

Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΑΣ

Τμήμα: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος:

< ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ >

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

- 1) ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
- 2) ΤΣΙΓΚΟΣ ΜΙΧΑΗΛ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

- 8.1 Βασικά της ροής αέρα σε αγωγούς.
 - Εξίσωση Bernouilly
 - Σταθερή ροή, ενεργειακή εξίσωση
 - Στατική πίεση, Πίεση ταχύτητας και Ολική πίεση
 - Αποτέλεσμα
 - Στρωτή ροή και Τυρβώδης ροή
 - Διανομή ταχύτητας
 - Εξίσωση συνέχειας
- 8.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ
 - Είδη αεραγωγών
 - Ιδιότητες πίεσης σε ροή αέρα
 - Απώλειες συστήματος πίεσης
 - Κριτήρια χρησιμοποίησης της ενέργειας του αέρα
- 8.3 Κατασκευή αγωγών
 - Μέγιστη διαφορά πίεσης
 - Υλικά
 - Ορθογώνιοι αγωγοί
 - Κυκλικοί αγωγοί
 - Επίπεδοι ωσειδής αγωγοί
 - Εύκαμπτοι αγωγοί
 - Γυάλινοι (από ίνες) αγωγοί
- 8.4 ΚΕΡΔΟΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΩΝ, ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΟΝΩΣΗ ΑΓΩΓΩΝ
 - Αύξηση ή πτώση θερμοκρασίας λόγω του κέρδους ή των απωλειών θερμότητας αγωγών
 - Μόνωση αγωγών
 - Καμπυλωτή αύξηση της θερμοκρασίας
- 8.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΗΣ
 - Darcy- Weisbach εξίσωση
 - Παράγοντας τριβή
 - Διάγραμμα τριβής αγωγών
 - Διόρθωση τραχύτητας και θερμοκρασίας
 - Κυκλικά ισοδύναμα
- 8.6 Δυναμικές απώλειες

Γωνίες ένωσης αγωγών

Ταυ και διακλαδώσεις συγκλίσεων και αποκλίσεων.

Είσοδοι, έξοδοι, διευρύνσεις και συστολές

8.7 Αρχές και εκτιμήσεις στο σχεδιασμό αεραγωγών

Βέλτιστο σχέδιο αεραγωγών

Ταχύτητα σχεδιασμού

Ισορροπία συστήματος

Πορεία σχεδιασμού

Διαρροή αέρα

Σχήματα και υλικά αεραγωγών

Εγκατάσταση αγωγού

Πυροπροστασία

8.8 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
ΑΓΩΓΩΝ

Διαδικασία σχεδιασμού

Χαρακτηριστικά συστημάτων αγωγών

Σχεδιάγραμμα αγωγών

8.9 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Ισοδύναμη μέθοδος τριβής

Σταθερή μέθοδος ταχύτητας

Στατική μέθοδος επανάκτησης

T-μέθοδος

8.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ
ΣΤΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑ ΤΩΝ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΩΝ

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού

Βελτιστοποίηση δαπανών

Εξέταση δύο τμημάτων αγωγών

Τοπικοί συντελεστές απώλειας για τα ταυ και διακλαδώσεων
απόκλισης

Συστήματα επιστροφής ή εξάτμισης αγωγών

8.11 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΑΜΕΛΗΤΕΑ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ
ΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΩΝ

Συστήματα αγωγών ανεφοδιασμού

Χαρακτηριστικά πίεσης της ροής αέρα στους αγωγούς ανεφοδιασμού

Συστήματα αγωγών επιστροφής ή εξάτμισης

8.12 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΓΙΑ
ΜΙΑ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

8.13 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ

8.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ

Εξίσωση του Bernoulli.

Η εξίσωση Bernoulli αφορά τη μέση ταχύτητα v , την πίεση p και την ανύψωση z , ενός χωρίς τριβή ή ιδανικού ρευστού σε σταθερή κατάσταση. Όταν η κίνηση ενός ρευστού λέγεται ότι είναι σε σταθερή κατάσταση, οι μεταβλητές της ρευστής ροής δεν ποικίλλουν με το χρόνο. Υποθέτοντας σταθερή πυκνότητα, η εξίσωση Bernoulli μπορεί να εκφραστεί στην ακόλουθη μορφή:

$$\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2g_c} + \frac{gz}{g_c} = \text{σταθερό}$$

Όπου p = στατική πίεση lb_f/ft^2 , ρ = πυκνότητα ρευστού lb_m/ft^3 ,
 g = επιτάχυνση βαρύτητας ft/s^2 , g_c = διαστατική σταθερά, $32.2 \text{ lb}_m \cdot \text{ft}/\text{lb}_f \cdot \text{s}^2$

Σταθερή ροή, ενεργειακή εξίσωση.

Για ένα πραγματικό ρευστό που ρέει μεταξύ δύο διατομών σε έναν αεραγωγό, σωλήνα, ή ενός αγωγού, η ενεργειακή απώλεια είναι αναπόφευκτη λόγω του ιξώδους του ρευστού και της παρουσίας μηχανικής τριβής και στροβίλων. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να υπερνικήσει αυτές τις απώλειες μετασχηματίζεται συνήθως σε ενέργεια θερμότητας. Εάν αγνοήσουμε τη διαφορά κινητικής ενέργειας μεταξύ της τιμής που υπολογίζονται από τη μέση ταχύτητα της διατομής και της τιμής που υπολογίζεται σύμφωνα με τη διανομή ταχύτητας της διατομής, η ενεργειακή εξίσωση σταθερής ροής για μια μονάδα μάζας του πραγματικού ρευστού δίνεται όπως

$$\frac{P_1}{\rho} + u_1 j + \frac{V_1^2}{2g_c} + \frac{gz_1}{g_c} + qj = \frac{P_2}{\rho} + u_2 j + \frac{V_2^2}{2g_c} + \frac{gz_2}{g_c} + w \quad (8.2)$$

Όπου u = εσωτερική ενέργεια btu/lb , j = ισοδύναμο τζάουλ $778 \text{ ft} \cdot \text{lb}_f/\text{btu}$
 w = αναπτυσσόμενο έργο $\text{ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lb}_m$, q = παρεχόμενη θερμότητα btu/lb

Στην εξίσωση (8.2) οι δείκτες 1 και 2 περιλαμβάνουν τις διατομές 1 και 2, αντιστοίχως ρ_1 και ρ_2 σημαίνουν απόλυτη στατική πίεση στις διατομές 1 και 2. Τα σύμβολα w και q ακολουθούν την θερμοδυναμική μετάδοση και

όταν η θερμότητα παρέχεται στο σύστημα το q είναι θετικό ενώ όταν η θερμότητα απελευθερώνεται από το σύστημα το q είναι αρνητικό. Όταν έργο αναπτύσσεται από το σύστημα το w είναι θετικό, ενώ όταν το έργο εισάγεται στο σύστημα το w είναι αρνητικό. Πολλαπλασιάζουμε και τα δύο μέρη της εξίσωσης (8.2) με το ρ και διασκευάζουμε τους όρους. Τότε κάθε όρος έχει μονάδα πίεσης σε lb/ft^2 , ή

$$p_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2g_c} + \frac{\rho_1 g z_1}{g_c} = p_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2g_c} + \frac{\rho_2 g z_2}{g_c} + \rho W + \rho J(u_2 - u_1 - q) \quad (8.3)$$

Για το έργο αεραγωγών ή σωλήνων χωρίς ανεμιστήρα, συμπιεστή και αντλία το $\rho W = 0$. Αφήνοντας τις απώλειες πίεσης λόγω του ιξώδους, τριβής, στροβιλισμών στις διατομές 1 και 2 $\Delta p_f = \rho j(u_2 - u_1 - q)$, τότε η εξίσωση (8.3) μπορεί να ξαναγραφεί σαν

$$p_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2g_c} + \frac{\rho_1 g z_1}{g_c} = p_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2g_c} + \frac{\rho_2 g z_2}{g_c} + \Delta p_f \quad (8.4)$$

Εάν και τα δύο μέρη της εξίσωσης (8.2) πολλαπλασιαστούν με g/g τότε κάθε όρος της εξίσωσης εκφράζεται σε ft ή in της στήλης ρευστού. Δηλαδή

$$\frac{g_c p_1}{g \rho_1} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{g_c p_2}{g \rho_2} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \frac{g_c W}{g} + \frac{g_c \Delta p_f}{\rho g} \quad (8.5)$$

Στατική πίεση, Πίεση ταχύτητας και Ολική πίεση

Για ένα σύστημα αεραγωγών ή ένα σύστημα σωληνώσεων ύδατος, η πίεση εκφράζεται πιο βολικά ως πίεση μέτρησης, δηλαδή μεγαλύτερη ή μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση p_{at} .

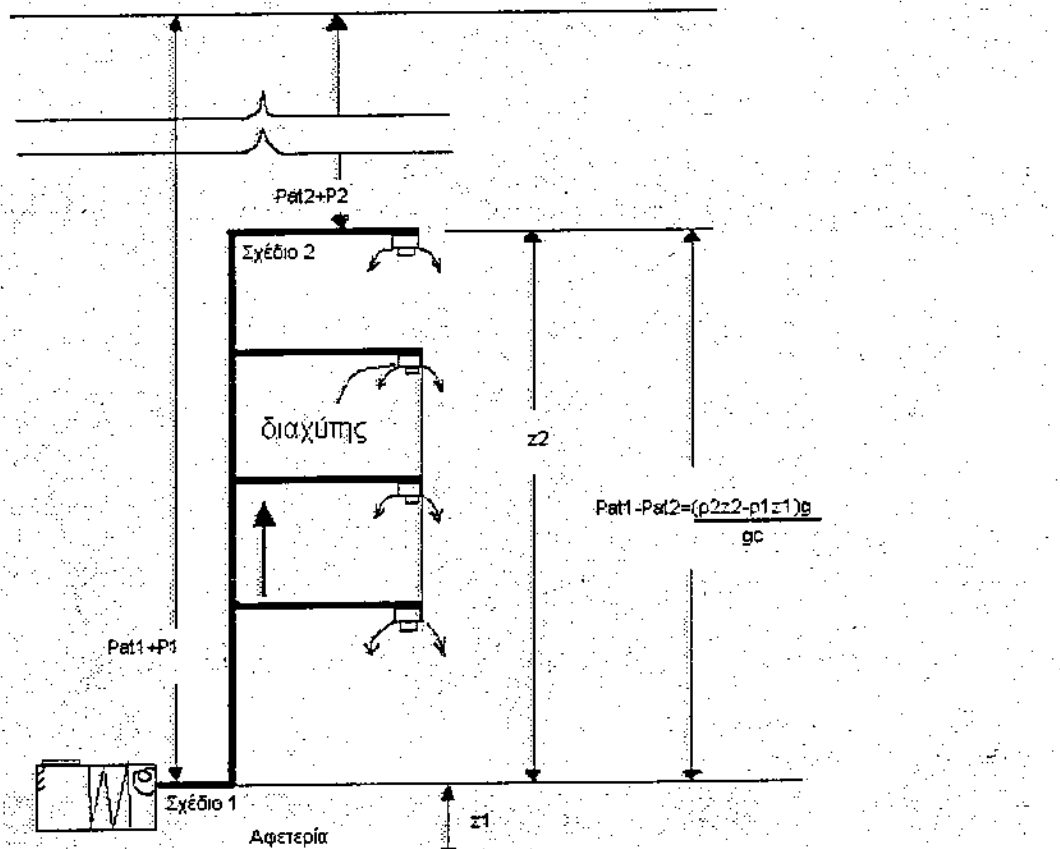
Εξετάστε ένα σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού σε ένα πολυώροφο κτήριο, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.1. Στην εξίσωση (8.4) $p_1' = p_{at1} + p_1$ και $p_2' = p_{at2} + p_2$ όπου p_1 και p_2 αντιπροσωπεύουν τη στατική πίεση μετρήσεων και το p_{at1} και το p_{at2} την ατμοσφαιρική πίεση προστεθήμενη στο ρευστό στις διατομές 1 και 2. Η σχέση των ιδιοτήτων ενός ρευστού μεταξύ των διατομών 1 και 2 μπορεί να εκφραστεί ως

$$(p_{at1} + p_1) + \frac{\rho_1 v_1^2}{2g_c} + \frac{\rho_1 g z_1}{g_c} = (p_{at2} + p_2) + \frac{\rho_2 v_2^2}{2g_c} + \frac{\rho_2 g z_2}{g_c} + \Delta p_f \quad (8.6)$$

Εάν η θερμοκρασία αέρα μέσα στον αεραγωγό είναι ίση με την περιβαλλοντική θερμοκρασία αέρα, και εάν η επίδραση πυκνότητας λόγω της διαφοράς στις πυκνότητες αέρα μεταξύ των στηλών αέρα μέσα στον αεραγωγό και του περιβαλλοντικού αέρα δεν υπάρχει, τότε

$$p_{at1} - p_{at2} = \frac{(\rho_2 z_2 - \rho_1 z_1)g}{g_c}$$

Γι αυτό η εξίσωση (8.6) γίνεται



ΣΧΕΔΙΟ 8.1 Χαρακτηριστικά της πίεσης ενός συστήματος αεραγωγών

$$p_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2g_c} = p_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2g_c} + \Delta p_f \quad (8.7)$$

Η εξίσωση (8.7) είναι μια από τις αρχικές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά πίεσης ενός συστήματος αεραγωγών που δεν περιέχει έναν ανεμιστήρα και στο οποίο η επίδραση πυκνότητας είναι αμελητέα.

ΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ. Στην εξίσωση (8.7) οι στατικές πιέσεις p_1 και p_2 αντιπροσωπεύονται συχνά από το p_s . Στα συστήματα αεραγωγών, η μονάδα της μπορεί να είναι είτε σε Pa (pascals, είτε σε newtons ανά τετραγωνικό μέτρο) στις μονάδες Si, είτε το ύψος της στήλης ύδατος, σε ίντσες, για τις μονάδες I-P. Όλα εκφράζονται στην μέτρηση πίεσης. Η σχέση μεταξύ της στατικής πίεσης p_s , lb/FT² και του ύψους της υδάτινης στήλης H, σε ft είναι

$$p_s = \frac{\rho_w w H A}{g_c A} = \frac{\rho_w g H}{g_c} \quad (8.8) \text{ όπου } A = \text{περιοχή διατομής της υδάτινης στήλης σε ft}^2, \rho = \text{πυκνότητα του νερού σε lb/ft}^3$$

Όταν η στατική πίεση εκφράζεται ως ύψος 1 πίεσης μέτρησης υδάτινης στήλης σε in., 1 στο WG, για μια πυκνότητα του ύδατος $\rho_w = 63,3 \text{ lb/FT}^3$ και $g = g_c = 32.2 \text{ ft/s}^2$ βρίσκουμε από την εξίσωση (8.8).

$$p_s, 1 \text{ in WG} = \frac{\rho_w g H}{g_c} = \frac{62.3 * 32.2 * 1}{32.2 * 12} = 5.192 \text{ lb/ft}^2$$

Το οποίο είναι. 1 in WG = 5.192 lb/ft² πίεση μέτρησης. Επειδή 1 lb/ft² = 47.88 Pa, 1 in WG = 5.192 * 47.88 = 248.6 Pa.

ΠΙΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Στην εξίσωση (8.7) ο όρος $\rho v^2 / (2g_c)$ καλείται πίεση ταχύτητας, ή δυναμική πίεση και αντιπροσωπεύεται από το σύμβολο p_v , το οποίο είναι

$$p_v = \frac{\rho v^2}{2g_c} \quad (8.9)$$

Όπου ρ = η πυκνότητα του αέρα σε lb/ft³. Για μια πυκνότητα αέρα $\rho = 0.075 \text{ lb/ft}^3$, εάν η πίεση ταχύτητας p_v εκφράζεται σε ίντσες WG και η ταχύτητα του αέρα σε fpm, ή ft/min, τότε σύμφωνα με την εξίσωση (8.9)

$$\left(\frac{v}{60}\right)^2 = \frac{5.192(2p_v g_c)}{\rho} = \frac{5.192 * 2 * 32.2 * p_v}{0.075} = 4458 p_v \text{ και } v = 4005 \sqrt{p_v}$$

$$p_v = \left(\frac{v}{4005}\right)^2 \quad (8.10)$$

ΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ. Σε οποιαδήποτε διατομή σχεδίου κάθετα στην κατεύθυνση της ροής αέρα, η συνολική πίεση του συστήματος αέρα p_t ορίζεται ως το άθροισμα της στατικής πίεσης p_s και της πίεσης ταχύτητας p_v , δηλαδή

$$p_t = p_s + p_v \quad (8.11a)$$

Η μονάδα του p_t πρέπει να είναι σύμφωνη με το p_s και p_v . Στις μονάδες I-P, εκφράζεται επίσης στο WG ιντσών. Αντικαθιστώντας την εξίσωση (8,11 α) στη εξίσωση (8.7) βλέπουμε ότι

$$p_{11} = p_{12} + \Delta p_f \quad (8.11b)$$

Η εξίσωση (8.11b) είναι μια άλλη αρχική εξίσωση που αφορά την απώλεια πίεσης από την τριβή και άλλες πηγές, Δp_f και τη συνολική πίεση p_{11} και p_{12} σε δύο διατομές του συστήματος αεραγωγών.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ. Όταν ένα σύστημα αεραγωγών έχει μια διαφορά ανύψωσης και η θερμοκρασία αέρα μέσα στον αεραγωγό είναι διαφορετική από την περιβαλλοντική θερμοκρασία αέρα, η επίδραση πυκνότητας υπάρχει. Έχει επιπτώσεις στη ροή αέρα στις διαφορετικές ανυψώσεις.

Κατά την διάρκεια μιας καλοκαιρινής ημέρας, όταν η πυκνότητα του εξωτερικού αέρα είναι μικρότερη από την πυκνότητα του κρού παρεχόμενου αέρα από τον αεραγωγό, η πίεση που εξάγεται από την ατμοσφαιρική στήλη αέρα στη διατομή 1 με το ύψος της διαφοράς ανύψωσης ($z_1 - z_2$) σε FT, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.1 είναι.

$$p_{a1} - p_{a2} = \frac{\rho_0 g (z_2 - z_1)}{g_c}$$

Όπου ρ_0 = μέση πυκνότητα του αέρα περιβάλλοντος σε lb/ft^3 .

Αφήνοντας ρ_i = μέση πυκνότητα του παρεχόμενου αέρα από τον αεραγωγό σε lb/ft^3 . Εάν οι διαφορές ανάμεσα στις πυκνότητες μέσα στους αεραγωγούς

(ρ_1 και ρ_i) και (ρ_2 και ρ_i) αγνοηθούν η πίεση που εξάγεται από τον παρεχόμενο αέρα στήλης μέσα στον αγωγό στη διατομή 1 συγκρινόμενη με τη διατομή 2 είναι

$$\frac{\rho_i g (z_2 - z_1)}{g_c} = \frac{g(\rho_2 z_2 - \rho_1 z_1)}{g_c}$$

Αντικαθιστώντας αυτές τις σχέσεις στην εξίσωση (8.6)

$$p_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2g_c} + \frac{g(\rho_0 - \rho_i)(z_2 - z_1)}{g_c} = p_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2g_c} + \Delta p_f \quad (8.12) \text{ και}$$

$$p_{11} + \frac{g(\rho_0 - \rho_i)(z_2 - z_1)}{g_c} = p_{12} + \Delta p_f \quad (8.13)$$

Ο δεύτερος όρος της αριστερής πλευράς των εξισώσεων (8.12) και (8.13) ονομάζεται επίδραση πυκνότητας p_{st} σε lb/ft^2 όπου είναι

$$p_{st} = \frac{g(\rho_0 - \rho_i)(z_2 - z_1)}{g_c} \quad (8.14)$$

Εάν p_{st} εκφράζεται σε ίντσες WG ($1 \text{ lb/ft}^2 = 0.1926 \text{ in. WG}$) τότε

$$p_{st} = 0.1926g(\rho_0 - \rho_1)(z_2 - z_1) \quad (8.15)$$

Για ένα ανοδικό σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού, $z_2 > z_1$. Εάν κρύος αέρας παρέχεται, $\rho_1 > \rho_0$, p_{st} είναι αρνητικό. Εάν ζεστός αέρας παρέχεται, $\rho_0 > \rho_1$, το p_{st} είναι θετικό. Για ένα καθοδικό σύστημα αγωγών, εφοδιασμού κρύου αέρα το p_{st} είναι θετικό, εάν υπάρχει ζεστός παρεχόμενος αέρας το p_{st} είναι αρνητικό. Όταν ο παρεχόμενος αέρας είναι σε θερμοκρασία 60 βαθμών F και η σχετική υγρασία 80% τότε η πυκνότητα είναι 0.075 lb/ft³.

Επίσης αν ο αέρας του χώρου έχει θερμοκρασία 75 βαθμών F και η σχετική υγρασία είναι 50% τότε η πυκνότητα είναι 0.073 lb/ft³. Εάν $g = g_c$ για μια διαφορά $z_2 - z_1 = 30$ ft τότε

$$p_{st} = 0.1926 * (0.073 - 0.075) * 30 = 0.0116 \text{ in. WG}$$

Για μια διαχειριζόμενη μονάδα αέρα ή μια συσκευασμένη μονάδα που παρέχει τον αέρα στο ίδιο πάτωμα όπου βρίσκεται, η επίδραση πυκνότητας αγνοείται συνήθως.

ΣΤΡΩΤΗ ΚΑΙ ΤΥΡΒΩΔΗΣ ΡΟΗ

Ο Reynolds ανακάλυψε δύο είδη ροής ρευστού το 1883 παρατηρώντας την συμπεριφορά ενός ρεύματος χρωστικής ουσίας σε μια ροή νερού. Στρωτή και τυρβώδης ροή. Ακόμα ανακάλυψε ότι η αναλογία των αδρανών έως ιξωδών δυνάμεων είναι το κριτήριο που διακρίνει αυτούς τους δύο τύπους ρευστών ροών. Αυτή η αδιάστατη παράμετρος είναι τώρα ευρέως γνωστή ως αριθμός Reynolds.

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu} = \frac{v L}{\nu}$$

Όπου ρ = πυκνότητα του ρευστού σε lb/ft³, v = ταχύτητα ρευστού σε ft/s, L = χαρακτηριστικό μήκος σε ft, μ = μοριακό ιξώδες σε lb/ft · s, ν = κινηματικό ιξώδες σε ft²/s

Πολλά πειράματα έχουν δείξει ότι η στρωτή ροή απαντάται σε $Re \leq 2000$ κυκλικούς αγωγούς και σωλήνες. Μια μεταβατική περιοχή υπάρχει ανάμεσα $2000 < Re \leq 4000$. Όταν $Re \geq 4000$ η ροή του ρευστού είναι πιθανόν τυρβώδης. Σε 60 βαθμούς F το ιξώδες του αέρα είναι $\mu = 1.21 \cdot 10^{-5}$ lb/ft · s. Για ένα κυκλικό αγωγό με διάμετρο ενός ποδιού και με ροή αέρα 3 ft/s (180 fpm) ο αριθμός Re είναι

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu} = \frac{0.075 * 3 * 1}{1.21 * 10^{-5}} = 18.595$$

Ο Re σε έναν τέτοιο αγωγό είναι πολύ μεγαλύτερος από 4000. Γι' αυτό η ροή αέρα μέσα στον αεραγωγό είναι συνήθως τυρβώδης εκτός από το εσωτερικό οριακό στρώμα του τοιχώματος του αγωγού.

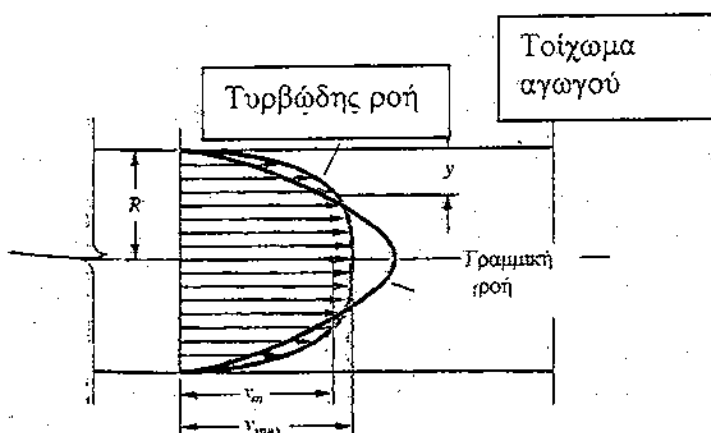
ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ. Οι διανομές ταχύτητας σε τυρβώδη και στρωτή ροή σε μία συγκεκριμένη διατομή σε έναν κυκλικό αγωγό έχει σαν αποτέλεσμα (1) την μηχανική τριβή ανάμεσα στα σωματίδια του ρευστού και στο τοίχωμα του αγωγού, (2) τον μοιρασμό της πίεσης του ιξώδους του ρευστού όπως παρουσιάζεται στο σχήμα (8.2). Η διαφορά ανάμεσα σε αυτά τα δύο είδη ροής είναι σημαντική. Για μια πλήρως αναπτυγμένη τυρβώδη ροή η ταχύτητα του αέρα v σε διαφορετικές αποστάσεις από το τοίχωμα ενός κυκλικού αγωγού σε ίντσες ποικίλη σύμφωνα με τον νόμο του Prandl.

$$\frac{v}{v_{\max}} = \left(\frac{y}{R}\right)^{1/7} \quad (8.17)$$

Όπου v_{\max} = μέγιστη ταχύτητα στην κεντρική γραμμή ενός αεραγωγού
ft/s, R = ακτίνα του αγωγού σε ft

Η μέση ταχύτητα του αέρα βρίσκεται σε απόσταση περίπου $0.33R$ από το τοίχωμα του αγωγού.

ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ. Για μια μονοδιάστατη ροή ρευστού σε σταθερή κατάσταση, η εφαρμογή της αρχής της διατήρησης της μάζας δίνει την ακόλουθη εξίσωση της συνέχειας.



ΣΧΕΔΙΟ 8.2 Διανομή ταχύτητας σε κυκλικό αγωγό

$$m = \rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 \quad (8.18)$$

όπου m = παροχή μάζας σε lb/s, A = εμβαδόν διατομής κάθετο στη ροή του ρευστού σε ft^2 .

Οι δείκτες 1 και 2 περιλαμβάνουν τις διατομές 1 και 2 κατά μήκος της ροής του ρευστού. Εάν οι διαφορές στη πυκνότητα του ρευστού στις διάφορες διατομές είναι αμελητέες, κατόπιν η εξίσωση της συνοχής γίνεται

$$\dot{V} = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (8.19)$$

όπου V = παροχή όγκου της ροής αέρα σε ft^3/min ή CFM, v = μέση ταχύτητα αέρα σε οποιαδήποτε διατομή, fpm.

Θεωρητικά η ταχύτητα πίεσης πρέπει να υπολογισθεί σαν,

$$p_v = \frac{(\rho v^2 / 2g_c) v dA}{v dA} \quad (8.20)$$

Η τιμή της είναι ελαφρώς διαφορετική από την p_v που υπολογίζεται από εξίσωση (8.9), η οποία είναι βασισμένη στη μέση ταχύτητα v . Για μια πλήρως αναπτυγμένη τυρβώδης ροή, $p_{v1} = 1.06$. Δεδομένου ότι τα πειραματικά αποτελέσματα της απώλειας πίεσης (που υποδεικνύεται από τους όρους της πίεσης ταχύτητας) υπολογίζονται από

$$p_v = \rho v^2 / 2g_c$$

Χάριν της απλότητας της p_v θα χρησιμοποιηθεί εδώ αντί για p_{v1} .

8.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ

Είδη αεραγωγών. Οι αεραγωγοί μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις τύπους σύμφωνα με τις μεταφορικές λειτουργίες τους:

1: Αγωγοί ανεφοδιασμού. Ο προετοιμαζόμενος αέρας παρέχεται στο κλιματιζόμενο χώρο.

2. Αγωγοί επιστροφής. Ο αέρας του χώρου επιστρέφεται (1) στο δωμάτιο ανεμιστήρων όπου βρίσκεται εγκαταστημένη η μονάδα μεταχείρισης αέρα ή (2) στη μονάδα συσκευασίας.

3. Αγωγός ανανέωσης αέρα. Ο υπαίθριος αέρας μεταφέρεται στη μονάδα μεταχείρισης αέρα, στο δωμάτιο ανεμιστήρων, ή στο χώρο άμεσα.

4. Αγωγός αποβολής αέρα. Ο αέρας του χώρου ή ο μολυσμένος αέρας αποβάλλεται από τον χώρο, τον εξοπλισμό, το δωμάτιο ανεμιστήρων, ή από μια συγκεκριμένη περιοχή.

Κάθε ένας από αυτούς τους τέσσερις τύπους αγωγών μπορεί επίσης να υποδιαιρεθεί σε κεντρικούς, σε κύριους αγωγούς, και σε αγωγούς διακλάδωσης ή εξόδων. Μερικές φορές, ένας κεντρικός ή ένας κύριος αγωγός καλείται επίσης αξονικός. Ο κεντρικός είναι το μέρος ενός αγωγού που συνδέεται άμεσα με τον ανεφοδιασμό ή με τον ανεμιστήρα αποβολής πριν από τον αέρα που παρέχεται στους κύριους αγωγούς σε ένα μεγάλο σύστημα αγωγών. Οι κύριοι αγωγοί έχουν συγκριτικά μεγαλύτερα ποσοστά ροής και μέγεθος, εξυπηρετώντας μια μεγαλύτερη ρυθμισμένη περιοχή, και,

επομένως, επιτρέπουν υψηλότερες ταχύτητες αέρα. Οι αγωγοί διακλάδωσης συνδέονται συνήθως με τα τερματικά, εξόδους ανεφοδιασμού, σχάρες επιστροφής, και εξωτερικά τερματικά. Ένας κάθετος αγωγός καλείται ανυψωτής.

Χαρακτηριστικά της πίεσης σε μια ροή αέρα.

Κατά την διάρκεια ανάλυσης των χαρακτηριστικών της πίεσης ροής αέρα μέσα σε ένα σύστημα αεραγωγών όπως αυτό του σχήματος 8.3 υποθέτουμε ότι η στατική πίεση του αέρα χώρου είναι ίση με την στατική πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα και η ταχύτητα πίεσης του χώρου είναι ίση με το μηδέν. Επίσης για τις κατάλληλες μετρήσεις και παρουσίαση, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα λαμβάνεται ως στοιχείο, το οποίο είναι $p_{at} = 0$. Όταν $p > p_{at}$, το p είναι θετικό, και εάν $p < p_{at}$, τότε p είναι αρνητικό.

Στη διατομή R_1 , καθώς ο αέρας αναδιανομής εισάγεται από τη σχάρα επιστροφής, συνολικά η ολική πίεση p_t και η στατική πίεση p_s μειώνονται ως αποτέλεσμα της συνολικής απώλειας πίεσης της εισόδου. Η πίεση ταχύτητας p_v που περιλαμβάνεται στην σκιασμένη διατομή στο σχέδιο 8.3 θα αυξηθεί προοδευτικά μέχρι να γίνει ίση με την ταχύτητα στη διακλάδωση του αγωγού. Και το p_t και το p_s είναι αρνητικά έτσι ώστε ο αέρας να ρέει από τον κλιματιζόμενο χώρο σε μία αφετερία με αρνητική πίεση. Επειδή η πίεση ταχύτητας p_v είναι συνήθως θετική στην διεύθυνση της ροής, από την εξίσωση (8.11α)

$$p_t = p_s + p_v \quad \text{άρα } p_s \text{ είναι μικρότερο ή περισσότερο αρνητικό από το } p_t.$$

Όταν ο αέρας αναδιανομής ρέει μέσω του κλάδου του αγωγού στη διατομή R_1-I_1 , η γωνία I_1-I_2 , στον κλάδο αγωγού διατομής I_2-I_3 , στον διασκορπιστή I_3-I_4 , και στον κλάδο αγωγού διατομής I_4-I_5 , και η p_t και η p_s μειώνονται εξαιτίας των απωλειών πίεσης. Η ταχύτητα πίεσης p_v παραμένει η ίδια μεταξύ των διατομών R_1 και I_3 . Προοδευτικά ελαττώνεται εξαιτίας του διασκορπιστή I_3-I_4 και παραμένει η ίδια μεταξύ I_4 και I_5 .

Όπως ο αέρας αναδιανομής ρέει μέσα από το ταν σύγκλισης I_5-I_1 , αυτό το ευθύ ενδιάμεσο ρεύμα συναντιέται με ένα άλλο ρεύμα κλάδου αναδιανομής αέρα από το τμήμα αγωγού R_2-I στον κόμβο ή διασταύρωση I . Το συνδυασμένο ρεύμα αέρα τότε γίνεται κύριο ρεύμα. Η ολική πίεση p_t και η στατική πίεση p_s συνήθως μειώνονται και οι δύο όταν το ευθύ ενδιάμεσο ρεύμα ρέει μέσα από το ταν σύγκλισης. Μπορεί να αυξηθεί εάν η ταχύτητα του ρεύματος κλάδου είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ευθέως ενδιάμεσου ρεύματος. Παρόλα αυτά το άθροισμα των ενεργειών του ευθέως ενδιάμεσου και του ρεύματος κλάδου στο αντίθετο ρεύμα της πλευράς του ταν σύγκλισης είναι συχνά υψηλότερο από ότι στην πλευρά κατεύθυνσης ρεύματος εξαιτίας της απώλειας πίεσης του ταν σύγκλισης.

Στο κύριο τμήμα αγωγού $I-2_1$, η p_t και η p_s μειώνονται περισσότερο ενώ p_v αυξάνεται εξαιτίας της υψηλότερης ταχύτητας αέρα. Αυτό είναι κυρίως εξαιτίας της μεγαλύτερης τιμής παροχής όγκου στο κεντρικό τμήμα αγωγού

1-2, Όταν ο αέρας αναδιαμονής εισέρχεται στην αεροδιαχειριζόμενη μονάδα η ταχύτητα του μειώνεται σε μια τιμή ανάμεσα στα 400 και 600 fpm. Ο αέρας τότε είναι ανακατεμένος με το εξωτερικό ρεύμα από τον αγωγό ανανέωσης αέρα στην ένωση 2. Μετά από το τμήμα ανάμειξης, η p_t και η p_s μειώνονται απότομα όταν το μείγμα του εξωτερικού και του αέρα αναδιαμονής ρέει μέσα από το φίλτρο και το κέλυφος. Η ολική πίεση p_t και η στατική πίεση p_s μειώνονται στην ελάχιστη τιμή τους στην είσοδο του ανεμιστήρα ανεφοδιασμού F_1 .

Στον ανεμιστήρα ανεφοδιασμού η p_t υψώνεται στην υψηλότερη τιμή της στην έξοδο του ανεμιστήρα F_0 . Και η p_t και η p_s μειώνονται στο τμήμα του αγωγού F_0-3 . Στην ένωση 3 το ρεύμα αέρα αποκλίνει μέσα στο κύριο ρεύμα ή ευθύ ενδιάμεσο ρεύμα και ρεύμα κλάδου. Παρόλο που το p_t μειώνεται μετά από πέρασμα του κύριου ρεύματος μέσα από το ταυ 3-3₁ απόκλισης, η p_s αυξάνεται εξαιτίας της μείωσης της p_v μετά από το 3₁. Η αύξηση της p_s εξαιτίας της μείωσης της p_v είναι γνωστό σαν στατική επανάκτηση $\Delta p_{s,r}$ σε ίντσες WG. Μπορεί να εκφραστεί σαν

$$\Delta p_{s,r} = \left(\frac{v_3}{4005}\right)^2 - \left(\frac{v_{31}}{4005}\right)^2 \quad (8.21)$$

όπου v_3, v_{31} = ταχύτητα αέρα στις διατομές 3 και 3₁ αντιστοίχως, σε fpm. Στα τμήματα αγωγών 3₁-4 και 4-S₃, η p_t μειώνεται προοδευτικά κατά μήκος της κατεύθυνσης της ροής αέρα. Τελικά η p_t , p_s , και p_v πέφτουν στο 0 μετά από την αποφόρτιση του παρεχόμενου αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο.

Τα χαρακτηριστικά της πίεσης κατά μήκος της ροής αέρα μπορούν να αθροιστούν ακολούθως,

- Στα περισσότερα τμήματα, η p_t του κύριου ρεύματος αέρα μειώνεται κατά μήκος της ροής αέρα. Εντούτοις η p_t του κεντρικού αγωγού μπορεί να αυξηθεί εξαιτίας της υψηλότερης ταχύτητας του συνδυασμένου ρεύματος κλάδου.

- Όταν ο αέρας ρέει μέσω του ανεμιστήρα ανεφοδιασμού, η μηχανική εργασία γίνεται στον αέρα έτσι ώστε η p_t και η p_s να αυξάνονται από μια ελάχιστη αρνητική τιμή στην είσοδο ανεμιστήρα σε μια μέγιστη θετική τιμή στην έξοδο ανεμιστήρα.

- Τα χαρακτηριστικά πίεσης μεταξύ των οποιοδήποτε δύο διατομών ενός συστήματος ανεμιστήρα-αγωγού ελέγχονται από την αλλαγή της p_t και της απώλειας πίεσης Δp_f μεταξύ αυτών των δύο διατομών $p_{t1} = p_{t2} + \Delta p_f$. Η στατική πίεση υπολογίζεται πάντα ως $p_s = p_t - p_v$.

- Σε ένα σύστημα σταθερής τιμής αέρα η ροή αέρα μέσα σε ένα σύστημα αγωγού θεωρείται σταθερή και συνεχόμενη.

Επειδή η αλλαγή σε p_s σε ένα σύστημα ανεμιστήρα αγωγού είναι μικρή συγκρινόμενη με την p_{at} , η ροή αέρα θεωρείται επίσης ασυμπίεστη.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΙΕΣΗΣ

Για ένα σύστημα αέρα, οι απώλειες συστήματος Δp_{sy} σε ίντσες WG, είναι το άθροισμα των ολικών απωλειών πίεσης του συστήματος επιστροφής

αέρα $\Delta p_{r,s}$, ο τομέας R1-21 στο σχέδιο 8.3, η διαχειριζόμενη μονάδα Δp_{AHU} , ο τομέας 21-F₀, ή η συσκευασμένη μονάδα Δp_{PU} και το σύστημα παροχής αέρα $\Delta p_{s,s}$, ο τομέας F₀-S₃, όλα εκφράζονται σε ίντσες WG. Αυτό είναι

$$\Delta p_{sy} = \Delta p_{r,s} + \Delta p_{AHU} + \Delta p_{s,s} = \Delta p_{r,s} + \Delta p_{PU} + \Delta p_{s,s} \quad (8.22)$$

Οι $\Delta p_{r,s}$ και η Δp_{ss} μαζί μπορεί να συμπεριλαμβάνουν τις απώλειες πίεσης στους τομείς αγωγών, συναρμολογήσεις αγωγών όπως οι γωνίες, διασκορπιστές και συγλίνον και αποκλίνον ταν, εξαρτήματα και εξοπλισμός.

Το άθροισμα των $\Delta p_{r,s}$ και $\Delta p_{s,s}$ καλείται εξωγενείς ολική πίεση ή εξωγενής πίεση $\Delta p_{t,ex}$, όπως αντιτάσσεται στην απώλεια πίεσης στην αεροδιαχειριζόμενη μονάδα ή μονάδα πακέτου. Η εξωγενής πίεση $\Delta p_{t,ex} = \Delta p_{r,s} + \Delta p_{ss}$, σε ίντσες WG.

Στα εμπορικά κτίρια τα περισσότερα συστήματα αέρα έχουν μια απώλεια πίεσης συστήματος ανάμεσα σε 2.5 και 6 ίντσες WG. Από αυτό η Δp_{AHU} συνήθως έχει τιμή ανάμεσα σε 1.5 και 3 ίντσες WG και η Δp_{ss} είναι συνήθως μικρότερη από 0.6 Δp_{sy} εκτός από αίθουσες δημόσιων συνελεύσεων και εξωτερικά στάδια.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ.

Η ASHRAE/IES ΠΡΟΤΥΠΙΑ 90.1-1989 διευκρινίζει ότι για ένα σύστημα σταθερής ποσότητας αέρα, η ισχύς που απαιτείται για τη μηχανή των ανεμιστήρων, συμπεριλαμβάνοντας την παροχή, την επιστροφή και τους ανεμιστήρες υποστήριξης σε ένα σύστημα αέρα που παρέχει κρύο ή ζεστό αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, πρέπει να μην υπερβαίνει το 0.8 W/cfm του παρεχόμενου αέρα.

$$\frac{746P_{sy}}{V_s} \leq 0.8 \quad (8.23\alpha) \quad \text{όπου } P_{sy} = \text{ολική ισχύς εισόδου της μηχανής}$$

ανεμιστήρα σε hp, V_s = παροχή όγκου παρεχόμενου αέρα σε cfm.

Σε ένα ποικίλης ποσότητας συστήματος αέρα η ισχύς εισόδου της μηχανής των ανεμιστήρων στο σύστημα αέρα δεν πρέπει να ξεπερνάει το 1.25 W/cfm του παρεχόμενου αέρα σε σχεδιασμένες συνθήκες ή

$$\frac{746P_{sy}}{V_{s,d}} \leq 1.25 \quad (8.23\beta) \quad \text{όπου } V_{s,d} = \text{παροχή όγκου σε σχεδιασμένες συνθήκες}$$

cfm. Η ισχύς εισόδου της μηχανής του ανεμιστήρα μπορεί να υπολογισθεί

$$P_{sy} = \frac{\Delta p_{sy} V_s}{6350 \eta_f \eta_m} \quad \text{όπου } \eta_f, \eta_m = \text{συνολική απόδοση ανεμιστήρων και απόδοση}$$

μηχανών. Για ένα VAV σύστημα

$$P_{sy} = \frac{\Delta p_{sy,d} V_{s,d}}{6350 n_{f,d} n_{m,d}} \quad (8.24) \text{ όπου } \Delta p_{sy,d} = \text{Συνολική απώλεια πίεσης συστήματος}$$

σε σχεδιασμένες συνθήκες σε $WG_{n_{f,d}n_{m,d}}$ = συνολική απόδοση ανεμιστήρων και απόδοση μηχανών σε σχεδιασμένες συνθήκες

Αντικαθιστώντας την εξίσωση (8.24) στην εξίσωση (8.23α) και (8.23β) βρίσκουμε ότι στα σταθερής ποσότητας συστήματα η ισχύς κατανάλωσης ανά cfm παρεχόμενου αέρα είναι

$$\frac{0.1175 \Delta p_{sy}}{n_f n_m} \leq 0.8$$

Για VAV συστήματα

$$\frac{0.1175 \Delta p_{sy}}{n_{f,d} n_{m,d}} \leq 1.25 \quad (8.25)$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 8.1. Δύο συστήματα αέρα έχουν μαζί ποσοστό ροής όγκου ανεφοδιασμού σχεδίου 10.000 cfm. Ένα από αυτά είναι σύστημα σταθερής τιμής αέρα (CAV) και το άλλο είναι μεταβλητής τιμής αέρα (VAV). Οι παράμετροι λειτουργίας τους σε σχεδιασμένες συνθήκες ακολουθούν,

	CAV	VAV
Τιμή παροχής όγκου, cfm	10.000	10.000
Ολική απώλεια πίεσης συστήματος ίντσες WG	4	5
Ολικός βαθμός απόδοσης ανεμιστήρα n_f	0.75	0.70
Ολικός μηχανικός βαθμός απόδοσης ανεμιστήρα n_m	0.85	0.85

Βρείτε την κατανάλωση ισχύς ανεμιστήρα ανά cfm παρεχόμενου αέρα για αυτά τα συστήματα αέρα.

Λύση.

1. Για το σύστημα σταθερής τιμής αέρα η παροχή όγκου σχεδιασμού και η ολική πίεση ανεμιστήρα είναι ίδια κατά την διάρκεια λειτουργίας. Σύμφωνα με την εξίσωση (8.25) η κατανάλωση ισχύς ανά cfm παρεχόμενου αέρα είναι

$$\frac{0.1175 \Delta p_{sy}}{n_f n_m} = \frac{0.1175 * 4}{0.75 * 0.85} = 0.737 \text{ 0.8 W/cfm}$$

2. Για VAV συστήματα η κατανάλωση ισχύος ανά cfm παρεχόμενου αέρα σε συνθήκες σχεδιασμού είναι

$$\frac{0.1175 \Delta p_{sv}}{n_{f,d} n_{m,d}} = \frac{0.1175 * 5}{0.75 * 0.85} = 0.983 \text{ 1.25 W/cfm}$$

Και τα δύο συστήματα συμφωνούν με τις απαιτήσεις που καθορίζονται στα πρότυπα της ASHRAE/IES 90.1-1989.

8.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΓΩΓΩΝ

Μέγιστη διαφορά πίεσης.

Τα συστήματα αγωγών μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τη μέγιστη διαφορά πίεσης ανάμεσα στον αέρα μέσα στον αγωγό και στον αέρα περιβάλλοντος (επίσης καλείται στατική πίεση διαφοράς) είναι $\pm 0,5$ in WG, ± 1 in WG, ± 2 in WG, ± 3 in WG, ± 4 in WG, ± 6 in WG, ± 10 in WG. Στην πραγματική πρακτική η μέγιστη διαφορά πίεσης του συστήματος παροχής ή επιστροφής σε εμπορικά κτίρια είναι συνήθως μικρότερη από ± 3 in WG.

Στα εμπορικά κτίρια, ένα σύστημα αγωγού χαμηλής πίεσης έχει μια διαφορά στατικής πίεσης 2 in WG ή λιγότερο, και η μέγιστη ταχύτητα μέσα στον αγωγό είναι συνήθως 2400 fpm. Ένα μέσης πίεσης σύστημα αγωγού έχει διαφορά στατικής πίεσης από 2 έως 6 in WG με μια μέγιστη ταχύτητα αέρα περίπου 3500 fpm. Σε βιομηχανικά συστήματα αγωγών συμπεριλαμβάνοντας τον μηχανικό εξαερισμό, τα μηχανικά καυσαέρια και τα συστήματα ελέγχου μόλυνσης του βιομηχανικού αέρα η διαφορά πίεσης είναι συνήθως υψηλότερη. Στα κατοικημένα κτήρια η στατική διαφορά πίεσης ταξινομείται σαν $\pm 0,5$ in WG ή ± 1 in WG.

Υλικό

Εργαστηριακοί καταγραφείς ταξινομούν τα συστήματα των αγωγών σύμφωνα με τη φλόγα που αναπτύσσεται και την διάδοση του καπνού του υλικού του αγωγού κατά τη διάρκεια της φωτιάς ως.

Κατηγορία 0. μηδενική εξάπλωση φωτιάς, μηδενική διάδοση του καπνού.

Κατηγορία 1. Μια εκτίμηση εξάπλωσης φλόγας όχι παραπάνω από 25 χωρίς τα στοιχεία της συνεχούς προοδευτικής καύσης και μια εκτίμηση ανάπτυξης καπνού όχι περισσότερο από 50.

Κατηγορία 2. Μια φλόγα που διαδίδεται με 50 και μια εκτίμηση ανάπτυξης καπνού με 100.

Η εθνική ένωση πυροπροστασίας (NFPA) πρότυπο 90A διευκρινίζει ότι το υλικό των αγωγών πρέπει να είναι σίδηρος, χάλυβας συμπεριλαμβανομένων των γαλβανισμένων φύλλων, αργίλιο, σκυρόδεμα, τεκτονική, ή κεραμίδι αργίλου. Οι αγωγοί που κατασκευάζονται από αυτά τα υλικά ανήκουν στην κατηγορία 0. UL πρότυπα 181 επιτρέπει στην κατηγορία 1 υλικά να χρησιμοποιηθούν για τους αγωγούς όταν δεν χρησιμεύουν ως ανυψωτές για περισσότερα από δύο δωμάτια ορόφου, ή δεν χρησιμοποιούνται για

θερμοκρασίες υψηλότερες από 250 F. Ινώδες γυαλιά και πολλοί εύκαμπτοι αγωγοί κατασκευάζονται εργοστασιακά και εγκρίνονται από την UL σαν κατηγορία 1.

Οι αγωγοί μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τα σχήματά τους σε ορθογώνιους, κυκλικούς, επίπεδους, ωσειδής, και εύκαμπτους όπως φαίνονται στο σχήμα 8.4.

ΣΧΗΜΑ 8.4

Ορθογώνιοι αγωγοί

Για το διαθέσιμο διάστημα μεταξύ της δομικής ακτίνας και του ανώτατου ορίου σε ένα κτήριο, οι ορθογώνιοι αγωγοί έχουν τη μέγιστη διατομική περιοχή. Είναι λιγότερο άκαμπτοι από τους στρογγυλούς αγωγούς και κατασκευάζονται ευκολότερα στην περιοχή. Οι ενώσεις των ορθογώνιων αγωγών έχουν συγκριτικά ένα μεγαλύτερο ποσοστό διαρροής αέρα από το εργοστασιακούς κατασκευασμένους σπειροειδής-συρραμμένους στρογγυλούς αγωγούς και τους επίπεδους ωσειδείς αγωγούς, καθώς επίσης και τους αγωγούς με γυαλί από ίνες. Οι ασφράγιστοι ορθογώνιοι αγωγοί μπορούν να έχουν μια διαρροή αέρα από 15 έως 20 τοις εκατό του ποσοστού ροής όγκου ανεφοδιασμού. Οι ορθογώνιοι αγωγοί χρησιμοποιούνται συνήθως στα χαμηλής πίεσεως συστήματα.

Η αναλογία της μακριάς πλευράς α και της κοντής πλευράς β στον ορθογώνιο αγωγό καλείται λόγος διάστασης R_{as} . Όσο ο R_{as} είναι υψηλότερος τόσο υψηλότερη είναι η απώλεια πίεσης ανά μήκος μονάδων καθώς επίσης και η απώλεια θερμότητας και κέρδος θερμότητας ανά μονάδα ποσοστού ροής όγκου που μεταφέρεται. Επιπλέον, περισσότερη εργασία και υλικά απαιτούνται.

Το γαλβανισμένο φύλλο ή, ακριβέστερα, το γαλβανισμένο ντυμένο φύλλο χάλυβα, και το φύλλο αλουμινίου είναι τα υλικά που χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τους ορθογώνιους αγωγούς. Για να αποτρέψουμε τη δόνηση του τοιχώματος του αγωγού από την κυμαινόμενη ροή αέρα, οι εγκάρσιες ενώσεις και οι διαμήκης ραφές ενίσχυσης απαιτούνται στους σιδηρούχους αγωγούς μετάλλων.

Οι μετρήσεις των γαλβανισμένων φύλλων και το πάχος για τους ορθογώνιους αγωγούς παρατίθενται στον πίνακα 8.1. Στον πίνακα 8.1 υπάρχουν προδιαγραφές για την ορθογώνια σιδηρούχο μεταλλική κατασκευή αγωγών για τα εμπορικά συστήματα βασισμένα στη δημοσίευση του 'Ελάσματα και εργολάβοι κλιματισμού' Εθνική ένωση (SMACNA—) με τον τίτλο *HVAC κατασκευής πρότυπων αγωγών-Μεταλλικοί και εύκαμπτοι*.

Για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός οικονομικού συστήματος αγωγών, συστήνεται να επιλεγεί ένας βέλτιστος συνδυασμός από ελάχιστο γαλβανισμένο πάχος φύλλων, τύπος εγκάρσιας ένωσης ενίσχυσης, και μέγιστου διαστήματός του για μια συγκεκριμένη διάσταση αγωγών σε μία συγκεκριμένη διαφορά πίεσης μεταξύ του αέρα μέσα στον αγωγό και του περιβαλλοντικού αέρα.

Για τους ορθογώνιους αγωγούς, κάποιος χρησιμοποιεί το ίδιο πάχος μετάλλων για όλες τις πλευρές του αγωγού και αξιολογεί την ενίσχυση του αγωγού σε κάθε πλευρά ξεχωριστά. Στον πίνακα 8.2, για μια δεδομένη διάσταση και ένα πάχος αγωγού, τα γράμματα συμπεριλαμβάνουν τον τύπο ενίσχυσης αγωγών (κατηγορία ακαμψίας) και οι αριθμοί δείχνουν το μέγιστο διάστημα, σε πόδια. Τα κενά συμπεριλαμβάνουν αυτή την ενίσχυση που δεν απαιτείται και οι πίνακες δείχνουν ότι ένας τέτοιος συνδυασμός δεν επιτρέπεται.

Οι εγκάρσιες ενώσεις ενίσχυσης, που συντομεύονται από τη SMACNA δημοσίευση *HVAC πρότυπα κατασκευής αγωγών-Μεταλλικοί και εύκαμπτοι και ASHRAE εγχειρίδιο - 1988, εξοπλισμός* παρουσιάζεται στον πίνακα 8.3. Αυτοί πρέπει να αντιστοιχηθούν με τις ρυθμίσεις στον πίνακα 8.2.

Οι αγωγοί πρέπει να εγκατασταθούν κάθετα στην κεντρική γραμμή του αγωγού. Το Nabjan (1984) συστήνει την ακόλουθη μέγιστη κρεμάστρα αγωγών που χωρίζει κατά διαστήματα:

Περιοχή αγωγών	μέγιστο διάστημα, FT
Μέχρι 4 FT ²	8
Μεταξύ 4 και 10 FT ²	6
Μεγαλύτερος από 10 FT ²	4

Στρογγυλοί αγωγοί

Για μια διευκρινισμένη περιοχή διατομής και μέσης ταχύτητας, οι στρογγυλοί αγωγοί έχουν λιγότερη αντίσταση ρευστού ενάντια στη ροή αέρα από τους ορθογώνιους και επίπεδους ωοειδείς αγωγούς. Οι στρογγυλοί αγωγοί έχουν επίσης καλύτερη ακαμψία και δύναμη. Οι σπειροειδής και οι διαμήκης-συρραμμένοι στρογγυλοί αγωγοί που χρησιμοποιούνται στα εμπορικά κτήρια είναι συνήθως εργοστασιακής κατασκευής για να βελτιώσουν την ποιότητα και τη σφράγιση του αγωγού. Οι απώλειες πίεσης μπορούν να υπολογιστούν ακριβέστερα απ'ό,τι στους ορθογωνικούς αγωγούς, και τα αποτελέσματα σε ένα καλύτερο-ισορροπημένο σύστημα. Η διαρροή αέρα μπορεί να διατηρηθεί σε περίπου 3 τοις εκατό ως αποτέλεσμα των καλο-σφραγισμένων ραφών και των ενώσεων. Οι στρογγυλοί αγωγοί έχουν πολύ μικρότερο ακτινοβολούν ζεμπλοκάρισμα θορύβου από τον αγωγό από τους ορθογώνιους και τους επίπεδους ωοειδείς αγωγούς.

Το κύριο μειονέκτημα των στρογγυλών αγωγών είναι το μεγαλύτερο διάστημα που απαιτείται κάτω από το δοκάρι για την εγκατάσταση.

Οι τυποποιημένες διαμέτροι των στρογγυλών αγωγών κυμαίνονται από 4 έως 20 ίντσες στις αυξήσεις 1-ίντσας, από 20 έως 36 ίντσες στις αυξήσεις 2-ιντσών, και από 36 έως 60 ίντσες στις αυξήσεις 4-ιντσών. Το ελάχιστο πάχος του γαλβανισμένου φύλλου και οι συναρμολογήσεις για τους στρογγυλούς αγωγούς στα συστήματα αγωγών στα εμπορικά κτήρια παρατίθενται στον πίνακα 8.4.

Πολλά βιομηχανικά συστήματα ελέγχου ατμοσφαιρικής ρύπανσης συχνά απαιτούν μια ταχύτητα γύρω από 3000fpm ή υψηλότερη για να μεταφέρουν τα σωματίδια. Οι στρογγυλοί αγωγοί με τα παχύτερα φύλλα μετάλλων χρησιμοποιούνται συνήθως σε τέτοιες εφαρμογές.

Επίπεδοι ωοειδείς αγωγοί

Οι επίπεδοι ωοειδείς αγωγοί, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.4, έχουν μια διατομική μορφή μεταξύ ορθογώνιου και στρογγυλού. Μοιράζονται τα πλεονεκτήματα και των δύο, των στρογγυλών και των ορθογώνιων αγωγών

με λιγότερες μεγάλης κλίμακας αναταραχές αέρα και ένα μικρό βάθος του χώρου που απαιτείται κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης. Οι επίπεδοι ωοειδείς αγωγοί είναι γρηγορότεροι στην εγκατάσταση και έχουν χαμηλότερη διαρροή αέρα λόγω της εργοστασιακής κατασκευής.

Οι επίπεδοι ωοειδείς αγωγοί γίνονται είτε με σπειροειδή ραφή είτε με διαμήκη ραφή. Το ελάχιστο πάχος του γαλβανισμένου φύλλου και των συναρμολογήσεων για τα συστήματα επίπεδων ωοειδών αγωγών που χρησιμοποιούνται στα εμπορικά κτήρια παρουσιάζεται στον πίνακα 8.5.

Εύκαμπτοι αγωγοί

Οι εύκαμπτοι αγωγοί χρησιμοποιούνται συχνά για να συνδέσουν τον κύριο αγωγό ή τους διαχύτες με το τελικό κιβώτιο. Η ευκαμψία και η ευκολία αφαίρεσής τους επιτρέπουν την κατανομή και την ανακατανομή των τελικών συσκευών.

Οι εύκαμπτοι αγωγοί αποτελούνται συνήθως από πολυστρώματική ταινία πολυεστέρα που ενισχύεται από έναν ελικοειδή πυρήνα χαλύβδινων συρμάτων ή αυλακωτές σπειροειδείς λουρίδες αλουμινίου. Ο αγωγός είναι συχνά μονωμένος από ένα κάλυμμα φάιμπεργκλας (γυαλί σε μορφή ινών) 1 ή 2 in. παχύ. Η εξωτερική επιφάνεια του εύκαμπτου αγωγού είναι συνήθως καλυμμένη με έλασμα αλουμινίου ή άλλου τύπου επένδυσης για υγρασία ώστε να αποτρέψει τη διείσδυση του υδρατμού στο στρώμα μόνωσης.

Η εσωτερική διάμετρος των εύκαμπτων αγωγών μπορεί να κυμανθεί από 2 έως 10 ίντσες στις αυξήσεις 1-ίντσας και από 12 έως 20 ίντσες στις αυξήσεις 2-ιντσών. Ο εύκαμπτος αγωγός πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κοντότερος, και το μήκος του πρέπει να επεκταθεί πλήρως για να ελαχιστοποιηθεί η αντίσταση ροής.

Αγωγοί φάιμπεργκλας (γυαλί σε μορφή ινών)

Η επένδυση των αγωγών φάιμπεργκλας γίνεται συνήθως με πάχος 1-ίντσας. Ο αγωγός φάιμπεργκλας με ένα 1,5 in. πάχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περιοχή του Κόλπου των Ηνωμένων Πολιτειών όπου το κλίμα είναι ζεστό και υγρό το καλοκαίρι για να ελαχιστοποιήσει το κέρδος θερμότητας του αγωγού. Οι στρογγυλοί φορμαρισμένοι αγωγοί φάιμπεργκλας χρησιμοποιούνται μερικές φορές.

Οι αγωγοί φάιμπεργκλας έχουν καλή θερμική απόδοση. Για μια επένδυση μιας 1 in. πάχους αγωγού, (η θερμική αγωγιμότητα είναι $0,21 \text{ Btu/h} \cdot \text{FT}^2 \cdot ^\circ\text{F}$ σε ταχύτητα αέρα 2000 fpm, η οποία είναι καλύτερη από έναν αγωγό με γαλβανισμένο μεταλλικό φύλλο με μία 1 in. εσωτερικού καλύμματος. Ο αγωγός φάιμπεργκλας έχει καλά ηχητικά χαρακτηριστικά απόσβεσης. Η διαρροή αέρα είναι συνήθως 5 τοις εκατό ή λιγότερο, το οποίο είναι πολύ λιγότερο από έναν ορθογώνιο αγωγό μεταλλικών φύλλων που δεν σφραγίζεται καλά. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του αγωγού φάιμπεργκλας είναι το χαμηλότερο κόστος του.

Τα καλούπια ονομάζονται επίσης και συστήματα ταινίας, είναι ταινίες που χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν τα τμήματα ορθογώνιων αγωγών από την επένδυση των αγωγών και για να ενώσουν τα τμήματα και τις συναρμολογήσεις σε ένα ενσωματωμένο σύστημα αγωγών. Οι βελτιωμένης ακριβούς ευαίσθητης πίεσης ταινίες παρέχουν έναν καλύτερο δεσμό από πριν. Τα ευαίσθητης θερμότητας στέρεα πολυμερής κολλητικά καλούπια παρουσιάζονται ως καλές ταινίες σφράγισης ακόμα και όταν η σκόνη, το λάδι, ή το νερό είναι παρών στην επιφάνεια της επένδυσης του αγωγού.

Οι δοκιμές δείχνουν ότι η τρέχουσα εκπομπή του φάιμπεργκλας από την επένδυση του αγωγού ήταν μικρότερη από αυτή που περιεχόταν στον εξωτερικό αέρα. Οι αγωγοί φάιμπεργκλας έχουν μια ελαφρώς υψηλότερη απώλεια πίεσης από αγωγό με γαλβανισμένα φύλλα (0,03 ίντσες WG μεγαλύτερο για ένα μήκος 100 ποδιών.) Επίσης δεν είναι τόσο ισχυροί όπως οι αγωγοί με μεταλλικά φύλλα. Πρέπει να τοποθετούνται προσεκτικά για αποτραπεί η ζημιά κατά την διάρκεια της εγκατάστασης.

Όλο και περισσότερες εφαρμογές για τους αγωγούς φάιμπεργκλας βρίσκονται. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε συστήματα αγωγών με μια διαφορά πίεσης ± 2 in. WG. Πολλοί κώδικες περιορίζουν τη χρήση του φάιμπεργκλας στις ευαίσθητες περιοχές όπως τα δωμάτια λειτουργίας και οι θάλαμοι μητρότητας.

8.4 ΚΕΡΔΟΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΩΝ, ΑΠΩΛΕΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΚΑΙ ΜΟΝΩΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

Άνοδος ή πτώση θερμοκρασίας λόγω του κέρδους ή της απώλειας θερμότητας αγωγών

Η άνοδος ή η πτώση θερμοκρασίας από το κέρδος ή την απώλεια θερμότητας αγωγών είναι μια από τις παραμέτρους που έχει επιπτώσεις στη θερμοκρασία αέρα ανεφοδιασμού, καθώς επίσης και το ποσοστό ροής(παροχή)όγκου ανεφοδιασμού στο σχεδιασμό συστημάτων κλιματισμού. Το κέρδος ή η απώλεια θερμότητας μέσω του τοιχώματος του αγωγού ενός ορθογώνιου τμήματος αγωγού με ένα σταθερό ποσοστό ροής όγκου(παροχή) q_d σε Btu/h μπορεί να υπολογισθεί σαν

$$q_d = UPL(T_{am} - \frac{T_{en} + T_{iv}}{2}) \quad (8.26)$$

Για ένα στρογγυλό τμήμα αγωγού

$$q_d = U\pi D_d L(T_{am} - \frac{T_{en} + T_{iv}}{2}) \quad (8.27)$$

όπου U =ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας του τοιχώματος του αγωγού σε Btu/h*ft²*F

P, L =περίμετρος και μήκος του αγωγού σε ft

D_d =διάμετρος του στρογγυλού αγωγού σε ft

T_{am} =θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα σε F(βαθμοί φαρενάιτ)

T_{en}, T_{iv} =θερμοκρασία του εισερχόμενου και του εξερχόμενου αέρα από το τμήμα του αγωγού σε F.

Η αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του αέρα ροής μέσα σε ένα τμήμα του αγωγού δίνεται

$$T_{iv} - T_{en} = \frac{q_d}{60A_d v \rho_s c_{po}} \quad (8.28)$$

όπου A_d =διατομή αγωγού σε ft^2 . Στην εξίσωση (8.28) η μέση ταχύτητα του αέρα εκφράζεται σε fpm . Αντικαθιστώντας την εξίσωση (8.26) στην εξίσωση (8.28) και για ορθογώνιους αγωγούς αφήνοντας

$$y = \frac{120 A_d v \rho_s c_{pa}}{UPL} \quad (8.29)$$

Για στρογγυλούς αγωγούς αφήνοντας

$$y = \frac{30 D_d v \rho_s c_{pa}}{UL} \quad (8.30)$$

Τότε η θερμοκρασία του αέρα εξόδου του τμήματος του αγωγού

$$T_{iv} = \frac{2T_{am} + T_{en}(y-1)}{y+1} \quad (8.31)$$

Μόνωση αγωγών

Η μόνωση αγωγών τοποθετείται ή εσωτερικός-ευθυγραμμίζεται για να μειώσει την απώλεια θερμότητας και το κέρδος θερμότητας καθώς επίσης και για να αποτρέψει την υγραποίηση στην εξωτερική επιφάνεια του αγωγού. Είναι συνήθως υπό μορφή περικαλύμματος αγωγών, καλύμματος αγωγών, ή επένδυση αγωγού φάιμπεργκλας. Το κάλυμμα των αγωγών παρέχει μαζί και τη θερμική και την ηχητική μόνωση.

