. Αν υποθέσουμε ότι δεν υπάρχουν λανθάνοντα φορτία να βρείτε τη θερμοκρασία ατμοποίησης.

Απάντηση: Ασφαλώς ο εξατμιστής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Ο τύπος που χρησιμοποιείται σε τέτοιους εξατμιστές είναι ο 6.2. Σε αυτόν όλα τα μεγέθη είναι γνωστά εκτός από το $\Delta\Theta$. Οι μονάδες της παροχής και της ικανότητας του εξατμιστή είναι οι κατάλληλες ώστε να εφαρμοστεί ο τύπος με τις τιμές που δίνονται από την εκφώνηση. Θα έχουμε:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \dot{V}_A} \Rightarrow \Delta\Theta = \frac{2040 \text{ W}}{0,34 \cdot 1200 \text{ m}^3/\text{h}} = 5^\circ\text{C}$$

Επομένως βρέθηκε ότι $\Delta\Theta = 5^\circ\text{C}$.

Επειδή ισχύει για τα ψυγεία ο τύπος 6.6, θα τον επιλύσουμε ως προς τον ζητούμενο άγνωστο $\Theta_{\text{εξ}}$:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\text{θαλ}} - \Theta_{\text{εξ}}) \Rightarrow \frac{\Delta\Theta}{0,5} = \Theta_{\text{θαλ}} - \Theta_{\text{εξ}} \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = \Theta_{\text{θαλ}} - \frac{\Delta\Theta}{0,5} \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = -2^\circ\text{C} - \frac{5^\circ\text{C}}{0,5} \Rightarrow \Theta_{\text{εξ}} = -12^\circ\text{C}$$

Επομένως η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -12°C .

Σημείωση: Δεν θεωρούμε απαραίτητο να γράψετε την λύση του τύπου 6.6, όπως έγινε πριν. Αρκεί όμως να βρείτε τη θερμοκρασία των -12°C με το μυαλό και να το δικαιολογήσουμε με λόγια. Δηλαδή μπορούμε να πούμε ότι το $\Delta\Theta$ των 5°C σημαίνει ότι είναι 10°C η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ θαλάμου και σωλήνων εξατμιστή. Άρα αφού στο θάλαμο είναι η θερμοκρασία -2°C στον εξατμιστή θα έχουμε -12°C .

Άσκηση 6.12

Ένας εξατμιστής ψύχει νερό και η παροχή του νερού είναι $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού είναι 6°C . Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή.

Απάντηση: Στους εξατμιστές που ψύχουν νερό, η θερμότητα που απορροφούν, δηλαδή η ικανότητά τους, δίνεται από τον τύπο 6.7. Όταν η παροχή έχει μονάδες m^3/h η ικανότητα θα βρεθεί σε kW. Από τον τύπο 6.7 έχουμε:

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 1,16 \cdot 5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 6^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q} = 34,8 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή, δηλαδή η θερμότητα που απορροφά, είναι 34,8 kW.

Άσκηση 6.13

Ένας εξατμιστής που ψύχει νερό για μια εγκατάσταση κλιματισμού, έχει ικανότητα 116 kW. Το νερό έρχεται στον εξατμιστή με θερμοκρασία 14°C και ψύχεται στους 9°C . Να βρείτε την ποσότητα του νερού που ψύχεται.

Απάντηση: Αφού ο εξατμιστής ψύχει νερό θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.7. Σε αυτόν είναι γνωστά όλα, εκτός από τη ζητούμενη παροχή. Επομένως θα λύσουμε ως προς το $\dot{V}$. Όσον αφορά τις μονάδες, η απόδοση του εξατμιστή είναι σε kW, οπότε η παροχή θα προκύψει σε m^3/h . Η διαφορά θερμοκρασίας είναι η διαφορά των θερμοκρασιών εισόδου και εξόδου στον εξατμιστή. Επομένως θα έχουμε:

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V} = \frac{\dot{Q}}{1,16 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V} = \frac{116 \text{ kW}}{1,16 \cdot (14^\circ\text{C} - 9^\circ\text{C})} \Rightarrow \dot{V} = \frac{116 \text{ kW}}{1,16 \cdot 5^\circ\text{C}} \Rightarrow \dot{V} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

Η ζητούμενη παροχή του νερού θα είναι $20 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 6.14

Ένας εξατμιστής ψύχει γάλα που η παροχή της μάζας του είναι 720 kg/h . Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του γάλακτος είναι 12°C . Η θερμοχωρητικότητα του γάλακτος είναι $3900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$. Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή

Απάντηση: Αφού ο εξατμιστής δεν ψύχει νερό θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.8, ο οποίος είναι γενικός και τα μεγέθη που περιέχει είναι στο διεθνές σύστημα μονάδων. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να μετατρέψουμε την παροχή σε μονάδες kg/s και την απόδοση θα τη βρούμε σε W.

Αφού η παροχή μάζας είναι 720 κιλά την μία ώρα, σε ένα δευτερόλεπτο θα είναι $720/3600 = 0,2 \text{ kg/s}$. Διαιρέσαμε με το 3600 που είναι τα δευτερόλεπτα που έχει η μια ώρα. Τώρα εφαρμόζουμε τον τύπο 6.8 για να βρούμε την ικανότητα του εξατμιστή:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 3900 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ kg/s} \cdot 12^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q} = 9360 \text{ W}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή, δηλαδή η θερμότητα που απορροφά είναι 9360 W.

Άσκηση 6.15

Ένας εξατμιστής ψύχει λάδι από θερμοκρασία 34°C στους 20°C . Η παροχή της μάζας του λαδιού είναι $0,5 \text{ kg/s}$ και είναι γνωστό ότι το λάδι έχει θερμοχωρητικότητα ίση με $2000 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$. Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή.

Απάντηση: Αφού έχουμε ψύξη υγρού άλλου από το νερό θα χρησιμοποιήσουμε το γενικό τύπο 6.8. Είναι στο διεθνές σύστημα μονάδων και βλέπουμε ότι και η παροχή και η θερμοχωρητικότητα δίνονται σε μονάδες του συστήματος αυτού. Έτσι επιλύουμε κατευθείαν τον τύπο 6.8:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 2000 \text{ J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,5 \text{ kg/s} \cdot (34^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \Rightarrow \dot{Q} = 14000 \text{ W} = 14 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή, δηλαδή η θερμότητα που απορροφά, είναι 14.000 W ή 14 kW.

Άσκηση 6.16

Ένας εξατμιστής γνωρίζουμε ότι έχει ικανότητα 30 kW και θα χρησιμοποιηθεί για να ψύχει λάδι από θερμοκρασία 30 °C στους 20 °C. Το λάδι έχει θερμοχωρητικότητα ίση με 2000 J/(kg·°C). Να βρείτε την ποσότητα του λαδιού που μπορεί να ψύχεται από αυτόν τον εξατμιστή ανά ώρα.

Απάντηση: Αφού είναι εξατμιστής που ψύχει λάδι θα χρησιμοποιηθεί ο γενικός τύπος 6.8. Σε αυτόν όλα είναι γνωστά εκτός από τη ζητούμενη παροχή. Πρέπει επίσης να μετατρέψουμε τα kW σε W, άρα η ικανότητα είναι 30.000 W. Τώρα όλα τα μεγέθη στον τύπο αυτό είναι στο Διεθνές Σύστημα μονάδων και η παροχή θα βρεθεί σε μονάδες kg/s. Έτσι έχουμε:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{m} = \frac{30.000W}{2000 J/kg \cdot ^\circ C \cdot (30 - 20)^\circ C} \Rightarrow \dot{m} = 1,5 kg/s$$

Επομένως η παροχή του λαδιού μπορεί να φτάσει και το 1,5 κιλό ανά δευτερόλεπτο που σημαίνει 1,5x3600=5400 kg/h, δηλαδή σχεδόν 5,5 τόνους την ώρα.

Άσκηση 6.17

Σε ένα οικιακό ψυγείο η ικανότητα του εξατμιστή είναι 200 W. Αν θεωρήσουμε ότι η εξάτμιση σε αυτόν γίνεται στους -16 °C, ενώ η κατάψυξη έχει θερμοκρασία -6 °C. Α) Να βρείτε την επιφάνεια του εξατμιστή όταν ο συντελεστής K είναι ίσος με 5 W/(m²·°C). Β) Επειδή κρίθηκε μεγάλο το μέγεθος του εξατμιστή για το συγκεκριμένο ψυγείο, τι προτείνετε να αλλάξει σε αυτόν ώστε το μέγεθος του να γίνει το μισό;

Απάντηση: Α) Μπορεί η εκφώνηση να μην αναφέρει ότι το ψυγείο έχει εξατμιστή που εργάζεται με φυσική κυκλοφορία αέρα, αλλά επειδή δίνει τον συντελεστή K πρέπει να το καταλάβουμε μόνοι μας. Επομένως θα μας χρειαστεί ο τύπος 5.1, τον οποίο θα λύσουμε ως προς την άγνωστη επιφάνεια. Όσον αφορά τις μονάδες είναι στο διεθνές σύστημα και δεν χρειάζεται να γίνει κάποια αλλαγή. Την επιφάνεια A θα τη βρούμε σε m². Έχουμε:

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow A = \frac{\dot{Q}}{K \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow A = \frac{200W}{5 W/m^2 \cdot ^\circ C \cdot [-6^\circ C - (-16^\circ C)]} \Rightarrow A = \frac{200}{5 \cdot 10} \Rightarrow A = 4m^2$$

Επομένως η επιφάνεια του εξατμιστή θα είναι 4 m².

Β) Βρήκαμε πριν, κατά τη διαδικασία επίλυσης του τύπου, ότι η επιφάνεια A θα ισούται με: $A = \frac{\dot{Q}}{K \cdot \Delta\Theta}$, που σημαίνει ότι εξαρτάται από τρία πράγματα: α) την ικανότητα του

εξατμιστή, β) τον συντελεστή K και γ) τη διαφορά θερμοκρασίας. Επομένως μπορούμε να αλλάξουμε ένα ή περισσότερα από αυτά τα τρία. Αν θέλουμε να γίνει η επιφάνεια η μισή, δηλαδή 2 m² μπορούμε α) να απαιτήσουμε τη μισή ικανότητα από τον εξατμιστή. β) Να βελτιώσουμε τον συντελεστή K, δηλαδή να κάνουμε αλλαγές στην μορφή του εξατμιστή. γ) Θα είχαμε υποδιπλασιασμό της επιφάνειας αν διπλασιαζόταν το ΔΘ. Αυτό μάλλον είναι δύσκολο, γιατί ήδη η διαφορά των 10 °C είναι μεγάλη. Μια καλύτερη λύση για να μη γίνει άλλη αλλαγή είναι να τοποθετηθεί ένας μικρός ανεμιστήρας στην κατάψυξη, ο οποίος θα αύξανε την απόδοση ενός μικρότερου εξατμιστή. Άλλωστε, ένα από τα πλεονεκτήματα των εξατμιστών με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα είναι ότι έχουν μικρότερο όγκο για την ίδια απόδοση.

Άσκηση 6.18

Σε ένα θάλαμο συντήρησης τροφίμων ενός ψυγείου επιθυμούμε η θερμοκρασία να είναι 5 °C, ενώ η θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού εκτιμάται στους -3 °C. Η ψυκτική ικανότητα του θαλάμου είναι 5000 W, εκ των οποίων το 20% είναι λανθάνον φορτίο. Α) Ποιος είναι ο

παράγοντας αισθητής θερμότητας του θαλάμου; Β) Να υπολογίσετε την απαραίτητη παροχή του αέρα του εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που θα χρησιμοποιηθεί.

Απάντηση: Α) Είναι γνωστό από τον ορισμό του, ότι ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι το κλάσμα της αισθητής θερμότητας $\dot{Q}_S$ προς την ολική $\dot{Q}_T$. Εδώ $\dot{Q}_T = 5000 \text{ W}$. Αφού το 20% του φορτίου είναι το λανθάνον το υπόλοιπο 80% είναι το αισθητό. Άρα:

$$\dot{Q}_S = \frac{80}{100} \cdot \dot{Q}_T \Rightarrow \dot{Q}_S = \frac{80}{100} \cdot 5000 \text{ W} \Rightarrow \dot{Q}_S = 4000 \text{ W}$$

Γνωρίζοντας ότι $\dot{Q}_S = 4000 \text{ W}$ και $\dot{Q}_T = 5000 \text{ W}$ από τον τύπο 6.4 βρίσκουμε:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{4000 \text{ W}}{5000 \text{ W}} \Rightarrow SHR = 0,8$$

επομένως ο παράγοντας αισθητής θερμότητας του θαλάμου είναι 0,8 (καθαρός αριθμός).

Σημείωση: Το αποτέλεσμα αυτό για τον παράγοντα αισθητής θερμότητας μπορούσαμε να το εκτιμήσουμε και κατευθείαν, αφού γνωρίζαμε ότι το λανθάνον φορτίο είναι το 20% του συνολικού. Άρα το αισθητό θα είναι το 80%, που είναι και ο ζητούμενος SHR.

Β) Επειδή ο εξατμιστής είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα για την παροχή θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος 6.2: $\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta$. Επειδή δεν είναι κλιματιστική συσκευή αλλά ψυγείο, η διαφορά θερμοκρασίας $\Delta\Theta$ βρίσκεται από τον τύπο 6.6 και θα έχουμε:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\text{θαλ}} - \Theta_{\text{εξ}}) = 0,5 \cdot [5 - (-3)] = 0,5 \cdot (5+3) = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Γνωρίζοντας τη $\Delta\Theta$ και την $\dot{Q}_S$ σε μονάδες W, θα επιλύσουμε τον τύπο 6.2 ως προς την παροχή $\dot{V}_A$, την οποία θα βρούμε σε μονάδες m^3/h :

$$\begin{aligned} \dot{Q}_S &= 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \Delta\Theta} = \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \Delta\Theta} = \dot{V}_A \Rightarrow \\ \Rightarrow \dot{V}_A &= \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{4000 \text{ W}}{0,34 \cdot 4 \text{ }^\circ\text{C}} \Rightarrow \dot{V}_A = 2941 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Επομένως η παροχή του αέρα θα είναι $2941 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 6.19

Σε ένα εξατμιστή ψύξης υγρών επιθυμούμε να τοποθετούμε 3600 κιλά συγκεκριμένου υγρού θερμοκρασίας $20 \text{ }^\circ\text{C}$ και να ψύχονται στους $5 \text{ }^\circ\text{C}$ εντός πέντε ωρών. Γνωρίζουμε ότι αυτό το υγρό έχει θερμοχωρητικότητα $2500 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$. Να υπολογίσετε την ψυκτική ικανότητα που πρέπει να έχει ο εξατμιστής για να επιτυγχάνει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Απάντηση: Επειδή ο εξατμιστής ψύχει υγρό διαφορετικό από το νερό, για την ψυκτική του ικανότητα θα στραφούμε στον τύπο 6.8. Η διαφορά θερμοκρασίας είναι: $\Delta\Theta = 20 \text{ }^\circ\text{C} - 5 \text{ }^\circ\text{C} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Την παροχή μάζας του υγρού θα πρέπει να την υπολογίσουμε σε kg/s . Αφού πρέπει να ψύχονται 3600 κιλά σε 5 ώρες θα ψύχονται: $3600 : 5 = 720 \text{ kg/h}$. Για να μετατρέψουμε αυτή την παροχή σε kg/s θα διαιρέσουμε με 3600:

$$\dot{m} = 720 \text{ kg/h} \Rightarrow \dot{m} = \frac{720 \text{ kg/h}}{3600 \text{ s/h}} \Rightarrow \dot{m} = 0,2 \text{ kg/s}$$

Τώρα είμαστε έτοιμοι (αφού έχουμε τα μεγέθη στο διεθνές σύστημα μονάδων) να εφαρμόσουμε τον τύπο 6.8 και να βρούμε την ικανότητα του εξατμιστή σε W:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 2500 \text{ J/kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ kg/s} \cdot 15 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q} = 7500 \text{ W} = 7,5 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή είναι $7,5 \text{ kW}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7. Παραδείγματα Ασκήσεων του Βιβλίου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δώσουμε ως ασκήσεις και θα λύσουμε τα πιο σημαντικά παραδείγματα ασκήσεων του βιβλίου, αλλά με διαφορετικά νούμερα στα διάφορα μεγέθη. Κάθε άσκηση θα έχει σε παρένθεση τη σελίδα του βιβλίου που βρίσκεται το αντίστοιχο παράδειγμα. Αυτό το κάνουμε γιατί έχει παρατηρηθεί ότι στα θέματα των πανελληνίων συχνά δίνονται ασκήσεις ίδιες με εκείνες του βιβλίου, με απλή αλλαγή στις τιμές των μεγεθών.

Άσκηση 7.1 (214)

Ένα στοιχείο (εναλλάκτης) έχει διαστάσεις: ύψος 0,50 m και πλάτος 0,80 m. Ένας ανεμιστήρας παρέχει αέρα με ταχύτητα 4 m/s για την ψύξη του. Να βρείτε την παροχή του αέρα.

Απάντηση: Πρόκειται για αερόψυκτο στοιχείο εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Θα χρησιμοποιήσουμε τον γενικό τύπο για την παροχή 3.1. Τα μεγέθη είναι στο διεθνές σύστημα μονάδων και θα μας δώσουν την παροχή σε μονάδες m^3/s . Πρέπει όμως πρώτα να βρούμε την μετωπική επιφάνεια από τον τύπο: Εμβαδόν = ύψος x πλάτος και θα έχουμε:

$$A = 0,80 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} = 0,40 \text{ m}^2$$

Το εμβαδόν της μετωπικής επιφάνειας A είναι $0,40 \text{ m}^2$. Τώρα από τον τύπο 3.1 θα βρούμε την παροχή:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 0,40 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ m/s} \Rightarrow \dot{V} = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Επομένως η παροχή που ζητείται είναι $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Για να τη μετατρέψουμε σε μονάδες m^3/h πολλαπλασιάζουμε με το 3600 και βρίσκουμε ότι η παροχή είναι $5760 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 7.2 (215)

Ένας συμπτυκνωτής με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα έχει ύψος 0,50 m και πλάτος 0,7 m. Ο ανεμιστήρας δίνει ταχύτητα στον αέρα με τιμή 5 m/s και η θερμοκρασία του αυξάνεται κατά 6°C . Να βρείτε την ικανότητα του συμπτυκνωτή.

