(1)

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حرارت مرکزی و تهویه مطبوع (1) - استاد حسین ذوالفقاری - نیمسال دوم سال تحصیلی 91-90

منابع: 1) محاسبات تأسیسات ساختمان : سید مجتبی طباطبائی

2) راهنمای طراحی سیستمهای تهویه مطبوع : handbook carrier

3) هندبوک آشره handbook Ashrea

4) تأسیسات ساختمان جواد، م، تهرانی (دو جلد)

5) تأسیسات ساختمان و تهویه مطبوع : موسسه‌ی نایکن

پروژه: یک پروژه بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ متری انتخاب و تا قبل از عید به تأیید استاد برسد. یک نفره است. زمان تحویل پروژه دو هفته بعد از اتمام مبحث حرارت مرکزی می‌باشد. حرارت مرکزی با شوفاژ. ۵ یا ۶ نمره. نحوه ارزیابی: 1) پروژه و تقلم ٪30

حداقل قبولی در آخر ترم 30 می‌باشد. 2) آخر ترم ٪70

سؤال‌های آخر ترم تا ٪50 از آن (از مبحث تهویه و کولر) سؤال می‌آید. (پالان، غا، پرسش)

سیستم‌های متداول در گرمایش ساختمان: 1) سیستم حرارت مرکزی با آب گرم. این سیستم خود به دو دسته تقسیم می‌شود. الف) سیستم با جریان طبیعی که در اثر نیروی ترموسیفون یا ثقلی سیستم جریان پیدا می‌کند و اختلاف درجه حرارت ورودی و خروجی آب حدود 25 تا 40 درجه فارنهایت است. دمای آب رفت در این سیستم معمولاً بین 140 تا 180 درجه فارنهایت در نظر گرفته می‌شود و برای ساختمان‌های کوچک با زیربنای کم استفاده می‌شود. (3 یا 4 طبقه) از این سیستم خیلی کم استفاده می‌شود.

ب) سیستم با جریان اجباری: در اینجا انتقال جریان با پمپ انجام می‌گیرد و اختلاف درجه حرارت ورودی و خروجی (20°F) است و دمای آب رفت بین (160°F) تا (180°F) در نظر گرفته می‌شود. و برای همه‌ی ساختمانها قابل استفاده است.

در حالت اول آب چون با سرعت کم‌تری حرکت می‌کند فرصت بیشتری دارد تا انتقال حرارت داشته باشد به همین خاطر اختلاف دما در حالت اول بیشتر از حالت دوم می‌باشد. در حالت دوم چون پمپ عامل سرعت جریان آب است، این افزایش سرعت فرصت انتقال حرارت را می‌گیرد.

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

2) سیستم حرارت مرکزی با آب داغ: اگر دمای آب از 100°C بیشتر باشد آب داغ گویند و برای اینکه آب جوش نیاید باید فشار را بالا برده و نیاز به یک سیستم بسته داریم.

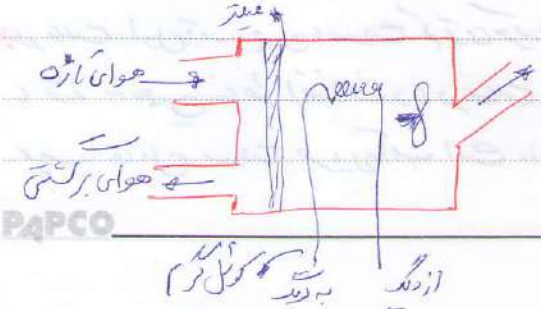
در اینجا حداکثر درجه حرارت آب (400°F) است. بخاری دیگر باعث ریختن از فشار استفاده سیستم کار می کند. سیستم بسته است و منبع انبساط آن نیز بسته می باشد. سیستم حتماً اجباری است و به پمپ احتیاج دارد. چون تحت فشار است. بنابراین علت تحت فشار است که آب به جوش نیاید (دردمای بالای 100°c) این سیستم بیشتر برای ساختمان های بزرگ و پراکنده استفاده می شود.

3) سیستم حرارت مرکزی با بخار: برای ساختمانهای بزرگ و پراکنده و بیمارستانها استفاده می شود و توسط یک مبدل حرارتی با بخار موجود آب گرم مورد نیاز سیستم تأمین می شود. آب داغ که بالای 100 است و بخار را مستقیم وارد سیستم نمی کنیم. بلکه از یک مبدل حرارتی استفاده می کنیم. اگر آب داغ وارد شوفاژ شود دیگر انبساط نمی یابد و یا اگر لوله ای باز شود فشار بالای آب آسیب پذیری شود. بنابراین مبدل آب داغ یا بخار را به آب گرم تبدیل می کند بواسطه تبادل گرمایی که در مبدل انجام می پذیرد.

4) سیستم حرارت مرکزی با هوای گرم: در اینجا هوا را در دستگاهی بنام هواساز گرم می کنیم که هواساز توسط دیگ گرم می شود. (کوره هوای گرم مثل بخاری هم از این نوع می باشد. و یا از کوره هوای گرم بزرگ برای ورزشگاهها استفاده می شود)

گرم کردن هوا ممکن است بصورت مستقیم در کوره هوای گرم و یا بصورت غیر مستقیم توسط آب گرم یا بخار را در یک مبدل حرارتی عامل هواساز و فن کویل انجام پذیرد. ضمناً گردش هوای گرم می تواند همانند گردش آب گرم بصورت طبیعی یا اجباری (توسط بادزن) صورت گیرد.

یک جعبه بزرگ (2×3×5)



Subject:

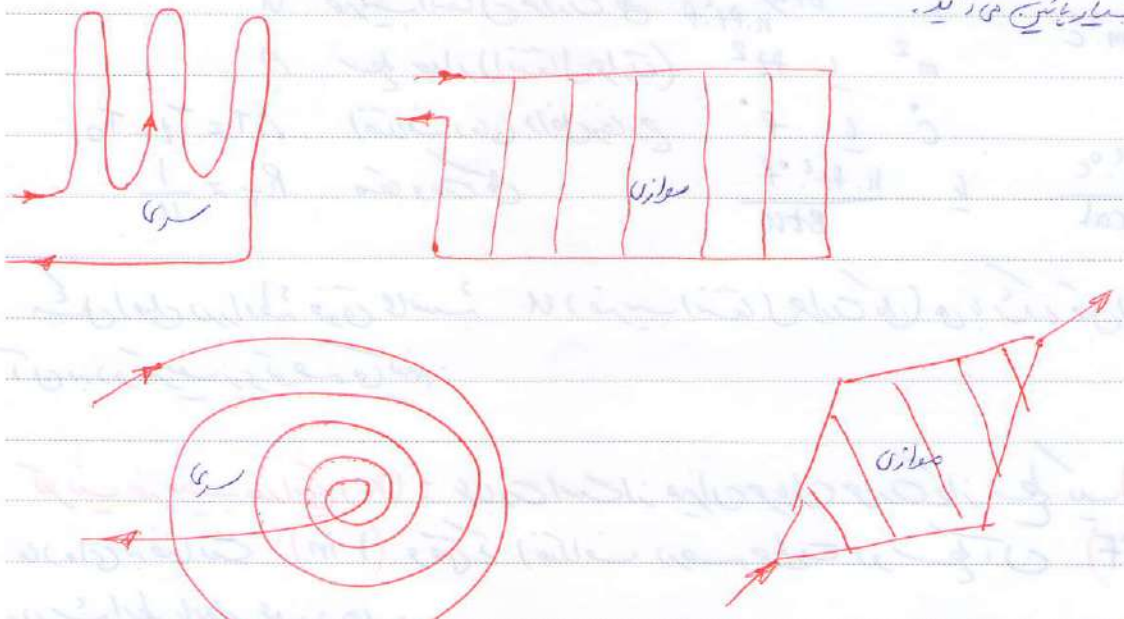
Year. Month. Date. ( )

برای تاسیسات در هوا ساز یک کوئل سرد نیز تعبیه می شود.

5) سیستم حرارت مرکزی تشعشعی: (گرمایش از کف) استاندارد این حالت در دیواره و یا سقف است. بین لوله های ۱۰ تا ۲۵ سانتیمتر به شکل مارپیچ؛ در این حالت افراد گرم می شوند نه محیط زیرا در تماس مستقیم با منبع انرژی هستند. واز آنجایی که دمای محیط داخل با دمای محیط خارج اختلاف زیادی ندارند بنابراین اتلاف کمتری دارد. دمای منبع بین 40 تا 50 درجه می باشد.

معایب: دوسری باید کف سازی کرد. هزینه اولیه بالا می رود. از اتصالات در لوله کشی استفاده شود. برای جلوگیری از گرفتگی لوله در ورودی سختگیری می گذارند تا بتواند سختی آب را بگیرد.