Το πάχος ενός στρώματος μόνωσης είναι βασισμένο στην οικονομική ανάλυση.

Τα πρότυπα 90,1-1989 της ASHRAE/*IES απαιτούν ότι όλοι οι αγωγοί και οι χώροι μεγάλης πίεσης που εγκαθίστανται ως τμήμα ενός συστήματος διαμονής αέρα μέσα στα κτήρια πρέπει να μονωθούν για να εξασφαλίσουν την τιμή της R σε $\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{°F}/\text{btu}$, εξαιρώντας τις αντιστάσεις ταινιών αέρα, που υπολογίζονται όπως

$$\begin{array}{ll} TD \leq 15^\circ \text{F}; & \text{Δεν απαιτείται κανένα} \\ 40 \geq TD > 15^\circ \text{F}; & R=3.3 \\ TD > 40^\circ \text{F}; & R=5.0 \end{array} \quad (8.32)$$

Όπου TD = διαφορική θερμοκρασία σχεδιασμού μεταξύ του αέρα μέσα στον αγωγό και του περιβαλλοντικού αέρα όπου βρίσκεται ο αγωγός, $^\circ\text{F}$.

Για τους αγωγούς και για χώρους με μεγάλη πίεση έξω από το κτήριο, οι τιμές R είναι οι ακόλουθες:

CDD65 HDD65 fl-value, h ft² °F/Btu

<500	<1500	3,3
500 to 1451	1500-4500	5.0
1451 to 2000	4501-7500	6.5
>2000	>7500	8.0

Οι προηγούμενες απαιτήσεις δεν εξετάζουν τη μεταφορά ατμού και τη συμπύκνωση στην επιφάνεια. Το συνιστώμενο πάχος του στρώματος μόνωσης, ή περικάλυμμα αγωγών, για $\rho = 3,3 \text{ h} \cdot \text{FT}^2 \cdot \text{°F/btu}$ είναι 1,5 in. και για $\rho = 5 \text{ h} \cdot \text{FT}^2 \cdot \text{°F/btu}$, 2 έως 3 in.

Εάν η θερμοκρασία του περιβαλλοντικού αέρα είναι 80°F με μια σχετική υγρασία 60 τοις εκατό, το σημείο δροσίας του είναι 65°F. Μόνο όταν η εξωτερική θερμοκρασία επιφάνειας του αγωγού $T_{SD} < 65^\circ\text{F}$ η συμπύκνωση δεν θα εμφανιστεί.

Καμπύλες ανόδου θερμοκρασίας

Το κέρδος ή η απώλεια θερμότητας των αγωγών και η αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας μέσα στον αγωγό εξαρτώνται από την ταχύτητα του αέρα, τις διαστάσεις του αγωγού, και τη μόνωση του αγωγού. Στο σχέδιο 8,5 παρουσιάζεται καμπύλες για την άνοδο θερμοκρασίας στους στρογγυλούς αγωγούς. Αυτές οι καμπύλες υπολογίζονται σύμφωνα με την εξίσωση (8.28) έως (8.31) υπό αυτούς τους όρους:

ΣΧΗΜΑ 8.5

Το πάχος του στρώματος μόνωσης του αγωγός-περικαλύμματος είναι 1,5 ίντσες και η θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης του υλικού $K = 0,30 \text{ btu} \cdot \text{in./h} \cdot \text{FT}^2 \cdot \text{°F}$

Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας της εξωτερικής επιφάνειας του αγωγού $h = 1.6 \text{ Btu/h} \cdot \text{°F}^2 \cdot \text{°F}$

Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με μεταγωγή της εσωτερικής επιφάνειας h_c σε $\text{Btu/h} \cdot \text{FT}^2 \cdot \text{°F}$, μπορεί να υπολογιστεί από την

$$h_c = 0.023 \frac{k}{D_d} \text{Re}_D^{0.8} \text{Pr}^{0.4} \quad (8.33) \text{ όπου } \text{Re}_D = \text{αριθμός του Reynolds}$$

βασισμένος σε παράμετρο του αγωγού όπως το χαρακτηριστικό μήκος $\text{Pr} = \text{αριθμός του Prandtl}$

Η θερμοκρασία αέρα μέσα στον αεραγωγό υποτίθεται ότι είναι 55°F. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα μέσα στον αγωγό και στον περιβαλλοντικό αέρα που περιβάλλει τον αγωγό είναι 25°F.

Εάν η άνοδος ή η πτώση θερμοκρασίας έχει καθοριστεί, το κέρδος θερμότητας αγωγών ή η απώλεια θερμότητας μπορεί είτε να εκφραστεί σε ποσοστό της διαφορικής θερμοκρασίας ανεφοδιασμού είτε υπολογίζεται από την εξίσωση (8.26) και (8.27).

8.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ

Σε ένα σύστημα αεραγωγών, υπάρχουν δύο τύποι αντιστάσεων ενάντια στη ροή αέρα: απώλειες τριβής και δυναμικές απώλειες.

Εξίσωση των Darcy- Weisbach

Οι απώλειες της τριβής προκύπτουν από την ύπαρξη της μοιραζόμενης πίεσης μεταξύ των ρευστών στρωμάτων του γραμμικού υποστρώματος, το οποίο είναι δίπλα στην επιφάνεια του τοιχώματος του αγωγού. Η τριβή υπάρχει επίσης όταν τα ρευστά μόρια χτυπούν στην τριβώδη ροή ενάντια στις προεξοχές του τοιχώματος του αγωγού. Αυτά οδηγούν στην παραγωγή των στροβίλων και της ενεργειακής απώλειας. Οι της τριβής απώλειες εμφανίζονται κατά μήκος ολόκληρου του αεραγωγού.

Για μια σταθερή, ασυμπιεστή ρευστή ροή σε έναν στρογγυλό αγωγό ή έναν κυκλικό σωλήνα, η της τριβής επικεφαλής απώλεια H_f , σε FT της στήλης αέρα, μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση των **Darcy Weisbach** στην ακόλουθη μορφή:

$$H_f = f \frac{Lv^2}{D2g} \quad (8.34)$$

Εάν η απώλεια της τριβής παρουσιάζεται στη μορφή της απώλειας πίεσης Δp_f σε lb/ft² τότε

$$\Delta p_f = f \frac{L\rho v^2}{D2g_c} \quad (8.35)$$

όπου f =παράγοντας τριβής

L =μήκος του αγωγού ή της σωλήνας σε ft

D =διάμετρος του αγωγού ή της σωλήνας σε ft

V =μέση ταχύτητα του αγωγού σε ft/s

Εάν η ταχύτητα του αέρα εκφραζόταν σε fpm και Δp_f εκφράζεται σε ίντσες WG τότε ο παράγοντας μετατροπής

$F_{cv}=(1/5.19)*(1/60)^2=0.0000535$ θα πρέπει να χρησιμοποιείται.

Τότε έχω

$$\Delta p_f = 0.0000535 f \frac{L\rho v^2}{D2g_c} \quad (8.36)$$

Στην εξίσωση (8.34),(8.35) και (8.36), για να κυριολεκτήσουμε, το D

Θα πρέπει να αντικατασταθεί από την υδραυλική διάμετρο D_h . Αλλά για στρογγυλούς αγωγούς ή σωλήνες $D= D_h$

Παράγοντας τριβής

Η της τριβής απώλεια είναι άμεσα ανάλογη με τον παράγοντα τριβής f , ο οποίος είναι αδιάστατος. Η σχέση ανάμεσα στο f και τις παραμέτρους που επηρεάζουν το μέγεθος του παράγοντα τριβής παρουσιάζονται στο σχέδιο 8.6, το οποίο καλείται το διάγραμμα του Moody. Στο σχέδιο 8.6, ο όρος ϵ αντιπροσωπεύει την απόλυτη τραχύτητα των προεξοχών επιφάνειας και

εκφράζεται σε FT, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.7. Η αναλογία e/D δείχνει τη σχετική τραχύτητα του αγωγού ή του σωλήνα.

Για την γραμμική ροή σε έναν αεραγωγό όταν $Re < 2000$, ο f επηρεάζεται κυρίως από την ιξώδη δύναμη της ρευστής ροής και, επομένως, είναι μια λειτουργία του Re_D μόνο. Δηλαδή

$$f = \frac{64}{Re_D} \quad (8.37)$$

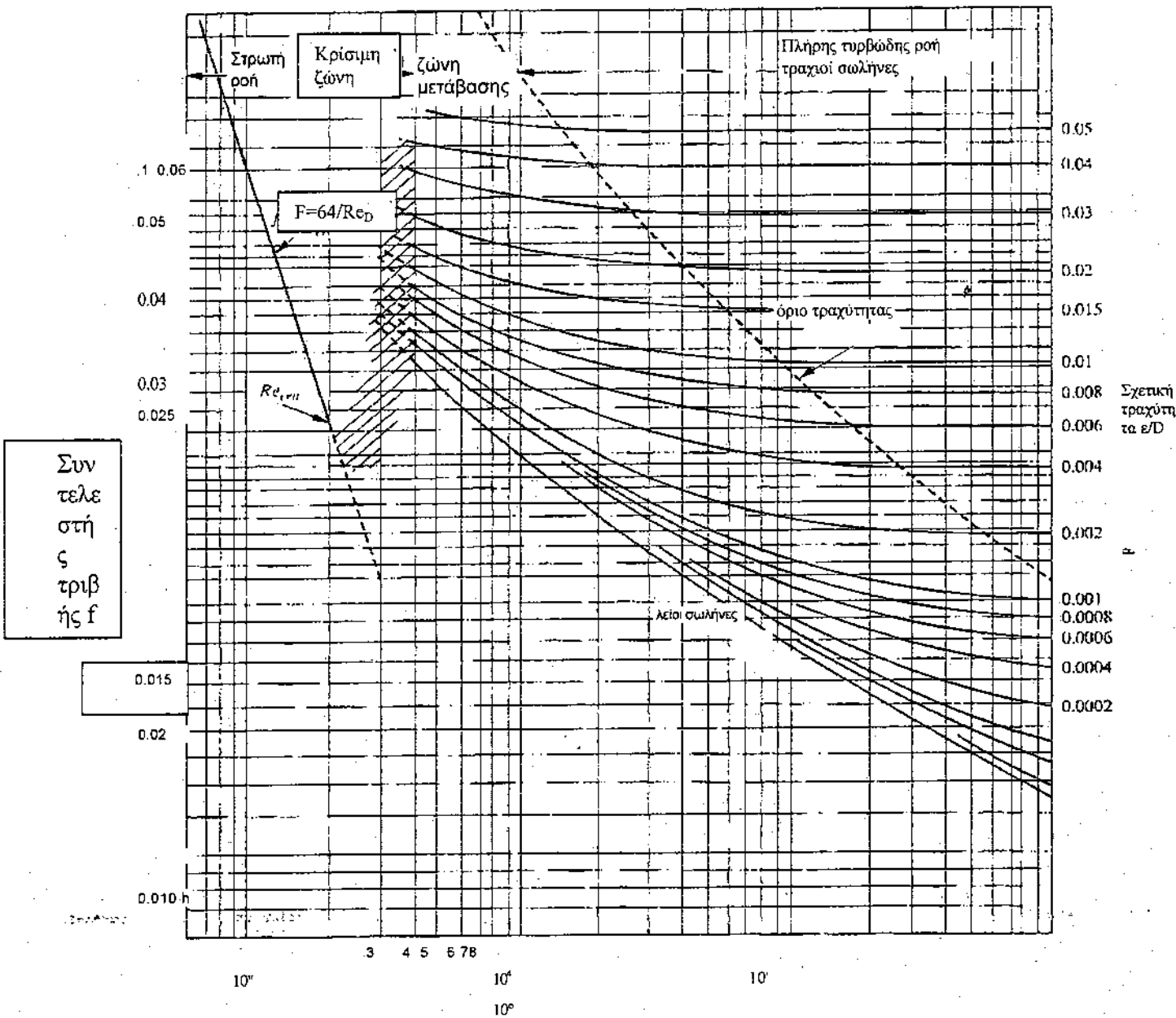
Σε έναν ιδανικό ομαλό σωλήνα ή έναν αγωγό, δηλαδή $e/D < 10^{-5}$, εάν $Re_D > 4000$, η τραχύτητα επιφάνειας είναι υποσυγχωνευμένη στο γραμμικό υπόστρωμα με ένα πάχος δ , και το ρευστό κινείται ομαλά, περνώντας πέρα από τις προεξοχές. Σε αυτήν την περίπτωση, το f μειώνεται με μια αύξηση του Re_D . Η σχέση μεταξύ του f και του Re_D μπορούν να εκφραστούν από τον εμπειρικό τύπο του Blasius

$$f = \frac{0.316}{Re_D^{0.25}} \quad (8.38)$$

Με μια περαιτέρω αύξηση του Re_D το γραμμικό υπόστρωμα γίνεται λεπτότερο, ακόμα λεπτότερο από το ύψος των επιφανειακών ανωμαλιών ϵ , δηλαδή $\delta < \epsilon$. Οι προεξοχές διαμορφώνουν το χωρισμό της ρευστής ροής, ενισχύουν τον σχηματισμό των δινών, και, επομένως, αυξάνουν την απώλεια πίεσης καθώς επίσης και την αξία του f σε μεγαλύτερο Re_D .

Εάν ο Re_D υπερβαίνει ένα όριο αποκαλούμενο όριο τραχύτητας, το f εξαρτάται κυρίως από τη σχετική τραχύτητα του τοιχώματος του αγωγού. Η γραμμή ορίου τραχύτητας μπορεί να καθοριστεί από το

$$Re_D = 200 / [\sqrt{f(\epsilon/D)}] \quad \text{όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.6.}$$



ΣΧΗΜΑ 8.6 Moody ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Αριθμός του Reynolds $Re_D = vD/\nu$ - (Πηγή: Moody, L. F. A.S.M.E. Vol. 66, 1944. επαναεκτύπωση με άδεια..)

ΧΑΡΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

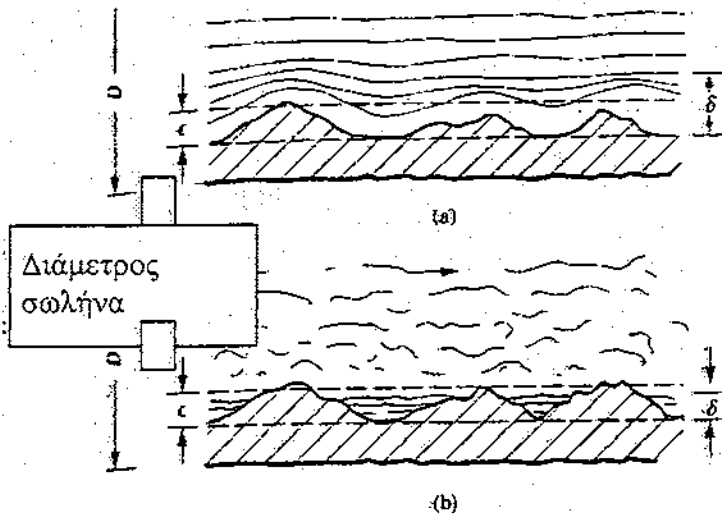
Στους περισσότερους αγωγούς αέρα ο Re_D κυμαίνεται από $1 \cdot 10^4$, έως $2 \cdot 10^6$ και ϵ/D μπορεί να ποικίλλει από 0,005 έως 0,00015. Αυτό προκαλεί μια ζώνη μετάβασης ανάμεσα στους υδραυλικούς λείους σωλήνες και στην γραμμή του ορίου τραχύτητας. Μέσα σε αυτή την περιοχή ο f είναι συνάρτηση των Re_D και ϵ/D . Ο Colebrook (1939) πρότεινε την ακόλουθη εμπειρική σχέση για να συνδυάσει τον Re_D , το ϵ/D και τον f για αγωγούς αέρα.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re}_D \sqrt{f}} \quad (8.39)$$

Στην εξίσωση (8.39) ϵ και D πρέπει να εκφραστούν στις ίδιες μονάδες. Ο Swamee και ο Jain πρότειναν τη χρήση μιας αναφίμβολης έκφρασης η οποία μπορεί να δώσει σχεδόν την ίδια τιμή του f όπως η σχέση του Colebrook.

$$f = \frac{0.25}{\left(\log \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{0.9 \text{Re}_D} \right)^2} \quad (8.40)$$

Για πρακτικούς υπολογισμούς, ένας χάρτης τριβής για στρογγυλούς αγωγούς, που αναπτύχθηκε από τον Wright, της σχέσης στο σχέδιο 8.8 ευρέως χρησιμοποιείται. Σε αυτόν τον χάρτη η τιμή του όγκου αέρα V σε cfm και η απώλεια τριβής ανά μονάδα μήκους Δp_f σε ίντσες WG ανά 100 ft (πόδια) χρησιμοποιούνται σαν συντεταγμένες.



ΣΧΗΜΑ 8.7 Τρόποι ροής αέρα όταν περνά ο αέρας πέρα από και γύρω από τις προεξοχές επιφάνειας του τοίχου αγωγών: (a) $\delta < \epsilon$, and (b) $\delta > \epsilon$.

Η μέση ταχύτητα αέρα v σε fpm και η διάμετρος του αγωγού δειχνονται όπως οι επικλινείς γραμμές σε αυτόν τον χάρτη.

Το διάγραμμα τριβής αγωγών μπορεί να εφαρμοστεί στους επόμενους όρους χωρίς διορθώσεις

Α θερμοκρασία από 41°F σε 95°F

Μέχρι μια ανύψωση 1600 FT επάνω από τη στάθμη της θάλασσας

Πίεση αγωγών ± 20 σε WG σε σχέση με την πίεση του εξωτερικού αέρα.

Υλικό αγωγών της μέσης τραχύτητας

Τραχύτητα και θερμοκρασία

Διορθώσεις

Η απόλυτη τραχύτητα ϵ , σε FT, που δίνεται από την *ASHRAE στο εγχειρίδιο το 1989, στις βασικές αρχές*, παρατίθεται στον πίνακα 8.6. Όταν το υλικό αγωγών διαφέρει από τη μέση τραχύτητα, ή όταν ο αεραγωγός εγκαθίσταται σε μια ανύψωση πάνω από 1600 FT, ή όταν ο θερμός αέρας παρέχεται σε μια θερμοκρασία υψηλότερη από 95°F, οι διορθώσεις που πρέπει να γίνουν στο Δp_f είναι ως εξής:

$$\Delta p_f = K_{sr} K_T K_{el} \Delta p_{f,c} \quad (8.41)$$

ΣΧΗΜΑ 8.8

όπου $\Delta p_{f,c}$ = η απώλεια τριβής που βρίσκεται από το διάγραμμα τριβής του αγωγού, σε ίντσες, WG. Στην εξίσωση (8.41), το K_{sr} περιλαμβάνει τον παράγοντα διορθώσεων για την τραχύτητα επιφάνειας, που είναι αδιάστατος, και μπορεί να υπολογισθεί σαν

$$K_{sr} = f_a / f_c \quad (8.42)$$

Εδώ, f_c δείχνει τον παράγοντα τριβής του υλικού αγωγών της τραχύτητας επιφάνειας που διευκρινίζεται από το διάγραμμα τριβής αγωγών, δηλαδή $\epsilon = 0.0005$ FT. Το σύμβολο f_a αντιπροσωπεύει τον πραγματικό παράγοντα τριβής του υλικού του αγωγού με τραχύτητα επιφάνειας που διαφέρει από τον f_c . Και f_c και f_a μπορούν να υπολογιστούν από την εξίσωση (8.39) ή (8.40).

Ο όρος K_T δείχνει τον παράγοντα διορθώσεων για τη θερμοκρασία αέρα μέσα στον αγωγό, ο οποίος έχει επιπτώσεις στην πυκνότητα του αέρα, το K_T είναι αδιάστατος και μπορεί να υπολογιστεί σαν

$$K_T = \left(\frac{530}{T_a + 460} \right)^{0.825} \quad (8.43)$$

όπου T_a = η πραγματική θερμοκρασία αέρα μέσα στον αγωγό, σε °F. Ο όρος K_{el} δείχνει τον παράγοντα διορθώσεων για την ανύψωση, η

οποία έχει επιπτώσεις επίσης στην πυκνότητα του αέρα, είναι αδιάστατος. Όταν η ανύψωση είναι μεγαλύτερη από 1600 FT, το K_{el} μπορεί να υπολογιστεί σαν

$$K_{el} = \frac{P_{at}}{29.92} \quad (8.44)$$

όπου p_i = πραγματική ατμοσφαιρική ή βαρομετρική πίεση σε Hg.

Παράδειγμα 8.2. Ένας κατασκευασμένος εύκαμπτος αγωγός καλωδίων 8 ιντσών διαμέτρου, εγκαθίσταται σε ένα εμπορικό κτήριο σε υψόμετρο θάλασσας και έχει μια τραχύτητα επιφάνειας $\epsilon = 0,12$ Ίντσες. Η μέση ταχύτητα αέρα μέσα στον αεραγωγό είναι 800 fpm. Βρείτε τον παράγοντα διόρθωσης της τραχύτητας επιφάνειας. Το ιξώδες του αέρα σε 60°F είναι $1,21 \times 10^{-5}$ lb/FT · s.
Λύση.

1. Για τον γαλβανισμένου φύλλου αγωγό που καθορίζεται στον χάρτη τριβής αγωγών, $\epsilon = 0,0005$ ft 0.0060 in. Τότε

$$Re_D = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{0.075 \cdot 800 \cdot 8}{60 \cdot 12 \cdot 1.21 \cdot 10^{-5}} = 5.5 \cdot 10^4$$

Από την εξίσωση (8.40)

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{0.9 Re_D} \right]^2}$$

$$= \frac{0.25}{\left[\log \frac{0.0060}{3.7 \cdot 8} + \frac{5.74}{0.9 \cdot 5.5 \cdot 10^4} \right]^2} = 0.0183$$

2. Για τον εργοστασιακό και καλωδιωτό εύκαμπτο αγωγό, ο Re_D είναι ο ίδιος όπως και στον γαλβανισμένου φύλλου αγωγό. Από τα δεδομένα που δίνονται $\epsilon = 0,12$ ίντσες.. έτσι ο πραγματικός συντελεστής τριβής είναι

$$f_o = \frac{0.25}{\left[\log \frac{0.12}{3.7 \cdot 8} + \frac{5.74}{0.9 \cdot 5.5 \cdot 10^4} \right]^2} = 0.044$$

3. Από την εξίσωση (8,42), ο παράγοντας διορθώσεων της τραχύτητας επιφάνειας είναι

$$K_{sr} = \frac{f_e}{f_c} = \frac{0.044}{0.0190} = 2.32$$

Κυκλικά ισοδύναμα

Στην εξίσωση (8-35), εάν D αντικαθίσταται από το D_h , τότε

$$\Delta p_f = f \frac{L \rho v^2}{D_h 2g_c}$$

Προφανώς, για κυκλικούς ή μη κυκλικούς αεραγωγούς με διαφορετικές διατομές σχημάτων και με την ίδια υδραυλική διάμετρο η απώλεια πίεσης είναι η ίδια για ένα ίσο μήκος του αεραγωγού σε ίσες ταχύτητες αέρα. Τα κυκλικά ισοδύναμα χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν την διάσταση ενός μη κυκλικού αγωγού σε ισοδύναμη διάμετρο D_e σε ίντσες, ενός στρογγυλού αγωγού όταν η παροχή του όγκου τους V και των απωλειών τριβής ανά μονάδα μήκους $\Delta p_{f,u}$ είναι ίσες. Ένας μη κυκλικός αγωγός πρέπει να μετατραπεί σε ένα κυκλικό ισοδύναμο πρώτα πριν καθοριστεί η $\Delta p_{f,u}$ του από το διάγραμμα τριβής αγωγών. Η υδραυλική διάμετρος D_h σε ίντσες, ορίζεται ως

$$D_h = \frac{4A}{P} \quad (8.45)$$

όπου A = περιοχή σε ίντσες², P = περίμετρος, σε ίντσες.

Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα, ο Huebscher (1948) σύστησε τον ακόλουθο τύπο για να υπολογίσει το D_e για τον ορθογώνιο αγωγό σε ίση V και $\Delta p_{f,u}$

$$D_e = \frac{1.30(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} \quad (8.46)$$

όπου a, b = διαστάσεις των δύο πλευρών του ορθογώνιου αγωγού σε ίντσες. Τα κυκλικά ισοδύναμα των ορθογώνιων αγωγών στις διαφορές

διαστάσεις υπολογίζονται από την εξίσωση (8.46) που παρατίθενται στον πίνακα (8.7).

Για τους γαλβανισμένους ατσάλινους επίπεδους ωσειδείς αγωγούς με τις σπειροειδείς ραφές, ο Heyt και ο Diaz (1975) πρότειναν τον ακόλουθο τύπο για να υπολογίσουν το κυκλικό ισοδύναμο για τη χρήση του διαγράμματος τριβής αγωγών:

$$D_e = \frac{1.55A^{0.625}}{P^{0.25}} \quad (8.47)$$

Εδώ το A είναι η περιοχή διατομής του επίπεδου ωσειδούς αγωγού, σε ίντσες², και δίνεται σαν

$$A = \frac{\pi b^2}{4} + b(a-b) \quad (8.48)$$

και η περίμετρος P σε ίντσες, υπολογίζεται όπως

$$P = \pi b + 2(a+b) \quad (8.49)$$

Οι διαστάσεις a και b ενός επίπεδου ωσειδούς αγωγού φαίνονται στο σχέδιο 8.4c.

8.6 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Όταν οι ροές αέρα μέσω των συναρμολογήσεων αγωγών, όπως οι γωνίες, τα ταυ, οι διασκορπιστές, οι συστολές, οι είσοδοι, και οι έξοδοι, ή ορισμένος εξοπλισμός, μια αλλαγή στην ταχύτητα ή της κατεύθυνσης της ροής μπορούν να εμφανιστούν. Μια τέτοια αλλαγή οδηγεί στον διαχωρισμό της ροής και το σχηματισμό των στροβίλων και των διαταραχών σε εκείνη την περιοχή. Η ενεργειακή απώλεια ως αποτέλεσμα αυτών των στροβίλων και διαταραχών καλείται δυναμική απώλεια Δp_{dv} σε ίντσες WG. Αν και μια συναρμολόγηση αγωγών είναι αρκετά κοντή, οι διαταραχές που παράγει μπορεί να διαρκέσει πέρα από την θεωρούμενη κανή απόσταση προς την κατεύθυνση του ρεύματος.

Εκτός από την παρουσία δυναμικής απώλειας Δp_{dv} , η απώλεια τριβής Δp_f εμφανίζεται όταν ένα ρεύμα αέρος ρέει μέσω μιας συναρμολόγησης αγωγών. Για την ευκολία στον υπολογισμό, το μήκος της συναρμολόγησης των αγωγών προστίθεται συνήθως στα παρακείμενα τμήματα αγωγών που συνδέονται με αυτήν την συναρμολόγηση αγωγών της ίδιας μέσης ταχύτητας αέρα.

Όταν ρεύματα αέρα του ίδιου αριθμού Reynolds διατρέχουν μέσα από παρόμοιες γεωμετρικές συναρμολογήσεις αγωγών, δηλαδή στη δυναμική ομοιότητα, η δυναμική απώλεια είναι ανάλογη της πίεσης ταχύτητας τους. Η δυναμική απώλεια μπορεί να υπολογιστεί όπως

$$\Delta p_{dy} = C_0 P_v = \frac{C_0 \rho v^2}{2g_c c_f} = C_0 \left(\frac{v}{4005}\right)^2 \quad (8.50)$$

όπου C_0 = τοπικός συντελεστής απώλειας ή δυναμικός συντελεστής απώλειας

v_0 = μέση ταχύτητα αέρα του ρεύματος αέρος σε σχέση με την διατομή 0, fpm.

c_f = παράγοντας μετατροπής

Επειδή η μέση ταχύτητα του ρεύματος αέρος μπορεί να ποικίλει στις διαφορετικές άκρες μιας συναρμολόγησης αγωγών, το C_0 είναι πάντα καθορισμένο σε σχέση με μια ταχύτητα μιας διατομής ο αναφερόμενη στη συναρμολόγηση αγωγών.

ΓΩΝΙΕΣ

Μια γωνία είναι μια συναρμολόγηση αγωγών στην οποία η ροή αέρα αλλάζει κατεύθυνση. Οι γωνίες παρουσιάζονται στα σχέδια 8.9 και 8.10.

Εξετάστε μια γωνία που κάνει μια στροφή 90° σε έναν στρογγυλό αγωγό, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.9a. Λόγω της αλλαγής της κατεύθυνσης ρεύματος αέρος, η φυγοκεντρική δύναμη που δημιουργείται ενεργεί προς τον εξωτερικό τοίχωμα του αγωγού. Όταν το ρεύμα αέρος ρέει από το ευθύ μέρος του αγωγού στο κυρτό μέρος, συνοδεύεται από μια αύξηση πίεσης και μια μείωση στην ταχύτητα αέρα στο εξωτερικό τοίχωμα. Συγχρόνως, μια μείωση στην πίεση και μια αύξηση στην ταχύτητα αέρα πραγματοποιούνται στον εσωτερικό τοίχωμα. Μετά από το γύρισμα, πραγματοποιείται αντίθετη επίδραση όπως ρέει το ρεύμα αέρος από το κυρτό μέρος στο ευθύ μέρος του αγωγού. Τα αποτελέσματα διασκορπιστών οδηγούν στους διαχωρισμούς ροής από τους τοίχους, και τους στροβίλους και τη μεγάλης κλίμακας μορφής αναταραχής στις περιοχές AB και CE όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.9a. Σε μία ορθογωνοειδής γωνία, μια ακτινωτή κλίση πίεσης είναι επίσης διαμορφωμένη από τη φυγοκεντρική δύναμη κατά μήκος της κεντρικής γραμμής NR όπως παρουσιασμένος στο σχέδιο 8.10c. Μια δευτεροβάθμια κυκλοφορία διαμορφώνεται μαζί με το κύριο μπροστινό ρεύμα αέρος.

Το μέγεθος του τοπικού συντελεστή απώλειας μιας γωνίας επηρεάζεται από τους ακόλουθους παράγοντες

- Ακτίνα γωνίας
- σχετική ακτίνα της κυρτότητας R_c/D ή R_c/W , όπου R_c αντιπροσωπεύει την ακτίνα λαιμού και W το πλάτος του αγωγού, και τα δύο σε ίντσες.
- Εγκατάσταση βανών θραύσεις, οι οποίες μειώνουν τους στροβιλισμούς και τις αναταραχές σε μία γωνία.
- μορφή της περιοχής διατομής του αγωγού

Δεδομένου ότι η σχετική ακτίνα της κυρτότητας γίνεται μεγαλύτερη, η αντίσταση ροής του ρεύματος αέρα γίνεται μικρότερη. Εντούτοις, μια μεγαλύτερη ακτίνα της κυρτότητας απαιτεί περισσότερο υλικό αγωγών, ένα υψηλότερο κόστος εργασίας, και έναν μεγαλύτερο διατιθέμενο

χώρο. Μια τιμή $R_c/D=1$ ή $R_c/W=1$ (τυποποιημένη ακτίνας γωνίας) χρησιμοποιείται συχνά εάν το διάστημα είναι διαθέσιμο.

Η εγκατάσταση βανών θραύσεις, ή βανών στροφής, στους ορθογώνιους αγωγούς μπορεί αποτελεσματικά να μειώσει τη απώλεια πίεσης στην γωνία. Για μια ορθογώνια γωνία 90° με $R_c/W=0,75$ και δύο βανών θραυστών όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.10a, ο τοπικός συντελεστής C_D απώλειας είναι μόνο 0,04-0,05. Οι τιμές R_0 , R_1 και R_2 μπορούν να βρεθούν από τον πίνακα 8.11 στη σελίδα 8.45. Για λεπτομέρειες, αναφερθείτε *ASHRAE στο εγχειρίδιο το 1989, βασικές αρχές*,

Για μια διάταξη ορθογώνιας γωνίας 90° χωρίς βάνες στροφής, το C_D είναι περίπου 1.1. Εάν βάνες στροφής είναι εγκατεστημένες, το C_D μειώνεται μόνο 0,12 σε 0,18. Εγκατάσταση βανών θραύσεις σε διάταξη γωνιών είναι επίσης συμφέρον για τον έλεγχο του θορύβου λόγω της μικρότερης συνολικής αύξησης πίεσης και, επομένως, του χαμηλότερου θορύβου ανεμιστήρων καθώς επίσης και του χαμηλότερου θορύβου ροής αέρα σε μια γωνία.

ΣΧΗΜΑ 8.9

Διακλαδώσεις και Ταυ Σύγκλισης και Απόκλισης

Ένας αγωγός κλάδων που συνδυάζει με ή αποκλίνει από τον κύριο αγωγό διαγωνίως κατά 90° καλείται ταυ. Εντούτοις

ΣΧΗΜΑ 8.10

εάν οι γωνίες βρίσκονται μεταξύ 15° και 75° καλείται διακλάδωση (σχέδια 8.11 και 8.12). Τα ταυ και οι διακλαδώσεις μπορούν να είναι στρογγυλά, οριζόντια ωσειδής, ή ορθογώνια σε μορφή. Οι διάφοροι τύποι ταυ σύγκλισης και απόκλισης και διακλαδώσεων για τους στρογγυλούς και επίπεδους ωσειδείς αγωγούς εμφανίζονται στο σχέδιο 8.12.

Η λειτουργία ενός συγκλίνον ταυ ή διακλάδωσης είναι να συνδυάζει το ρεύμα αέρος από τον αγωγό κλάδων με το ρεύμα αέρος από τον κύριο αγωγό. Η λειτουργία ενός αποκλίνοντος ταυ ή διακλάδωσης είναι να αποκλίσει μέρος της ροής αέρα από τον κύριο αγωγό στην είσοδο διακλάδωσης.

ΣΧΗΜΑ 8.11

Για ρεύματα αέρα που ρέουν σε συγκλίνον ή αποκλίνον ταυ ή διακλάδωση, οι δυναμικές απώλειες για το κύριο ρεύμα αέρα είναι,

$$\Delta p_{c,s} = \frac{C_{c,s} \rho v_c^2}{2g_c c_f} = C_{c,s} \left(\frac{v_c}{4005} \right)^2$$

$$\Delta p_{s,c} = \frac{C_{s,c} \rho v_c^2}{2g_c c f} = C_{s,c} \left(\frac{v_c}{4005} \right)^2 \quad (8.51)$$

Για το ρεύμα διακλάδωσης,

$$\Delta p_{c,b} = \frac{C_{c,b} \rho v_c^2}{2g_c c f} = C_{c,b} \left(\frac{v_c}{4005} \right)^2$$

$$\Delta p_{b,c} = \frac{C_{b,c} \rho v_c^2}{2g_c c f} = C_{b,c} \left(\frac{v_c}{4005} \right)^2 \quad (8.52)$$

Στην εξίσωση (8.51) και (8.52), ο δείκτης c αντιπροσωπεύει το κοινό τέλος, s το ευθύγραμμο άμεσο τέλος, και το b την είσοδο του κλάδου. Ο δείκτης $c.s$ περιλαμβάνει τη ροή του κύριου ρεύματος από το κοινό τέλος στο ευθύγραμμο άμεσο τέλος, και το $s.c$ τη ροή από το ευθύγραμμο άμεσο τέλος στο κοινό τέλος. Παρομοίως το $c.b$ δείχνει τη ροή του ρεύματος του κλάδου από το κοινό τέλος στην είσοδο του κλάδου και το $b.c$ τη ροή αέρα από τον κλάδο του αγωγού στο κοινό τέλος. Τα ρεύματα αέρος που διατρέχουν εντός ενός ορθογώνιου ταυ σύγκλισης ή απόκλισης παρουσιάζονται στο σχέδιο 8.13.

Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 8.2, η συνολική πίεση του κύριου ρεύματος μπορεί να αυξηθεί όταν διατρέχει εντός μιας σύγκλισης ή απόκλισης διακλάδωσης ή ταυ. Αυτό το αποτέλεσμα φαίνεται επειδή η ενέργεια που παραλαμβάνεται από το ρεύμα αέρος της υψηλότερης ταχύτητας ή της απόκλισης του αργά κινούμενου οριακού στρώματος στην είσοδο του κλάδου από το κύριο ρεύμα αέρος. Εντούτοις, το ποσό των ενεργειών του κεντρικού αγωγού και των ρευμάτων του κλάδου που αφήνουν τη συναρμολόγηση του αγωγού είναι πάντα μικρότερο από αυτό που εισάγεται στη συναρμολόγηση του αγωγού εξαιτίας των ενεργειακών απωλειών.

Το μέγεθος των τοπικών συντελεστών απώλειας $C_{c,s}$, $C_{s,c}$, $C_{b,c}$ και το $C_{c,b}$ επηρεάζονται από τη μορφή και την κατασκευή του ταυ ή της διακλάδωσης, οι αναλογίες ταχύτητας v_s/v_c και v_b/v_c , οι αναλογίες ροής όγκου (παροχής) V_s/V_c και V_b/V_c και οι αναλογίες περιοχής A_s/A_c και A_b/A_c .

Για τους ορθογώνιους αγωγούς, το ταυ σύγκλισης ή απόκλισης της διαμόρφωσης που παρουσιάζεται στο σχέδιο 8.13 δίνει το χαμηλότερο C_0 και, επομένως, τη λιγότερη ενεργειακή απώλεια. Για τους στρογγυλούς αγωγούς οι τιμές του C_0 , για τους διάφορους τύπους ταυ και διακλαδώσεων απόκλισης με σχεδόν την ίδια κατεύθυνση εξόδου

και την ίδια αναλογία ταχύτητας $v_b/v_c = 0.6$ όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.12b είναι αρκετά διαφορετικό

Ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 45° γωνία, κλάδος 90° στον κεντρικό αγωγό	$C_0 = 1.60$
Ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 90° γωνία, κλάδος 90° στον κεντρικό αγωγό	$C_0 = 1.18$
Ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 45° γωνία, κωνικός κλάδος 90° στον κεντρικό αγωγό	$C_0 = 0.84$
διακλάδωση, 45°, απόκλισης, στρογγυλή, με 60° γωνία, κλάδος 90° στον κεντρικό αγωγό	$C_0 = 0.68$
διακλάδωση, 45°, απόκλισης, στρογγυλή, με 60° γωνία, κωνικός κλάδος 90° στον κεντρικό αγωγό	$C_0 = 0.52$

Οι διαφορετικές τιμές του C βοηθούν στο να ισορροπήσουν τη συνολική πίεση μεταξύ των διαφορετικών πορειών της ροής αέρα σε ένα σύστημα αεραγωγών.

Στον πίνακα 8.11 παρατίθενται τοπικοί συντελεστές απώλειας των ταυ και διακλάδωσης απόκλισης. Για τις λεπτομέρειες, αναφερθείτε *ASHRAE στο εγχειρίδιο το 1989, βασικές αρχές*.

Είσοδοι, εξοδοι, διευρύνσεις και συστολές

Οι είσοδοι και οι εξοδοι είναι οι ενάρξεις τελών που τοποθετούνται σε έναν αγωγό ή σε ένα τοίχωμα αγωγού, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.14.

ΣΧΗΜΑ 8.12

ΣΧΗΜΑ 8.14

Λόγω της αλλαγής στην κατεύθυνση της γραμμής του ρεύματος στην είσοδο, οι στρόβιλοι και οι μεγάλης κλίμακας αναταραχές αναπτύσσονται κατά μήκος του τοιχώματος του αγωγού όταν περνά το ρεύμα αέρος μέσω της εισόδου. Γενικά, η συνολική πτώση πίεσης Δp_i του ρεύματος αέρος προτού να εισαχθεί στην είσοδο είναι αμελητέα. Μια κοφτερή είσοδος μπορεί να έχει $C_0 = 0,9$, ενώ για μια είσοδο τοποθετημένη ισόπεδης με τον τοίχο, το C_0 μειώνεται σε 0,5. Μια είσοδος με συγχύτη μπορεί περαιτέρω να μειώσει το C_0 έως 0,4. Εάν μια είσοδος με ένα επίπεδο στόμιο σύγκλισης εγκαθίσταται, το C_0 θα μπορούσε να είναι τόσο χαμηλό όπως 0,1.

Όταν ο αέρας ρέει μέσω μιας εξόδου τοίχου ή μιας εξόδου, εμφανίζεται χωρισμός ροής κατά μήκος της επιφάνειας των βανών, τα ίχνη διαμορφώνονται προς τα κάτω, έτσι υπάρχει μια πτώση στη συνολική πίεση. Η ταχύτητα του ρεύματος αέρος φθάνει στη μέγιστη τιμή της στην φλέβα συστολής όπου η διατομή της ροής αέρα είναι ελάχιστη και η στατική πίεση είναι αρνητική. Η συνολική απώλεια πίεσης στην έξοδο περιλαμβάνει πάντα την πίεση ταχύτητας του ρεύματος αέρα απαλλαγής.

Οι διάφοροι τύποι επιστροφής εισόδων, όπως οι σχάρες και οι γρίλιες, και οι έξοδοι ανεφοδιασμού, όπως οι διαχύτες, θα συζητηθούν στο κεφάλαιο 9.

Όταν ο αέρας ρέει μέσω μιας διεύρυνσης ή μιας συστολής, εμφανίζεται χωρισμός ροής και παράγονται στροβιλισμοί και μεγάλης κλίμακας αναταραχές μετά από τη διεύρυνση, ή πριν και μετά από τη συστολή. Και οι δύο προκαλούν μία συνολική Δp απώλεια πίεσης, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.15. Για να μειωθεί η ενεργειακή απώλεια, μια βαθμιαία επέκταση, αποκαλούμενη συχνά έναν *διαχύτη*, ή συγκλίνουσα μετάβαση προτιμάται. Μια επέκταση με μια συμπεριλαμβάνουσα γωνία διεύρυνσης $\theta=14^\circ$, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8,15α, είναι ιδανική. Στην πραγματική πρακτική, το θ μπορεί να είναι από 14° σε 45° λόγω του περιορισμένου διαστήματος. Για τις συγκλίνουσες μεταβάσεις, μια συμπεριλαμβάνουσα γωνία 30° σε 60° χρησιμοποιείται συνήθως.

Μείωση των δυναμικών απωλειών

Το σύνολο των δυναμικών απωλειών συναρμολογήσεων αγωγών σε ένα σύστημα αεραγωγών είναι συχνά μεγαλύτερο από τις απώλειες τριβής. Αναφερθείτε στην *ASHRAE στο εγχειρίδιο το 1989, τις βασικές αρχές*, και στον I.E. Idelchik (1986) για τις λεπτομέρειες των τοπικών συντελεστών απώλειας.

Για να μειωθούν οι δυναμικές απώλειες της πορείας ή της διαδρομής αγωγών που έχουν υψηλότερη απώλεια πίεσης σε σχεδιασμένη παροχή, συνιστούνται τα ακόλουθα

- διατηρήστε μια βέλτιστη ταχύτητα αέρα για τη ροή αέρα μέσω των συναρμολογήσεων αγωγών
- Δώστε έμφαση στη μείωση των δυναμικών απωλειών συναρμολογήσεων των αγωγών υψηλότερης ταχύτητας αέρα, οι συναρμολογήσεις που είναι κοντινότερες στην έξοδο ανεμιστήρων έχουν συχνά μια υψηλότερη ταχύτητα.
- χρησιμοποιήστε γωνίες 90° με R_c/D ή R_c/W από 1 έως 0,75. Εάν το διάστημα δεν είναι διαθέσιμο, χρήση μιας, δύο, ή τριών βανών θραύσης στην γωνία με ακτίνα λαιμού $R_c/W= 0,1$ η ακτίνα λαιμού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 4 in.(ίντσες)
- τοποθετήστε δύο συναρμολογήσεις αγωγών τόσο μακρινές όσο επιτρέπεται, εάν είναι πάρα πολύ στενές, οι στρόβιλοι και η μεγάλη κλίμακας αναταραχές της πρώτης συναρμολόγησης αγωγών έχουν επιπτώσεις συχνά στην ταχύτητα διανομής στη δεύτερη συναρμολόγηση αγωγών και αυξάνουν αρκετά την απώλεια πίεσης στη δεύτερη συναρμολόγηση.

ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Βέλτιστο σχέδιο αεραγωγών

Ένα βέλτιστο σύστημα αεραγωγών μεταφέρει το απαραίτητο ποσό του κλιματιζόμενου, ανακυκλωμένου, ή αέρα εξάτμισης σε συγκεκριμένο χώρο και συναντά τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Ένα βέλτιστο σχεδιάγραμμα συστημάτων αγωγών μέσα σε διατιθέμενο χώρο.

Μια ικανοποιητική ισορροπία συστήματος, επιτυγχάνεται μέσω της ισορροπίας πίεσης των διάφορων πορειών από τα μεταβαλλόμενα μεγέθη αγωγών ή η χρησιμοποίηση διαφορετικών διαμορφώσεων των συναρμολογήσεων των αγωγών.

* επίπεδο ηχητικού χώρου χαμηλότερο από τα επιτρεπόμενα όρια

* βέλτιστη ενεργειακή απώλεια και αρχικό κόστος

* εγκατάσταση με τις απαραίτητες συσκευές ισορροπίας μόνο

όπως οι αεροφράκτες και τα πιάτα ακροφυσίων

* εθνικοί, ASHRAE, και τοπικοί κώδικες της προστασίας πυρκαγιάς, της κατασκευής αγωγών, και της συνεχόμενης μόνωσης αγωγών.

Αυτές οι απαιτήσεις απορρέουν σε ένα σχέδιο βέλτιστου σχεδιαγράμματος αγωγών, μεγέθους αγωγών, και τη συνολικής απώλειας πίεσης του συστήματος αγωγών.

Το σχέδιο συστημάτων αεραγωγών απαιτεί περιεκτική ανάλυση και προγράμματα υπολογισμού με τη βοήθεια υπολογιστή. Τα διαφορετικά συστήματα αεραγωγών έχουν διαφορετικές λειτουργίες μεταφορών και για αυτόν τον λόγο έχουν τα δικά τους χαρακτηριστικά. Είναι δύσκολο να συνδυάσεις τις επιρροές του κόστους, την ισορροπία των συστημάτων και του θορύβου μαζί με τα χαρακτηριστικά αγωγών σε έναν ή δύο αντιπροσωπευτικούς δείκτες.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για οποιοδήποτε σύστημα αεραγωγών, όσο κοντινότερο είναι το τμήμα αγωγών στην έξοδο ή την είσοδο ανεμιστήρων, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό ροής του όγκου. Η έξοδος ανεμιστήρων είναι συχνά η θέση όπου εμφανίζεται η μέγιστη ταχύτητα αέρα.

Για τα συστήματα ανεφοδιασμού αεραγωγών στα πολυώροφα εμπορικά κτήρια, η μέγιστη ταχύτητα αέρα στον αγωγό ανεφοδιασμού συχνά καθορίζεται από το διαθέσιμο χώρο ανάμεσα στο κατώτατο σημείο της οροφής και της ψευδοροφής, όπως διατίθεται από τον αρχιτέκτονα, όπου ο κύριος αγωγός διαπερνά κάτω από την ακτίνα. Λόγω της επιρροής των πρόσφατων χρόνων του ενέργεια-αποδοτικού σχεδιασμού των συστημάτων HVAC&R στα εμπορικά κτήρια (όπως επηρεάζεται από ASHRAE τα πρότυπα, τους τοπικούς κώδικες, και τους κανονισμούς) η μέγιστη ταχύτητα στα συστήματα αεραγωγών ανεφοδιασμού συχνά δεν υπερβαίνει τα 3000 fpm, εντούτοις σε ειδικές συνθήκες η τιμή της μπορεί να αυξηθεί σε 3500 fpm. Ο θόρυβος ροής αέρα πρέπει να ελεγχθεί στους αεροφράκτες, στις γωνίες, και τις εισόδους των κλάδων για να ικανοποιήσει τα εσωτερικά NC κριτήρια.

Εκτός από όταν υπάρχει μια πίεση πλεονάσματος, ή όταν μια υψηλότερη ταχύτητα κλάδων απαιτείται για να παραγάγει έναν αρνητικό τοπικό συντελεστή απώλειας για το κύριο ρεύμα, η ταχύτητα αέρα στους κλάδους αγωγών είναι συνήθως χαμηλότερη απ'ό,τι στους κύριους αγωγούς λόγω της μικρότερης τιμής ποσοστού ροής και του προβλήματος θορύβου.

Η υψηλότερη ταχύτητα αέρα οδηγεί σε ένα υψηλότερο ενεργειακό κόστος, και η χαμηλότερη ταχύτητα αέρα αυξάνει τις δαπάνες υλικού και εργασίας της εγκατάστασης. Εάν ένα εμπορικό ή βιομηχανικό κτήριο

διαθέτει αρκετό χώρο για διέλευση των αεραγωγών στην οροφή τότε μπορεί να γίνει ένας συμβιβασμός μεταξύ κατανάλωσης ενέργειας και κόστους εγκατάστασης. Αυτή η διαδικασία θα περιελάμβανε επίσης τα μέτρα μείωσης του θορύβου.

Για ένα σύστημα αγωγών μεταφοράς σωματιδίων, η ταχύτητα αέρα πρέπει να είναι υψηλότερη από μια συγκεκριμένη τιμή σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος αγωγών για να επιπλεύσει και να μεταφέρει τα σωματίδια.

Οι ταχύτητες σχεδιασμού για τα εξαρτήματα σε ένα σύστημα αεραγωγών παρατίθενται στον πίνακα 8.8. Η ταχύτητα επιφάνειας v_{fe} , σε fpm, ορίζεται σαν

$$v_{fe} = \frac{\dot{V}}{A_{g,fe}} \quad (8.53) \quad \text{όπου } \dot{V} = \text{παροχή όγκου αέρα που ρέει μέσα στο}$$

εξάρτημα σε cfm, $A_{g,fe}$ = ολική περιοχή επιφάνειας κάθετη στην ροή του αέρα, πλάτος * ύψος, σε ft².

Αυτές οι ταχύτητες επιφάνειας συστήνονται βασισμένες στην αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του τμήματος συστήματος και της βέλτιστης απώλειας πίεσής του.

Εξισορρόπηση συστήματος

Για ένα σύστημα αεραγωγών, η εξισορρόπηση συστήματος σημαίνει ότι η παροχή όγκου από κάθε έξοδο ή ροής σε κάθε είσοδο πρέπει να είναι (1) ίση ή σχεδόν ίση με την τιμή σχεδιασμού για τα συστήματα σταθερού-όγκου και (2) ίση με τις προκαθορισμένες τιμές στη μέγιστη και ελάχιστη ροή για τα συστήματα μεταβλητού-όγκου αέρα. Η εξισορρόπηση συστήματος είναι μια από τις πρωταρχικές απαιτήσεις στο σχεδιασμό αεραγωγών. Για τα συστήματα αγωγών ανεφοδιασμού που εγκαθίστανται στα εμπορικά κτήρια, η χρησιμοποίηση των αποφραχτών για να παρέχει μόνο τη ροή αέρα σχεδιασμού προκαλεί συχνά την πρόσθετη διαρροή αέρα, επίσης μια αύξηση στις δαπάνες εγκαταστάσεων και σε μερικές περιπτώσεις απαράδεκτο θόρυβο. Επομένως, το σύστημα εξισορρόπησης που χρησιμοποιεί τους αποφραχτές μόνο δεν συστήνεται.

Ένα χαρακτηριστικό μικρό σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού στο οποίο το p_1 του κλιματιζόμενου χώρου είναι ίσο με μηδέν εμφανίζεται στο σχέδιο 8.16. Για ένα τέτοιο σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού, η πίεση και τα χαρακτηριστικά ροής όγκου είναι οι ακόλουθες:

Από τον κόμβο 1, η συνολική απώλεια πίεσης των ρευμάτων αέρος που ρέουν των διάφορων πορειών 1-3, 1-2-4, και 1-2-5 στον κλιματιζόμενο χώρο είναι πάντα ίση, δηλαδή

$$\Delta p_{1 \rightarrow 3} = \Delta p_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 4} = \Delta p_{1 \rightarrow 2 \rightarrow 5} \quad (8.54)$$

Τα ποσοστά ροής όγκου V_1 , V_2 και V_3 παρεχόμενα από τις εισόδους των κλάδων 1-3, 2-4, και 2-5 εξαρτώνται από

το μέγεθος και τη διαμόρφωση των συναρμολογήσεων αγωγών και των τμημάτων αγωγών στο κυρίως αγωγό και στις εισόδους των κλάδων καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά της εξόδου ανεφοδιασμού.

Η σχέση μεταξύ της συνολικής απώλειας πίεσης οποιουδήποτε τμήματος αγωγού, της παροχής του τμήματος αγωγού V και της αντίστασης R ροής (που συζητείται στο κεφάλαιο 19) μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$\Delta p_i = R \dot{V}^2 \quad (8.55)$$

Για τις πορείες 1-3 και 1-2-45 αγωγών,

$$\Delta p_{1,1-3} = \Delta p_{1,1-2-45} = R_{1-3} \dot{V}_1^2 = R_{1-2-45} (\dot{V}_2 + \dot{V}_3)^2$$

Εδώ, η πορεία το 1-2-45 δείχνει τη ροή αέρα που έχει το ποσοστό ροής ($V_2 + V_3$) και ροή μέσα στους κόμβους 1.2, και μια συνδυασμένη παράλληλη πορεία 2-4 και 2-5,

Στις συνθήκες σχεδιασμού, η αντίσταση ροής R_{1-2-45} καθορίζεται με έναν τέτοιο τρόπο ώστε η συνολική απώλεια πίεσης Δp_{1-2-45} κατά μήκος της πορείας το 1-2-45 σε ένα ποσοστό ροής όγκου ($V_2 + V_3$) είναι ισορροπημένη με την απώλεια πίεσης Δp_{1-3} .

Εάν η διακλάδωση ή το ταυ απόκλισης, το τερματικό, οι συναρμολογήσεις αγωγών και το τμήμα αγωγών (s) που χρησιμοποιείται στην πορεία 1-3 είναι παρόμοιο με εκείνων των πορειών 2-4 και 2-5, πιθανότατα η V_1 θα είναι μεγαλύτερη από την απαραίτητη τιμή σχεδιασμού ως αποτέλεσμα ενός χαμηλότερου R_{1-3} . Προκειμένου να υπάρξει το απαραίτητο V_1 που διατρέχει της πορείας 1-3 στις συνθήκες σχεδιασμού ώστε να παρέχουν μια ισορροπία συστημάτων, τα ακόλουθα μέσα απαιτούνται: (1) μείωση R_{1-2-45} , συμπεριλαμβανομένης μιας αύξησης σε μέγεθος του τμήματος αγωγού 1-2 (2) αύξηση R_{1-3} κυρίως με τη χρησιμοποίηση ενός μικρότερου αγωγού στο τμήμα 1-3 και μια διακλάδωση απόκλισης ή ένα ταυ μεγαλύτερου τοπικού συντελεστή απώλειας $C_{a,b}$.

Σε ένα σύστημα αγωγών, εάν η αντίσταση ροής κάθε κλάδου αγωγού R_b είναι αρκετά μεγάλη, το σύστημα αγωγών ρυθμίζεται ευκολότερα για να επιτύχει μια ισορροπία συστήματος. Για την είσοδο κλάδου ή συνδέοντας αγωγό που έχει ένα μήκος λιγότερο από 1 ή 2 πόδια μακρύ, είναι συχνά δύσκολο να αυξήσει το R_b με τη μείωση του

μεγέθους του. Η προσθήκη μιας διάταξης απόσβεσης όγκου άμεσα στην έξοδο ή την είσοδο μπορεί να αλλάξει τα σχέδια του χώρου ροής αέρα. Μια καλύτερη λύση είναι να ποικίλουν τα μεγέθη των διαδοχικών κύριων τμημάτων αγωγών, με εξόδους μεγαλύτερης αντίστασης ροής, για να επιτύχει μια καλύτερη ισορροπία συστημάτων.

Σε ένα σύστημα αγωγών ενός ιδιαίτερου μήκους, ένα μεγαλύτερο R_b για όλους τους κλάδους αγωγών οδηγεί σε μια μικρότερη απόκλιση από τα σχεδιασμένα ποσοστά ροής και σε ένα καλύτερο σύστημα που ισορροπίας από ένα μικρότερο R_b .

Ένα μεταβλητής-τιμής- όγκου αέρα συστήματος αγωγών που εγκαθίσταται με ένα VAV κιβώτιο στο οποίο σε κάθε είσοδο κλάδου παρέχει ισορροπία συστήματος αυτόματα. Εντούτοις, εάν η μισή από τη ικανότητα διαμόρφωσης ενός κιβωτίου VAV χρησιμοποιείται για παρέχει ισορροπία συστήματος μιας συγκεκριμένης εισόδου κλάδου η ποιότητα του ελέγχου διαμόρφωσής της στο μέρος-φορτίο θα χειροτερεύσει.

ΠΟΡΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για οποιοδήποτε σύστημα αεραγωγών υπάρχει μια πορεία σχεδιασμού, ή το τρέξιμο αγωγών, των οποίων η συνολική αντίσταση ροής ΣR_{dgn} είναι ανώτατη έναντι άλλων πορειών αγωγών όταν οι τιμές των ποσοστών ροής διαφόρων τμημάτων αγωγών του συστήματος είναι ίσες με τις τιμές σχεδιασμού σε σχεδιασμένες συνθήκες.

Μια πορεία σχεδιασμού είναι συνήθως μια πορεία αγωγών με περισσότερες συναρμολογήσεις αγωγών και ένα συγκριτικά μεγαλύτερο ποσοστό ροής, επιπλέον μπορεί να είναι το πιο μακρύτερο. Στο σχέδιο 8.16, η πορεία FO-1-2-5 μπορεί να είναι η πορεία σχεδιασμού.

Για ένα ενεργειακής-απόδοσης σχέδιο αεραγωγών, οι τοπικοί συντελεστές απώλειας των συναρμολογήσεων των αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδιασμού θα πρέπει πάντα να ελαχιστοποιείται, ειδικά στην είσοδο και την έξοδο ανεμιστήρων (βλ. το κεφάλαιο 19). Για άλλες πορείες αγωγών, εάν η απώλεια πίεσης στο σχεδιασμένο ποσοστό ροής είναι μικρότερη από την διαθέσιμη συνολική πίεση στην έξοδο ανεμιστήρα, ένα μικρότερο μέγεθος αγωγού και συναρμολογήσεις αγωγών μεγαλύτερης δυναμικής απώλειας μπορούν να παρέχουν μια καλύτερη ισορροπία συστημάτων.

ΔΙΑΡΡΟΗ ΑΕΡΑ

Η κλιματιζόμενη διαρροή αέρα από τις ενώσεις και τις ραφές του αεραγωγού στο χώρο που δεν είναι κλιματιζόμενο, είναι πάντα απόβλητο της κατάψυξης ή της ενέργειας θέρμανσης καθώς επίσης και της ενέργειας ανεμιστήρων. Η διαρροή αέρα εξαρτάται κυρίως από τη

χρήση της στεγανοποιητικής ουσίας στις ενώσεις και τις ραφές, την ποιότητα της επεξεργασίας, και τη μορφή των αγωγών. Οι ταινίες ευαίσθητης θερμοκρασίας, κατασκευάσματα μαστίχας και γυαλιού και πολλά άλλα υλικά χρησιμοποιούνται ως στεγανωτικές ουσίες για τις ενώσεις και τις ραφές.

Οι ταξινομήσεις διαρροής αγωγών, βασίζονται στις δοκιμές που διοχετεύονται από την AISI, SMACNA, ASHRAE, και την ένωση κατασκευαστών θερμικής μόνωσης (TIMA), παρουσιάζονται στο πίνακα 8.9. Το ποσοστό διαρροής αέρα V_L σε cfm/FT^2 της περιοχής επιφάνειας αγωγού, μπορεί να υπολογιστεί από τον ακόλουθο τύπο:

$$\dot{V} = 0.01 C_L \Delta p_{sd}^{0.65} \quad (8.56)$$

όπου C_L = κατηγορία διαρροής

Δp_{sd} = στατική πίεση διαφοράς μεταξύ του αέρα μέσα και έξω από τον αγωγό, σε ίντσες. WG ASHRAE πρότυπα το 90,1-1989 διευκρινίζουν ότι:

- (1) Όταν αγωγοί ανεφοδιασμού και χώροι πίεσης σχεδιασμένοι να λειτουργήσουν σε μια στατική πίεση από 0,25 έως 2 σε ίντσες WG βρίσκονται εξωτερικά του κλιματιζόμενου χώρου ή στην οροφή χώρων πίεσης, όλοι οι αγωγοί και οι ενώσεις χώρου πίεσης πρέπει να σφραγιστούν σύμφωνα με τη σφράγιση της κατηγορίας C στα εγχειρίδια της SMACNA. Η κατηγορία C απαιτεί όλες οι εγκάρσιες ενώσεις να σφραγιστούν. Η ταινία ευαίσθητης πίεσης δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως αρχική στεγανωτική ουσία όταν η στατική πίεση αγωγών είναι 1 in(ίντσα). ή μεγαλύτερη.
- (2) Οι αγωγοί που είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν σε μια στατική πίεση που υπερβαίνει τις 3 ίντσες WG πρέπει να ακολουθήσει τις εξής οδηγίες.

Διαρροή που εξετάζεται σύμφωνα με τα εγχειρίδια SMACNA. Η δοκιμή μπορεί να περιοριστεί στο 25% των αντιπροσωπευτικών τμημάτων αγωγών.

- τα ποσοστά διαρροής στην σχεδιασμένη πίεση αγωγών πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη από κατηγορία 6 διαρροής.
- εάν η στατική πίεση αγωγών είναι 3 ίντσες WG, η κατηγορία B σφραγίσματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί, δηλαδή όλες οι εγκάρσιες ενώσεις και οι επιμήκους ραφές πρέπει να σφραγιστούν.
- εάν η στατική πίεση αγωγών είναι 4 ίντσες WG ή υψηλότερη, η κατηγορία A σφραγίσματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Δηλαδή επί προσθέτος στην κατηγορία B, οι διεισδύσεις των τοιχωμάτων των

αγωγών πρέπει να σφραγιστούν.

Μορφές και υλικά των αεραγωγών

Όταν ένας σχεδιαστής επιλέγει τη μορφή (στρογγυλό, ορθογώνιο ή επίπεδο ωσειδή αγωγό) ή το υλικό (γαλβανισμένο φύλλο, αλουμίνιο, φαίμπεργκλας(γυαλί από ίνες) ή άλλα υλικά) ενός αεραγωγού, οι επιλογές εξαρτώνται κυρίως από το όφελος χώρου, το κόστος, τοπικά τελωνεία και συμφωνίες ένωσης, εμπειρία, ποιότητα και τις απαιτήσεις του προγράμματος,

Σε πολλά εμπορικά πολυώροφα κτίρια, εργοστασιακά-κατασκευασμένοι στρογγυλοί αγωγοί και μερικές φορές επίπεδοι ωσειδείς αγωγοί με σπείροειδείς ραφές χρησιμοποιούνται επειδή έχουν τα λιγότερα ηχητικά προβλήματα, χαμηλότερη διαρροή αέρα και πολλούς σχηματισμούς διακλαδώσεων και ταν, διαθέσιμα για ευκολότερη πίεση ισορροπίας. Οι στρογγυλοί αγωγοί έχουν επίσης το πλεονέκτημα της υψηλής μετάδοσης απώλειας ξεμπλοκαρίσματος στις χαμηλές συχνότητες (βλ. το κεφάλαιο 16).

Για τους αγωγούς που τρέχουν μέσα στο κλιματιζόμενο χώρο σε βιομηχανικές εφαρμογές, οι μεταλλικοί ορθογώνιοι αγωγοί συχνά επιλέγονται για τις μεγάλες περιοχές διατομής και την κατάλληλη επεξεργασία τους. Στα προγράμματα που σχεδιάζονται για χαμηλότερο κόστος, επαρκή μόνωση αγωγών και ηχητική μείωση, οι αγωγοί φαίμπεργκλας(γυαλί από ίνες) μπορούν μερικές φορές να είναι η βέλτιστη επιλογή

Εγκατάσταση αγωγού

Εγκατάσταση αγωγού, εργασία, υλικά και μέθοδοι πρέπει να ελέγχονται σε όλα τα στάδια σχεδιαστικής και κατασκευαστικής διαδικασίας ώστε να βεβαιώσουν ότι συμφωνούν με τον σχεδιαστικό στόχο.