Απάντηση: Για να βρούμε την παροχή θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 3.1. Πρέπει πρώτα να βρούμε την μετωπική επιφάνεια του συμπτυκνωτή από τον τύπο: Εμβαδόν = ύψος x πλάτος και θα έχουμε:

$$A = 0,50 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 0,35 \text{ m}^2$$

Τα μεγέθη είναι στο διεθνές σύστημα και θα μας δώσουν την παροχή σε m^3/s . Από τον τύπο 3.1 της παροχής θα βρούμε:

$$\dot{V} = A \cdot v \Rightarrow \dot{V} = 0,35 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ m/s} \Rightarrow \dot{V} = 1,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Επομένως η παροχή που ζητείται είναι $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Για να τη μετατρέψουμε σε μονάδες m^3/h πολλαπλασιάζουμε με το 3600 και βρίσκουμε ότι η παροχή είναι $6300 \text{ m}^3/\text{h}$.

Την ικανότητα θα τη βρούμε από τον τύπο 3.2. Εδώ τα μεγέθη δεν είναι στο διεθνές σύστημα και θα βάλουμε την παροχή με την τιμή $6300 \text{ m}^3/\text{h}$ ώστε να έχουμε την ικανότητα σε W. Θα έχουμε:

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\theta \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot 6300 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 6^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q}_\Sigma = 12.852 \text{ W} = 12,852 \text{ kW}$$

Επομένως η ικανότητα του συμπτυκνωτή είναι 12.852 W ή 12,852 kW.

Άσκηση 7.3 (217)

Εδώ έχει ένα παράδειγμα επιλογής αερόψυκτου συμπτυκνωτή από πίνακα συγκεκριμένου κατασκευαστή. το βασικό σε αυτό το παράδειγμα είναι να υπολογιστεί η ικανότητα του συμπτυκνωτή. Μετά από αυτό βρίσκουμε στον πίνακα μια ικανότητα που να είναι ίση ή μεγαλύτερη από εκείνη που βρήκαμε και επιλέγουμε το συγκεκριμένο μοντέλο. Επομένως,

ουσιαστικά το πρόβλημα έγκειται στο να υπολογιστεί η ικανότητα του συμπυκνωτή με κάποιον από τους γνωστούς τρόπους. Στο παράδειγμα του βιβλίου ο υπολογισμός της ικανότητας γίνεται με χρήση του τύπου 3.6. Θα μπορούσε να είναι και ο 3.2. Να προσέξετε ότι ο πίνακας του κατασκευαστή είναι για το ψυκτικό R134a και για $\Delta\Theta=15^\circ\text{C}$. Υπό αυτά τα δεδομένα και αν μας ζητούσαν να υπολογίσουμε έναν συμπυκνωτή μιας εγκατάστασης με ψυκτική ικανότητα 45 kW που χρησιμοποιεί συμπιεστή ισχύος 20 kW θα είχαμε: ο συμπυκνωτής θα είχε ικανότητα ίση με $45\text{ kW} + 20\text{ kW} = 65\text{ kW}$. Από τον πίνακα του βιβλίου στη σελίδα 218 θα επιλέγαμε τον συμπυκνωτή RAUE 103 με ικανότητα 70 kW.

Άσκηση 7.4 (219)

Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής έχει απόδοση 35 kW. Το νερό έχει διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου σε αυτόν $5,5^\circ\text{C}$. Να βρείτε την παροχή του νερού.

Απάντηση: Γνωρίζουμε ότι στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού είναι $5,5^\circ\text{C}$ η παροχή είναι 156 (Lit/h)/kW. Επομένως η παροχή στον συμπυκνωτή με απόδοση 35 kW θα είναι:

$$\dot{V}_v = 156 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}} \cdot 35\text{kW} \Rightarrow \dot{V}_v = 5460 \text{ Lit/h} \Rightarrow \dot{V}_v = 5,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Άρα η παροχή του νερού στον συμπυκνωτή θα είναι 5460 Lit/h ή $5,46 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 7.5 (220)

Σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 50 kW η διαφορά θερμοκρασίας του νερού ψύξης είναι 4°C . Ποια θα είναι η παροχή του νερού;

Απάντηση: Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού είναι $5,5^\circ\text{C}$ η παροχή είναι 156 (Lit/h)/kW. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού είναι διαφορετική από τους $5,5^\circ\text{C}$, ως πούμε $\Delta\Theta_N$, η παροχή διορθώνεται με πολλαπλασιασμό με το κλάσμα: $5,5/\Delta\Theta_N$.

Πρώτα θα βρούμε την παροχή $\dot{V}_v$ στην περίπτωση που $\Delta\Theta_N=5,5^\circ\text{C}$. Θα έχουμε:

$$\dot{V}_v = 156 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}} \cdot 50\text{kW} \Rightarrow \dot{V}_v = 7800 \text{ Lit/h} \Rightarrow \dot{V}_v = 7,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Η παροχή αυτή θα πολλαπλασιαστεί με το κλάσμα $5,5/\Delta\Theta_N$ και θα έχουμε:

$$\dot{V} = 7800 \frac{\text{Lit}}{\text{h}} \cdot \frac{5,5^\circ\text{C}}{4^\circ\text{C}} \Rightarrow \dot{V} = 10.725 \text{ Lit/h} \Rightarrow \dot{V}_v = 10,725 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η ζητούμενη παροχή $\dot{V}$ θα είναι 10.725 Lit/h ή $10,725 \text{ m}^3/\text{h}$. Φυσικά είναι μεγαλύτερη από την περίπτωση που η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού ήταν $5,5^\circ\text{C}$, διότι όταν η $\Delta\Theta$ είναι μικρότερη θα πρέπει να υπάρχει περισσότερο νερό για να επιτύχει την ίδια ψύξη.

Άσκηση 7.6 (220)

Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ισχύος 40 kW με υδρόψυκτο συμπυκνωτή η διαφορά θερμοκρασίας του νερού ψύξης είναι $5,5^\circ\text{C}$. Ποια θα είναι η παροχή του νερού;

Απάντηση: Στην περίπτωση που δεν γνωρίζουμε στοιχεία για να υπολογίσουμε ακριβώς την απόδοση του συμπυκνωτή, θεωρούμε ότι είναι τα $4/3$ της ψυκτικής ικανότητας της εγκατάστασης. Σε αυτή την περίπτωση το νερό παροχής του συμπυκνωτή θα είναι 208 Lit/h για κάθε kW ψυκτικής ικανότητας. Άρα η ζητούμενη παροχή $\dot{V}_v$ θα είναι:

$$\dot{V}_v = 208 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}} \cdot 40\text{kW} \Rightarrow \dot{V}_v = 8320 \text{ Lit/h} \Rightarrow \dot{V}_v = 8,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η ζητούμενη παροχή $\dot{V}$ θα είναι 8320 Lit/h ή $8,32 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 7.7 (227)

Σε ένα εξατμιστικό συμπυκνωτή ισχύος 50 kW να βρείτε Α) ποια θα είναι η παροχή του νερού που καταναλώνεται και Β) το κόστος του, αν το κάθε κυβικό μέτρο κοστίζει 2 ευρώ.

Απάντηση: Α) Στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές η κατανάλωση νερού είναι 5 Lit/h για κάθε kW ικανότητας του συμπυκνωτή. Άρα εδώ η κατανάλωση $\dot{V}$ θα είναι:

$$\dot{V} = 5 \frac{\text{Lit}}{\text{h} \cdot \text{kW}} \cdot 50 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V} = 250 \text{ Lit/h} \Rightarrow \dot{V} = 0,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Επομένως η ζητούμενη παροχή του νερού κατανάλωσης $\dot{V}$ θα είναι 250 Lit/h ή 0,25 m³/h.

Β) Για να βρούμε το κόστος του νερού θα πολλαπλασιάσουμε το κόστος του (2 ευρώ ανά m³) με το νερό που καταναλώνεται (0,25 m³/h). Προφανώς θα βάλουμε τη μονάδα της κατανάλωσης με τα m³/h (και όχι με τη μονάδα Lit/h). Θα έχουμε:

$$\text{Κόστος} = 2 \text{ ευρώ/m}^3 \cdot 0,25 \text{ m}^3/\text{h} = 0,5 \text{ ευρώ/h}$$

Άρα κάθε ώρα λειτουργίας το νερό που χάνεται κοστίζει 0,5 ευρώ.

Άσκηση 7.8 (244)

Μια καλοκαιρινή μέρα μετρήθηκε η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου της ατμόσφαιρας στους 39 °C και η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου 25 °C. Εκείνη την ώρα ο πύργος ψύξης μιας εγκατάστασης ψύχει το νερό του υδρόψυκτου συμπυκνωτή από τους 42 °C στους 37 °C. Να βρείτε Α) την περιοχή ψύξης του πύργου και Β) την προσέγγιση.

Απάντηση: Α) Από τον ορισμό της περιοχής ψύξης γνωρίζουμε ότι είναι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην είσοδο και έξοδο του πύργου ψύξης.

$$\text{Περιοχή ψύξης} = \Theta_{\text{eis}} - \Theta_{\text{ex}} = 42 \text{ °C} - 37 \text{ °C} = 5 \text{ °C}$$

Επομένως η περιοχή ψύξης είναι 5 °C.

Β) Η προσέγγιση είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του νερού στην έξοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου:

$$\text{Προσέγγιση} = \Theta_{\text{ex}} - \Theta_{\text{υ.θ.}} = 37 \text{ °C} - 25 \text{ °C} = 12 \text{ °C}$$

Άρα η προσέγγιση του πύργου ψύξης είναι 12 °C.

Άσκηση 7.9 (245)

Ο πύργος ψύξης μιας ψυκτικής εγκατάστασης ισχύος 200 kW ψύχει το νερό του υδρόψυκτου συμπυκνωτή με διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C. Να βρείτε Α) την παροχή του νερού του πύργου και Β) την παροχή του νερού συμπλήρωσης.

Απάντηση: Α) Από τον γνωστό τύπο 4.3 θα βρούμε την παροχή. Όσον αφορά τις μονάδες, είναι οι κατάλληλες ώστε να βρεθεί η παροχή σε m³/h.

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot 200 \text{ kW} \Rightarrow \dot{V}_{\Pi} = 46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Η ζητούμενη παροχή είναι 46 m³/h.

Β) Για την παροχή του νερού συμπλήρωσης γνωρίζουμε ότι είναι το 3% του νερού στον πύργο ψύξης. Άρα θα έχουμε:

$$\dot{V}_{\sigma} = 3\% \cdot \dot{V}_{\Pi} \Rightarrow \dot{V}_{\sigma} = 3\% \cdot 46 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \dot{V}_{\sigma} = 1,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

Βρέθηκε ότι το νερό συμπλήρωσης στον πύργο ψύξης είναι 1,38 m³/h.

Άσκηση 7.10 (295)

Σε μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα ο θερμοστατικός βολβός έχει πληρωθεί με το ίδιο ψυκτικό με το οποίο λειτουργεί η εγκατάσταση. Εάν δεν έχουμε πτώση πίεσης στον εξατμιστή η θερμοκρασία εξατμίσσης είναι 5 °C και ο βολβός έχει επίσης την ίδια θερμοκρασία των 5 °C να εξηγήσετε: Α) αν θα είναι η βαλβίδα ανοιχτή ή κλειστή και Β) τότε θα ανοίξει η βαλβίδα.

Απάντηση: Α) Αφού η θερμοκρασία εξάτμισης είναι ίδια με τη θερμοκρασία στο βολβό και το ρευστό είναι ίδιο και στα δύο μέρη οι πιέσεις σε αυτά θα είναι ίσες. Άρα στο επάνω μέρος του διαφράγματος υπάρχει μια πίεση που είναι ίση με εκείνη που δίνει το ψυκτικό από κάτω από αυτό. Όμως από κάτω θα υπάρχει και η πίεση του ελατηρίου, άρα γι' αυτό το λόγο η βαλβίδα θα είναι κλειστή, αφού η συνολική πίεση από κάτω θα είναι μεγαλύτερη.

Β) Η βαλβίδα θα ανοίξει όταν η πίεση του βολβού αυξηθεί λίγο παραπάνω από την προηγούμενη συν την πίεση του ελατηρίου, ώστε να σπρώξει προς τα κάτω τη βαλβίδα. Αυτό θα γίνει μετά από ένα εύλογο χρονικό διάστημα αφού τοποθετήσουμε προϊόντα στο χώρο του εξατμιστή, που θα τον ζεστάνουν και θα έχουμε ικανή υπερθέρμανση να αυξήσει την πίεση στο βολβό.

Σημείωση: Αν είχαμε πτώση πίεσης στον εξατμιστή πάλι θα είχαμε την ίδια κατάσταση μόνο που η υπερθέρμανση θα έπρεπε να είναι ακόμα μεγαλύτερη για να ανοίξει η βαλβίδα (βλέπε την επόμενη άσκηση).

Άσκηση 7.11 (295)

Σε μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα ο θερμοστατικός βολβός έχει πληρωθεί με το ίδιο ψυκτικό με το οποίο λειτουργεί η εγκατάσταση. Η θερμοκρασία εξάτμισης και η θερμοκρασία του βολβού υποθέτουμε ότι κάποια στιγμή είναι ίδιες, οπότε η βαλβίδα είναι κλειστή (το εξηγήσαμε στην προηγούμενη άσκηση). Υποθέτουμε ότι στον εξατμιστή δεν έχουμε πτώση πίεσης και η βαλβίδα ανοίγει όταν η υπερθέρμανση φτάσει στους 5 °C. Εάν είχαμε πτώση πίεσης στον εξατμιστή λόγω του διανεμητή και μεγάλου μήκους, η βαλβίδα θα ανοίξει σε μεγαλύτερη, ίδια ή μικρότερη υπερθέρμανση από εκείνη που άνοιγε πριν, και γιατί.

Απάντηση: Αφού έχουμε πτώση πίεσης στον εξατμιστή, στο τέλος του η πίεση θα είναι μικρότερη από την είσοδό του. Μικρότερη πίεση σημαίνει ότι η θερμοκρασία του βολβού θα είναι μικρότερη από την περίπτωση που δεν υπήρχε η πτώση πίεσης. Άρα για να εξισορροπήσει την πίεση του ελατηρίου χρειάζεται ακόμα μεγαλύτερη θερμοκρασία, άρα και μεγαλύτερη υπερθέρμανση.

Σημείωση: Οι ασκήσεις 7.10 και 7.11 απαιτούν ικανότητα στη διατύπωση της απάντησης και γι' αυτό δεν θεωρούνται πιθανές. Μόνο ως ερώτηση σωστού-λάθους ή πολλαπλής επιλογής πιστεύουμε ότι είναι πιθανόν να δοθούν.

Άσκηση 7.12 (303)

Στον συμπυκνωτή μιας εγκατάστασης κλιματισμού η πίεση είναι 16 bar. Η πτώση πίεσης στον συμπυκνωτή λόγω τριβών είναι 0,2 bar. Επειδή η εκτονωτική είναι ψηλότερα από τον συμπυκνωτή έχουμε μια επιπλέον πτώση 0,7 bar. Να βρείτε την πίεση που έχουμε στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας.

Απάντηση: Οι τριβές και η ανύψωση του υγρού στη γραμμή του συμπυκνωτή δημιουργούν μια πτώση πίεσης που μειώνει την πίεση που θα έχει το υγρό φτάνοντας στη βαλβίδα. Θα ισχύει ο τύπος-πρόταση 5.3 σύμφωνα με τον οποίο: η τελική πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση του υγρού στο συμπυκνωτή, μείον την πτώση πίεσης στη γραμμή του υγρού (συμπυκνωτή), μείον την πτώση πίεσης λόγω ανύψωσης (της εκτονωτικής από το συμπυκνωτή). Άρα θα έχουμε:

$$P = 16 \text{ bar} - 0,2 \text{ bar} - 0,7 \text{ bar} = 15,1 \text{ bar}$$

Επομένως η ζητούμενη πίεση στην είσοδο της βαλβίδας θα είναι 15,1 bar.

Άσκηση 7.13 (303)

Στην αναρρόφηση του συμπιεστή μιας εγκατάστασης κλιματισμού η πίεση είναι 3 bar. Η πτώση πίεσης στον εξατμιστή λόγω τριβών και στον διανεμητή του είναι 1,2 bar. Στη γραμμή αναρρόφησης η πτώση πίεσης είναι 0,2 bar. Να βρείτε την πίεση που έχουμε στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας.

Απάντηση: Είναι γνωστή η πρόταση 5.4 για τη ζητούμενη πίεση: Η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση αναρρόφησης του αερίου στην είσοδο του συμπιεστή συν την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (από τον εξατμιστή στο συμπιεστή) συν την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή και τον διανεμητή του. Επομένως θα έχουμε:

$$P = 3 \text{ bar} + 1,2 \text{ bar} + 0,2 \text{ bar} = 4,4 \text{ bar}$$

Επομένως η ζητούμενη πίεση στην έξοδο της βαλβίδας θα είναι 4,4 bar.

Ασκηση 7.14 (304)

Στην είσοδο μιας εκτονωτικής βαλβίδας η πίεση είναι 15,1 bar. Η πίεση που έχουμε στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι 4,4 bar. Να βρείτε τη διαφορά πίεσης στην βαλβίδα.

Απάντηση: Είναι γνωστή η σχέση 5.5 σύμφωνα με την οποία:

Διαφορά πίεσης στην εκτονωτική βαλβίδα = Τελική πίεση στην είσοδο της βαλβίδας - Τελική πίεση στην έξοδο της βαλβίδας

Αρα:

$$\Delta P = 15,1 \text{ bar} - 4,4 \text{ bar} = 10,7 \text{ bar}$$

Επομένως η ζητούμενη διαφορά πίεσης είναι 10,7 bar.

Ασκηση 7.15 (305)

Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ισχύος 50 kW η θερμοκρασία εξάτμισης είναι $-6,66^\circ\text{C}$. Η διαφορά πίεσης στην βαλβίδα είναι 10,7 bar. Να βρείτε την βαλβίδα που είναι καταλληλότερη να χρησιμοποιηθεί, αν θεωρήσουμε ότι το υγρό εισέρχεται στη βαλβίδα με θερμοκρασία $37,8^\circ\text{C}$. Να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα 5-9 της σελίδας 299 του σχολικού βιβλίου που αναφέρεται σε συγκεκριμένο κατασκευαστή.