در این سیستم یک سری لوله زیر سقف یا دیوار و یا کف بصورت مارپیچ قرار می دهند که در داخل این لوله آب گرم جریان دارد و بوسیله تشعشع گرما به داخل اتاق جریان پیدا می کند. در این سیستم هدف گرم کردن افراد است نه محیط. به همین خاطر دمای محیط را نسبت به سیستم رادیاتوری پائین تر می آورد و دمای دیگ را بین 45 تا 55 درجه حرارتی دهند لذا تلفات حرارتی بسیار پائین می آید.



از آنجایی که این سیستم بهتر است از اتصالات استفاده نشود از سیستم های سری در پروژه ها استفاده می شود و طول لوله ها نباید از 80 تا 90 متر بیشتر شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسهٔ دهم: 90/12/20 ؛ شنبه

محاسبهٔ بار حرارتی ساختمان: مقدار حرارتی که ساختمان در واحد زمان در زمستان از دست می دهد به دو دلیل زیر است:

الف) اتلاف حرارت از طریق جدار یا پوستهٔ ساختمان به طریق هدایتی

ب) اتلاف حرارت از طریق جابجایی هوا (نفوذ و تهویه) که طرح و محاسبهٔ سیستم حرارتی یک ساختمان بر پایهٔ بار حرارتی آن انجام می گیرد.

۱) اتلاف از طریق جدار (Q_1): این تلفات به علت اختلاف درجهٔ حرارت داخل و خارج که اکثراً بصورت هدایت است انجام می گیرد و از رابطهٔ زیر می توان آنرا بدست آورد:

$$Q_1 = \frac{A.\Delta T}{R_T} = U.A.\Delta T$$

که در این رابطه Q_1 حرارت منتقل شده بر حسب $kcal/h$ یا Btu/h

U ضریب انتقال حرارت کل بر حسب $kcal/h.m^2.^\circ C$ یا $Btu/h.ft^2.^\circ f$

A سطح جدار (انتقال حرارت) بر حسب m^2 یا ft^2

$\Delta T = T_i - T_o$ اختلاف دمای داخل و خارج بر حسب $^\circ C$ یا $^\circ f$

$R_T = \frac{1}{U}$ مقاومت کل بر حسب $\frac{h.m^2.^\circ C}{kcal}$ یا $\frac{h.ft^2.^\circ f}{Btu}$

مشکل اصلی در رابطهٔ فوق محاسبهٔ U (ضریب انتقال حرارت کل) می باشد که قبل از محاسبهٔ آن به دو تعریف زیر توجه می کنیم:

تعریف ضریب هدایتی (K): عبارت است از میزان جریان حرارت که از سطح یک (ft^2) از ماده ای به ضخامت ($1\ in$) وقتی که اختلاف درجه حرارت دو سطح آن ($1^\circ f$) باشد و در شرایط پایدار عبور دهد.

تعریف ضریب هدایت (C): عبارت است از میزان جریان حرارت که از سطح ($1ft^2$) یک

Subject:

Year. Month. Date. ( )

جسم وقتی که اختلاف درجه حرارت بین سطوح آن ($1^\circ f$) باشد در شرایط پایدار عبور دهد.

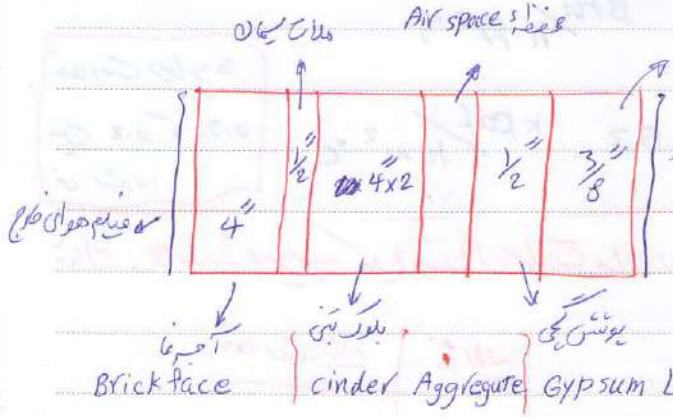
مقاومت لایه

$r = \frac{1}{C} = \frac{x}{k}$ (مقاومت یک جزء) در C مقاومت معنی ندارد و بطور کلی داریم.

$R_T = \sum_{i=1}^{n} r_i$ $\qquad U = \frac{1}{R_T}$

که مقادیر $\frac{1}{k}$ و $\frac{1}{C}$ در جداول صفحه (1) و (2) جزوه داده شده است.

مثال: یک دیوار خارجی شامل قسمت های زیر می باشد، معلوبست ضریب کلی انتقال حرارت بر حسب واحد انگلیسی و متریک؟



نام لایه	مقاومت لایه
ضخامت هوای خارج	0.17
آجر نما	0.44
ملات سیمان	$r = \frac{x}{k} = \frac{1}{2}(0.2) = 0.1$
بلوک بتنی	1.11
فضای هوا	0.97
پوشش گچی	0.32
گچ	0.11
ضخامت هوای داخل	0.68
	R_T

$R_T = \Sigma r = 3.9$

$U_E = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{3.9} = 0.256 \quad Btu/h\,ft^2\,^\circ f$

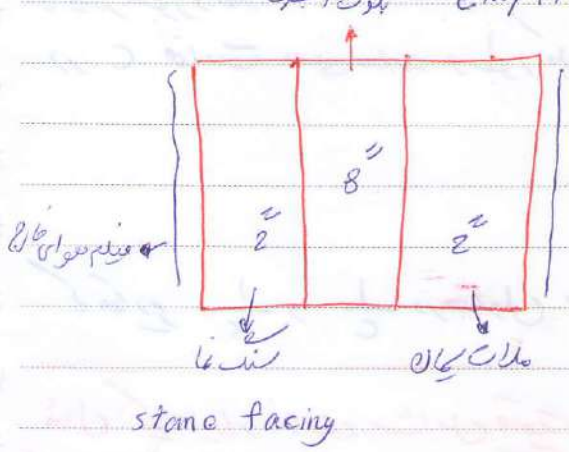
U_m (متریک) $\simeq 5 U_E = 5 \times 0.256 = 1.28 \quad kcal/h.m^2.^\circ C$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال: یک دیوار خارجی به شکل زیر است. مطلوب است محاسبهٔ ضریب کلی انتقال حرارت

در زمستان:



نام لایه	مقاومت لایه
فیلم هوای خارج	0.17
سنگ نما	$r = \frac{x}{k} = 2 \times 0.08 = 0.16$
بلوک آجری	1.85
ملات سیمان	$r = \frac{x}{k} = 2 \times 0.2 = 0.4$
فیلم هوای داخل	0.68

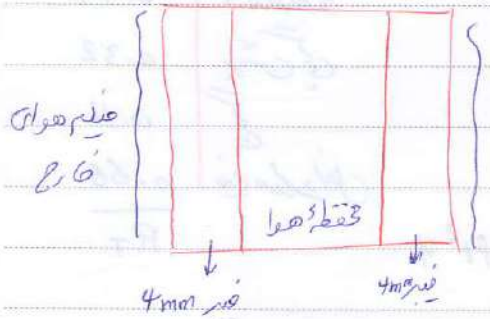
$R_T = \Sigma r = 3.26$

$$U_E = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{3.26} = 0.306 \quad Btu/h\,ft^2\,^\circ f$$

$$U_m = 5U_E = 5 \times 0.306 = 1.53 \quad kcal/h\,m^2\,^\circ C$$

مقاومت دیوارهای بین 0.2 تا 0.3 می شود.