Πυροπροστασία

Ο σχεδιασμός των συστημάτων αεραγωγών πρέπει να συμφωνεί με τις απαιτήσεις των εθνικών κωδίκων πυρκαγιάς *NFPA πρότυπα 90A για την εγκατάσταση συστημάτων κλιματισμού και εξαερισμού*, των συστημάτων κλιματισμού και θέρμανσης με αέρα, με τα συστήματα ανεμιστήρων και εξάτμισης καθώς επίσης και με τους τοπικούς κώδικες. Αναφερθείτε σε αυτά τα πρότυπα για λεπτομέρειες. Τα εξής είναι μερικά από τα απαιτούμενα:

- όχι μόνο το υλικό αγωγών που συζητείται στην παράγραφο 8.3 από αυτό το κείμενο πρέπει να αποτελείται από την κατηγορία 0 ή

την κατηγορία 1 υλικών, αλλά και τα καλύμματα και οι επενδύσεις αγωγών — συμπεριλαμβανομένης της κόλλας, μόνωσης, ζώνης, επιστρώσης και ταινίας που καλύπτει την εξωτερικά επιφάνεια και το υλικό επένδυσης της εσωτερικής επιφάνειας του αγωγού — πρέπει να έχει κατανομή φλόγας που διαδίδεται όχι πάνω από 25 και κατανομή ανάπτυξης καπνού όχι πάνω από 50 εκτός από τους αγωγούς έξω από τα κτήρια.

Αγωγοί ανεφοδιασμού που καλύπτονται εντελώς από μια τσιμεντένια πλάκα δαπέδου όχι μικρότερη από 2 ίντσες πάχους, δεν χρειάζεται να συμπίπτουν με τις απαιτήσεις των κατηγοριών 0 ή των κατηγοριών 1.

- οι κάθετοι αγωγοί περισσότερο από δύο ορόφους ύψους πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από δομή τοίχου, σκυροδέματος ή δομής αργίλου.

- όταν οι αγωγοί περνούν μέσω των πατωμάτων των κτηρίων, οι κάθετες ενάρξεις πρέπει να εσωκλειστούν με τα χωρίσματα και με τοίχους με μια εκτίμηση πυροπροστασίας όχι λιγότερη από 1 ώρα στα κτήρια με λιγότερο από τέσσερις ορόφους ύψος και μεγαλύτερη από 2 ώρες στα κτήρια με τέσσερις ορόφους και υψηλότερα.

- Οι εκκαθαρίσεις μεταξύ των αγωγών και των εύφλεκτων κατασκευών και των υλικών πρέπει να γίνουν όπως διευκρινίζονται στην NFPA 90A.

- το άνοιγμα μέσω ενός τοιχώματος πυρκαγιάς από το σύστημα του αγωγού πρέπει να προστατευθεί από (1) μια διάταξη απόσβεσης πυρκαγιάς που κλείνει αυτόματα μέσα στο τοίχωμα πυρκαγιάς και έχει μια εκτίμηση πυροπροστασίας όχι λιγότερο από 3 ώρες ή (2) πυρίμαχες θύρες στις δύο πλευρές του τοιχώματος πυρκαγιάς. Μια υπηρεσία ανοίγματος πρέπει να παρέχεται στις συναρμολογήσεις αγωγών σε κάθε διάταξη απόσβεσης πυρκαγιάς. Πολλές εργαστηριακές υπηρεσίες έχουν πολύ αυστηρές απαιτήσεις για διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς, τις διατάξεις απόσβεσης καπνού, τις διατάξεις απόσβεσης πυρκαγιάς /καπνού σε συνδυασμό, και τον εξαερισμό καπνού.

Όταν ένας αγωγός διαπερνά μέσω τοίχων, πατωμάτων, και χωρισμάτων, το χάσμα μεταξύ των αγωγών και των τοίχων, των πατωμάτων, και των χωρισμάτων πρέπει να γεμίσει με μη εύφλεκτο υλικό για να αποτρέψει τη διάδοση των φλογών και του καπνού.

Τα συστήματα αγωγών για μεταφερόμενα προϊόντα, ατμός, ή σκόνη στις βιομηχανικές εφαρμογές πρέπει να κατασκευαστούν εξ ολοκλήρου από μεταλλικό ή άφλεκτο υλικό. Οι επιμήκειες ραφές πρέπει να

ενωθούν στενά συνεχώς, να περιτυλιχτούν, και να καρφωθούν, ή να ενωθούν ανά σημείο στενά στα μέγιστα κέντρα 3 ιντσών. Οι μεταβάσεις πρέπει να είναι 5 ίντσες μακριές για κάθε μία ίντσα αλλαγής στην διάμετρο. Οι ορθογώνιοι αγωγοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος και πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν πιο τετραγωνικοί.

8.8 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΓΩΓΩΝ

Διαδικασία σχεδιασμού

Προτού να σχεδιαστεί ένα σύστημα αεραγωγών, η τιμή του ποσοστού ροής ανεφοδιασμού για κάθε κλιματιζόμενο χώρο, δωματίου, ή της ζώνης πρέπει να υπολογιστεί και οι θέσεις των εξόδων ανεφοδιασμού και εισόδων επιστροφής πρέπει επίσης να τεθούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις της διάχυσης χώρου αέρα (βλ. το κεφάλαιο 9). Κάποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει τη βοήθεια προγραμμάτων υπολογιστή για τον ακριβέστερο υπολογισμό και τη βέλτιστη ταξινόμηση των συστημάτων αγωγών.

Η διαδικασία σχεδιασμού για ένα σύστημα αεραγωγών είναι η ακόλουθη:

1. ο σχεδιαστής πρέπει να ελέγξει τους τοπικούς συντελεστές, τοπικούς κώδικες, τοπικές συμφωνίες ένωσης, και περιορισμούς διαθεσιμότητας υλικού πριν να συνεχίσει με τον σχεδιασμό του αγωγού
2. ο σχεδιαστής προτείνει ένα προκαταρκτικό σχέδιο αγωγού για να συνδέσει τις εξόδους ανεφοδιασμού και τις εισόδους επιστροφής με τους ανεμιστήρες και άλλα τμήματα συστημάτων μέσω των κεντρικών και διακλάδωσης εισόδων αγωγών. Το σχήμα του αεραγωγού επιλέγεται. Ο χώρος που είναι διαθέσιμος κάτω η ακτίνα καθορίζει συχνά τη μορφή του αγωγού και επηρεάζει το σχεδιάγραμμα στα πολυώροφα κτίρια.

Το σχεδιάγραμμα αγωγών διαιρείται σε διαδοχικά τμήματα αγωγών, τα οποία συγκλίνουν και αποκλίνουν στις συνδέσεις ή στους κόμβους. Τα συστήματα αγωγών πρέπει να διαιρεθούν σε τμήματα αγωγών στις συνδέσεις ή στους κόμβους όπου τα ποσοστά ροής αλλάζουν.

4. Οι συναρμολογήσεις αγωγών ορίζονται σε κάθε τμήμα αγωγών εάν είναι απαραίτητο. Οι τοπικοί συντελεστές απώλειας των συναρμολογήσεων αγωγών κατά μήκος της δοκιμαστικής πορείας σχεδίου πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, ειδικά δίπλα στις εισόδους και τις εξόδους ανεμιστήρων.
5. Οι μέθοδοι ταξινόμησης αγωγών πρέπει να επιλεγτούν σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του συστήματος αεραγωγών. Τα μεγέθη των διάφορων τμημάτων αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδίου

καθορίζονται. Ο διατιθέμενος χώρος κάτω από την ακτίνα υπαγορεύει συχνά τη μέγιστη ταχύτητα στον κύριο αγωγό.

- 6 Η συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος αεραγωγών υπολογίζεται.
- 7 Ο σχεδιαστής ταξινομεί τους αγωγούς κλάδων και ισορροπεί τη συνολική πίεση σε κάθε σύνδεση του συστήματος αγωγών με ποικιλία των μεγεθών αγωγών και εξαρτημάτων και διαμόρφωσης συναρμολογήσεων των αγωγών.
- 8 Τα ποσοστά ροής όγκου ανεφοδιασμού ρυθμίζονται σύμφωνα με το κέρδος θερμότητας αγωγών σε κάθε εξοδο ανεφοδιασμού.
- 9 Ο σχεδιαστής επαναταξινομεί τα τμήματα αγωγών, υπολογίζει πάλι τη συνολική απώλεια πίεσης και ισορροπεί τις παράλληλες πορείες από κάθε σύνδεση.
- 10 τα αεροπορικά και ηχητικά επίπεδα ξεμπλοκαρίσματος από τις διάφορες πορείες πρέπει να ελεγχθούν και απαραίτητες αποσβέσεις προστίθεται για να καλύψουν τις απαιτήσεις.

Χαρακτηριστικά συστημάτων αγωγών

Τα συστήματα αεραγωγών μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των συστημάτων τους:

- 1 αγωγός ανεφοδιασμού, αγωγός επιστροφής, ή συστήματα αγωγών εξάτμισης με μια ορισμένη απώλεια πίεσης στις εισόδους κλάδων
2. Αγωγός παροχής, αγωγός επιστροφής, ή συστήματα αγωγών εξάτμισης στο οποίο οι παροχές εξόδου ή σχάρα επιστροφής τοποθετούνται άμεσα στον αγωγό είτε έχοντας μόνο τους πολύ κοντούς αγωγούς σύνδεσης μεταξύ της εξόδου είτε της εισόδου και του κύριου αγωγού.
- 3 Βιομηχανικά συστήματα αγωγών εξάτμισης για να μεταφέρουν τα μόρια σκόνης ή άλλα σωματιδιακά προϊόντα.

Σχεδιάγραμμα αγωγών

Όταν ένας σχεδιαστής αρχίζει να σκιαγραφεί έναν προκαταρκτικό σχέδιο αγωγού, το μέγεθος του συστήματος αεραγωγών πρέπει πρώτα να αποφασιστεί. Το μέγεθος ενός συστήματος αεραγωγών πρέπει να είναι σύμφωνο με το μέγεθος του συστήματος αέρα ή ακόμα και του συστήματος κλιματισμού. Από την άποψη του ίδιου του συστήματος αεραγωγών, ένα μικρότερο και πιο κοντότερο σύστημα απαιτεί λιγότερη κατανάλωση ισχύος από τον ανεμιστήρα και παρουσιάζει ένα μικρότερο κέρδος ή απώλεια θερμότητας αγωγού. Το σύστημα αεραγωγών είναι επίσης συγκριτικά ευκολότερο να ισορροπήσει και να λειτουργήσει, όπως συζητείται στο κεφάλαιο 30.

Εάν ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί ένα πιο συμμετρικό σχεδιάγραμμα, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.17, μια αμεσότερη και απλούστερη μορφή για την πορεία σχεδιασμού μπορεί γενικά να παραχθεί. Ένα συμμετρικό σχεδιάγραμμα έχει συνήθως έναν μικρότερο κύριο αγωγό και μια κοντότερη πορεία σχεδιασμού, είναι ευκολότερο να παρέχει ισορροπία

συστήματος σε ένα συμμετρικό από ένα μη συμμετρικό σχέδιο. Μια αμεσότερη και απλούστερη μορφή πορείας σχεδίου πάντα σημαίνει μια χαμηλότερη συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος αγωγών.

Για μεταβλητού - όγκου αέρα - συστημάτων αεραγωγών, το επόμενο βήμα είναι να θεωρήσει συνδέοντας τις άκρες των κύριων αγωγών για να διαμορφωθούν ένα ή περισσότερα κλειστά κυκλώματα αγωγών όπως παρουσιάζεται από τις διακεκομμένες γραμμές στο σχέδιο 8.17. Το κλειστό κύκλωμα αγωγών (s) επιτρέπει σε μερικά από τα τμήματα αγωγών να τροφοδοτηθούν από την αντίθετη κατεύθυνση στον κύριο αγωγό. Τα σημεία ισορροπίας υπάρχουν εκεί όπου η συνολική πίεση των αντίθετων ρευμάτων ροής αέρα είναι μηδέν. Οι θέσεις των σημείων ισορροπίας συχνά ακολουθούν τη θέση του ήλιου και το επηρεαζόμενο ψυκτικό φορτίο στις διάφορες ζώνες κατά τη διάρκεια της λειτουργούσας περιόδου. Το κλειστό κύκλωμα αγωγών βελτιστοποιεί την ικανότητα μεταφοράς και οδηγεί σε έναν μικρότερο κύριο αγωγό από όταν δεν υπάρχει κλειστό κύκλωμα.

Ο σχεδιαστής συγκρίνει έπειτα διάφορα εναλλακτικά σχέδια και μειώνει τον αριθμό συναρμολογήσεων των αγωγών, ειδικότερα σε συναρμολογήσεις με υψηλότερη ταχύτητα και τοπικούς συντελεστές απώλειας κατά μήκος της πορείας σχεδίου. Όλα αυτά οδηγούν σε ένα σύστημα αγωγών με την χαμηλότερη απώλεια πίεσης.

Όταν τα συστήματα αγωγών εγκαθίστανται στα εμπορικά και δημόσια κτήρια χωρίς ψευδοροφές, οι διαδρομές αγωγών πρέπει να αντιστοιχηθούν στις δομές κτηρίου και να δώσουν μια τακτοποιημένη και αρμονική εμφάνιση.

8.9 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Η ταξινόμηση αγωγών καθορίζει τις διαστάσεις κάθε τμήματος αγωγών στο σύστημα αεραγωγών. Αφότου τα τμήματα των αγωγών έχουν ταξινομηθεί, η συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος αεραγωγών μπορεί έπειτα να υπολογιστεί, η συνολική πίεση ανεμιστήρων μπορεί να υπολογιστεί σύμφωνα με το άθροισμα των συνολικών απωλειών πίεσης των συστημάτων αγωγών ανεφοδιασμού και επιστροφής και την απώλεια πίεσης στην αεροδιαχειριζόμενη μονάδα ή τη μονάδα συσκευασίας.

Τρεις μέθοδοι ταξινόμησης αγωγών χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο:

1. Μέθοδος ίση τριβής με τη μέγιστη ταχύτητα
2. Μέθοδος σταθερής ταχύτητας
3. Στατική μέθοδος επανάκτησης

Το εγχειρίδιο της ASHRAE το 1989, βασικές αρχές προτείνει μία νέα μέθοδο ταξινόμησης αγωγών που καλείται τ - μέθοδος

ΣΧΗΜΑ 8.17

Μέθοδος ίσης τριβής

Αυτή η μέθοδος ταξινομεί τον αεραγωγό έτσι ώστε η απώλεια τριβής του αγωγού ανά μονάδα μήκους $\Delta p_{f,u}$ σε διάφορα τμήματα αγωγών να παραμένει πάντα σταθερή. Οι τελικές διαστάσεις των ταξινομημένων αγωγών πρέπει να στρογγυλοποιηθούν στο τυποποιημένο μέγεθος. Η συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος Δp_i σε ίντσες WG, πρέπει να είναι ίσες με το άθροισμα των απωλειών τριβής και δυναμικών απωλειών στα διάφορα τμήματα των αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδίου όπως ακολουθεί:

$$\Delta p_i = \Delta p_{f,u} [(L_1 + L_2 + \dots + L_n) + (L_{e1} + L_{e2} + \dots + L_{en})] \quad (8.57)$$

όπου $L_1 + L_2 \dots L_n$ = μήκος τμημάτων των αγωγών

1, 2, ..., n, ft(πόδια)

$L_{e1}, L_{e2}, \dots, L_{en}$ = ισοδύναμο μήκος των
συναρμολογήσεων των αγωγών στα τμήματα
αγωγών 1, 2, ..., n, ft(πόδια)

Εάν η δυναμική απώλεια μιας συναρμολόγησης αγωγών είναι ίση με την απώλεια της τριβής ενός τμήματος αγωγού μήκους L_e , σε πόδια τότε

$$\frac{C_0 \rho v^2}{2g_c} = \frac{f \frac{L_e}{D} \rho v^2}{2g_c}$$

και το ισοδύναμο μήκος είναι $L_e = \frac{C_0 D}{f} \quad (8.58)$

Η επιλογή του $\Delta p_{f,u}$ είναι συνήθως βασισμένο στην εμπειρία, όπως 0,1 ίντσες WG ανά 100 FT(πόδια) για τα χαμηλής πίεσεως συστήματα. Μια μέγιστη ταχύτητα χρησιμοποιείται συχνά ως ανώτερο όριο.

Η μέθοδος ίσης τριβής δεν στοχεύει σε μέγιστο κόστος. Οι διατάξεις απόσβεσης είναι μερικές φορές απαραίτητες για την ισορροπία συστημάτων. Λόγω των απλών υπολογισμών της, η μέθοδος ίσης τριβής χρησιμοποιείται ακόμα σε πολλούς υπολογισμούς χειριού για χαμηλής πίεσεως συστήματα στα οποία ο θόρυβος του αέρα

λόγω της υψηλότερης ταχύτητας αέρα δεν είναι πρόβλημα ή για μικρότερα συστήματα αγωγών.

Σταθερή μέθοδος ταχύτητας

Η σταθερή μέθοδος ταχύτητας χρησιμοποιείται συχνά για τα συστήματα εξάτμισης που μεταφέρουν τα μόρια σκόνης, σε βιομηχανικές εφαρμογές. Αυτή η μέθοδος αρχικά καθορίζει την ελάχιστη ταχύτητα αέρα στα διάφορα τμήματα αγωγών σύμφωνα με την απαίτηση επίπλευσης των μορίων, είτε από το υπολογισμούς είτε από εμπειρία. Βάσει της καθορισμένης ταχύτητας αέρα, η περιοχή διατομής και, επομένως, η διάσταση του αγωγού μπορούν να υπολογιστούν και έπειτα να στρογγυλοποιηθούν σε ένα τυποποιημένο μέγεθος. Η συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος $\Delta p_{f,w}$ σε ίντσες WG, κατά μήκος της πορείας σχεδίου μπορεί να υπολογιστεί όπως

$$\Delta p_f = 5.35 \cdot 10^{-5} \frac{\rho}{(2g_c)} \left(\frac{f_1 L_1}{D_1} + C_1 v_1^2 + \frac{f_2 L_2}{D_2} + C_2 v_2^2 + \dots + \frac{f_n L_n}{D_n} + C_n v_n^2 \right) \quad (8.59)$$

Όπου $v_1, v_2, \dots, v_n =$ κύρια ταχύτητα αέρα στα τμήματα αγωγού 1, 2, ..., n αντίστοιχα, fpm

Στατική μέθοδος επανάκτησης

Αυτή η μέθοδος ταξινομεί τον αεραγωγό έτσι ώστε η αύξηση της στατικής πίεσης (στατική επανάκτηση) που οφείλεται στη μείωση της ταχύτητας αέρα στον κύριο αγωγό ανεφοδιασμού μετά από κάθε είσοδο κλάδου αντισταθμίζει ακριβώς την απώλεια πίεσης του διαδεχόμενου τμήματος αγωγού κατά μήκος του κύριου αγωγού. Κατά συνέπεια, η στατική πίεση στο κοινό τέλος του ται απόκλισης ή διακλάδωσης του μεγέθους του τμήματος αγωγών παραμένει η ίδια με το προηγούμενο τμήμα.

Ένα ορθογώνιο τμήμα αγωγού 1-2 μεταξύ των σχεδίων διατομής 1 και 2 είναι διευκρινισμένη στο σχέδιο 8.18.

ΣΧΗΜΑ 8.18

Το μέγεθος αυτού του τμήματος αγωγών πρόκειται να καθοριστεί. Αφήνοντας v_1 και v_2 να είναι οι μέσες ταχύτητες στα σχέδια 1 και 2, V_1 και V_2 τα ποσοστά ροής όγκου, και το A_1 και A_2 οι διατομές περιοχής. Η συνολική απώλεια πίεσης στο τμήμα αγωγών 1-2 αποτελείται από την απώλεια τριβής αγωγών $\Delta p_{f,1-2}$ και τη δυναμική απώλεια του κύριου ρεύματος αέρος που διατρέχει του τμήματος απόκλισης $\Delta p_{1c,s}$. Η σχέση μεταξύ της συνολικής πίεσης στο σχέδιο 1 και 2 μπορεί να εκφραστεί όπως

$$p_{11} = p_{12} + \Delta p_{f,1-2} + \Delta p_{1c,s} \quad (8.60)$$

Επειδή $p_1 = p_s + p_{v,1}$, μπορούμε να αγνοήσουμε τις διαφορές μεταξύ των πυκνοτήτων αέρα ρ_1 και ρ_2 . Αφήνοντας $\Delta p_{f,1-2} = \Delta p_{f,u} L_{1-2}$. Εδώ, L_{1-2} αντιπροσωπεύει το μήκος του τμήματος 1-2 αγωγών, σε FT (πόδια). Εάν οι στατικές πιέσεις στα σχέδια 1 και 2 είναι ίσες, δηλαδή $p_{s1} = p_{s2}$ έπειτα

$$\frac{\rho_1 (v_1^2 - v_2^2)}{2g_c} = \Delta p_{f,u} L_{1-2} + \frac{C_{1c,s} \rho_1 v_1^2}{2g_c}$$

Εάν το v εκφράζεται σε fpm και $\Delta p_{f,u}$ σε ίντσες WG ανά 100 FT (πόδια), $\rho = 0,075$ λίβρα/FT³, και $g_c = 32,2$ ft/s² η κύρια ταχύτητα αέρα του μεγέθους τμήματος αγωγών είναι

$$v_2 = \sqrt{(1 - C_{1c,s})v_1^2 - (1.6 * 10^5 \Delta p_{f,u} L_{1-2})} \quad (8.61)$$

Για οποιοδήποτε τμήμα αγωγών μεταξύ των διατομών σχεδίου $n-1$ και n , εάν ο συνολικός τοπικός συντελεστής απώλειας των συναρμολογήσεων είναι C_n εξαιρώντας τον τοπικό συντελεστή απώλειας $C_{(n-1)c,s}$, η μέση ταχύτητα αέρα του μεγέθους τμήματος αγωγών είναι

$$v_n = \sqrt{\frac{(1 - C_{(n-1)c,s})v_{(n-1)}^2 - 1.6 * 10^5 \Delta p_{f,u} L_n}{1 + C_n}} \quad (8.62)$$

Επειδή $v_{(n-1)}$, ρ_n , L_n , και C_n είναι γνωστές τιμές, με τη χρησιμοποίηση μεθόδων επανάληψης η v_n μπορούν να καθοριστούν. Η διάσταση του τμήματος αγωγών και της στρογγυλοποιημένης τυποποιημένης μεγέθους της μπορεί επίσης να καθοριστούν.

Η στατική μέθοδος επανάκτησης μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στα συστήματα αγωγών ανεφοδιασμού. Τείνει να παραγάγει μια περισσότερη στατική πίεση στο κοινό τέλος κάθε ταν ή διακλάδωσης απόκλισης που οδηγεί στην αντίστοιχη είσοδο κλάδων, η οποία είναι χρήσιμη στην ισορροπία συστημάτων. Δεν εξετάζει τη βελτιστοποίηση δαπανών. Τα κύρια τμήματα αγωγών μακριά από την εκφόρτηση ανεμιστήρων έχουν συχνά τις μεγαλύτερες διαστάσεις από εκείνους στην μέθοδο ίσης τριβής. Το ηχητικό επίπεδο και ο χώρος που απαιτούνται πρέπει να ελεγχθούν σε σχέση με την καθορισμένη ταχύτητα αέρα και διάσταση.

Κατά χρησιμοποίηση της στατικής μεθόδου επανάκτησης στους αεραγωγούς μεγέθους, δεν συνίσταται να επιτραπεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μέρος της στατικής επανάκτησης στον υπολογισμό.

T-μέθοδος

Η **τ-μέθοδος**, που πρώτα εισάχθηκε από τον Tsal et Al (1988), είναι μια βελτιστοποιημένη διαδικασία για να ταξινομήσεις τους αεραγωγούς με τη βοήθεια της ελαχιστοποίησης του κόστους του κύκλου της ζωής τους. Είναι βασισμένη στην ιδέα δέντρο-οργάνωσης και επομένως καλείται **τ-μέθοδος**. Ο στόχος αυτής της μεθόδου είναι ότι η αναλογία μεταξύ των ταχυτήτων σε όλα τα τμήματα του συστήματος αγωγών πρέπει να είναι βέλτιστη.

Η τ-μέθοδος αποτελείται από τις ακόλουθες διαδικασίες:

1. **Συμπύκνωση συστημάτων.** Συμπυκνώνοντας διάφορα τμήματα αγωγού ενός συστήματος αγωγών σε ένα ενιαίο φανταστικό τμήμα αγωγών που έχει ακριβώς τα ίδια υδραυλικά χαρακτηριστικά και τις δαπάνες εγκαταστάσεων με το σύστημα αγωγών
2. **Επιλογή ανεμιστήρων.** Επιλέγοντας έναν ανεμιστήρα που παρέχει βέλτιστη απώλεια πίεσης συστημάτων
3. **Επέκταση συστημάτων.** Επέκταση του φανταστικού τμήματος αγωγού στο αρχικό σύστημα αγωγών πριν από την συμπύκνωση με τη βέλτιστη διανομή της συνολικής απώλειας πίεσης μεταξύ των διάφορων τμημάτων αγωγών

Κατά τη διάρκεια της βελτιστοποίησης, οι τοπικοί συντελεστές απώλειας θεωρούνται ότι είναι η σταθεροί στα διάφορα στάδια της επανάληψης. Για λεπτομέρειες αναφερθείτε στο Tsal et al (1988). Η τ-μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση των συστημάτων αγωγών με ορισμένες απώλειες πίεσης στους αγωγούς κλάδων. Εντούτοις, οι τοπικοί συντελεστές απώλειας πραγματικά ποικίλουν στα διάφορα στάδια της επανάληψης και πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διάρκεια της βελτιστοποίησης.

8.10 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥΣ ΚΛΑΔΩΝ

Χαρακτηριστικά σχεδίου

Ο ανεφοδιασμός, η επιστροφή, ή συστήματα αγωγών εξάτμισης με ορισμένες απώλειες πίεσης στις απογειώσεις κλάδων έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ο αγωγός έχει μέγεθος βασισμένος στη βελτιστοποίηση του κόστους του κύκλου ζωής των διάφορων τμημάτων αγωγών του συστήματος αγωγού καθώς επίσης και τον διαθέσιμο χώρο στην κατασκευή
- η εξισορρόπηση συστημάτων επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της εξισορρόπησης πίεσης των διάφορων πορειών αγωγών αλλάζοντας μεγέθη αγωγών και τη χρήση των διάφορων διαμορφώσεων των συναρμολογήσεων και τερματικά αγωγών αντί της χρησιμοποίησης των διατάξεων απόσβεσης ή άλλων συσκευών.
- Το ηχητικό επίπεδο θα ελεγχθεί και θα αναλυθεί. Η παραπάνω πίεση σε κάθε είσοδο του κιβωτίου VAV σε σχεδιασμένες συνθήκες πρέπει να αποφευχθεί. Οι τακτοποιήσεις ηχητικής απόσβεσης πρέπει να προστεθούν εάν είναι απαραίτητο.
- Οι τοπικοί συντελεστές απώλειας των συναρμολογήσεων και του εξοπλισμού αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδιασμού πρέπει να ελαχιστοποιηθούν. Μπορεί να είναι ευεργετικό να χρησιμοποιηθεί η συνολική πίεση πλεονάσματος, διαθέσιμη στην είσοδο κλάδων για να παραγάγει μια υψηλότερη ταχύτητα στον αγωγό κλάδου και έναν μικρότερο κατ' ευθείαν - μέσω τοπικό συντελεστή απώλειας C_{sc} .
- Τα ποσοστά ροής όγκου ανεφοδιασμού πρέπει να είναι ρυθμισμένα σύμφωνα με το κέρδος θερμότητας αγωγών. Για VAV συστήματα, η χρήση ποικίλων παραγόντων για να καθορίσουν το ποσοστό ροής όγκου διάφορων τμημάτων αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδίου, έτσι ώστε το ποσοστό ροής όγκου να καλύπτει σχεδόν το φορτίο φραγμού στην εκφόρτηση ανεμιστήρων.

Βελτιστοποίηση δαπανών

Για οποιοδήποτε τμήμα αγωγών σε ένα σύστημα αεραγωγών, το συνολικό κόστος κύκλου ζωής C_{10} , όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.19, σε δολάρια, μπορεί να υπολογιστεί όπως

$$C_{10} = C_e \left(\frac{1}{CRF} \right) + C_{di} \quad (8.63a)$$

Στην εξίσωση (8.63), CRF δείχνει τον κύριο παράγοντα ανάκαμψης και

$$\text{μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: } CRF = \frac{i(1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]} \quad (8.63b)$$

όπου i = επιτόκιο

n = αριθμός ετών υπό εξέταση

Το πρωτοετές ενεργειακό κόστος C_e σε \$(δολάρια), μπορεί να υπολογιστεί ως προϊόν της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στους ανεμιστήρες πολλαπλασιάζοντας το ενεργειακό κόστος E_r μονάδων, σε \$/kwh, πολλαπλασιάζοντας τις ετήσιες λειτουργούσες ώρες t_{an} , σε ώρες ή

$$\begin{aligned}
 C_e &= \Delta p_t \left(\frac{0.746 \dot{V} E_r t_{an}}{6350 n_f n_m} \right) \\
 &= \Delta p_t \left(\frac{1.175 \cdot 10^{-4} \dot{V} E_r t_{an}}{n_f n_m} \right) \\
 &= K_e \Delta p_t \quad (8.64)
 \end{aligned}$$

όπου Δp_t = συνολική απώλεια πίεσης του τμήματος αγωγών σε ίντσες WG

\dot{V} = ποσοστό ροής όγκου του τμήματος αγωγών σε cfm,

n_f, n_m = συνολική απόδοση του ανεμιστήρα και απόδοση της μηχανής

ΣΧΗΜΑ 8.19

Αφήνοντας $z_1 = k_e(1/CRF)$. Τότε μπορούμε να γράψουμε

$$(1/CRF)C_e = z_1 \Delta p_t \quad (8.65)$$

Κόστος εγκατάστασης για στρογγυλούς αγωγούς C_{di} σε δολάρια μπορεί να υπολογιστεί σαν

$$C_{di} = \pi D L C_{iu} \quad (8.66)$$

όπου D = διάμετρος στρογγυλού αγωγού σε πόδια (ft)

L = μήκος του τμήματος αγωγού σε πόδια (ft)

C_{iu} = μονάδα κόστους εγκατάστασης αγωγού σε δολάρια/ft²

Η περιοχή επιφάνειας ορθογώνιου αγωγού $A_{rec} = 2(W+H)L$. Εδώ το W είναι το πλάτος του αγωγού και το H είναι το ύψος του αγωγού και τα δύο σε ft (πόδια). Τότε για ορθογώνιο αγωγό

$$C_{di} = 2(W+H)LC_{iw} = \frac{2(W+H)}{\pi D} \pi D L C_{iw} = R_{rec} \pi D L C_{iw} \quad (8.67)$$

όπου R_{rec} = αναλογία περιοχής επιφάνειας ορθογώνιου αγωγού σε περιοχής επιφάνειας στρογγυλού αγωγού.

Για οποιοδήποτε τμήμα αγωγού η συνολική πίεση απώλειας Δp_i σε ίντσες WG

$$\Delta p_i = 5.35 \cdot 10^{-5} \frac{(fL/D + C) \rho v^2}{2g_c} \quad (8.68)$$

όπου ΣC = το άθροισμα τοπικών συντελεστών απώλειας στο τμήμα του αγωγού βασισμένο στην ταχύτητα του αέρα του ταξινομημένου τμήματος αγωγού

v = μέση ταχύτητα αέρα στο τμήμα του ταξινομημένου αγωγού, fpm.

Για απώλειες τριβών $D = f(\Delta p_i^{-0.2})$ και για δυναμικές απώλειες $D = f(\Delta p_i^{-0.25})$. Ωστόσο για απλότητα, παίρνουμε $D = f(\Delta p_i^{-0.22})$ και θεωρούμε $[(fL/\sqrt{D}) + C\sqrt{D}]$ σταθερό. Τότε

$$D = 0.1097 \left[\frac{(fL/\sqrt{D} + C\sqrt{D}) \rho}{g_c} \right]^{0.22} \dot{V}^{0.44} \Delta p_i^{-0.22} = 0.1097 \left(\frac{\rho}{g_c} \right)^{0.22} \frac{K \Delta p_i^{-0.22}}{L}$$

επειδή $g_c = 32.2 \text{ ft/s}^2$

$$D = \{0.0511\} \left[\left(\frac{fL}{\sqrt{D} + C\sqrt{D}} \right) \rho \right]^{0.22} \dot{V}^{0.44} \Delta p_i^{-0.22} \quad (8.69)$$

όπου $K = \left(\frac{fL/\sqrt{D} + C\sqrt{D}}{g_c} \right)^{0.22} \dot{V}^{0.44} L$.

Αφήνοντας $z_2 = 0.1097 \pi (\rho/g_c)^{0.22} C_{iw}$. Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (8.67) για έναν στρογγυλό αγωγό έχουμε

$$C_{di} = \pi DLC_{iw} = z_2 K \Delta p_i^{-0.22} \quad (8.70)$$

Για έναν ορθογώνιο αγωγό

$$C_{di} = R_{rec} z_2 K \Delta p_i^{-0.22} \quad (8.71)$$

Ψάχνοντας για ένα ελάχιστο κόστος παίρνοντας παράγοντες από την εξίσωση (8.63) και εκτιμώντας το Δp_b , εξισώνοντας το με το 0 έχουμε

$$dC_{i0} / d\Delta p_i = z_1 - 0.22 z_2 K \Delta p_i^{-0.22} = 0$$

Εάν $g_c = 32.2 \text{ ft/s}^2$ τότε για έναν στρογγυλό αγωγό

$$\Delta p_i = 108 \left[\frac{LC_{iw} n_f n_m}{(1/CRF) E_r t_{am}} \right]^{0.82} * \left[\left(\frac{fL}{\sqrt{D}} + C\sqrt{D} \right) \rho \right]^{0.18} \frac{1}{V^{0.46}} \quad (8.72)$$

Για έναν ορθογώνιο αγωγό,

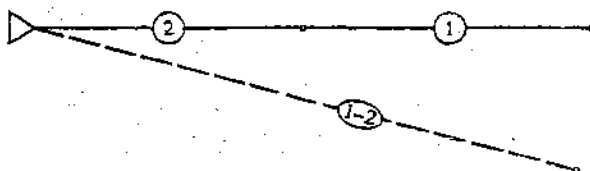
$$\Delta p_i = 108 R_{rec} \left[\frac{LC_{iw} n_f n_m}{(1/CRF) E_r t_{am}} \right]^{0.82} * \left[\left(\frac{fL}{\sqrt{D}} + C\sqrt{D} \right) \rho \right]^{0.18} \frac{1}{V^{0.46}} \quad (8.73)$$

Όταν η ολική απώλεια πίεσης του τμήματος αγωγού έχει το ελάχιστο κόστος καθορίζεται από την εξίσωση (8.68), η διάμετρος ή το κυκλικό ισοδύναμο του τμήματος του αγωγού μπορεί να υπολογισθεί από επανάληψη.

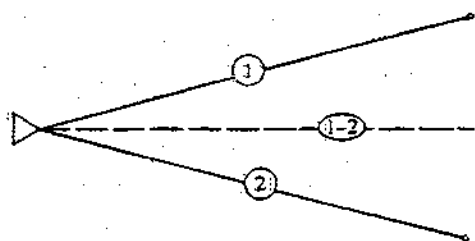
Συμπύκνωση δύο τμημάτων αγωγών

Σύμφωνα με την τ-μέθοδο, εάν δύο τμήματα 1 και 2 αγωγών που συνδέονται σε σειρά συμπυκνώνονται σε ένα φανταστικό τμήμα 1-2, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.20a, τότε το ποσοστό ροής όγκου (παροχή) σε κάθε τμήμα αγωγού πρέπει να είναι ίσο, δηλαδή

$$\dot{V} = \dot{V}_2 = \dot{V}_{1-2} \quad (8.74)$$



(a)



(b)

ΣΧΗΜΑ 8.20 δύο τμήματα 1 και 2 αγωγών που συμπυκνώνονται σε ένα φανταστικό τμήμα 1-2 αγωγών: (α) δύο τμήματα αγωγών 1 και 2 συνδεδεμένα σε σειρά και (β) δύο τμήματα αγωγών 1 και 2 συνδεδεμένα παράλληλα.

Εδώ, οι δείκτες 1, 2 και 1-2 αντιπροσωπεύουν τα τμήματα των αγωγών 1 και 2 και ένα φανταστικό τμήμα αγωγών 1-2, αντίστοιχα.

Η συνολική απώλεια πίεσης του συμπυκνωμένου τμήματος αγωγού πρέπει να είναι ίση με το άθροισμα των συνολικών απωλειών πίεσης των τμημάτων αγωγών 1 και 2, ή

$$\Delta p_{11} + \Delta p_{12} = \Delta p_{1-2} \quad (8.75)$$

και το κόστος εγκατάστασης του συμπυκνωμένου τμήματος είναι

$$C_{d1-2} = C_{d11} + C_{d12} = z_2 (K_1 \Delta p_{11}^{-0.22} + K_2 \Delta p_{12}^{-0.22}) = z_2 K_{1-2} \Delta p_{1-2}^{-0.22} \quad (8.77)$$

Εάν ολόκληρο το σύστημα αγωγών είναι συμπυκνωμένο σε ένα φανταστικό τμήμα αγωγού, το ελάχιστο κόστος του μπορεί να βρεθεί με τη λήψη παραγώγων όσον αφορά το Δp_i του φανταστικού τμήματος αγωγού. Σε χρησιμοποίηση μιας τέτοιας διαδικασίας, το ελάχιστο κόστος περιλαμβάνει και τους αγωγούς κεντρικών αγωγών και κλάδων. Εντούτοις, εάν οι τοπικοί συντελεστές απώλειας των τερματικών και διακλαδώσεων σύγκλισης και απόκλισης είναι υποτιθέμενοι σταθεροί, τα οφέλη χρησιμοποίησης μικρότερων τερματικών και διαφορετικής διαμόρφωσης διακλαδώσεων για να ισορροπήσουν τις πορείες αγωγών κλάδων χάνονται, όπως καταδεικνύονται από τον Dean et Al (1985). Μια πιο εύκαμπτη και συχνά οικονομική εναλλακτική λύση είναι ότι μόνο τα μεγέθη των τμημάτων αγωγών κατά μήκος της πορείας σχεδίου ενός συστήματος αγωγών πρέπει να καθοριστούν σύμφωνα με τη διαδικασία βελτιστοποίησης δαπανών, δηλαδή οι εξισώσεις (8.72), (8.73), και (8.69) — και στρογγυλοποιημένα στο τυποποιημένο μέγεθος. Τα μεγέθη των τμημάτων αγωγών άλλων πορειών αγωγών, όπως οι είσοδοι κλάδων, πρέπει να καθοριστούν σύμφωνα με τη διαφορά μεταξύ των

συνολικών πιέσεων στη σύνδεση και της πίεσης χώρου για την ισορροπία συστημάτων ή πίεσης με τη χρησιμοποίηση των βέλτιστων τερματικών, και διακλαδώσεων.

Τοπικοί συντελεστές απώλειας για Ταυ και Διακλαδώσεις απόκλισης

Για ένα σύστημα ανεφοδιασμού αγωγών, συχνά υπάρχουν περισσότερα ταυ ή διακλαδώσεις απόκλισης από τις γωνίες κατά μήκος της πορείας σχεδίου. Η επιλογή των ταυ ή διακλαδώσεων απόκλισης με τους μικρότερους τοπικούς συντελεστές $C_{c,s}$ απώλειας έχει καθοριστική επιρροή στον σχεδιασμό ενός βέλτιστου συστήματος αγωγού.

Στον πίνακα 8.11 είναι τιμές του $C_{c,s}$ για διακλαδώσεις και ταυ απόκλισης για στρογγυλούς αγωγούς και διακλαδώσεις και ταυ απόκλισης για ορθογώνιους αγωγούς. Τα εξής είναι συστάσεις για την κατάλληλη επιλογή των διακλαδώσεων και ταυ:

- Επιλέξτε διακλάδωση απόκλισης αντί ταυ απόκλισης εκτός όταν υπάρχει πλεονάζουσα συνολική πίεση στην είσοδο του κλάδου. Μια γωνία 30° μεταξύ του κλάδου και του κύριου αγωγού έχει μία μικρότερη τιμή του $C_{c,s}$ από μια γωνία 45° ή 60° ,
- όσο μικρότερη η διαφορά στην ταχύτητα του αέρα μεταξύ του κοινού τέλους και του ενδιαμέσου τέλους, τόσο μικρότερη η τιμή του $C_{c,s}$.
- σε μια μεγαλύτερη αναλογία ταχύτητας κλάδου αγωγού με την ταχύτητα στον κεντρικό αγωγό v_b/v_c ειδικά όταν $v_b/v_c > 1.2$, η τιμή του $C_{c,s}$ για διακλάδωση απόκλισης ενός ορθογώνιου αγωγού με μια ομαλή γωνία εισόδου είναι αρνητική.

Συστήματα αγωγών επιστροφής ή εξάτμισης

Ο Behls (1978) σύγκρινε τέσσερα σχέδια ενός συστήματος αγωγών εξαερισμού αποθηκών με 10 ανυψωτές που συνδέθηκαν με έναν κύριο αγωγό εξάτμισης. Τα αποτελέσματα αυτών των τεσσάρων σχεδίων είναι τα ακόλουθα:

	Συνολική πίεση ίντσες WG	Ανισορροπία ανυψωτών ίντσες WG
Σταθερή διάμετρος ανυψωτή ταυ/ διαχύτης	-7.39	6.55
Μεταβλητή διάμετρος ανυψωτή. ταυ/ διαχύτης	-5.89	1.77

Σταθερή διάμετρος ανυψωτή.	- 5,29	4.06
κωνικό ταυ		
Μεταβλητή διάμετρος ανυψωτή. κωνικό ταυ	-4.03	1.62

Χρησιμοποιώντας μια μεγαλύτερη ταχύτητα αγωγών κλάδων από τον κύριο αγωγό, ποικίλλοντας τα μεγέθη των ανυψωτών, και επιλέγοντας τις κατάλληλες συναρμολογήσεις μειώνεται η συνολική απώλεια πίεσης συστημάτων αγωγών και της ανισορροπίας συστημάτων.

Παράδειγμα 8.3. Για έναν στρογγυλό αγωγό συστήματος ανεφοδιασμού κατασκευασμένο από γαλβανισμένο χάλυβα με σπειροειδείς ραφές, όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.16, τα λειτουργικά και κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

Θερμοκρασία αέρα ανεφοδιασμού	60°F	
Κινηματικό ιξώδες του αέρα	1,59	10^{-4} FT ² / s
Πυκνότητα του αέρα ανεφοδιασμού		0,075 lb/ FT ³
Απόλυτη τραχύτητα		0.0003 FT
Τοπικοί συντελεστές απώλειας στο τμήμα FO-1		0,5
Συνολική αποδοτικότητα ανεμιστήρων, μέσος όρος		0,7
Αποδοτικότητα μηχανών		0,8
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας		\$ 0.08/kWh
Κόστος εγκατάστασης του αγωγού		\$ 3.5/ FT ² "
CRF		0.10
Ετήσιες λειτουργούσες ώρες		3000

Το συνολικό ποσοστό ροής όγκου ανεφοδιασμού στο φορτίο των ανεμιστήρων είναι 3000cfm, και τα ρυθμισμένα ποσοστά ροής όγκου λόγω του κέρδους θερμότητας αγωγών για κάθε μία είσοδο κλάδου είναι εικονογραφημένα στο σχέδιο 8.16. Πρώτα, ταξινομήστε αυτό το σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού. Κατόπιν, εάν κάθε είσοδο κλάδων συνδέεται με ένα κιβώτιο VAV που χρειάζεται μια συνολική πίεση 0,75 ίντσες WG στην είσοδο του, υπολογίστε τη συνολική απώλεια πίεσης που απαιτείται για αυτό το σύστημα αγωγών ανεφοδιασμού αποκλείοντας το κιβώτιο VAV και τον κάθετο ρεύματος εύκαμπτο αγωγό και τον διασκορπιστή.

Λύση

1. Για την πρώτη επανάληψη, έναρξη με το στρογγυλό τμήμα 2-5 αγωγού, το οποίο μπορεί να είναι το τελευταίο τμήμα της πορείας σχεδίου. Υποθέστε διάμετρο 12 ίντσες, ή 1 FT, και μια ταχύτητα αέρα 1200

ftm, ή 20 ft/s. Υποθέστε επίσης ότι ο τοπικός συντελεστής απώλειας του ενδιάμεσου ρεύματος του ταυ απόκλισης $C_{c,s} = 0,15$, και για την γωνία $C_0 = 0,22$. Ο αριθμός Reynolds βασισμένος στη διάμετρο D είναι

$$Re_D = \frac{vD}{\nu} = \frac{20 \cdot 1}{1.59 \cdot 10^{-4}} = 125.786 \quad \text{Από την εξίσωση (8.40) ο παράγοντας τριβής είναι}$$

$$f = \frac{0.25}{\log \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{0.9 Re_D}} = \frac{0.25}{\log \frac{0.0003}{3.7 \cdot 1} + \frac{5.74}{0.9 \cdot 125.786}} = 0.0166$$

Από την εξίσωση (8.72) η βέλτιστη απώλεια πίεσης για το στρογγυλό τμήμα αγωγού 2-5 είναι

$$\Delta p_{12-5} = 108 \frac{LC_w n_f n_m}{(1/CRF) E_r t_{an}}^{0.82} * \frac{fL}{\sqrt{D}} + C\sqrt{D} \rho^{0.18} * \frac{1}{V^{0.82}} =$$

$$= 108 \frac{30 \cdot 3.5 \cdot 0.7 \cdot 0.8}{10 \cdot 0.08 \cdot 3000}^{0.82} * \frac{0.0166 \cdot 30}{(\sqrt{1} + 0.37\sqrt{1}) 0.075}^{0.18} * \frac{1}{1025^{0.46}} = 0.13 \text{ ίντσες WG}$$

Και από την εξίσωση (8.69) η διάμετρος του τμήματος του αγωγού 2-5 όταν $\Delta p_i = 0.13$ ίντσες WG είναι

$$D_{2-5} = 0.0511 \frac{fL}{\sqrt{D}} + C\sqrt{D} \rho^{0.22} * V^{0.44} \Delta p_i^{-0.22} =$$

$$= 0.0511 \frac{0.0166 \cdot 30}{\sqrt{1}} + 0.37\sqrt{1} \cdot 0.075^{0.22} * 1025^{0.44} (0.13)^{-0.22} = 0.927 \text{ πόδια ή}$$

11.12 ίντσες.

2. Το τμήμα αγωγού 1-2 είναι ένα από τα τμήματα της πορείας σχεδίου. Για αυτό το τμήμα εάν υποθέσουμε ότι $C_{c,s} = 0.05$ και η διάμετρος είναι

1.2 πόδια τότε ο υπολογισμένος συντελεστής τριβής είναι $f=0.0155$ και η βέλτιστη ολική απώλεια πίεσης είναι

$$\Delta p_{1-2} = 108 \frac{20 * 3.5 * 0.7 * 0.8}{10 * 0.08 * 3000}^{0.82} * \frac{0.0155 * 20}{\sqrt{1.2}} + 0.05 \sqrt{1.2} \cdot 0.075^{0.18} * \frac{1}{2025^{0.46}} = 0.0575$$

ίντσες WG

και η ταξινομημένη διάμετρος είναι

$$D_{1-2} = 0.051 \frac{0.0155 * 20}{\sqrt{1.2}} + 0.05 \sqrt{1.2} \cdot 0.075^{0.22} * 2025^{0.44} 0.0581^{-0.22} = 1.229 \text{ πόδια}$$

ή 14.75 ίντσες.

3. Το τμήμα αγωγού FO-1 είναι από τα τμήματα της σχεδιαστικής πορείας. Για αυτό το τμήμα $\Sigma C=0.5$. Αφήνοντας να υποθέσουμε ότι η διάμετρος είναι 1.67 πόδια και ο υπολογισμένος συντελεστής τριβής $f=0.0147$ τότε

$$\Delta p_{FO-1} = 108 \frac{25 * 3.5 * 0.7 * 0.8}{10 * 0.08 * 3000}^{0.82} * \frac{0.147 * 25}{\sqrt{1.67}} + 0.5 \sqrt{1.67} \cdot 0.075^{0.18} * \frac{1}{3000^{0.46}} = 0.0692$$

ίντσες WG

Και η ταξινομημένη διάμετρος

$$D_{FO-1} = 0.051 \frac{0.0147 * 25}{\sqrt{1.67}} + 0.5 \sqrt{1.67} \cdot 0.075^{0.22} \cdot 3000^{0.44} 0.0692^{-0.22} = 1.734 \text{ πόδια}$$

ή 20.81 ίντσες.

4. Το τμήμα αγωγού 2-4 είναι ένα άλλο σκέλος της ένωσης 2. Πρέπει να έχει την ίδια ολική απώλεια πίεσης όπως το τμήμα του αγωγού 2-5. Υποθέτουμε ότι $C_{c,s}=1$ και ότι η διάμετρος είναι 11 ίντσες ή 0.917 πόδια. Τότε

$$D_{2-4} = 0.051 \frac{0.0166 * 12}{\sqrt{0.917}} + 1 \sqrt{0.917} \cdot 0.075^{0.22} \cdot 1000^{0.44} 0.13^{-0.22} = 0.978 \text{ πόδια ή}$$

11.78 ίντσες.

5. Το τμήμα του αγωγού 1-3 είναι ένα άλλο σκέλος της ένωσης 1. Πρέπει να έχει το ίδιο άθροισμα ολικής απώλεια πίεσης των τμημάτων αγωγού

1-2 και 2-5 δηλαδή $\Delta p_{1-3} = 0.0575 + 0.13 = 0.1875$ ίντσες WG. Υποθέτουμε ότι $C_{c,b} = 0.8$ και ότι η διάμετρος είναι 11 ίντσες. Τότε

$$D_{1-3} = 0.051 \frac{0.166 * 12}{\sqrt{0.917}} + 0.8 \sqrt{0.917} \cdot 0.075 \cdot 975^{0.44} \cdot 0.1875^{-0.22} = 0.858 \text{ πόδια ή } 10.3 \text{ ίντσες.}$$

6. Τα αποτελέσματα της πρώτης επανάληψης παρατίθενται στον πίνακα 8.10. Αυτά τα αποτελέσματα στρογγυλοποιούνται σε τυποποιημένα μεγέθη και παρέχουν τις πληροφορίες για την επιλογή του ταυ και της διακλάδωσης απόκλισης και καθορίζουν τον τοπικό συντελεστή απώλειας.

7. Για τις εισόδους των κλάδων 2-4 και 1-3, επιλέγω κατάλληλο ταυ και διακλάδωση απόκλισης και, επομένως, οι τιμές του $C_{c,b}$ βασίζονται στην ταχύτητα αέρα των ταξινομημένων τμημάτων αγωγού. Ποικίλατε το μέγεθος των τμημάτων αγωγών εάν είναι απαραίτητο έτσι ώστε το Δp_i τους, να είναι περίπου ίσο με το Δp_i του τμήματος 2-5 για τον κλάδο 2-4 αγωγού και το Δp_i του αθροίσματος από τα τμήματα 2-5 και 1-2 για τον κλάδο 1-3. Χρησιμοποίησε την εξίσωση (8.68) για να υπολογίσεις τη συνολική απώλεια πίεσης των τμημάτων 2-4 και 1-3 σύμφωνα με τις στρογγυλοποιημένες διαμέτρους.

8. Αφότου επιλέγεται το ταυ ή η διακλάδωση απόκλισης, υπολογίστε εκ νέου τις βέλτιστες συνολικές απώλειες πίεσης και τις διαμέτρους για τα τμήματα αγωγών 2-5, 1-2, και FO-1 από την εξίσωση (8.72) και (8.69).

9. Μετά από δύο επαναλήψεις, τα τελικά μεγέθη του τμήματος του αγωγού, παρατίθενται στον πίνακα 8.10, είναι τα ακόλουθα:

Τμήμα 2-5	11 ίντσες, διακλάδωση, 45°, απόκλισης, στρογγυλός, γωνία 30°
1-2	14 ίντσες, ταυ, απόκλισης, στρογγυλός, γωνία 90°
FO-1	20 ίντσες.
2-4	11 ίντσες.
1-3	12 ίντσες

Για το τμήμα 1-2 αγωγού, σε $v_s/v_c = 1.2$, το $C_{c,s}$ είναι περίπου 0,07 σύμφωνα με το Idelchik (1986), διάγραμμα 7-17,

Η συνολική απώλεια πίεσης αυτού του συστήματος αγωγών ανεφοδιασμού αποκλείοντας το κιβώτιο VAV και τον καθέτου ρεύματος εύκαμπτο αγωγό και το διασκορπιστή, από τον πίνακα 8.10, είναι

$$\Delta p_i = 0.116 + 0.0645 + 0.0847 = 0.2652 \text{ ίντσες WG}$$

8.11 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΑΜΕΛΗΤΕΑ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΛΑΔΩΝ

Συστήματα αγωγών ανεφοδιασμού

Όταν οι έξοδοι ανεφοδιασμού τοποθετούνται άμεσα στον κύριο αγωγό χωρίς εισόδους κλάδων, ή όταν ο αγωγός σύνδεσης μεταξύ της εξόδου ανεφοδιασμού και του κύριου αγωγού είναι περίπου 2 FT (πόδια) ή λιγότερο, η συνολική απώλεια πίεσης του κλάδου αγωγού, αποκλείοντας την έξοδο ανεφοδιασμού, είναι συχνά πολύ μικρή ή αμελητέα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η εξισορρόπηση συστημάτων του συστήματος αγωγών ανεφοδιασμού εξαρτάται κυρίως από τα μεγέθη των διαδοχικών κύριων τμημάτων αγωγών. Εάν οι διατάξεις απόσβεσης όγκου εγκατασταθούν αμέσως πριν από την έξοδο ή στον αγωγό σύνδεσης, η διαμόρφωση της διάταξης απόσβεσης θα ποικίλει επίσης τη διάχυση της ροής αέρα στο χώρο του σχεδίου.

Χαρακτηριστικά πίεσης της ροής αέρα στους αγωγούς ανεφοδιασμού

Ο ορθογώνιος αγωγός ανεφοδιασμού με τις εγκάρσιες αυλακώσεις που παρουσιάζονται στο σχέδιο 8.21 είναι ένα παράδειγμα ενός συστήματος αγωγών ανεφοδιασμού με μια έξοδο ανεφοδιασμού που τοποθετείται άμεσα στον κύριο αγωγό. Η ροή όγκου ανά FT² αυτού του τύπου συστήματος αγωγών μπορεί μερικές φορές να υπερβεί 8 cfm/*FT². Αυτός ο τύπος συστήματος αγωγών ανεφοδιασμού χρησιμοποιείται συχνά σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές.

ΣΧΗΜΑ 8.21

Εξετάστε δύο σχέδια, n και n+1 με μια απόσταση μήκους μιας μονάδας, για παράδειγμα 1 FT, μεταξύ τους. Εάν ο αέρας χώρου είναι στην ατμοσφαιρική πίεση, η συνολική απώλεια πίεσης του αέρα ανεφοδιασμού που ρέει από το σχέδιο n γυρίζει σε 90°, και οι απαλλαγές μέσω των αυλακώσεων είναι

$$\Delta p_m = p_m = \Delta p_{c.bn} + \Delta p_{ton} = \frac{(C_{c.bn} v_n^2 + C_0 v_{on}^2) \rho}{2g_c} \quad (8.78)$$

όπου $\Delta p_{c.bn}$, Δp_{ton} = δυναμική απώλεια του ρεύματος του κλάδου όταν κάνει μια επιστροφή 90 μοιρών και όταν αποφορτίζετε από τις αυλακώσεις, lb/ft².

$C_{c.bn}$ = τοπικός συντελεστής απώλειας του ρεύματος κλάδου απόκλισης με σχέση την ταχύτητα του σχεδίου n.

C_0 =τοπικός συντελεστής απώλειας των εγκάρσιων αυλακώσεων σε σχέση με την ταχύτητα στην αυλάκωση.

v_n, v_{on} =ταχύτητα του αέρα στο σχέδιο n και στην αυλάκωση από το σχέδιο n, ft/s.

Παρομοίως στο σχέδιο n+1 η συνολική απώλεια πίεσης του ρεύματος του κλάδου όταν αποφορτίζεται από τις αυλακώσεις είναι

$$P_{l(n+1)} = \frac{(C_{c,b(n+1)} v_{(n+1)}^2 + C_0 v_{o(n+1)}^2) \rho}{2g_c} \quad (8.79)$$

Η σχέση ανάμεσα στα σχέδια n,n+1 της συνολικής πίεσης κατά μήκος της ροής αέρα δίνεται σαν

$$P_m = P_{l(n+1)} + \frac{\frac{f_n L_n}{D_n} + C_{c,sn} \rho}{2g_c} \quad (8.80)$$

Στην εξίσωση (8.80), f_n, L_n, D_n και $C_{c,sn}$ περιλαμβάνουν τον συντελεστή τριβής, το μήκος, το κυκλικό ισοδύναμο και την τιμή του $C_{c,s}$ ανάμεσα στα σχέδια n,n+1 αντίστοιχα. Αντικαθιστώντας την εξίσωση (8.78) και την εξίσωση (8.79) στην (8.80), ο Wang et al(1984) πρότεινε τον ακόλουθο τύπο για να υπολογίσει την $v_{(n+1)}$ σε ft/s, βασισμένος στην ισορροπία ολικής πίεσης πριν από τις εγκάρσιες αυλακώσεις.

$$v_{(n+1)} = \left(v_{on}^2 - v_{o(n+1)}^2 \right)^{0.5} C_0 + C_{c,bn} - C_{c,sn} - \frac{f_n L_n}{D_n} v_n^2 * \frac{1}{C_{c,b(n+1)}} \quad (8.81)$$

Στην εξίσωση (8.81), τα v_{on} και $v_{o(n+1)}$ σε ft/s, είναι οι ταχύτητες αέρα ανεφοδιασμού στις αυλακώσεις. Για μια κρύα παροχή αέρα, συνήθως, $v_{o(n+1)} > v_{on}$ είναι επιθυμητό λόγω της επίδρασης του κέρδους θερμότητας αγωγών.

Για μια ελεύθερη περιοχή αναλογίας της περιοχής στην περιοχή του τοιχώματος αγωγών 0,5, το C_0 για μια διάτρητη πλάκα που συμπεριλαμβάνει την αποφόρτιση πίεσης ταχύτητας μπορεί να ληφθεί ως 1,5. Τα v_n, L_n και D_n είναι γνωστές τιμές κατά τη διάρκεια του υπολογισμού του $v_{(n+1)}$. Τοπικοί συντελεστές απώλειας $C_{c,bn}$ και $C_{c,sn}$

μπορεί να καθοριστούν από τις πειραματικές καμπύλες που παρουσιάζονται στα σχέδια 8.22 και 8.23. Ο συντελεστής $C_{c,b(n+1)}$ μπορεί να παριστάνει ότι έχει μια τιμή παρόμοια με το $C_{c,bn}$, και f μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση (8.40). Η μέση ταχύτητα αέρα στον αγωγό στο σχέδιο $(n+1)$, $V_{(n+1)}$ μπορεί έπειτα να υπολογιστεί από την εξίσωση (8.81).

Στα σχέδια 8.22 και 8.23, το V_{on} δείχνει το ποσοστό ροής όγκου αέρα ανεφοδιασμού που απαλλάσσεται από τις αυλακώσεις ανά ft μήκος του αγωγού, σε cfm/ft. Το V_n αντιπροσωπεύει το ποσοστό ροής όγκου του αέρα ανεφοδιασμού μέσα στον αγωγό στο σχέδιο n .

Η ταξινόμηση αυτού του είδους συστημάτων αγωγών ανεφοδιασμού ξεκινάει από το τμήμα αγωγών αμέσως μετά από την αποφόρτιση των ανεμιστήρων. Αυτό το τμήμα μπορεί να ταξινομηθεί από την εξίσωση (8.69) και (8.73) βασισμένος στον κύκλο ζωής - βελτιστοποίησης δαπανών. Τα διαδοχικά τμήματα αγωγών μπορούν έπειτα να ταξινομηθούν με υπολογισμούς από την εξίσωση (8.81).

ΣΧΗΜΑ 8.22

Εάν τα συστήματα αγωγών ανεφοδιασμού με την αμελητέα πίεση στους αγωγούς κλάδων εγκαθίστανται με τις εξόδους των οποίων οι $C_{c,bn}$ και $C_{c,sn}$ δεν είναι γνωστοί, συστήνεται η στατική μέθοδος επανάκτησης για την ταξινόμηση του κύριου αγωγού ανεφοδιασμού για ένα μεγάλο σύστημα αγωγών και η ίση μέθοδο τριβής για ένα απλό ή μικρό σύστημα.

Παράδειγμα 8.4. Ένα γαλβανισμένο τμήμα αγωγού χάλυβα ορθογώνιο με τις εγκάρσιες αυλακώσεις έχει τα ακόλουθα κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά στο σχέδιο n :

Διαστάσεις	4 FT πλάτος X 3 FT ύψους
Απόλυτη τραχύτητα ϵ	0.0005 FT
Θερμοκρασία αέρα ανεφοδιασμού	65°F
Ποσοστό ροής όγκου V_n	23.760 cfm
Ροή όγκου που απαλλάσσεται από τις αυλακώσεις σχετικό με το σχέδιο n	270 cfm/*FT
Ταχύτητα αποφόρτισης στις αυλακώσεις σχετικό με το σχέδιο n	7,5 ft/s (450fpm)
Απαραίτητη ταχύτητα αποφόρτισης σχέδιο $n+1$	7.6 ft/s (456fpm)

Εάν το ύψος του ορθογώνιου αγωγού παραμένει το ίδιο, ταξινομήστε την διάσταση αυτού του αγωγού στο σχέδιο $(n+1)$, 10 ft από το σχέδιο n .

ΣΧΗΜΑ 8.23

Λύση.

1. Από την πληροφορία που μας δίνεται η ταχύτητα του αέρα στο σχέδιο n

$$v_n = \frac{23,760}{60 * 4 * 3} = 33 \text{ ft/s (1980 fpm)}$$

και από την εξίσωση (8.46) το κυκλικό ισοδύναμο

$$D_e = \frac{1.3(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} = \frac{1.3(3 * 4)^{0.625}}{(3+4)^{0.25}} = 2.9 \text{ ft}$$

Ο αριθμός του Reynolds του αέρα παροχής είναι

$$Re_D = \frac{33 * 2.9}{1.62 * 10^{-4}} = 596,7$$

Ο παράγοντας τριβής είναι

$$f = 0.25 \log \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{0.9 Re_D}^{-2} = 0.25 \log \frac{0.0005}{3.7 * 2.9} + \frac{5.74}{0.9 * 596,7}^{-2}$$

2. Από την πληροφορία που μας δίνεται η τιμή της παροχής όγκου είναι

$$\dot{V}_{on} / \dot{V}_n = \frac{270}{23,760} = 0.0113$$

και η αναλογία ταχύτητας είναι

$$v_{on} / v_n = \frac{7.5}{33} = 0.227$$

Από τα σχέδια (8.21) και (8.22) $C_{c,sn} = -0.0025$ ανά πόδι(ft) και $C_{c,bn} = 1.22$

3. Υποθέστε ότι $C_{c,b(n+1)} = 1.23$. Τότε από την εξίσωση (8.81)

$$V_{(n+1)} = (v_{on}^2 - v_{o(n+1)}^2) C_0 + C_{c,bn} - C_{c,sn} - \frac{fL}{D} v_n^2 \frac{1}{C_{c,b(n+1)}}^{0.5}$$

$$= (7.5^2 - 7.6^2) 1.5 + 1.22 - \frac{0.0139 * 10}{2.9} - (-0.0025 * 10) 33^2 \frac{1}{1.23}^{0.5} = 32.53$$

4. Η απαιτούμενη παροχή όγκου από τις αυλακώσεις σε σχέση με το σχέδιο (n+1) είναι

$$\dot{V}_{o(n+1)} = \frac{270 * 7.6}{7.5} = 273.6$$

Τότε η τιμή παροχή όγκου από αέρα στο σχέδιο (n+1) είναι

$$V_{(n+1)} = 23.760 - (273.6 * 10) = 21.024 \text{ cfm}$$

Η περιοχή του αγωγού που απαιτείται στο σχέδιο (n+1) είναι

$$A_{(n+1)} = \frac{21.024}{60 * 32.53} = 10.78 \text{ ft}^2$$

Το μήκος του αγωγού είναι

$$W = \frac{10.78}{3} = 3.59 \text{ ft}$$

ΣΧΗΜΑ 8.24

Επιστροφής ή εξάτμισης Συστήματα αγωγών

Τα συστήματα επιστροφής αγωγών με πολύ κοντούς αγωγούς σύνδεσης μεταξύ της επιστροφής εισόδου και του κύριου αγωγού χρησιμοποιούνται συχνά σε βιομηχανικές εφαρμογές. Χρησιμοποιούνται συχνά στα μεγάλα εργαστήρια και ανάγκης σχεδόν ίσης με τα ποσοστά ροής επιστροφής όγκου για κάθε εισαγωγή κλάδου. Για να παρέχει μια καλύτερη ισορροπία συστήματος, είναι απαραίτητο να μειωθεί η συνολική διαφορά πίεσης μεταξύ των εισόδων των κλάδων στις δύο άκρες του κύριου αγωγού.