Απάντηση: Στον πίνακα που θα χρησιμοποιήσουμε, εκείνο που μας λείπει είναι η μετατροπή της πίεσης των 10,7 bar σε πίεση με μονάδες kPa. Αρχικά με πολλαπλασιασμό των bar με τον αριθμό 100.000 θα έχουμε τη μετατροπή σε Pa, και επειδή ένα kPa ισούται με 1000 Pa θα έχουμε:

$$10,7 \text{ bar} \times 100.000 \text{ Pa/bar} = 1.070.000 \text{ Pa} = 1070 \text{ kPa}$$

Από τον πίνακα 5-9 και για θερμοκρασία εξάτμισης $-6,66^\circ\text{C}$ επιλέγουμε την βαλβίδα TCL 1200H η οποία έχει απόδοση 54.498 kW και πτώση πίεσης 1206,625 kPa (ή 12,07 bar).

Η επιλογή έγινε από τις στήλες με θερμοκρασία εξάτμισης $-6,66^\circ\text{C}$, για πτώση πίεσης λίγο μεγαλύτερη από εκείνη που ζητάμε (10,7 bar = 1070 kPa) και για ισχύ πάλι λίγο μεγαλύτερη από την ισχύ που ζητάμε.

Σημείωση: Επειδή στο βιβλίο δεν δίνονται περισσότερες πληροφορίες για τέτοιου είδους ασκήσεις δεν δίνουμε μεγάλη βαρύτητα κι εμείς.

Ασκηση 7.16 (338)

Σε ένα ψυγείο ο εξατμιστής έχει επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας ίση με 2 m^2 . Η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -10°C και ο θάλαμος έχει θερμοκρασία 0°C . Ο συντελεστής K του εξατμιστή είναι ίσος με $6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Να βρείτε την ικανότητά του.

Απάντηση: Η μέση διαφορά θερμοκρασίας του εξατμιστή θα είναι:

$$\Delta\Theta = 0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C}) = 0 + 10 = 10^\circ\text{C}$$

Έχοντας τη $\Delta\Theta = 10^\circ\text{C}$, την επιφάνεια 2 m^2 και τον $K = 6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.1 στο διεθνές σύστημα μονάδων και να βρούμε την ικανότητα σε W. Θα έχουμε:

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ m}^2 \cdot 10^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q} = 120 \text{ W}$$

Αρα η ικανότητα του εξατμιστή είναι 120 W.

Άσκηση 7.17 (343)

Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού η παροχή του αέρα στον εξατμιστή είναι $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ και ο αέρας εισέρχεται με θερμοκρασία 26°C και ψύχεται στους 14°C . Να βρείτε πόση αισθητή θερμότητα απορρόφησε ο εξατμιστής από τον αέρα.

Απάντηση: Ασφαλώς πρόκειται για εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, επομένως θα εφαρμόσουμε τον τύπο 6.2. Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα είναι ίση με:

$$\Delta\Theta = 26^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$$

Έχοντας βρει τη $\Delta\Theta$ και με την παροχή του αέρα σε m^3/h , με χρήση του τύπου 6.2, θα βρεθεί η αισθητή θερμότητα του εξατμιστή σε W. Θα έχουμε:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,34 \cdot 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 12^\circ\text{C} \Rightarrow \dot{Q}_S = 8160 \text{ W}$$

Επομένως η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής είναι 8160 W .

Άσκηση 7.18 (344)

Σε ένα σαλόνι η αισθητή θερμότητα (αισθητό φορτίο) ανέρχεται σε 2000 W ενώ η λανθάνουσα είναι 500 W . Το κλιματιστικό που καλύπτει το χώρο αυτό έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα 14°C στον εξατμιστή του. Να βρείτε: Α) Τον παράγοντα αισθητής θερμότητας του χώρου και Β) Πόση θα είναι η παροχή του αέρα στο κλιματιστικό.

Απάντηση: Α) Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι ο λόγος της αισθητής θερμότητας $\dot{Q}_S$ προς την ολική $\dot{Q}_T$. Στην άσκηση μας δίνεται η αισθητή θερμότητα αλλά όχι η ολική, την οποία πρέπει να βρούμε. Γνωρίζουμε ότι η ολική θερμότητα σε ένα χώρο είναι το άθροισμα αισθητής και λανθάνουσας $\dot{Q}_L$ (τύπος 6.3), οπότε θα έχουμε για την ολική θερμότητα:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \Rightarrow \dot{Q}_T = 2000 \text{ W} + 500 \text{ W} \Rightarrow \dot{Q}_T = 2500 \text{ W}$$

Αφού υπολογίσαμε την ολική θερμότητα ίση με 2500 W θα υπολογίσουμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας από τον τύπο ορισμού της, δηλαδή τον τύπο 6.4:

$$SHR = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow SHR = \frac{2000 \text{ W}}{2500 \text{ W}} \Rightarrow SHR = 0,8$$

Υπολογίσαμε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας ότι είναι $0,8$ (καθαρός αριθμός).

Β) Η παροχή του αέρα στον εξατμιστή θα υπολογιστεί αν λύσουμε τη σχέση 6.2 ως προς $\dot{V}_A$. Η αισθητή θερμότητα είναι σε W οπότε η παροχή θα βρεθεί σε m^3/h . Θα έχουμε:

$$\dot{Q}_S = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{2000 \text{ W}}{0,34 \cdot 14^\circ\text{C}} \Rightarrow \dot{V}_A = 420,17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Επομένως η παροχή της κλιματιστικής συσκευής θα είναι $420,17 \text{ m}^3/\text{h}$.

Άσκηση 7.19 (345)

Στο θάλαμο συντήρησης ενός ψυγείου έχουμε θερμοκρασία 4°C ενώ η θερμοκρασία εξάτμισης στον εξατμιστή είναι -4°C . Η συνολική ικανότητα του εξατμιστή που είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι 3400 W . Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι $0,75$. Να βρείτε την παροχή του αέρα.

Απάντηση: Επειδή εδώ έχουμε ψυγείο και όχι κλιματιστικό, ως διαφορά θερμοκρασίας αέρα στον εξατμιστή θα πάρουμε το μισό της διαφοράς της θερμοκρασίας του θαλάμου και της θερμοκρασίας του εξατμιστή. Είναι ο τύπος 6.6 και θα έχουμε:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\text{θαλ}} - \Theta_{\text{εξ}}) = 0,5 \cdot [4^\circ\text{C} - (-4^\circ\text{C})] = 0,5 \cdot (4^\circ\text{C} + 4^\circ\text{C}) = 4^\circ\text{C}$$

Άρα η $\Delta\Theta$ που θα έχουμε για τη λύση της άσκησης είναι 4°C . Για εξατμιστή που είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχουμε τον τύπο 6.5 και θα λύσουμε ως προς την παροχή

$\dot{V}_A$. Η ολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής είναι σε μονάδες W, και η παροχή θα προκύψει σε m^3/h :

$$\begin{aligned}\dot{Q}_T &= \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{SHR} \Rightarrow \dot{Q}_T \cdot SHR = 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \frac{\dot{Q}_T \cdot SHR}{0,34 \cdot \Delta\Theta} = \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{\dot{Q}_T \cdot SHR}{0,34 \cdot \Delta\Theta} = \dot{V}_A \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{\dot{Q}_T \cdot SHR}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{3400W \cdot 0,75}{0,34 \cdot 4^\circ C} \Rightarrow \dot{V}_A = 1875 m^3/h\end{aligned}$$

Επομένως η ζητούμενη παροχή είναι $1875 m^3/h$.

Σημείωση: Θα μπορούσαμε να μην πάμε κατευθείαν στον τύπο 6.5 αλλά να βρούμε πρώτα την αισθητή θερμότητα $\dot{Q}_S$ από τον τύπο 6.4 και μετά με τον τύπο 6.2 να λύσουμε ως προς $\dot{V}_A$. Θα έχουμε τα εξής:

$$\begin{aligned}SHR &= \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \Rightarrow \dot{Q}_S = SHR \cdot \dot{Q}_T \Rightarrow \dot{Q}_S = 0,75 \cdot 3400W \Rightarrow \dot{Q}_S = 2550W \\ \dot{Q}_S &= 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{\dot{Q}_S}{0,34 \cdot \Delta\Theta} \Rightarrow \dot{V}_A = \frac{2550W}{0,34 \cdot 4^\circ C} \Rightarrow \dot{V}_A = 1875 m^3/h\end{aligned}$$

Βεβαίως βρίσκουμε το ίδιο αποτέλεσμα. Να προτιμάτε να κάνετε καλύτερα με δυο μικρά βήματα τη λύση παρά με ένα μεγάλο τύπο που είναι πιθανόν να ξεχάσετε ή να κάνετε ένα λάθος με τόσα πολλά γράμματα και μεγέθη.

Άσκηση 7.20 (345)

Θέλουμε να επιλέξουμε ένα εξατμιστή ψυγείου, συγκεκριμένου κατασκευαστή από τον πίνακα 6-9 της σελίδας 346. Το ψυγείο θα έχει θερμοκρασία $+4^\circ C$ και ο εξατμιστής που θα έχει θερμοκρασία εξάτμισης $-4^\circ C$, θα έχει ελάχιστη ικανότητα $2000 W$. Η εγκατάσταση θα λειτουργεί με το ψυκτικό μέσο R-22.

Απάντηση: Επειδή έχουμε ψυγείο και όχι κλιματιστικό, η διαφορά θερμοκρασίας αέρα στον εξατμιστή θα είναι το μισό της διαφοράς της θερμοκρασίας του θαλάμου και της θερμοκρασίας του εξατμιστή (τύπος 6.6). Θα έχουμε:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\theta\alpha\lambda} - \Theta_{\epsilon\chi}) = 0,5 \cdot [4^\circ C - (-4^\circ C)] = 0,5 \cdot (4^\circ C + 4^\circ C) = 4^\circ C$$

Άρα η $\Delta\Theta$ που θα έχουμε για την επιλογή του εξατμιστή είναι $4^\circ C$.

Στον πίνακα 6-9 θα επιλέξουμε από την πρώτη στήλη όπου $\Delta\Theta = 4^\circ C$. Θα επιλέξουμε τον εξατμιστή που έχει ισχύ μεγαλύτερη ή ίση με τα $2000 W$ που έχουμε στην άσκηση. Από την στήλη επιλέγουμε τον εξατμιστή EUA-060, ο οποίος έχει ικανότητα $2250 W$.

Άσκηση 7.21 (353)

Ένα ελαιουργείο θέλει να ψύχει λάδι από τους $38^\circ C$ στους $18^\circ C$. Η ποσότητα που πρέπει να ψύχεται είναι 720 κιλά την ώρα. Είναι γνωστό ότι το λάδι έχει θερμοχωρητικότητα $2000 J/(kg \cdot ^\circ C)$. Να βρείτε την ικανότητα που πρέπει να έχει ο εξατμιστής της ψυκτικής εγκατάστασης.

Απάντηση: Αφού πρόκειται για ψύξη υγρού θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.8 (και όχι τον 6.7 που είναι μόνο για νερό). Στον τύπο αυτό η παροχή του υγρού είναι σε μονάδες kg/s , άρα θα μετατρέψουμε τα κιλά ανά ώρα (kg/h) σε αυτές τις μονάδες διαιρώντας με 3600 :

$$\dot{m} = 720 \frac{kg}{h} \Rightarrow \dot{m} = 720 \frac{kg}{3600s} \Rightarrow \dot{m} = 0,2 \frac{kg}{s}$$

Η παροχή του λαδιού θα είναι $0,2 kg/s$. Έτσι τώρα όλα τα μεγέθη είναι στο διεθνές σύστημα μονάδων και θα βρούμε την ικανότητα του εξατμιστή σε W από τον τύπο 6.8:

$$\begin{aligned}\dot{Q} &= C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 2000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,2 \frac{kg}{s} \cdot (38^\circ C - 18^\circ C) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \dot{Q} = 2000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 0,2 \frac{kg}{s} \cdot 20^\circ C \Rightarrow \dot{Q} = 8000 W\end{aligned}$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή θα πρέπει να είναι 8000 W.

Άσκηση 7.22 (354)

Μια εγκατάσταση κλιματισμού ψύχει νερό που έχει παροχή 40 m³/h. Το νερό εισέρχεται στον εξατμιστή με θερμοκρασία 18 °C και ψύχεται στους 14 °C. Να βρείτε την ικανότητα της εγκατάστασης, δηλαδή του εξατμιστή.

Απάντηση: Επειδή πρόκειται για εγκατάσταση που ψύχει νερό θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 6.7, ο οποίος αφορά μόνο νερό. Η παροχή είναι στις μονάδες που πρέπει, ώστε να βρεθεί η απόδοση σε kW. Η διαφορά θερμοκρασίας είναι:

$$\Delta\Theta = 18^\circ C - 14^\circ C = 4^\circ C$$

Επομένως τώρα θα αντικαταστήσουμε στον τύπο 6.7 την παροχή 40 m³/h και την διαφορά θερμοκρασίας 4 °C:

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta \Rightarrow \dot{Q} = 1,16 \cdot 40 \frac{m^3}{h} \cdot 4^\circ C \Rightarrow \dot{Q} = 185,6 kW$$

Επομένως η ικανότητα του εξατμιστή θα είναι 185,6 kW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8. Άλυτες Ασκήσεις

8.1 Ασκήσεις στις Μετατροπές Μονάδων

1. Να μετατρέψετε σε m τα εξής μήκη:
2500 mm
500 mm
60 mm
8 mm
3450 cm
236 cm
54 cm
30 cm
6 cm
0,5 cm
2. Να μετατρέψετε σε cm τα εξής μήκη:
5400 mm
340 mm
20 mm
5 mm
1,2 m
0,54 m
3. Να μετατρέψετε σε m^2 τις εξής επιφάνειες:
 1600 cm^2
 5400 cm^2
 800 cm^2
 100 cm^2
 60 cm^2
 630000 mm^2
 80000 mm^2
 2000 mm^2
4. Να μετατρέψετε σε cm^2 τις εξής επιφάνειες:
 2 m^2
 $0,15\text{ m}^2$
 $0,00200\text{ m}^2$
 50800 mm^2
 420 mm^2
5. Με την απλή μέθοδο των τριών να λύσετε το ακόλουθο πρόβλημα: 5 εργάτες σκάβουν ένα χωράφι που έχει επιφάνεια 2 στρέμματα σε μια μέρα. Σε πόσες μέρες οι ίδιοι εργάτες θα σκάψουν ένα άλλο χωράφι με έκταση 20 στρέμματα; (ΑΠ. 10 μέρες)
6. Με την απλή μέθοδο των τριών να λύσετε το ακόλουθο πρόβλημα: 5 εργάτες σκάβουν ένα χωράφι που έχει επιφάνεια 2 στρέμματα σε μια μέρα. Σε πόσες μέρες 10 εργάτες θα σκάψουν το ίδιο χωράφι; (ΑΠ. 0,5 μέρες)
7. Ένας συμπυκνωτής έχει μετωπική επιφάνεια με μήκος 1,60 m και ύψος 60 cm. Να βρείτε την μετωπική επιφάνεια: Α) σε cm^2 και Β) σε m^2 . (ΑΠ. Α) 9600 cm^2 , Β) $0,96\text{ m}^2$)
8. Ένα αντικείμενο έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου και οι διαστάσεις του είναι 85 επί 150 mm^2 (δηλαδή 85 mm επί 150 mm). Να βρείτε το εμβαδόν του: Α) σε cm^2 και Β) σε m^2 . (ΑΠ. Α) $127,5\text{ cm}^2$, Β) $0,01275\text{ m}^2$)
9. Ένας συμπυκνωτής έχει μετωπική επιφάνεια ίση με $1,2\text{ m}^2$. Το ύψος του είναι 40 cm. Να βρείτε το μήκος του. (ΑΠ. 3 m)

10. Ένας συμπακνωτής έχει μετωπική επιφάνεια ίση με $0,6 \text{ m}^2$. Το μήκος του είναι ένα μέτρο. Να βρείτε το ύψος του. (ΑΠ. 60 cm)
11. Μια δεξαμενή γνωρίζουμε ότι έχει όγκο 2 κυβικά μέτρα. Πόσα λίτρα νερό χωρά; (ΑΠ. 2000 λίτρα)
12. Μια δεξαμενή έχει όγκο 2,6 κυβικά μέτρα. Βάλαμε σε αυτήν 1700 λίτρα νερό. Πόσα κυβικά μέτρα νερό χωρά ακόμα; (ΑΠ. $0,9 \text{ m}^3$)
13. Πόσα κυβικά μέτρα είναι τα 1550 λίτρα; (ΑΠ. $1,55 \text{ m}^3$)
14. Πόσα κυβικά μέτρα είναι τα 880 λίτρα; (ΑΠ. $0,88 \text{ m}^3$)
15. Πόσες ώρες είναι τα 420 πρώτα λεπτά; (ΑΠ. 7 ώρες)
16. Πόσες ώρες είναι τα 72000 δευτερόλεπτα; (ΑΠ. 20 ώρες)
17. Από ένα σωλήνα περνούν 720 κιλά νερού κάθε ώρα. Πόσα κιλά περνούν το δευτερόλεπτο; (ΑΠ. $0,2 \text{ kg/s}$)
18. Οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι η παροχή ενός ποταμού είναι 150.000 kg/s (= 150 τόνοι το δευτερόλεπτο). Να βρείτε πόσα κιλά περνούν σε μια ώρα. (ΑΠ. $540.000.000 \text{ kg/h}$ ή 540.000 τόνοι νερού την ώρα)
19. Από ένα σωλήνα περνούν 180 kg/h . Να μετατρέψετε αυτή την παροχή σε μονάδες kg/s . (ΑΠ. $0,05 \text{ kg/s}$)
20. Να γίνουν οι παρακάτω μετατροπές:
 360 Lit/h σε m^3/h και σε m^3/s
 7200 Lit/h σε m^3/h και σε m^3/s
 2700 Lit/h σε m^3/h και σε m^3/s
 $540 \text{ m}^3/\text{h}$ σε Lit/h και σε m^3/s
 $1332 \text{ m}^3/\text{h}$ σε Lit/h και σε m^3/s
 $50,4 \text{ m}^3/\text{h}$ σε Lit/h και σε m^3/s
 $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ σε m^3/h και σε Lit/h
 $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ σε m^3/h και σε Lit/h
 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ σε m^3/h και σε Lit/h
21. Να γίνουν οι παρακάτω μετατροπές:
 2000 W σε kW
 800 W σε kW
 50 W σε kW
 5420 W σε kW
 84000 W σε kW
 5 kW σε W
 45 kW σε W
 $12,5 \text{ kW}$ σε W
 $0,5 \text{ kW}$ σε W
 $0,080 \text{ kW}$ σε W