مثال: محاسبهٔ ضریب کلی انتقال حرارت برای درب چوبی در مجاورت هوای بیرون



نام لایه	مقاومت لایه
فیلم هوای خارج	0.17
صفحه	$r = x(\frac{1}{k}) = (\frac{4}{25.4})(2.38)$
فضای هوا	0.97
صفحه	0.3748
فیلم هوای داخل	0.68

$R_T = \Sigma r = 2.57$

$$U_E = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2.57} = 0.39 \quad Btu/h.ft^2\,^\circ f$$

$$U_m = 5U_E = 5 \times 0.39 = 1.95 \simeq 2$$ (U برای درب های چوبی معمولاً 2 است)

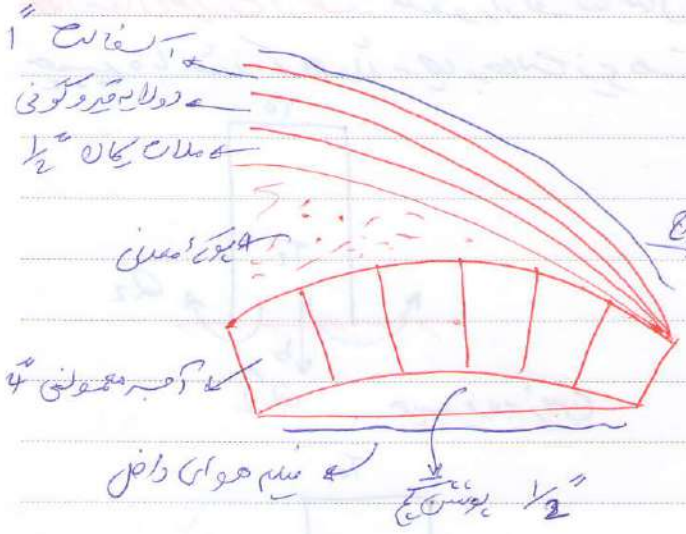
PdPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال:

(بتن آجر و گچ داخل فرض می‌شوند)



مقاومت لایه	نام لایه
0.17	فیلم هوای خارج
0.44	آسفالت 1"
0.66	دولایه قیر و گونی
0.1	ملات سیمان 1/2"
4.2	بلوک 4" معدنی
0.8	آجر معمولی 4"
0.32	پوشش گچ
0.61	فیلم هوای داخل

$R_T = \Sigma r = 7.24 \ \frac{h\,ft^2\,^\circ F}{Btu}$

$U_E = \frac{1}{7.24} \simeq 0.14 \ \frac{Btu}{h\,ft^2\,^\circ F}$

$U_m = 5U_E = 5 \times 0.14 \simeq 0.7 \ \frac{kCal}{h\,m^2\,^\circ C}$

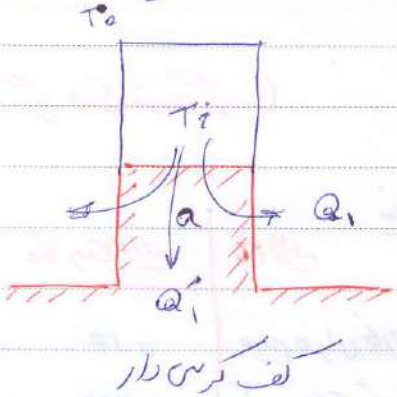
اطلاعات مفید:

لایه	r
دولایه قیر و گونی	0.6
بلوک معدنی	4.2
موزائیک	0.4
گل و ماسه	0.6
سیستم شیشه	3.57

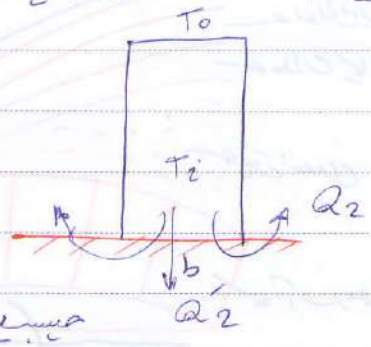
توجه: مقادیر r از جدول (U) در مثالهای ۳ تا ۵ و همچنین جداول مربوط به U دیوارها و دیوارها ۶ الی ۱۵ داده شده است که شما حق استفاده از این جداول را ندارید.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

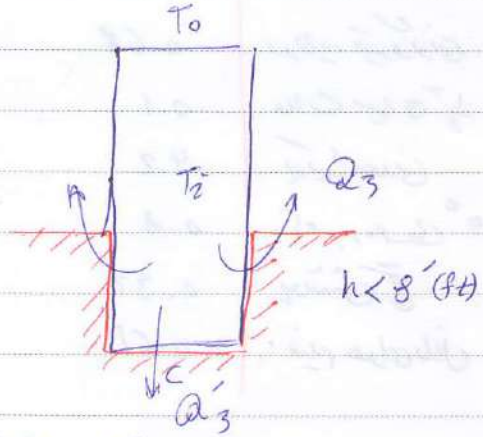
انتقال حرارت از کف: منظور از کف ساختمان مربوط به ساختمان هایی هستند که به زمین چسبیده باشند که معمولاً به چهار حالت زیر هستند:



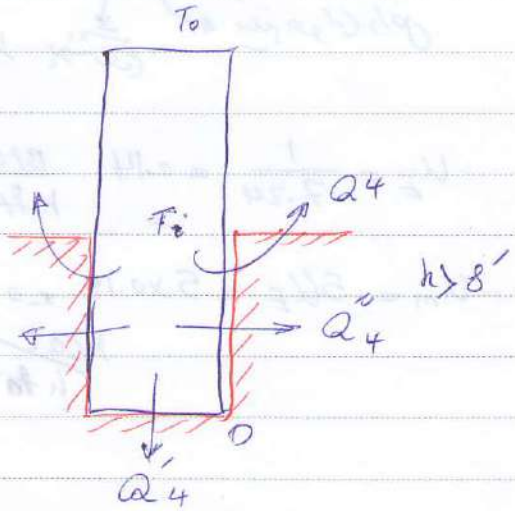
کف کرسی دار



چسبیده به زمین



$h < \delta'$ زیر زمین



$h > \delta'$ زیر زمین

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = (Lp)(P)(T_i - T_o)$$

P = محیط Lp = ضریب عبور یا ضریب پیرامون که از جدول صفحه ۱۶ جزوه پیدا کنید.

$$Q'_1 = Q'_2 = Q'_3 = Q'_4 = (0.05)(A)(T_i - T_g)$$

A = مساحت کف

T_g = دمای زمین صفحه ۱۶

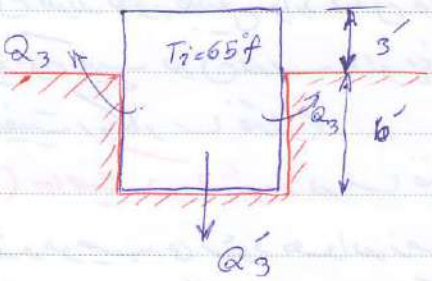
$$Q''_4 = (0.08)(A)(T_i - T_g)$$

PaPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال: ابعاد زیرزمین یک ساختمان بصورت 100' x 40' x 9' با عمق و درجه حرارت داخل آن (65°F) است و درجه حرارت هوای بیرون (0°f) است، و سطح زمین (6 ft) بالاتر از کف زیرزمین می باشد. دیواره ها، کف و سقف از جنس بتن با ($U = 0.18$) $\frac{Btu}{h \cdot ft^2 \cdot °f}$ ساخته شده است. مطلوبست محاسبه میزان حرارت تلف شده از ساختمان فوق:



6' زیرزمین $\xrightarrow{\text{از}}$ $L_p = 1.05$

$T_o = 0°f$ $\xrightarrow{\text{از}}$ $T_g = 55°f$

$P = 2 \times (40 + 100) = 280'$

$A = 40 \times 100 = 4000\ ft^2$

$$Q_3 = (L_p)(P)(T_i - T_o)$$

$$Q_3 = (1.05)(280)(65 - 0) = 19110\ \frac{Btu}{h}$$

$$Q'_3 = (0.05)(A)(T_i - T_o) = (0.05)(4000)(65 - 0) = 8000\ \frac{Btu}{h}$$

$$Q_{(سقف)} = U \cdot A \cdot \Delta T = (0.18)(4000)(65 - 0) = 46800\ \frac{Btu}{h}$$

$$Q_{(دیوارها)} = U \cdot A \cdot \Delta T = (0.18)[\underbrace{280}_{P} \times \underbrace{3}_{\text{ارتفاع } L}](65 - 0) = 9828\ \frac{Btu}{h}$$

$$Q = Q_3 + Q'_3 + Q_{(سقف)} + Q_{(دیوارها)} = 77738\ \frac{Btu}{h}$$

نفوذ Infiltration

تهویه Ventilation

Subject:
Year. Month. Date. ( )

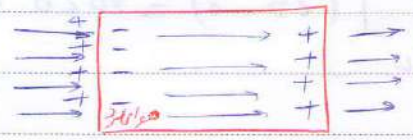
2) اتلاف از طریق جابجایی هوا (نفوذ و تهویه) (Q_2) : هوای یک اتاق ممکن است به طریق طبیعی یا اجباری جابجا شود که اولی را نفوذ (infiltration) و دومی را تهویه (ventilation) می گویند که تهویه ورود هوای تازه از طریق دستگاه های مانند هواساز یا فن کوئل به طریق اجباری به داخل ساختمان است. از بین رفتن گرما و رطوبت و آلودگی هوا انجام می گیرد. عمدتاً جابجایی هوا بطور طبیعی ممکن است به حالتهای زیر صورت گیرد.