Για έναν κλιματιζόμενο χώρο ο θόρυβος δεν είναι κύριο πρόβλημα, ένα αποτελεσματικό μέσο μείωσης της συνολικής απώλειας πίεσης ενός μακριού κύριου αγωγού επιστροφής είναι να έχει μια υψηλότερη ταχύτητα αγωγού κλάδου από την ταχύτητα στον κύριο αγωγό. Επειδή μια συνολική διαφορά πίεσης ανάμεσα στις εισόδους κλάδων και του κύριου αγωγού σε δύο άκρες είναι αναπόφευκτη, η περιοχή της σχάρας επιστροφής μπορεί να είναι διαφορετική κατά μήκος του κύριου αγωγού

για να παρέχει ένα ακόμη περισσότερο ποσοστό ροής επιστροφής όγκου. Αντίθετα από τις εξόδους ανεφοδιασμού, η μεταβλητότητα της περιοχής της σχάρας επιστροφής έχει μια δευτερεύουσα επίδραση στη διάχυση του αέρα χώρου.

Ένα σύστημα επιστροφής αγωγών με τους κοντούς αγωγούς σύνδεσης παρουσιάζεται στο σχέδιο 8.24 για ένα κλωστο-υφαντήριο. Δώδεκα πατώματα σχαρών συνδέονται με τον κύριο αγωγό επιστροφής στο χαμηλότερο πάτωμα. Ο αγωγός σύνδεσης είναι 2,6 FT. Τα μεγέθη των κλάδων αγωγών ποικίλλουν από 16 in. X 16 in. στο μακρινό τέλος 12 in. X 8 in. κοντά στο τέλος ανεμιστήρων. Ο κύριος αγωγός ποικίλλει από 16 in. X 32 in. σε 60 in. X 32 μέσα. Στο σχέδιο 8.24, οι παραλλαγές στη συνολική πίεση p_i και τη στατική πίεση p_s κατά μήκος του κύριου αγωγού παρουσιάζονται από τις ανώτερες και τις μέσες καμπύλες, στο WG ιντσών, και την ταχύτητα στον κύριο αγωγό επιστροφής v , σε fpm, παρουσιάζεται από τη χαμηλότερη καμπύλη. Η ταχύτητα στους κλάδους ποικίλλει από 700fpm στο μακρινό τέλος έως 2000fpm στο τέλος ανεμιστήρων. Σημειώστε ότι p_i στη σχάρα 6 είναι -0.111 ίντσες WG και -0.105 ίντσες WG στη σχάρα 5, και -0.114 ίντσες WG στη σχάρα 2. Μια τέτοια ικανοποιητική ισορροπία πίεσης κατά μήκος του αγωγού επιστροφής οφείλεται κυρίως στην υψηλότερη ταχύτητα κλάδων στις σχάρες κοντά στο τέλος ανεμιστήρων.

8.12 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Συστήματα αγωγών εξάτμισης για να μεταφέρουν τα μόρια σκόνης ή να ξεχωρίζουν τα προϊόντα που περιλαμβάνονται στον αέρα απαιτούν μια ελάχιστη ταχύτητα σε όλα τα τμήματα αγωγών του συστήματος. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές και έχουν συνήθως ταχύτητα αέρα που κυμαίνεται μεταξύ 2400fpm και 4000 fpm. Εκτός από την παραλλαγή των μεγεθών των αγωγών κλάδων, είναι ουσιαστικό να επιλεγεί η κατάλληλη διαμόρφωση των συναρμολογήσεων αγωγών για να παρέχει μια καλύτερη ισορροπία του συστήματος και για να μειώσει τη συνολική απώλεια πίεσης του συστήματος. Τα ακόλουθα είναι συστάσεις για τα σχέδια συστημάτων αγωγών εξάτμισης

Οι "στρογγυλοί αγωγοί παράγουν συνήθως τις μικρότερες απώλειες πίεσης είναι πιο στέρεοι στην κατασκευή.

*η ταχύτητα αέρα μέσα στον αγωγό δεν πρέπει να υπερβεί ελάχιστη ταχύτητα πάρα πολύ για να μην σπαταλήσει ενέργεια.

*οι καλά-σφραγισμένες ενώσεις και οι ραφές είναι σημαντικές για την μείωση της διαρροής αέρα στις υψηλότερες διαφορές πίεσης.

ΣΧΗΜΑ 8.25

8.13 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ

Η συνολική πίεση της ροής αέρα είναι το άθροισμα της στατικής πίεσης, που ενεργεί σε όλες τις κατευθύνσεις, και της πίεσης ταχύτητας, η οποία προκύπτει από την επίδραση και την αδράνεια της ροής αέρα. Ο σωλήνας Pitot και τα μανόμετρα, παρουσιάζονται στα σχέδια 8.25 και 8.26, χρησιμοποιούνται ευρέως για να μετρήσουν τη συνολική πίεση, τη στατική πίεση, την ταχύτητα πίεσης και επομένως, τη ροή αέρα μέσα στους αεραγωγούς.

Ο Pitot σωλήνας αποτελείται από δύο ομόκεντρους σωλήνες έχοντας μια εξωτερική διάμετρο $D=5/16$ in (ίντσες) και έναν εσωτερικό σωλήνα της διαμέτρου $1/8$ in. όπως φαίνεται στο σχέδιο 8.25. Ο εσωτερικός σωλήνας ανοίγει στη ροή αέρα στη μύτη (αιχμή), και το άλλο άκρο χρησιμοποιείται ως τάπα της συνολικής πίεσης. Οκτώ ισοδιάστατες τρύπες της διαμέτρου $0,04$ in. επιτρέπουν στον αέρα να ρεύσει στο κοίλο διάστημα μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών σωλήνων. Το κοίλο διάστημα συνδέεται με τη τάπα της συνολικής πίεσης. Επειδή οι μικρές τρύπες είναι τοποθετημένες κάθετες στην κεντρική γραμμή της κεφαλής, είναι σε θέση να μετρήσουν τη στατική πίεση όταν η κεφαλή του σωλήνα τοποθετείται απέναντι από την κατεύθυνση της ροής του αέρα. Οι κεντρικές γραμμές των μικρών τρυπών βρίσκονται σε μια απόσταση $8 D$ από τη μύτη και $16 D$ από τον εξωτερικό σωλήνα. Η αρνητική πίεση παράγεται στη μύτη σχεδόν ισορροπείται από τη θετική πίεση στον εξωτερικό σωλήνα.

ΣΧΗΜΑ 8.26

Ο σωλήνας U παρουσιάζεται στο σχέδιο 8.2γ είναι ο απλούστερος τύπος μανόμετρου που χρησιμοποιείται για να μετρήσει την πίεση στους αεραγωγούς. Η κάθετη διαφορά στην υγρή στήλη δείχνει την ανάγνωση της πίεσης. Για πιο ακριβέστερη μέτρηση, ένα κεκλιμένο μανόμετρο (βλ. σχέδιο 8.26b) χρησιμοποιείται συχνά. Η σχέση μεταξύ του ύψους της υγρής στήλης H και του μήκους της ενισχυμένης κεκλιμένης κλίμακας είναι

$$H = L \sin \theta \quad (8.82)$$

όπου L = μήκος της κεκλιμένης κλίμακας με το υγρό στήλης, FT

θ = γωνία της κλίσης του κεκλιμένου σωλήνα, βαθμοί

Επειδή η περιοχή διατομής του κεκλιμένου σωλήνα είναι πολύ μικρή έναντι αυτής της δεξαμενής, η αλλαγή του υγρού επιπέδου της δεξαμενής μπορεί να αγνοηθεί.

Οι ακόλουθες προφυλάξεις πρέπει να παρατηρηθούν όταν παίρνει κάποιος τις μετρήσεις πίεσης σε έναν αεραγωγό όπως αυτός που παρουσιάζεται στο σχέδιο 8.27:

- Η μύτη του σωλήνα pitot πρέπει πάντα να τοποθετείται απέναντι από την κατεύθυνση της ροής αέρα είτε στην πλευρά αναρρόφησης είτε την πλευρά αποφόρτισης του ανεμιστήρα.

ΣΧΗΜΑ 8.27

Όταν η συνολική πίεση ή η στατική πίεση μετρηθούν, ένα σκέλος του σωλήνα U ή του κεκλιμένου μανομέτρου πρέπει να είναι ανοικτό στον ατμοσφαιρικό αέρα ως στοιχείο αναφοράς. Η μικρότερη πίεση συνδέεται πάντα με το ανοικτό άκρο του κεκλιμένου σωλήνα του κεκλιμένου μανόμετρου.

Για μια μέτρηση πίεσης ταχύτητας, οι τάπες συνολικής και στατικής πίεσης πρέπει να συνδεθούν με τις δύο άκρες του μανόμετρου. Η συνολική πίεσης τάπα συνδέεται με τη δεξαμενή και η στατική πίεσης τάπα συνδέεται με τον κεκλιμένο σωλήνα. Η πίεση ταχύτητας είναι πάντα θετική.

Επειδή η ταχύτητα δεν είναι συνήθως ομοιόμορφη πέρα στην περιοχή διατομής, ένα πέρασμα χρησιμοποιείται συχνά για να καθορίσει τη μέση ταχύτητα. Η περιοχή διατομής πρέπει να διαιρεθεί σε ίσες περιοχές. Το σημείο μέτρησης βρίσκεται στο κέντρο κάθε διαιρεμένης περιοχής. Ο αριθμός των σημείων μέτρησης δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 16 για τους ορθογώνιους αγωγούς και 20 για τους στρογγυλούς αγωγούς. Όταν η πίεση ταχύτητας μετριέται, στο WG ιντσών, η ταχύτητα αέρα, σε fpm, μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση (8.10).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.6

ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΑΓΩΓΟΥ

ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ(ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ,FT)

άνευ επίστρωσης χάλυβας,καθαρότητα(0.00015ft)

PVC πλαστικοί σωλήνες(0.00003-0.00015ft)

Αλουμίνιο(0.00015-0.0002ft)

Βαλβανισμένος χάλυβας,επιμήκης ραφές,4 ft ενώσεις
(0.00016-0.00032ft)

Βαλβανισμένος χάλυβας σπειροειδής ραφές,
με 1,2 και 3 τοίχωματα,12 ft ενώσεις(0.00018-0.00038 ft)

Βαλβανισμένος χάλυβας,επιμήκης ραφές,2.5 ft ενώσεις
(0.0005 ft)

Ινώδης γυαλίνος αγωγός,άκαμπτος

Ινώδης γυαλίνος γραμμικός αγωγός,με μέση τραχύτητα
υλικού(0.0005ft)

Ινώδης γυαλίνος γραμμικός αγωγός,με επιφάνεια επικαλυμμένη με σπρέι
(0.015 ft)

Εύκαμπτος αγωγός,μεταλλικός(0.004-0.007ft όταν εκτείνεται
ολόκληρος)

Εύκαμπτος αγωγός,όλα τα είδη δομής και καλωδίωσης
(0.0035-0.015ft όταν εκτείνεται ολόκληρος)

Σκυρόδεμα(0.001-0.01ft)

Πηγή,ASHRAE Εγχειρίδιο 1989,βασικές αρχές.Ανατυπωμένο με άδεια.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ**ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ε,ft**

Απαλή

0.0001

Μέτρια απαλή

0.0003

Μέσος όρος

0.0005

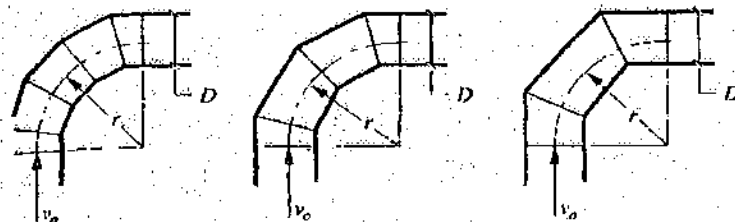
Μέτριας τραχύτητας

0.003

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.11

ΤΟΠΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΓΩΝΙΕΣ, ΤΑΥ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ

(1) ΓΩΝΙΑ, 3, 4 ΚΑΙ 5-ΚΟΜΜΑΤΙΑ, ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ



ΚΟΜΜΑΤΙ 5

ΚΟΜΜΑΤΙ 4

ΚΟΜΜΑΤΙ 3

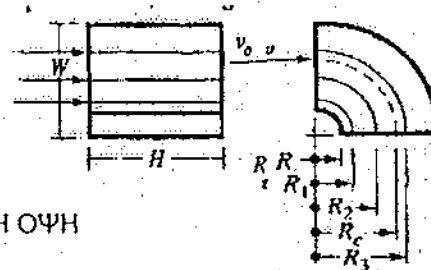
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ C_o ΓΙΑ ΓΩΝΙΕΣ 90 μοιρών

ΝΟΥΜΕΡΟ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	Rc/D			
	0,75	1	1,5	2
5	0,46	0,33	0,24	0,19
4	0,5	0,37	0,27	0,24
3	0,54	0,42	0,34	0,33

θ	0	20	45	60	75	90	110	130	150	180
$K\theta$	0	0,31	0,6	0,78	0,9	1	1,13	1,2	1,28	1,4

(2) ΓΩΝΙΑ, ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΚΤΙΝΑ ΜΕ ΒΑΝΑ ΘΡΑΥΣΗΣ, ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ

Βάνα θραύσης 3
 Βάνα θραύ
 Βάνα θραύσης 1



ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΟΨΗ

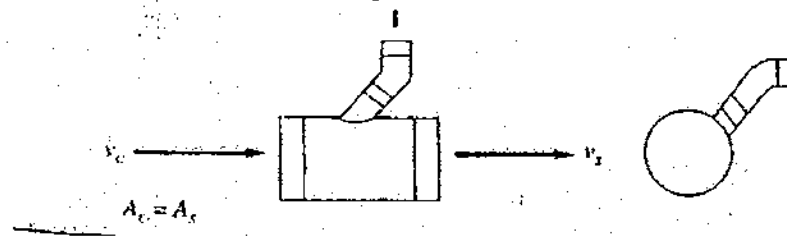
ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΟΨΗ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΓΩΝΙΕΣ ΜΕ ΔΥΟ ΒΑΝΕΣ ΘΡΑΥΣΗΣ C_0

R/W	Rc/W	CR	H/W									
			0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
0,05	0,55	0,362	0,2	0,22	0,025	0,28	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51
0,1	0,6	0,45	0,13	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,21
0,15	0,65	0,507	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11
0,2	0,7	0,55	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
0,25	0,75	0,585	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,3	0,8	0,613	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04

(3) ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ, 45 μοιρών, ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΜΕ 60 μοίρες γωνία, ΚΛΑΔΟΣ 90 μοιρών ΣΤΟΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΑΓΩΓΟ





		ΚΛΑΔΟΣ									
		0	0,2	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
V_b/V_c	0										
C_{cb}	1	0,88	0,68	0,65	0,69	0,73	0,88	1,14	1,54	2,2	
		ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ									
		0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1		
V_s/V_c	0										
$C_{c,s}$	0,4	0,32	0,2	0,14	0,1	0,06	0,02	0			

Σημείωση. Για ένα πάχος αγωγού που έχει δοθεί, τα γράμματα δείχνουν το είδος (κατηγορία ακαμψίας) της ενίσχυσης του αγωγού. (δες πίνακα 8.3)
τα νούμερα δείχνουν την μέγιστη απόσταση (πόδια) ανάμεσα στην ενίσχυση του αγωγού. Χρησιμοποίησε το ίδιο πάχος μεταλλικού αγωγού σε όλες τις πλευρές του αγωγού.
Προσαρμοσμένος με άδεια από την SMACNA, HVAC. Πρότυπες κατασκευές αγωγών-Μεταλλικών και Εύκαμπτων. Αναφέρομαι σε αυτό το Πρότυπο για ολοκληρωμένες λεπτομέρειες

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1**ΠΑΧΟΣ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΓΙΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ.**

ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΠΑΧΟΣ, in.		ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ lb/ft ²
	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	
30	0,0157	0,0127	0,656
28	0,0187	0,0157	0,781
26	0,0217	0,0187	0,906
24	0,0276	0,0236	1,0156
22	0,0336	0,0296	1,406
20	0,0396	0,0356	1,656
18	0,0516	0,0466	2,156
16	0,0635	0,0575	2,656
14	0,0785	0,0705	3,281
13	0,0934	0,0854	3,906
12	0,1084	0,0994	4,531
11	0,1233	0,1143	5,156
10	0,1382	0,1292	5,781

Σημείωση. Το ελάχιστο πάχος είναι βασισμένο στο πάχος ανοχής της ζεστής εμβύθισης γαλβανισμένων φύλλων σε κομμάτια μήκους και σπείρων(ανά Α Η ανοχή ποικίλλει για 48-ίντσες και 60 ίντσες μεγάλης έκτασης φύλλα.

Πηγή,ASHRAE Εγχειρίδιο 1988.Εξοπλισμός.Επαναεκτυπωμένο με άδεια.

74	23,3	25,1	26,7	28,2	29,7	31,2	32,5	33,9	35,2	36,4	37,7	38,8	40	42,2	44,4	46,4	48,4	50,3	74
76	23,6	25,3	27	28,5	30	31,5	32,9	34,3	35,6	36,8	38,1	39,3	40,5	42,7	44,9	47	48,9	50,9	76
78	23,8	25,6	27,3	28,8	30,4	31,8	33,3	34,6	36	37,2	38,5	39,7	40,9	43,2	45,4	47,5	49,5	51,4	78
80	24,1	25,8	27,5	29,1	30,7	32,2	33,6	35	36,3	37,6	38,9	40,2	41,1	43,7	45,9	48	50,1	52	80
82		26,1	27,8	29,4	31	32,5	34	35,4	36,1	38	39,3	40,6	41,8	44,1	46,4	48,5	50,6	52,6	82
84		26,4	28,1	29,7	31,3	32,8	34,3	35,7	37,1	38,4	39,7	41	42,2	44,6	46,9	49	51,1	53,2	84
86		26,6	28,3	30	31,6	33,1	34,6	36,1	37,4	38,8	40,1	41,4	42,6	45	47,3	49,6	51,6	53,7	86
88		26,9	28,6	30,3	31,9	33,4	34,9	36,4	37,8	39,2	40,5	41,8	43,1	45,5	47,8	50	52,2	54,3	88
90		27,1	28,9	30,6	32,2	33,8	35,3	36,7	38,2	39,5	40,9	42,2	43,5	45,9	48,3	50,5	52,7	54,8	90
92			29,1	30,8	32,5	34,1	35,6	37,1	38,5	39,9	41,3	42,6	43,9	46,4	48,7	51	53,2	55,3	92
96			29,6	31,4	33	34,7	36,2	37,7	39,2	40,6	42	43,3	44,7	47,2	49,6	52	54,2	56,4	96

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΩΘΕΙΔΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΠΑΧΟΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ.

	ΜΕΙΖΩΝ ΑΞΟΝΑΣ	ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΗΣ ΡΑΦΗ ΑΞΟΝΑ	ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΡΑΦΗ ΑΞΟΝΑ	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ ΕΝΩΣΗΣ
	σε ίντσές				
ΠΑΝΩ ΑΠΟ	24	0,0236	0,0356		0,0356 θηλυκωτό
	36	0,0296	0,0356		0,0356 θηλυκωτό
	48	0,0296	0,0466		0,0466 ΦΛΑΤΖΑ
	60	0,0356	0,0466		0,0466 ΦΛΑΤΖΑ
	70	0,0356	0,0575		0,0575 ΦΛΑΤΖΑ
ΠΕΡΑ ΑΠΟ	70	0,0466	0,0575		0,0575 ΦΛΑΤΖΑ

Προσαρμοσμένος με άδεια από την SMACNA, HVAC. Πρότυπες κατασκευές αγωγών-Μεταλλικών και Εύκαμπτων. Αναζήτησε στην SMACNA Πρότυπ

πα για ολοκληρωμένες λεπτομέρειες

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.7 Συνέχεια

ΚΥΚΛΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΓΙΑ ΙΣΗ ΤΡΙΒΗ ΚΑΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΜΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ ίντσες	ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΟΣ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ίντσες																			
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
32	35																			
34	36,1	37																		
36	37,1	38,2	39,4																	
38	38,1	39,3	40,4	41,5																
40	39	40,3	41,5	42,6	43,7															
42	40	41,2	42,5	43,7	44,8	45,9														
44	40,9	42,2	43,5	44,7	45,8	47	48,1													
46	41,8	43,1	44,4	45,7	46,9	48	49,2	50,3												
48	42,6	44	45,3	46,6	47,9	46,1	50,2	51,4	52,5											
50	43,6	44,9	46,2	47,5	48,8	50	51,2	52,4	53,6	54,7										
52	44,3	45,7	47,1	48,4	49,7	51	52,2	53,4	54,6	55,7	56,8									
54	45,1	46,5	48	49,3	50,7	52	53,2	54,4	55,6	56,8	57,9									
56	45,8	47,3	48,8	50,2	51,6	52,9	54,2	55,4	56,6	57,8	59	61,2								
58	46,6	48,1	49,6	51	52,4	53,8	55,1	56,4	57,6	58,8	60	62,3								
60	47,3	48,9	50,4	51,9	53,3	54,7	60	57,3	58,6	59,8	61	63,4	65,6							
62	48	49,6	51,2	52,7	54,1	55,5	56,9	58,2	59,5	60,8	62	64,4	66,7							
64	48,7	50,4	51,9	53,5	54,9	56,4	57,8	59,1	60,4	61,7	63	65,4	67,7	70						
66	49,4	51,1	52,7	54,2	55,7	57,2	58,6	60	61,3	62,6	63,9	66,4	68,8	71						
68	50,1	51,8	53,4	55	56,6	58	59,4	60,8	62,2	63,6	64,9	67,4	69,8	72,1	74,3					
70	50,8	52,5	54,1	55,7	57,3	58,8	60,3	61,7	63,1	64,4	65,8	68,4	70,8	73,5	75,4					
72	51,4	53,2	54,8	56,6	58	59,6	61,1	62,5	63,9	65,3	66,7	69,3	71,8	74,2	76,5	78,7				

74	52,1	53,8	55,5	57,2	58,8	60,3	61,9	63,3	64,8	66,2	67,5	70,2	72,7	75,2	77,5	79,8						
76	52,7	54,5	56,2	57,9	59,5	61,1	62,6	64,1	65,6	67	68,4	71,1	73,7	76	78,6	80,9	83,1					
78	53,3	55,1	56,9	58,6	60,2	61,8	63,4	64,9	67,2	67,9	69,3	72	74,6	77,1	79,6	81,9	84,2					
80	53,9	55,8	57,5	59,3	60,9	62,6	64,1	65,7		68,7	70,1	72,9	75,4	78,1	80,6	82,9	85,2	87,5				
82	54,5	56,4	58,2	59,9	61,6	63,3	64,9	66,5	68	69,5	70,9	73,7	76,4	79	81,5	84	86,3	88,5				
84	55,1	57	58,8	60,6	62,3	64	65,6	67,2	68,7	70,3	71,7	74,6	77,3	80	82,5	85	87,3	89,6	91,8			
86	55,7	57,6	59,4	61,2	63	64,7	66,3	67,9	69,5	71	72,5	75,4	78,2	80,9	83,5	85,9	88,3	90,7	92,9			
88	56,3	58,2	60,1	61,9	63,6	65,4	67	68,7	70,2	71,8	73,3	76,3	79,1	81,8	84,4	86,9	89,3	91,7	94	96,3		
90	56,8	58,8	60,7	62,5	64,3	66	67,7	69,4	71	72,6	74,1	77,1	79,9	82,7	85,3	87,9	90,3	92,7	95	97		
92	57,4	59,3	61,3	63,1	64,9	66,7	68,4	70,1	71,7	73,3	74,9	77,9	80,8	83,5	86,2	88,8	91,3	93,7	96,1	98,4		
94	57,9	59,9	61,9	63,7	65,6	67,4	69,1	70,8	72,4	74	75,6	78,7	80,6	84,4	87,1	89,7	92,3	94,7	97,1	99,4		
96	58,4	60,5	62,4	64,3	66,2	68	69,7	71,5	73,1	74,8	76,3	79,4	82,4	85,3	88	90,7	93,3	95,7	98,1	100,5		

Πηγή,ASHRAE Εγχειρίδιο 1989,βασικές αρχές.Ανατυπωμένο με άδεια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4

ΣΤΡΟΓΓΙΛΗ ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΓΩΓΟΥ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

ΠΙΕΣΗ, -2 in.WG

ΠΙΕΣΗ, +2in.WG

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ ίντσες	ΠΙΕΣΗ, -2 in.WG			ΠΙΕΣΗ, +2in.WG			
	ΣΠΥΡΟΕΙΔΗΣ ΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΕΙΣ	ΣΠΥΡΟΕΙΔΗΣ ΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΕΙΣ	
ΠΑΝΩ ΑΠΟ	8	0,0157	0,0236	0,0236	0,0157	0,0187	0,0187
	14	0,0187	0,0236	0,0236	0,0157	0,0187	0,0187
	26	0,0236	0,0296	0,0296	0,0187	0,0236	0,0236
	36	0,0296	0,0356	0,0356	0,0236	0,0296	0,0296
	50	0,0356	0,0466	0,0466	0,0296	0,0356	0,0356
	60	0,0466	0,0575	0,0575	0,0356	0,0466	0,0466
	84	0,0575	0,0705	0,0705	0,0466	0,0575	0,0575

Προσαρμοσμένος με άδεια από την SMACNA, HVAC. Πρότυπες κατασκευές αγωγών-Μεταλλικών και Εύκαμπτων. Αναζήτησε στην SMACNA Πρότυπα για ολοκληρω

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ ΕΝΩΣΗΣ

θηλυκωτό
θηλυκωτό
θηλυκωτό
θηλυκωτό
φλάτσα
φλάτσα
φλάτσα

υμμένες λεπτομέρειες

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΩΘΕΙΔΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΠΑΧΟΣ ΣΕ ΙΝΤΣΕΣ.

	ΜΕΙΖΩΝ ΑΞΟΝΑΣ	ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΗΣ ΡΑΦΗ ΑΞΟΝΑ	ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΡΑΦΗ ΑΞΟΝΑ	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ ΕΝΩΣΗΣ
	σε ίντσες				
ΠΑΝΩ ΑΠΟ	24	0,0236	0,0356	0,0356	θηλυκωτό
	36	0,0296	0,0356	0,0356	θηλυκωτό
	48	0,0296	0,0466	0,0466	ΦΛΑΤΖΑ
	60	0,0356	0,0466	0,0466	ΦΛΑΤΖΑ
	70	0,0356	0,0575	0,0575	ΦΛΑΤΖΑ
ΠΕΡΑ ΑΠΟ	70	0,0466	0,0575	0,0575	ΦΛΑΤΖΑ

Προσαρμοσμένος με άδεια από την SMACNA, HVAC. Πρότυπες κατασκευές αγωγών-Μεταλλικών και Εύκαμπτων. Αναζήτησε στην SMACNA Πρότυπ

πα για ολοκληρωμένες λεπτομέρειες

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.8

ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΑΕΡΟΔΙΑΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΑΓΩΓΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕ
ΓΡΙΛΙΕΣ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.7000 cfm ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ	400
2.2000 ΣΕ 7000 cfm	250 ΣΕ 400
ΕΞΑΓΩΓΗ	
1.5000 ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ	500
2.ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 5000 cfm	300 ΣΕ 400
ΦΙΛΤΡΑ	
ΦΙΛΤΡΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	
1.ΙΞΩΔΗΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗ	200 ΣΕ 800
ΞΗΡΟ ΕΙΔΟΣ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	
ΕΠΙΠΕΔΟ(ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΗ ΑΠΟΔΟΣΗ)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΓΩΓΟΥ
ΠΤΥΧΩΜΕΝΑ ΜΕΣΑ	ΠΑΝΩ ΑΠΟ 750
(ΜΕΤΡΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ)	
ΗΕΡΑ	250
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΑ ΜΕΣΑ ΦΙΛΤΡΑ	
1.ΚΙΝΟΥΜΕΝΕΣ ΚΟΥΡΤΙΝΕΣ ΙΞΩΔΟΥΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΩΣ	500
2.ΚΙΝΟΥΜΕΝΕΣ ΚΟΥΡΤΙΝΕΣ ΜΕΣΗΣ ΞΗΡΟΤΗΤΑΣ	200
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΑΕΡΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗΡΕΣ	
ΕΙΔΟΣ ΙΟΝΙΣΜΟΥ	150 ΣΕ 350
ΣΠΕΙΡΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	
ΑΤΜΟΣ ΚΑΙ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ	400 ΣΕ 600
	(200 ΕΛΑΧΙΣΤΟ, 1500 ΜΕΓΙΣΤΟ)
ΣΠΕΙΡΑ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	500 ΣΕ 600
ΚΑΘΑΡΙΣΤΕΣ ΑΕΡΑ	
ΕΙΔΟΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ	300 ΣΕ 700
ΥΨΗΛΗΣ-ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ-ΕΙΔΟΣ-ΨΕΚΑΣΜΟΥ	1200 ΣΕ 1800

Προσαρμοσμένος με την άδεια από ASHRAE το εγχειρίδιο 1989, βασικές αρχές.

ΙΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.9

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΔΙΑΡΡΟΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

ΕΙΔΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	ΠΡΟΒΛΕΠ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ(ΕΞΑΙΡΟΥΝΤΑΙ ΟΙ ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ) ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΙ ΚΑΙ ΟΩΕΙΔΕΣ	ΣΦΡΑΓΙΣΜΟΣ
ΟΡΘΟΓΩΝΙΟΙ ≤ 2 ίντσες WG (ΜΑΖΙ ΘΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ)	3
>2 ΚΑΙ ≤ 10 ίντσες WG (ΜΑΖΙ ΘΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ)	12
ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ,ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟΙ	6
ΧΩΡΙΣ ΜΕΤΑΛΛΟ	8
ΑΠΟ ΙΝΩΔΕΣ ΓΥΑΛΙ ΟΡΘΟΓΩΝΙΟΙ	12
ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΙ	6 3

Οι

Οι κατηγορίες διαρροής που απαριθμούνται σε αυτόν τον πίνακα είναι μέσοι όροι βασισμένοι
NA 1972,ASHRAE / SMACNA/TIMA 1985 ASHRAE 1988. Οι κατηγορίες διαρροής που απ

ΟΜΕΝΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
ΙΑ (CL)

ΙΕΝΟΣ ΧΩΡΙΣ ΣΦΡΑΓΙΣΗ

30
(6 ΣΕ 70)

48
(12 ΣΕ 110)

48
(12 ΣΕ 110)

30
(12 ΣΕ 54)

30
(4 ΣΕ 54)

NA
NA

οι στις δοκιμές που διευθύνονται AISA/SMAC
αριθμούνται δεν είναι απαραίτητα συνιστώμενες σχετικά με την επιτρεπτή διαρροή. Ο σχεδιαστής πρέπ

ρέπει να καθορίσει την επιτρεπόμενη διαρροή και να διευκρινίσει τις αποδεκτές ταξινομήσεις διαρροής αγωγών. Πηγή :ASHRAE

γών. Πηγή, ASHRAE Εγχειρίδιο 1989, βασικές αρχές. Ανατυπωμένο με άδεια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.10

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΟΛΙΚΗ

ΠΡΩΤΗ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

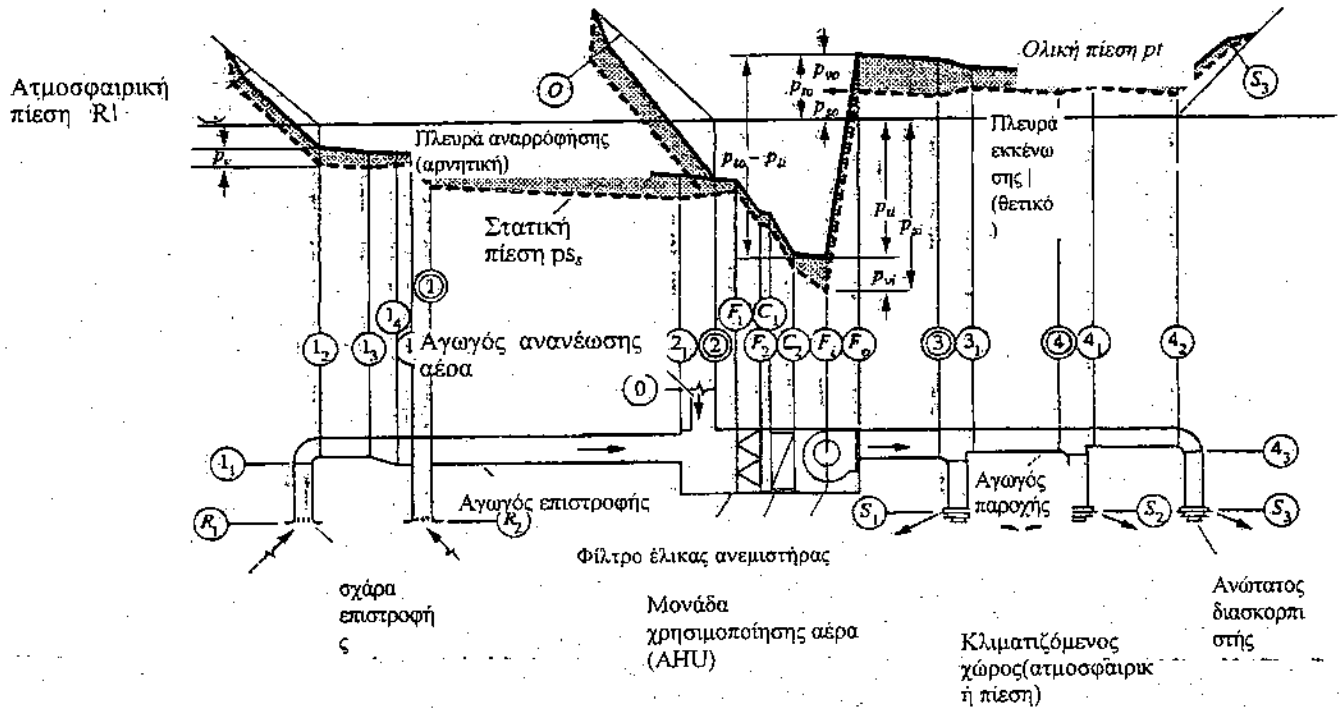
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΤΙΜΗ ΡΟΗΣ V cfm	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ	
		ft(πόδια)	in(ίντσες)	in(ίντσες)	
2,5	10,25	0,927	11,12		11
1,2	20,25	1,229	14,75		15
FO,1	3000	1,734	20,81		20
2,4	1000	0,978	11,78		11
1,3	975	0,858	10,3		11

Ι ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΟ Π.Χ.8.3

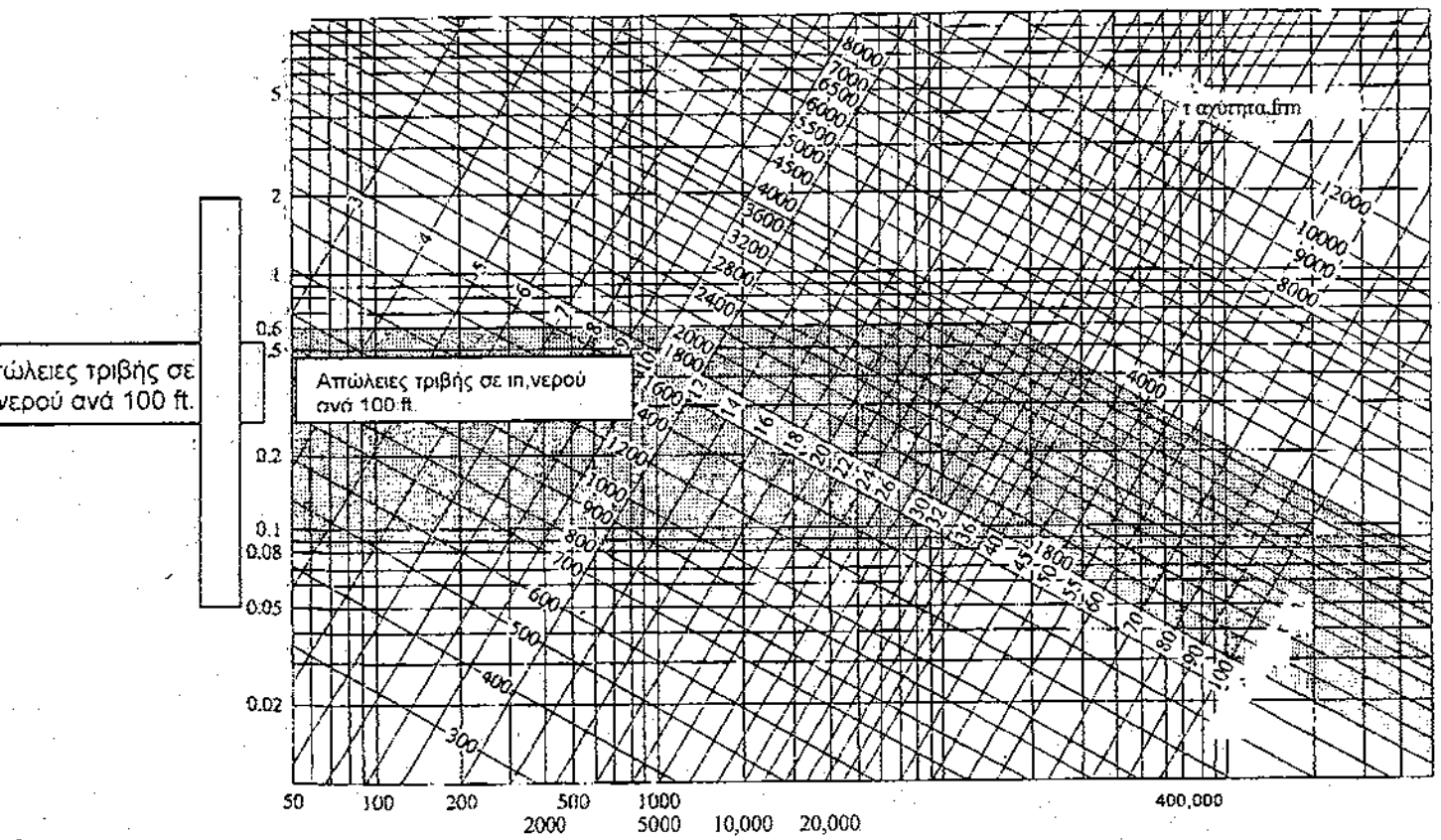
ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ		ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΡΙΒΗΣ f	ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ		Cc.s	Cc.b
fpm	fps		Vs/Vc	Vb/Vc		
1553	25,88	0,0166	0,94		0,011	
1894	31,97	0,0155	1,2		0,07	
1374	22,92	0,0147		0,8		0,65
1515	25,25			0,9		1,7
1241	20,69					

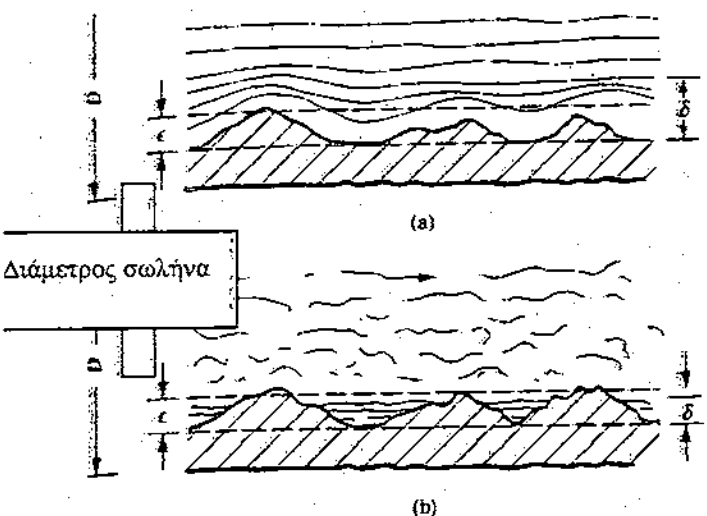
C	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	Pt,in.WG
	11	0,116
	14	0,0645
0,5	20	0,0847
	11	
	12	



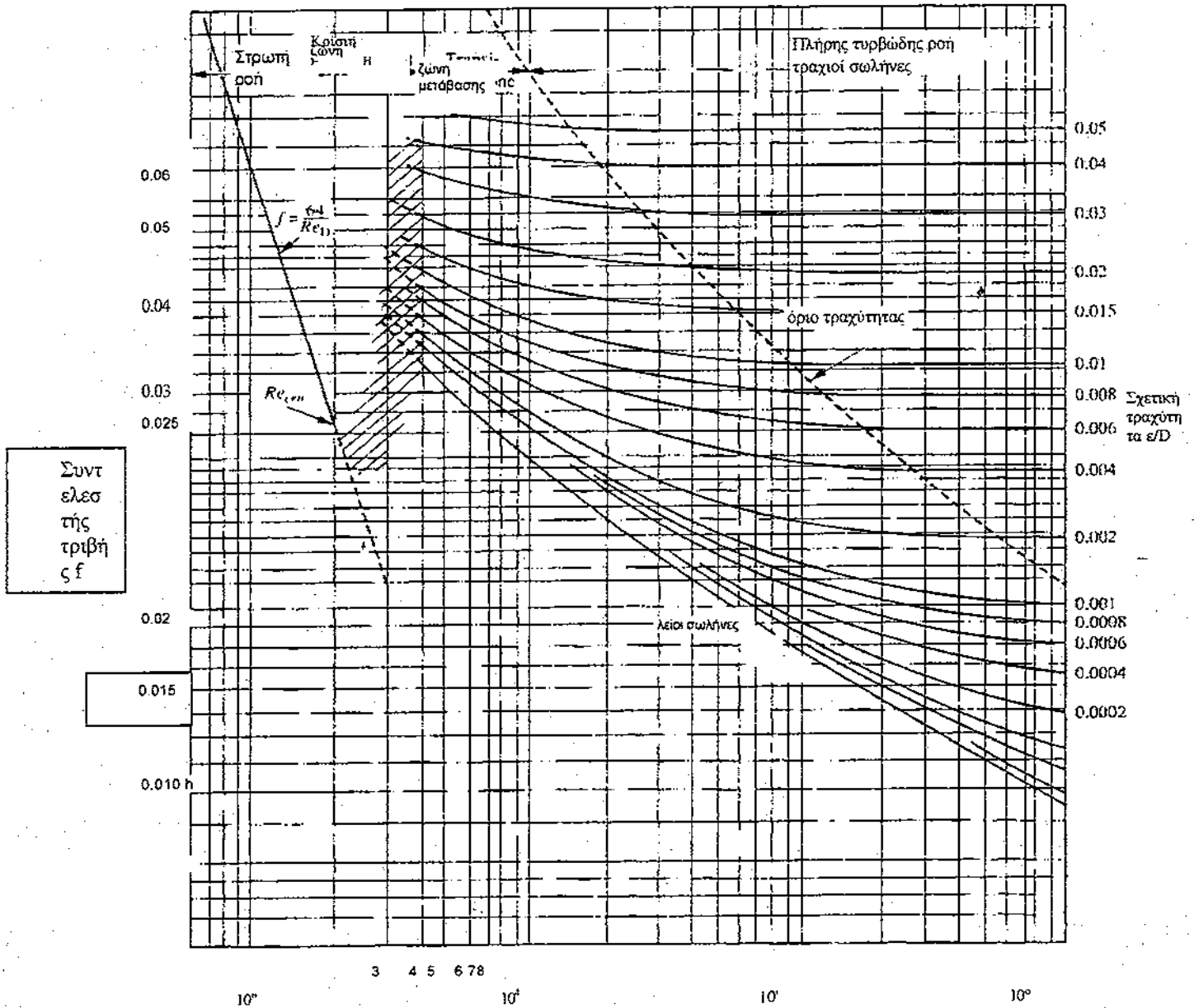
ΣΧΗΜΑ 8.3 Χαρακτηριστικά πίεσης συστήματος ανεμιστήρα-αγωγού.



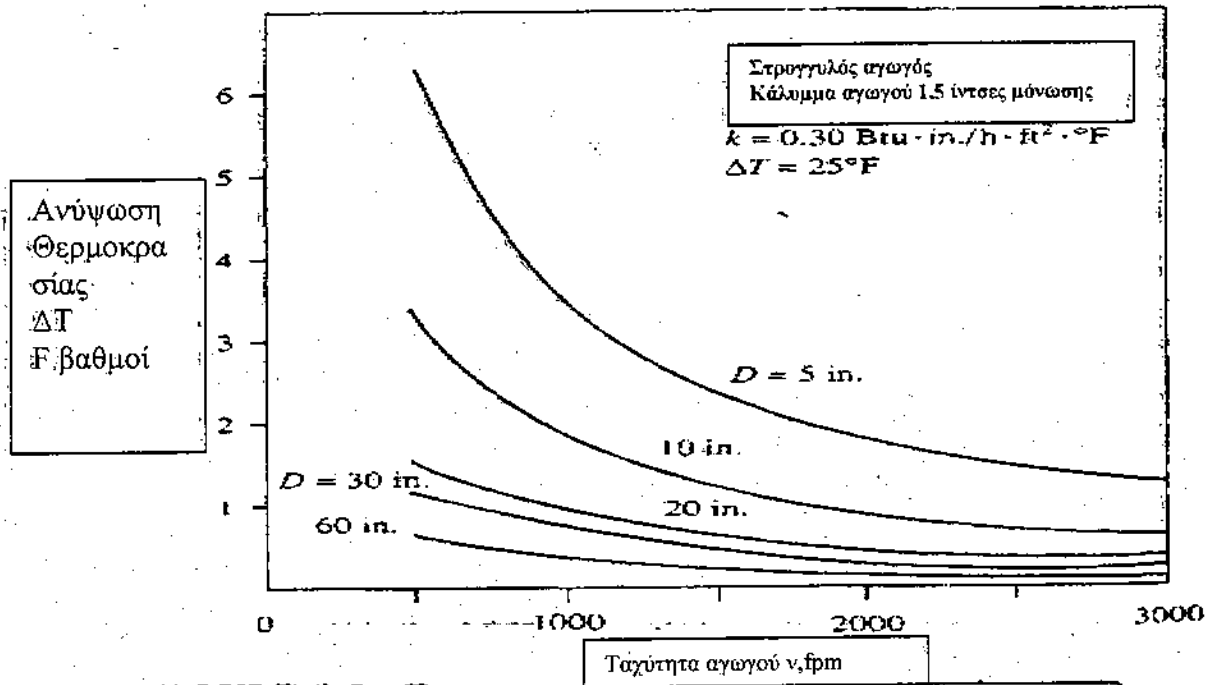
ΣΧΕΔΙΟ 8.8 Χάρτης τριβής για κυκλικούς αγωγούς. (Πηγή: ASHRAE εγχειρίδιο 1989. επαναεκτύπωση με άδεια)



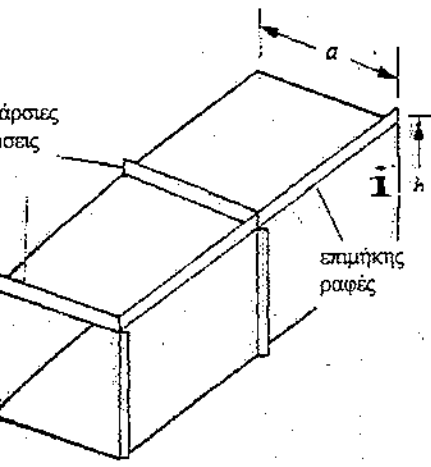
ΣΧΗΜΑ 8.7 Τρόποι ροής αέρα όταν περνά ο αέρας πέρα από και γύρω από τις προεξοχές επιφάνειας του τοίχου αγωγών: (a) $B > \epsilon$, and (b) $B < \epsilon$.



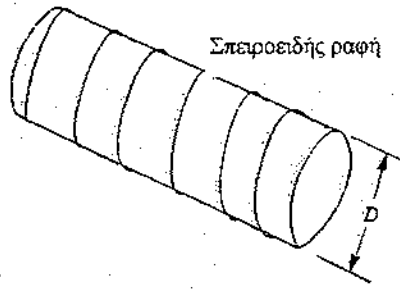
ΣΧΗΜΑ 8.6 Moody ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Αριθμός του Reynolds $Re_D = vD/\nu$ - (Πηγή: Moody, L. F. A.S.M.E. Vol. 66, 1944. επαναεκτύπωση με άδεια.)



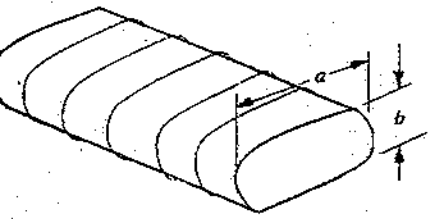
ΣΧΕΔΙΟ 8.5. Καμπύλες ανύψωσης θερμοκρασίας από το κέρδος θερμότητας του αγωγού.



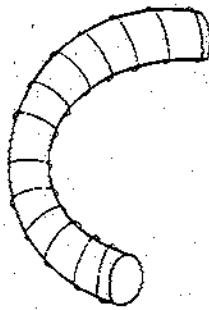
(a)



(b)

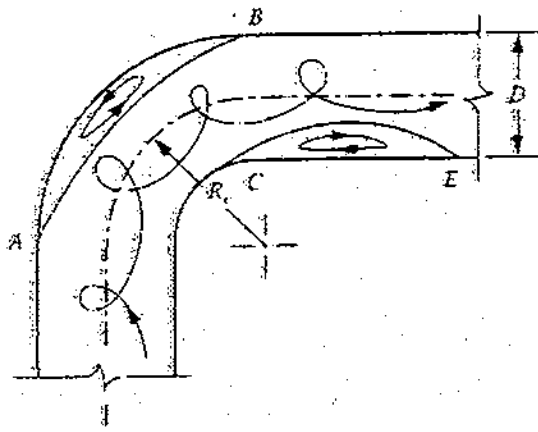


(c)

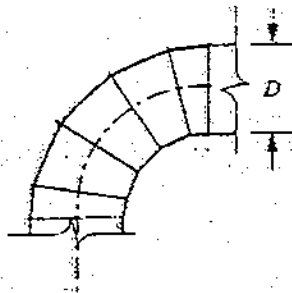


(d)

ΣΧΕΔΙΟ 8.4. Διάφορα είδη αγωγών αέρα : (a) ορθογώνιοι αγωγοί (b) στρογγυλοί αγωγοί με σπειροειδής ραφή, (c) ελίπεδοι ωοειδής αγωγοί και (d) εύκαμπτοι αγωγοί

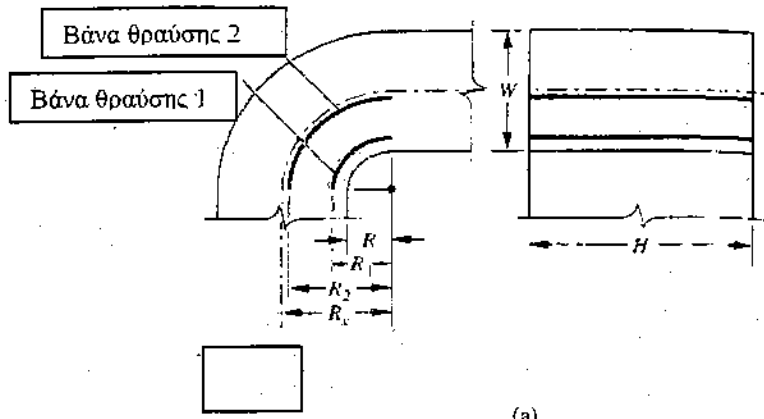


(a)

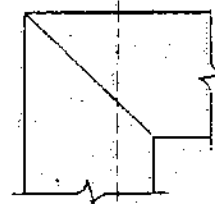


(b)

ΣΧΕΔΙΟ 8.9.Στρογγυλές γωνίες.(α) περιοχή στροβίλων και αναταράξεων σε στρογγυλή γωνία και (β) 5- κομμάτι 90 μοιρών στρογγυλής γωνίας.

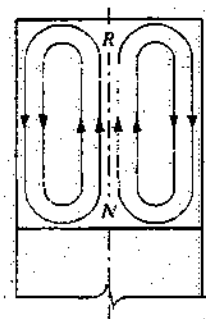


(a)



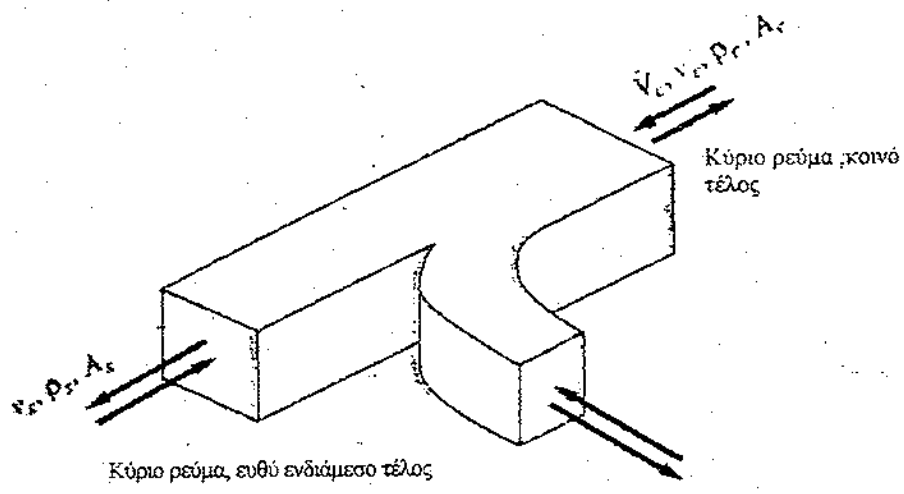
(b)

Κεντρική γραμμή NR



(c)

Σχέδιο 8.10 .Ορθογωνικές γωνίες, : (a) Ορθογώνια γωνία, επίπεδη ακτίνα, 2 βάνες θραύσης, (b) θηλυκωτή γωνία; and (c) δευτερεύουσα ροή σε θηλυκωτή γωνία .

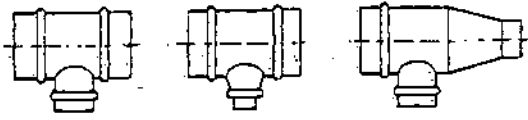


Κύριο ρεύμα, ευθύ ενδιάμεσο τέλος

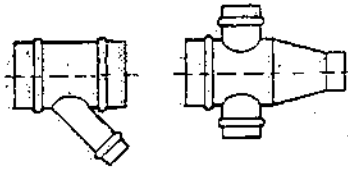
Κύριο ρεύμα, κοινό τέλος

Ρεύμα κλάδου
 V_b, ν_b, ρ_b, A_b

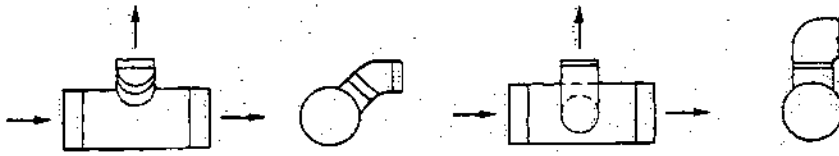
Σχέδιο 8.13. Αέρας ρέει μέσω μιας ορθογώνιας διακλάδωσης απόκλισης ή σύγκλισης



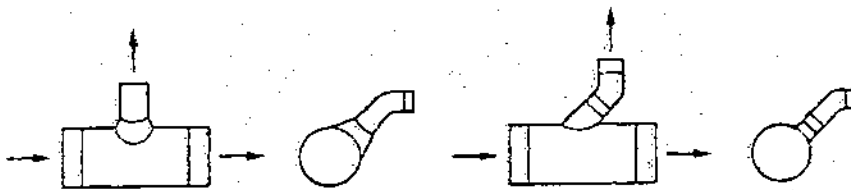
90° ταυ 90° κωνικό ταυ 90° ταυ μείωσης



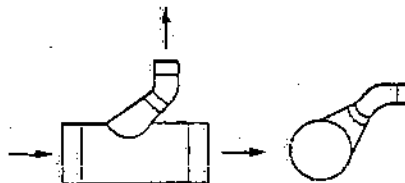
45° διακλάδωση 180° σταυρός μείωσης
(α)



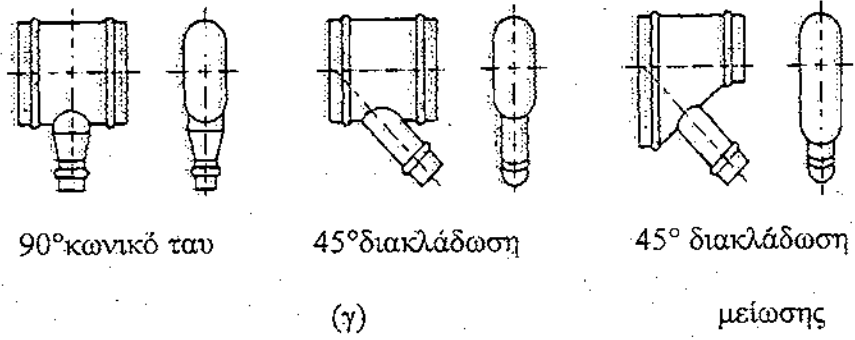
ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 45° γωνία 90° κλάδος σε κεντρικό ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 45° γωνία 90° κλάδος σε κεντρικό



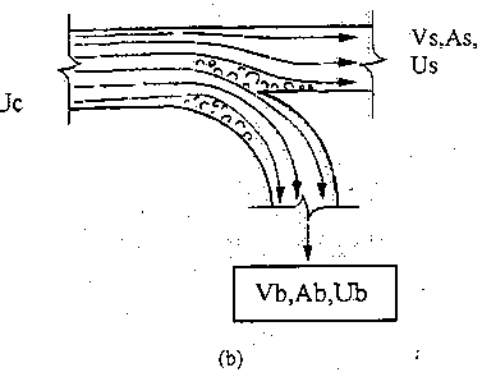
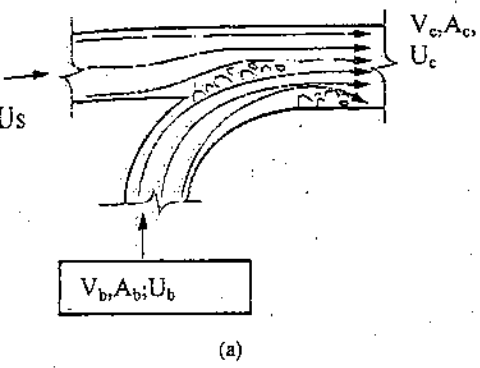
ταυ, απόκλισης, στρογγυλό, με 45° γωνία 90° κωνικός κλάδος σε κεντρικό διακλάδωση, 45°, απόκλισης, στρογγυλή, με 60° γωνία, 90° κλάδος σε κεντρικό



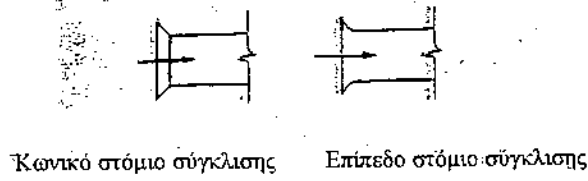
διακλάδωση, 45°, απόκλισης, στρογγυλή, με 60° γωνία, 90° κωνικός κλάδος σε κεντρικό
(β)



Σχέδιο 8.12.Στρογγυλά και επίπεδα ωσειδή ταυ και διακλαδώσεις.(α)στρογγυλά ταυ και διακλαδώσεις, και σταυροί (β) ταυ απόκλισης και διακλαδώσεις με γωνίες και (γ) επίπεδα και ωσειδή ταυ και διάκλαδώσεις.