8.2 Ασκήσεις στους Συμπακνωτές

22. Σε ένα αερόψυκτο συμπακνωτή με μετωπική επιφάνεια 1 m^2 η ταχύτητα που δίνει ο ανεμιστήρας στον αέρα είναι 4 m/s . Ποια είναι η παροχή στο στοιχείο; (ΑΠ. $4 \text{ m}^3/\text{s}$)
23. Ένας αερόψυκτος συμπακνωτής έχει μετωπική επιφάνεια 25000 cm^2 . Η ταχύτητα που δίνει ο ανεμιστήρας στον αέρα είναι 3 m/s . Ποια είναι η παροχή του αέρα στο στοιχείο; (ΑΠ. $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$)
24. Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα συμπακνωτή και θα χρησιμοποιηθούν δυο ανεμιστήρες που ο καθένας τους θα έχει παροχή αέρα $5400 \text{ m}^3/\text{h}$ με ταχύτητα 5 m/s . Να βρείτε την μετωπική επιφάνεια που θα έχει ο συμπακνωτής. (ΑΠ. $0,6 \text{ m}^2$)
25. Η ταχύτητα του αέρα σε ένα αερόψυκτο συμπακνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι 4 m/s και η μετωπική του επιφάνεια έχει διαστάσεις 80 εκατοστά επί 50 εκατοστά. Να βρείτε την παροχή του αέρα. (ΑΠ. $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$)

26. Η παροχή του αέρα σε ένα συμπυκνωτή είναι $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ και η μετωπική επιφάνεια που έχει είναι 2 μέτρα επί 45 εκατοστά. Να βρείτε την ταχύτητα του αέρα. (ΑΠ. 4 m/s)
27. Θα κατασκευάσουμε ένα συμπυκνωτή και θα τοποθετήσουμε σε αυτόν δύο ανεμιστήρες που ο καθένας τους θα έχει παροχή αέρα $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ με ταχύτητα 4 m/s . Να βρείτε το μήκος της μετωπικής επιφάνειας που θα έχει ο συμπυκνωτής, αν το ύψος του είναι $0,5 \text{ m}$. (ΑΠ. 1 m)
28. Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα στην είσοδο και στην έξοδό του ίση με 5°C και η παροχή του είναι $8000 \text{ m}^3/\text{h}$. Να βρεθεί η απόδοση του συμπυκνωτή. (ΑΠ. $13,6 \text{ kW}$)
29. Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει μετωπική επιφάνεια $1,6 \text{ m}^2$ και ο αέρας διέρχεται από αυτόν με ταχύτητα ίση με 3 m/s . Να βρείτε: Α) Την παροχή του αέρα. Β) Την ικανότητα του συμπυκνωτή, αν ο αέρας περνώντας από αυτόν αυξάνει τη θερμοκρασία του κατά 5°C . (ΑΠ. Α) $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$, Β) 29.376 W)
30. Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα στην είσοδο και στην έξοδό του ίση με 5°C , ενώ η απόδοσή του είναι $11,9 \text{ kW}$. Να βρεθεί η παροχή του αέρα στο συμπυκνωτή. (ΑΠ. $7000 \text{ m}^3/\text{h}$)
31. Ένας συμπυκνωτής έχει διαστάσεις $180 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$. Η ταχύτητα του αέρα των ανεμιστήρων του είναι 4 m/s . Η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο του στοιχείου είναι 25°C , ενώ στο χώρο είναι 20°C . Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή. (ΑΠ. 44.064 W)
32. Θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή ενός ψυγείου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα με ανεμιστήρα παροχής $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Το ψυγείο θα δουλεύει σε χώρο με θερμοκρασία 28°C . Αν ο αέρας εξέρχεται από τον συμπυκνωτή με θερμοκρασία 33°C να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή. (ΑΠ. 1224 W)
33. Θα κατασκευάσουμε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή ικανότητας 19.584 W που θα δουλεύει με ανύψωση θερμοκρασίας αέρα 8°C . Α) Τι παροχή πρέπει να έχει ο ανεμιστήρας που θα επιλέξουμε; Β) Αν ο αέρας του ανεμιστήρα έχει ταχύτητα 4 m/s , ποια πρέπει να είναι η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή; (ΑΠ. Α) $7200 \text{ m}^3/\text{h}$, Β) $0,5 \text{ m}^2$)
34. Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει παροχή αέρα ίση με $3200 \text{ m}^3/\text{h}$. Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο και την είσοδο του στοιχείου είναι 4°C . Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή. (ΑΠ. 4352 W)
35. Ένας συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει ικανότητα 6800 W και παροχή αέρα ίση με $4000 \text{ m}^3/\text{h}$. Να βρείτε την διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στην έξοδο και την είσοδο του στοιχείου. (ΑΠ. 5°C)
36. Ένας αερόψυκτος συμπυκνωτής έχει απόδοση $8,5 \text{ kW}$. Η θερμοκρασία του χώρου που λειτουργεί είναι 20°C και η παροχή του αέρα του ανεμιστήρα είναι $5000 \text{ m}^3/\text{h}$. Με ποια θερμοκρασία εξέρχεται από τον συμπυκνωτή ο αέρας; (ΑΠ. 25°C)
37. Ένας ανεμιστήρας θα χρησιμοποιηθεί σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος $3,4 \text{ kW}$ και μετωπικής επιφάνειας $0,20 \text{ m}^2$, που εργάζεται με διαφορά θερμοκρασίας 4°C . Να βρείτε τα απαραίτητα στοιχεία για την αγορά του ανεμιστήρα, τα οποία είναι: Α) η παροχή του και Β) η ταχύτητα του αέρα σε αυτόν. (ΑΠ. Α) $2500 \text{ m}^3/\text{h}$, Β) περίπου $3,5 \text{ m/s} - 3,47222 \text{ m/s}$)
38. Ο συμπυκνωτής ενός ψυγείου θα τοποθετηθεί σε χώρο που επιτρέπει μέγιστο ύψος σε αυτόν 43 εκατοστά. Ο συμπυκνωτής θα έχει ανεμιστήρες που δίνουν ταχύτητα 5 m/s και πρέπει να έχουν παροχή $9000 \text{ m}^3/\text{h}$. Να προτείνετε ποιες διαστάσεις πρέπει να έχει ο συμπυκνωτής. (ΑΠ. $1,25 \times 0,40 \text{ m}^2$)
39. Ένας συμπυκνωτής έχει διαστάσεις $1,5 \times 0,45 \text{ m}^2$ και η ταχύτητα του αέρα που τον ψύχει πρέπει να είναι 4 m/s . Α) Πόσους ανεμιστήρες νομίζετε ότι πρέπει να έχει ο συμπυκνωτής; Β) Πόση παροχή πρέπει να έχει ο κάθε ένας ανεμιστήρας που

- χρησιμοποιείται σε αυτόν; (ΑΠ. Α) 3, λόγω του σχήματος της μετωπικής επιφάνειας, Β) $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$)
40. Ένας συμπιεστής έχει ισχύ 5 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του εξατμιστή και πόση του συμπυκνωτή; (ΑΠ. 15 kW)
41. Ένας εξατμιστής έχει ισχύ 24 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του συμπιεστή και πόση του συμπυκνωτή; (ΑΠ. 8 kW)
42. Ένας συμπυκνωτής έχει ισχύ 50 kW. Πόση περίπου θα είναι η ισχύς του εξατμιστή και πόση του συμπιεστή; (ΑΠ. Α) 37,5 kW, Β) 12,5 kW)
43. Ποια είναι η παροχή του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 30 kW, αν η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού εισόδου-εξόδου από το συμπυκνωτή είναι $5,5^\circ\text{C}$; (ΑΠ. 4680 Lit/h)
44. Ένας συμπυκνωτής έχει ικανότητα 30 kW και λειτουργεί με νερό που έχει διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου ίση με 5°C . Α) Να βρείτε ποια παροχή νερού πρέπει να έχει. Β) Πόση περίπου υπολογίζετε την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης; (ΑΠ. Α) 5148 Lit/h, Β) 22,5 kW)
45. Η παροχή νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή είναι 3432 Lit/h και η διαφορά θερμοκρασίας του νερού εισόδου-εξόδου από το συμπυκνωτή είναι $5,5^\circ\text{C}$. Πόση θα είναι η ικανότητα του συμπυκνωτή; (ΑΠ. 22 kW)
46. Ποια είναι η παροχή του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 35 kW, αν η θερμοκρασιακή διαφορά εισόδου-εξόδου του νερού από το συμπυκνωτή είναι 7°C ; (ΑΠ. 4290 Lit/h)
47. Μια εγκατάσταση έχει ψυκτική ικανότητα 50 kW. Να βρεθεί η αναγκαία παροχή νερού αν η διαφορά θερμοκρασίας του είναι $5,5^\circ\text{C}$. (ΑΠ. 10.400 Lit/h)
48. Μια εγκατάσταση έχει ψυκτική ικανότητα 42 kW και έχει υδρόψυκτο συμπυκνωτή που η διαφορά θερμοκρασίας του νερού εισόδου-εξόδου είναι $5,5^\circ\text{C}$. Α) Να βρείτε κατά προσέγγιση την παροχή του νερού στον συμπυκνωτή. Β) Πόση περίπου θα είναι η ικανότητα του συμπιεστή της μονάδας; (ΑΠ. Α) 8736 Lit/h, Β) 14 kW)
49. Η παροχή του νερού σε ένα συμπυκνωτή είναι 5720 Lit/h, και η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού 6°C . Πόση θα είναι η ικανότητά του; (ΑΠ. 40 kW)
50. Έχουμε ένα ψυκτικό συγκρότημα με υδρόψυκτο συμπυκνωτή και η ισχύς του συμπιεστή είναι 10 kW ενώ η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού του συμπυκνωτή είναι $5,5^\circ\text{C}$. Α) Να βρείτε κατά προσέγγιση την ικανότητα του συμπυκνωτή. Β) Να βρείτε κατά προσέγγιση την παροχή του νερού στον συμπυκνωτή. (ΑΠ. Α) 40 kW, Β) 6240 Lit/h)
51. Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής λειτουργεί με διαφορά θερμοκρασίας νερού 5°C και έχει παροχή 2145 Lit/h. Να βρείτε την ικανότητα που έχει ο συμπυκνωτής. (ΑΠ. 12,5 kW)
52. Θα κατασκευάσουμε υδρόψυκτο συμπυκνωτή με ικανότητα 100 kW και διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου νερού $5,5^\circ\text{C}$. Α) Πόση θα είναι η παροχή του νερού ψύξης; Β) Αν θέλουμε να μειώσουμε την παροχή του νερού σε 14.300 Lit/h, χωρίς να αλλάξει η ικανότητα του συμπυκνωτή, ποια θα πρέπει να είναι η νέα διαφορά θερμοκρασίας εξόδου – εισόδου του νερού; (ΑΠ. Α) 15.600 Lit/h, Β) 6°C)
53. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ο συμπιεστής έχει ισχύ 8 kW. Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής, δουλεύει με διαφορά θερμοκρασίας νερού $5,5^\circ\text{C}$ και η παροχή του νερού είναι 4368 Lit/h. Α) Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή. Β) ποια θα είναι η ικανότητα του εξατμιστή της εγκατάστασης; (ΑΠ. Α) 28 kW, Β) 20 kW)
54. Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής έχει ικανότητα 30 kW. Η παροχή του νερού ψύξης είναι 4290 Lit/h. Να βρείτε ποια θα είναι η διαφορά θερμοκρασία του νερού ψύξης. (ΑΠ. 6°C)
55. Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής, λειτουργεί με διαφορά θερμοκρασίας νερού ψύξης $5,5^\circ\text{C}$ και η απόδοσή του είναι 55 kW. Α) Να βρείτε την παροχή του νερού ψύξης. Β)

- Τροφοδοτούμε τον συμπυκνωτή με νερό ίδιας παροχής αλλά με διαφορά θερμοκρασίας 7°C . Προφανώς η απόδοσή του θα αλλάξει. Πόσο θα είναι η νέα απόδοσή του; Γ) Εάν δεν θέλαμε να αλλάξει η απόδοσή του, πόση έπρεπε να είναι η νέα παροχή; ; (ΑΠ. Α) 8580 Lit/h, Β) 70 kW, Γ) 6741,4 Lit/h)
56. Ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής έχει απόδοση 60 kW. Πόσο νερό χάνεται κατά τη λειτουργία του κάθε ώρα; (ΑΠ. 300 Lit/h)
57. Σε ένα εξατμιστικό συμπυκνωτή χάνονται κατά τη λειτουργία του κάθε ώρα 100 λίτρα νερό. Πόσο εκτιμάται ότι θα είναι η απόδοσή του; (ΑΠ. 20 kW)
58. Το κόστος ενός κυβικού μέτρου νερού είναι 0.9 ευρώ. Να βρείτε τα ημερήσια έξοδα σε νερό ενός εξατμιστικού συμπυκνωτή ικανότητας 80 kW, που δουλεύει 15 ώρες την ημέρα. (ΑΠ. 5,40 ευρώ)
59. Η ισχύς μιας ψυκτικής εγκατάστασης είναι 45 kW. Ο συμπυκνωτής είναι εξατμιστικού τύπου. Να υπολογίσετε πόσο νερό περίπου χάνεται σε αυτόν. (ΑΠ. 300 Lit/h)

8.3 Ασκήσεις στους Πύργους Ψύξης

Όλοι οι πύργοι ψύξης στις ασκήσεις που ακολουθούν είναι οι λεγόμενοι τυπικοί, δηλαδή η ικανότητά τους υπολογίζεται για τις τυπικές συνθήκες εξωτερικού αέρα και διαφορά θερμοκρασίας του νερού εισόδου-εξόδου ίσης με $5,5^{\circ}\text{C}$.

60. Σε ένα πύργο ψύξης το νερό εισέρχεται με θερμοκρασία 30°C και εξέρχεται από αυτόν με $25,5^{\circ}\text{C}$. Ποια είναι η περιοχή ψύξης του πύργου; (ΑΠ. $4,5^{\circ}\text{C}$)
61. Ένας πύργος ψύξης έχει περιοχή ψύξης 6°C . Το νερό εισέρχεται σε αυτόν με θερμοκρασία 32°C . Να βρείτε με τι θερμοκρασία εξέρχεται από τον πύργο. (ΑΠ. 26°C)
62. Ένας πύργος ψύξης έχει περιοχή ψύξης $5,5^{\circ}\text{C}$. Το νερό εξέρχεται από αυτόν με θερμοκρασία 25°C . Να βρείτε με τι θερμοκρασία εισέρχεται στον πύργο. (ΑΠ. $30,5^{\circ}\text{C}$)
63. Ένας πύργος ψύξης βρίσκεται στην ταράτσα ενός κτηρίου. Μια μέρα η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι 37°C και η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι 25°C . Να βρείτε την προσέγγιση στον πύργο αν το νερό βγαίνει από αυτόν με θερμοκρασία 30°C . (ΑΠ. 5°C)
64. Η προσέγγιση σε ένα πύργο ψύξης είναι 7°C και η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι 23°C . Να βρείτε τη θερμοκρασία με την οποία το νερό βγαίνει από τον πύργο ψύξης. (ΑΠ. 30°C)
65. Η προσέγγιση σε ένα πύργο ψύξης είναι 9°C , η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου είναι 27°C και το νερό εισέρχεται στον πύργο ψύξης με θερμοκρασία 41°C . Να βρείτε την περιοχή ψύξης του πύργου ψύξης. (ΑΠ. 5°C)
66. Ένας πύργος ψύξης λειτουργεί σε ένα μέρος με θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 39°C και θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου 25°C . Το νερό έρχεται σε αυτόν σε θερμοκρασία 40°C και εξέρχεται 34°C . Να βρεθούν: Α) η περιοχή ψύξης του πύργου και Β) η προσέγγιση. (ΑΠ. Α) 6°C , Β) 9°C)
67. Ένας πύργος ψύξης λειτουργεί σε μια εγκατάσταση ψυκτικής ικανότητας 60 kW. Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν. (ΑΠ. $13,8\text{ m}^3/\text{h}$)
68. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ο συμπιεστής έχει ισχύ ίση με 15 kW. Να βρείτε πόση περίπου θα είναι η παροχή του νερού στον (τυπικό) πύργο ψύξης της εγκατάστασης. (ΑΠ. $10,35\text{ m}^3/\text{h}$)
69. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ο συμπυκνωτής έχει ισχύ ίση με 40 kW. Να βρείτε Α) Πόση περίπου θα είναι η ισχύς της ψυκτικής εγκατάστασης και Β) Πόση περίπου θα είναι η παροχή του νερού στον (τυπικό) πύργο ψύξης της εγκατάστασης. (ΑΠ. Α) 30 kW, Β) $6,9\text{ m}^3/\text{h}$)
70. Ο (τυπικός) πύργος ψύξης μιας ψυκτικής εγκατάστασης τροφοδοτείται με νερό παροχής $4,6\text{ m}^3/\text{h}$. Πόση θα είναι η ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης; (ΑΠ. 20 kW)