الف) نفوذ هوا : در زمستان هوا از طریق درزهای درب ها و پنجره هایی که به خارج تماس دارند بطور طبیعی وارد اتاق می شوند و مقدار آن به عوامل زیر بستگی دارد:

1) میزان کیپ بودن درب ها و پنجره ها
2) ارتفاع ساختمان
3) کیفیت روکار ساختمان
4) جهت و سرعت وزش باد

ب) خاصیت دودکش : در ساختمان های بیش از 10 طبقه خاصیت دودکش اثر می کند و موجب می شود هوا در زمستان از قسمت پایین ساختمان به بالای ساختمان از طریق راه پله ها و آسانسور (چاک) جریان یابد و از آنجا خارج شود و در تابستان برعکس.

ج) باد های زمستانی : در زمستان باد های زمستانی باعث می شوند که هوای سرد خارج از طریق درزها و پنجره هایی که روبه باد قرار گرفته اند به داخل ساختمان جریان یابد و هوای گرم داخل از طریق درزهای پنجره های طرف دیگر ساختمان خارج شود



هوای سرد وارد و هوای گرم خارج می شود

بار حرارتی ناشی از جابجایی هوا جهت نفوذ و تهویه از رابطه زیر بدست می آید:

$$Q_2 = (1.08)(cfm)(T_i - T_o)$$

cfm = مقدار هوای جابجا شده $\frac{ft^3}{min}$

که مشکل است در این رابطه محاسبه cfm است که به روش های زیر بدست می آید:

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

جلسهٔ سوم: ۱۵/۱/۹۱: چهارشنبه

محاسبهٔ cfm نفوذ: دو روش برای محاسبهٔ cfm نفوذ و به دنبال آن دو روش برای محاسبهٔ اتلاف حرارتی در اثر نفوذ وجود دارد:

۱) روش تعویض هوا (روش حجمی): "The air change method"

این روش که جهت گرمایش ساختمان‌های کوچک و محل های مسکونی استفاده می شود و دارای دقت پایینی می باشد. در این روش تعداد دفعات تعویض هوای داخل اتاق ها طبق جدول صفحهٔ ۱۷ بدست می آید و با توجه به n بدست آمده از جدول فوق (دفعات تعویض هوا در ساعت) می توانیم مقدار cfm را از رابطهٔ زیر بدست آوریم:

$$cfm = \frac{nV}{60}$$

V: حجم n = تعداد دفعات تعویض هوا

توجه: ما تصور می کنیم برای محاسبهٔ حرارت تلف شده برای گرم کردن یک پوند هوا (Lb) باندازهٔ یک درجهٔ فارنهایت (°F) 0,24 Btu لازم است. از طرفی با دانستهٔ حجم مخصوص هوا بطور متوسط $0.075 \frac{lb}{ft^3}$ می باشد. بنابراین گرمای لازم جهت گرم کردن یک ft^3 هوا به اندازهٔ یک درجهٔ فارنهایت برابر است با:

$$Q = 0.24 \frac{Btu}{lb} \times 0.075 \frac{lb}{ft^3} = 0.018 \frac{Btu}{ft^3}$$

لذا می توان نوشت: مقدار گرمای است برای یک درجه $0.018 \frac{Btu}{ft^3}$ می باشد؛ ولی برای ΔT درجه می شود:

$$Q = 0.018 \frac{Btu}{ft^3} \times \Delta T \times \overbrace{\frac{nV}{60}}^{cfm} \times 60$$

$$Q = cfm\ (1.08)\ \Delta T$$

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۲- روش درز: (شکاف) «crack method»

برای این روش از جداول الف - ب - پ صفحهٔ ۱۸ به ترتیب زیر استفاده می‌کنیم:

(الف) طول درزهای موجود در پنجره را بر حسب فوت محاسبه می‌کنیم. (اگر ساختمان از ۲ طرف با هوای بیرون تماس داشته باشد فقط درزهای دو طرف مجاور که دارای بیشترین پنجره هست را محاسبه می‌کنیم. اگر اتاقی یک دیوار مجاور با هوای بیرون داشته باشد تمام درزهای آن و اگر دو یا سه دیوار مجاور داشته باشد دیواری در نظر گرفته می‌شود که بیشترین پنجره را دارا است امّا طول این درز نباید از نصف کل طول درزها کمتر شود.)

ب) با توجه به نوع جدار که ممکن است پنجرهٔ کشوی یا دولایی و یا درب باشد به ترتیب به جداول الف - ب - پ صفحهٔ ۱۸ مراجعه می‌کنیم.

ج) حال با توجه به نوع پنجره و نوع ساختمان پنجره (فلزی، چوبی) و با توجه به این که پنجره لاستیک ضد باد داشته یا نداشته باشد و با در نظر گرفتن سرعت باد به جداول فوق مراجعه کرده و مقدار cfm را برای واحد طول درز می‌خوانیم.

مثال: یک پنجرهٔ کشوی با قاب فلزی از جنس آلومینیوم با ابعاد نشان داده شده در مقابل بادی با سرعت $(15\ mi/hr)$ و اگر فرض است اگر $(\Delta T = 58\ ^\circ F)$ باشد و پنجره لاستیک ضد باد نداشته باشد مقدار حرارت تلف شده ناشی از جابجایی هوا را بدست آورید: $Q = 1.08\, cfm\, \Delta T$

توجه: فقط برای درب‌ها و پنجره‌هایی که با هوای بیرون در تماس هستند نفوذ داریم نه برای درب‌هایی که در داخل ساختمان هستند.

$$\text{طول درز} = (2 + 0.5) \times 2 \times 3.28 = 16.4'$$

تبدیل به فوت

پنجره فلزی، کشوی، $15\ mi/h$، N.W.S ← صفحهٔ ۱۸ ج الف ← $cfm|_{1ft} = 1.23$

$$Q = (1.08)(cfm)(\Delta T) \quad \frac{Btu}{ft^3}$$

$$cfm = (16.4)(1.23) = 20.172$$

$$Q = (1.08)(20.172)(58) = 126.6$$

PDFCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

واحد cfm تهویه: همانطور که قبلاً گفته شد تهویه برای داخل کردن هوای خارج بمنظور اصلاح بو، تازه کردن هوا و رقیق کردن دود سیگارها و بوها و گازها و ... لازم است. مقدار تهویهٔ مورد نیاز بستگی به تعداد افراد، کاربرد محل، و تعداد افراد سیگاری و ... دارد. بعنوان مثال مقدار هوای لازم جهت یک فرد غیر سیگاری (5 cfm) با شرایط یک فرد سیگاری (20 cfm) است. جدول صفحهٔ 20 و صفحات 25، 26، 27، مقدار هوای لازم جهت تهویهٔ فضاهای مختلف را بما می دهد.

مثال: یک اداره دارای سقفی با ارتفاع (8 ft) و جمعیتی معادل (50) نفر است. (40٪) افراد سیگاری هستند؛ مطلوبست مقدار هوای لازم جهت تهویه و همچنین بار حرارتی مورد نیاز، ($\Delta T = 50^\circ F$).

از جدول صفحه 20

$$\text{cfm به ازای هر نفر} \xrightarrow{\text{ص 20}} \text{cfm}/\text{نفر} = 15$$

چون کنترل سیگار توسط افراد کل فضای اتاق را آلوده می کند باید کل هوا را با cfm کنیم.

$$\text{کل cfm} = 15 \times 50 = 750$$

$$Q = (1.08)(\text{cfm})(\Delta T)$$

$$Q = (1.08)(750)(50) = 40500 \ \frac{BTU}{hr}$$

تذکر: در سیستم بار برودتی باشی از جابجایی هوا، ما مقدار Q را برای تغذیه و تهویه حساب می کنیم و هرکدام که بزرگتر شد بعنوان تلفات ناشی از ورود هوای سرد خارج به داخل ساختمان در نظر گرفته می شود.

* برای پروژهٔ کلاسی ساختمان را از چهار طرف آزاد در نظر می گیریم و از هر چهار طرف عامل هوای ورودی و ... را انجام می دهیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

مرحله ۵: محاسبه بار حرارتی: اگر سقف با شد عرض و ارتفاع استفاده می‌کنیم.
دقت کنیم که در جدول نفوذ و تهویه فقط یکی در جمع شرکت می‌کند. هرکدام که بیشتر شد.
و ملاک بر این مرحله Q&Q خواهد بود.

تذکر ۱: اتلاف حرارتی مثبت و منفی: اگر حرارت از اتاق خارج شود Q را مثبت و اگر حرارت وارد اتاق شود Q را منفی می‌گیریم. مثلاً حرارتی که از اتاق موتورخانه وارد اتاق جانبی می‌شود را منفی در نظر می‌گیریم.