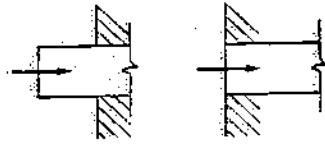


ΧΕΔΙΟ 8.11 Συγκλίνον και αποκλίνον διακλάδωσεις: (α) Συγκλίνον διακλάδωση, ορθογώνια, $\theta = 90^\circ$; και (β) αποκλίνον διακλάδωση. Ορθογώνια $\theta = 90^\circ$



Κωνικό στόμιο σύγκλισης

Επίπεδο στόμιο σύγκλισης

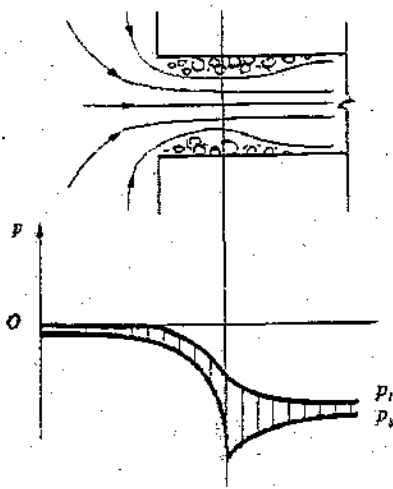


Αχμηρή άκρη

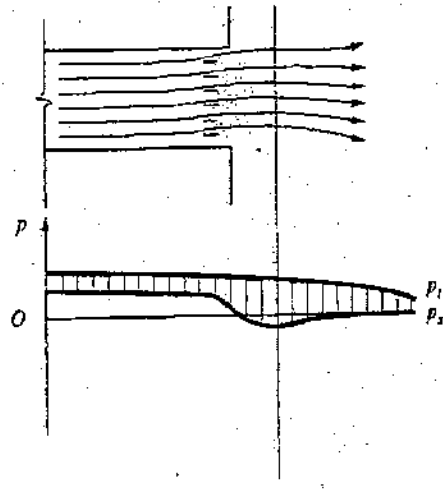
Τοποθετημένο στο ίδιο επίπεδο με το τοίχωμα

Στην κατεύθυνση ρεύματος

Αντίθετα κινούμενο ρεύμα



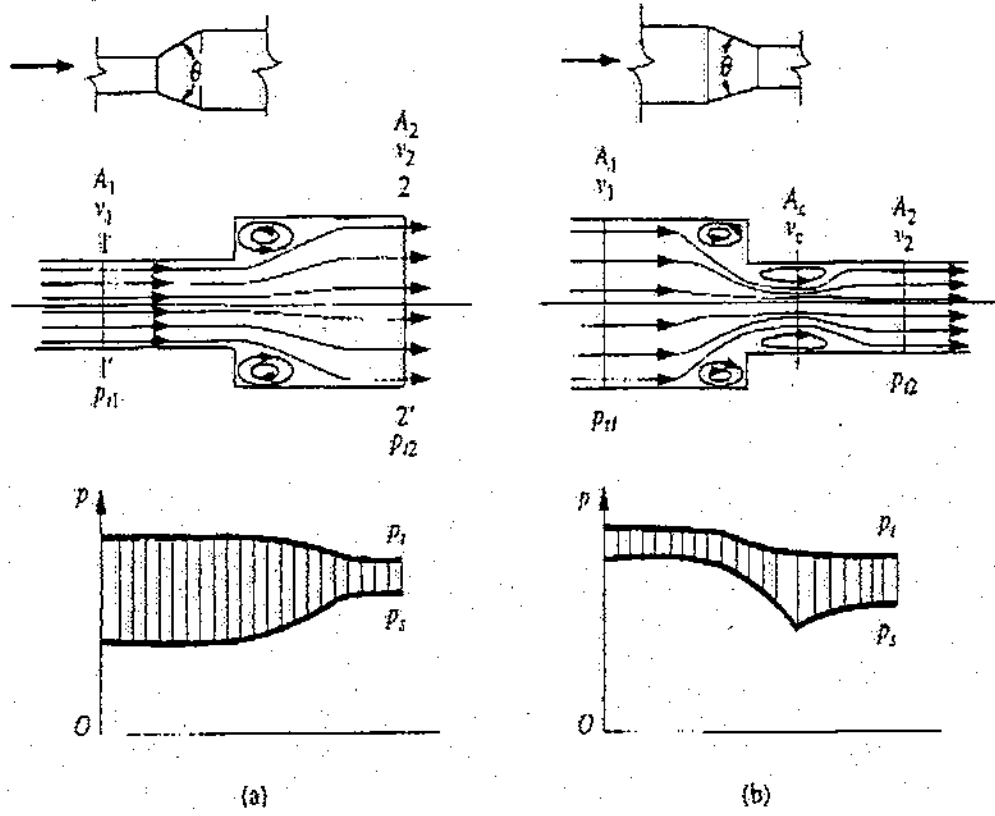
(a)



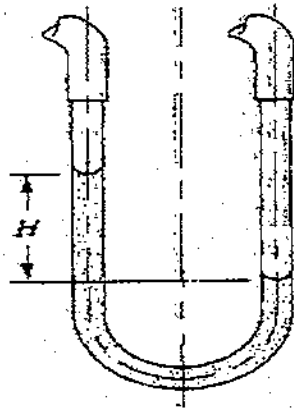
(b)

Σχέδιο 8.14. Ανοίγματα τοποθετημένα στον αγωγό ή στο τοίχωμα του αγωγού. (α) είσοδοι

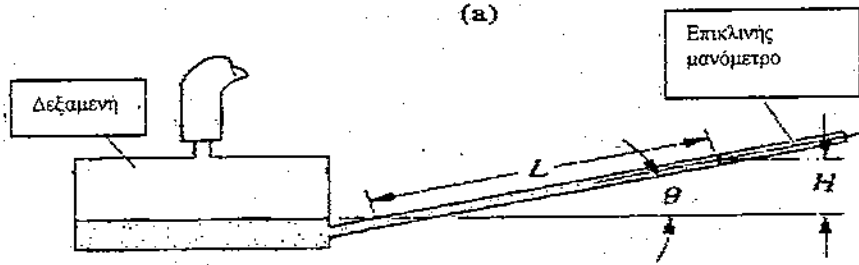
(β) έξοδοι



Σχέδιο 8.15. Διευρώσεις και συστολές. (α) απότομες διευρώσεις και (β) ξαφνικές συστολές

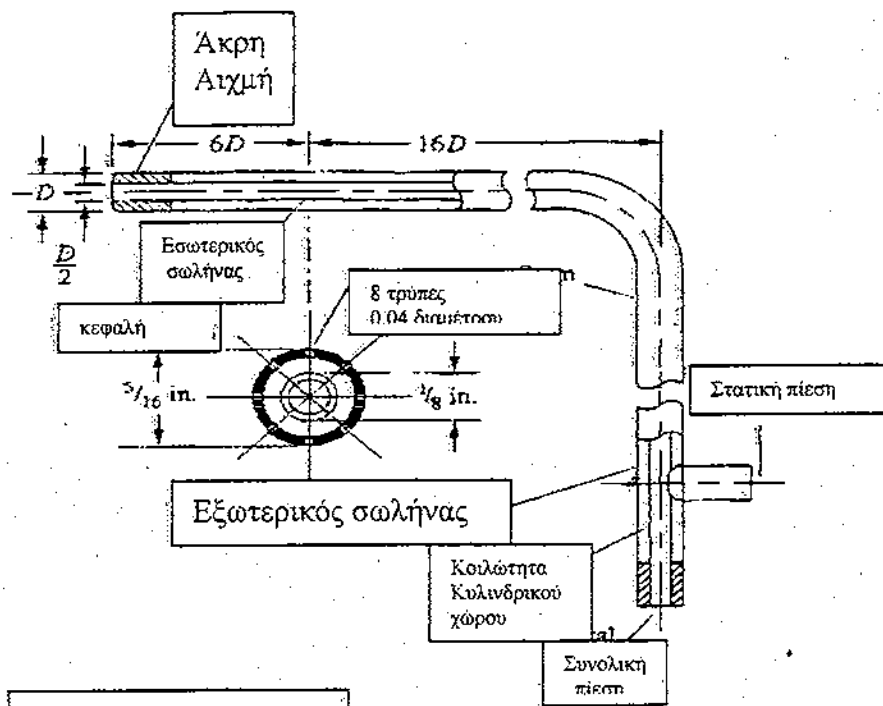


(a)

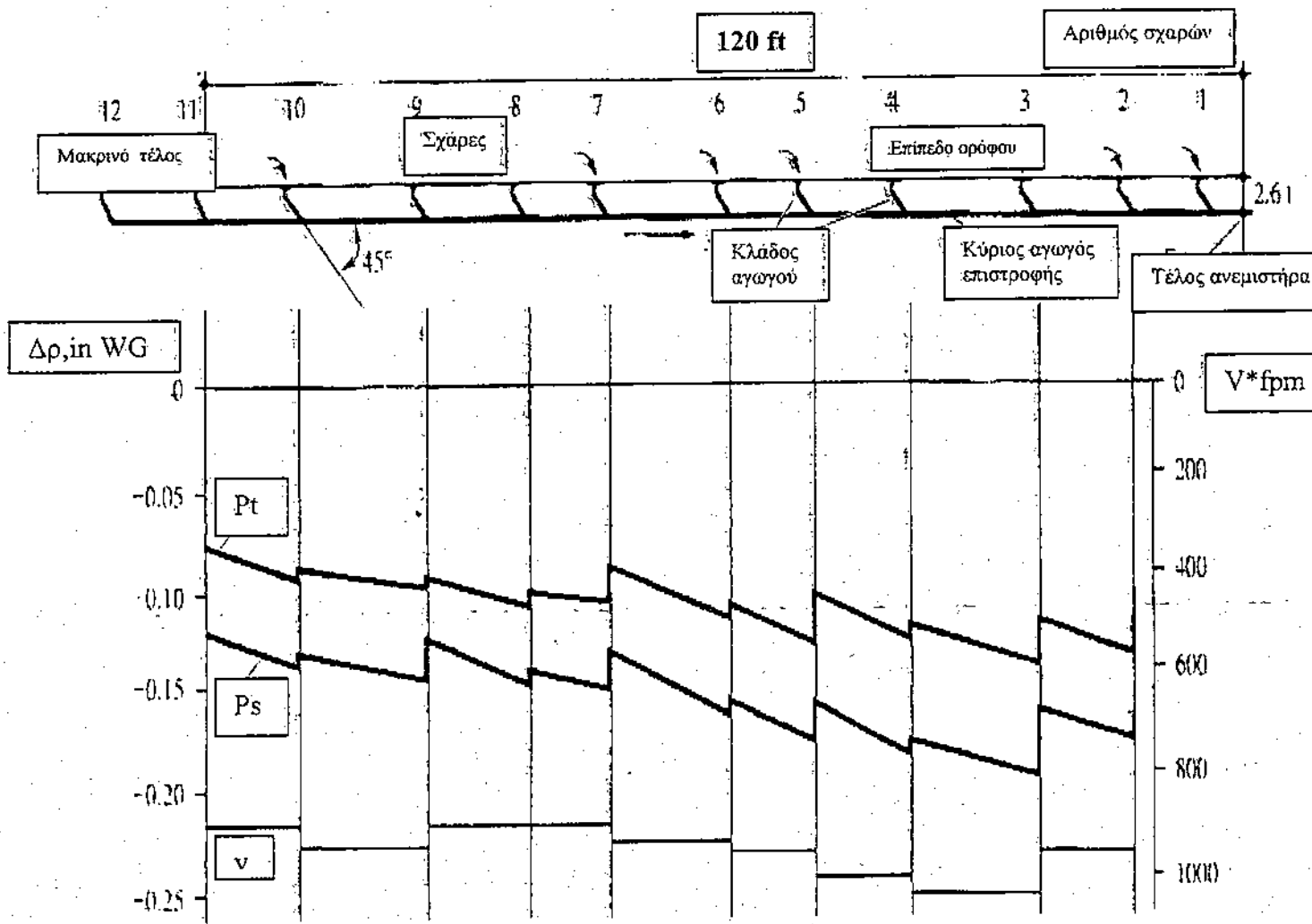


(b)

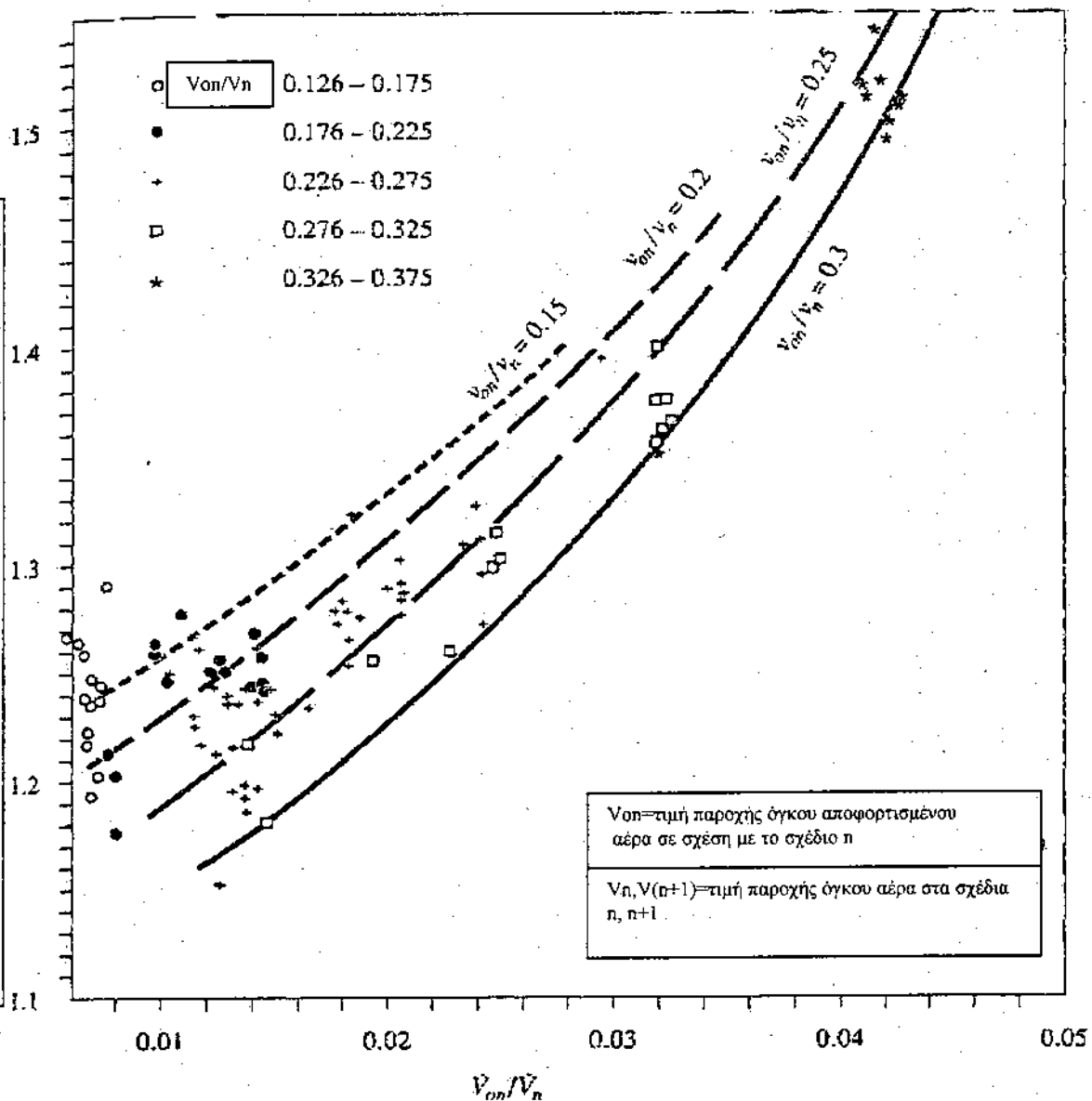
Σχέδιο 8.26. Μανόμετρα, (α) σιόλης U και (β) επικλινής μανόμετρο.



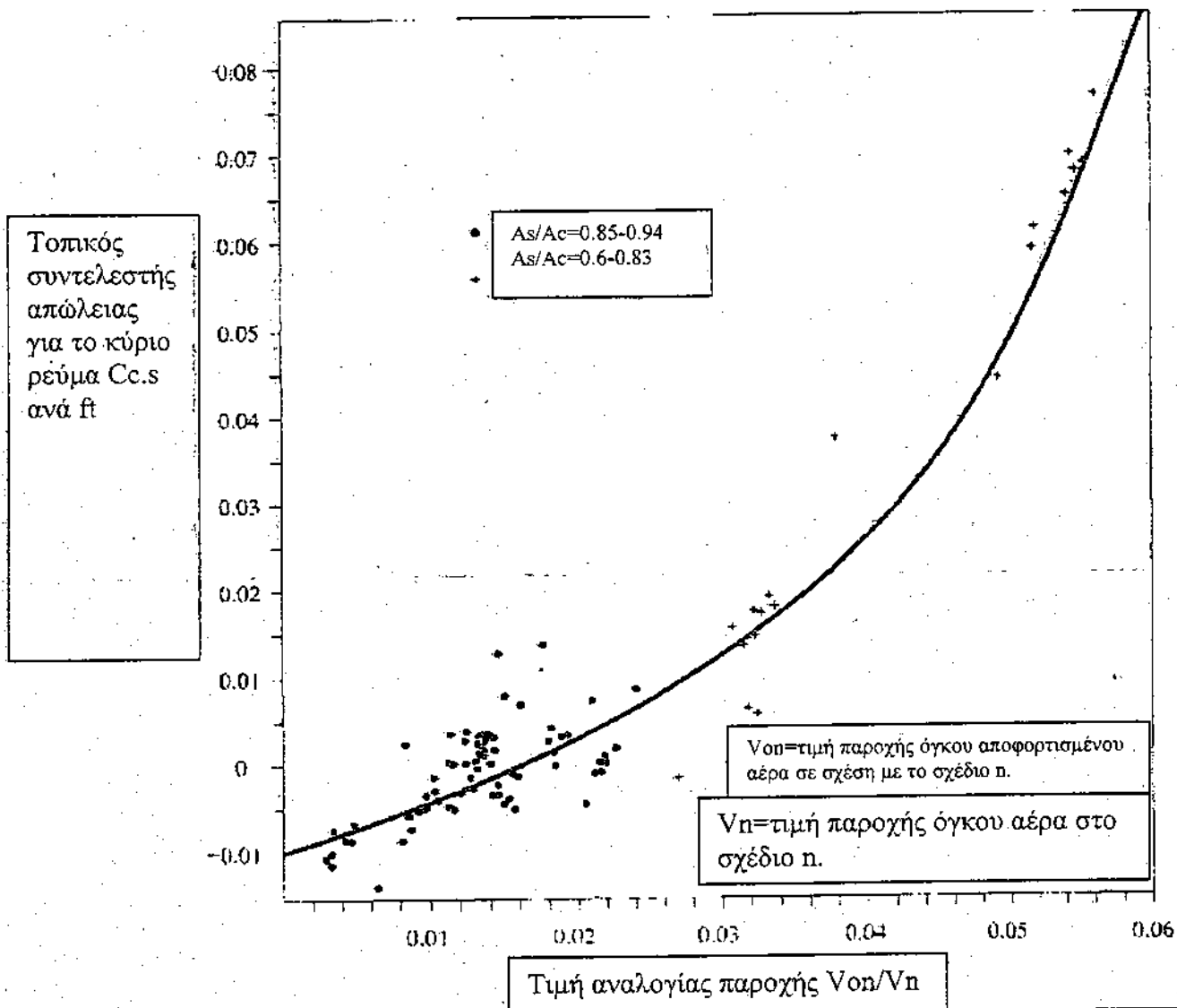
Σχέδιο 8.25 Σωλήνας pitot



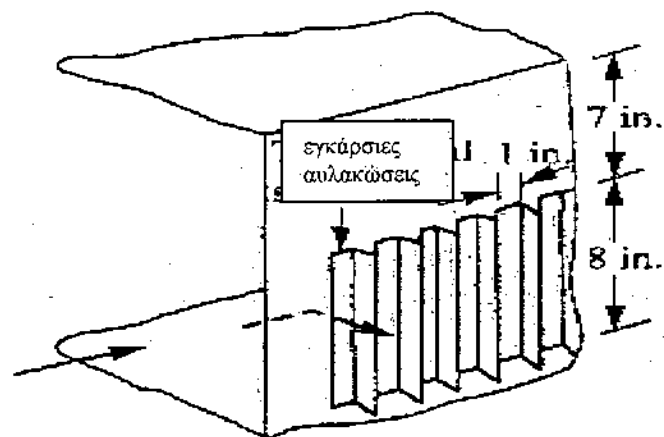
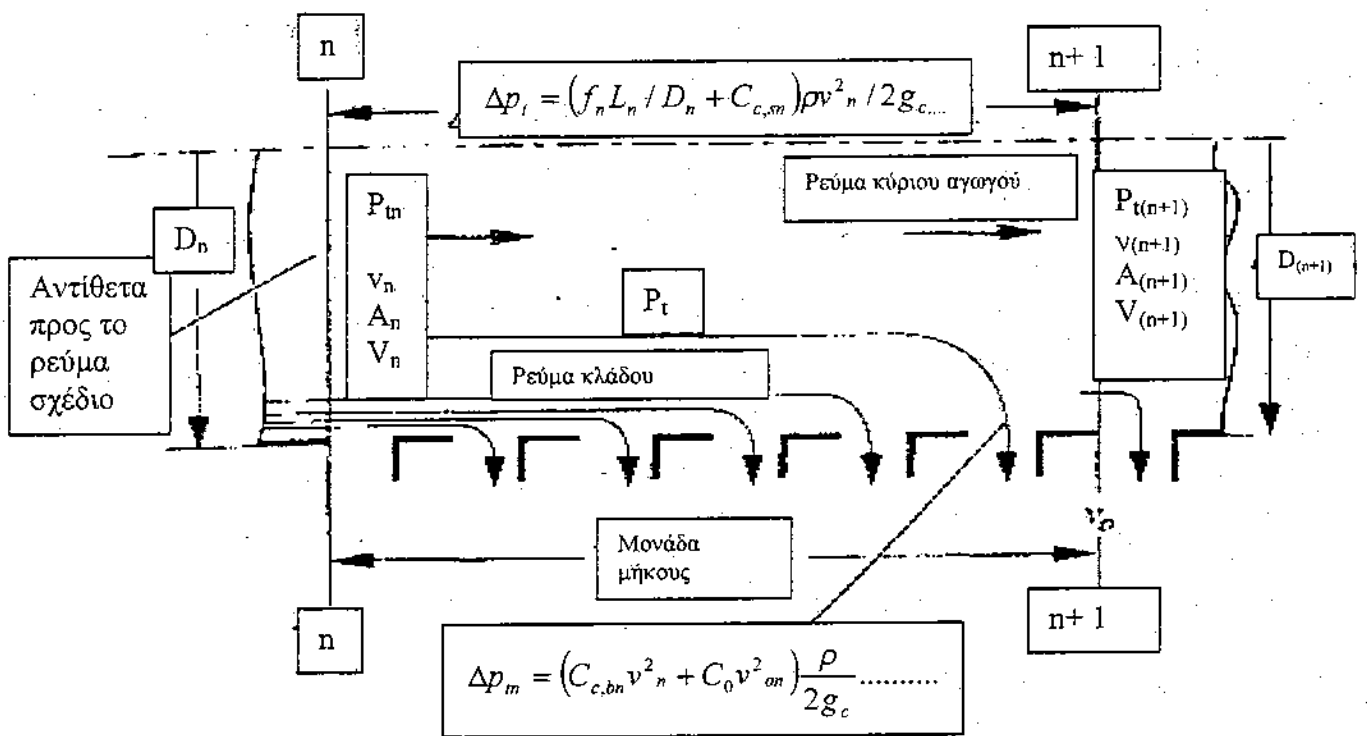
Σχέδιο 8.24. Σύστημα αγωγών επιστροφής με κοντούς αγωγούς σύνδεσης σε κλωστο-υφαντήριο.



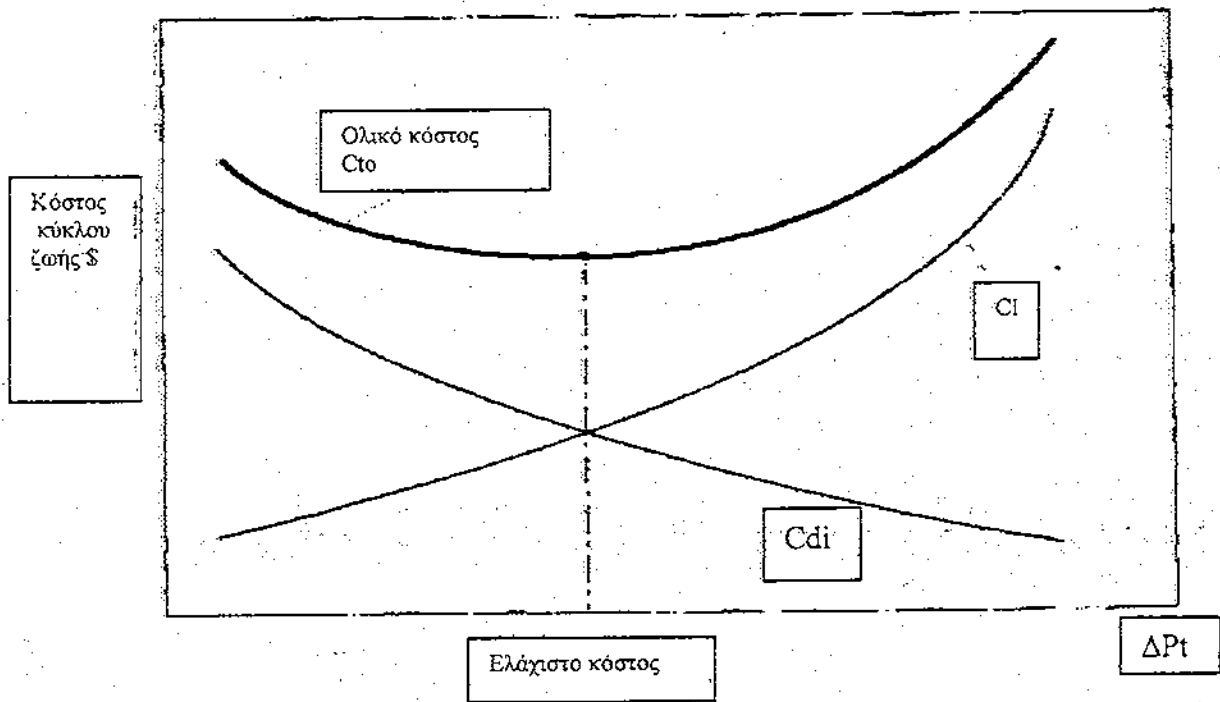
Σχέδιο 8.23. Τοπικός συντελεστής απώλειας $C_{e,b}$ εναντίον της τιμής της αναλογίας της ροής V_{on}/V_n . Πηγή, πρακτικά σύσκεψης της ASHRAE, 1984 Μέρος 2^ο Ανατυπωμένο με άδεια.



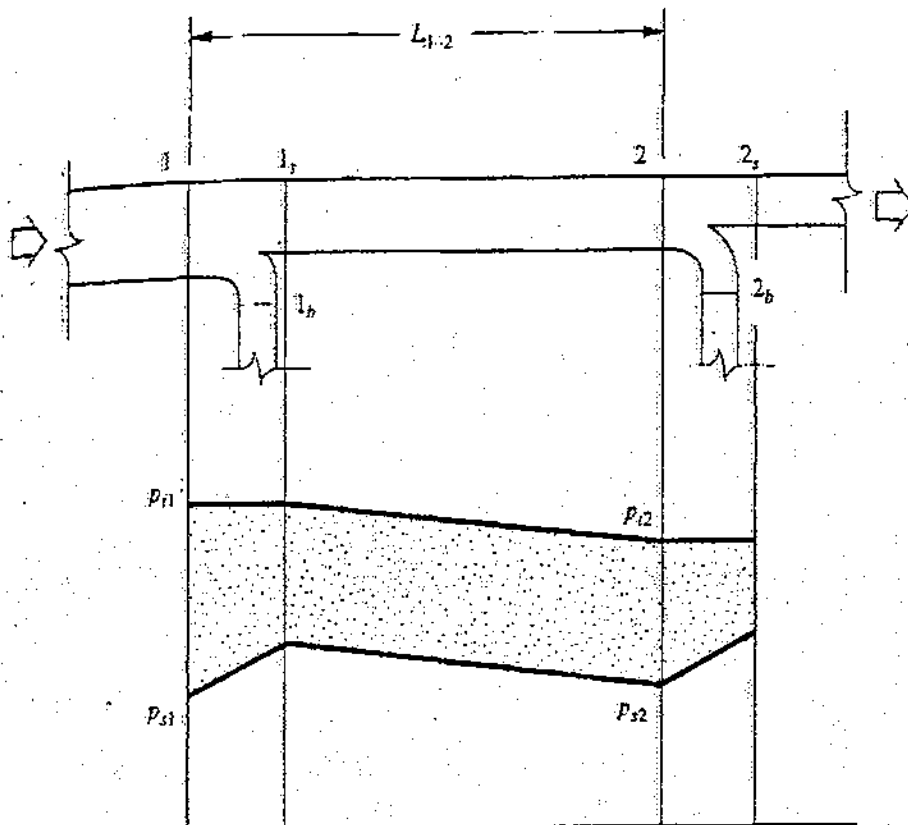
Σχέδιο 8.22. Τοπικός συντελεστής απώλειας $C_{s,s}$ σε σχέση με την τιμή της αναλογίας V_{on}/V_n . (Πηγή πρακτικά σύσκευσης της ASHRAE, 1984 Μέρος 2^ο Ανατυπωμένο με άδεια)



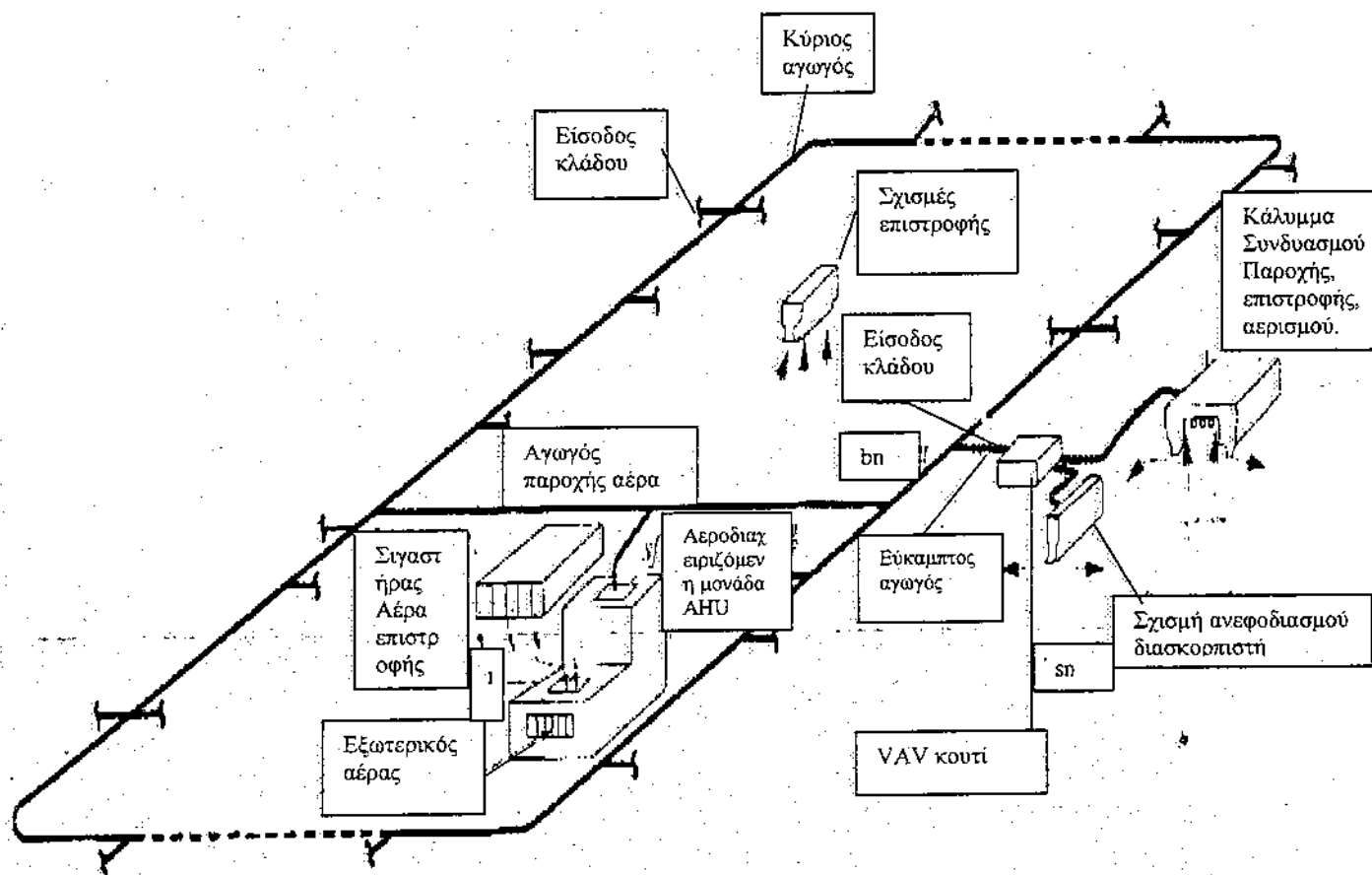
Σχέδιο 8.21. Ορθογώνιος αγωγός ανεφοδιασμού με εγκάρσιες αυλακώσεις.



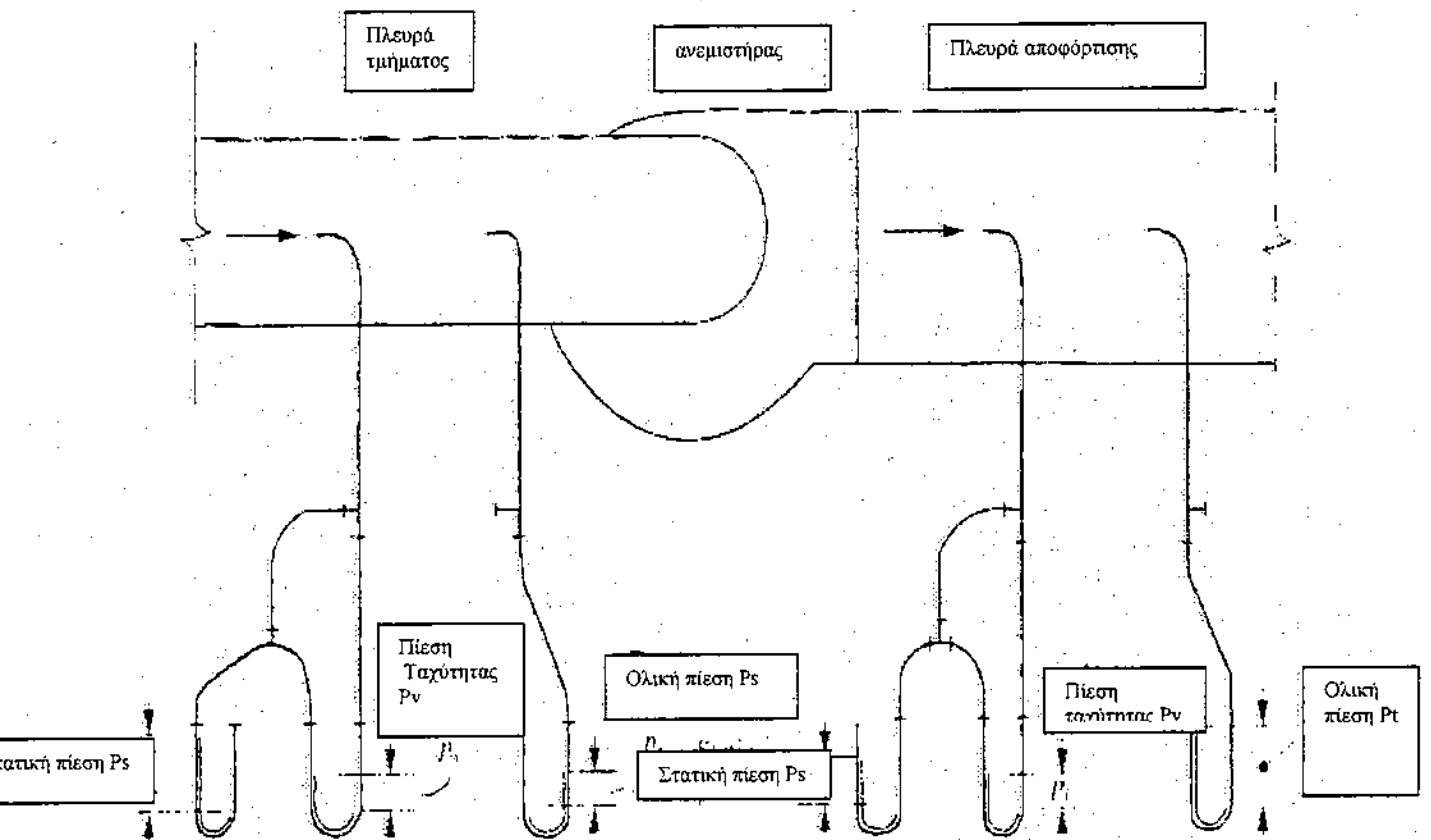
Σχέδιο 8.19. Ανάλυση κόστους για ένα σύστημα αγωγού



Σχέδιο 8.18. Χαρακτηριστικά της πίεσης σε ένα κόβιο τμήμα αγωγού

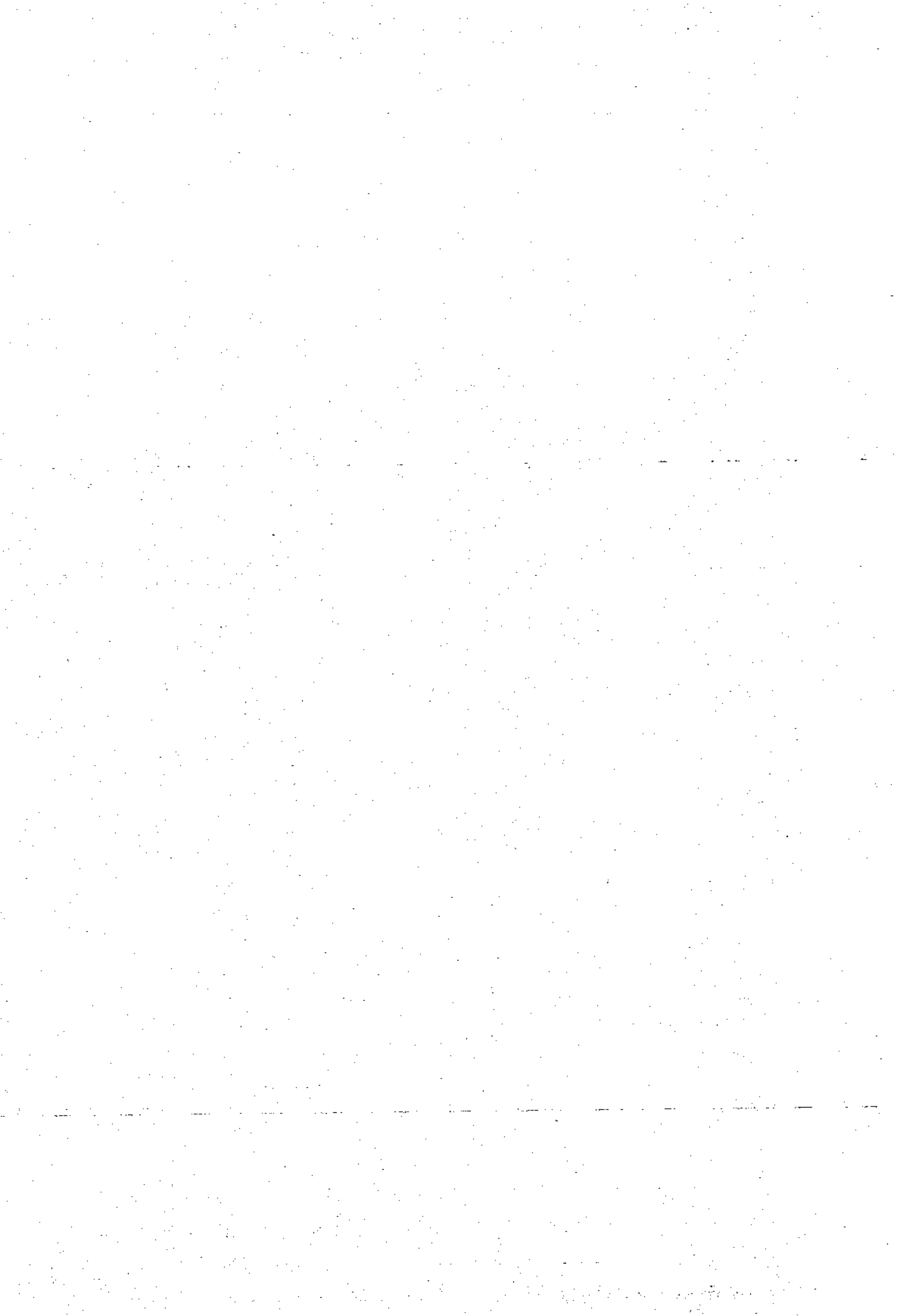


Σχέδιο 8.17. Ένα τυπικό σύστημα αγωγού ανεφοδιασμού με συμμετρικό σχέδιο αγωγού (μαύρη γραμμή) και συνδέσεις αγωγού (διακεκομμένες γραμμές) για ένα τυπικό πάτωμα σε ένα υψηλό κτήριο.



Σχέδιο 8.27. Μετρήσεις πίεσης σε αεραγωγός

□



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΧΩΡΟΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

9.1 ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Ρεύμα αέρος και αποτελεσματική θερμοκρασία ρεύματος.

Δείκτης απόδοσης διάχυσης του αέρα.

Αποτελεσματικός παράγοντας διάχυσης.

Αποδοτικότητα του αέρα ανταλλαγής.

9.2 ΡΕΥΜΑ ΑΕΡΟΣ

Ελεύθερα ισόθερμα ρεύματα αέρος.

Ρίψη, συντελεστής επαγωγής, και χαρακτηριστικό μήκος

Περιορισμένα ρεύματα αέρος

Ελεύθερα μη ισόθερμα ρεύματα αέρος.

9.3 ΕΞΟΔΟΙ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΙ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

Σχάρες και Πλέγματα ρύθμισης παροχής αέρα.

Διαχύτες οροφής.

Διαχύτες σχισμής.

Ακροφύσια.

Εξαρτήματα για τις εξόδους ανεφοδιασμού

Είσοδοι επιστροφής και εξάτμισης.

Διαχύτης φωτεινού καλύμματος και διαχύτης φωτεινού καλύμματος σχισμής

9.4. ΑΝΑΜΕΙΓΜΕΝΗ ΡΟΗ

Σχέδιο αέρα ροής και αεραγωγοί.

Αρχές και χαρακτηριστικά της μίξης της ροής.

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τις πλευρικές ψηλές εξόδους.

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί διαχύτες οροφής.

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί διαχύτες σχισμών

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί εξόδους πρεβαζιού και πατωμάτων

Στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή.

9.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΑΝΑΜΕΙΓΜΕΝΗΣ ΡΟΗΣ.

Επιλογή συγκεκριμένης εξόδου ανεφοδιασμού από τον κατάλογο του κατασκευαστή

Διανομή κρύου αέρα.

Ποσοστό όγκου ροής ανά έξοδο και ταχύτητα εξόδου ανεφοδιασμού.

Επιλογή βέλτιστης ρίψης και λόγος της ρίψης προς το χαρακτηριστικό μήκος

Καθορισμός των χαρακτηριστικών σχεδιασμού των διαχυτών σχισμών στην περιμετρική ζώνη

Επιλογή συγκεκριμένης εξόδου ανεφοδιασμού από τον κατάλογο του κατασκευαστή.

Προσδιορισμός του τελικού σχεδιαγράμματος των εξόδων ανεφοδιασμού και των εισόδων επιστροφής

9.6 ΡΟΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΡΟΗ

Ροή μετατόπισης.

Ομοιοκατευθυνόμενη ροή.

Ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρά δωμάτια.

Εξαερισμός οροφής.

Χώρος πίεσης οροφής και ταχύτητα αέρα ανεφοδιασμού.

9.7 ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΡΟΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Μοντέλο δύο στρωματοποιημένων ζωνών.

Χαρακτηριστικά λειτουργίας

Σύγκριση της στρωματοποιημένης ροής μετατόπισης και της αναμειγμένης ροής.

9.8 ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΗ ΡΟΗ- ΣΗΜΕΙΟ ΨΥΞΗΣ/ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Οφέλη της εκτοξευόμενης ροής.

Μελετώμενοι παράμετροι στο σχεδιασμό.

Υποδείξεις στο σχεδιασμό των σημείων ψύξης/ θέρμανσης.

9.9 ΑΝΟΔΙΚΗ ΡΟΗ – ΑΕΡΑΓΩΓΟΣ ΣΕ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟ ΠΑΤΩΜΑ

Ανοδική ροή από ένα υπερυψωμένο πάτωμα.

Μελλοντική ανάπτυξη.

9.1 ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ

Ο χώρος διάχυσης του αέρα διανέμει τον κλιματιζόμενο αέρα, ο οποίος περιέχει εξωτερικό αέρα, σε μια κατειλημμένη ζώνη (ή σε ένα δεδομένο εσώκλειστο χώρο) σε ένα κλιματιζόμενο χώρο σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κατόχων. Ένας κατειλημμένος χώρος είναι ένας χώρος με τις ακόλουθες διαστάσεις : (πλάτος δωματίου- 1ft) * (βάθος δωματίου - 1ft) * (ύψος 6ft). Ένας ικανοποιητικός χώρος διάχυσης του αέρα διανέμει ομοιόμορφα τον κλιματιζόμενο και εξωτερικό αέρα για να παρέχει ένα υγιεινό, και άνετο εσωτερικό περιβάλλον για τους κατόχους, ή το κατάλληλο περιβάλλον για μια συγκεκριμένη διαδικασία κατασκευής, με βέλτιστο κόστος.

Επειδή ο χώρος διάχυσης του αέρα είναι η τελευταία διαδικασία του κλιματισμού και πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου μέσα στο κλιματιζόμενο χώρο, έχει επιπτώσεις άμεσα στην αποτελεσματικότητα του κλιματισμού. Επειδή ο διάχυτος και περιβαλλοντικός αέρας είναι διαφανής, ο χώρος διάχυσης του αέρα είναι δύσκολο να σκιαγραφηθεί.

Ρεύμα αέρος και αποτελεσματική θερμοκρασία ρεύματος.

Ένα από τα πιο κοινά παράπονα για το κλιματιζόμενο χώρο είναι το ρεύμα. Το ρεύμα ορίζεται ως μια ανεπιθύμητη τοπική ψύξη του ανθρώπινου σώματος που προκαλείται από τη μετακίνηση αέρα και τη χαμηλότερη θερμοκρασία του αέρα στον χώρο. Τα πρόσφατα συμπεράσματα από τον Fanger et Al (1989) καταδεικνύουν ότι οι διακυμάνσεις της ταχύτητας του αέρα δημιουργούν επίσης ρεύματα. Το σχήμα 9.1 απεικονίζει τέτοιες διακυμάνσεις σε ένα χαρακτηριστικό κλιματιζόμενο χώρο. Η νέα αδιάστατη παράμετρος αποκαλούμενη ένταση αναταραχής (I_{tur}) εισάγεται και εκφράζεται όπως:

$$I_{tur} = \frac{\sigma_v}{v_m} \quad (9.1)$$

όπου σ = συνήθης απόκλιση των διακυμάνσεων της ταχύτητας του αέρα, σε ft/min,

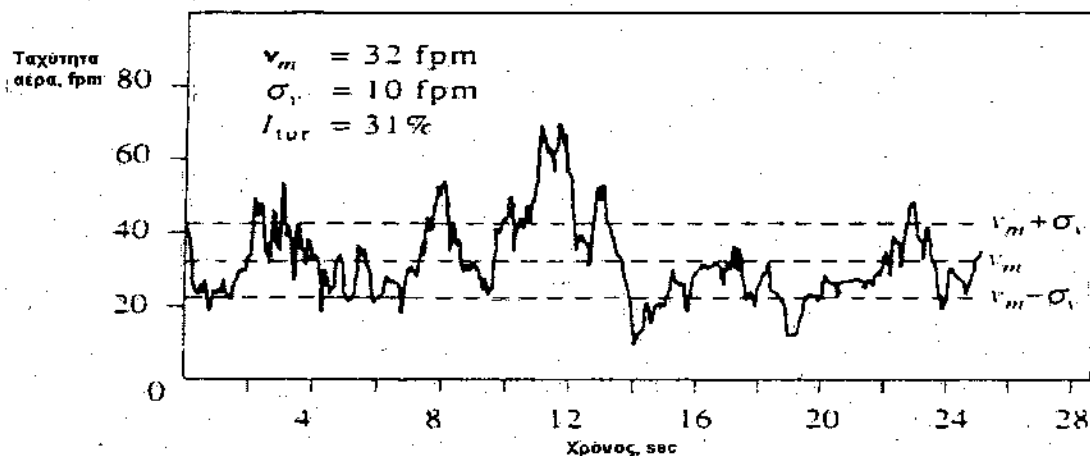
v_m = μέση ταχύτητα αέρα, σε fpm.

Τα πειράματα έδειξαν ότι σε $T_r = 73.4^\circ\text{F}$ και μια $v_m = 30$ fpm, το ποσοστό των δυσανεσθημένων κατόχων μπορεί να αυξηθεί από περίπου 10 σε 15 τοις εκατό όταν αυξάνεται η I_{tur} από 0,1 σε 0,5.

Μια παράμετρος που ονομάζεται αποτελεσματική θερμοκρασία ρεύματος θ , σε $^\circ\text{F}$, που συνδυάζει τα αποτελέσματα των ανωμαλιών της θερμοκρασίας του αέρα και της μετακίνησης του αέρα, χρησιμοποιείται συχνά για να αξιολογεί τις αποκλίσεις του τοπικού μεγέθους από τη μέση τιμή, και ορίζεται ως

$$\theta = (T_x - T_r) - a(v_x - v_m) \quad (9.2)$$

όπου T_x , v_x = θερμοκρασία του αέρα στο χώρο και ταχύτητα σε μια συγκεκριμένη θέση, σε $^\circ\text{F}$ και fpm. Στη σχέση (9.2), το σύμβολο a είναι μια σταθερά μετατροπής που συνδυάζει τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας του αέρα στο χώρο και των μετακινήσεων του αέρα. Η τιμή της είναι 0,07 όταν η T είναι εκφρασμένη σε $^\circ\text{F}$ και η v σε fpm.



ΣΧΗΜΑ 9.1 Διακυμάνσεις της ταχύτητας του αέρα σε ένα τυπικό κλιματιζόμενο χώρο. (Προσαρμοσμένος με την άδεια από το περιοδικό της ASHRAE Απρίλιος 1989 σελ.20)

Η διατήρηση της επιθυμητής μέσης ταχύτητας αέρα στο χώρο v_m , σε fpm, είναι πολύ σχετική με τη θερμοκρασία του αέρα T_r , το μεταβλητό ποσοστό, και τη μόνωση ιματισμού του κατόχου. Σύμφωνα με το σχέδιο 5.8, για μια σχετική υγρασία δωματίου $\phi = 50$ τοις εκατό, $T_{rad} = T_r$, ένα μεταβλητό ποσοστό 400 Btu/h, και μια μόνωση ιματισμού 0,6, η σχέση τους μπορεί να δοθεί ως εξής:

$T_r, ^\circ\text{F}$	70	72	74	76	78	80
$V_{\text{rms}}, \text{fpm}$	16	20	25	32	40	55

Δείκτης απόδοσης διάχυσης του αέρα.

Σε ένα βαθμό, το μέγεθος της αποτελεσματικής θερμοκρασίας ρεύματος αέρα θ απεικονίζει επίσης το βαθμό θερμικής άνεσης που μπορεί να παρασχεθεί από ένα άνετο σύστημα κλιματισμού. Κατά τη διάρκεια του δροσισμού στα εμπορικά και δημόσια κτήρια, εάν η θερμοκρασία του χώρου διατηρείται μεταξύ 75 και 78°F, $T_{\text{rad}} = T_r$, η ταχύτητα του αέρα είναι $v_r < 55 \text{ fpm}$, και η σχετική υγρασία του χώρου είναι μεταξύ 30 και 70 τοις εκατό, οι περισσότεροι ακίνητοι άνθρωποι αισθάνονται άνετα όταν $-3^\circ\text{F} < \theta < +2^\circ\text{F}$. Ο δείκτης απόδοσης της διάχυσης του αέρα (ADPI), επί τοις εκατό, που αξιολογεί την απόδοση της διάχυσης αέρα στο δωμάτιο, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$ADPI = N_\theta * \frac{100}{N} \quad (9.3)$$

Όπου N_θ = ο αριθμός των σημείων που μετρήθηκαν σε μια κατειλημμένη ζώνη όπου $-3^\circ\text{F} < \theta < +2^\circ\text{F}$

N = συνολικός αριθμός των σημείων που μετρήθηκαν στην κατειλημμένη ζώνη.

Όσο υψηλότερος είναι ο δείκτης ADPI, τόσο υψηλότερο είναι το ποσοστό των ανθρώπων που αισθάνονται άνετα. Η μεγαλύτερη τιμή ADPI πλησιάζει το 100 τοις εκατό.

Στη λειτουργία ψύξης, ο ADPI είναι ο κατάλληλος δείκτης για να αξιολογηθεί ένα σύστημα αεραγωγού. Για τη λειτουργία θέρμανσης, η κλίση της θερμοκρασίας μεταξύ δύο σημείων της κατειλημμένης ζώνης μπορεί να είναι καλύτερος δείκτης της θερμικής άνεσης των ατόμων και της αποτελεσματικότητας ενός συστήματος αεραγωγού. Συνήθως η κλίση της θερμοκρασίας είναι λιγότερο από 5°F μέσα σε μια κατειλημμένη ζώνη.

Αποτελεσματικός παράγοντας χώρου διάχυσης

Η αποτελεσματικότητα ενός χώρου διάχυσης αέρα (αεραγωγού) μπορεί και αυτή να αξιολογηθεί με τη χρησιμοποίηση ενός αποτελεσματικού παράγοντα διάχυσης για τη θερμοκρασία του αέρα e_T , ή για τη μόλυνση του αέρα e_c . Και οι δύο παράγοντες είναι αδιάστατοι. Ο αποτελεσματικός

παράγοντας ϵ_T συγκρίνει τις διαφορές θερμοκρασίας και ο ϵ_c συγκρίνει τη διαφορά μόλυνσης σύμφωνα με τις σχέσεις που ακολουθούν

$$\epsilon_T = \frac{T_{re} - T_s}{T_r - T_s} = \frac{T_{ex} - T_s}{T_r - T_s}, \quad \epsilon_c = \frac{C_{ex} - C_s}{C_r - C_s} \quad (9.4)$$

όπου T = θερμοκρασία, °F

C = η συγκέντρωση της μόλυνσης του αέρα, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ή $\text{grains}/\text{ft}^3$

Στη σχέση (9.4), ο δείκτης re αντιπροσωπεύει τον αέρα αναδιανομής, ο ex τον αέρα εξάτμισης, ο r τον αέρα του δωματίου ή τον αέρα στο σημείο της μέτρησης, και ο s τον αέρα ανεφοδιασμού. Όταν $e \geq 1$, ο αεραγωγός θεωρείται αποτελεσματικός. Εάν $e < 1$, μια μερίδα του αέρα ανεφοδιασμού έχει αποτύχει στον ανεφοδιασμό της κατειλημμένης ζώνης και εξατμίζεται μέσω της επιστροφής ή απευθείας κατά την είσοδο. Οι παράμετροι στον αριθμητή και τον παρονομαστή πρέπει να είναι στις ίδιες μονάδες.

Αποδοτικότητα του αέρα ανταλλαγής

Η αποδοτικότητα του αέρα ανταλλαγής ϵ_{ex} είναι η αναλογία του ονομαστικού χρόνου ανταλλαγής τ_n σε δευτερόλεπτα, προς το χρόνο ανταλλαγής όλου του αέρα σε ένα δωμάτιο ή σε ένα κλιματιζόμενο χώρο, σε δευτερόλεπτα, η οποία είναι:

$$\epsilon_{ex} = \frac{\tau_n}{2\tau_{mean}} \quad (9.5)$$

όπου τ_{mean} = η μέση ηλικία του αέρα στο δωμάτιο ή στο κλιματιζόμενο χώρο, σε sec. Στη σχέση (9.5), ο ονομαστικός χρόνος ανταλλαγής τ_n είναι στη πραγματικότητα ο χρόνος ανταλλαγής του αέρα που ρέει, ο οποίος εξαρτάται εξ ολοκλήρου από το ποσοστό εναλλαγής του αέρα, ή

$$\tau_n = 60 \frac{V_r}{V_s} \quad (9.6)$$

όπου V_r = ο όγκος του δωματίου ή του κλιματιζόμενου χώρου, ft^3
 V_s = το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού, cfm

Η αποδοτικότητα ανταλλαγής του αέρα συσχετίζεται πολύ με τη μέση ηλικία του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο και επομένως, το επίπεδο μόλυνσης του αέρα.

9.2 Ρεύματα jet.

Ένα ρεύμα jet είναι ένα ρεύμα αέρος που εκρέει από μια έξοδο με μια σημαντικά υψηλότερη ταχύτητα από αυτή του περιβάλλοντος αέρα, και κινείται κατά μήκος του κεντρικού άξονά του μέχρι η τελική ταχύτητά του μειωθεί σε ένα βαθμό όπου είναι ίση ή περίπου ίση με την ταχύτητα περιβάλλοντος αέρα. Λόγω της αναταραχής των σωματιδίων του αέρα τα ρεύματα jet τείνουν να διαδοθούν. Τα σωματίδια αυτά, επίσης, παρουσιάζουν ανοδική ή καθοδική πορεία ανάλογα με την ικανότητα άνωσης του ρεύματος του αέρα.

Το εξωτερικό όριο ενός ρεύματος jet όπου ο αέρας κινείται σε μια αντιληπτή ταχύτητα (όπως 150fpm, 100fpm, ή 50fpm) καλείται φάκελος.

Γενικά, τα ρεύματα jets μπορούν να ταξινομηθούν ως ελεύθερα ή περιορισμένα, ισόθερμα ή μη ισόθερμα, και αξονικά ή ακτινωτά. Ένα ελεύθερο ρεύμα jet είναι ένα ιδανικό ρεύμα jet του οποίου ο φάκελος(εξωτερικό όριο) δεν είναι περιορισμένος από την περιοχή του κλιματιζόμενου χώρου. Ο φάκελος ενός περιορισμένου ρεύματος jet περιορίζεται από την οροφή, το πάτωμα, τους τοίχους, τα παράθυρα, και τα έπιπλα του χώρου.

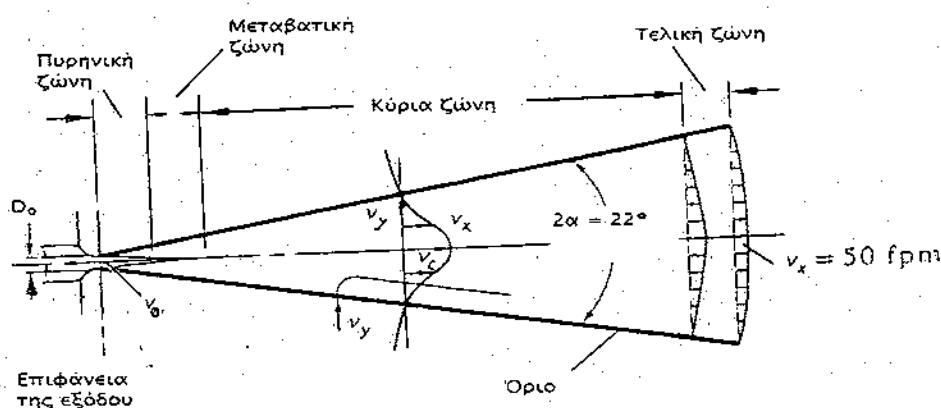
Σύμφωνα με πειραματικά αποτελέσματα, τα χαρακτηριστικά ενός ρεύματος jet πλησιάζουν εκείνων ενός ελεύθερου ρεύματος jet όταν ισχύει η σχέση $\sqrt{A_r/D_0} > 50$. Εδώ, το A_r αντιπροσωπεύει τη διατομή της περιοχής που είναι κάθετη στον κεντρικό άξονά του, σε ft^2 , και το D_0 δείχνει τη διάμετρο ή το κυκλικό ισοδύναμο της εξόδου ανεφοδιασμού, σε ft.

Το ισόθερμο ρεύμα jet είναι ένα ρεύμα jet του οποίου η θερμοκρασία είναι ίση ή σχεδόν ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντα αέρα. Το μη-ισόθερμο είναι αυτό του οποίου η θερμοκρασία είναι διαφορετική από αυτήν του περιβάλλοντος στον κλιματιζόμενο χώρο. Το αξονικό εκτοξεύεται προς μια κατεύθυνση, και το ακτινωτό ακτινωτά προς όλες τις κατευθύνσεις.

Ελεύθερα ισόθερμα ρεύματα jets

Τέσσερις ζώνες μπορούν να προσδιοριστούν κατά μήκος του κεντρικού άξονα ενός ελεύθερου ισόθερμου ρεύματος jet, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.2:

1. Πυρηνική ζώνη. Στην πυρηνική ζώνη, η ταχύτητα του κεντρικού άξονα παραμένει αμετάβλητη. Αυτή η ζώνη εκτείνεται περίπου $4 D_0$ από την επιφάνεια της εξόδου.
2. Μεταβατική ζώνη. Στη μεταβατική ζώνη, η ταχύτητα του κεντρικού άξονα μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με την τετραγωνική ρίζα της απόστασης από την επιφάνεια της εξόδου. Αυτή η ζώνη εκτείνεται περίπου $8 D_0$.
3. Κύρια ζώνη. Στην κύρια ζώνη, η ταραχώδης ροή είναι ολοκληρωτικά ανεπτυγμένη και η μέγιστη ταχύτητα μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με την απόσταση από την επιφάνεια της εξόδου. Ακόμα και όταν το ρεύμα jet εκρέει από μια ορθογώνια έξοδο, η διατομή του ρεύματος αέρα γίνεται κυκλική στην κύρια ζώνη. Αυτή η ζώνη εκτείνεται περίπου από 25 έως $100 D_0$ σε μήκος.
4. Τελική ζώνη. Στην τελική ζώνη, η μέγιστη ταχύτητα του αέρα μειώνεται γρήγορα σε ένα επίπεδο μικρότερη από 50 fpm μέσα σε μια απόσταση μερικών εξωτερικών διαμέτρων.



ΣΧΗΜΑ 9.2 Οι τέσσερις ζώνες ενός ελεύθερου ισόθερμου ρεύματος jet.

Στην πυρηνική, μεταβατική και κύρια ζώνη, η μεταβαλλόμενη ταχύτητα μεταφέρει με ορμή τα συστατικά στοιχεία πέρα από το όριο. Επομένως ο περιβάλλοντας αέρας προκαλείται στο ρεύμα jet και το ρεύμα αέρος αποκλίνει σε μια μεγαλύτερη ακτίνα κάθετα ή οριζόντια. Η γωνία της απόκλισης 2α ενός ελεύθερου ισόθερμου ρεύματος jet που εκρέει από ένα ακροφύσιο είναι περίπου 22° . Για ένα ρεύμα jet που εκρέει από μια αυλάκωση, η γωνία της απόκλισής του 2α κάθετα στην αυλάκωση είναι περίπου 33° . Εάν οι οδηγία πτερύγια στην έξοδο εκτρέπονται με γωνία από την ευθεία θέση, η ακτίνα του ρεύματος jet είναι μεγαλύτερη.

Το μέγεθος της ταχύτητας στα διαφορετικά διατομικά επίπεδα κάθετα στον αέρα ροής στην κύρια ζώνη ενός ελεύθερου ισόθερμου ρεύματος jet είναι παρόμοιο το ένα με το άλλο. Σε κάθε συγκεκριμένο διατομικό επίπεδο το μέγεθος της ταχύτητας μπορεί να προσεγγίζεται από τον τύπο :

$$\frac{R}{R_{0,5}}^2 = 3.3 \log \frac{v_c}{v_o} \quad (9.7)$$

όπου $v =$ η ταχύτητα του αέρα σε απόσταση R από τον κεντρικό άξονα του air jet, fpm

$v_c =$ η ταχύτητα στον κεντρικό άξονα, fpm

$R =$ η απόσταση από τον κεντρικό άξονα του ρεύματος jet, σε ft

$R_{0,5} =$ η απόσταση από τον κεντρικό άξονα του ρεύματος jet μέχρι ένα σημείο όπου η ταχύτητα είναι ίση με $0,5 v_c$, ft.

Η έρευνα δείχνει ότι ο νόμος της διατήρησης της ορμής μπορεί να θεωρηθεί στις κεντρικές ζώνες ενός ελεύθερου ρεύματος jet. Η εφαρμογή αυτού του νόμου για τον προσδιορισμό της ταχύτητας στον κεντρικό άξονα ενός ελεύθερου ρεύματος jet δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

$$\frac{v_c}{v_o} = \frac{K D_0}{x} = \frac{K' \sqrt{A_0}}{x} = \frac{K'' H_0}{x} \quad (9.8)$$

όπου $K, K'' =$ σταθερές της ταχύτητας του κεντρικού άξονα που εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο των εξόδων: κανονικά $K'' = 1,13K$

$H_0 =$ πλάτος της ακτίνας του ρεύματος jet στην έξοδο ή vena contracta, ft

$V_0 =$ η μέση ταχύτητα στην vena contracta μετά από την έξοδο, fpm

$X =$ η απόσταση από την επιφάνεια της εξόδου μέχρι το διατομικό επίπεδο που έχει ταχύτητα κεντρικού άξονα v_c , ft

Στη σχέση (9.8), το A_0 (σε ft²) αντιπροσωπεύει την αποτελεσματική περιοχή του ρεύματος αέρα, δηλαδή την ελάχιστη περιοχή στο vena contracta. Αυτό μπορεί να υπολογιστεί :

$$v_0 = v_{core} * C_d * R_{fo} \quad (9.9)$$

$$A_0 = A_c * C_d * R_{fo}$$

όπου $A_c =$ η πυρηνική περιοχή της εξόδου, δηλαδή, η επιφάνεια του ανοίγματος, ft²

V_{core} = η επιφανειακή ταχύτητα στον πυρήνα της εξόδου, σε fpm

C_d = ο συντελεστής απαλλαγής, συνήθως μεταξύ 0,65 και 0,9

R_{fa} = η αναλογία της ελεύθερης περιοχής προς την ολική περιοχή: η ελεύθερη περιοχή είναι η καθαρή περιοχή του ανοίγματος μέσω του οποίου ο αέρας μπορεί να περάσει.

Όταν η V_0 είναι μεταξύ 500 και 1000fpm, για τα στρογγυλά ελεύθερα ανοίγματα $K = 5$ και για τα ορθογώνια ανοίγματα και τους γραμμικούς διαχύτες αυλακώσεων $K' = 4.9$. Όταν η V_0 είναι μεταξύ 2000 και 5000fpm, για τα στρογγυλά ελεύθερα ανοίγματα $K = 6.2$.

Όταν τα πολλαπλά ρεύματα jet εκρέουν σε ένα καθορισμένο χώρο στο ίδιο επίπεδο, κάθε ρεύμα jet συμπεριφέρεται ανεξάρτητα έως ότου τα jets συναντηθούν. Από τη στιγμή που θα συναντηθούν, οι ταχύτητες μεταξύ των κεντρικών αξόνων των ρευμάτων jet θα αυξάνουν μέχρι να γίνουν ίσα με τις ταχύτητες των κεντρικών αξόνων των ρευμάτων jet.

Ρίψη, συντελεστής επαγωγής, και χαρακτηριστικό μήκος

Ρίψη, σε ft, ορίζεται ως η αξονική απόσταση από την έξοδο σε ένα διατομικό επίπεδο όπου η μέγιστη ταχύτητα του ρεύματος του αέρα στην τελική ζώνη έχει μειωθεί σε 50fpm, 100fpm, ή 150fpm. Η ρίψη υποδεικνύεται από το T_v , όπου ο δείκτης δείχνει την τελική ταχύτητα για την οποία μετράται η ρίψη. Για παράδειγμα, T_{50} δείχνει τη ρίψη με τελική ταχύτητα 50fpm.

Από τις σχέσεις (9.8) και (9.9), η ρίψη μπορεί να υπολογιστεί:

$$T_v = \frac{K' V_s}{v_{l,max} * \sqrt{A_c * C_d * R_{fa}}} \quad (9.10)$$

όπου $V_{l,max}$ = η μέγιστη ταχύτητα του ρεύματος αέρος στην τελική ζώνη, σε fpm. Για μια συγκεκριμένη διαμόρφωση του ανεφοδιασμού της εξόδου, η ρίψη T_v εξαρτάται και από τη ροή του όγκου ανεφοδιασμού V_s και από την ταχύτητα ανεφοδιασμού της εξόδου V_{core} .

Ο συντελεστής επαγωγής R_{en} είναι η αναλογία του ποσοστού ροής όγκου από τον ολικό όγκο του αέρα σε ένα συγκεκριμένο διατομικό επίπεδο του ρεύματος jet V_x προς το ποσοστό όγκου ροής του αέρα ανεφοδιασμού V_0 που βγαίνει από την έξοδο, ο οποίος καλείται μερικές φορές αρχικός αέρας. Ο συνολικός αέρας είναι το ποσό του αέρα ανεφοδιασμού και του παραγόμενου αέρα.