71. Ένας (τυπικός) πύργος ψύξης λειτουργεί σε μια εγκατάσταση ψυκτικής ικανότητας 50 kW. Α) Να βρεθεί πόση θα είναι η παροχή του νερού σε αυτόν. Β) Πόσο είναι το νερό συμπλήρωσης στον πύργο; (ΑΠ. Α) 11,5 m³/h, Β) 0,345 m³/h ή 345 Lit/h)
72. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση η ισχύς της είναι 80 kW. Πόσο θα είναι το νερό συμπλήρωσης στον (τυπικό) πύργο ψύξης της εγκατάστασης. (ΑΠ. 0,552 m³/h)
73. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ο συμπιεστής έχει ισχύ 20 kW. Πόσο περίπου θα είναι το νερό συμπλήρωσης στον (τυπικό) πύργο ψύξης της εγκατάστασης. (ΑΠ. 0,414 m³/h)
74. Το νερό συμπλήρωσης σε ένα (τυπικό) πύργο ψύξης είναι 0,4968 m³/h. Α) Να βρείτε την παροχή του νερού σε αυτόν. Β) Να βρείτε την ψυκτική ισχύ της εγκατάστασης. (ΑΠ. Α) 16,56 m³/h, Β) 72 kW)

8.4 Εκτονωτικές Διατάξεις

75. Ένας τριχοειδής σωλήνας οικιακού ψυγείου έχει μήκος 3 m και εσωτερική διάμετρο 1,2 mm. Δημιουργεί πτώση πίεσης ίση με 12 bar. Αν χρησιμοποιήσουμε τριχοειδή σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 1 mm για τον οποίο γνωρίζουμε ότι έχει πτώση πίεσης 6 bar περίπου ανά μέτρο πόσα μέτρα από αυτόν θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε; (ΑΠ. περίπου 2 m)
76. Στην έξοδο ενός εξατμιστή η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι -12 °C, ενώ η θερμοκρασία ατμοποίησης είναι -30 °C. Να υπολογίσετε την υπερθέρμανση του εξατμιστή. (ΑΠ. 18 °C)
77. Στην έξοδο ενός εξατμιστή η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι 2 °C, ενώ η θερμοκρασία ατμοποίησης είναι -9 °C. Να υπολογίσετε την υπερθέρμανση του εξατμιστή. (ΑΠ. 11 °C)
78. Η θερμοκρασία ατμοποίησης σε εξατμιστή είναι -2 °C. Στην έξοδό του η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι 15 °C. Να υπολογίσετε την υπερθέρμανση του εξατμιστή. (ΑΠ. 17 °C)
79. Η υπερθέρμανση σε ένα εξατμιστή έχει προσδιοριστεί στους 14 °C. Αν η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -24 °C, να βρείτε την θερμοκρασία με την οποία το ψυκτικό εξέρχεται από τον εξατμιστή. (ΑΠ. -10 °C)
80. Η υπερθέρμανση σε ένα εξατμιστή είναι 12 °C. Αν η θερμοκρασία στην έξοδο του εξατμιστή είναι -4 °C, να βρείτε την θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού. (ΑΠ. -16 °C)
81. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση η πίεση στην είσοδο του εξατμιστή είναι 3 bar και στο πάνω μέρος του διαφράγματος της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι 3,9 bar. Πόση θα είναι η πίεση του ελατηρίου στο διάφραγμα της βαλβίδας, αν θεωρήσουμε ότι η εγκατάσταση εργάζεται κανονικά (χωρίς αλλαγές στο φορτίο της); (ΑΠ. 0,9 bar)
82. Η πίεση στον εξατμιστή μιας ψυκτικής εγκατάστασης είναι 4 bar και το ελατήριο έχει ρυθμιστεί να πιέζει το διάφραγμα της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας με πίεση 1,5 bar. Ποια θα είναι η πίεση που ασκεί ο θερμοστατικός βολβός στο διάφραγμα αν θεωρήσουμε ότι η βαλβίδα είναι σε κατάσταση σταθερής λειτουργίας; (ΑΠ. 5,5 bar)
83. Σε μια θερμοστατική βαλβίδα ο βολβός ασκεί πίεση στο διάφραγμα ίση με 4,6 bar. Η πίεση στην αρχή του εξατμιστή είναι 3,5 bar ενώ το ελατήριο ασκεί πίεση ίση με 0,8 bar. Να πείτε αν η βαλβίδα είναι κλειστή ή ανοιχτή και γιατί. (ΑΠ. Ανοιχτή γιατί 4,6 > 3,5 + 0,8)
84. Σε μια θερμοστατική βαλβίδα ο βολβός ασκεί πίεση στο διάφραγμα ίση με 4 bar. Η πίεση στην αρχή του εξατμιστή είναι 3,1 bar ενώ το ελατήριο ασκεί πίεση ίση με 1,2 bar. Να πείτε αν η βαλβίδα είναι κλειστή ή ανοιχτή και γιατί. (ΑΠ. Κλειστή γιατί 4 < 3,1 + 1,2)
85. Η πίεση του ψυκτικού στην είσοδο μιας θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι 12,5 bar, ενώ στην έξοδό της είναι 2,7 bar. Να βρείτε τη διαφορά πιέσεων εισόδου-εξόδου στη βαλβίδα. (ΑΠ. 9,8 bar)

86. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας, όταν γνωρίζουμε ότι: Η πίεση του ψυκτικού στην αναρρόφηση του συμπιεστή είναι 3,2 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών στη γραμμή αναρρόφησης του συμπιεστή είναι 0,15 bar. Η πτώση πίεσης μέσα στον εξατμιστή είναι 0,7 bar. (ΑΠ. 4,05 bar)
87. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας, όταν γνωρίζουμε ότι: Η πίεση του ψυκτικού στη αρχή της συμπύκνωσης είναι 14 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών μέχρι το ψυκτικό να φτάσει στην εκτονωτική βαλβίδα είναι 0,65 bar και λόγω ανύψωσης 0,2 bar. (ΑΠ. 13,15 bar)
88. Να υπολογίσετε την πίεση του ψυκτικού στην αναρρόφηση του συμπιεστή όταν είναι γνωστά: Η πίεση του ψυκτικού στην έξοδο της εκτονωτικής 3,6 bar. Η πτώση πίεσης λόγω τριβών μέχρι το ψυκτικό αέριο να φτάσει στον συμπιεστή είναι 0,3 bar και η πτώση πίεσης μέσα στον εξατμιστή είναι 0,6 bar. (ΑΠ. 2,7 bar)

8.5 Εξατμιστές

89. Ένας εξατμιστής φυσικής κυκλοφορίας αέρα έχει συνολική επιφάνεια εναλλαγής ίση με $1,8 \text{ m}^2$ και η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα είναι 10°C . Αν ο συντελεστής K που δίνει ο κατασκευαστής γι' αυτό τον εξατμιστή είναι ίσος με $5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$, να βρείτε την απόδοση του εξατμιστή. (ΑΠ. 90 W)
90. Ένας εξατμιστής φυσικής κυκλοφορίας αέρα έχει συνολική επιφάνεια εναλλαγής ίση με $1,2 \text{ m}^2$ και η θερμοκρασία ατμοποίησης είναι -15°C και η θερμοκρασία του αέρα είναι -6°C . Ο συντελεστής K που δίνει ο κατασκευαστής γι' αυτό τον εξατμιστή είναι ίσος με $6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$. Να βρείτε την απόδοση του εξατμιστή. (ΑΠ. 64,8 W)
91. Ένας εξατμιστής φυσικής κυκλοφορίας αέρα έχει απόδοση 100 W και η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα είναι 8°C . Αν ο συντελεστής K που δίνει ο κατασκευαστής γι' αυτό τον εξατμιστή είναι ίσος με $5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$, να βρείτε τη συνολική επιφάνεια εναλλαγής. (ΑΠ. $2,5 \text{ m}^2$)
92. Ένας εξατμιστής φυσικής κυκλοφορίας αέρα έχει απόδοση 140 W και έχει συνολική επιφάνεια εναλλαγής ίση με $2,8 \text{ m}^2$. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα είναι 10°C . Να βρείτε το συντελεστή K του κατασκευαστή γι' αυτό τον εξατμιστή. (ΑΠ. $5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$)
93. Ένας εξατμιστής φυσικής κυκλοφορίας αέρα έχει απόδοση 90 W, συνολική επιφάνεια εναλλαγής ίση με $1,8 \text{ m}^2$ και η θερμοκρασία του αέρα σε αυτόν είναι -5°C . Ο συντελεστής K που δίνει ο κατασκευαστής γι' αυτό τον εξατμιστή είναι ίσος με $5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$. Να βρείτε η θερμοκρασία ατμοποίησης. (ΑΠ. -15°C)
94. Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ένας εξατμιστής είναι ίση με 9000 W ενώ λανθάνουσα θερμότητα είναι 3000 W. Α) Ποιά είναι η ολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής; Β) Ποιος είναι ο παράγοντας αισθητής θερμότητας; (ΑΠ. Α) 12.000 W, Β) 0,75)
95. Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι 0,8 και γνωρίζουμε ότι το ολικό φορτίο είναι 110.000 W. Να βρείτε: Α) την αισθητή θερμότητα και Β) την λανθάνουσα θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής της εγκατάστασης. (ΑΠ. Α) 88.000 W, Β) 22.000 W)
96. Η ολική θερμότητα που απορροφά ένας εξατμιστής είναι ίση με 90.000 W ενώ λανθάνουσα θερμότητα είναι 13.500 W. Α) Ποιά είναι η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής; Β) Ποιος είναι ο παράγοντας αισθητής θερμότητας; (ΑΠ. Α) 76.500 W, Β) 0,85)
97. Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού η παροχή του αέρα στον εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ ενώ η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου σε αυτόν είναι 12°C . Να βρείτε την αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. (ΑΠ. 10.200 W)

98. Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι 51.000 W. Η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα είναι 15 °C. Να βρείτε την παροχή του αέρα στον εξατμιστή. (ΑΠ. 10.000 m³/h)
99. Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού που η ολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής είναι 17.000 W, η παροχή του αέρα στον εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι 4000 m³/h ενώ η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου σε αυτόν είναι 10 °C. Α) Να βρείτε την αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. Β) Να βρείτε τη λανθάνουσα θερμότητα της εγκατάστασης. Γ) Ποιος είναι ο παράγοντας αισθητής θερμότητας; (ΑΠ. Α) 13.600 W, Β) 3400 W, Γ) 0,8)
100. Σε ένα κλιματιζόμενο χώρο ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι ίσος με 0,9. Η παροχή του αέρα στον εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα της εγκατάστασης είναι 9000 m³/h ενώ η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα στον εξατμιστή είναι 9 °C. Α) Υπάρχει λανθάνουσα θερμότητα στο χώρο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. Β) Να υπολογίσετε την ολική θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. Γ) Να υπολογίσετε τη λανθάνουσα θερμότητα. (ΑΠ. Α) Ναι, Β) 30.600 W, Γ) 3060 W)
101. Σε ένα ψυγείο η θερμοκρασία ατμοποίησης είναι -12 °C. Η θερμοκρασία στο θάλαμο είναι -4 °C. Ο ανεμιστήρας στον εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχει παροχή 2000 m³/h. Να βρείτε την αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής. (ΑΠ. 2720 W)
102. Η θερμοκρασία εξάτμισης σε ένα επαγγελματικό ψυγείο είναι -26 °C και η θερμοκρασία στο θάλαμο -16 °C. Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι 3400 W και η λανθάνουσα 600 W. Α) Να βρείτε την παροχή του ανεμιστήρα. Β) να βρείτε τον παράγοντα αισθητής θερμότητας. (ΑΠ. Α) 2000 m³/h, Β) 0,85)
103. Σε ένα ψυγείο η θερμοκρασία του θαλάμου είναι -6 °C. Ο ανεμιστήρας του εξατμιστή, που είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, έχει παροχή 600 m³/h. ο εξατμιστής έχει ικανότητα 1020 W. Αν υποθέσουμε ότι δεν υπάρχουν λανθάνοντα φορτία να βρείτε τη θερμοκρασία ατμοποίησης. (ΑΠ. -16 °C)
104. Ένας εξατμιστής ψύχει νερό από τη θερμοκρασία των 22 °C στους 15 °C. Η παροχή του νερού είναι 6 m³/h. Να βρεθεί η ικανότητα του εξατμιστή. (ΑΠ. 48,72 kW)
105. Ένας εξατμιστής ισχύος 58 kW ψύχει νερό στους 14 °C. Η παροχή του νερού είναι 5 m³/h. Να βρείτε τη θερμοκρασία με την οποία το νερό πηγαίνει στον εξατμιστή. (ΑΠ. 24 °C)
106. Ένας εξατμιστής ισχύος 29 kW ψύχει νερό από τους 21 °C στους 16 °C. Να βρείτε την παροχή του νερού. (ΑΠ. 5 m³/h)
107. Μια βιομηχανία γάλακτος ψύχει γάλα με ένα εξατμιστή από τη θερμοκρασία των 22 °C στους 7 °C. Το γάλα που ψύχεται είναι 360 κιλά την ώρα. Η θερμοχωρητικότητα του γάλακτος είναι 3900 J/(kg·°C). Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή. (ΑΠ. 5850 W)
108. Μια βιομηχανία γάλακτος θέλει να ψύχει γάλα από τη θερμοκρασία των 20 °C στους 5 °C με ένα εξατμιστή που διαθέτει και έχει ικανότητα 58,5 kW. Η θερμοχωρητικότητα του γάλακτος είναι 3900 J/(kg·°C). Να βρείτε την ποσότητα του γάλακτος που μπορεί να ψύχει σε μια ώρα ο εξατμιστής αυτός. (ΑΠ. 3600 κιλά την ώρα)
109. Μια βιομηχανία γάλακτος ψύχει γάλα από τη θερμοκρασία των 22 °C στους 10 °C με ένα εξατμιστή που έχει ικανότητα 23,4 kW. Η θερμοχωρητικότητα του γάλακτος είναι 3900 J/(kg·°C). Να βρείτε την ποσότητα του γάλακτος που μπορεί να ψύχει σε μια ώρα ο εξατμιστής αυτός. (ΑΠ. 1800 κιλά την ώρα)
110. Ένας εξατμιστής ισχύος 15,6 kW ψύχει γάλα στους 4 °C. Η παροχή του γάλακτος είναι 0,4 m³/s. Να βρείτε τη θερμοκρασία με την οποία το γάλα πηγαίνει στον εξατμιστή. Η θερμοχωρητικότητα του γάλακτος είναι 3900 J/(kg·°C). (ΑΠ. 14 °C)

111. Ένας εξατμιστής ψύχει λάδι από τη θερμοκρασία των $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ στους $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η παροχή του λαδιού είναι $0,5\text{ kg/s}$. Η θερμοχωρητικότητα του λαδιού είναι ίση με $2000\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$. Α) Να βρείτε την ικανότητα του εξατμιστή. Β) Αν ένας εξατμιστής αντί για το λάδι έψυχε νερό με την ίδια θερμοκρασιακή διαφορά (από τους $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ στους $18\text{ }^{\circ}\text{C}$) και ίδιας παροχής, $0,5\text{ kg/s}$, να βρείτε την ικανότητα που έπρεπε να έχει. Γ) Που νομίζετε ότι οφείλεται η διαφορά στην ικανότητα του εξατμιστή που βρήκατε; Η θερμοχωρητικότητα του νερού είναι ίση με $4180\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$. (ΑΠ. Α) 6000 W , Β) 12.528 W (ή 12.540 W αν λύσετε με τον τύπο 6.8), Γ) στην διαφορά στην θερμοχωρητικότητα, του νερού είναι υπερδιπλάσια εκείνης του λαδιού)
112. Ένας εξατμιστής γνωρίζουμε ότι έχει ικανότητα 39 kW και θα χρησιμοποιηθεί για να ψύχει γάλα από τη θερμοκρασία των $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ στους $11\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το γάλα έχει θερμοχωρητικότητα ίση με $3900\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$. Α) Να βρείτε την ποσότητα του γάλακτος που μπορεί να ψύχεται από αυτόν τον εξατμιστή ανά ώρα. Β) Αν αντί για γάλα ο ίδιος εξατμιστής (ίδιας ικανότητας δηλαδή) έψυχε νερό πάλι από τους $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ στους $11\text{ }^{\circ}\text{C}$, να βρείτε την παροχή που θα μπορούσε να έχει το νερό. (ΑΠ. Α) 3600 kg/h , Β) $3,362\text{ m}^3/\text{h}$ ή 3362 kg/h)
113. Σε ένα θάλαμο συντήρησης τροφίμων ψυγείου η θερμοκρασία είναι $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ η θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού στον εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η ολική ψυκτική ικανότητα του θαλάμου είναι 8500 W , και το 30% είναι λανθάνον φορτίο. Α) Ποια είναι η αισθητή θερμότητα του θαλάμου; Β) Να υπολογίσετε την απαραίτητη παροχή του αέρα του εξατμιστή. (ΑΠ. Α) 5950 W , Β) $3500\text{ m}^3/\text{h}$)
114. Σε ένα εξατμιστή ψύξης υγρών θα ψύχουμε $7200\text{ κιλά γάλακτος θερμοκρασίας } 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ και θα ψύχονται στους $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ εντός τεσσάρων ωρών. Γνωρίζουμε ότι αυτό το γάλα έχει θερμοχωρητικότητα $3900\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$. Να υπολογίσετε την ψυκτική ικανότητα που πρέπει να έχει ο εξατμιστής για να επιτυγχάνει το επιθυμητό αποτέλεσμα. (ΑΠ. 23.400 W)

8.6 Παραδείγματα Ασκήσεων του Βιβλίου

Εδώ δίνονται ως ασκήσεις τα λυμένα παραδείγματα του βιβλίου. Οι τιμές των μεγεθών είναι διαφορετικές από εκείνες του βιβλίου αλλά και από εκείνες των λυμένων ασκήσεων του κεφαλαίου 7.