تذکر ۲: پس از بدست آوردن اتلاف حرارتی یک ساختمان اغلب لازم می‌شود با توجه به ارتفاع، نوع طبقات، جهت و... مقدار اتلاف طبق توضیحات زیر تصحیح شود:

(الف) ضریب ارتفاع: اگر ارتفاع سقف اتاق‌ها بیش از (3m) باشد (مثل سولن، سالن‌ها و... که گرما بالا می‌رود) چون انرژی گرمایی صعود کرده و زیر سقف جمع می‌شود لذا لازم است در این گونه موارد حرارت بیشتری در اتاق تولید شود که برای ساختمان‌های بلند معمولی حدوداً (۱۵٪) به بار حرارتی اتاق اضافه می‌کنیم.

ب) ضریب طبقات: چون سرعت هوا در طبقات بالا بیشتر از طبقات پایین است لذا طبق جدول صـ۱۹ به بار حرارتی طبقات اضافه می‌کنیم.

ج) ضریب جهت: طبق جدول صـ۱۹ به بار حرارتی جهت‌ها اضافه می‌کنیم.

د) ضریب پیش راه‌اندازی: جهت راه‌اندازی سیستم حرارت مرکزی لازم است با توجه به نوع سیستم و کاربری ساختمان طبق جدول صـ۱۹ به بار حرارتی سیستم اضافه کنیم.

توجه: در برخی از ساختمان‌ها با توجه به اینکه ضریب اطمینان را حدوداً (۲۰٪) در نظر می‌گیریم (بار حرارتی اضافه می‌کنیم) لذا از ضریب پیش راه‌اندازی و ضریب جهت صرف نظر می‌کنیم.

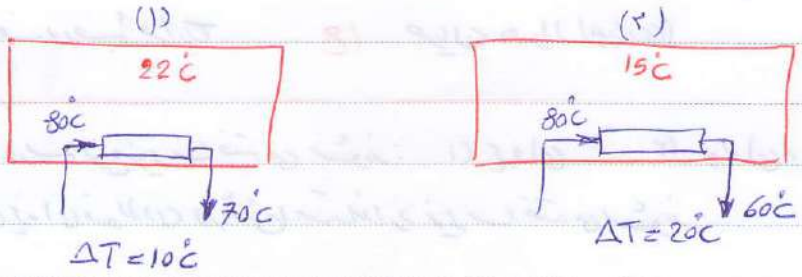
تذکر ۳: اگر یک طرف ساختمان خانه‌ای باشد ما اتلاف در نظر نمی‌گیریم. اما اگر خالی باشد و در آینده نزدیک قرار باشد ساختمانی ساخته شود ما اتلاف حرارتی را برای ساختمان مورد نظر نصف در نظر می‌گیریم. ولی اگر مطمئن باشیم که هیچ وقت ساختمانی ساخته نمی‌شود ما اتلاف را بطور کامل در نظر می‌گیریم.

PqPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

تذکر ۴: در محل هایی که بزرگ هستند و زیاد استفاده نمی شوند مثل آمفی تئاتر، سالن های نمازخانی، سالن اجتماعات، که در بعضی مواقع به این مکان ها نیاز داریم برای اینکه در زمان کمتری به دمای مورد نظر برسیم، برای این کار لازم است تجهیزات داخل محل مورد نظر مانند: شوفاژ، فن کوئل یا هواساز را از گرمتر انتخاب کنیم. بلکه لازم است ظرفیت حرارتی رنگ را بیشتر در نظر بگیریم. یعنی رنگ قوی تری انتخاب کنیم. چون رادیاتورها با هم هوا سه انتقال اصلی شان می توانند انتقال حرارت بیشتری را در زمان کمتری به ما بدهند، چون در محیط گرد تری کار می کند.



چون ΔT در حالت دوم بیشتر است با یک رنگ قوی تری داشته باشیم تا بتواند جبران کند.

شرایط طراحی داخل: جداول صفحات ۲۲ الی ۲۷ دمای طرح داخل را برای مکان های مختلف مشخص کرده است.

شرایط طرح خارج: جدول صفحه ۲۱ شرایط طرح خارج را برای بعضی شهرهای کشور مشخص کرده است.

نکته مهم: با توجه به اینکه در روش حجمی نوع پنجره (درب)، ابعاد پنجره (درب)، سرعت باد و ... تأثیری ندارد لذا دارای دقت پائین تری است ولی آسان تر است و پیشنهاد می گردد برای ساختمان های مسکونی بیا رکو چک استفاده شود. ولی روش دوز چون اکثر پارامترها را در نظر می گیرد لذا دارای دقت بالاتری است و بهتر است از این روش استفاده شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسهٔ چهارم: 20/1/91 با یکینه

وسایل پخش حرارت: وسایلی هستند که انرژی حرارتی را به فضای مورد نظر انتقال می دهند

۱) رادیاتور: حرارت را بصورت تشعشع و جابجایی آزاد به فضا می دهد.

۲) فن کویل: حرارت را بصورت جابجایی اجباری پخش می کند.

۳) کنوکتور: شبیه رادیاتور عمل می کند و معمولاً از سیال بخار استفاده می شود.

۴) یونیت هیتر: مانند فن کویل عمل می کند.

عواملی که در انتقال حرارت توسط اجزای فوق موثرند: الف) سطح حرارتی

ب) اختلاف درجهٔ حرارت ج) جریان هوا (اجباری) د) جنس

رادیاتورها: در سه نوع زیر ساخته می شوند: ۱) پره ای ۲) لوله ای ۳) تخت

که رادیاتورهای پره ای فولادی در پیش استاندارد زیر ساخته می شوند.

ارتفاع	عرض
300	150
500	150
600	150
300	200
500	200
600	200

مشخصات در صفحات ۵۶، ۵۷ و ۵۸ موجود است.

نحوهٔ نصب:

و رادیاتورها از کف و دیوار 6cm فاصله داشته باشند.

انواع و اقسام رادیاتورها از نظر جنس: ۱) چدنی ۲) فولادی ۳) آلومینیومی

مشخصات رادیاتور نوع چدنی: نوع چدنی فشار بیشتری را تحمل می کند. دیر زنگ می زند. عمرش بیشتر است. ساخت آن مشکل تر است. همچنین سنگین، گران و شکننده است. (در بازار بسیار کم است مخصوص در بیمارستانهای قدیمی پیدا می شوند)

مشخصات رادیاتور نوع فولادی: بیشترین کاربرد را دارد. فشار کمتری را نسبت به نوع چدنی تحمل می کند

PAPCO

Subject:

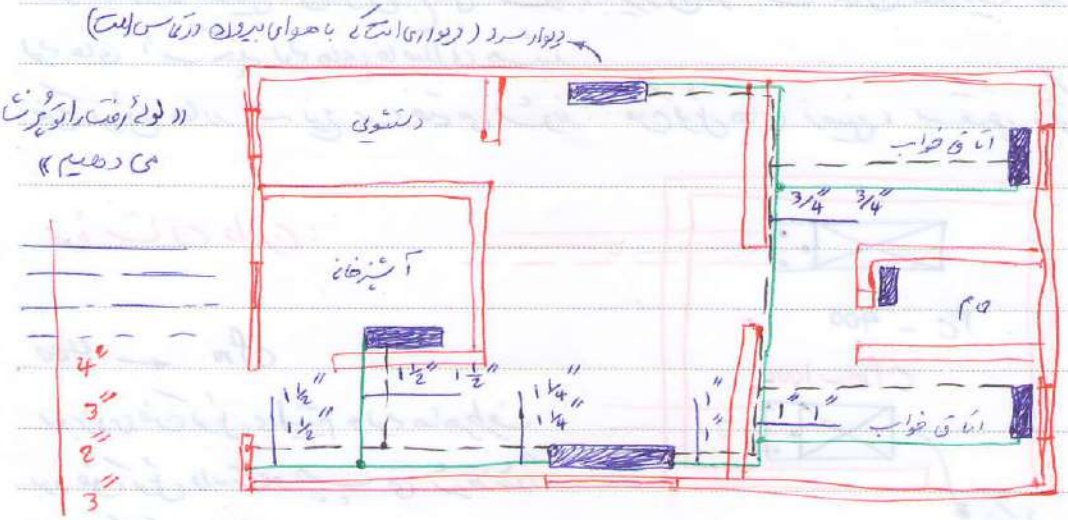
Year. Month. Date. ( )

زودتر زنگ می‌زند. عمر آن کمتر است. ساخت آن ساده‌تر است. همچنین سبک‌تر و از وزن کمتر از نوع چدنی می‌باشد.