Ο συντελεστής επαγωγής είναι ανάλογος της απόστασης ή της τετραγωνικής ρίζας της απόστασης από την έξοδο. Για κυκλικά jet στην κύρια ζώνη, ο συντελεστής επαγωγής μπορεί να υπολογιστεί:

$$R_{en} = \frac{\dot{V}_x}{\dot{V}_0} = \frac{2x}{K' \sqrt{A_0}} = \frac{2v_0}{v_c}$$

Για μια μακριά αυλάκωση, ο συντελεστής επαγωγής είναι:

$$R_{en} = \frac{\dot{V}_x}{\dot{V}_0} = \sqrt{\frac{2x}{K' H_0}} = \sqrt{2} \frac{v_0}{v_c} \quad (9.11)$$

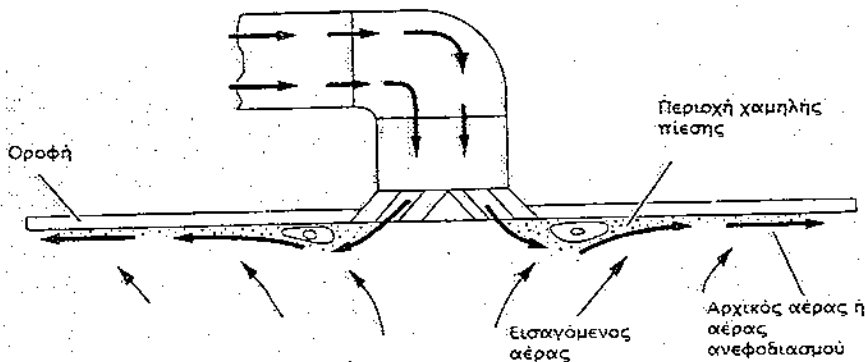
Το χαρακτηριστικό μήκος L , σε ft, είναι είτε η οριζόντια απόσταση από την επιφάνεια της εξόδου μέχρι τον κοντινότερο κάθετο απέναντι τοίχο, είτε η οριζόντια απόσταση από την επιφάνεια της εξόδου μέχρι το μεσοεπίπεδο μεταξύ δύο εξόδων στην κατεύθυνση της ροής του αέρα, ή η απόσταση μέχρι την κοντινότερη διατομή των ρευμάτων jets. Το κλάσμα της ρίψης προς το χαρακτηριστικό μήκος T_v / L σχετίζεται με το ADPI των διάφορων εξόδων ανεφοδιασμού και έχει χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος στο σχεδιασμό αεραγωγών.

Περιορισμένα ρεύματα jets.

Στην πράξη, τα περισσότερα ρεύματα jets περιορίζονται από το όριο του δωματίου ή του κλιματιζόμενου χώρου. Για ένα περιορισμένο ρεύμα jet, η συνολική ορμή των ρευστών στοιχείων μειώνεται βαθμιαία καθώς αυξάνεται η απόσταση από την έξοδο λόγω της τριβής μεταξύ του ρεύματος αέρα και του ορίου.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.

Όταν ένα αρχικό ρεύμα αέρος εκρέει από μια έξοδο ανεφοδιασμού και ρέει κατά μήκος μιας επιφάνειας, η ταχύτητα του αρχικού ρεύματος αέρος είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος αέρα και μια περιοχή χαμηλότερης πίεσης δημιουργείται κοντά στην επιφάνεια κατά μήκος της ροής αέρα, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.3. Συνεπώς, ο προκληθείς περιβάλλοντας αέρας σε μια συγκριτικά υψηλότερη πίεση πιέζει το ρεύμα jet ενάντια στην επιφάνεια, ακόμα και όταν είναι κυρτή η επιφάνεια. Ένα τέτοιο φαινόμενο καλείται επίδραση επιφάνειας ή επίδραση Conda.



ΣΧΗΜΑ 9.3. Επίδραση επιφάνειας.

Η τριβή μεταξύ του ρεύματος jet και του ορίου μειώνει την ταχύτητα του κεντρικού άξονα των περιορισμένων ρευμάτων jet, όπως φαίνεται στο σχήμα 9,4. Εντούτοις, λόγω της επίδρασης επιφάνειας, η ρίψη ενός περιορισμένου ρεύματος jet είναι μακρύτερη και η πτώση από τον οριζόντιο άξονα μικρότερη, από εκείνες των ελεύθερων ρευμάτων jet .

ΣΧΕΔΙΟ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ.

Το σχέδιο ροής και τα χαρακτηριστικά ενός περιορισμένου ρεύματος jet που χρησιμοποιεί μια έξοδο με πλευρικά τοιχώματα εισήχθησαν από τους Ρώσους επιστήμονες κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950. Σε ένα κλιματιζόμενο δωμάτιο του οποίου η έξοδος ανεφοδιασμού βρίσκεται επάνω από την κατελιημμένη ζώνη και το άνοιγμα της εξάτμισης είναι στην ίδια πλευρά με την έξοδο ανεφοδιασμού, το ρεύμα jet ανεφοδιασμού προσκολλάται στην οροφή και ανακατεύεται με τον αέρα του δωματίου. Το προκαλούμενο αντίστροφο ρεύμα αέρος, με ακόμη μεγαλύτερη ταχύτητα και θερμοκρασία διανομής από αυτό του ρεύματος jet, καλύπτει την κατελιημμένη ζώνη.

Το σχήμα 9.5 παρουσιάζει σχέδιο ροής αέρα ενός περιορισμένου ισόθερμου ρεύματος jet. Όταν ο αέρας ανεφοδιασμού εκρέει από την κυκλική έξοδο και κινείται κατά μήκος της οροφής, τα κυμαινόμενα τμήματα της ταχύτητας συνεχίζουν να μεταφέρουν με ορμή πέρα από το όριο του ρεύματος jet. Επομένως, ο περιβάλλοντας αέρας προκαλεί το ρεύμα jet, και η προκληθείσα ροή κυκλικού αέρα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του εσωκλειόμενου χώρου.

Καθώς το ρεύμα jet προωθείται, το ποσοστό της μάζας ροής του αυξάνει και η μέση ταχύτητα του αέρα μειώνεται μέχρι να φτάσει σε ένα σε μια διατομή σχεδίου όπου η αδιάστατη απόσταση $s = 0,22$. Ο όρος s ορίζεται ως

$$s = \frac{\alpha x}{\sqrt{0.5 A}} \quad (9.12)$$

όπου α = παράγοντας αναταραχής: για ένα κυκλικό ακροφύσιο, $\alpha = 0,076$, και για μια ορθογώνια έξοδο χωρίς οδηγούς ανέμου, $\alpha \approx 0,15$.

Το ρεύμα jet τερματίζει πέρα από $s = 0,22$ και το ρεύμα αέρος κάνει μια στροφή 180° , δημιουργώντας ένα αντίθετο ρεύμα αέρος που ρέει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η πλειοψηφία του αντίστροφου ρεύματος αέρος γυρίζει προς τα πάνω και προκαλεί πάλι το ρεύμα jet. Μόνο ένα τμήμα αυτού βγαίνει έξω από το δωμάτιο.

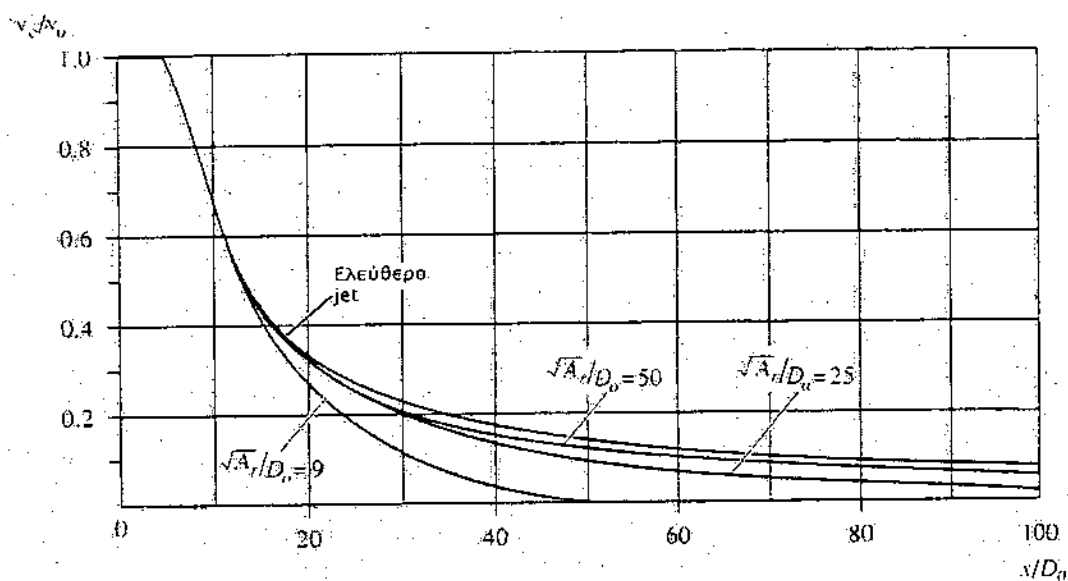
Η γωνία της απόκλισης, οι μεταβολές της ταχύτητας, και ο υπολογισμός του συντελεστή επαγωγής των περιορισμένων ρευμάτων jet είναι παρόμοιοι με εκείνους των ελεύθερων ρευμάτων jet. Βασισμένοι στην αρχή της συνοχής της μάζας στη σταθερή κατάσταση, τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των περιορισμένων ρευμάτων jet μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

Εάν δεν υπάρχει διείσδυση ή απομάκρυνση από το δωμάτιο, το ποσοστό μαζικής ροής του αέρα ανεφοδιασμού είναι ακριβώς ίσο με του αέρα εξάτμισης.

Εάν δεν υπάρχουν παρεμποδίσεις στο δωμάτιο, οι γραμμές του ρεύματος του προκληθέντος αέρα είναι κλειστές καμπύλες.

Εάν η έξοδος ανεφοδιασμού και η είσοδος εξάτμισης είναι τοποθετημένοι στην ίδια πλευρά του δωματίου, σε οποιοδήποτε διατομικό επίπεδο κάθετο στην οριζόντια ροή αέρα, το ποσοστό μαζικής ροής των ρευμάτων αέρα που ρέουν στις αντίθετες κατευθύνσεις πρέπει να είναι ίσο.

Το ποσοστό ροής όγκου του προκληθέντος αέρα είναι ίσο ή αρκετές φορές μεγαλύτερο από τον αέρα ανεφοδιασμού στο διατομικό επίπεδο όπου $s = 0,22$. Τα χαρακτηριστικά από τα ρεύματα αέρος στην κατελιημένη ζώνη εξαρτώνται κυρίως από το προκληθέν αντίστροφο ρεύμα αέρος. Το ποσοστό όγκου ροής και η ταχύτητα αέρα του αντίστροφου ρεύματος αέρος είναι υψηλότερα στο διατομικό επίπεδο όπου $s = 0,22$.



ΣΧΗΜΑ 9.4. Οι ταχύτητες των κεντρικών αξόνων των περιορισμένων air jets.

Ελεύθερα μη ισόθερμα air jets.

Όταν η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου αέρα που εκρέει από μια έξοδο ανεφοδιασμού είναι διαφορετική από αυτήν του περιβάλλοντος αέρα σε ένα ρυθμισμένο χώρο, η άνωση των ρευστών σωματιδίων προκαλεί την τροχιά του ρεύματος jet να παρεκκλίνει από τον άξονα του ελεύθερου ισόθερμου ρεύματος jet. Ένα κρύο ρεύμα jet θα κατεβεί, και ένα θερμό ρεύμα jet θα ανέβει. Το σχήμα 9.6 δείχνει ένα ελεύθερο κρύο ρεύμα jet που απελευθερώνεται οριζόντια από ένα ακροφύσιο.

Στο σχέδιο 9.6, x είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ ενός διατομικού επιπέδου σε ένα κρύο ρεύμα jet και της επιφάνεια της εξόδου και y είναι η πτώση του κρύου ρεύματος jet, δηλαδή η κάθετη απόσταση μεταξύ του οριζόντιου άξονα του ακροφυσίου και του κέντρου του συγκεκριμένου διατομικού επιπέδου. Οι μεταβολές της ταχύτητας στο συγκεκριμένο διατομικό επίπεδο υποδεικνύονται από τη μαύρη γραμμή και οι μεταβολές της θερμοκρασίας υποδεικνύονται από τη διακεκομμένη γραμμή.

Σύμφωνα με πειραματικά αποτελέσματα από τον Kostel (1955), ο ακόλουθος εμπειρικός τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει την κατακόρυφη πτώση ενός κρύου ρεύματος jet και την κατακόρυφη άνοδο του θερμού ρεύματος jet που εκρέει από ένα ακροφύσιο.

$$\frac{y}{\sqrt{A_0}} = \frac{x}{\sqrt{A_0}} \tan a + KA_r \frac{x}{(\sqrt{A_0}) \cos a} \quad (9.13)$$

όπου a = η γωνία μεταξύ του κεντρικού άξονα του ρεύματος jet και του οριζώντιου άξονα του ακροφυσίου, μοίρες

K = μια σταθερά.

Το A_r , γνωστό ως αριθμός του Αρχιμήδη, δείχνει τις δυνάμεις άνωσης του ρεύματος jet και δίνεται από τον τύπο:

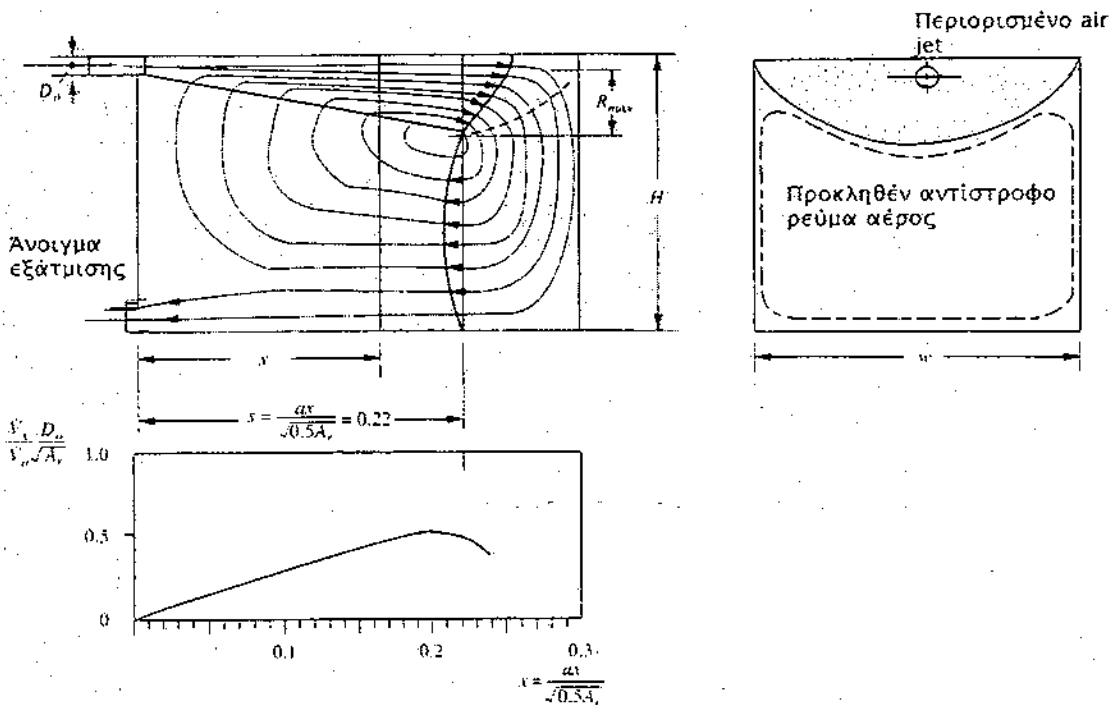
$$A_r = g \frac{\sqrt{A_0}}{v^2_0} \frac{\Delta T_0}{T_{Rr}} \quad (9.14)$$

όπου g = η επιτάχυνση της βαρύτητας, ft / s^2

ΔT_0 = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα ανεφοδιασμού στην έξοδο και του περιβάλλοντος αέρα στον καθορισμένο χώρο, °F

T_{Rr} = απόλυτη θερμοκρασία του αέρα του χώρου, °R

Για τα ελεύθερα ρεύματα jet, ο Kostel (1955) καθόρισε ότι η σταθερά $K = 0.065$.



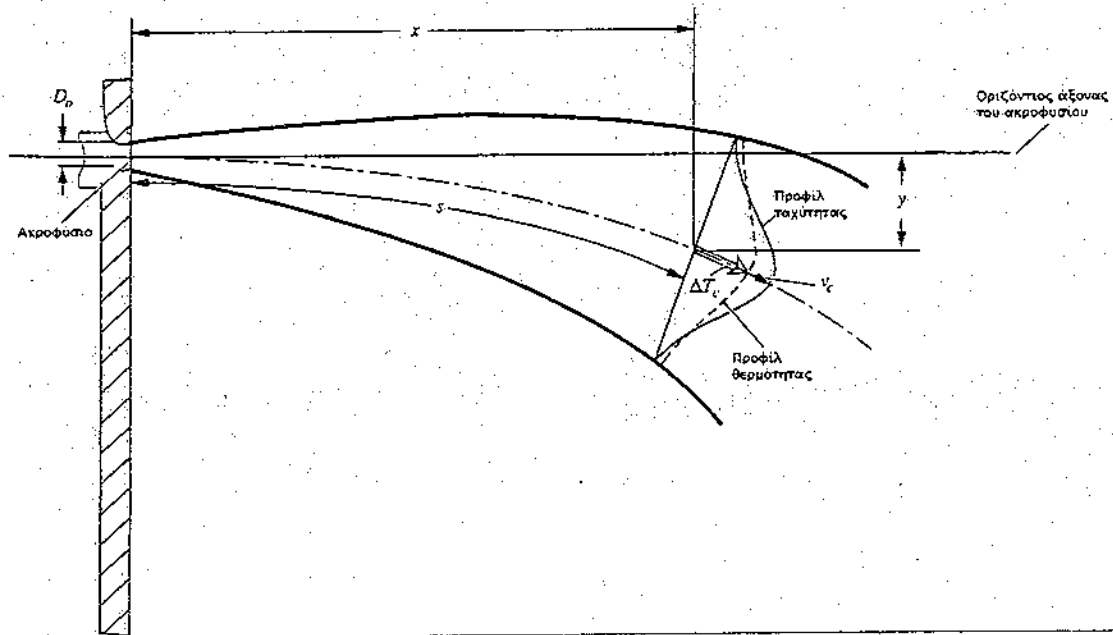
ΣΧΗΜΑ 9.5. Σχέδιο ροής αέρα ενός τυπικού περιορισμένου ρεύματος jet.

Για ένα μη ισόθερμο ρεύμα jet, η σχέση μεταξύ της πτώσης της ταχύτητας του κεντρικού άξονα και της αντίστοιχης θερμοκρασίας, σε °F, μπορεί να παρουσιαστεί ως εξής:

$$\frac{\Delta T_c}{\Delta T_o} = \frac{(T_C - T_R)}{(T_S - T_R)} = 0.8v_c / V_o \quad (9.15)$$

όπου ο δείκτης c αντιπροσωπεύει τους κεντρικούς άξονες, ο την έξοδο, και το γ το διάστημα.

Τα χαρακτηριστικά των ισόθερμων ακτινωτών ρευμάτων jet είναι παρόμοια με εκείνα των αξονικών ρευμάτων jet. Κατά τον καθορισμό της ταχύτητας του κεντρικού άξονα, χρησιμοποιείται x / H_0 για τα ακτινωτά ρεύματα jet αντί $x / \sqrt{A_0}$ των αξονικών ρευμάτων jet.



ΣΧΗΜΑ 9.6 Διαδρομή ενός κρύου air jet που εκρέει οριζόντια από ένα ακροφύσιο.

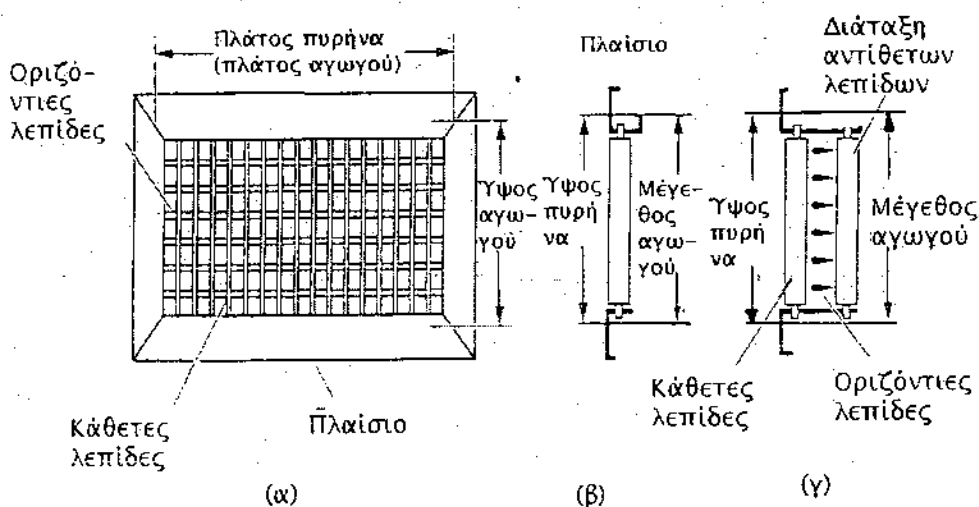
9.3 ΕΞΟΔΟΙ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΙ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

Ο κατάλληλος τύπος εξόδου ανεφοδιασμού για ένα κλιματιζόμενο χώρο καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την αρχιτεκτονική οργάνωση του δωματίου, το πρότυπο ροής αέρα που απαιτείται, τις εσωτερικές περιβαλλοντικές απαιτήσεις, και την κατάσταση των φορτίων. Πέντε τύποι εξόδων ανεφοδιασμού χρησιμοποιούνται αυτήν την περίοδο: πλέγματα και σχάρες ελέγχου παροχής, διαχύτες οροφής, διαχύτες αυλακώσεων, φωτεινοί διαχύτες καλύμματος φωτεινών πηγών, και ακροφύσια. Η ποδιά της εξόδου είναι στην πραγματικότητα ένας τύπος πλεγμάτων που τοποθετείται στο επάνω σημείο ενός ανεμιστήρα-διάφραγμα.

Σχάρες και registers.

Σχάρα ή πλέγμα, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.7α, είναι μια έξοδος για τον αέρα ανεφοδιασμού ή μια είσοδος για τον αέρα επιστροφής ή τον αέρα εξαγωγής. Σχάρα ελέγχου παροχής είναι μία σχάρα με κινητό διάφραγμα ελέγχου του όγκου αέρα. Το σχήμα 9.7β παρουσιάζει μόνο κινητό πλέγμα. Αποτελείται από ένα πλαίσιο και ένα σύνολο διευθετημένων πτερυγίων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε κάθετα είτε οριζόντια πτερύγια ως επιφανειακά πτερύγια για να εκτρέψουν το ρεύμα αέρος.

Η εικόνα 9.7γ παρουσιάζει διπλή κινητή σχάρα ελέγχου παροχής αέρα. Έχει τη δυνατότητα να εκτρέπει το ρεύμα αέρος και οριζόντια και κάθετα. Ένα διάφραγμα ελέγχου του όγκου χρησιμοποιείται και εδώ για τη ρύθμιση του όγκου ροής μέσω του Register. Συνήθως χρησιμοποιούνται εξωθημένα πτερύγια αργιλίου, πλαίσια από αργίλιο ή χάλυβα, και διαφράγματα από χάλυβα. Ένα σκληρό σμάλτο στο τελείωμα του πλέγματος δίνει μια ελκυστική εμφάνιση.



ΣΧΗΜΑ 9.7. Πλέγμα και σχάρα ελέγχου παροχής αέρα ανεφοδιασμού: (α) πλέγμα, όψη, (β) μονή κινητή σχάρα ελέγχου παροχής αέρα με κάθετες λεπίδες, (γ) διπλή κινητή σχάρα ελέγχου παροχής αέρα, με οριζόντιες και κάθετες λεπίδες.

Τα πλέγματα έχουν ένα συγκριτικά χαμηλότερο συντελεστή επαγωγής, μεγαλύτερη πτώση, μακρύτερη ρίψη, και μεγαλύτερες ταχύτητες αέρα στην κατειλημμένη ζώνη από τους διαχύτες αυλακώσεων και οροφών.

Στον κατάλογο του κατασκευαστή, η απόδοση ενός πλέγματος ή σχάρας ελέγχου παροχής αέρα καθορίζεται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

Μέγεθος πυρήνα ή περιοχή πυρήνα A_c , τα οποία δείχνουν τη συνολική περιοχή των επιπέδων ενός ανοίγματος, ft^2

Ποσοστό όγκου ροής V , cfm

Ταχύτητα αέρα $v = V / A_k$, fpm

Συνολική απώλεια πίεσης Δp_t , σε WG .

Ρίψη στις τελικές ταχύτητες των $50fpm$, $100fpm$, και των $150fpm$ με οριζόντια πτερύγια εκτρέπεται κατά 0° , $22,5^\circ$ και 45°

Καμπύλη κριτηρίων θορύβου.

Εδώ το A_k αντιπροσωπεύει την καθαρή ή διορθωμένη περιοχή, σε ft^2 , η οποία είναι η ανεμπόδιση περιοχή ενός πλέγματος, μίας σχάρας ελέγχου παροχής αέρα ή ενός διαχύτη που μετρείται στην έξοδο.

Για το Συμβούλιο Κατασκευαστών Αεραγωγών- για επικυρωμένη εκτέλεση στοιχείων, η ρίψη είναι δοκιμασμένη σε ισόθερμα jet για να αποφευχθεί η επίδραση των δυνάμεων άνωσης σε διαφορετικές διαφορές θερμοκρασίας ΔT_s ανεφοδιασμού. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής, η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ του ανεφοδιασμού και του δωματίου του αέρα δεν μπορεί να υπερβεί $\pm 2^\circ F$.

Διαχύτες οροφής

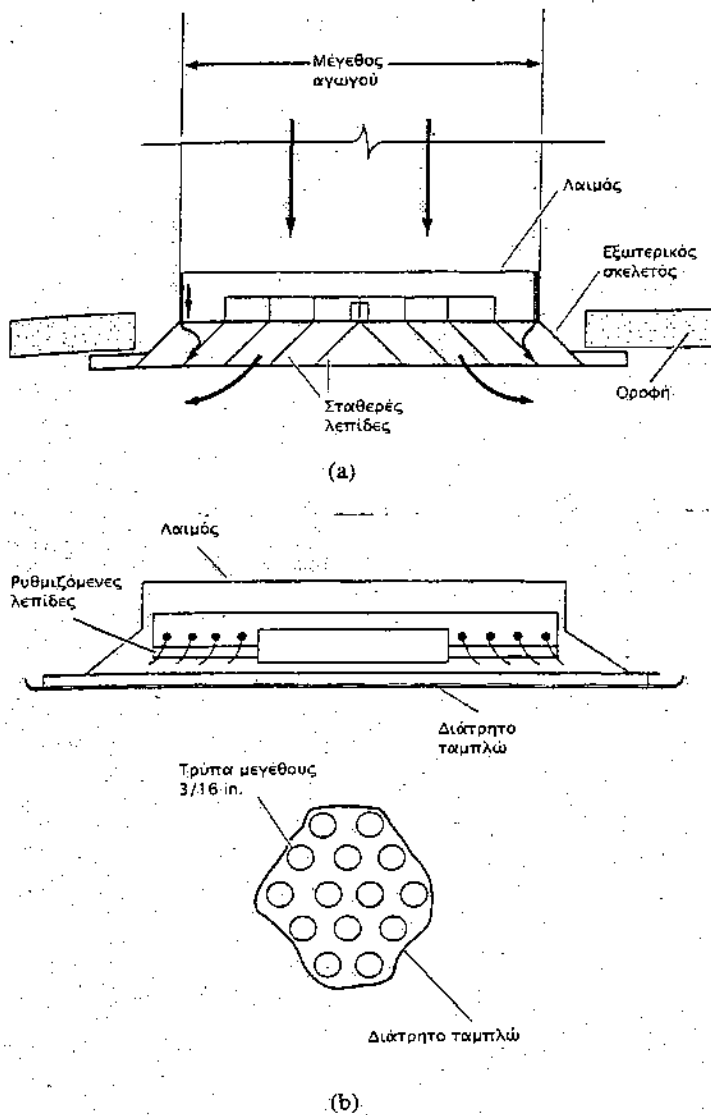
Ένας διαχύτης οροφής αποτελείται από μια σειρά ομόκεντρων δαχτυλιδιών ή εσωτερικών κώνων φτιαγμένων από πτερύγια τακτοποιημένα σε σταθερές κατευθύνσεις, και ένα εξωτερικό περίβλημα ή ένα πλαίσιο όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.8. Οι διαχύτες αυτοί μπορεί να είναι στρογγυλοί, τετραγωνικοί, ή ορθογώνιοι. Ο αέρας ανεφοδιασμού απαλλάσσεται μέσω των ομόκεντρων διαδρομών ή των προσανατολισμένων διαδρόμων σε μία, δύο, τρεις, ή σε όλες τις κατευθύνσεις με τη χρησιμοποίηση διαφορετικών τύπων εσωτερικών κώνων και πτερυγίων.

Η διάταξη για την εκροή του αέρα σε πολλούς ανώτατους διαχύτες μπορεί να αλλάξει από οριζόντια σε κάθετη διαμόρφωση με τη βοήθεια των

διευθετήσιμων εσωτερικών κώνων ή με ειδικά πτερύγια εκτροπής. Οι ανώτατοι διαχύτες τοποθετούνται συχνά στο κέντρο του κλιματιζόμενου χώρου και εκρέουν προς όλες τις κατευθύνσεις.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ενός ανώτατου διαχύτη είναι η επίδραση επαγωγής του. Επαγωγή είναι το ποσοστό του όγκου ροής του αέρα του χώρου που εισάγεται στην έξοδο από το αρχικό ρεύμα αέρος. Επίσης, ονομάζεται και εισπνοή. Ο λόγος του ποσοστού του όγκου ροής του εισαγόμενου αέρα προς το ποσοστό του όγκου ροής του αέρα ανεφοδιασμού V_{ind} / V_s (και τα δύο σε cfm) καλείται λόγος επαγωγής. Ένας ανώτατος διασκορπιστής με υψηλό λόγο επαγωγής είναι ευεργετικός για μια μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού ΔT_s για το διασκορπισμό κρύου αέρα σε συστήματα αποθήκευσης πάγου, με τα οποία θα ασχοληθούμε στο κεφάλαιο 25.

Η εικόνα 9.8b παρουσιάζει ένα διάτρητο ανώτατο διαχύτη. Μια διάτρητη επιφάνεια αυξάνει την επίδραση επαγωγής. Χρησιμοποιείται, επίσης, για να ταιριάζει με την εμφάνιση του πλακακιού της οροφής. Η διάμετρος των τρυπών στη διάτρητη επιφάνεια είναι συνήθως 3/16 in. Κάποιο ανώτατοι διαχύτες είναι σχεδιασμένοι να εκρέουν αέρα ομοιόμορφα σε όλες τις κατευθύνσεις έτσι ώστε οι γύρω επιφάνειες να έχουν λιγότερες πιθανότητες να λεκιαστούν.



ΣΧΗΜΑ 9.8. Ανώτατοι διαχύτες: (α) τετράγωνος και ορθογώνιος ανώτατοι διαχύτες και (β) διατρυπημένος ανώτατος διαχύτης.

Το μέγεθος ενός ανώτατου διαχύτη καθορίζεται από το μέγεθος των λαιμών του, και επομένως είναι στενά συνδεδεμένο με την ταχύτητα των λαιμών του διαχύτη. Οι ανώτατοι διαχύτες αποτελούνται από ένα εξωτερικό περίβλημα και έναν μετακινούμενο εσωτερικό πυρήνα. Η διάταξη αντίθετων λεπίδων με μια συσκευή εξίσωσης των παράλληλων λεπίδων που τοποθετούνται μέσα σε ένα πλαίσιο χρησιμοποιείται συχνά για να ρυθμίζει τη ροή του όγκου και να παρέχει μια πιο ομοιόμορφη ροή αέρα.

Οι ανώτατοι διαχύτες συνήθως κατασκευάζονται από χάλυβα επικαλυμμένο με αλουμίνιο - επεξεργασμένο αλουμίνιο ή ξύλο.

Εκτός των υψηλών αναλογιών επαγωγής, οι ανώτατοι διαχύτες έχουν επίσης καλή επίδραση επιφάνειας και κοντύτερη ρίψη, και μπορούν να παρέχουν τον αέρα σε όλες τις κατευθύνσεις. Οι οριζόντια προβαλλόμενοι ανώτατοι διαχύτες είναι κατάλληλοι για κλιματιζόμενους χώρους με χαμηλό ύψος.

Τα στοιχεία για την αρτιότητα λειτουργίας ενός ανώτατου διαχύτη καθορίζονται από τις εξής παραμέτρους:

Η ταχύτητα λαιμών v_{neck} , δηλαδή η μέση ταχύτητα αέρα στο λαιμός του διαχύτη, fpm

Ποσοστό ροής όγκου, $V_s = A_k * v_s$, cfm: Το A_k προσδιορίζεται στο εργαστήριο δοκιμής, και η μέση ταχύτητα v_s ανεφοδιασμού μετριέται συνήθως σε μια διευκρινισμένη θέση στην έξοδο από μια λεπίδα-ανεμόμετρο εκτροπής, αποκαλούμενη συχνά ταχύμετρο.

Συνολική απώλεια πίεσης Δp_t , σε in. WG.

Ρίψη, ft

Καμπύλη κριτηρίων θορύβου.

Διαχύτες σχισμής.

Ο διαχύτης σχισμής αποτελείται από ένα κιβώτιο με μονές ή πολλαπλές σχισμές και λεπίδες εκτροπής του αέρα, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.9.

Οι σχισμές είναι διαθέσιμες σε 0.5-in., 0.75-in., 1 -in. και 1.5-in. πλάτος. Οι σχισμές με πλάτος 0.75-in. και 1-in. χρησιμοποιούνται συνηθέστερα. Οι αυλακώσεις έχουν συνήθως 2, 3, 4, 5, ή 6ft μήκος. Ο αέρας που εκρέει από έναν διαχύτη σχισμών μπορεί να προβληθεί οριζόντια ή κάθετα. Με έναν μονό διαχύτη σχισμής, ο αέρας πάντα εκρέει σε μια κατεύθυνση. Με τις πολλαπλές αυλακώσεις, ο αέρας μπορεί να εκρέει οριζόντια είτε αριστερά είτε δεξιά, είτε σε ένα συνδυασμό αυτών. Μια σχισμή μπορεί να εξάγει αέρα κάθετα ενώ μια άλλη οριζόντια. Οι διαχύτες αυλακώσεων καλούνται συχνά διαχύτες T-φραγμών, δεδομένου ότι είναι συμβατοί με τους τυποποιημένους ανώτατους T-φραγμούς.

Ο αέρας εισάγεται στο κουτί από το στρογγυλό κολπίσκο στη μια πλευρά. Ο ρόλος του κιβωτίου είναι να διασκορπίζει τον αέρα όσο πιο ομοιόμορφα γίνεται, στην αυλάκωση. Το κιβώτιο είναι μερικές φορές εσωτερικά μονωμένο. Αφού περνά τις λεπίδες διασκορπισμού, ο αέρας εκρέει από την αυλάκωση οριζόντια (αριστερά ή δεξιά) ή κάθετα σύμφωνα με το πρότυπο ροής αέρα που απαιτείται. Το σχήμα 9.9 δείχνει τα ρεύματα αέρος που εξάγονται από διαχύτες σχισμής προς διάφορες κατευθύνσεις. Οι διαφορετικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν δικές τους πατέντες για τις

λεπίδες διασκορπισμού του αέρα. Οι λεπίδες διασκορπισμού μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να μπλοκάρουν εντελώς τη ροή του αέρα εάν αυτό είναι απαραίτητο.

Το εξωθημένο αργίλιο χρησιμοποιείται ευρέως ως υλικό για την κατασκευή της αυλάκωσης και ένα γαλβανισμένο φύλλο χρησιμοποιείται για το κιβώτιο.

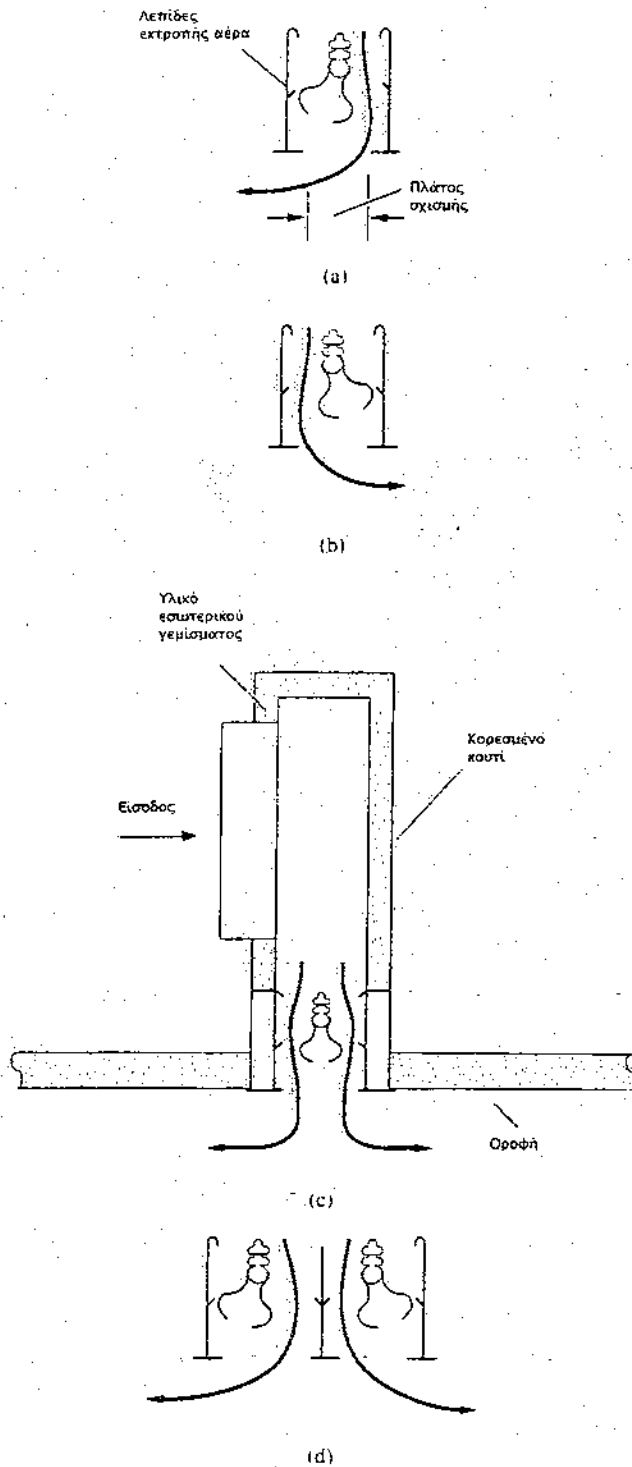
Η αρτιότητα λειτουργίας ενός διαχύτη σχισμής καθορίζεται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

Πλάτος της σχισμής, αριθμός σχισμών και μήκος σχισμών

Το ποσοστό όγκου ροής ανά ft σχισμής, ή ένταση της σχισμής σε cfm/ft

Ρίψη, ολική απώλεια πίεσης και καμπύλη κριτηρίων θορύβου.

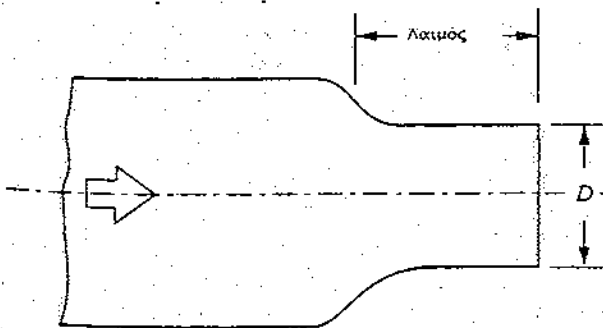
Ο πίνακας 9.1 απαριθμεί τα στοιχεία απόδοσης ενός τυπικού διαχύτη σχισμών με σχισμή πλάτους 0.75-in., που λαμβάνεται από τον κατάλογο ενός κατασκευαστή.



ΣΧΗΜΑ 9.9 Διαχύτες σχισμών: (a)οριζόντια αριστερά, (b)οριζόντια δεξιά, (c) κάθετα και (d) διπλής κατεύθυνσης δύο σχισμών.

Ακροφύσια.

Το ακροφύσιο είναι μια στρογγυλή έξοδος ανεφοδιασμού (δείτε το σχέδιο 9.10). Το ρεύμα αέρος που εκρέει από ένα ακροφύσιο συμβάλλεται αμέσως πριν από την έξοδο, το οποίο συντελεί σε μια υψηλότερη ταχύτητα ροής και ακόμη καλύτερη κατανομή. Η επιδίωξη της χρησιμοποίησης ενός ακροφυσίου αντί άλλων τύπων εξόδων ανεφοδιασμού είναι η παροχή μακρύτερης ρίψης και μικρότερου διασκορπισμού. Ακροφύσια συνήθως χρησιμοποιούνται σε συστήματα αεραγωγών με μεγάλο όγκο χώρου ή στη ψύξη/θέρμανση σημείων, τα οποία θα καλυφθούν λεπτομερώς στην παράγραφο 9.8.



ΣΧΗΜΑ 9.10 Κυκλικό ακροφύσιο.

Εξαρτήματα για τις εξόδους ανεφοδιασμού.

Τα πλέγματα, οι σχάρες ελέγχου παροχής αέρα και οι διαχύτες μπορεί να απαιτούν ορισμένα εξαρτήματα για να διαμορφώσουν το ποσοστό του όγκου ροής της κάθε εξόδου ανεφοδιασμού και για να διανέμουν τον αέρα περισσότερο ομαλά στην έξοδο. Κατά την παρούσα περίοδο τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν:

Κινητό διάφραγμα ρύθμισης της έντασης αντίθετων πτερυγίων. Συνήθως συνδέεται με την σχάρα ελέγχου παροχής αέρα αντίθετα από τα πτερύγια, ή τοποθετείται στο εξωτερικό κολάρο καταλήγοντας σε ένα ανώτατο διαχύτη, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.11a.

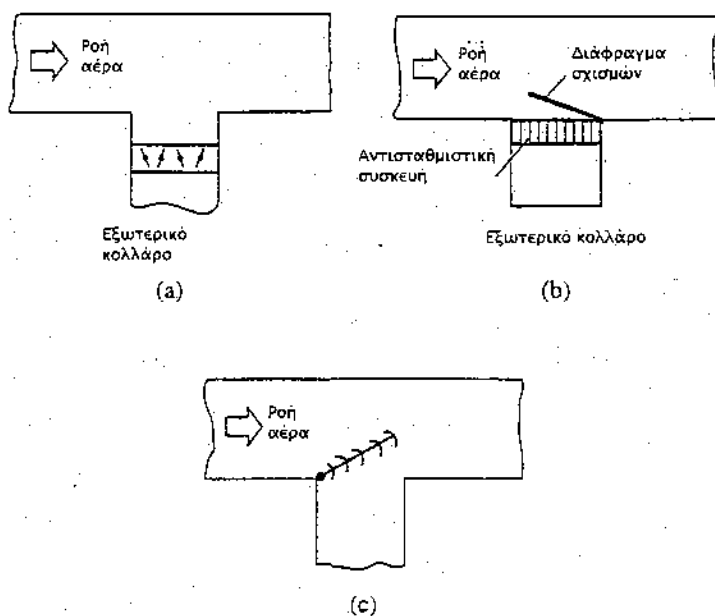
Διάφραγμα διαχωρισμού. Ένα κομμάτι μεταλλικού φύλλου αρθρωμένο στο ένα άκρο από τη μία πλευρά του τοιχώματος του αγωγού όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.11b. Ένα πλέγμα εξίσωσης χρησιμοποιείται συχνά συγχρόνως για να διανέμει τον αέρα ανεφοδιασμού περισσότερο ομαλά στην έξοδο. Το διάφραγμα διαχωρισμού τοποθετείται, επίσης συχνά, στη σύνδεση δυο κύριων αγωγών για να ρυθμίζει το ποσοστό όγκου ροής του αέρα ανεφοδιασμού μεταξύ αυτών των αγωγών.

Σπειροειδής συσκευή καμπυλωτών λεπίδων. Αυτές οι λεπίδες τοποθετούνται πάντα πριν από το άνοιγμα της εξόδου, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.11c. Οι καμπυλωτές λεπίδες μέσω των οποίων εισάγεται ο αέρας πριν την εκροή του, παραμένουν παράλληλες στην κατεύθυνση της ροής του αέρα. Η σπειροειδής συσκευή των καμπυλωτών λεπίδων είναι κυρίως κατάλληλη για τη ρύθμιση του ποσοστού ροής αέρα για τις σχάρες ελέγχου παροχής αέρα στην έξοδο.

Είσοδοι επιστροφής και εξαγωγής.

Διάφοροι τύποι εισόδων επιστροφής χρησιμοποιούνται για την επιστροφή του αέρα στη μονάδα εισόδου- εξόδου του αέρα ή στη μονάδα συσκευασίας στο χώρο των ανεμιστήρων. Οι εισοδοί εξάτμισης είναι συνήθως συνδεδεμένοι με τον αγωγό εξαγωγής. Προτού να εκλυθεί ο μολυσμένος αέρας, συνήθως καθαρίζεται και μεταχειρίζεται με ειδικό εξοπλισμό καθαρισμού.

Οι εξοδοί επιστροφής και εξαγωγής μπορούν να ταξινομηθούν ως πλέγματα επιστροφής ή εξαγωγής, σχάρες ελέγχου παροχής αέρα επιστροφής ή εξαγωγής, σχισμές επιστροφής και αεριζόμενα καλύμματα φωτεινών πηγών



ΣΧΗΜΑ 9.11 Εξαρτήματα για τις εξόδους ανεφοδιασμού: (α)διάφραγμα αντίθετων λεπίδων, (b) διάτρητο διάφραγμα με συσκευή αντιστάθμισης και (c)σπειροειδής συσκευή καμπυλωτών λεπίδων.

Τα πλέγματα και οι σχάρες ελέγχου παροχής αέρα επιστροφής (δείτε το σχέδιο 9.12) έχουν παρόμοια κατασκευή και σχήμα για να ανεφοδιάζουν τα

πλέγματα και τις σχάρες ελέγχου παροχής αέρα. Στο σχέδιο 9.12a, μόνο ένα σετ από λεπίδες απαιτείται για να κατευθύνει τον αέρα στον αγωγό επιστροφής, έτσι κυρτές λεπίδες που δεν επιτρέπουν την παρατήρηση χρησιμοποιούνται συχνά αντί για ευθείες λεπίδες. Οι λεπίδες μπορούν να είναι σταθερές ή ρυθμιζόμενες. Η διάταξη απόσβεσης αντιστασόμενων πτερυγίων εγκαθίσταται μερικές φορές πίσω από τα κυρτά πτερύγια σε μία σχάρα επιστροφής ελέγχου παροχής αέρα, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.12b. Τα συρματοπλέγματα, σχήμα 9.12c είναι απλά και φθηνά. Συνήθως τοποθετούνται σε θέσεις όπου η εμφάνιση του πλέγματος δεν είναι σημαντική. Σε πολλά βιομηχανικά κτήρια, χρησιμοποιούνται πλέγματα πατώματος όταν ο αγωγός επιστροφής βρίσκεται κάτω από το επίπεδο του πατώματος, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.12d.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1

Στοιχεία απόδοσης για τυπικό διαχύτη σχισμών με πλάτος σχισμής 0,75in.

1 ΣΧΙΣΜΗ										
Χωρητικότητα, cfm		80	100	120	140	160	180	200	220	
Προβολή, FT,	H	4-6-10	5-7-11	6-9-13	7 - 10-14	8-10-15	9-11-15	9-12-16	10-12-17	1
	V	3-4-6	3-5-7	4-6-8	5-6-8	5-6-9	5-7-10	6-7-10	6-7-10	
Nom, μήκοςft.	Διάδοση	H 6-9-15	7 - 10-16	9-13-19	10-15-21	12-15-22	13-16-22	13-18-24	15-18-25	2
		V 4-5-8	4-6-9	5-8-10	6-8-10	6-8-12	6-9-13	8-9-13	8-9-13	
36 "	TP	.164	.254	.369	.499	.654				
	NC	22	29	35	40	44				
48 "	TP	.090	.139	.201	.271	.353	.447	.554	.668	
	NC	-	22	27	32	36	39	43	46	
60 "	TP	.058	.093	.133	.186	.244	.307	.377	.458	
	NC	-	-	24	29	32	36	40	43	

2 ΣΧΙΣΜΕΣ											
Χωρητικότητα, cfm			130	160	190	220	250	280	310	340	370
Προβολή, ft.	H		5-7-12	6-9-13	7-10-14	8-11-15	9-11-16	10-12-17	10-13-18	11-13-19	11-14
	V		2-4-6	3-4-6	4-5-7	4-5-7	5-6-8	5-6-8	5-6-9	5-6-9	6 7 - 1
Nom.	Διάδο-ση ft	H	7-10-18	9-13-19	10-15-21	12-16-22	13-16-24	15-18-25	15-19-27	16-19-28	16-21-30
Μήκος		V	3-5-8	4-5-8	5-6-9	5-6-9	6-8-10	6-8-10	6-8-12	6-8-12	8-9-1
36 "	TP		.104	.162	.228	.305	.390	.490	.602		
	NC		24	30	35	40	44	47	50		
48 "	TP		.059	.086	.126	.165	.216	.271	.330	397	472
	NC		-	21	26	30	34	38	41	43	46
60 "	TP		.045	.066	.091	.146	.161	.202	.247	297	353
	NC		-	-	24	28	32	36	39	42	44

3 ΣΧΙΣΜΕΣ											
Χωρητικότητα, cfm			160	190	220	250	280	310	340	370	400
Προβολή, ft.	H		5-7-12	6-8-13	6-10-14	7-11-15	8-11-16	9-12-17	10-12-18	10-13-19	11-13-19
	V		2-3-5	3-4-6	3-5-6	3-5-7	4-5-7	4-5-8	5-6-8	5-6-8	5-6-9
Nom.	Διάδο-ση ft	H	7-10-18	9-12-19	9-15-21	10-16-22	12-16-24	13-18-25	15-18-27	15-19-28	16-19-28
Μήκος		V	3-4-6	4-5-8	4-6-8	4-6-9	5-6-9	5-6-10	6-8-10	6-8-10	6-8-1
36 "	TP		.073	.107	.140	.183	.230	.280	.336	.400	.466
	NC		21	26	31	35	38	41	44	46	49

48 "	TP	.042	0.59	.082	.104	.130	.160	.192	.228	
	NC	-	-	23	26	30	33	35	37	4
60 "	TP	.023	.037	.046	.060	.078	.092	.110	.133	0
	NC	-	-	-	21	24	27	30	32	3

Οι μονάδες είναι δοκιμασμένες σύμφωνα με το Συμβούλιο Αεραγωγών (ADC) Κώδικας 1062R4 και τα πρότυπα ASHRAE 36-72.

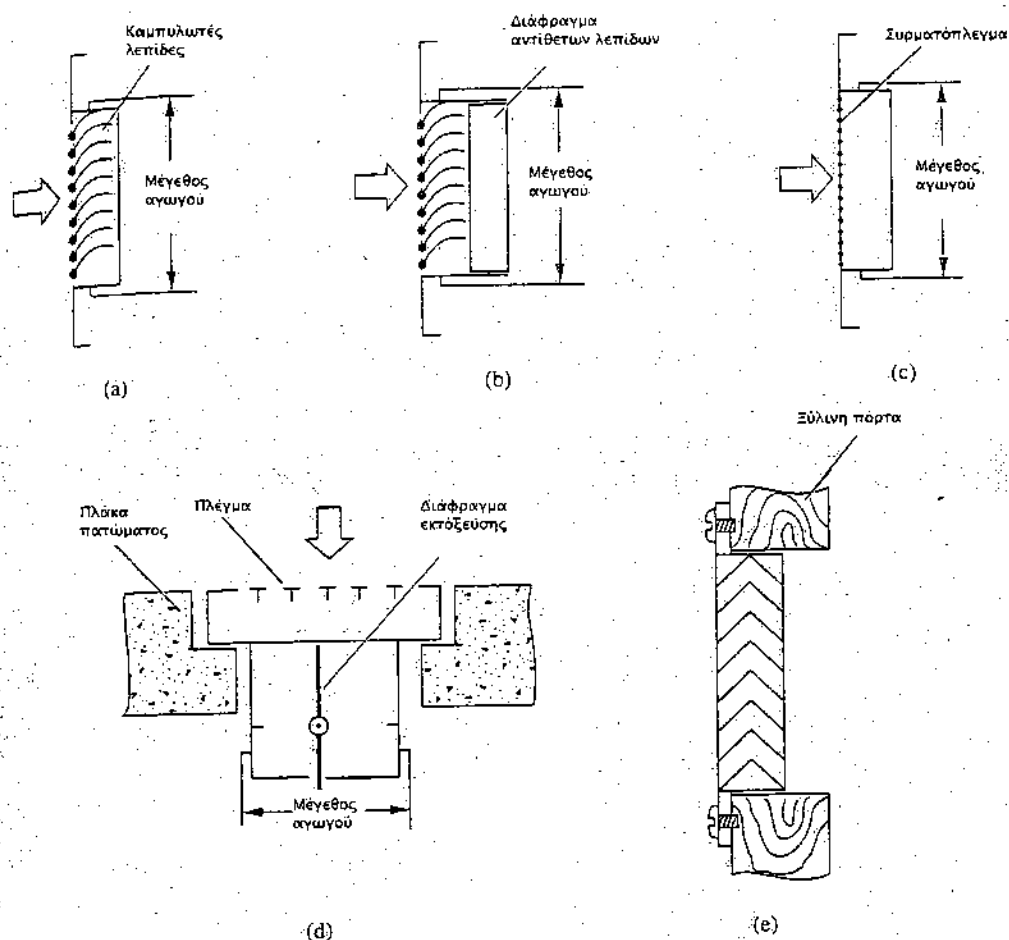
Η οριζόντια (H) και η κάθετη (V) προβολή είναι οι αποστάσεις σε μια τελική ταχύτητα των 150fpm, 100fpm και 50fpm. Διάδοση είναι το μέγιστο πλάτος του jet που καθορίζεται από τις παραπάνω τελικές ταχύτητες.

Οι τιμές της οριζόντιας προβολής είναι βασισμένες σε γεμάτα ανοίγματα μιας κατεύθυνσης.

Οι τιμές NC είναι βασισμένες σε μια απορρόφηση δωματίων 10dB, σχετικά με 10-12 Watt, και ένα διαχύτη. Οι τιμές είναι 10dB χαμηλότερες από την κάθετη προβολή.

Οι ολικές πιέσεις (TP) είναι σε ίντσες ύδατος.

Πηγή: TITUS. Ανατυπωμένο με άδεια.



ΣΧΗΜΑ 9.12 Διάφοροι τύποι πλεγμάτων και σχάρες επιστροφής ελέγχου παροχής αέρα : (α) πλέγμα επιστροφής με καμπυλωτές λεπίδες, (β) σχάρες επιστροφής ελέγχου παροχής αέρα, (γ) συρματοπλέγμα, (δ) πλέγμα επιστροφής τύπου πατώματος και (ε) κινητές γρίλιες πόρτας.

Όταν ο αέρας του δωματίου είναι απαραίτητο να επιστρέψει στο δωμάτιο ανεμιστήρων μέσω ενός διαδρόμου ή αγωγού επιστροφής, χρησιμοποιούνται συχνά κινητές γρίλιες πορτών για τη μεταφορά του αέρα μέσω της πόρτας. Κινητές γρίλιες ορθής γωνίας που δεν επιτρέπουν την παρατήρηση χρησιμοποιούνται κατά γενικό κανόνα για αυτό το σκοπό, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.12e. Οι τοπικοί κώδικες πρέπει να ληφθούν υπόψη προτού να εγκατασταθεί η κινητή γρίλια πόρτας.

Όταν ένας χώρος μεγάλης πίεσης οροφής χρησιμοποιείται ως χώρος μεγάλης πίεσης επιστροφής (όπως συμβαίνει σε πολλά εμπορικά κτήρια), χρησιμοποιούνται σχισμές επιστροφής για να καθοδηγήσουν τον αέρα

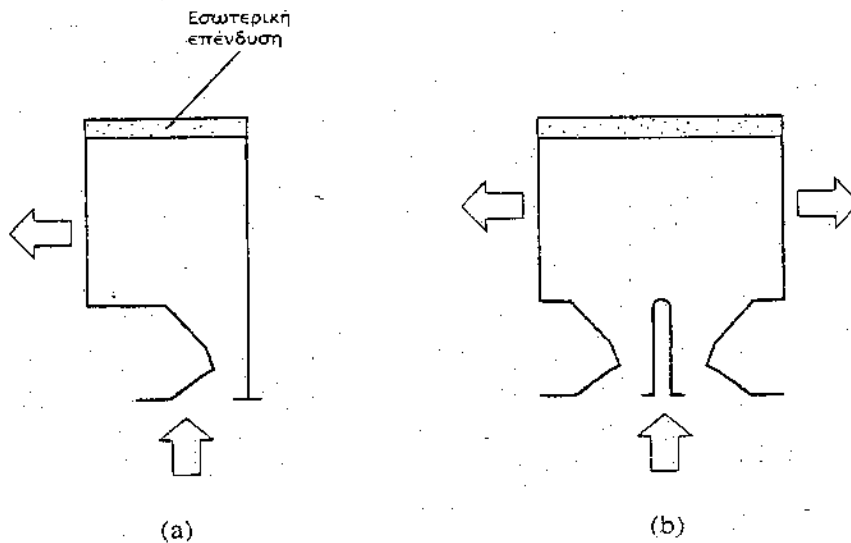
επιστροφής μέσω του ανώτατου ορίου. Οι σχισμές επιστροφής είναι παρόμοιες με τους διαχύτες σχισμών. Συνήθως είναι με μονές ή διπλές αυλακώσεις, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.13. Το πλάτος της σχισμής ποικίλει από 0,5in σε 1,75in. Οι σχισμές είναι συνήθως διαθέσιμες σε μήκη 2, 2,5, 3, 4 και 5ft.

Η χωρητικότητα των σχισμών είναι επίσης εκφρασμένη σε cfm/ft του μήκους της σχισμής σε μια συγκεκριμένη μείωση πίεσης, σε ίντσες WG. Οι σχισμές επιστροφής είναι πάντα εσωτερικά ηχομονωμένες με ειδικό υλικό.

Αυτό το υλικό αποτρέπει την μετάδοση ήχου μεταξύ των δύο δωματίων μέσω των σχισμών επιστροφής και του χώρου της οροφής.

Οι εισόδοι εξαγωγής είναι παρόμοιοι με τις εισόδους επιστροφής αλλά έχουν συχνά ένα απλούστερο σχέδιο.

Στις εισόδους επιστροφής και εξαγωγής, η ταχύτητα του αέρα μειώνεται αισθητά καθώς η απόσταση από την επιφάνεια της εισόδου αυξάνεται. Αυτό το φαινόμενο είναι η σημαντικότερη διαφορά στα χαρακτηριστικά ροής αέρα μεταξύ ενός κολπίσκου επιστροφής ή εξαγωγής και μιας εξόδου ανεφοδιασμού.



ΣΧΗΜΑ 9.13: Σχισμές επιστροφής: (α) μονή-αυλάκωση και (β) διπλή-αυλάκωση.

Διαχύτης φωτεινού καλύμματος και διαχύτης καλύμματος σχισμή.

Ένας διαχύτης φωτεινού καλύμματος συνδυάζει ένα φθορίζον κάλυμμα φωτός με το διαχύτη σχισμών, μερικές φορές σε τύπους σελών όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.14α. Η σχισμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως

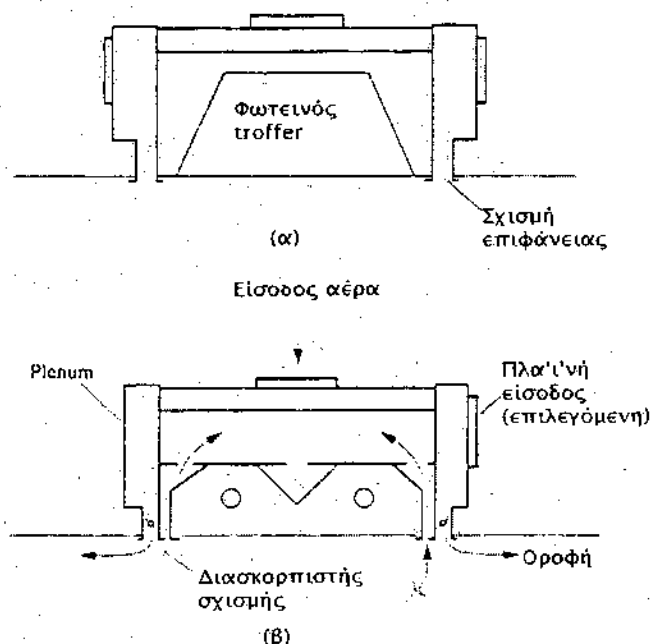
έξοδος ανεφοδιασμού ή είσοδος επιστροφής. Ο διαχύτης καλύμματος σχισμών είναι ένας συνδυασμός φωτεινού καλύμματος διαχύτη και σχισμών επιστροφής, όπως είναι παρουσιασμένο στο σχέδιο 9.14β.

Οι φωτεινοί διαχύτες και οι διαχύτες καλυμμάτων σχισμών εξυπηρετούν δύο κύριους σκοπούς:

1. Να διατηρεί μια χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα στο φωτεινό κάλυμμα, ο οποίος αυξάνει τη φωτεινή αποδοτικότητα των λαμπτήρων φθορισμού.

2. Να διαμορφώνει ένα ολοκληρωμένο σχεδιάγραμμα του φωτεινού καλύμματος, του διαχύτη και των σχισμών επιστροφής σε επικρεμάμενες οροφές.

Επιπλέον αυτών των πλεονεκτημάτων, ένας συνδυασμός καλυμμάτων φωτεινών πηγών και σχισμών επιστροφής μειώνει επίσης το ψυκτικό φορτίο του χώρου επειδή ο αέρας επιστροφής απορροφά μέρος της θερμότητας που απελευθερώνεται από τους φθορίζοντες λαμπτήρες.



ΣΧΗΜΑ 9.14.(α) Συνδυασμός καλύμματος φωτεινής πηγής, διαχύτη σχισμών και σχισμών επιστροφής, (β) διαχύτης σχισμών φωτεινού καλύμματος.

Σε ένα διαχύτη φωτεινού καλύμματος, χρησιμοποιούνται συχνά ως επιφανειακές σχισμές. Ο αέρας μπορεί να απαλλαγεί οριζόντια ή κάθετα. Οι σχισμές και τα καλύμματα φωτεινών πηγών διατίθενται σε 2-, 3 -, 4-ft μήκος.

Για να αποτραπεί η κατακάθιση μορίων σκόνης στην επιφάνεια του φθορίζοντα σωλήνα, το κάλυμμα φωτεινής πηγής πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε ο αέρας επιστροφής να μην έρχεται σε άμεση επαφή με το σωλήνα φθορισμού. Το αποτέλεσμα είναι υψηλή αποδοτικότητα εξαερισμού και μια ωραία εμφάνιση.

9.4. ΑΝΑΜΕΙΓΜΕΝΗ ΡΟΗ

Σχέδιο αέρα ροής και αεραγωγοί

Το σχέδιο ροής του αέρα καθορίζει την απόδοση του αεραγωγού στην κατειλημμένη ζώνη των εμπορικών κτηρίων ή στο χώρο εργασίας ενός εργοστασίου. Το βέλτιστο σχέδιο ροής αέρα για μία κατειλημμένη ζώνη εξαρτάται κυρίως από την εσωτερική θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και τις απαιτήσεις της εσωτερικής ατμοσφαιρικής ποιότητας, την παροχή εξωτερικού αέρα και τα χαρακτηριστικά του κτηρίου.

Τέσσερις τύποι σχεδίων ροής αέρα χρησιμοποιούνται συχνά σε κλιματιζόμενο χώρο:

1. Αναμειγμένη ροή
2. Μετατοπιζόμενη ροή
3. Προβαλλόμενη ροή
4. Ανοδική ροή

Αρχές και χαρακτηριστικά της αναμειγμένης ροής

Το σχέδιο ροής αέρα ενός κλιματιζόμενου διαστήματος λέγεται ότι βρίσκεται σε αναμειγμένη ροή μόνο όταν ο αέρας ανεφοδιασμού είναι απολύτως, ή σχεδόν απολύτως, αναμιγμένος με τον περιβαλλοντικό αέρα, και στην κατειλημμένη ζώνη ή την περιοχή εργασίας επικρατεί η προκληθείσα ροή αναδιανομής.