115. Ένα στοιχείο (εναλλάκτης) έχει διαστάσεις: ύψος $0,50\text{ m}$ και πλάτος $0,60\text{ m}$. Ένας ανεμιστήρας παρέχει αέρα για την ψύξη του ο οποίος έχει ταχύτητα 5 m/s . Να βρείτε την παροχή του αέρα. (ΑΠ. $1,5\text{ m}^3/\text{s}$)
116. Ένας συμπυκνωτής με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα έχει ύψος $0,40\text{ m}$ και πλάτος $0,60\text{ m}$. Ο ανεμιστήρας δίνει ταχύτητα στον αέρα με τιμή 3 m/s και η θερμοκρασία του αυξάνεται κατά $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Να βρείτε την ικανότητα του συμπυκνωτή. (ΑΠ. $4406,4\text{ W}$)
117. Να επιλέξετε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή για εγκατάσταση κλιματισμού ψυκτικής ικανότητας 40 kW . Η ισχύς του συμπιεστή είναι 15 kW και λειτουργεί με ψυκτικό μέσο R134a και η εξωτερική θερμοκρασία είναι $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η θερμοκρασία συμπύκνωσης του ψυκτικού είναι ίση με $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η επιλογή του συμπυκνωτή θα γίνει από τον πίνακα της σελίδας 218 του σχολικού βιβλίου. (ΑΠ. RAUE 102)
118. Ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής έχει απόδοση 52 kW . Το νερό έχει διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου σε αυτόν $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Να βρείτε την παροχή του νερού. (ΑΠ. 8112 Lit/h)
119. Σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ισχύος 62 kW η διαφορά θερμοκρασίας του νερού ψύξης είναι $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ποια θα είναι η παροχή του νερού; (ΑΠ. $10639,2\text{ Lit/h}$)
120. Σε μια ψυκτική εγκατάσταση ισχύος 25 kW με υδρόψυκτο συμπυκνωτή η διαφορά θερμοκρασίας του νερού ψύξης είναι $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ποια θα είναι η παροχή του νερού; (ΑΠ. 5200 Lit/h)

121. Σε ένα εξατμιστικό συμπυκνωτή ισχύος 80 kW να βρείτε Α) ποια θα είναι η παροχή του νερού που καταναλώνεται και Β) το κόστος του αν το κάθε κυβικό μέτρο κοστίζει 2 ευρώ. (ΑΠ. Α) 400 Lit/h, Β) 0,8 ευρώ ανά ώρα)
122. Μια καλοκαιρινή μέρα η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου της ατμόσφαιρας είναι 36 °C και η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου 25 °C. Εκείνη την ώρα ο πύργος ψύξης μιας εγκατάστασης ψύχει το νερό του υδρόψυκτου συμπυκνωτή από τους 40 °C ατού 34 °C. Να βρείτε Α) την περιοχή ψύξης του πύργου και Β) την προσέγγιση. (ΑΠ. Α) 6 °C, Β) 9 °C)
123. Ο πύργος ψύξης μιας ψυκτικής εγκατάστασης ισχύος 100 kW ψύχει το νερό του υδρόψυκτου συμπυκνωτή με διαφορά θερμοκρασίας 5,5 °C. Να βρείτε Α) την παροχή του νερού του πύργου και Β) την παροχή του νερού συμπλήρωσης. . (ΑΠ. Α) 23 m³/h, Β) 0,69 m³/h ή 690 Lit/h)
124. Μια ψυκτική εγκατάσταση λειτουργεί με θερμοεκτονωτική βαλβίδα. Ο θερμοστατικός βολβός έχει πληρωθεί με το ίδιο ψυκτικό της εγκατάστασης. Δεν υπάρχει πτώση πίεσης στον εξατμιστή. Η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -3 °C και ο βολβός έχει επίσης την ίδια θερμοκρασία των -3 °C. Να εξηγήσετε Α) αν θα είναι η βαλβίδα ανοιχτή ή κλειστή και Β) πότε θα ανοίξει η βαλβίδα.
125. Σε μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα ο θερμοστατικός βολβός έχει πληρωθεί με το ίδιο ψυκτικό με το οποίο λειτουργεί η εγκατάσταση. Η θερμοκρασία εξάτμισης και η θερμοκρασία του βολβού υποθέτουμε ότι κάποια στιγμή είναι ίδιες, οπότε η βαλβίδα είναι κλειστή. Υποθέτουμε ότι στον εξατμιστή δεν έχουμε πτώση πίεσης και επομένως η βαλβίδα θα ανοίξει όταν η υπερθέρμανση στον εξατμιστή προσθέσει πίεση στο βολβό ίση ή μεγαλύτερη από την πίεση του ελατηρίου. Εάν όμως είχαμε πτώση πίεσης στον εξατμιστή λόγω του διανεμητή και μεγάλου μήκους, να εξηγήσετε αν η βαλβίδα θα ανοίξει σε μεγαλύτερη, ίδια ή μικρότερη από ότι πριν υπερθέρμανση.
126. Στον συμπυκνωτή μιας εγκατάστασης κλιματισμού η πίεση είναι 12 bar. Η πτώση πίεσης στον συμπυκνωτή λόγω τριβών είναι 0,3 bar. Επειδή η εκτονωτική βαλβίδα είναι ψηλότερα από τον συμπυκνωτή έχουμε μια επιπλέον πτώση πίεσης 0,4 bar. Να βρείτε την πίεση που έχουμε στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας. (ΑΠ. 11,3 bar)
127. Στην αναρρόφηση του συμπιεστή μιας εγκατάστασης κλιματισμού η πίεση είναι 2,5 bar. Η πτώση πίεσης στον εξατμιστή λόγω τριβών και στον διανεμητή του είναι 0,6 bar. Στη γραμμή αναρρόφησης η πτώση πίεσης είναι 0,3 bar. Να βρείτε την πίεση που έχουμε στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας. (ΑΠ. 3,4 bar)
128. Στην είσοδο μιας εκτονωτικής βαλβίδας η πίεση είναι 14,3 bar. Η πίεση που έχουμε στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι 3,1 bar. Να βρείτε τη διαφορά πίεσης στην βαλβίδα. (ΑΠ. 11,2 bar)
129. Σε μια εγκατάσταση ψυκτικής ισχύος 60 kW η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -6,66 °C. Η διαφορά πίεσης στην βαλβίδα είναι 12 bar. Να βρείτε την βαλβίδα που είναι καταλληλότερη να χρησιμοποιηθεί, αν θεωρήσουμε ότι το υγρό εισέρχεται στη βαλβίδα με θερμοκρασία 37,8 °C. Να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα 5-9 της σελίδας 299 του σχολικού βιβλίου που αναφέρεται σε συγκεκριμένο κατασκευαστή. (ΑΠ. TJL 1400H)
130. Ο εξατμιστής ενός ψυγείου έχει επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας 2,2 m². Η θερμοκρασία εξάτμισης είναι -14 °C και ο θάλαμος έχει θερμοκρασία -2 °C. Ο συντελεστής K του εξατμιστή είναι ίσος με 5 W/(m²·°C). Να βρείτε την ικανότητά του. (ΑΠ. 132 W)
131. Σε μια εγκατάσταση κλιματισμού η παροχή του αέρα στον εξατμιστή είναι 4000 m³/h και ο αέρας εισέρχεται με θερμοκρασία 28 °C και ψύχεται στους 12 °C. Να βρείτε την αισθητή θερμότητα που απορρόφησε ο εξατμιστής. (ΑΠ. 21.760 W)
132. Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ένας εξατμιστής είναι 15300 W ενώ η λανθάνουσα είναι 3825 W. Το κλιματιστικό που καλύπτει το χώρο αυτό έχει διαφορά θερμοκρασίας αέρα 15 °C στον εξατμιστή του. Να βρείτε: Α) Τον παράγοντα αισθητής

- θερμότητας του χώρου και Β) Ποια θα είναι η παροχή του αέρα στο κλιματιστικό. (ΑΠ. Α) 0,80, Β) 3000 m³/h)
133. Στο θάλαμο συντήρησης ενός ψυγείου έχουμε θερμοκρασία 7 °C ενώ η θερμοκρασία εξάτμισης στον εξατμιστή είναι -2 °C. Η συνολική ικανότητα του εξατμιστή που είναι εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι 5100 W. Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι 0,6. Να βρείτε την παροχή του αέρα. (ΑΠ. 2000 m³/h)
134. Θέλουμε να επιλέξουμε ένα εξατμιστή ψυγείου, συγκεκριμένου κατασκευαστή από τον πίνακα 6-9 της σελίδας 346. Ο θάλαμος του ψυγείου θα έχει θερμοκρασία +5 °C και ο εξατμιστής θερμοκρασία εξάτμισης -7 °C, και η ελάχιστη ικανότητα που θέλουμε είναι 3800 W. Η εγκατάσταση θα λειτουργεί με το ψυκτικό μέσο R-22. Να επιλέξετε τον εξατμιστή. (ΑΠ. EUA-080)
135. Θέλουμε να ψύχουμε γάλα από τους 18 °C στους 8 °C. Η ποσότητα που πρέπει να ψύχεται είναι 540 κιλά την ώρα. Είναι γνωστό ότι το γάλα έχει θερμοχωρητικότητα 3900 J/(kg·°C). Να βρείτε την ικανότητα που πρέπει να έχει ο εξατμιστής της ψυκτικής εγκατάστασης. (ΑΠ. 5850 W)
136. Μια εγκατάσταση κλιματισμού ψύχει νερό με παροχή 20 m³/h. Το νερό εισέρχεται στον εξατμιστή με θερμοκρασία 20 °C και ψύχεται στους 14 °C. Να βρείτε την ικανότητα της εγκατάστασης, δηλαδή του εξατμιστή. (ΑΠ. 139,2 kW)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9. Ερωτήσεις θεωρίας

9.1 Ερωτήσεις Συμπυκνωτών

Οι επόμενες ερωτήσεις είναι αντιπροσωπευτικές και σίγουρα δεν είναι οι μόνες πιθανές για τις εξετάσεις. Πάντα υπάρχει περίπτωση να σας τεθεί ερώτηση που δεν έχει προβλεφτεί από οποιονδήποτε. Απλώς οι ερωτήσεις που ακολουθούν θα σας βοηθήσουν να διαπιστώσετε αν έχετε κατανοήσει την θεωρία του μαθήματος. Συνήθως στις πανελλαδικές εξετάσεις οι ερωτήσεις δίνονται με μεγαλύτερη ανάλυση για εκείνα που ζητούνται από τους μαθητές. Στις ερωτήσεις που ακολουθούν επειδή δίνεται και η σελίδα που θα βρείτε την απάντηση από το σχολικό βιβλίο (σε παρένθεση μετά την ερώτηση), οι ερωτήσεις δεν είναι πολύ αναλυτικές αλλά σίγουρα είναι σαφείς.

1. Τι είναι ο συμπυκνωτής; (203)
2. Ποια ποσά θερμότητας μεταφέρει το ψυκτικό αέριο στο συμπυκνωτή; (203-204)
3. Ποιος ο σκοπός του συμπυκνωτή στην εγκατάσταση; (204)
4. Να περιγράψετε τα στάδια της συμπύκνωσης. (204)
5. Από τι εξαρτάται η πίεση στην οποία λειτουργεί ο συμπυκνωτής; (204)
6. Να σχεδιάσετε στο διάγραμμα p-h ένα πρόχειρο ψυκτικό κύκλο και να δείξετε επάνω τα στάδια της συμπύκνωσης. (206) Με τη βοήθεια του διαγράμματος να περιγράψετε τα στάδια της συμπύκνωσης κατά τη λειτουργία του συμπυκνωτή. (205)
7. Τι ονομάζεται απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή; (206)
8. Ποια είδη συμπυκνωτών έχουμε και πως ψύχεται το καθένα; (206)
9. Γιατί ένας αερόψυκτος συμπυκνωτής πρέπει να έχει μεγάλη επιφάνεια; (207) Πως επιτυγχάνεται αυτό στους συμπυκνωτές; (207)
10. Με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του αέρα στους αερόψυκτους συμπυκνωτές; (207)
11. Τι είναι τα πτερύγια σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, τι μορφή έχουν και γιατί υπάρχουν; (211, 207)
12. Τι ονομάζεται στοιχείο στους συμπυκνωτές και ποιος ο σκοπός του; (211)
13. Από ποια σχέση παίρνουμε την παροχή του αέρα από ένα στοιχείο; Να εξηγήσετε κάθε όρο της δίνοντας και τις μονάδες του. (214)
14. Από ποια σχέση παίρνουμε την απόδοση ενός συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα; Να εξηγήσετε κάθε όρο της δίνοντας και τις μονάδες του. (214)
15. Πλεονεκτήματα των συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα σε σχέση με τους συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας αέρα. (215)
16. Μειονεκτήματα συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα σε σχέση με τους συμπυκνωτές φυσικής κυκλοφορίας αέρα. (215)
17. Χρήσεις των συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. (216)
18. Τι πρέπει να προσέχουμε στο χώρο εγκατάστασης των συμπυκνωτών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα και ποια συντήρηση απαιτούν; (216)
19. Να εξηγήσετε τον όρο «κόβει από υψηλή» που χρησιμοποιείται στους αερόψυκτους συμπυκνωτές. (216)
20. Ποια στοιχεία πρέπει να συγκεντρώσουμε ή να υπολογίσουμε όταν θέλουμε να προχωρήσουμε στη διαδικασία επιλογής ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή; (216)
21. Ποια διαδικασία ακολουθούμε για να επιλέξουμε ένα συμπυκνωτή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα; (216-217)
22. Πότε ένα σύστημα εγκατάστασης με υδρόψυκτο συμπυκνωτή λέγεται κλειστό; (218, 219)
23. Πότε ένα σύστημα εγκατάστασης με υδρόψυκτο συμπυκνωτή λέγεται ανοιχτό; (218,)

24. Ποια παροχή νερού ψύξης απαιτείται στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές, ανάλογα με τη διαφορά θερμοκρασίας του νερού; (219, 220)
25. Όταν δεν γνωρίζουμε τα στοιχεία ενός συστήματος ψύξης, ποιες αναλογίες υπάρχουν στην ισχύ του συμπιεστή, συμπυκνωτή και εξατμιστή χρησιμοποιούμε; (220)
26. Πόση είναι η παροχή του νερού σε υδρόψυκτο συμπυκνωτή, όταν γνωρίζουμε μόνο την ψυκτική ικανότητα της εγκατάστασης την οποία εργάζεται; (220)
27. Ποιο είναι το φαινόμενο επικάθισης των αλάτων στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές; (221)
28. Τι προκαλεί και πώς αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της επικάθισης αλάτων στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές; (221)
29. Πλεονεκτήματα των υδρόψυκτων συμπυκνωτών έναντι των αερόψυκτων. (221)
30. Μειονεκτήματα των υδρόψυκτων συμπυκνωτών έναντι των αερόψυκτων. (222)
31. Να αναφέρετε τα είδη των υδρόψυκτων συμπυκνωτών. (222)
32. Να περιγράψετε τον υδρόψυκτο συμπυκνωτή διπλού σωλήνα. (222)
33. Σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου «σωλήνα μέσα σε σωλήνα», σε ποιο σωλήνα κυκλοφορεί το νερό και γιατί; (222) Που κυκλοφορεί το ψυκτικό και ποια η κατεύθυνση της ροής του νερού σε σχέση με την κατεύθυνση της ροής του ψυκτικού; (222)
34. Να περιγράψετε τον υδρόψυκτο συμπυκνωτή με δοχείο και σερπαντίνα. (224)
35. Να περιγράψετε τον υδρόψυκτο συμπυκνωτή με κέλυφος και σωλήνες. (224-225)
36. Να περιγράψετε το φυσικό φαινόμενο που εκμεταλλεύονται οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές. (225-226)
37. Από ποια τμήματα αποτελούνται οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές; (226)
38. Που καταναλώνεται το νερό στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές; (227)
39. Πόση κατανάλωση νερού έχουμε στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές; (227)
40. Τι είναι οι σταγονοσυλλέκτες στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές; (227)
41. Ποια προβλήματα δημιουργεί η επικάθιση των αλάτων στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές; (231)
42. Με ποια ειδικά εργαλεία γίνεται ο μηχανικός καθαρισμός των αλάτων στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές; (231)
43. Πώς γίνεται ο χημικός καθαρισμός των αλάτων στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές; (232)

9.2 Ερωτήσεις στους Πύργων Ψύξης

1. Να πείτε με λίγα λόγια τι είναι ο Πύργος Ψύξης και γιατί χρησιμοποιείται (241)
2. Ποια ποσά θερμότητας φθάνουν στον πύργο ψύξης; (241)
3. Να περιγράψετε το φαινόμενο που στηρίζεται η ψύξη του νερού στον πύργο ψύξης. (243)
4. Ποιες είναι οι τυπικές συνθήκες εξωτερικού αέρα για τις οποίες υπολογίζονται οι πύργοι ψύξης; (143)
5. Τι ονομάζεται (σε ένα πύργο ψύξης) περιοχή ψύξης Να δώσετε αριθμητικό παράδειγμα. (244)
6. Τι ονομάζεται (σε ένα πύργο ψύξης) προσέγγιση. Να δώσετε ένα αριθμητικό παράδειγμα. (244)
7. Που και πόση ποσότητα νερού καταναλώνεται σε ένα πύργο ψύξης (244)
8. Ποια τα χαρακτηριστικά των πύργων ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα; (245-246)
9. Ποιους πύργους ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα έχουμε; (246)
10. Ποια τα κύρια τμήματα ενός πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα; (υπόμνημα σχήματος σελίδας 247)
11. Τι είναι η βαλβίδα ασφαλείας, τα μανόμετρα και οι κρουνοί στον πύργο ψύξης. (252, 253)

12. Ποιες είναι οι τακτικές συντηρήσεις στους πύργους ψύξης; (254, 255)
13. Τι ελέγχους περιλαμβάνει η συντήρηση του πύργου ψύξης στο τέλος της περιόδου λειτουργίας; (254)
14. Τι ελέγχους περιλαμβάνει η συντήρηση του πύργου ψύξης στην αρχή της περιόδου λειτουργίας; (255)