مشخصات رادیاتور نوع آلومینیومی: سبک وزن است. زنگ نمی‌زند. و چون ضریب هدایتی آلومینیوم نسبت به نوع چدنی و فولادی بیشتر است گرمای بیشتری را در واحد سطح انتقال می‌دهد. همچنین فضای کمتری را می‌گیرد. البته قیمت آن گران‌تر است. صفحات 59 و 60 جزوه

باید مدل شوفاژ و لوله کارخانه را بنویسیم. بدین شکل (ارتفاع) 350 x 95 (عرض) x 80 (طول)

نقشه تأسیسات برای رادیاتورها (سمت امتحان): معمولاً مقیاس اینگونه نقشه‌ها 1/50 می‌باشد. نقشه پلان ساختمان را کم رنگ‌تر و نقشه تأسیسات ساختمان را پررنگ‌تر رسم می‌کنیم و بهتر است که رادیاتورها را در زیر پنجره‌ها یا کنار دیواره‌های سرد قرار دهیم. و تا آنجا که امکان دارد لوله‌ها را از نقاط مرطوب (آشپزخانه، حمام، دستشویی) عبور ندهیم و بهتر است لوله‌ها از زیر رادیاتور عبور کنند تا از زانویی مصرف نشود (هم هزینه کم شود، هم افت کم شود)



در آشپزخانه مدل شوفاژ با توجه به طراحی آشپزخانه طراحی می‌شود.

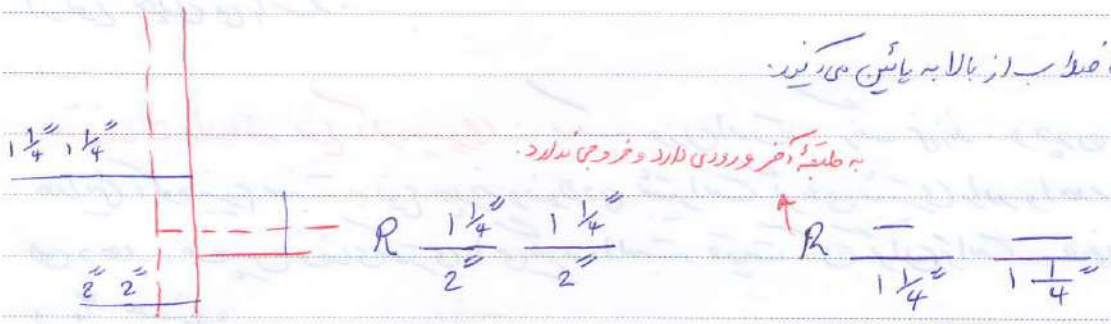
P4PCO

Subject :

Year . Month . Date . ( )

دراک : محلی است تعبیه شده در ساختمان تا لوله ها از آن عبور کند.

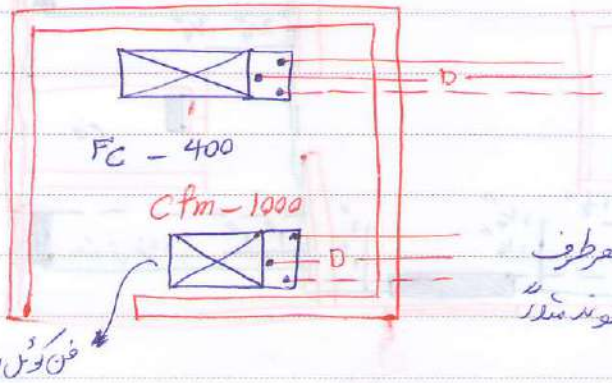
لوله های فاضلاب از بالا به پائین می روند.



فن کوئل ها : وسایلی هستند که هم در زمستان و هم در تابستان استفاده می شوند و شکیل شده است از لوله های پره دار بنام کوئل و همچنین فن که وظیفه آن جریان دادن هوا است. در تابستان برای فن کوئل حتماً باید از سه لوله استفاده شود. یک لوله رفت، یک لوله برگشت و یک لوله آب چکه یا Drain که جنس این لوله حتماً باید از جنس گالوانیزه یا از لوله های پی وی سی (PeKo) باشد. وظیفه آن این است که بخار آب کند شده روی کوئل های سرد که روی سینی فن کوئل جمع می شود به بیرون از ساختمان هدایت کند. لوله های آب چکه لوله های فاضلابی هستند.

فن کوئل ها در سه نوع ساخته می شوند: فن کوئل های زمینی، سقفی و توکاری

نحوه نشان دادن :



cfm ← 400

رو بروی فن کوئل ی استیم و لوله ها هر طرف بود فن کوئل راست و چپ می شوند مثلاً این فن کوئل راست است.

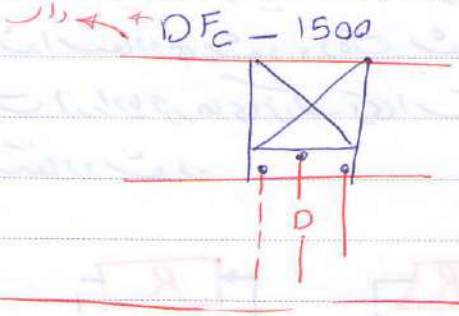
اگر فن کوئل 800 مدنظر باشد بهتر است تا از دو تا 400 تایی استفاده شود تا هم سروصدای کمتری باشد هم اگر یکی خراب شد دیگری کار کند.

PAPCO

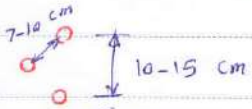
Subject:

Year. Month. Date. ( )

فن کوئل های توکاری:



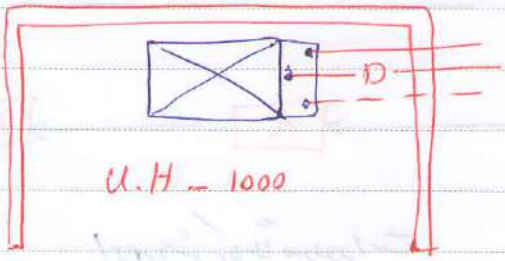
صفحات ۴۲، ۴۳،



نحوهٔ بالا آوردن لوله‌های فن کوئل

یونیت هیتر: یونیت هیتر مثل فن کوئل می باشد ولی دارای ظرفیت بیشتر و همچنین ارزان تر و دارای سروصدای زیادتری است. و معمولاً در جاهایی که سروصدا اهمیتی ندارد مثل درزشگاه‌ها استخر، ترمینال ها، کارخانجات و... از یونیت هیتر استفاده می شود.
شبیه فن کوئل استفاده و شده و نشان می دهند:

صفحات ۴۴ و ۴۵



سیستم های لوله کشی: سیستم هایی که برای هر دو منظور می شوند هم برای گرمایش و هم برای سرمایش استفاده می شوند و چنانچه لوله ها نخواهند بطور مشترک، هم برای گرمایش در زمستان و هم برای سرمایش در تابستان استفاده شوند ملاک عمل ما در محاسبهٔ قطر لوله ها بار برودتی یا سرمایشی می باشد.

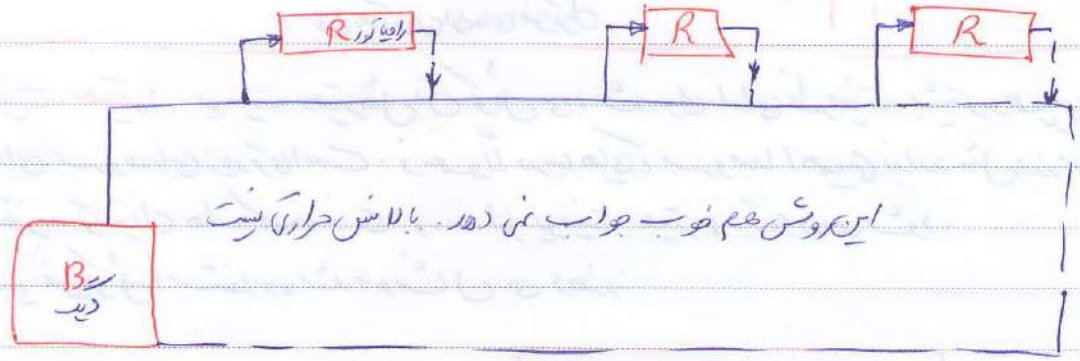
انواع سیستم های لوله کشی: ۱) سیستم یک بار عبور کنندهٔ جریان (سیستم باز): مثل سیستم های آب مصرفی (شیر، و...)
۲) سیستم برگشت کننده یا سیرکلاسیون: مثل لوله هایی که برای حرارت مرکزی و تهویهٔ مطبوع استفاده می شوند. خود این سیستم به دو دسته تقسیم می شوند. الف) سیستم یک لوله ای
ب) سیستم دو لوله ای.