Σε πολλά εμπορικά και βιομηχανικά κτήρια, ο κρύος αέρας ανεφοδιασμού στους 50 με 60°F, και μια ταχύτητα των 400 έως 800 fpm πρέπει πρώτα να αναμιχθεί πλήρως με τον περιβάλλοντα αέρα. Η θερμοκρασία του μίγματος αυξάνεται στους 72° με 74°F, και η ταχύτητά του πέφτει σε λιγότερο από 70 fpm προτού να εισαχθεί στην κατειλημμένη ζώνη και το χώρο εργασίας, ή εμφανίζονται ρεύματα αέρα. Η αναμειγμένη ροή είναι συχνά η καλύτερη επιλογή για άνετα συστήματα κλιματισμού όταν η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού είναι μεγαλύτερη από 15°F, και η ταχύτητα αέρα ανεφοδιασμού υπερβαίνει τα 300 fpm.

Ο Straub et Al (1956) και ο Straub και ο Chén (1957) εξέτασαν τα σχέδια της μίξης της ροής με τη χρησιμοποίηση πέντε τύπων εξόδων ανεφοδιασμού

(δείτε εικόνες 9.15 έως 9.19). Αυτά τα σχέδια ροής αέρα έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Εισαγωγή του ρεύματος αέρα στο ρεύμα jet. Μίξη του εισαγόμενου αέρα και του ρεύματος jet μειώνει τις διαφορές στην ταχύτητα του αέρα και τη θερμοκρασία μεταξύ του ρεύματος jet και του περιβαλλοντικού αέρα σε αποδεκτά όρια.

Αντίστροφο ρεύμα αέρα στην κατειλημμένη ζώνη. Το εισαγόμενο αντίστροφο ρεύμα αέρος καλύπτει την κατειλημμένη ζώνη με μια διανομή θερμοκρασίας και ταχύτητας ακόμα πιο ομαλή.

Ελαχιστοποίηση της στάσιμης περιοχής στην κατειλημμένη ζώνη. Στάσιμη περιοχή είναι μια ζώνη με φυσικό θερμαγωγό ρεύμα. Οι ταχύτητες αέρα στις περισσότερες στάσιμες ζώνες είναι χαμηλότερες από 20 ft/min. Ο αέρας στρωματοποιείται, με μια σημαντική διαφορά θερμοκρασίας από το κατώτατο σημείο στο ανώτατο της στάσιμης ζώνης. Εάν η εκ νέου διανομή ροής γεμίζει ολόκληρη την κατειλημμένη ζώνη, δεν μένει χώρος για το στάσιμο αέρα.

Τύποι και τοποθεσίες των εισόδων επιστροφής και εξαγωγής. Επειδή το ποσοστό ροής αέρα επιστροφής ή εξαγωγής είναι μόνο ένα μέρος της μέγιστης συνολικής ροής αέρα του ρεύματος jet ανεφοδιασμού ή της μέγιστης ροής αέρα του αντιστρόφου ρεύματος αέρος, η θέση του κολπίσκου επιστροφής ή εξαγωγής δεν έχει επιπτώσεις σημαντικά στο σχέδιο ροής αέρα της αναμιγμένης ροής στην κατειλημμένη ζώνη.

Όμως, η τοποθεσία των κολπίσκων επιστροφής και εξαγωγής έχει επιπτώσεις στον αποτελεσματικό παράγοντα ϵ_r ή ϵ_c του αεραγωγού. Επομένως, για ένα σχέδιο προκληθείσας ροής αναδιανομής, η εισαγωγή επιστροφής πρέπει να είναι κοντά στο τέλος του αντίστροφου ρεύματος αέρος, κοντά σε μια θερμή πηγή, ή μέσα στη στάσιμη ζώνη.

Για ένα κλιματιζόμενο χώρο όπου ο αέρας μολύνεται από τα μόρια σκόνης, τα τοξικά αέρια, ή τις μυρωδιές, πρέπει να εγκατασταθούν ορισμένα, ομαλά καταναμημένα, πλέγματα επιστροφής ή εξαγωγής. Τα συλλογικά πλέγματα επιστροφής, δηλαδή ένας ή δύο μεγάλοι κολπίσκοι επιστροφής αντί πολλών κολπίσκων, εξασθενούν την εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα. Είναι κατάλληλοι μόνο κάτω από τις ακόλουθες περιστάσεις:

Όταν ο κλιματιζόμενος χώρος είναι μικρός.

Όταν είναι δύσκολο να υπάρξει ένας αγωγός επιστροφής.

Όταν το χαμηλότερο αρχικό κόστος είναι πρωταρχικής σημασίας.

Τύποι και τοποθεσίες των κόλπων ανεφοδιασμού. Ο τύπος και η τοποθεσία των κόλπων ανεφοδιασμού έχουν επιπτώσεις στο σχέδιο αναμειγμένης ροής και την απόδοσή του. Κατά το παρόν διάστημα, η αναμειγμένη ροή αέρα ενσωματώνει τους ακόλουθους τύπους διεξόδων ανεφοδιασμού:

Πλευρικές ψηλές εξοδοι.

Διαχύτες οροφής.

Διαχύτες σχισμών.

Εξοδοι αέρα πρεβαζιών και πατωμάτων

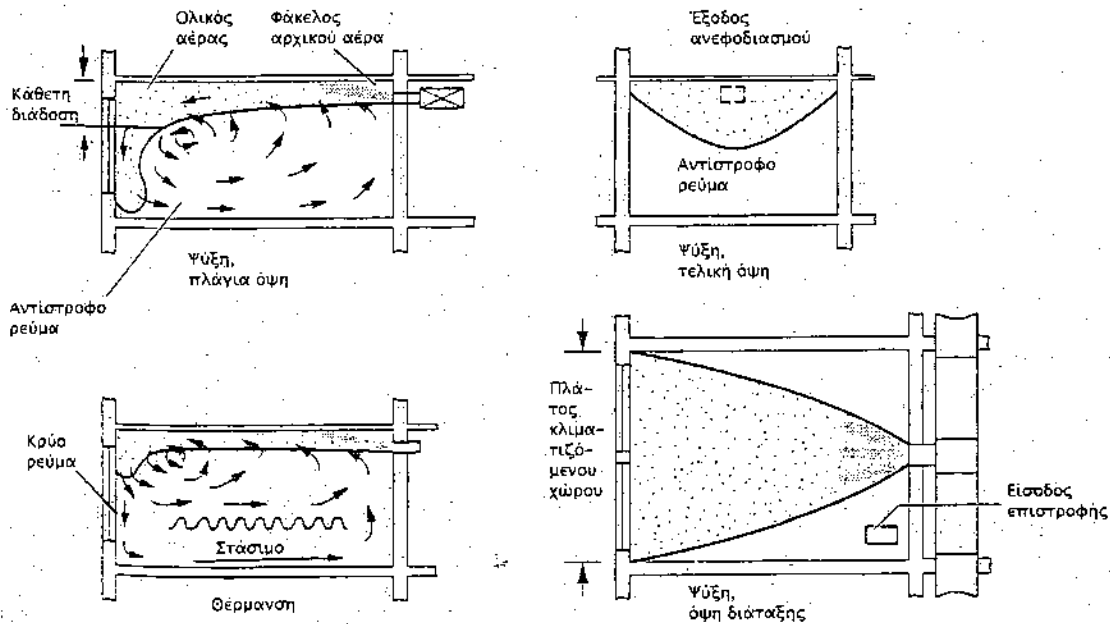
Μορφή εξόδων για τη στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή.

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τις πλευρικές ψηλές εξόδους.

Μια ψηλή πλευρική έξοδος μπορεί να είναι μια έξοδος στον τοίχο που τοποθετείται στο υψηλό επίπεδο ενός κλιματιζόμενου χώρου, ή μια έξοδος τοποθετημένη άμεσα στον αγωγό ανεφοδιασμού. Το σχήμα 9.15 παρουσιάζει αναμειγμένη ροή χρησιμοποιώντας μια υψηλή έξοδο. Στο σχέδιο 9.15, η σκιασμένη μαύρη περιοχή παρουσιάζει την αρχική περιοχή αέρα του ρεύματος jet, και η διακεκομμένη περιοχή την συνολική περιοχή αέρα.

Καθώς το ρεύμα jet εκρέει από την ψηλή έξοδο, η επίδραση επιφάνειας τείνει να κρατήσει το ρεύμα jet σε επαφή με την οροφή. Κατά τη διάρκεια της ψύξης, το ρεύμα jet προκαλεί τον περιβαλλοντικό αέρα και εκτρέπει προς τα κάτω όταν χτυπάει στον απέναντι τοίχο. Μόλις η μέγιστη ταχύτητα αέρα του ρεύματος jet πέσει περίπου 50fpm, το ρεύμα jet ολοκληρώνει καθώς ρέει κατά μήκος του απέναντι τοίχου. Η εισαγωγή αέρα από την κατειλημμένη ζώνη στο ρεύμα jet διαμορφώνει το αντίστροφο ρεύμα αέρος και γεμίζει την κατειλημμένη ζώνη.

Εάν η ρίψη από μια ψηλή έξοδο είναι μακρύτερη από το άθροισμα του μήκους του δωματίου και του ύψους του απέναντι τοίχου, το ρεύμα jet εκτρέπεται από τον απέναντι τοίχο και το πάτωμα και εισάγεται στην κατειλημμένη ζώνη με υπερβολική ταχύτητα αέρα. Το ρεύμα jet και το αντίστροφο ρεύμα αέρος γεμίζουν την κατειλημμένη ζώνη με αέρα υψηλότερης ταχύτητας και μεγαλύτερης διαφοράς θερμοκρασίας.



ΣΧΗΜΑ 9.15 Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τις πλευρικές ψηλές εξόδους.

Εάν η ρίψη είναι πολύ μικρή, το ρεύμα jet πέφτει και ίσως να εισαχθεί στην κατειλημμένη ζώνη άμεσα. Αυτό προκαλεί υψηλότερη ταχύτητα αέρα και χαμηλότερη θερμοκρασία (κρύο ρεύμα αέρα) στην κατειλημμένη ζώνη.

Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, ο θερμός αέρας τείνει προς την οροφή και έχει ως αποτέλεσμα μικρότερη ρίψη. Καθώς το εισαγόμενο ρεύμα αέρος ανεβαίνει, μια στάσιμη ζώνη μπορεί να διαμορφωθεί μεταξύ του πατώματος και του εισαγόμενου ρεύματος αέρος. Ένα θερμό ρεύμα jet με ικανοποιητική ταχύτητα και μακρύτερη ρίψη μπορεί να μειώσει ή ακόμη και να εξαλείψει τη στάσιμη ζώνη.

Εάν το ρεύμα αέρος στην τελική ζώνη του θερμού ρεύματος jet έρθει σε επαφή με την κρύα εσωτερική επιφάνεια του παραθύρου, μετατρέπεται σε κρύο ρεύμα αέρος και διαμορφώνει ένα κρύο ρεύμα όταν ρέει προς τα κάτω και μπαίνει στην κατειλημμένη ζώνη. Η εγκατάσταση μιας θερμάστρας στο σοβατεπί κάτω από το περβάζι του παραθύρου μπορεί να αποτρέψει το σχηματισμό αυτού του κρύου ρεύματος και να μειώσει την κλίση θερμοκρασίας όπως κατεβαίνουμε την κατειλημμένη ζώνη.

Η πιο κατάλληλη τοποθέτηση μιας εισόδου επιστροφής είναι στην οροφή έξω από το ρεύμα jet. Ο αέρας επιστροφής ρέει μέσω των εισόδων επιστροφής και χρησιμοποιεί συχνά τον ανώτατο χώρο μεγάλης πίεσης ως χώρος μεγάλης πίεσης επιστροφής. Μια τέτοια διάταξη συχνά έχει ως

αποτέλεσμα υψηλότερο αποτελεσματικό παράγοντα ϵ , και χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης για το σύστημα επιστροφής.

Σε ένα δωμάτιο χωρίς το εμπόδιο της οροφής, ένα κρύο ή θερμό ρεύμα jet έχει μικρότερη ρίψη λόγω της έλλειψης της επίδρασης επιφάνειας. Η δύναμη της άνωσης αναγκάζει ένα κρύο ρεύμα jet να πέφτει συντομότερα και μπορεί να εισαχθεί στην κατειλημμένη ζώνη άμεσα. Η υψηλότερη άνοδος ενός θερμού ρεύματος jet δημιουργεί μια μεγαλύτερη στάσιμη ζώνη επάνω από το επίπεδο του εδάφους.

Η αναμειγμένη ροή χρησιμοποιώντας ψηλές πλευρικές εξόδους συνήθως δίνει μακρύτερη ρίψη και υψηλότερη ταχύτητα αέρα στην κατειλημμένη ζώνη από ότι άλλες εξοδοί ανεφοδιασμού. Η πτώση πρέπει να ελέγχεται για να αποτραπεί η άμεση εισαγωγή του ρεύματος jet στην κατειλημμένη ζώνη σε ένα μεγάλο κλιματιζόμενο χώρο.

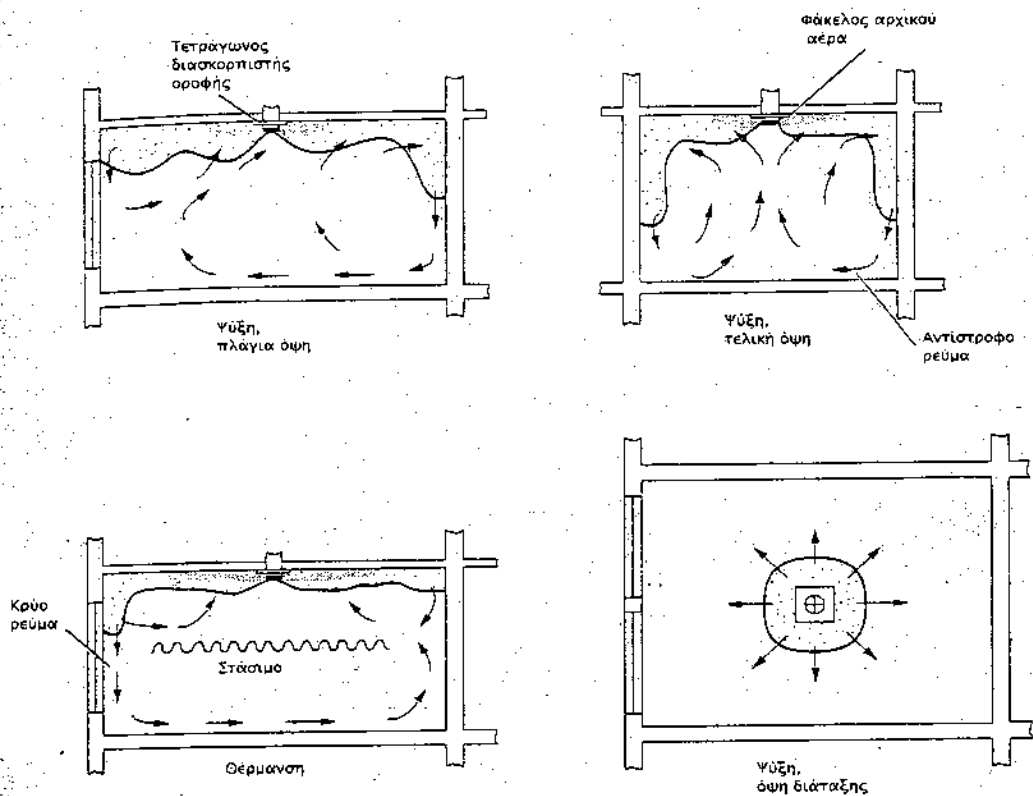
Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί διαχύτες οροφής.

Το σχέδιο ροής αέρα της αναμειγμένης ροής για τους διαχύτες οροφής είναι παρόμοιο με αυτό των ψηλών εξόδων. Οι διαχύτες οροφής παράγουν καλύτερη επίδραση επιφάνειας, κοντύτερη ρίψη, χαμηλότερη και ακόμα πιο ομαλή διανομή της ταχύτητας του αέρα και πιο ομαλή θερμοκρασία στην κατειλημμένη ζώνη.

Το σχέδιο 9.16 παρουσιάζει αναμειγμένη ροή με διαχύτες οροφής. Κατά τη διάρκεια ψύξης, το κρύο ρεύμα jet συνήθως διατηρεί επαφή με την οροφή, δίνοντας μια καλύτερη επίδραση επιφάνειας από τις ψηλές εξόδους. Το αντίστροφο ρεύμα αέρος γεμίζει την κατειλημμένη ζώνη. Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, η λεπτότερη κάθετη κατανομή και η κοντύτερη ρίψη δημιουργεί μια μεγαλύτερη υψηλότερη στάσιμη ζώνη. Η καλύτερη θέση για τις εισόδους επιστροφής είναι το ανώτατο σημείο μέσα στην τελική ζώνη του ρεύματος jet.

Όταν δύο ρεύματα jets αναβλύζουν οριζόντια από τους διαχύτες οροφής ή άλλες εξόδους σε αντίθετες κατευθύνσεις κατά μήκος της οροφής, με ένα ύψος οροφής 10ft, η ταχύτητα του αέρα στο σημείο όπου τα δύο ρεύματα jets συγκρούονται πρέπει να είναι λιγότερη από 120fpm για να διατηρηθεί μια ταχύτητα αέρα μικρότερη από 50fpm σε 5ft πάνω από το πάτωμα.

Η αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τους διαχύτες οροφής είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη για κλιματιζόμενους χώρους με περιορισμένο ύψος οροφής. Πολλοί διαχύτες οροφής σχεδιάζονται για να έχουν μια υψηλή αναλογία επαγωγής και να παράγουν πολύ καλή επίδραση επιφάνειας. Αυτοί οι διαχύτες οροφής συχνά χρησιμοποιούνται σε συστήματα με μεταβλητό όγκο αέρα.



ΣΧΗΜΑ 9.16 Αναμειγμένη ροή με διαχύτες οροφής. (Με την άδεια της ASHRAE Εγχειρίδιο 1989, βασικές αρχές).

Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί διαχύτες σχισμών.

Οι διαχύτες σχισμών είναι στενότεροι και μακρύτεροι από τους διαχύτες οροφής και τα πλέγματα. Όταν ο αέρας ανεφοδιασμού εκρέει οριζόντια από έναν διαχύτη σχισμών οροφής, έχει λεπτότερη κάθετη κατανομή και άριστη επίδραση επιφάνειας. Το σχήμα 9.17 παρουσιάζει αναμειγμένη ροή χρησιμοποιώντας διαχύτες σχισμών που απελευθερώνουν κάθετα προς τα κάτω στην περιμετρική ζώνη και απαλλάσσουν επίσης οριζόντια κατά μήκος της οροφής στην περιμετρική και εσωτερική ζώνη ενός μεγάλου γραφείου.

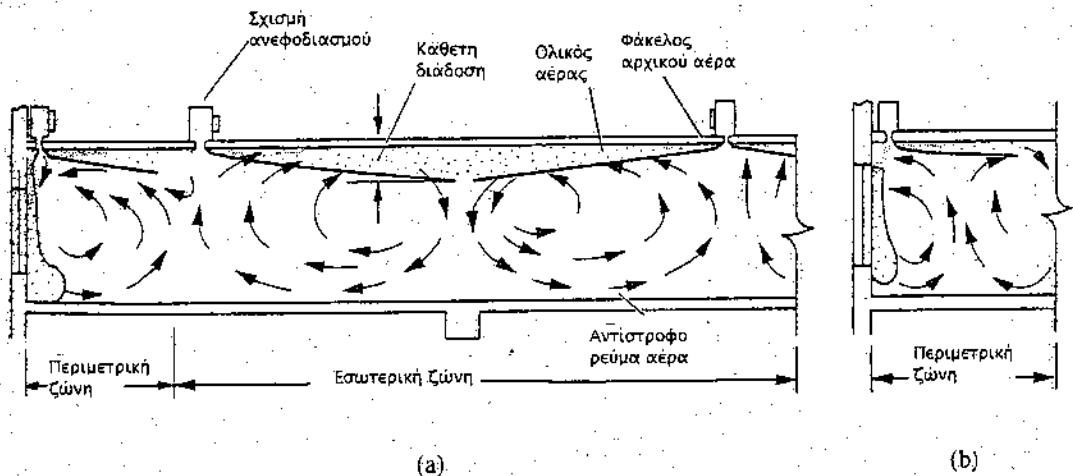
Λόγω της ανώτερης επίδρασης επιφάνειάς του, το οριζόντια απαλλαγμένο κρύο ρεύμα jet παραμένει σε επαφή με το εμπόδιο της οροφής ακόμα και όταν το ποσοστό όγκου ροής του αέρα ανεφοδιασμού είναι μειωμένο σε ένα σύστημα ευμετάβλητου όγκου αέρα (VAV). Η κατελιμμένη ζώνη γεμίζει έπειτα με το αντίστροφο ρεύμα αέρα σε μια πιο ομοιόμορφη θερμοκρασία και ταχύτητα αέρα.

Για την εξουδετέρωση της φυσικής διάδοσης θερμότητας με ρεύμα αέρα κατά μήκος της εσωτερικής επιφάνειας ενός παραθύρου στην περιμετρική

ζώνη, το ρεύμα jet εκρέει προς τα κάτω προς το παράθυρο. Μια ικανοποιητική ρίψη είναι σημαντική για να παραχθεί ένα ρεύμα jet κατευθυνόμενο προς τα κάτω το οποίο αντισταθμίζει το κρύο ρεύμα στην εσωτερική επιφάνεια του παραθύρου κατά τη διάρκεια της χειμερινής θέρμανσης. Η κατελιημένη ζώνη γεμίζει με το αντίστροφο ρεύμα αέρα σε μια ταχύτητα αέρα μικρότερη των 50fpm.

Για αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τους διαχύτες αυλακώσεων, η θέση της σχισμής επιστροφής είναι κατά προτίμηση ευθυγραμμισμένη με τις αυλακώσεις ανεφοδιασμού.

Εκτός της άριστης επιφανειακής δράσης στην αναμειγμένη ροή, οι διαχύτες αυλακώσεων έχουν επίσης μια γραμμική εμφάνιση που μπορεί να συντονιστεί εύκολα με τα ηλεκτρικά φώτα και με τις ρυθμίσεις διαμόρφωσης της οροφής. Επομένως, είναι ευρέως χρησιμοποιούμενα σε κτήρια που χρησιμοποιούν τα συστήματα VAV με μέτρια φορτία και κανονικό ανώτατο ύψος.



ΣΧΗΜΑ 9.17. Αναμειγμένη ροή με διαχύτες σχισμών: (a) περιμετρική και εσωτερική ζώνη, ψύξη και (b) περιμετρική ζώνη, θέρμανση.

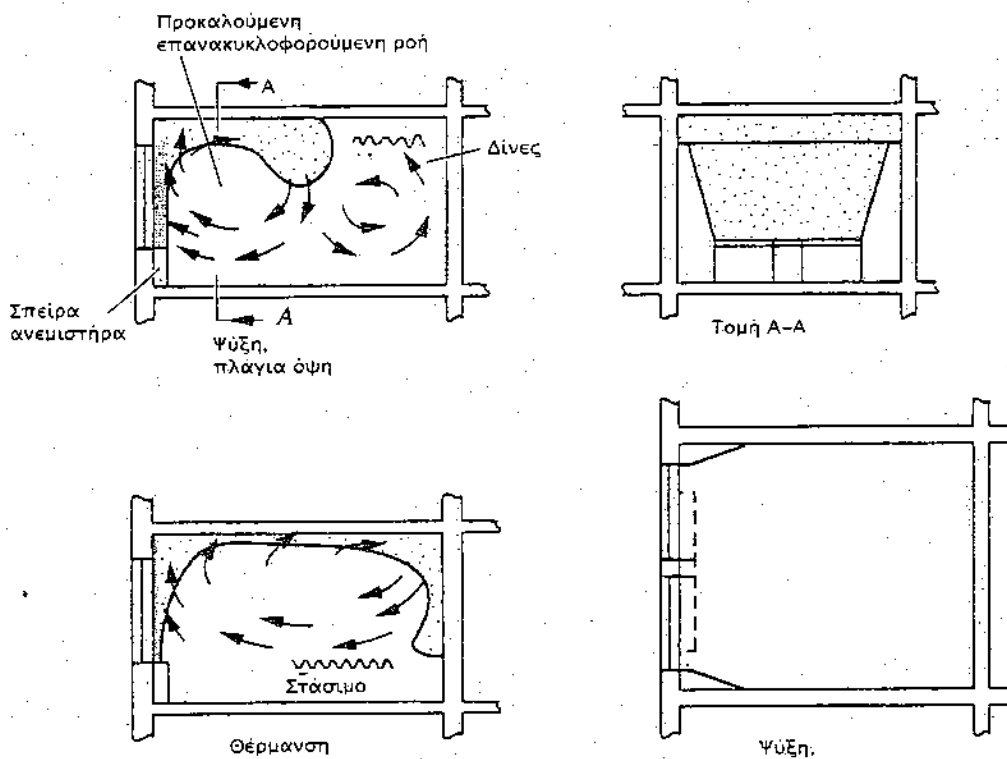
Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί εξόδους περβαζιού και πατωμάτων:

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης μιας εξόδου περβαζιού ή πατώματος είναι η εξουδετέρωση του κρύου ρεύματος που ρέει προς τα κάτω κατά μήκος της εσωτερικής επιφάνειας του παραθύρου όταν η υπαίθρια θερμοκρασία είναι κάτω από 30°F. Στο σχήμα 9.18 παρουσιάζεται η αναμειγμένη ροή με μια έξοδο περβαζιού.

Κατά τη διάρκεια της ψύξης, μια στάσιμη ζώνη μπορεί να διαμορφωθεί πάνω από τους στροβίλους πέρα από την τελική ζώνη του ρεύματος jet εάν

η ταχύτητα ανεφοδιασμού του αέρα είναι αρκετά υψηλή. Εν τω μεταξύ, το διάστημα κάτω από το κρύο ρεύμα jet γεμίζει με τα αντίστροφα ρεύματα αέρος και κρυώνει. Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, μια στατική ζώνη μπορεί να διαμορφωθεί κάτω από το ανερχόμενο προκληθέν ρεύμα αέρος.

Η αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί τις εξόδους των περβαζιών ή πατωμάτων είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη σε κτήρια με μεγάλα παράθυρα ή σε γραφεία αυξανόμενων-πατωμάτων. Η κατεύθυνση και το ποσό ροής αέρα από τους διαχύτες πατωμάτων μπορούν συνήθως να ρυθμιστούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κατόχων.



ΣΧΗΜΑ 9.18. Αναμειγμένη ροή που χρησιμοποιεί έξοδο περβαζιού. (Με την άδεια του ASHRAE Εγχειρίδιο 1989, βασικές αρχές).

Στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή.

Σε κτήρια με υψηλές οροφές, είναι περισσότερο οικονομικό να στρωματοποιούμε το κτήριο οριζόντια σε δύο ζώνες (η στρωματοποιημένη ανώτερη ζώνη και η δροσισμένη χαμηλότερη ζώνη) ή τρεις ζώνες (ανώτερη, μεταβατική και χαμηλότερη ζώνες) κατά τη διάρκεια της ψύξης. Το ανώτερο όριο της χαμηλότερης ζώνης είναι στο επίπεδο της εξόδου ανεφοδιασμού όπου το ρεύμα jet προβάλλει οριζόντια.

Ο Gorton και ο Sassi (1982) και ο Bagheri και ο Gorton (1987) διεξήγαγαν μια σειρά πρότυπων μελετών και πειραμάτων για τους στρωματοποιημένους αεραγωγούς. Το σχήμα 9.19a δίνει την τομή συσκευής πυρηνικής αντίδρασης όπου έγιναν τα πειράματα. Το ανώτατο ύψος ήταν 41ft. Μια μονάδα χειρισμού του αέρα βρισκόταν στο επίπεδο του πατώματος και δύο διαχύτες ήταν στον αγωγό ανεφοδιασμού 16ft πάνω από το επίπεδο του πατώματος. Η ταχύτητα ανεφοδιασμού στην έξοδο ήταν περίπου 1000fpm και η θερμοκρασία ανεφοδιασμού ήταν γύρω στους 60°F.

Το σχήμα 9.19b παρουσιάζει το διάγραμμα της θερμοκρασίας αέρα σε 4 P. M. σε διάφορα επίπεδα κατά τη διάρκεια της ψύξης. Αυτό το σχεδιάγραμμα θερμοκρασίας θα μπορούσε να χωριστεί σε:

Μια ανώτερη ζώνη, από το ανώτατο όριο μέχρι περίπου 22ft από το επίπεδο του πατώματος, στην οποία η θερμοκρασία του αέρα ποικίλει από 82,5 έως 79°F.

Μια μεταβατική ζώνη, μεταξύ 16 και 22ft από το πάτωμα, όπου η θερμοκρασία αέρα ποικίλει από 79 έως 74,5°F.

Χαμηλότερη ζώνη κάτω από τα 16ft, όπου η θερμοκρασία αέρα κυμαίνεται μεταξύ 72 και 72, 5°F.

Η προκληθείσα ροή αναδιανομής κάτω από το κρύο ρεύμα jet διαμόρφωσε τη χαμηλότερη ζώνη. Το μεγαλύτερο μέρος της χαμηλότερης ζώνης γέμισε με αντίστροφα ρεύματα αέρος. Η ανώτερη και η μεταβατική ζώνη δημιουργήθηκαν λόγω των υψηλότερων δροσερών φορτίων στο ανώτερο επίπεδο και μια πιο αδύνατη εισαγόμενη αναδιανομή ροής επάνω από το κρύο ρεύμα jet. Λόγω της πτώσης του κρύου ρεύματος jet, ένα μεγαλύτερο ποσό ροής αναδιανομής εισάχθηκε στο κρύο ρεύμα jet στη χαμηλότερη ζώνη από ότι στην ανώτερη ζώνη. Συνεπώς, το μεγαλύτερο μέρος της ψύξης εμφανίστηκε στη χαμηλότερη ζώνη. Ο σχηματισμός ενός στάσιμου στρώματος κοντά στην οροφή επίσης καθυστέρησε τη ροή αέρα και τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ του υπαίθριου και εσωτερικού αέρα στην ανώτερη ζώνη.

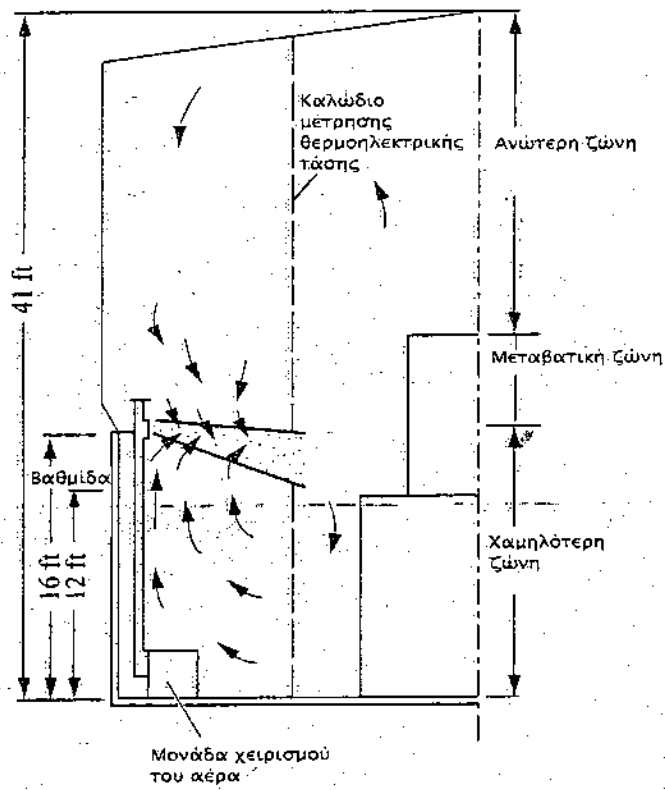
Το σχήμα 9.19c παρουσιάζει το διάγραμμα θερμοκρασίας δωματίου σε διάφορα επίπεδα ύψους σε 4 PM κατά τη θέρμανση. Η θερμοκρασία αέρα ανεφοδιασμού ήταν περίπου 85°F και η εξωτερική θερμοκρασία ήταν 40°F. Η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται από 80 έως 81,5°F από ένα ύψος 0 έως 36ft από το επίπεδο του πατώματος. Δεν υπήρξαν στοιχεία για σημαντική θερμική στρωματοποίηση.

Το σχήμα 9.20 παρουσιάζει μια στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή σε ένα μεγάλο, με ψηλή οροφή, κλειστό στάδιο χρησιμοποιώντας τα ακροφύσια

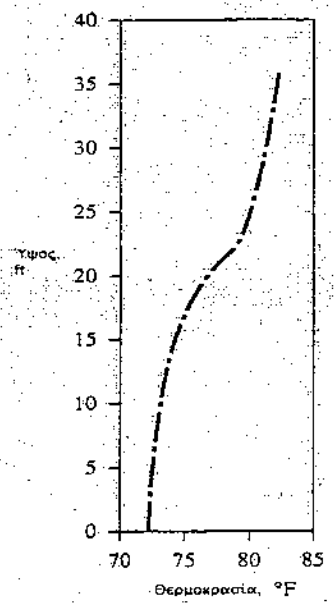
ανεφοδιασμού. Κατά τη διάρκεια της θερινής ψύξης, τα δροσερά ρεύματα jets δημιουργούν δυο ροές αναδιανομής: μια δροσερή χαμηλή κατειλημμένη ζώνη και μια στρωματοποιημένη ανώτερη ζώνη. Αν απαιτείται υψηλότερη ταχύτητα αέρα στη χαμηλότερη κατειλημμένη ζώνη (ο χώρος των θεατών), τα ακροφύσια ανεφοδιασμού πρέπει να εκτοξεύσουν σε μια γωνία κεκλιμένου επιπέδου. Διαφορετικά, το κρύο ρεύμα jet πρέπει να ρέει οριζόντια.

Κατά τη θέρμανση, αν η ρίψη του θερμού ρεύματος jet είναι αρκετά μεγάλη για να φτάσει στη χαμηλότερη θέση θεατή, όλη η περιοχή των θεατών γεμίζει με αντίθετα ρεύματα. Δεν δημιουργείται στάσιμη ζώνη στη χαμηλότερη κατειλημμένη ζώνη.

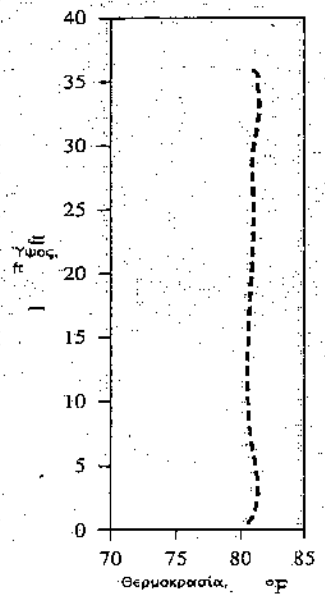
Οι είσοδοι επιστροφής πρέπει να τοποθετούνται στη χαμηλότερη κρύα ζώνη. Πρέπει να διασκορπίζονται ομαλά κάτω από τις θέσεις των θεατών.



(a)



(b)



(c)

ΣΧΗΜΑ 9.19 Στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή σε μια εγκατάσταση πυρηνικού αντιδραστήρα : (α) τομή εγκατάστασης πυρηνικού

αντιδραστήρα. (β) διάγραμμα θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ψύξης και (γ) διάγραμμα θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της θέρμανσης.

Τα χαρακτηριστικά της στρωματοποιημένης αναμειγμένης ροής κατά τη διάρκεια της θερινής λειτουργίας της ψύξης είναι τα ακόλουθα:

Η μεταφορά θερμότητας με ρεύματα από την θερμή στέγη εμποδίζεται αποτελεσματικά από την υψηλότερη θερμοκρασία ή το στάσιμο στρώμα αέρα της ανώτερης ζώνης.

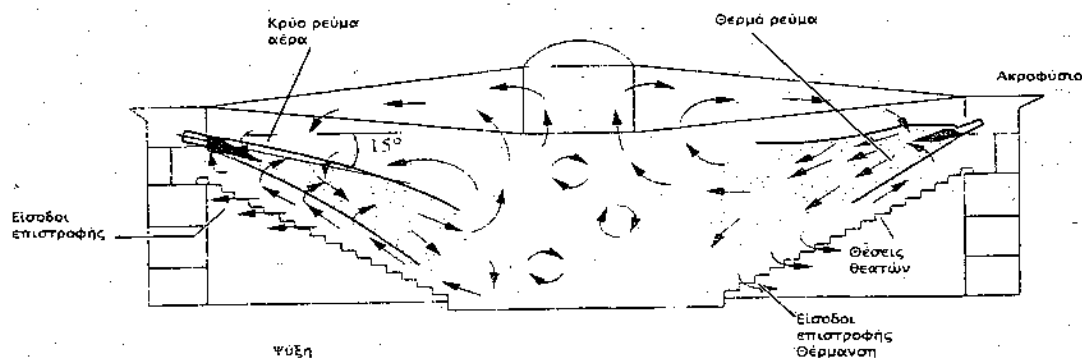
Κρύα φορτία που εμφανίζονται στη χαμηλότερη ζώνη (παράθυρα, τοίχοι, φώτα, άτομα, και εξοπλισμός) πρέπει να ξεκινάνε από τον κρύο αέρα ανεφοδιασμού.

Η θερμότητα που ακτινοβολείται από τη στέγη, τους εξωτερικούς τοίχους οροφής και τα ηλεκτρικά φώτα στην ανώτερη ζώνη εισάγεται στην κατειλημμένη ζώνη και μετατρέπεται σε κρύο φορτίο.

Αν και το ποσοστό ροής του αέρα ανεφοδιασμού και η θερμοκρασία ανεφοδιασμού επηρεάζει τη ρίψη και τη πτώση του ρεύματος jet, το σχέδιο της εισαγόμενης αναδιανεμημένης ροής αέρα και οι στρωματοποιημένες ανώτερες και χαμηλότερες ζώνες παραμένουν ίδιες.

Το ύψος του ρεύματος jet ανεφοδιασμού καθορίζει το άνω όριο της χαμηλής ζώνης.

Η τοποθεσία των εισόδων επιστροφής επηρεάζει το κρύο φορτίο μόνο όταν είναι τοποθετημένες στην ανώτερη ή μεταβατική ζώνη. Ένα μέρος του αέρα εξάτμισης πρέπει να διασκορπίζεται σε ένα υψηλότερο επίπεδο.



ΣΧΗΜΑ 9.20. Στρωματοποιημένη αναμειγμένη ροή σε ένα μεγάλο κλειστό στάδιο με ακροφύσια ανεφοδιασμού.

9.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΑΝΑΜΕΙΓΜΕΝΗΣ ΡΟΗΣ

Τα ποσοστά όγκου ροής ανεφοδιασμού διάφορων ζωνών ελέγχου στις καλοκαιρινές και χειμωνιάτικες συνθήκες σχεδιασμού συνήθως καθορίζονται προτού να σχεδιαστεί ένα σύστημα αεραγωγού με αναμειγμένη ροή. Ακολουθεί η διαδικασία σχεδιασμού για ένα τέτοιο σύστημα αεραγωγού.

Επιλογή του τύπου της εξόδου ανεφοδιασμού.

Η επιλογή του τύπου της εξόδου ανεφοδιασμού εξαρτάται από:

Απαιτήσεις εσωτερικού περιβαλλοντικού ελέγχου. Εάν ο κλιματιζόμενος χώρος χρειάζεται μικρότερη κίνηση του αέρα ή ακριβή έλεγχο της θερμοκρασίας, μια ψηλή πλευρική έξοδος δεν είναι η σωστή επιλογή.

Σχήμα, μέγεθος και ύψος οροφής του κτηρίου. Για κτήρια με περιορισμένο ύψος, οι διαχύτες οροφής και σχισμών είναι συχνά η καλύτερη επιλογή. Για τα μεγάλα κτήρια με ψηλές οροφές συστήνονται οι ψηλές πλευρικές εξοδοί που τοποθετούνται σε υψηλά επίπεδα για να δημιουργούν στρωματοποιημένα επανακυκλοφορούμενα ρεύματα ροής. Σε μια περιμετρική ζώνη, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας υπερυψωμένος διπλής κατεύθυνσης διαχύτης αυλακώσεων που διανέμει τον αέρα κάτω προς το παράθυρο και οριζόντια στο δωμάτιο, ένας διαχύτης οροφής με ρίψη στην εσωτερική επιφάνεια του γυαλιού του παραθύρου, ή μια έξοδος στρωμάτων.

Επίδραση επιφάνειας. Μια καλή επίδραση επιφάνειας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε VAV συστήματα επειδή επιτρέπει το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού να μειωθεί στο μισό ή ακόμη και 30 τοις εκατό του σχεδίου ροής.

Όγκος ροής ανά ft^2 στην περιοχή του πατώματος. Οι εξοδοί στους τοίχους είναι περιορισμένοι σε ένα χαμηλότερο όγκο ροής ανά ft^2 στην περιοχή του πατώματος V_s / A_{ft} (cfm/ft^2) λόγω της υψηλότερης ταχύτητας αέρα στην κατειλημμένη ζώνη. Ο διαχύτης αυλακώσεων έχει ένα στενότερο πλάτος σχισμών και μπορεί να διανέμει μόνο προς μια ή δυο κατευθύνσεις. Επομένως, ο όγκος ροής ανά ft^2 για ένα διαχύτη αυλακώσεων είναι μικρότερος από εκείνον ενός διαχύτη οροφής. Ο πίνακας 9.2 απαριθμεί τον όγκο ροής ανά ft^2 , την ένταση του όγκου ροής, για τους διάφορους τύπους εξόδων ανεφοδιασμού που προτείνονται από το ASHRAE Εγχειρίδιο 1992, HVAC Συστήματα και εξοπλισμός.

Εμφάνιση. Η μορφή και η διαμόρφωση των εξόδων και των εισόδων είναι πολύ σχετική με την εσωτερική εμφάνιση του κτηρίου, και πρέπει να συντονιστούν με τις εισόδους και τα καλύμματα φωτεινών πηγών.

Κόστος. Σε πολλά εμπορικά κτήρια, το κόστος είναι συχνά ένας σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό του τύπου εξόδου ανεφοδιασμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2

Όγκος ροής ανά ft² εμβαδόν δαπέδου.

Τύπος εξόδου	Πυκνότητα του αέρα ανεφοδιασμού στο χώρο του δαπέδου cfm/ft ²	Μέγιστη ανταλλαγή αέρα ανά ώρα για οροφή 10ft (προσεγγιστικά)
Πλέγμα	0,6-1,2	7
Διαχύτης σχισμής	0,8-2,0	12
Διάτρητο ταμπλό	0,9-3,0	18
Διαχύτης οροφής	0,9-5,0	30
Εξαερισμός οροφής	1,0-10,0	60

Πηγή: ASHRAE Εγχειρίδιο 1992, HVAC Συστήματα και εξοπλισμός. Ανατυπωμένο με άδεια.

Διανομή κρύου αέρα

Λόγω της ενσωμάτωσης των συστημάτων αποθήκευσης πάγου με τη διανομή κρύου αέρα ή αέρα χαμηλής θερμοκρασίας, η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού μπορεί συχνά να μειώνεται από τους 58°F σε ένα κοινό αεραγωγό στους 42°F με 49°F, συνήθως στους 44°F. Λόγω του χαμηλού σημείου δροσιάς του αέρα ανεφοδιασμού στη διανομή κρύου αέρα, η σχετική υγρασία του χώρου κυμαίνεται μεταξύ 35 και 45 %. Είναι επίσης δυνατό να διατηρηθεί μια υψηλότερη θερμοκρασία χώρου χωρίς την πρόκληση δυσφορίας. Τα συστήματα αποθήκευσης πάγου θα αναπτυχθούν στο κεφάλαιο 25.

Δύο τύποι αεραγωγών χρησιμοποιούνται στη διανομή κρύου αέρα:

Ο κρύος αέρας ανεφοδιασμού από τη μονάδα ελέγχου του αέρα (AHU) ή τη μονάδα αποθήκευσης (PU) παρέχεται άμεσα στους διαχύτες οροφής ή τους διαχύτες αυλακώσεων. Σε αυτή την περίπτωση, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας ειδικός υψηλής-εισαγωγής διαχύτης οροφής ή αυλακώσεων για να αποτρέψει την διανομή ενός κρύου ρεύματος jet στην κατειλημμένη ζώνη κατά τη διάρκεια των μειωμένων ποσοστών όγκου ροής ανεφοδιασμού.

Χρησιμοποίηση μιας τελικής μονάδας με ανεμιστήρα για να αναμίξει τον αέρα ανεφοδιασμού χαμηλής θερμοκρασίας με τον αέρα επιστροφής στον χώρο της οροφής ή άμεσα από το χώρο. Η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού στον διαχύτη αυξάνεται τότε περίπου στους 55°F. Οι τελικές μονάδες με ανεμιστήρα θα συζητηθούν στο κεφάλαιο 27.

Στα συστήματα διανομής κρύου αέρα, η θερμοκρασία του αέρα ανεφοδιασμού T_s είναι η θερμοκρασία του αέρα που αφήνει την έξοδο ανεφοδιασμού στον κλιματιζόμενο χώρο. Η T_s είναι ίση με τη θερμοκρασία του αέρα που απελευθερώνεται από τη μονάδα με τον ανεμιστήρα κατά τη διάρκεια θερινής ψύξης εάν ο αγωγός που απορροφά θερμότητα μεταξύ του ανεμιστήρα και της εξόδου ανεφοδιασμού αγνοηθεί. Επιπλέον, η T_s είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία του αέρα που απαλλάσσεται από το AHU ή το PU, T_{dis} .

Για $T_s = 44^\circ\text{F}$ και μια θερμοκρασία χώρου $T_r = 78^\circ\text{F}$ η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού για την διανομή κρύου αέρα είναι $(T_r - T_s) = 34^\circ\text{F}$. Συγκρινόμενο με ένα κοινό σύστημα διανομής αέρα με $(T_r - T_s) = 20^\circ\text{F}$, τα συστήματα διανομής κρύου αέρα μειώνουν το ποσοστό σχεδιασμού του όγκου ροής ανεφοδιασμού κατά 40 τοις εκατό.

Για την αποτροπή της υγροποίησης του αέρα, τα συστήματα διανομής κρύου αέρα, το AHU ή το PU, αγωγοί, πόρτες πρόσβασης αγωγών, τελικά κιβώτια, εύκαμπτοι αγωγοί και διαχύτες πρέπει να είναι μονωμένοι με ένα στρώμα φάιμπεργκλας 2 ιντσών που προστατεύει από το φράγμα της εξάτμισης. Μερικοί κατασκευαστές κάνουν τις επιφάνειες των υψηλών διαχυτών με μονωτικό υλικό.

Ποσοστό όγκου ροής ανά έξοδο και ταχύτητα εξόδου ανεφοδιασμού.

Για ένα συγκεκριμένο ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού σε ένα κλιματιζόμενο χώρο, το ποσοστό όγκου ροής ανά έξοδο ανεφοδιασμού $V_{s,out}$ σε cfm καθορίζει τον αριθμό εξόδων στο χώρο. Όπως ορίζεται από τη σχέση (9.10), και η $V_{s,out}$ και η ταχύτητα εξόδου ανεφοδιασμού $v_{s,o}$ ή v_{cores} σε fpm, επηρεάζουν τη ρίψη του ρεύματος ανεφοδιασμού. Εντούτοις, η $V_{s,out}$ έχει μια σημαντικά μεγαλύτερη επιρροή από τη $v_{s,o}$, κυρίως για τους διαχύτες αυλακώσεων, στους οποίους η $v_{s,o}$ έχει μόνο μια μικρή επιρροή.

Το ποσοστό όγκου ροής ανά έξοδο ανεφοδιασμού εξαρτάται κυρίως από τη ρίψη που απαιτείται για να παρέχει έναν ικανοποιητικό σχεδιασμό αεραγωγού. Η πυκνότητα φορτίων, τα χαρακτηριστικά του αεραγωγού, ο έλεγχος του ήχου, το κόστος και οι απαιτήσεις είναι επίσης παράγοντες που καθορίζουν τη $V_{s,out}$. Σε ένα σύστημα VAV σε ένα πολυώροφο κτήριο

γραφείων, ένας από τους πρώτους στόχους είναι η αποφυγή της απαλλαγής του κρύου αέρα στο χώρο ευθέως σε ένα μειωμένο ποσοστό όγκου ροής.

Για έναν αεραγωγό με διαχύτες αυλακώσεων, ο όγκος ροής ανεφοδιασμού ανά ft μήκους του διαχύτη αυλακώσεων (η ένταση αυλακώσεων) είναι συχνά ένας σημαντικός δείκτης ειδικά σε αυλακώσεις επιστροφής. Είναι συνήθως μεταξύ 15 και 40 cfm/ft. Όλες οι σχισμές επιστροφής που βρίσκονται στην ίδια επιστροφή χώρου οροφής πρέπει να έχουν την ίδια ολική διαφορά πίεσης, ή για τον ίδιο τύπο της σχισμής επιστροφής, η ίδια ένταση αυλακώσεων.

Σε ένα κλειστό γραφείο 150 ft² ή λιγότερο, με μόνο έναν εξωτερικό τοίχο, συνήθως ένας διαχύτης οροφής είναι ικανοποιητικός.

Επιλογή βέλτιστης ρίψης και λόγος της ρίψης προς το χαρακτηριστικό μήκος.

Για τους περισσότερους τύπους εξόδων ανεφοδιασμού, η επιλογή της βέλτιστης ρίψης και του λόγου ρίψης προς το χαρακτηριστικό μήκος T_{50}/L ή T_{100}/L καθορίζει τη διάταξη και το σύστημα των εξόδων ανεφοδιασμού.

Μια βέλτιστη ρίψη πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Το επιλεγμένο T_{50}/L ή T_{100}/L πρέπει να έχει ένα ADPI μεγαλύτερο από 70% και 80% όπως φαίνεται στον πίνακα 9.3.

Η διάδοση του ρεύματος jet ανεφοδιασμού να καλύπτει ή σχεδόν να καλύπτει το πλάτος του κλιματιζόμενου χώρου στην κατεύθυνση της ροής του αέρα προτού το ρεύμα jet να εισέλθει στην κατειλημμένη ζώνη, όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.15.

Ο Miller (1976) και άλλοι ερευνητές πραγματοποίησαν πολλά πειράματα και καθόρισαν τη σχέση μεταξύ του ADPI και του T_{50}/L ή T_{100}/L . Διαπίστωσαν επίσης ότι η πυκνότητα των φορτίων ψύξης είναι επίσης ένας παράγοντας. Ο πίνακας 9.3 απαριθμεί τη σχέση μεταξύ ADPI και T_{50}/L ή T_{100}/L στις διάφορες πυκνότητες φορτίων. Το χαρακτηριστικό μήκος ενός πλέγματος περβαζιού ορίζεται ως το μήκος του δωματίου ή του χώρου στην κατεύθυνση της ροής του jet. Στον πίνακα 9.4, T_{50} και T_{100} είναι οι ρίψεις των ισόθερμων jets στους καταλόγους των περισσότερων κατασκευαστών για μια άνετη επιλογή.

Γενικά, οι υψηλές εξοδοί τοίχων έχουν μια μεγαλύτερη ρίψη και επομένως μεγαλύτερο λόγο T_{50}/L από τους ανώτατους διαχύτες. Οι διαχύτες αυλακώσεων έχουν ένα μεγαλύτερο λόγο T_{100}/L όπου το ADPI υπερβαίνει το 80 τοις εκατό από τις υψηλές εξόδους τοίχων. Οι διάτρητοι διαχύτες οροφής έχουν επίσης ένα μεγαλύτερο λόγο T_{50}/L από τους διαχύτες

σχισμών. Αυτό το χαρακτηριστικό τους καθιστά κατάλληλους για τη χρήση σε μειωμένους όγκους ροής. Τετράγωνοι διαχύτες οροφής έχουν το λόγο T_{50}/L παρόμοιο με εκείνο των κυκλικών. Η υψηλότερη πυκνότητα φορτίων ψύξης οδηγεί συνήθως σε ένα χαμηλότερο ADPI.

Για τα συστήματα VAV, T_v/L πρέπει να επιλεγεί μέσα από το ικανοποιητικό πεδίο, δηλαδή, $ADPI > 80$ τοις εκατό, και για τη μέγιστη και για την ελάχιστη ροή αέρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3

Σχέση μεταξύ ADPI και T_{50}/L και T_{100}/L .

Τερματικό συσκευή	Πυκνότητα φορτίων Btu/h* Ft ²	T_{50}/L για μέγιστο ADPI	Μέγιστο ADPI	Για ADPI Σειρά μεγαλύτερη από	Σειρά T_{50}/L
Ψηλά πλέγματα	80	1.8	68	-	-
	60	1.8	72	70	1.5-2.2
	40	1.6	78	70	1.2-2.3
	20	1.5	85	80	1.0-1.9
Κυκλικοί διαχύτες οροφής	80	0,8	76	70	0.7-1.3
	60	0,8	83	80	0.7-1.2
	40	0,8	88	80	0,5-5
	20	0,8	93	90	0:71.3
Πλέγμα ευθύγραμμων λεπιδών πρεβαζιού	80	1.7	61	60	1.5-1.7
	60	1.7	72	70	1.4-1.7
	40	1.3	86	80	1.2-1.8
	20	0,9	95	90	0.8-1.3
Πλέγμα πολλών λεπιδών περβαζιού.	80	0,7	94	90	0.8-1.5
	60	0,7	94	80	0.fr-1.7
	40	0,7	94		
	20	0,7	94		
Διαχύτες	80	0,3	85	80	0.3-0.7

αυλακώσεων (για T_{100}/L)	60	0,3	88	80	0.3-0.8
	40	0,3	91	80	0.3-1.1
	20	0,3	92	80	0.3-1.5
Διαχύτες φωτεινών καλυμμάτων	60	2.5	86	80	< 3,8
	40	1.0	92	90	< 3,0
	20	1.0	95	90	< 4,5
Διαχύτες οροφής διάτρητοι και γριλωτοί	35-160	2.0	96	90	1.4-2.7
				80	1.0-3.4

Προσαρμοσμένος με την άδεια από ASHRAE
Εγχειρίδιο του 1989, Βασικές αρχές. Αναδιατυπωμένο
με άδεια.

Καθορισμός των χαρακτηριστικών σχεδιασμού των διαχυτών σχισμών στην
περιμετρική ζώνη.

Στις περιμετρικές ζώνες, οι υπερυψωμένοι διαχύτες σχισμών και οι
διαχύτες οροφής είναι ευρέως χρησιμοποιούμενοι. Το χαρακτηριστικό
μήκος ενός υπερυψωμένου διαχύτη αυλακώσεων στην περιμετρική ζώνη
έχει πλήρως καθοριστεί. Βασισμένοι σε δοκιμές που εκτέλεσαν οι Straub
και Cooper (1991), και Lorch και Straub (1983), τα χαρακτηριστικά
σχεδιασμού των υπερυψωμένων διαχυτών αυλακώσεων στην περιμετρική
ζώνη είναι τα ακόλουθα:

Πρέπει να χρησιμοποιούνται υπερυψωμένοι διαχύτες με δυο σχισμές και
διπλή κατεύθυνση. Η κατάλληλη απόσταση μεταξύ του υπερυψωμένου
διαχύτη σχισμών και του εξωτερικού τοίχου είναι περίπου 1ft. Μια από τις
σχισμές κοντά στο παράθυρο ρυθμίζεται να πνέει προς τα κάτω και η άλλη
αυλάκωση φυσά οριζόντια στο δωμάτιο. Μια τέτοια διάταξη αντισταθμίζει
το κρύο ρεύμα κατά μήκος του παραθύρου κατά τη χειμερινή θέρμανση.

Κατά τη διάρκεια της ψύξης, ένα ADPI που υπερβαίνει το 80 τοις εκατό
εμφανίζεται μέσα σε ένα ευρύτερο φάσμα εντάσεων σχισμών, πυκνότητες
φορτίων και του διαστήματος μεταξύ του διαχύτη και του εξωτερικού
τοιχού από ότι κατά τη διάρκεια της θέρμανσης. Η λειτουργία θέρμανσης
απαιτεί προσεχτική εκτίμηση.

Η μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού ($T_r - T_s$) πρέπει να έχει μια μικρότερη ένταση αυλακώσεων για να αποφευχθεί μια πολύ μικρή αυλάκωση στη διάταξη.

Σύμφωνα με τους Straub και Cooper (1991) τα κριτήρια για μια αποδεκτή λειτουργία αεραγωγού στη θέρμανση βασίζεται γενικά σε μια κλίση της θερμοκρασίας 3 σε 4°F από 6-in. στα επίπεδα έως 4ft εάν δεν υπάρχουν υπερβολικά υψηλότερες θερμοκρασίες πάνω από το επίπεδο των 4ft.

Η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού για το θερμό αέρα κατά τη διάρκεια της θέρμανσης ($T_s - T_r$) πρέπει να είναι μικρότερη από 20°F για να αποτρέψει την υπερβολική επίδραση της άνωσης.

Συστήνεται μια τελική ταχύτητα των 150fpm στο επίπεδο των 5ft κοντά στο παράθυρο για να αντισταθμίσει τα κρύα ρεύματα το χειμώνα.

Συστήνεται ένα ποσοστό ομοιόμορφης διανομής του όγκου ροής του αέρα μεταξύ των κάθετων και οριζόντιων σχισμών απαλλαγής.

Επιλογή συγκεκριμένης εξόδου ανεφοδιασμού από τον κατάλογο του κατασκευαστή.

Αφού καθοριστούν τα βέλτιστα T_{50} ή T_{100} και το χαρακτηριστικό μήκος L από το προκαταρκτικό σχεδιάγραμμα, η έξοδος ανεφοδιασμού μπορεί να επιλεγεί από τον κατάλογο του κατασκευαστή γνωρίζοντας το T_{50} ή T_{100} και τα ποσοστά όγκου ροής ανεφοδιασμού αφού ελεγχθούν οι ακόλουθες παράμετροι:

ΕΠΙΠΕΔΟ ΗΧΟΥ. Το συνδυασμένο επίπεδο ήχου του σταθμού και της εξόδου πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 dB χαμηλότερα από τα κριτήρια NC που συνιστώνται στο κλιματιζόμενο χώρο.

Για τον βέλτιστο έλεγχο θορύβου, οι συνιστώμενες ταχύτητες αέρα είναι οι ακόλουθες:

Κατοικίες, διαμερίσματα, εκκλησίες, 500-750fpm
 δωμάτια ξενοδοχείων, θέατρα, ιδιωτικά γραφεία

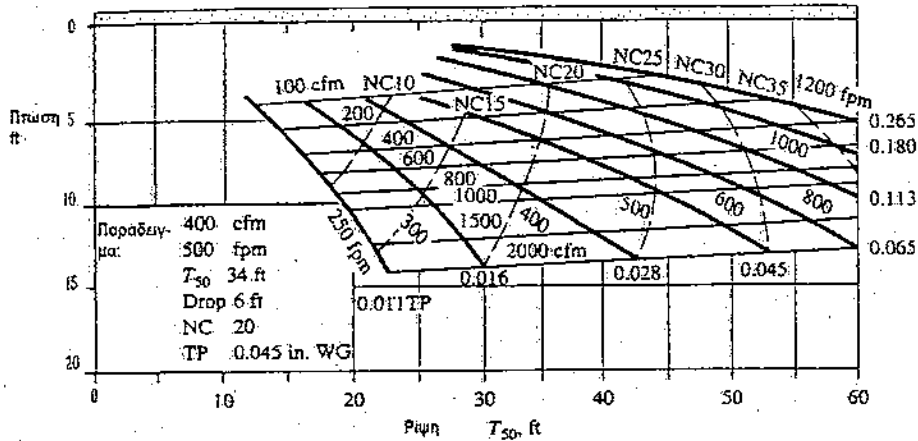
Συνήθη γραφεία 500-1250
 fpm

Η ταχύτητα εξόδου για το διαχύτη οροφής μπορεί να υπολογιστεί με τη διαίρεση της όγκου ροής με τον παράγοντα περιοχής A_k που δίνεται από τον κατάλογο του κατασκευαστή:

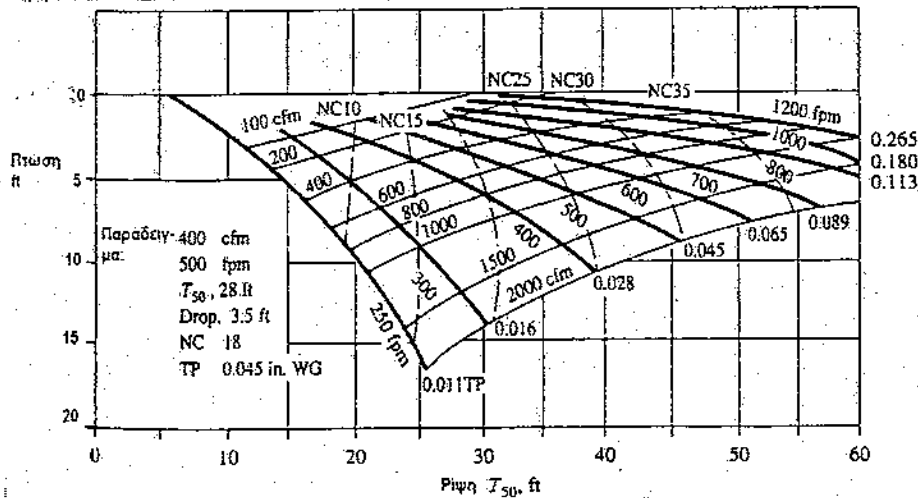
ΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΚΡΥΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ JET. Η πτώση ενός κρύου ρεύματος jet πρέπει να ελεγχθεί εάν το κρύο ρεύμα jet εισάγεται στην κατελιημένη ζώνη απευθείας. Το σχήμα 9.21a παρουσιάζει την πτώση και άλλα στοιχεία των τυπικών εξόδων τοίχου που τοποθετούνται μέσα σε 1ft από την οροφή με ένα πτερύγιο διεύθετησης της εκτροπής στην κατακόρυφο 5° και οριζόντια 0°. Το σχήμα 9.21 b παρουσιάζει την πτώση για εξόδους τοίχων χωρίς την επίδραση επιφάνειας και ένα πτερύγιο εκτροπής: κατακόρυφα 5° επάνω και οριζόντια 0°. Και τα δύο είναι κρύα ρεύματα jets βασισμένα σε μια διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού των 20°F.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ.

Η συνολική απώλεια πίεσης του αέρα ανεφοδιασμού όταν διατρέχει ένα διαχύτη σχισμών με ένα πλάτος αυλακώσεων 3/4 in. είναι συνήθως μεταξύ 0,05 και 0,20in. WG. Για ένα διαχύτη οροφής είναι μεταξύ 0,02 και 0,20in. WG. Συνολική απώλεια πίεσης υψηλότερη από 0,20in. WG δεν είναι ικανοποιητική.



(a)



(b)

ΣΧΗΜΑ 9.21. Συμπεριφορά του κρύου ρεύματος jet βασισμένη σε μια διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού 20° F. (a) Συμπεριφορά κρύνων ρευμάτων jets από κοινά πλέγματα και σχάρες ελέγχου παροχής αέρα τοποθετημένες μέσα σε 1 ft κάτω από την οροφή. Εκτροπή: κάθετα, 5° προς τα πάνω, οριζόντια 0° . (b) Συμπεριφορά ελεύθερων κρύνων ρευμάτων jets από κοινά πλέγματα και σχάρες ελέγχου παροχής αέρα. Εκτροπή: κατακόρυφα, 15° προς τα πάνω, οριζόντια 0° . (Πηγή: Προϊόντα Titus. Ανατύπωση μετά από άδεια.)

Προσδιορισμός του τελικού σχεδιαγράμματος των εξόδων ανεφοδιασμού και των εισόδων επιστροφής.

Ο προσδιορισμός του ποσοστού όγκου ροής ανά έξοδο, ο αριθμός των εξόδων, ο λόγος T_{50}/L και η επιλογή των συγκεκριμένων εξόδων από τον κατάλογο του κατασκευαστή είναι μερικές φορές μια διαδικασία

επανάληψης. Μετά από αυτά, μπορούν να καθοριστούν ο τελικός σχεδιασμός των εξόδων ανεφοδιασμού και των εισόδων επιστροφής.

Στην περιμετρική ζώνη, εάν ο εξωτερικός καιρός είναι ήπιος κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η ψηλή έξοδος τοίχου σε ένα δωμάτιο ξενοδοχείου είναι συνήθως τοποθετημένη στον τοίχο απέναντι από το παράθυρο. Εάν ο καιρός είναι κρύος το χειμώνα η έξοδος περβαζιού εγκαθίσταται συχνά κάτω από το παράθυρο. Στην εσωτερική ζώνη, οι διασκορπιστές οροφής και σχισμών βρίσκονται συνήθως ακριβώς επάνω από το κέντρο του κλιματιζόμενου χώρου.

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 9.4. εάν χρησιμοποιείται χώρος οροφής ως χώρος επιστροφής, οι εισοδοί επιστροφής πρέπει να τοποθετηθούν έξω από το ρεύμα jet ανεφοδιασμού, πάνω από το ρεύμα επιστροφής, ή κοντά σε μια συγκεντρωμένη πηγή θερμότητας για έναν καλύτερο αποτελεσματικό παράγοντα ε.