9.3 Ερωτήσεις Εκτονωτικών Διατάξεων

1. Σκοπός εκτονωτικών διατάξεων. (265)
2. Τι διασφαλίζουν οι εκτονωτικές βαλβίδες; (265)
3. Κίνδυνοι λόγω παρουσίας υγρού ψυκτικού στον παλινδρομικό συμπίεστη. (266)
4. Ποιες ιδιότητες του ψυκτικού υγρού μπορεί να αλλάξει η εκτονωτική βαλβίδα; (267)
5. Ποιους τύπους εκτονωτικών διατάξεων γνωρίζετε; (269)
6. Που χρησιμοποιείται ο τριχοειδής σωλήνας; (270)
7. Ποια η σχέση της διαμέτρου και του μήκους του τριχοειδούς σωλήνα με τη πτώση πίεσης που δημιουργεί (270), ή το ψυκτικό αποτέλεσμα; (274)
8. Πλεονεκτήματα του τριχοειδή σωλήνα (271)
9. Μειονεκτήματα του τριχοειδή σωλήνα (272, 273)
10. Τι προβλήματα δημιουργεί η παρουσία υγρασίας στον τριχοειδή σωλήνα; (272)
11. Γιατί στις εγκαταστάσεις με τριχοειδή σωλήνα πρέπει το ψυκτικό της εγκατάστασης να είναι στην ακριβή ποσότητα; (273)
12. Τι πρέπει να προσέξει ο τεχνικός σε περίπτωση αντικατάστασης τριχοειδούς σωλήνα; (274)
13. Τι ονομάζεται κρίσιμο φορτίο ψυκτικού μέσου σε μια εγκατάσταση με τριχοειδή σωλήνα; (279)
14. Έχουμε μια εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή. Πως λειτουργεί αν εμφανιστεί ψυκτικό φορτίο στον εξατμιστή; (282)
15. Έχουμε μια εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή. Πως λειτουργεί αν μειωθεί το ψυκτικό φορτίο στον εξατμιστή; (282)
16. Ποιο πρόβλημα θα υπάρξει αν μια εγκατάσταση με εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή πληρωθεί με μεγαλύτερη ποσότητα ψυκτικού από την κανονική; (282)
17. Μια εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή τοποθετήθηκε μακριά από τον εξατμιστή. Πως αντιμετωπίζονται τα προβλήματα που δημιουργούνται; (283)
18. Που χρησιμοποιούνται οι εκτονωτικές βαλβίδες με πλωτήρα στην υψηλή; (283)
19. Έχουμε μια εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην χαμηλή. Πως λειτουργεί αν εμφανιστεί ψυκτικό φορτίο στον εξατμιστή; (285)
20. Πως αντιδρά μια εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην χαμηλή αν μειωθεί το ψυκτικό φορτίο στον εξατμιστή; (285)
21. Από ποια τμήματα (κύρια και επί μέρους) αποτελείται η θερμοεκτονωτική βαλβίδα; (286)
22. Τι ονομάζεται υπερθέρμανση; (289)
23. Ποιες δυνάμεις αναλαμβάνει η μεταλλική μεμβράνη στη θερμοεκτονωτική βαλβίδα; (289)
24. Με ποια όργανα ρυθμίζεται η υπερθέρμανση σε μια θερμοεκτονωτική βαλβίδα (να πείτε τι κάνει το καθένα); (289)
25. Τι είναι ο θερμοστατικός βολβός στην θερμοεκτονωτική βαλβίδα, που εγκαθίσταται και με ποιο τρόπο επηρεάζει το σύστημα ελέγχου της βαλβίδας; (290)
26. Τι είναι ο ρυθμιστής υπερθέρμανσης στην θερμοεκτονωτική βαλβίδα και πως τον ρυθμίζουμε. (289 290)
27. Αν εμφανιστεί ψυκτικό φορτίο, πως λειτουργεί η θερμοεκτονωτική βαλβίδα; (291)
28. Γιατί το τμήμα του εξατμιστή που περιέχει μόνο αέριο ψυκτικό είναι σχεδόν άχρηστο; (294)

29. Τι είναι ο εξωτερικός εξισωτής, σε ποιες εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται και για ποιο λόγο. (296)
30. Ποια είναι η τελική πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας σε σχέση με τις πτώσεις πίεσης που έχουμε στον συμπυκνωτή; (302)
31. Ποια είναι η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας σε σχέση με τις πτώσεις πίεσης που έχουμε στον εξατμιστή και τη γραμμή αναρρόφησης; (302)
32. Που οφείλεται η διαφορά της πίεσης στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας από την πίεση στο συμπυκνωτή; (302)
33. Που οφείλεται η διαφορά της πίεσης στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας από την πίεση στην αναρρόφηση του συμπιεστή; (302)
34. Πότε εμφανίζεται το φαινόμενο ατμοποίησης υγρού ψυκτικού στο τέλος του συμπυκνωτή και πως αντιμετωπίζεται; (304, 305)
35. Ποια προβλήματα προκαλεί η παρουσία υγρού ψυκτικού στην εκτονωτική βαλβίδα; (304)
36. Ποια τα πλεονεκτήματα της υπόψυξης; (305)
37. Που πρέπει να εγκαθίσταται μια εκτονωτική βαλβίδα ανάλογα με το αν έχει πληρωθεί με υγρό ή αέριο ψυκτικό μέσον; (306)
38. Ποιες περιπτώσεις θερμοστατικών βολβών υπάρχουν, ανάλογα με την ουσία που έχει πληρωθεί; (306, 307)
39. Σε ποιες περιπτώσεις ο εξωτερικός θερμοστατικός βολβός εγκαθίσταται σε εμβαπτισμένη φωλιά; (310)

9.4 Ερωτήσεις Εξατμιστών

1. Ποιες περιοχές θερμοκρασιών έχουμε στις εφαρμογές των εξατμιστών; (331)
2. Πως από ένα διάγραμμα p-h, όταν γνωρίζουμε την ενθαλπία κάθε σημείου του διαγράμματος, μπορεί να υπολογιστεί η ψυκτική ικανότητα ενός εξατμιστή; (333 334)
3. Ποια είδη εξατμιστών έχουμε ανάλογα με το ρευστό που ψύχουν; (334)
4. Ποιους τύπους εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα. (335, 336, 337)
5. Γιατί οι πτερυγοφόροι εξατμιστές έχουν πτερύγια; (336)
6. Τι είναι και πως κατασκευάζεται ένας έκτυπος πλακοειδής εξατμιστής; (336)
7. Από ποια σχέση δίνεται η απόδοση ενός εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα; Να δώσετε την ονομασία κάθε μεγέθους στον τύπο. (337) Σημείωση: Η ίδια ερώτηση μπορεί να δοθεί και ως εξής: Από ποια μεγέθη εξαρτάται η απόδοση ενός εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα;
8. Ποια τα πλεονεκτήματα των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα; (338)
9. Ποια τα μειονεκτήματα των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα; (338)
10. Πως λειτουργεί ένας εξατμιστής κατακλυζόμενου τύπου; (339)
11. Να περιγράψετε τη λειτουργία ενός εξατμιστή ξηρής εκτόνωσης. (340)
12. Πότε λέμε ότι έχουμε αφαίρεση αισθητής θερμότητας; (342)
13. Πότε λέμε ότι έχουμε αφαίρεση λανθάνουσας θερμότητας; (342)
14. Να δώσετε τον ορισμό του παράγοντα αισθητής θερμότητας (SHR); (343)
15. Πως υπολογίζεται η απόδοση ενός εξατμιστή εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα; Τύπος, μονάδες, εξήγηση μεγεθών. (343)
16. Ποια στοιχεία πρέπει να γνωρίζουμε για την επιλογή ενός εξατμιστή; (345)
17. Που χρησιμοποιούνται οι εξατμιστές ψύξης υγρών. (346 347)
18. Ποιες οι κυριότερες μορφές των εξατμιστών ψύξης υγρών; (347)
19. Να περιγράψετε τον εξατμιστή διπλών σωλήνων. (347)
20. Ποιο το βασικό μειονέκτημα του εξατμιστή διπλών σωλήνων. (348)
21. Ποιους τύπους εξατμιστών για ψύξη υγρών με γυμνούς σωλήνες έχουμε; (348 349)
22. Πως λειτουργεί ένας επίπεδος εξατμιστής γυμνών σωλήνων; (349)
23. Πως λειτουργεί ένας εξατμιστής γυμνών σωλήνων μέσα σε δεξαμενή; (349)

24. Πότε χρησιμοποιούνται οι εξατμιστές γυμνού σωλήνα που περιβάλλουν δοχεία; (350)
25. Ποιους τύπους εξατμιστών για ψύξη υγρών με κέλυφος και σωλήνες έχουμε; (351)
26. Πως λειτουργεί ένας εξατμιστής με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα; (351)
27. Πως λειτουργεί ένας εξατμιστής με κέλυφος και παράλληλους σωλήνες; (351 352)
28. Ποιους τύπους πολυαυλωτών εξατμιστών για ψύξη υγρών έχουμε; (352)
29. Από ποια σχέση βρίσκουμε την απόδοση των εξατμιστών ψύξης υγρών. Να εξηγήσετε κάθε όρο σε αυτήν. Ποια μορφή παίρνει όταν πρόκειται για νερό. (353)
30. Πως δημιουργείται ο πάγος στους θαλάμους κατάψυξης; (355)
31. Ποιο πρόβλημα δημιουργεί το συχνό άνοιγμα της πόρτας σε ένα ψυγείο; (355)
32. Ποιες είναι οι κυριότερες μέθοδοι για την απόψυξη. (355)
33. Γιατί δεν πρέπει να επιχειρείται απόψυξη του εξατμιστή με μηχανικά μέσα; (355)
34. Πως επιτυγχάνεται η απόψυξη με χρήση ζεστού νερού; (356 357)
35. Ποιοι τρόποι αυτόματης απόψυξης χρησιμοποιούνται; (355)
36. Πως επιτυγχάνεται η απόψυξη με ηλεκτρικές αντιστάσεις; (357)
37. Πως επιτυγχάνεται η απόψυξη με παράκαμψη θερμού αερίου; (357 358)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

10. Ερωτήσεις Σωστού-Λάθους

10.1 Συμπυκνωτές

1. Ο συμπυκνωτής αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον. Σ Λ
2. Στο συμπυκνωτή φθάνει υπέρθερμο αέριο. Σ Λ
3. Στην αρχή του συμπυκνωτή έχουμε τη συμπύκνωση του αερίου. Σ Λ
4. Στη έξοδο του συμπυκνωτή κανονικά πρέπει να έχουμε υγρό. Σ Λ
5. Στο συμπυκνωτή έχουμε υψηλή πίεση. Σ Λ
6. Η πίεση στην οποία λειτουργεί ο συμπυκνωτής εξαρτάται από το είδος του ψυκτικού. Σ Λ
7. Σε κανένα σημείο του συμπυκνωτή δεν υπάρχει κορεσμένος ατμός. Σ Λ
8. Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές χρησιμοποιούν ανεμιστήρα για να ψύχονται. Σ Λ
9. Σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή ο αέρας μπορεί να έχει ταχύτητα 8 m/s. Σ Λ
10. Η παροχή του αέρα σε ένα συμπυκνωτή είναι αντιστρόφως ανάλογη της ταχύτητας του αέρα. Σ Λ
11. Οι συμπυκνωτές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα χρησιμοποιούνται μόνο σε μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις. Σ Λ
12. Η απόδοση των αερόψυκτων συμπυκνωτών ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Σ Λ
13. Όταν οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές χρησιμοποιούν πύργο ψύξης, το σύστημα του νερού λέγεται κλειστό. Σ Λ
14. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή ελαττωθεί, τότε η παροχή του θα πρέπει να είναι μικρότερη για να έχουμε την ίδια απόδοση στο συμπυκνωτή. Σ Λ
15. Σε ένα ψυγείο η απόδοση του συμπυκνωτή είναι μεγαλύτερη από την ικανότητα του εξατμιστή. Σ Λ
16. Σε ένα ψυγείο η απόδοση του συμπυκνωτή είναι μικρότερη από την ισχύ του συμπιεστή. Σ Λ
17. Ένα μειονέκτημα των υδρόψυκτων συμπυκνωτών έναντι των αερόψυκτων είναι ότι η απόδοσή τους επηρεάζεται πολύ από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σ Λ
18. Ένα από τα αποδοτικότερα είδη αερόψυκτου συμπυκνωτή είναι τύπου με δοχείο και σερπαντίνα. Σ Λ
19. Στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου «σωλήνα μέσα σε σωλήνα», το νερό ψύξης κυκλοφορεί στον εσωτερικό σωλήνα. Σ Λ
20. Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου «σωλήνα μέσα σε σωλήνα», χρησιμοποιείται σε μεγάλες ψυκτικές μηχανές. Σ Λ
21. Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου «δοχείο και σερπαντίνα», αποτελείται από ένα δοχείο και μια σερπαντίνα τυλιγμένη έξω από αυτό. Σ Λ
22. Στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου «δοχείο και σερπαντίνα», το ψυκτικό βρίσκεται στο δοχείο και το νερό στη σερπαντίνα. Σ Λ
23. Στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή τύπου «κέλυφος και σωλήνες», το ψυκτικό κυκλοφορεί στο κέλυφος και το νερό στους σωλήνες. Σ Λ
24. Όσο μεγαλύτερος είναι ο εξατμιστικός συμπυκνωτής τόσο λιγότερο νερό καταναλώνει κατά τη λειτουργία του. Σ Λ
25. Ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής καταναλώνει περίπου 156 Lit/h για κάθε kW ικανότητας του συμπυκνωτή. Σ Λ

26. Η παρουσία των σταγονοσυλλεκτών στον εξατμιστικό συμπυκνωτή αυξάνει την κατανάλωση του νερού σε αυτόν. Σ Λ
27. Ένα πλεονέκτημα των υδρόψυκτων συμπυκνωτών είναι ότι δεν χρειάζονται συντήρηση, αφού το νερό κυκλοφορεί σε κλειστό σύστημα. Σ Λ

10.2 Πύργοι Ψύξης

1. Οι πύργοι ψύξης ψύχουν το νερό σε μεγάλους αερόψυκτους συμπυκνωτές. Σ Λ
2. Η θερμότητα που προστίθεται στο αέριο κατά τη συμπίεση είναι περίπου 33% της ικανότητας της εγκατάστασης. Σ Λ
3. Το νερό των υδρόψυκτων συμπυκνωτών ψύχεται στον πύργο ψύξης της εγκατάστασης. Σ Λ
4. Περιοχή ψύξης είναι η θερμοκρασία που εισέρχεται το νερό στον πύργο ψύξης μείον τη θερμοκρασία με την οποία εξέρχεται. Σ Λ
5. Προσέγγιση είναι η απόσταση του πύργου ψύξης από τον συμπυκνωτή μετρούμενη σε μέτρα. Σ Λ
6. Το νερό που εξατμίζεται σε ένα πύργο ψύξης είναι περίπου το 1% της ποσότητας του νερού που κυκλοφορεί σε αυτόν. Σ Λ
7. Μια εγκατάσταση έχει ψυκτική ικανότητα ίση με 100 kW. Η παροχή του νερού στον πύργο ψύξης είναι 23 m³/s. Σ Λ
8. Μια εγκατάσταση έχει ψυκτική ικανότητα ίση με 100 kW. Η παροχή του νερού στον πύργο ψύξης είναι 23 m³/h. Σ Λ
9. Το νερό συμπλήρωσης σε ένα πύργο ψύξης είναι 208 Lit/h για κάθε kW ικανότητας του συμπυκνωτή. Σ Λ
10. Οι πύργοι με φυσική κυκλοφορία αέρα δεν χρησιμοποιούνται στις συνηθισμένες εγκαταστάσεις κλιματισμού. Σ Λ
11. Ένα πλεονέκτημα των πύργων ψύξης είναι ότι δεν κάνουν θόρυβο γιατί δεν χρησιμοποιούν ανεμιστήρες. Σ Λ
12. Δύο από τα είδη πύργων ψύξης είναι οι πύργοι ψύξης ομορροής και σταυρορροής. Σ Λ
13. Η βαλβίδα ασφαλείας στο συμπυκνωτή χρησιμεύει για να μη «σκάσει» ο συμπυκνωτής, όταν ανέβει πολύ η πίεση. Σ Λ
14. Η συντήρηση των πύργων ψύξης γίνεται μόνο κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης και στην αρχή της περιόδου λειτουργίας. Σ Λ
15. Στην αρχή της περιόδου λειτουργίας ενός πύργου ψύξης πρέπει, εκτός των άλλων, να γίνεται καθαρισμός του φίλτρου της αντλίας κυκλοφορίας του νερού. Σ Λ

10.3 Εκτονωτικές Διατάξεις

1. Οι εκτονωτικές διατάξεις ρυθμίζουν την αναγκαία ποσότητα του υγρού ψυκτικού που ρέει προς τον εξατμιστή. Σ Λ
2. Η εκτονωτική βαλβίδα αλλάζει μόνο την θερμοκρασία και την παροχή του ψυκτικού που πηγαίνει στον εξατμιστή. Σ Λ
3. Οι εκτονωτικές βαλβίδες με πλωτήρα είναι δυνατόν να έχουν τον πλωτήρα είτε στην πλευρά με χαμηλή πίεση είτε στην υψηλή. Σ Λ
4. Ο τριχοειδής σωλήνας ως εκτονωτική διάταξη μπορεί να έχει εσωτερική διάμετρο από 0,5 έως 0,8 mm. Σ Λ
5. Ο τριχοειδής σωλήνας στα οικιακά ψυγεία πρέπει να συντηρείται (καθαρισμός κλπ) περίπου κάθε πέντε χρόνια. Σ Λ
6. Ένα μειονέκτημα του τριχοειδή σωλήνα είναι ότι απαιτεί μεγαλύτερο ηλεκτροκινητήρα στο ψυγείο κατά περίπου 30%. Σ Λ