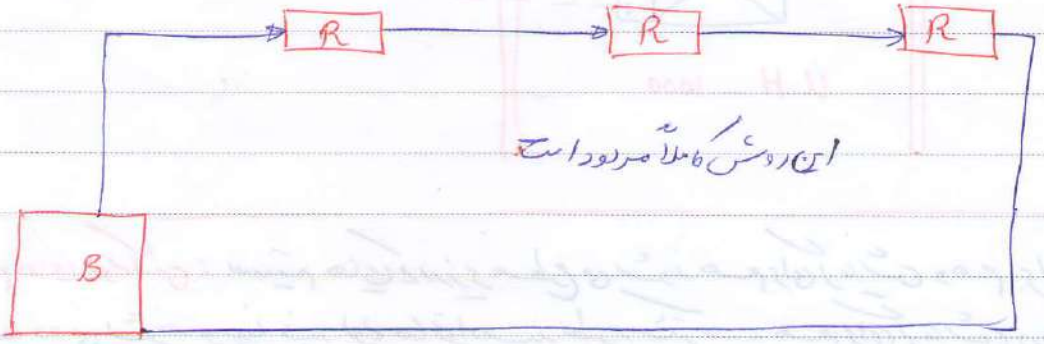
P4PCO

Subject:

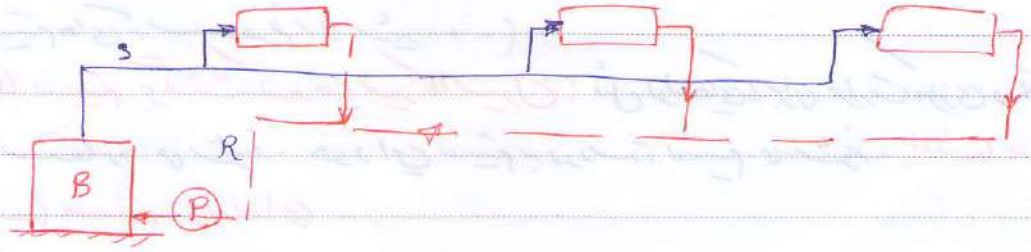
Year. Month. Date. ( )

الف) سیستم لوپ کشی یک لوپ ای: در این سیستم برای رادیاتورهایی که تعدادشان کمتر از 10 دستگاه باشد استفاده می شود و دقت شود چون حرارت آب برای رادیاتورهای انتهای کمتر است از رادیاتورهای بزرگ تری استفاده کنیم. توصیه می شود از این سیستم کمتر یا اصلاً استفاده شود.





ب) سیستم لوپ کشی دو لوپ ای: این نوع سیستم که برای اکثر ساختمانی قابل استفاده است با توجه به نوع لوپ برگشت به سه دسته تقسیم می شوند: ۱) سیستم لوپ کشی با برگشت مستقیم: (Direct Return)



PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

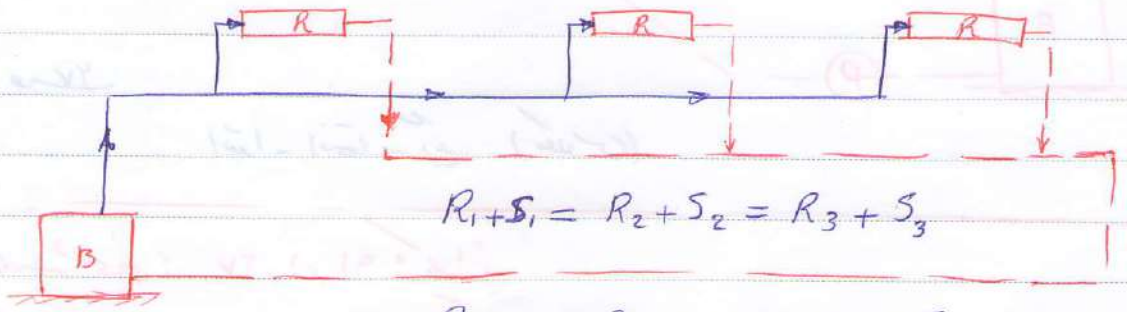
S: رفت $S_1 + R_1 \neq S_2 + R_2 \neq S_3 + R_3$:اشکالات

R: برگشت یعنی رفت و برگشت در رادیاتورها برابر نیست این باعث می شود R (رادیاتور آخر) در هر ساعت چند بار سیکل می شود و آخری در هر دو ساعت یکبار. بازهم بالانس حرارتی برای رادیاتورها وجود ندارد. $S_1 = R_1 \quad , \quad S_2 = R_2 \quad , \quad S_3 = R_3$

مزایای سیستم برگشت مستقیم: لوله کشی آن ساده تر است. قطر لوله های رفت و برگشت هر رادیاتور یکی است. میزان مصرف لوله کمتر است. در کل هزینهٔ کمتری دارد. برای ساختمان های کوچک با زیربنای کم و ارتفاع مناسب استفاده می شود.

معایب این سیستم: چون مسیر آب در رادیاتورهای مختلف فرق می کند در نتیجه افت گرمای رادیاتورها با هم متفاوت است. بعبارتی رادیاتورها بالانس نیستند و انتقال حرارت یکسانی به ما نمی دهند.

۲) سیستم لوله کشی با برگشت معکوس: (Reverce Return)



$$R_1 + S_1 = R_2 + S_2 = R_3 + S_3$$

$$R_1 \neq S_1 \quad , \quad R_2 \neq S_2 \quad , \quad R_3 \neq S_3$$

در این روش لولهٔ بیشتری مصرف می شود. میزان رفت و برگشت برای هر رادیاتور برابر است.

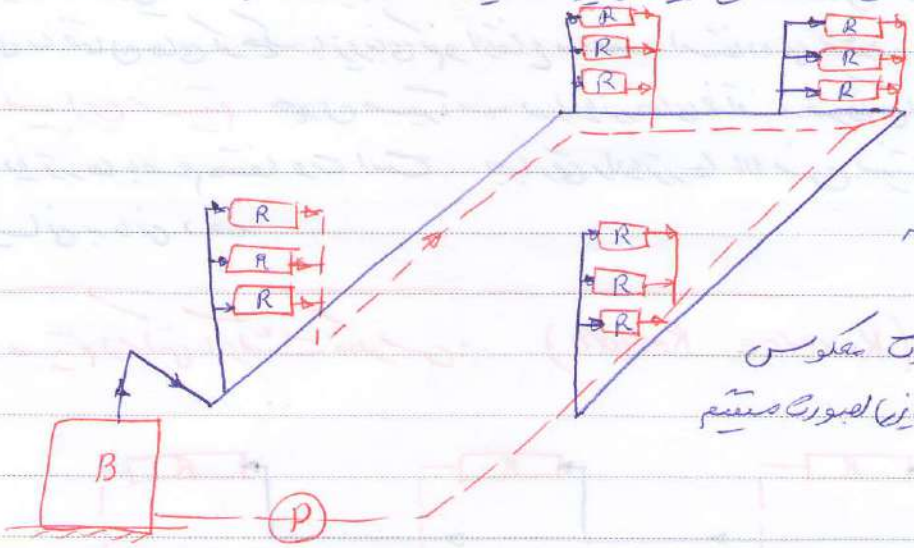
مزایا: چون مجموع طول لولهٔ رفت و برگشت برای همهٔ رادیاتورها یکی است در نتیجه افت گرمای همهٔ رادیاتورها یکسان است. پس رادیاتورها بالانس حرارتی دارند.

معایب: اجرای لوله کشی مشکل تر است. هزینهٔ لوله کشی بیشتری می شود چون مصرف

P4PCO

لوله بشتر می شود. برای ساختمان های بلند و گسترده استفاده می شود.

۳) سیستم لوله کشی مخلوط: این سیستم مخلوطی از نوع برگشت مستقیم و معکوس است یعنی برای هدر از برگشت معکوس و برای رایزر (R) از برگشت مستقیم استفاده می کنند. هدر به لوله هایی گفته می شوند که افقی قرار می گیرند و رایزر به لوله هایی گفته می شوند که عمودی قرار می گیرند. چون این سیستم مخلوطی از دو نوع سیستم است لذا مزایا و معایب هر دو سیستم را داراست و برای ساختمان های ارتفاع زیاد و زیربنای زیاد استفاده می شود.