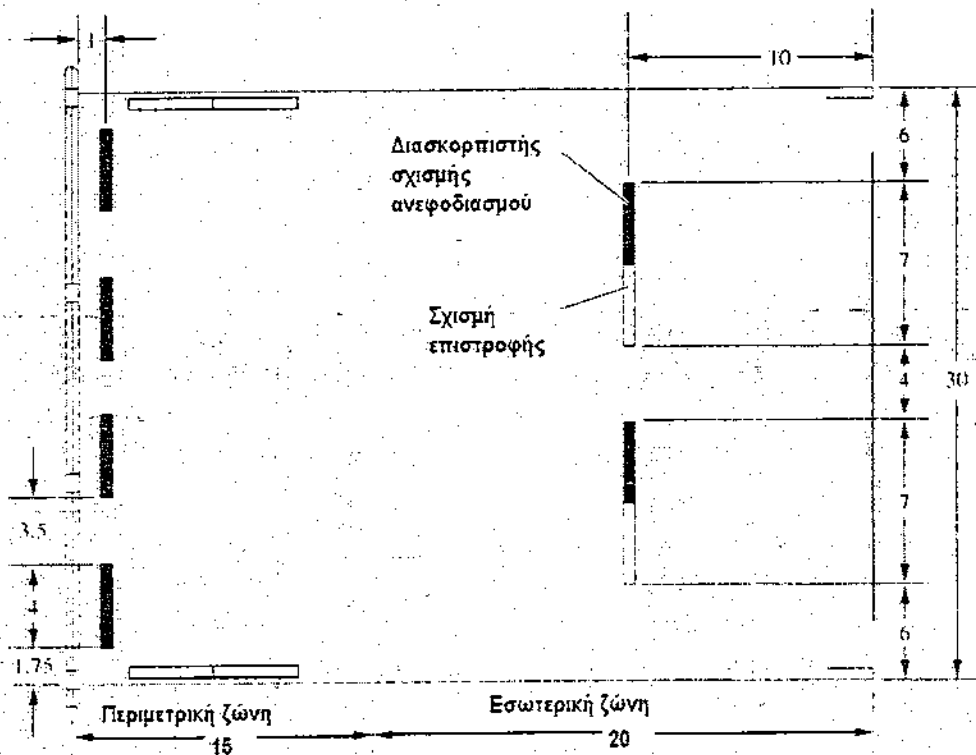
Οι συνιστώμενες επιφανειακές ταχύτητες για τις εισόδους επιστροφής είναι οι ακόλουθες:

Πάνω από την κατελημμένη ζώνη	800-1000 fpm
Μέσα στην κατελημμένη ζώνη	400-600 fpm
Γρίλιες πορτών	300-500 fpm

Παράδειγμα 9.1. Ένα μεγάλο ανοικτό γραφείο έχει περίμετρο εξωτερικού τοίχου 30ft και βάθος 35ft από τα οποία τα 15ft είναι η περιμετρική ζώνη, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.22. Τα ποσοστά όγκου ροής αέρα ανεφοδιασμού και οι πυκνότητες των φορτίων για την περιμετρική και την εσωτερική ζώνη παρατίθενται κατωτέρω.

ανεφοδιασμού, cfm	Ποσοστό όγκου ροής σχεδίου
Περιμετρική ζώνη	900
Εσωτερική ζώνη	500
Άλλες παράμετροι σχεδίου	
Διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού	20°F
Επίπεδο ήχου	NC 40
Πυκνότητα κρύων φορτίων στην περιμετρική ζώνη	50Btu/h * ft ²
Γραμμική πυκνότητα των θερμικών φορτίων	300Btu/h * ft

Σχεδιάστε έναν αεραγωγό για αυτό το γραφείο για λειτουργία όλο το χρόνο χρησιμοποιώντας ένα σύστημα VAV. Το ελάχιστο ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού είναι 50 τοις εκατό του σχεδίου όγκου ροής σε μέρος-φορτίου.



ΣΧΗΜΑ 9.22. Διάταξη διαχυτών σχισμής για ένα μεγάλο ανοιχτό γραφείο στο παράδειγμα 9.1. Όλες οι διαστάσεις είναι σε ft.

Λύση

1. Για ένα μεγάλο ανοιχτό γραφείο που χρησιμοποιεί ένα σύστημα VAV, ένας αεραγωγός με διάταξη αναμειγμένης ροής που χρησιμοποιεί διαχύτες οροφής με σχισμές είναι μια κατάλληλη επιλογή λόγω της καλής επίδρασης επιφάνειας και του μεγαλύτερου λόγου T_{100}/L .
2. Για την περιμετρική ζώνη, ο υπερυψωμένος διπλής κατεύθυνσης διαχύτης διπλών σχισμών πρέπει να είναι τοποθετημένος στην ανασταλμένη παράλληλο οροφής στον εξωτερικό τοίχο και το γυαλί των παραθύρων. Μια από τις αυλακώσεις πρέπει να απαλλάσσει προς τα κάτω προς το γυαλί του παραθύρου. Το διάστημα μεταξύ των διασκορπιστών σχισμών και της τζαμαρίας του παραθύρου είναι 1 ft. Μια άλλη σχισμή απαλλάσσει οριζόντια προς το εσωτερικό από τη τζαμαρία του παραθύρου.
3. Στον πίνακα 9.3 ο λόγος T_{100}/L για τους διαχύτες σχισμών με $ADPI > 80$ τοις εκατό σε μια πυκνότητα φορτίων $50 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$ είναι μεταξύ 0,3 και

0,95. Εξετάζοντας τη μείωση του ποσοστού όγκου ροής ανεφοδιασμού σε 50 τοις εκατό μέρος-φορτίου, επιλέγεται μια αναλογία $T_{50}/L = 0,6$. Επειδή το χαρακτηριστικό μήκος L στην περιμετρική ζώνη είναι $L = (15 - 1) = 14\text{ft}$, η απαιτούμενη ρίψη στην περιμετρική ζώνη για διαχύτες σχισμών είναι

$$L = 0.6 * 14 = 8.4\text{ft}$$

Από τον πίνακα 9.1, επιλέγονται οι διπλής κατεύθυνσης διαχύτες δύο σχισμών με ένα μήκος 4ft και ένα πλάτος αυλακώσεων 0,75in. Σε μια χωρητικότητα 110cfms η απόδοσή τους είναι ως εξής:

Ρίψη, οριζόντια προβολή, ft	5.5-8-12
κατακόρυφη προβολή, ft	3.5-5.5-7.5
Συνολική απώλεια πίεσης in.WG	0.17
Επίπεδο ήχου, NC καμπύλη	25

4. Εάν το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού στην περιμετρική ζώνη διαχωρίζεται ομοιόμορφα μεταξύ των οριζόντιων και των κατακόρυφων ρευμάτων αέρος, ο αριθμός διαχυτών σχισμών είναι $0,5 * (900)/110 = 4,1$, οπότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν τέσσερις διαχύτες σχισμών. Για τη σχισμή που απαλλάσσει προς τα κάτω, επειδή το ύψος οροφής είναι 9ft, η τελική ταχύτητα είναι λίγο μικρότερη από 150fpm κοντά στο γυαλί του παραθύρου σε ένα επίπεδο 5ft από το πάτωμα.

5. Από τη σχέση (5.29), το επίπεδο ήχου τεσσάρων διαχυτών δυο σχισμών στα 25dB είναι

$$SL = 10\log(10^{0,1A} + 10^{0,1B} + \dots) = 10\log(10^{2,5} + 10^{2,5} + 10^{2,5} + 10^{2,5}) = 31\text{dB}$$

Η συνδυασμένη NC καμπύλη είναι ακόμα μικρότερη από 40dB.

6. Το θερμικό φορτίο στην περιμετρική ζώνη είναι

$$q_{th} = 30 * 300 = 9000 \text{ Btu/h}$$

Εάν ο όγκος ροής ανεφοδιασμού κατά τη λειτουργία της θέρμανσης είναι ακόμα 900cfm, και εάν η πυκνότητα του αέρα ανεφοδιασμού είναι 0,072 lb/ft³, η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού μπορεί έπειτα να υπολογιστεί ως εξής:

$$(T_s - T_r) = \frac{q_{rh}}{60 \cdot \dot{V}_s \cdot \rho_s \cdot c_{ps}} = \frac{9000}{60 \cdot 900 \cdot 0.071 + 0.243} = 9.7 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Αυτό το μέγεθος είναι πολύ μικρότερο από 20°F.

Αν και η τελική ταχύτητα είναι ελαφρώς μικρότερη από 150fpm κοντά στη τζαμαρία του παραθύρου σε ένα επίπεδο 5ft από το πάτωμα, λόγω ενός πολύ χαμηλότερου $(T_s - T_r)$, το κρύο ρεύμα δεν εμφανίζεται στην εσωτερική επιφάνεια γυαλιού σε μια γραμμική πυκνότητα θερμικών φορτίων 300Btu/h*ft.

7. Τέσσερις ευρείες-σχισμές επιστροφής-δύο-αυλακώσεων 0.75-in. και 4ft με μια ένταση αυλακώσεων $900/(2 \chi^4) = 28\text{cfm/ft}$ είναι εγκατεστημένες στην περιμετρική ζώνη. Οι θέσεις τους είναι τακτοποιημένες στις δυο πλευρές του δωματίου σε μια κάθετη διεύθυνση προς τις εξόδους ανεφοδιασμού όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.22 για έναν καλύτερο αποτελεσματικό παράγοντα ε.

Στον πίνακα 9.1, για μια χωρητικότητα 80cfm και ένα μήκος 3ft, η συνολική απώλεια πίεσης TP είναι 0,164in. WG. σε μια ένταση αυλακώσεων $80/3 = 26,7\text{cfm/ft}$. Για μια χωρητικότητα 100cfm και ένα μήκος 3ft, η TP είναι 0,254in. WG σε μια ένταση αυλακώσεων 33,3 cfm/ft. Η TP για επιλεγμένες σχισμές επιστροφής είναι 0.17in. WG.

8. Το βάθος της εσωτερικής ζώνης είναι 20ft. Είναι καλύτερα να έχουμε διαχύτη σχισμών δύο-αυλακώσεων διπλής κατεύθυνσης που βρίσκεται στη μέση της ζώνης αυτής. Εάν έχουν επιλεγθεί δύο διπλής κατεύθυνσης διασκορπιστές δύο αυλακώσεων μήκους 4ft με πλάτος αυλακώσεων 0.75in., η ρίψη, το T_{100} είναι ακόμα 8ft και η αναλογία $T_{100} / L = 8/(0.5 \cdot 20) = 0,8$.

Οι κολπίσκοι επιστροφής στην εσωτερική ζώνη πρέπει να έχουν την ίδια απώλεια πίεσης TP = 0,17in. WG, δηλαδή την ίδια ένταση σχισμών με εκείνη στην περιμετρική ζώνη. Αυτό συμβαίνει επειδή οι κολπίσκοι και της περιμετρικής και της εσωτερικής ζώνης είναι εγκατεστημένοι στην ίδια οροφή και χρησιμοποιούν τον χώρο οροφής ως χώρο επιστροφής.

Για την εσωτερική ζώνη, οι σχισμές επιστροφής με μια ένταση σχισμών 28cfm/ft πρέπει να είναι $500/28 = 18\text{ft}$. Επιλέγουμε τρεις διπλές σχισμές επιστροφής διπλής κατεύθυνσης με εύρος 0,75in. και 3ft μήκος. Οι διαχύτες θα είναι τοποθετημένοι στην οροφή σε μια θέση στη μέση του ορίου βάθους της εσωτερικής ζώνης, όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.22.

9. Στην περιμετρική ζώνη, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της ψύξης του 50 τοις εκατό μέρους-φορτίου, η αναλογία της ρίψης προς το χαρακτηριστικό μήκος μπορεί να μειωθεί σε

$$\frac{T_{100}}{L} = \frac{5}{14} = 0.36$$

Στην εσωτερική ζώνη είναι :

$$\frac{T_{100}}{L} = \frac{5}{0.5 * 20} = 0.5$$

Και οι δύο είναι ακόμα μέσα στη σειρά 0,3 έως 1,4 σε μια πυκνότητα φορτίων 25 Btu/h*ft².

10. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας θέρμανσης μέρος-φορτίου, το διαφορικό θερμοκρασίας αέρα ανεφοδιασμού και η επίδραση της άνωσης θα είναι μικρότερα. Αυτό οδηγεί σε μικρότερες κατακόρυφες κλίσεις θερμοκρασίας απ' ό τι στο σχεδιασμένο-φορτίο.

9.6 ΡΟΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΡΟΗ

Ροή μετατόπισης

Η ροή μετατόπισης είναι ένα σχέδιο ροής σε ένα κλιματιζόμενο χώρο που ο κρύος αέρας ανεφοδιασμού, με μια ταχύτητα σχεδόν ίση με την απαιτούμενη ταχύτητα στο χώρο, εισέρχεται στην κατειλημμένη ζώνη ή την περιοχή εργασίας και μετατοπίζει τον αρχικό αέρα σαν έμβολο με τη ροή αέρα, χωρίς τη μίξη του αέρα ανεφοδιασμού και του αρχικού αέρα.

Συγκρινόμενη με την αναμειγμένη ροή, η ροή μετατόπισης παρέχει μια καλύτερη εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα στην κατειλημμένη ζώνη. Εάν ο κρύος αέρας παρέχεται σε μια ταχύτητα σχεδόν ίση με τη μέση ταχύτητα αέρα στην κατειλημμένη ζώνη με μικρή διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού για άνετα συστήματα κλιματισμού, θα υπάρξουν χαμηλές αναταράξεις και λιγότερα προβλήματα με ρεύματα αέρα. Αντίθετα, η ροή μετατόπισης συνήθως απαιτεί μεγαλύτερο όγκο ροής ανεφοδιασμού και υψηλότερο κόστος κατασκευής.

Υπάρχουν τρεις τύποι ροής μετατόπισης: ομοιοκατευθυνόμενη ροή, κατιούσα ομοιόμορφη ροή και στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης.

Ομοιοκατευθυνόμενη ροή

Σε μια ομοιοκατευθυνόμενη ροή, το κλιματιζόμενο ρεύμα ανεφοδιασμού ρέει στην ίδια κατεύθυνση σαν μια ομοιόμορφη ροή αέρα και καταιγίζει ολόκληρη την περιοχή εργασίας ή την κατειλημμένη ζώνη του κλιματιζόμενου χώρου.

Οι τύποι της ομοιοκατευθυνόμενης ροής που χρησιμοποιούνται συχνά σε καθαρά δωμάτια, συμπεριλαμβάνουν τη κατιούσα ομοιόμορφη ροή και την οριζόντια ομοιοκατευθυνόμενη ροή, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.23.

Η ομοιοκατευθυνόμενη ροή αναφέρεται σε σχέδια ροής αέρα στα οποία τα αεροδυναμικά της ροής είναι ομοιόμορφα και κινούνται στην ίδια κατεύθυνση. Λόγω της ομοιοκατευθυνόμενης ροής, η μόλυνση που παράγεται στο χώρο δεν μπορεί να κινηθεί παράπλευρα ενάντια στην κάθετη ροή αέρα και τα σωματίδια σκόνης δεν θα μεταφερθούν σε υψηλότερα επίπεδα από την ανακύκλωση της ροής ή από μεγάλους στροβίλους.

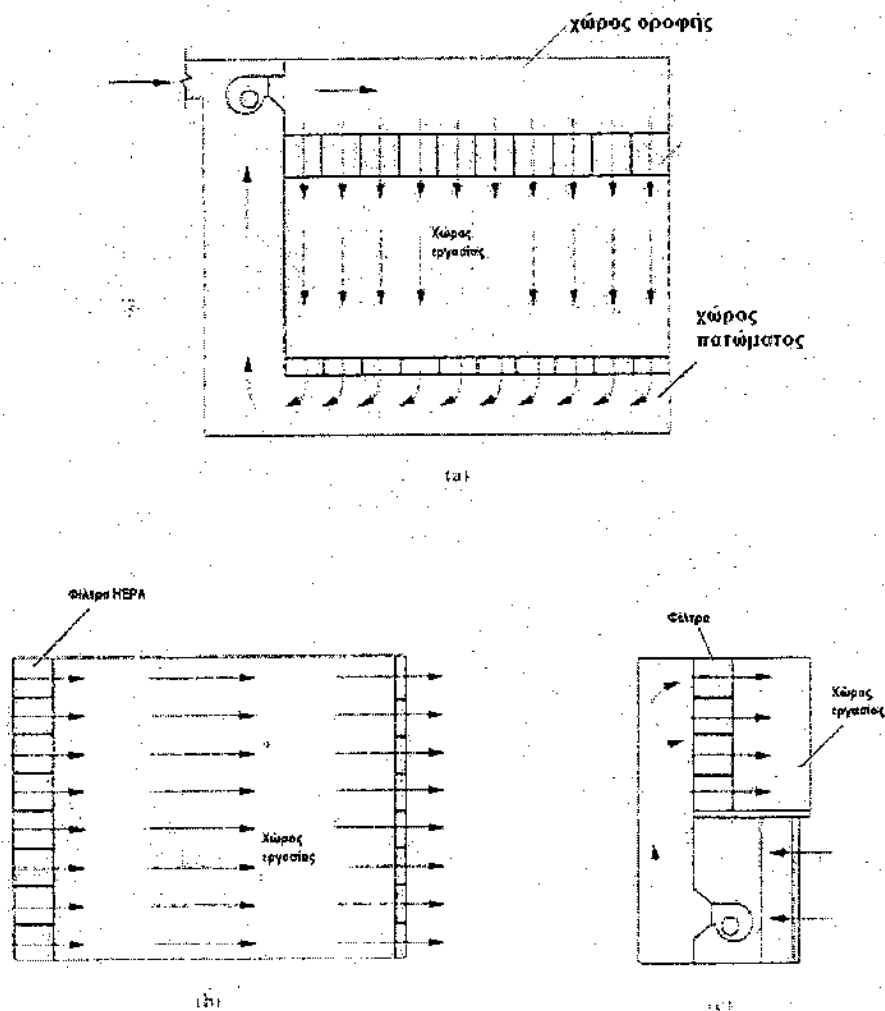
Ένα τέτοιο σχέδιο ροής σε καθαρά δωμάτια ήταν γνωστό ως ροή σε ελάσματα. Η ροή σε ελάσματα συγγέεται συχνά με τους τύπους της υγρής ροής που χαρακτηρίστηκαν από τον αριθμό του Reynold στη ρευστή μηχανική. Σχεδόν όλες οι εξαναγκαζόμενες από ανεμιστήρες ροές σε κλιματιζόμενους χώρους είναι στροβιλώδεις εκτός από το όριο των διπλανών στρωμάτων ελασμάτων στην επιφάνεια του φακέλου του κτηρίου. Ο αριθμός του Reynold για την εξαναγκασμένη ροή, ακόμα και σε πολύ μικρές ταχύτητες, είναι συνήθως μεγαλύτερος από $1 \cdot 10^4$. Το 1991 στο ASHRAE Εγχειρίδιο HVAC Εφαρμογές αναφέρεται αυτό το σχέδιο σαν ομοιοκατευθυνόμενη ροή.

Ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρά δωμάτια.

Το σχήμα 9.23a παρουσιάζει μια κάθετη ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρά δωμάτια. Μετά τη ροή διαμέσου μοριακών φίλτρων αέρα, μεγάλης αποδοτικότητας (HEPA), ο εξαιρετικά καθαρός αέρας απαλλάσσεται ομοιόμορφα προς τα κάτω σε γραμμές παράλληλων ρευμάτων και εισέρχεται στην περιοχή εργασίας. Έπειτα ρέει μέσω του ανυψωμένου πλέγματος πατώματος και επιστρέφει στη μονάδα ανακύκλωσης του αέρα στην κορυφή του καθαρού δωματίου.

Το σχήμα 9.23b παρουσιάζει μια οριζόντια ομοιοκατευθυνόμενη ροή για ένα καθαρό δωμάτιο. Αντί να ρεύσει προς τα κάτω, το καθαρό ρεύμα απαλλάσσεται οριζόντια από τα φίλτρα HEPA στη μια πλευρά του δωματίου και ρέει μέσω της περιοχής εργασίας. Το επίπεδο μόλυνσης κοντά στις εισόδους επιστροφής στην οριζόντια ομοιοκατευθυνόμενη ροή μπορεί να είναι υψηλότερο από εκείνο της κάθετης ομοιοκατευθυνόμενης ροής.

Το σχήμα 9.23c παρουσιάζει έναν καθαρό σταθμό εργασίας που παρέχει μια μικρή μη-μολυσμένη περιοχή εργασίας για έναν εργαζόμενο με τη βοήθεια της οριζόντιας ή της κάθετης ομοιοκατευθυνόμενης ροής και των φίλτρων HEPA. Οι καθαροί σταθμοί εργασίας μπορούν να επιτύχουν έναν υψηλό βαθμό ελέγχου της μόλυνσης πέρα από μια περιορισμένη περιοχή για πολλές πρακτικές εφαρμογές.



ΣΧΗΜΑ 9.23. Ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρά δωμάτια: (a) κάθετη και ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρό δωμάτιο, (b) οριζόντια ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρό δωμάτιο και (c) ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρό σταθμό εργασίας.

Για την παροχή των παράλληλων γραμμών ρευμάτων, απαιτείται ταχύτητα αέρα 60 με 90fpm. Η ομοιοκατευθυνόμενη ροή παρέχει μια άμεση και προβλέψιμη πορεία για τα σωματίδια σκόνης μεγέθους μικρότερου του μm και ελαχιστοποιεί τις δυνατότητες αυτών των σωματιδίων να μολύνουν τους χώρους εργασίας. Επίσης αιχμαλωτίζει εσωτερικά τα σωματίδια σκόνης που δημιουργούνται και τα μεταφέρει μακριά. Τα περισσότερα μόρια σκόνης στην ομοιοκατευθυνόμενη ροή αποκτούν πάλι τις παράλληλες γραμμές ρευμάτων τους μετά από στροβίλους κάθετου ρεύματος μιας παρεμπόδισης.

Η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού ($T_r - T_s$) για την ομοιοκατευθυνόμενη ροή για καθαρά δωμάτια εξαρτάται κυρίως από την απαιτούμενη ταχύτητα χώρου ή την απαίτηση μετακίνησης των ψυχρών φορτίων στην περιοχή εργασίας. Περιπτωσιολογική μελέτη μιας τάξης 10 καθαρών δωματίων θα καλυφθεί στο κεφάλαιο 30.

Εξαερισμός οροφής

Ο εξαερισμός οροφής μερικές φορές καλείται και διάτρητη οροφή. Δημιουργεί μια κάθετη ομοιόμορφη ροή παρόμοια με την κάθετη ομοιοκατευθυνόμενη ροή για τα καθαρά δωμάτια. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι εξαεριστές οροφής απαλλάσσουν τον ρυθμισμένο αέρα μέσω ολόκληρης της επιφάνειας της οροφής για να δημιουργηθεί μια ροή προς τα κάτω, εκτός από την περιοχή που καταλαμβάνεται από τα καλύμματα φωτεινών πηγών. Οι πρωταρχικές διαφορές μεταξύ της ομοιοκατευθυνόμενης ροής για καθαρά δωμάτια και της προς τα κάτω ομοιόμορφης ροής από τον εξαερισμό των οροφών είναι οι ακόλουθες:

Η ομοιοκατευθυνόμενη ροή απαιτεί ταχύτητα αέρα 60-90fpm και εξαιρετικά καθαρό αέρα στην περιοχή εργασίας, ενώ οι εξαεριστές οροφής συνήθως έχουν μια μέση ταχύτητα αέρα μικρότερη κατά 15fpm του κλιματιζόμενου αέρα.

Δεν υπάρχει μίξη του αέρα ανεφοδιασμού και του αέρα του χώρου στην ομοιοκατευθυνόμενη ροή, ενώ ακριβώς κάτω από τη διάτρητη οροφή, ο αέρας ανεφοδιασμού αναμιγνύεται με τον περιβαλλοντικό αέρα σε μια κάθετη απόσταση μικρότερη από 1ft στην κάθετη ομοιόμορφη ροή από τον εξαερισμό οροφής.

Το σχήμα 9.24 παρουσιάζει μια προς τα κάτω ομοιόμορφη ροή αέρα. Στο σχέδιο 9.24, ο κλιματιζόμενος αέρας εισέρχεται πρώτα στον χώρο μεγάλης πίεσης της οροφής μέσω των εξόδων ανεφοδιασμού μέσα στον χώρο μεγάλης πίεσης. Μετά συμπιέζεται μέσω των τρυπών ή των σχισμών του εξαερισμού της οροφής και απάλλασσεται στον κλιματιζόμενο χώρο σε μια προς τα κάτω ομοιόμορφη ροή. Όταν τα παράλληλα ρεύματα αέρος

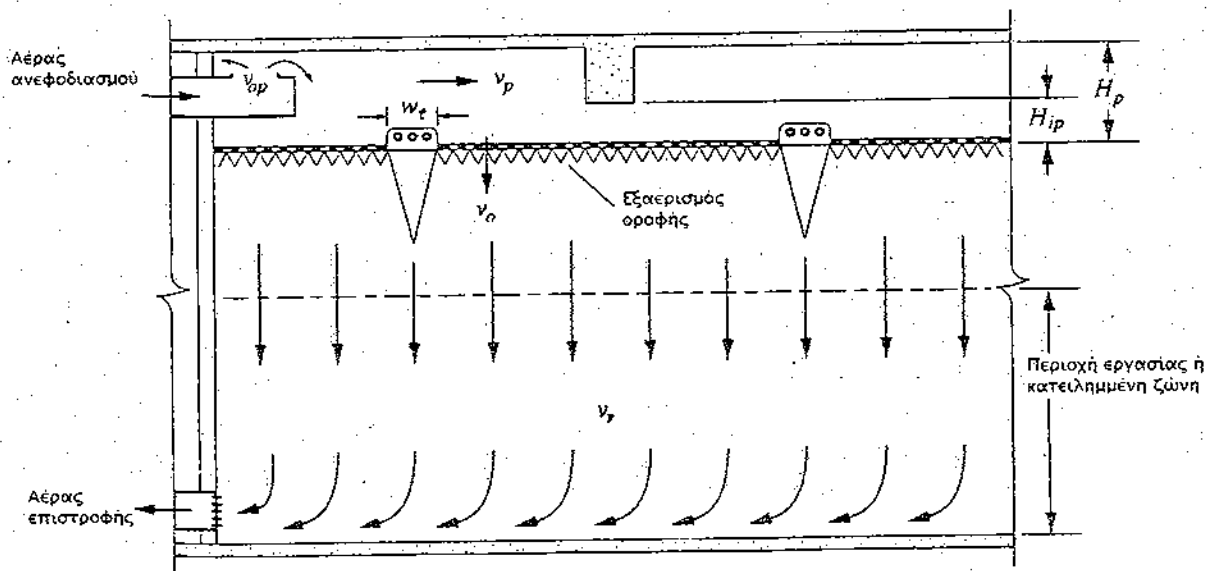
συνδυαστούν μαζί και διατρέξουν την περιοχή εργασίας, φθάνουν στο επίπεδο του πατώματος, γυρνούν προς τα πλάγια πλέγματα επιστροφής σε χαμηλά επίπεδα, και έπειτα επιστρέφουν στην μονάδα αποβάθρας του αέρα ή στη μονάδα συσκευασίας στο δωμάτιο ανεμιστήρων.

Τα σχέδια της προς τα κάτω ομοιόμορφης ροής αέρα από τον εξαερισμό των οροφών έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Δεν υπάρχει μίξη ή προκληθείσα ανακυκλούμενη ροή στην περιοχή εργασίας ή της κατειλημμένης ζώνης, έτσι τα μόρια σκόνης που βρίσκονταν στον αέρα του χώρου σε ένα χαμηλότερο επίπεδο δεν μεταφέρονται σε ψηλό επίπεδο και εισέρχονται στην περιοχή εργασίας ξανά.

Μια πολύ μικρή ταχύτητα αέρα μπορεί να διατηρηθεί στην περιοχή εργασίας ή την κατειλημμένη ζώνη ακόμα και όταν ο όγκος ροής ανά ft^2 $V/A_{\text{π}}$, σε cfm/ft^2 είναι πολύ μεγάλος. Εδώ, το V συμβολίζει το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού, σε cfm , και το $A_{\text{π}}$ την περιοχή του πατώματος, σε ft^2 .

Όταν $V/A_{\text{π}} > 3\text{cfm}/\text{ft}^2$ η κάθετη ομοιόμορφη ροή γίνεται μόνιμη.



ΣΧΗΜΑ 9.24 Εξαερισμός οροφής.

Χώρος οροφής και ταχύτητα αέρα ανεφοδιασμού

Για τη δημιουργία μιας πιο ομοιόμορφης ταχύτητας αέρα ανεφοδιασμού v_o , σε fpm , στις διάτρητες τρύπες ή σχισμές, η μέγιστη ταχύτητα του ρεύματος αέρα κατά το πέρασμα από τον εξαεριστήρα οροφής μέσα στον χώρο

μεγάλης πίεσης οροφής v_p σε fpm, πρέπει να είναι χαμηλή. Συνήθως, $v_p \leq 0.5 v_0$.

Επιπλέον, η απόσταση ανάμεσα στο δοκάρι και του εξαερισμού οροφής, H_{ip} , σε ft, θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 8in. για την αποφυγή μιας μεγαλύτερης απώλειας πίεσης ενάντια στη ροή που διασχίζει τον εξαεριστήρα μέσα στον χώρο μεγάλης πίεσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού, τόσο μεγαλύτερο είναι το H_{ip} . Αν ο χώρος μεγάλης πίεσης της οροφής είναι αρκετού ύψους H_p και υπάρχουν λίγα μικρά εμπόδια εκτός από τα δοκάρια, κατά τη διανομή του αγωγού μέσα στον χώρο οροφής δεν είναι απαραίτητο ότι θα υπάρχει ομοιόμορφος ανεφοδιασμός.

Ο αέρας ανεφοδιασμού που απαλλάσσεται από τις εξόδους στο χώρο οροφής κινείται πάντα σε μια ανοδική κατεύθυνση έτσι ώστε η πίεση της ταχύτητας του απαλλαγμένου ρεύματος αέρα δεν επηρεάζει την ταχύτητα του αέρα ανεφοδιασμού στα διάτρητα ανοίγματα.

Η κατασκευή του χώρου οροφής πρέπει να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις της εθνικής ένωσης πυροπροστασίας (NFPA) και των τοπικών κωδικών πυροπροστασίας. Οι εξαερισμοί οροφής κατασκευάζονται πάντα από μη εύφλεκτο υλικό όπως οι μεταλλικές λωρίδες ή τα ορυκτά ακουστικά κεραμίδια. Ο χώρος οροφής πρέπει να μονώνεται ενάντια στο κέρδος ή την απώλεια θερμότητας και συμπύκνωση της εσωτερικής του επιφάνειας εάν είναι δίπλα σε περιοχή που δεν είναι κλιματιζόμενη,

Η ταχύτητα του αέρα ανεφοδιασμού στα διάτρητα ανοίγματα v_0 πρέπει να είναι βέλτιστη. Όταν η v_0 υπερβαίνει τα 1000fpm, παράγεται ένας απαράδεκτος θόρυβος. Μεγαλύτερη v_0 σημαίνει επίσης υψηλότερη πίεση στον χώρο της οροφής και, επομένως, μεγαλύτερη διαρροή αέρα. Απ' την άλλη πλευρά, μια χαμηλότερη v_0 ίσως προκαλέσει ανωμαλία στο ποσοστό ροής αέρα ανεφοδιασμού λόγω υψηλότερης αναλογίας v_p/v_0 .

Η ταχύτητα αέρα ανεφοδιασμού v_0 είναι συνήθως μεταξύ 200-700fpm. Όταν προσδιορίζεται η v_0 , η διάτρητη περιοχή μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$A_0 = V_s / V_0 \quad (9.16)$$

Όπου V_s = ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού, cfm.

Γενικά, η διάμετρος των κυκλικών τρυπών ή το πλάτος των σχισμών είναι λιγότερο από 1/4in. Ο αριθμός των τρυπών ή των σχισμών μπορεί να προσδιοριστεί αναλόγως. Βασισμένοι σε πειραματικά αποτελέσματα, ο συντελεστής τοπικής απώλειας των διάτρητων τρυπών και σχισμών C_0 είναι περίπου 2.75.

Οι αεριζόμενες οροφές χρησιμοποιούνται συχνά σε βιομηχανικές εφαρμογές όπου χρειάζονται πολύ χαμηλές κινήσεις αέρα ή ακριβή έλεγχο της θερμοκρασίας του χώρου πάνω από $68 \pm 0.1^\circ\text{F}$. Χρησιμοποιούνται επίσης σε κλειστά στάδια για το μπάντινγκ και το πικ-πογκ, όπου πρέπει να διατηρηθεί μια ταχύτητα αέρα μικρότερη από 40 fpm.

9.7 ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΡΟΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Μοντέλο δύο στρωματοποιημένων ζωνών.

Η στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης είναι μια ροή αέρα σαν πιστόνι. Παρέχει κλιματιζόμενο κρύο αέρα (συνήθως 100 τοις εκατό υπαίθριου αέρα σε χαμηλότερη ταχύτητα) σε μια έξοδο ανεφοδιασμού χαμηλού επιπέδου, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 9.25. Ο κρύος αέρας ανεφοδιασμού, με ένα ποσοστό όγκου ροής V_s (cfm) ρέει σε μια λεπτή γραμμή κατά μήκος του πατώματος. Επάνω από τις θερμικές και μολυσματικές πηγές, ο θερμός αέρας που περιλαμβάνει μολυσματικά στοιχεία ανεβαίνει προς τα πάνω λόγω της επίδρασης της άνωσης. Ο αέρας ανεφοδιασμού παρασύρεται έπειτα στην ανοδική θερμή ροή με ένα ποσοστό όγκου ροής V_{conv} (σε cfm). Όταν η ανοδική θερμή ροή φτάνει σε ένα ύψος όπου το ποσοστό όγκου ροής είναι ίσο με το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού, δηλαδή $V_{conv} = V_s$, αυτό το ύψος αναγνωρίζεται ως στάσιμο επίπεδο z_{star} . Πάνω από το z_{star} ο περιβάλλοντας αέρας εισέρχεται στην ανοδική θερμική ροή μέχρι να φτάσει την οροφή. Η ανοδική εκ μεταφοράς ροή με τον προκληθέντα αέρα διαδίδεται πλευρικά κατά μήκος της οροφής. Μια ποσότητα σχεδόν ίση με το ποσοστού όγκου ροής ανεφοδιασμού εξέρχεται ή επιστρέφει στο δωμάτιο του ανεμιστήρα μέσω του κολπίσκου επιστροφής ή εξάτμισης κοντά στην οροφή. Η υπόλοιπη μερίδα που περιέχει τα μολυσματικά στοιχεία κατεβαίνει στο στάσιμο επίπεδο για να εισαχθεί στην ανοδική εκ μεταφοράς ροή και να ανακυκλωθεί.

Η στρωματοποιημένη ζώνη διαιρεί το δωμάτιο κάθετα σε δύο ζώνες: μια ανώτερη ζώνη και μια κατώτερη ζώνη. Στην κατώτερη ζώνη, μόνο ο αέρας ανεφοδιασμού μπαίνει στην ανοδική εκ μεταφοράς ροή καθώς το ποσοστό όγκου ροής είναι μικρότερο από το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού $V_{conv} < V_s$. Στην ανώτερη ζώνη, το ποσοστό του αέρα και των μολυσματικών στοιχείων που είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό ροής ανεφοδιασμού $V_{conv} > V_s$ ανακυκλώνει. Για τον κρύο αέρα ανεφοδιασμού, η μέση θερμοκρασία της ανώτερης ζώνης είναι συνήθως 1 με 2°F υψηλότερη από αυτή της κατώτερης ζώνης.

Χαρακτηριστικά λειτουργίας.

Η στρωματοποιημένη ροή μετατοπίσεων εισήχθη στις Σκανδιναβικές χώρες στις αρχές της δεκαετίας του 1970 ως μέσο γενικής βελτίωσης του εξαερισμού σε βιομηχανικές εφαρμογές. Για άνετα συστήματα σε δημόσια κτήρια και γραφεία, υιοθετήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980.

Σύμφωνα με τους Svensson (1989), Mathisen (1989), Sandberg και Blomqvist (1989), και Seppanen et al. (1989), η στρωματοποιημένη ροή μετατοπίσεων έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Η κρύα παροχή αέρα, συνήθως από 100 τοις εκατό υπαίθριο αέρα χρησιμοποιείται για να μετακινήσει τα φορτία ψύξης σε κλιματιζόμενους χώρους. Η θέρμανση παρέχεται συνήθως με ακτινοβολία των ελασμάτων ή από θερμαντήρες στο σόβατεπί κάτω από τα παράθυρα ή στους τοίχους.

Ο αέρας πρέπει να παρασχεθεί σε χαμηλή ταχύτητα, γενικά μικρότερη από 60fpm και σε ένα ύψος συχνά χαμηλότερο από 1,8ft από το επίπεδο του πατώματος.

Ο κρύος αέρας παρέχεται γενικά σε μια θερμοκρασία 5-9°F χαμηλότερη από τον αέρα στην κατειλημμένη ζώνη ή περιοχή εργασίας.

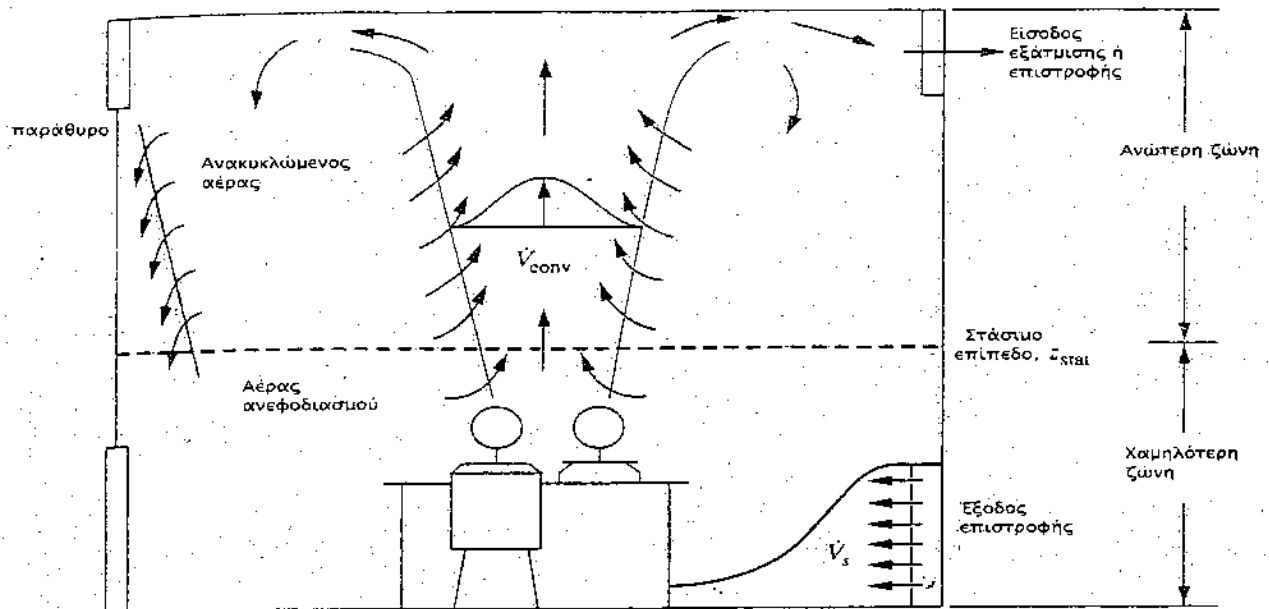
Το ύψος της χαμηλότερης ζώνης, ή z_{stst} , γενικά πρέπει να είναι υψηλότερο από τη γραμμή αναπνοής ενός καθισμένου κατόχου (4,5ft). Το στάσιμο επίπεδο εξαρτάται κυρίως από το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού V_s .

Στη χαμηλότερη ζώνη, όλος ο αέρας είναι αέρας ανεφοδιασμού, θεωρητικά, εκτός από τα κάθετα κρύα ρεύματα. Ο αέρας ανεφοδιασμού μπαίνει στην κατειλημμένη ζώνη άμεσα χωρίς να γίνει μίξη με τον περιβάλλοντα αέρα.

Λόγω της μικρής διαφοράς θερμοκρασίας ανεφοδιασμού, το μέγιστο ψυκτικό φορτίο που μπορεί να μετακινηθεί από το δωμάτιο είναι περίπου 13 Btu/h* ft² σε ένα ύψος οροφής 9ft. Για μεγαλύτερα ψυκτικά φορτία, πρέπει να χρησιμοποιηθούν πρόσθετα ψυκτικά ταμπλό τοποθετημένα στην οροφή. Οι είσοδοι εξαγωγής ή επιστροφής βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της οροφής.

Σύμφωνα με την απαιτούμενη θερμική άνεση του κατόχου, η κατακόρυφη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιπέδων 0,3ft και 5,5ft όπως διευκρινίζεται στην παράγραφο 5.8, δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 5°F.

Η αποδοτικότητα ανταλλαγής e_{ex} για την πλήρη αναμειγμένη ροή είναι 0,5 και για τη στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης είναι από 0,5 έως 0,6. Για την ιδανική ροή μετατόπισης που μοιάζει με έμβολο, είναι $e_{ex} = 1$.



ΣΧΗΜΑ 9.25. Στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης σε κοινό δωμάτιο.

Σύγκριση της στρωματοποιημένης ροής μετατόπισης και της αναμειγμένης ροής.

Συγκρίνοντας με τους αεραγωγούς με αναμειγμένη ροή, η στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

Το επίπεδο μόλυνσης στην κατειλημμένη ζώνη είναι χαμηλότερο και επομένως, η εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα είναι καλύτερη.

Οι αποτελεσματικοί παράγοντες διάχυσης e_T και e_C είναι υψηλότεροι.

Οι εντάσεις των αναταραχών I_{tur} είναι χαμηλότερες και επομένως, εμφανίζονται λιγότερα προβλήματα ρευμάτων ακόμα και σε υψηλότερες μέσες ταχύτητες αέρα.

Τα μειονεκτήματα της στρωματοποιημένης ροής μετατόπισης είναι τα ακόλουθα:

Το αρχικό κόστος είναι σημαντικά υψηλότερο εάν η πυκνότητα φορτίων ψύξης είναι μεγαλύτερη από $13 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$ και εάν προστίθενται ψυχρά ταμπλό.

Το ενεργειακό κόστος είναι συγκριτικά υψηλότερο.

Η στρωματοποιημένη ροή μετατόπισης είναι μόνο για τη ψύξη των χώρων.

9.8 ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΗ ΡΟΗ- ΣΗΜΕΙΟ ΨΥΞΗΣ /ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Οφέλη της εκτοξευόμενης ροής.

Σε ένα σχέδιο εκτοξευόμενης ροής, το κρύο ή θερμό air jet προβάλλεται σκόπιμα σε μέρος της κατειλημμένης ζώνης ή περιοχής εργασίας, η οποία καλείται συχνά ζώνη στόχος. Το αποτέλεσμα είναι έλεγχος του περιβάλλοντος σε μια μικρή ή συγκεκριμένη περιοχή, ή έλεγχος του μικροπεριβάλλοντος. Αυτό το σχέδιο εκτοξευόμενης ροής αέρα χρησιμοποιείται στη ψύξη/θέρμανση σημείων, στον κλιματισμό στόχου, και στα προσωπικά περιβάλλοντα.

Η ψύξη/θέρμανση σημείων χρησιμοποιώντας την εκτοξευόμενη ροή έχει πολλά πλεονεκτήματα πέρα από το συμβατό αεραγωγό:

Καλύτερος έλεγχος της θερμοκρασίας, της καθαρότητας του αέρα και της μετακίνησης του αέρα στο μικροπεριβάλλον και στο προσωπικό περιβάλλον του κατόχου.

-Πιο μικρή κατανάλωση ενέργειας.

Αμεσότερη φρέσκια παροχή αέρα.

Άμεσος και αποδοτικός χειρισμός των τοπικών φορτίων.

Τα κύρια μειονεκτήματα των σημείων ψύξης / θέρμανσης είναι: πιο περίπλοκες έξοδοι ανεφοδιασμού και εργασία στους αγωγούς, υψηλότερο κόστος ανά μονάδα περιοχής δαπέδου, και περιορισμένος τομέας περιβάλλοντικού ελέγχου.

Μελετώμενοι παράμετροι στο σχεδιασμό.

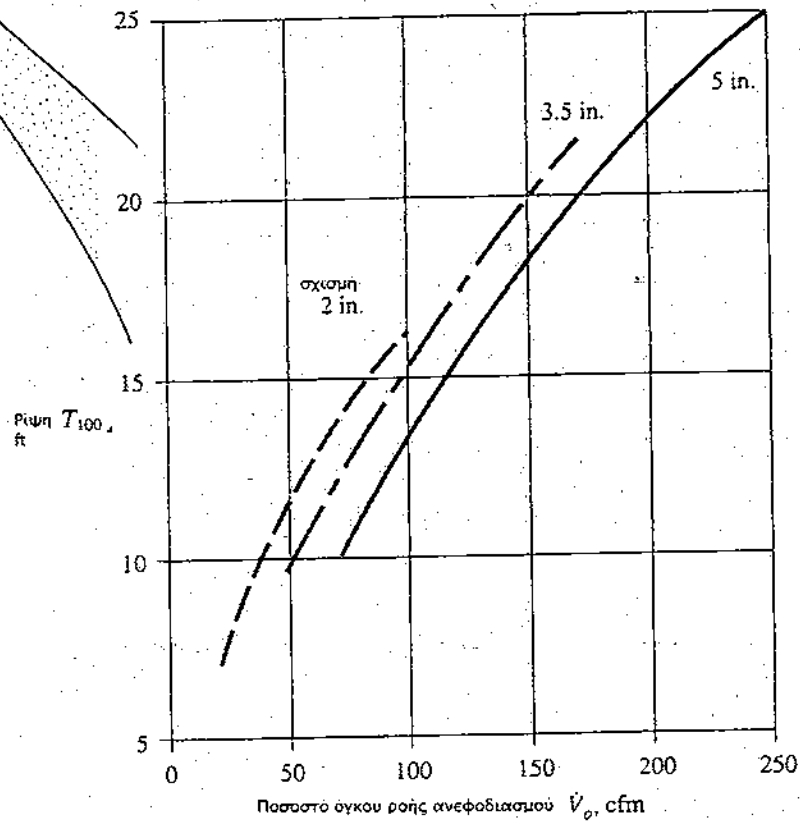
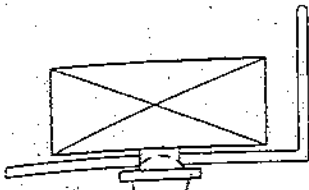
Τα ρεύματα jets στην εκτοξευόμενη ροή είναι συνήθως ελεύθερα ρεύματα jets με υψηλούς συντελεστές επαγωγής λόγω της μεγάλης επαφής τους με τον περιβάλλοντα αέρα. Συχνά χρησιμοποιούνται μακροί-λαιμοί γύρω από τα ακροφύσια ως έξοδοι ανεφοδιασμού στην ψύξη/θέρμανση σημείων για τους μεγάλους χώρους, και τα μικρά ακροφύσια (διαμέτρου 3 έως 7in.) είναι ευρέως χρησιμοποιημένα σε ανοικτά γραφεία και άλλα άνετα συστήματα κλιματισμού.

Στον σχεδιασμό σημείων ψύξης / θέρμανσης, η σημαντικότερη παράμετρος είναι η ρίψη του ρεύματος jet ή της εκτοξευόμενης ροής. Η ρίψη, συνήθως T_{100} , στην ψύξη/θέρμανση σημείων, είναι η απόσταση, σε ft, μεταξύ της εξόδου και του κέντρου του air jet με τελική ταχύτητα 100fpm. Το T_{100} καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το ποσοστό όγκου ροής ανεφοδιασμού στο ακροφύσιο V_0 , σε cfm. Η ταχύτητα ανεφοδιασμού v_{core} , σε fpm, έχει πολύ μικρότερη επιρροή στο T_{100} απ' ότι η V_0 . Το σχήμα 9.26

παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ του T_{100} και του V_0 για τα τυπικά μικρής διαμέτρου ακροφύσια. Όταν $V_0 = 100 \text{ cfm}$, το T_{100} για ένα ακροφύσιο διαμέτρου 5 in. σε $v_0 = 735 \text{ fpm}$ είναι 13 ft ενώ το T_{100} για ένα ακροφύσιο διαμέτρου 3,5 in. σε $v_0 = 1493 \text{ fpm}$ είναι μόνο 15 ft.

Στην ψύξη/θέρμανση σημείων, είναι αδύνατο να έχουμε μικρό T_{100} από ένα ακροφύσιο με υψηλό V_0 ή μακρύ T_{100} από ένα ακροφύσιο με χαμηλό V_0 .

Οι σχεδιαστικοί παράμετροι εκτός από τη ρίψη περιλαμβάνουν το επίπεδο ήχου, την πτώση της πίεσης και το εμβαδόν της ζώνης στόχου. Για ένα τυπικό ακροφύσιο 3.5 in., εάν $V_0 = 120 \text{ cfm}$ και $v_0 = 1790 \text{ fpm}$, τότε το $NC = 27$ και η συνολική πτώση της πίεσης στο ακροφύσιο είναι 0,22 WG. Το μέγεθος της ζώνης στόχου μπορεί να υπολογιστεί από T_{100} και τη γνώση της γωνία της απόκλισης $\alpha = 22^\circ$.



ΣΧΗΜΑ 9.26. Σχέση του V_0 και του T_{100} για την ψύξη/ θέρμανση σημείου. (Με την άδεια από τις διεκπεραιώσεις της ASHRAE 1988 Μέρος 1.)

Υποδείξεις στο σχεδιασμό των σημείων ψύξης/ θέρμανσης.

Ο Brown (1988) υποδεικνύει τα ακόλουθα για το σχεδιασμό των σημείων ψύξης/ θέρμανσης:

Το ακροφύσιο πρέπει να είναι τοποθετημένο κοντά στη ζώνη στόχου για να παρέχει μια μεγαλύτερη τελική ταχύτητα. Αυτό μειώνει το ποσοστό όγκου ροής και την επαγωγή του αέρα της αίθουσας.

Η βέλτιστη τελική ταχύτητα παρέχει μια καλύτερη επίδραση ψύξης από εξάτμιση για την άνεση των κατόχων και μια ικανοποιητική διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ρευμάτων jet της ζώνης στόχου και του αέρα του δωματίου. Η βέλτιστη τελική ταχύτητα εξαρτάται από το μεταβολικό ποσοστό του κατόχου, τη θερμοκρασία της ζώνης στόχου, και τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των περιβαλλόντων.

Επιτρέψτε στον κάτοχο, αν είναι δυνατό, να ρυθμίσει και την κατεύθυνση του ρεύματος jet και το ποσοστό όγκου ροής, για να βελτιώσει τη θερμική άνεση.

Ιδανικά, το ρεύμα jet προβάλλεται προς το μέτωπο του κατόχου, αλλά η πλευρική προβολή είναι επίσης αποδεκτή.

Τα στοιχεία εκτέλεσης των περισσότερων κατασκευαστών για την ψύξη/ θέρμανση σημείων είναι για τα ελεύθερα ισόθερμα ρεύματα jet. Εάν ένα ρεύμα jet προβάλλεται κατά μήκος μιας επιφάνειας, η ρίψη πρέπει να είναι 40 τοις εκατό μακρύτερη. Για να εκτιμήσουμε τη ρίψη του μη ισόθερμου κάθετου ζεστού ρεύματος jet, λαμβάνουμε υπόψη ότι η ρίψη μειώνεται 2 τοις εκατό για κάθε αύξηση της διαφοράς της θερμοκρασίας κατά 1°F μεταξύ του αέρα ανεφοδιασμού και του αέρα δωματίου, ενώ για τα προς τα κάτω κρύα ρεύματα jets, η ρίψη αυξάνεται 1 τοις εκατό για κάθε αύξηση της διαφοράς της θερμοκρασίας κατά 1°F .

Γενικά, η ψύξη/ θέρμανση σημείων χρησιμοποιείται όπου η μέση εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από 82°F κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής και χαμηλότερη από 65°F κατά τη διάρκεια της θερμής εποχής.

9.9 ΑΝΟΔΙΚΗ ΡΟΗ - ΑΕΡΑΓΩΓΟΣ ΣΕ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟ ΠΑΤΩΜΑ

Ανοδική ροή από ένα υπερυψωμένο πάτωμα.

Η ανοδική ροή από ένα υπερυψωμένο πάτωμα χρησιμοποιείται επιτυχώς σε αεραγωγούς σε δωμάτια υπολογιστών και σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές

με υψηλή πυκνότητα φορτίων ψύξης, όπως 60 έως 300 Btu/h*ft² εμβαδόν πατώματων. Το σχήμα 9.27a παρουσιάζει ένα χαρακτηριστικό αεραγωγό με ανοδική ροή από ένα υπερψωμένο πάτωμα. Ο κλιματιζόμενος αέρας παρέχεται σε ένα χώρο του ανυψωμένου πατώματος. Το πάτωμα ανυψώνεται συνήθως από το δομικό πάτωμα 12 με 15in. ανάλογα με το εάν μια σπείρα ανεμιστήρα είναι τοποθετημένη μέσα στον χώρο του πατώματος. Ο χώρος πίεσης του πατώματος μπορεί να πιέζεται σε μια θετική πίεση συνήθως λιγότερο από 0,08in. WG. Αν ο χώρος πιέζεται, ο αέρας απαλλάσσεται από τις εξόδους του πατώματος άμεσα. Εάν ο χώρος δεν πιέζεται, ο κλιματιζόμενος αέρας εξάγεται από τον χώρο του πατώματος από μια έξοδο με έναν μικρό ανεμιστήρα και απαλλάσσεται στον κλιματιζόμενο χώρο. Εάν ο αέρας απαλλάσσεται μέσω μιας εξόδου γραφείου, είτε ο χώρος του πατώματος πρέπει να είναι σε μια υψηλότερη στατική πίεση ή ένας μικρός ανεμιστήρας πρέπει να χρησιμοποιείται για να υπερνικήσει την πτώση πίεσης της εξόδου γραφείων και του συνδεδεμένου σωλήνα του όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.27b.

Επειδή οι εξοδοί πατωμάτων, οι εξοδοί ανεμιστήρων, και οι εξοδοί γραφείων είναι όλες τοποθετημένοι στην κατειλημμένη ζώνη, η παροχή αέρα από αυτές τις εξόδους πρέπει να είναι σε μια θερμοκρασία μεταξύ 62 και 65°F.

Μετά την απορρόφηση του ψυχρού φορτίου του χώρου από τον αέρα ανεφοδιασμού, ο ανοδικός αέρας δωματίου ανυψώνεται. Η θερμοκρασία του αέρα επιστροφής που εισέρχεται από τα καλύμματα φωτεινών πηγών είναι συνήθως μεταξύ 80 και 82°F. Μετά από την είσοδο στον χώρο μεγάλης πίεσης της οροφής, ο αέρας επιστρέφει στο AHU, το PU ή τα τερματικά.

Κατά τη χειμερινή θέρμανση, χρησιμοποιείται συχνά ένα περιμετρικό ακτινοβόλο σύστημα θέρμανσης. Μερικές φορές, ο αέρας ανεφοδιασμού μπορεί να θερμανθεί στη σπείρα αναθέρμανσης στην μονάδα της τελικής ζώνης, και έπειτα να εισαχθεί στην περιμετρική ζώνη για να αντισταθμίσει το θερμό φορτίο μέσω των εξόδων του πατώματος.

ΕΞΟΔΟΙ ΓΡΑΦΕΙΩΝ. Πολλά ανοικτά γραφεία χρησιμοποιούν ιδιαίτερους θαλαμίσκους για να παρέχουν ιδιωτικότητα. Συγχρόνως, τα εντοπισμένα φορτία που δημιουργούνται από τους προσωπικούς υπολογιστές και άλλο ηλεκτρονικό εξοπλισμό έχουν γίνει αρκετά υψηλά. Οι εξοδοί γραφείων παρέχουν τον αέρα άμεσα στη ζώνη στόχου από τον χώρο του πατώματος όπως φαίνεται στο σχέδιο 9.27. Σε πολλά άνετα κλιματιστικά συστήματα (κυρίως σε περιοχές με βαρύ χειμώνα), οι εξοδοί γραφείου προσφέρουν θερμό αέρα άμεσα στους κατόχους, χωρίς στάσιμο στρώμα.

Οι εξοδοί γραφείου παρέχουν επίσης προσωπικό έλεγχο του όγκου και της κατεύθυνσης της ροής, κάτι που βελτιώνει πάρα πολύ τη θερμική άνεση των κατόχων. Το κύριο μειονέκτημά τους είναι το ψηλό τους κόστος. Εκτός από εφαρμογές όπου χρειάζεται υψηλός προσωπικός έλεγχος, οι εξοδοί γραφείου έχουν αντικατασταθεί τα τελευταία χρόνια, από τις εξόδους πατωμάτων στους περισσότερους αεραγωγούς με ανοδική ροή σε υπερυψωμένα πατώματα.

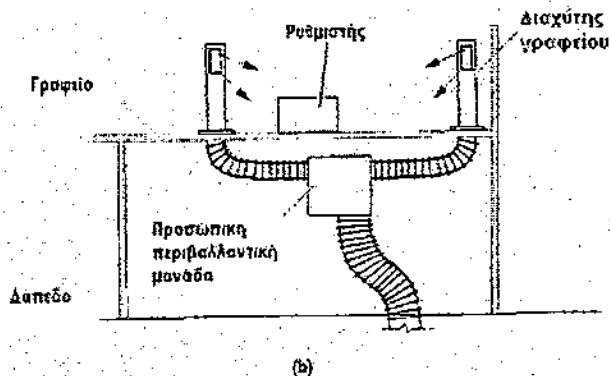
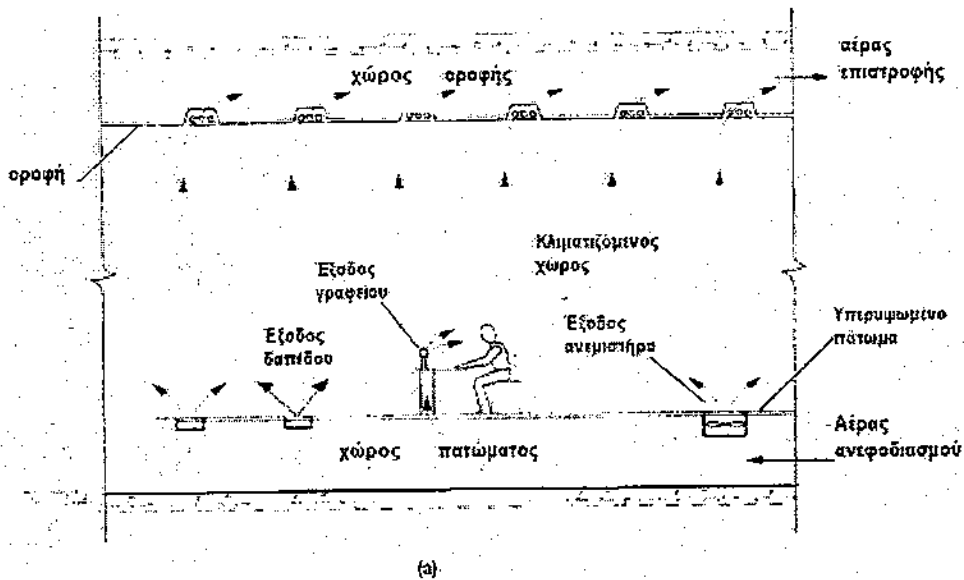
ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Αν και η θερμοκρασία ανεφοδιασμού έχει αυξηθεί στους 62-65°F, η θερμοκρασία επιστροφής έχει επίσης αυξηθεί στους 80-82°F, οπότε η διαφορά θερμοκρασίας ανεφοδιασμού ($T_r - T_s$) είναι ακόμα σχεδόν η ίδια με τους αεραγωγούς με αναμειγμένη ροή.

Η διάμετρος της εξόδου του πατώματος είναι συνήθως 6-8in. Η απαλλασσόμενη ταχύτητα είναι περίπου 400 με 800fpm. Για μια έξοδο 6in., το μέγιστο ποσοστό ροής ανεφοδιασμού $V_{max} \leq 90\text{cfm}$ και για μια έξοδο διαμέτρου 8in. $V_{max} \leq 90\text{cfm}$.

Ακριβώς πάνω από την έξοδο του πατώματος, η ταχύτητα του air jet ίσως είναι 400fpm σε μια θερμοκρασία 7°F μικρότερη από τον περιβάλλοντα αέρα. Η εμπειρία δείχνει ότι μια παραμονή περισσότερη από λίγα λεπτά παράγει την δυσφορία. Ο Sodex και ο Craig (1990) συστήνουν ότι, όταν μελετάται το σχεδιάγραμμα των εξόδων των πατωμάτων, η ελάχιστη απόσταση από τον χώρο εργασίας μέχρι μια έξοδο διαμέτρου 6in. είναι 2,5 έως 3ft και 3,5 έως 5ft για μια έξοδο διαμέτρου 8in.

Σύμφωνα με τους Sodex και Craig, η μείωση μεταξύ δύο εξόδων πατωμάτων παρακείμενων δωματίων είναι συνήθως μεγαλύτερη από 29dB. Επομένως, η μετάδοση συνομιλίας μέσω των εξόδων πατωμάτων είναι αμελητέα.



ΣΧΗΜΑ 9.27. Ανοδική ροή από υπερυψωμένο πάτωμα: (α) σχηματικό διάγραμμα και (β) έξοδος γραφείου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΑΝΟΔΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ.

Συγκρινόμενη με τα κοινά συστήματα αεραγωγών με αναμειγμένη ροή, τα αρχικά πλεονεκτήματα της ανοδικής ροής από υπερυψωμένα πατώματα είναι τα ακόλουθα:

Ο αέρας ανεφοδιασμού παρέχεται στην κατειλημμένη ζώνη άμεσα, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη ποιότητα εσωτερικής ατμοσφαιρικής ποιότητας.

Όταν ο θερμός αέρας παρέχεται από τις εξόδους πατωμάτων και επιστρέφει από τον χώρο μεγάλης πίεσης της οροφής, δεν υπάρχει στάσιμος αέρας στην κατειλημμένη ζώνη.

Ο αέρας του χώρου επιστρέφεται σε μια υψηλότερη θερμοκρασία, και επομένως, ο αποτελεσματικός παράγοντας διάχυσης του χώρου είναι υψηλότερος.

Τα μειονεκτήματα της ανοδικής ροής από υπερυψωμένο πάτωμα είναι:

Το πολύτιμο διάστημα πατωμάτων καταλαμβάνεται από τις εξόδους πατωμάτων.

Οι χώροι των πατωμάτων και των οροφών απαιτούνται.

Η αρχική επένδυση είναι υψηλότερη από το κοινό συστήματα αναμειγμένης ροής.

Για τα γραφεία και σε άλλες εφαρμογές εκτός από τα δωμάτια υπολογιστών, η ανοδική ροή υπερυψωμένων πατωμάτων για την κατασκευή εμπορικών κτηρίων αναπτύχθηκε πρώτα στη Γερμανία, και πολλά υιοθετήθηκαν πρόσφατα στη Νότιο Αφρική. Ο Heinemeier et al (1990) βρήκαν ότι στη Βόρεια Αμερική, η ανοδική ροή υπερυψωμένου πατώματος χρησιμοποιείται πρωτίστως σε μικρά γραφεία.

Οι αεραγωγοί με ανοδική ροή υπερυψωμένου πατώματος είναι ακόμα σε αναπτυσσόμενο στάδιο. Όπου ένας χώρος πατώματος είναι πάντα χρήσιμος ή όπου υπάρχει υψηλή πυκνότητα ψυχρού φορτίου, ένα ανοδικό σύστημα ροής υπερυψωμένου πατώματος ίσως να είναι μια κατάλληλη επιλογή.

Μελλοντική ανάπτυξη

Το έργο του κλιματισμού για τον έλεγχο του μικρο-περιβάλλοντος έχει μεγάλη προοπτική λόγω της μικρότερης κατανάλωσης ενέργειάς του. Στον ερχόμενο αιώνα, οι απαιτήσεις για κλιματιζόμενο αέρα στις αναπτυσσόμενες χώρες των τροπικών περιοχών αναμένεται να αυξηθεί εντυπωσιακά. Ενέργειο-αποδοτικά συστήματα πρέπει να αναπτυχθούν. Η ψύξη/ θέρμανση σημείων (κλιματισμός στόχου) ή ένας συνδυασμός επίπλων και κλιματισμού μπορούν να είναι σημαντικές μελλοντικές τεχνολογίες.