7. Ο τριχοειδής σωλήνας είναι δυνατόν να φράξει από μικρά σωματίδια στο ψυκτικό κύκλωμα. Σ Λ
8. Εάν αυξήσουμε τη διάμετρο του τριχοειδή σωλήνα σε ένα ψυγείο πρέπει ταυτόχρονα να αυξήσουμε και το μήκος του για να έχουμε το ίδιο ψυκτικό αποτέλεσμα. Σ Λ
9. Εάν αυξήσουμε το μήκος του τριχοειδή τότε η θερμοκρασία εξατμίστης μειώνεται στον εξατμιστή. Σ Λ
10. Σε ένα ψυγείο το κρίσιμο φορτίο ψυκτικού μέσου είναι η καθορισμένη ποσότητα ψυκτικού που πρέπει να έχει το κύκλωμα. Σ Λ
11. Οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν βαλβίδα με πλωτήρα στην πλευρά της υψηλής πίεσης απαιτούν πλήρωση με την ακριβή ποσότητα ψυκτικού μέσου. Σ Λ
12. Στην θερμοεκτονωτική βαλβίδα η υπερθέρμανση μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα της ποσότητας των φορτίων που υπάρχουν στο ψυγείο. Σ Λ
13. Ο θερμοστατικός βολβός τοποθετείται στην αρχή του εξατμιστή. Σ Λ
14. Εάν αυξηθεί η υπερθέρμανση κινδυνεύει να σπάσει η μεμβράνη της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας. Σ Λ
15. Υπερθέρμανση είναι η διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή και της θερμοκρασίας στην είσοδό του. Σ Λ
16. Η θερμοκρασία στην είσοδο του εξατμιστή είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία στην έξοδό του. Σ Λ
17. Με τον ρυθμιστικό κοχλία της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας ρυθμίζουμε την τιμή της υπερθέρμανσης στον εξατμιστή. Σ Λ
18. Όταν τοποθετήσουμε τρόφιμα στην κατάψυξη του επαγγελματικού ψυγείου για λίγο χρόνο αυξάνεται η υπερθέρμανση. Σ Λ
19. Το διάφραγμα της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας δέχεται μόνο δύο πιέσεις: του ελατηρίου από κάτω και του θερμοστατικού βολβού από πάνω. Σ Λ
20. Ο εξωτερικός εξισωτής είναι ένα εξάρτημα του συμπιεστή. Σ Λ
21. Η πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι η πίεση στο συμπυκνωτή μείον την πτώση πίεσης λόγω τριβών και ανύψωσης. Σ Λ
22. Η πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι η πίεση αναρρόφησης του συμπιεστή μείον την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης και μέσα στον εξατμιστή. Σ Λ
23. Όταν δεν υπάρχει υπόψυξη η πτώση πίεσης μέσα στη γραμμή υγρού οδηγεί σε μερική ατμοποίηση του ψυκτικού υγρού. Σ Λ
24. Όταν μια εγκατάσταση σχεδιαστεί να έχει υπόψυξη αυξάνεται η απόδοση του ψυκτικού συστήματος αλλά δεν μπορεί να γίνει σωστή επιλογή της εκτονωτικής βαλβίδας. Σ Λ
25. Η εκτονωτική βαλβίδα πρέπει να εγκαθίσταται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην εισαγωγή του εξατμιστή. Σ Λ
26. Η πλήρωση του θερμοστατικού βολβού γίνεται με υγρό ψυκτικό ίδιο ή διαφορετικό από εκείνο του ψυκτικού κυκλώματος που εξυπηρετούν Σ Λ
27. Ο θερμοστατικός βολβός τοποθετείται πάντα σε κατακόρυφο τμήμα του σωλήνα στην έξοδο του εξατμιστή. Σ Λ

10.4 Εξατμιστές

1. Ο εξατμιστής απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του. Σ Λ
2. Σε εγκατάσταση κλιματισμού έχουμε υψηλή θερμοκρασία (περίπου 5 °C) Σ Λ

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 3. | Στον εξατμιστή φτάνει το ψυκτικό σε μορφή κορεσμένου ατμού. | Σ | Λ |
| 4. | Έχουμε τρία είδη εξατμιστών: εκείνους που ψύχουν α) αέρα, β) υγρά και γ) στερεά. | Σ | Λ |
| 5. | Οι πτερυγιοφόροι εξατμιστές είναι είδος εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα. | Σ | Λ |
| 6. | Ένα μειονέκτημα των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα είναι ότι έχουν μικρή απόδοση σε σχέση με το μέγεθός τους. | Σ | Λ |
| 7. | Οι εξατμιστές κατακλυζόμενου τύπου ονομάζονται και στοιχεία ξηρής εκτόνωσης. | Σ | Λ |
| 8. | Ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι ο λόγος της ολικής θερμότητας προς την αισθητή. | Σ | Λ |
| 9. | Η αισθητή θερμότητα που απορροφά ένας εξατμιστής εξαρτάται μόνο από τη διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του αέρα και την παροχή του. | Σ | Λ |
| 10. | Συνήθως ο παράγοντας αισθητής θερμότητας είναι μεγαλύτερος από 0,5. | Σ | Λ |
| 11. | Όταν επιλέγεται ένας εξατμιστής ψύξης αέρα σημασία έχει η ολική ικανότητά του και όχι το είδος του ψυκτικού μέσου. | Σ | Λ |
| 12. | Στους ψύκτες πόσιμο νερό χρησιμοποιούνται κυρίως εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα και σπανίως φυσικής κυκλοφορίας αέρα. | Σ | Λ |
| 13. | Ένα από τα είδη εξατμιστών ψύξης υγρών είναι και οι εξατμιστές γυμνών σωλήνων. | Σ | Λ |
| 14. | Στους εξατμιστές διπλών σωλήνων το ψυκτικό κυκλοφορεί στον εξωτερικό σωλήνα ενώ το ψυχόμενο υγρό στον εσωτερικό. | Σ | Λ |
| 15. | Ένα από τα είδη εξατμιστών με κέλυφος και σωλήνες είναι και ο εξατμιστής με κέλυφος και σωλήνα γύρω από το κέλυφος. | Σ | Λ |
| 16. | Οι εξατμιστές γυμνού σωλήνα που περιβάλλει δοχείο έχει πολλές βιομηχανικές εφαρμογές. | Σ | Λ |
| 17. | Στους εξατμιστές με κέλυφος και σπειροειδή σωλήνα το ψυκτικό κυκλοφορεί στο σωλήνα. | Σ | Λ |
| 18. | Η ικανότητα ενός εξατμιστή που ψύχει νερό με παροχή 10 m ³ /h, με διαφορά θερμοκρασίας 10 °C είναι 116 kW. | Σ | Λ |
| 19. | Ο κυριότερος λόγος που πρέπει να απομακρύνεται ο πάγος που δημιουργείται στην κατάψυξη είναι ότι μειώνει το χώρο της και δεν μένει χώρος για τα τρόφιμα. | Σ | Λ |
| 20. | Ένας τρόπος για να γίνει απόψυξη στα επαγγελματικά ψυγεία είναι να τοποθετηθούν ηλεκτρικές αντιστάσεις στον εξατμιστή που τον ζεσταίνουν όταν περνά από αυτές ηλεκτρικό ρεύμα και λιώνει ο πάγος. | Σ | Λ |
| 21. | Ένας τρόπος απόψυξης είναι με παράκαμψη θερμού αερίου. | Σ | Λ |
| 22. | Η απόψυξη με παράκαμψη θερμού αερίου γίνεται με τροφοδοσία του εξατμιστή με θερμό αέριο από τον συμπιεστή, που στέλνει ζεστό αέριο γύρω από τις σωληνώσεις του εξατμιστή και λιώνει ο πάγος. | Σ | Λ |

10.5 Απαντήσεις Σωστού-Λάθους

10.1 Συμπυκνωτές		10.2 Πύργοι Ψύξης		10.3 Εκτονωτικές Διατάξεις		10.4 Εξατμιστές	
1	Σ	1	Λ	1	Σ	1	Σ
2	Σ	2	Σ	2	Λ	2	Σ
3	Λ	3	Σ	3	Σ	3	Λ
4	Σ	4	Σ	4	Λ	4	Λ
5	Σ	5	Λ	5	Λ	5	Σ
6	Σ	6	Σ	6	Λ	6	Σ
7	Λ	7	Λ	7	Σ	7	Λ
8	Λ	8	Σ	8	Σ	8	Λ
9	Λ	9	Λ	9	Σ	9	Σ
10	Λ	10	Σ	10	Σ	10	Σ
11	Λ	11	Λ	11	Σ	11	Λ
12	Σ	12	Σ	12	Λ	12	Λ
13	Σ	13	Σ	13	Λ	13	Σ
14	Λ	14	Λ	14	Λ	14	Σ
15	Σ	15	Σ	15	Σ	15	Λ
16	Λ			16	Λ	16	Σ
17	Λ			17	Σ	17	Σ
18	Λ			18	Σ	18	Σ
19	Σ			19	Λ	19	Λ
20	Λ			20	Λ	20	Σ
21	Λ			21	Σ	21	Σ
22	Σ			22	Λ	22	Λ
23	Σ			23	Σ		
24	Λ			24	Λ		
25	Λ			25	Σ		
26	Λ			26	Σ		
27	Λ			27	Λ		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

11. Τυπολόγιο Ψύξης

Εδώ δίνουμε συνοπτικά όλους τους τύπους και τις μαθηματικές διατυπώσεις που απαιτούνται για να λυθούν οι ασκήσεις που θα αντιμετωπίσετε.

Συμπυκνωτές

Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

$$\dot{V} = A \cdot v$$

Όπου: $\dot{V}$ είναι η παροχή του αέρα σε m^3/s

A είναι η μετωπική επιφάνεια του συμπυκνωτή σε m^2

v είναι η ταχύτητα του αέρα σε m/s

$$\dot{Q}_\Sigma = 0,34 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta$$

Όπου: $\dot{Q}_\Sigma$ η απόδοση του συμπυκνωτή σε W

$\dot{V}$ είναι η παροχή του αέρα σε m^3/h

$\Delta\Theta$ η ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα από την είσοδό του στην έξοδο από το συμπυκνωτή σε $^\circ\text{C}$.

Ικανότητα συμπυκνωτή = Ικανότητα εξατμιστή + Ισχύς συμπίεστη

Όταν δεν ξέρουμε ακριβώς τις ικανότητες συμπυκνωτή, εξατμιστή και συμπίεστη θεωρούμε ότι ισχύει η προηγούμενη σχέση αλλά στο περίπου δεχόμαστε τα εξής:

Ικανότητα συμπυκνωτή = $4/3 \cdot$ Ικανότητα εξατμιστή

Ικανότητα συμπυκνωτή = $4 \cdot$ Ισχύς συμπίεστη

Ικανότητα εξατμιστή = $3 \cdot$ Ισχύς συμπίεστη

Ικανότητα εξατμιστή = $3/4 \cdot$ Ικανότητα συμπυκνωτή

Ισχύς συμπίεστη = $1/3 \cdot$ Ικανότητα εξατμιστή

Ισχύς συμπίεστη = $1/4 \cdot$ Ικανότητα συμπυκνωτή

Αν $\dot{Q}$ είναι η ψυκτική ικανότητα μίας εγκατάστασης, τότε ο συμπυκνωτής πρέπει να αποβάλλει θερμότητα ίση με $1,33 \cdot \dot{Q}$.

Υδρόψυκτοι Συμπυκνωτές

Η απαιτούμενη παροχή νερού ψύξης σε ένα υδρόψυκτο συμπυκνωτή όταν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού από αυτόν είναι $5,5^\circ\text{C}$, είναι $156 (\text{Lit/h})/\text{kW}$ ικανότητας συμπυκνωτή. Δηλαδή κάθε kW του συμπυκνωτή πρέπει να πολλαπλασιάζεται με 156 λίτρα νερού την ώρα για να βρεθεί η συνολική απαιτούμενη παροχή του νερού.

Αν η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού από αυτόν ΔΕΝ είναι $5,5^\circ\text{C}$, αλλά είναι $\Delta\Theta_N$, τότε η παροχή που θα βρούμε με τους $5,5^\circ\text{C}$ πολλαπλασιάζεται με το κλάσμα $5,5/\Delta\Theta_N$ και όσο βρεθεί, αυτή είναι η σωστή παροχή.

Αν δεν γνωρίζουμε την ικανότητα του συμπυκνωτή αλλά την ψυκτική ισχύ της εγκατάστασης, τότε για διαφορά θερμοκρασίας $5,5^\circ\text{C}$ η παροχή του νερού ψύξης θα είναι $208 (\text{Lit/h})/\text{kW}$ ψυκτικής ισχύος της εγκατάστασης.

Εξατμιστικοί Συμπυκνωτές

Η κατανάλωση νερού στους εξατμιστικούς συμπυκνωτές είναι 5 (Lit/h)/kW ικανότητας συμπυκνωτή. Δηλαδή κάθε kW του συμπυκνωτή πρέπει να πολλαπλασιάζεται με 5 λίτρα νερού την ώρα για να βρεθεί η συνολική κατανάλωση νερού ανά ώρα.

Πύργοι Ψύξης

Η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην είσοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία του στην έξοδο, ονομάζεται **περιοχή ψύξης**.

$$\text{Περιοχή ψύξης} = \Theta_{\text{εισ}} - \Theta_{\text{εξ}}$$

Η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στην έξοδο του πύργου ψύξης από τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου του αέρα ονομάζεται **προσέγγιση**.

$$\text{Προσέγγιση} = \Theta_{\text{εξ}} - \Theta_{\text{υ.θ.}}$$

Το ποσό του νερού που καταναλώνεται σε ένα πύργο ψύξης είναι το 3% της συνολικής ποσότητας. Από αυτό το ποσοστό 1% εξατμίζεται (το 1/3 δηλαδή από αυτό που χάνεται συνολικά), το 1% παρασύρεται από τον αέρα και το 1% απομακρύνεται από τον πύργο με τις ακαθαρσίες στη λεκάνη συγκέντρωσης νερού.

Η παροχή νερού $\dot{V}_{\Pi}$ σε ένα πύργο ψύξης δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{V}_{\Pi} = 0,23 \cdot \dot{Q}$$

Όπου η παροχή είναι σε m^3/h

$\dot{Q}$ είναι ψυκτική ικανότητα (ικανότητα **εξατμιστή**) της εγκατάστασης σε **kW**.

Η παροχή του νερού συμπλήρωσης δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{V}_{\sigma} = 0,03 \cdot \dot{V}_{\Pi}$$

Εκτονωτικές Διατάξεις

Σε θερμοεκτονωτική βαλβίδα και για τις πιέσεις στο διάφραγμα ισχύει:

$$P_2 = P_1 + P_3$$

Όπου P_2 η πίεση στο βολβό (πίεση πάνω από το διάφραγμα), P_1 η πίεση εξάτμισης (πίεση κάτω από το διάφραγμα) και P_3 η πίεση του ελατηρίου (πίεση κάτω από το διάφραγμα).

Η τελική πίεση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του υγρού του συμπυκνωτή **μείον** την πτώση πίεσης στη γραμμή του υγρού (συμπυκνωτής) **μείον** την πτώση πίεσης λόγω ανύψωσης (της εκτονωτικής από το συμπυκνωτή).

Η τελική πίεση στην έξοδο της εκτονωτικής βαλβίδας είναι ίση με την πίεση που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του αερίου στην είσοδο του συμπιεστή **συν** την πτώση πίεσης στη γραμμή αναρρόφησης (από τον εξατμιστή στο συμπιεστή) **συν** την πτώση πίεσης λόγω πτώσης πίεσης στον εξατμιστή και τον διανεμητή του.

$$\text{Διαφορά πίεσης στην εκτονωτική βαλβίδα} = \text{Τελική πίεση στην είσοδο της βαλβίδας} - \text{Τελική πίεση στην έξοδο της βαλβίδας}$$

Εξατμιστές

Εξατμιστές Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Η απόδοση $\dot{Q}$ ενός εξατμιστή φυσικής κυκλοφορίας αέρα δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q} = K \cdot A \cdot \Delta\Theta$$

Η απόδοση $\dot{Q}$ είναι σε **W**. Ο συντελεστής K εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εξατμιστή και έχει μονάδες $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$. Η συνολική επιφάνεια εναλλαγής A του εξατμιστή που έρχεται σε επαφή με τον αέρα έχει μονάδες m^2 και $\Delta\Theta$ είναι η μέση διαφορά θερμοκρασίας ατμοποίησης και της θερμοκρασίας του αέρα που ψύχεται στον εξατμιστή.

Εξατμιστές Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Σε περιπτώσεις κλιματισμού ισχύουν τα εξής:

$$\begin{aligned}\dot{Q}_T &= \dot{Q}_S + \dot{Q}_L \\ SHR &= \frac{\dot{Q}_S}{\dot{Q}_T} \\ \dot{Q}_S &= 0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta \\ \dot{Q}_T &= \frac{\dot{Q}_S}{SHR} = \frac{0,34 \cdot \dot{V}_A \cdot \Delta\Theta}{SHR}\end{aligned}$$

$\dot{Q}_T$: ολική θερμότητα που απορρόφησε ο εξατμιστής σε **W**

$\dot{Q}_S$: η αισθητή θερμότητα που απορρόφησε ο εξατμιστής σε **W**

$\dot{Q}_L$: η λανθάνουσα θερμότητα που απορροφάται από τον εξατμιστή σε **W**

SHR: παράγοντας αισθητής θερμότητας (καθαρός αριθμός, χωρίς μονάδες)

$\Delta\Theta$: η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου του αέρα στον εξατμιστή σε $^\circ C$

$\dot{V}_A$: η παροχή του αέρα στον εξατμιστή σε m^3/h

Σε περιπτώσεις ψύξης (ψυγεία), ισχύουν οι προηγούμενοι τύποι με τη διαφορά ότι ως $\Delta\Theta$ λαμβάνεται:

$$\Delta\Theta = 0,5 \cdot (\Theta_{\theta\alpha\lambda} - \Theta_{\epsilon\zeta})$$

Όπου: $\Theta_{\theta\alpha\lambda}$ είναι η θερμοκρασία του θαλάμου που ψύχει τα προϊόντα ο εξατμιστής

$\Theta_{\epsilon\zeta}$ είναι η θερμοκρασία μέσα στον εξατμιστή.

Εξατμιστές Ψύξης Υγρών

Η ικανότητα ενός εξατμιστή που ψύχει υγρά δίνεται από τη σχέση:

$$\dot{Q} = C \cdot \dot{m} \cdot \Delta\Theta$$

Όπου: $\dot{Q}$ είναι η θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής σε **W**

C είναι η θερμοχωρητικότητα του ψυχόμενου υγρού σε **J/(kg·°C)**

$\dot{m}$ είναι η παροχή μάζας του ψυχόμενου υγρού σε **kg/s**

$\Delta\Theta$ είναι η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του ψυχόμενου υγρού σε $^\circ C$.

Όταν το ψυχόμενο υγρό είναι το νερό τότε η θερμότητα που απορροφά ο εξατμιστής δίνεται από τον τύπο:

$$\dot{Q} = 1,16 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\Theta$$

Οι μονάδες τώρα είναι διαφορετικές απ' ό,τι πριν. Η θερμότητα είναι σε **kW** και η παροχή όγκου του ψυχόμενου νερού $\dot{V}$ είναι σε **m³/h**.

ISBN 978-960-93-5419-6