یک ساختمان سه طبقه

قسمت های افقی بصورت معکوس
و قسمت های عمودی (رایزر) بصورت مستقیم

ص ۶۷

ابتدا - انتها - دیگ (معکوس)

حل تمرین: ۲۷، ۱، ۹۱: یکشنبه

حل تمرین: قطر لوله ها: پس از تعیین بار حرارتی و انتخاب وسایل گرمایش حرارت اهم از رادیاتور و فن کویل و... و تعیین محل نصب آنها در داخل ساختمان و همچنین مشخص کردن سیستم لوله کشی (مستقیم، معکوس، مخلوط) لازم است قطر لوله ها را تعیین کنیم. برای این کار از رادیاتور های انتهایی شروع کرده پس قطر لوله های اصلی را تعیین می کنیم. به عبارتی دیگر از نقطه مبدا شروع می کنیم. همچنین لازم است سرعت آب در لوله ها بین (۱/۵ تا ۳) فوت بر ثانیه در نظر گرفته شود که اگر سرعت از این مقدار بیشتر شود آب صدا می کند.

داخل لوله ها

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

ولی برای مناطق صنعتی و جاهایی که سر و صدا اهمیتی ندارد سرعت را حداکثر می‌توان تا $(20\ ft/s)$ در نظر گرفت. ضمناً برای گرمایش با آب گرم اختلاف درجهٔ حرارت رفت و برگشت آب حدود $(20^\circ F)$ یا $(11^\circ C)$ فرض می‌شود. پس می‌توان نوشت:

$$Q = \dot{m}\, c_p\, \Delta T$$

حرارت لازم برای گرمایش

با محاسبهٔ $\dot{m}$، Q محاسبه می‌شود.

$$Q = \rho \cdot \dot{V}\,(\text{دبی حجمی}) \cdot c_p \cdot \Delta T \qquad gal/min = gpm$$

$$\rho = 62.4 \quad , \quad c_p = 1 \quad , \quad \Delta T = 20^\circ F \quad , \quad 1 ft^3 = 7.48\ gal$$

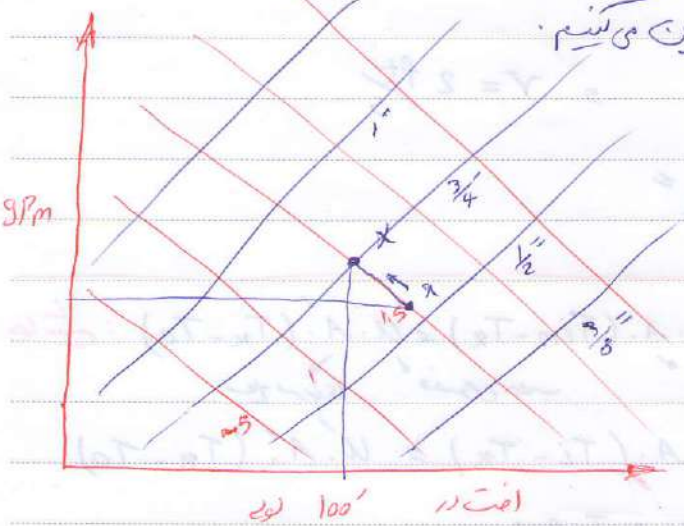
$$\dot{V} = \frac{Q\,(Btu/h)}{\rho\, c_p\, \Delta T} = \frac{Q\,(Btu/h)\,(7.48)}{(62.4)(1)(20^\circ F)(60)}$$

$$gpm\,(gal/min) = \frac{Q\,(Btu/h)}{10000}$$

$$\boxed{gpm = \frac{Q\,(Kcal/h)}{2500}}$$

رابطهٔ اصلی محاسبه

حال با محاسبهٔ مقدار gpm از رابطهٔ فوق و دانستن سرعت مجاز در سیستم لوله‌کشی به نمودار صفحهٔ ۲۹ مراجعه کرده و قطر لولهٔ مورد نظر را تعیین می‌کنیم.



اگر نقطهٔ مورد نظر بین دو لوله قرار گیرد لولهٔ بالایی را مد نظر قرار می‌دهیم.

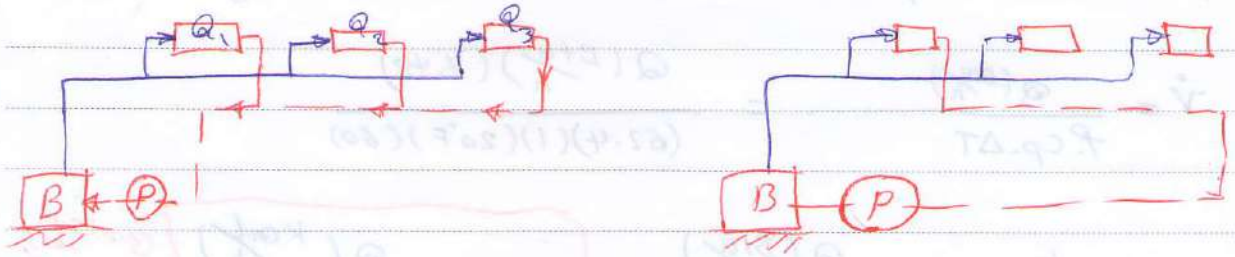
برای محاسبهٔ افت کل تقاطع سرعت و قطر لوله را با محور افت در روی نمودار می‌کنیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تذکر ۱: معمولاً افت فشار ۲ تا ۳ فوت برای هر 100 فوت لوله در نظر می‌گیریم.
(360 میلی اینچ در هر فوت)

تذکر ۲: اگر قطر لوله‌ی استاندارد از سختی بدست بیامد ما قطر لوله را کمی بیشتر از آن چیزی که بدست آوردیم بالاتر در نظر می‌گیریم (استاندارد می‌کنیم)

تذکر ۳: برای سیستم لوله‌کشی با برگشت مستقیم قطر لوله‌های رفت و برگشت یکی است ولی در سیستم لوله‌کشی معکوس قطر لوله‌های رفت و برگشت فرق می‌کند باید جداگانه محاسبه شود.



مثال: اگر ($Q = 6000 \frac{kcal}{h}$) باشد، قطر لوله‌ی لازم برای عمل دی مورد نظر چند می‌باشد؟

$$gpm = \frac{6000}{2500} = 2.4 \quad , \quad v = 2 \frac{ft}{s}$$

از جدول ص ۲۹ $\rightarrow$ $d = 3/4''$

حاشیه:

$$Q = Q' \qquad U \cdot A \cdot (T_{im} - T_x) = U' \cdot A' \cdot (T_x - T_o)$$

(سطح تقسیم طبقه، فضای حیاط، سطح سرمایی)

$$Q = Q' = U \cdot A \cdot (T_i - T_x) = U' \cdot A' \cdot (T_x - T_o)$$

$$T_{im} = \frac{T_1 A_1 + T_2 A_2 + T_3 A_3 + \cdots}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots}$$

PdPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

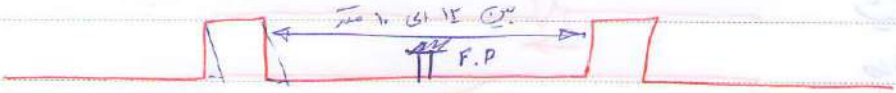
تعداد پره (n)	قطر لوله (d)	Q ($\frac{kcal}{h}$)	قطر لوله (d)
0-45	$\frac{1}{2}$"	0-4000	$\frac{1}{2}$"
45-60	$\frac{3}{4}$"	4000-8000	$\frac{3}{4}$"
60-90	1"	8000-15000	1"
90-120	$1\frac{1}{4}$"	15000-35000	$1\frac{1}{4}$"
		35000-50000	$1\frac{1}{2}$"
		50000-90000	2"

چون تعداد پره های هارک و کاتالوگ پره ها متفاوت است بنابراین از این معیار استفاده نمی کنیم.

نکاتی در مورد سیستم لوله کشی با آب گرم: * شیب لوله ها به طرف موتورخانه باشد تا هوا گیری، تخلیه، سیکولاسیون (چرخش) شدن طبیعی و جمع شدن رسوب بخوبی انجام گیرد. مقدار این شیب بین 2 تا 5 میلیمتر در هر متر می باشد (۲ در هزار یا ۵ در هزار می گویند) ضمناً در پایین ترین نقطه مسیر باید یک شیر فلکه جهت تخلیه اضطراری و در بالاترین نقطه مسیر باید شیر هوا گیری نصب شود.

* در مسیرهایی که طول مستقیم لوله بیش از (10m) شد باید پیش بینی لازم جهت انبساط و انقباض طولی لوله ها شود که برای این کار از سه روش زیر استفاده می کنیم:

۱) استفاده از لوپ:



۲) استفاده از وسیله ای بنام Expansion joint (E.J):

مثل لوله بوس های بزرگی که از طریق آن وسیله به هم وصل می شوند.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۴) استفاده از خم جوش که در اشعابات از آن استفاده می‌شود.
زانوا به صورت خمیده جوش می‌کنند
نه بصورت عمودی. به این روش
(خمیده) جوش دادن انبساط و انقباض را جبران می‌کند.

نکته: معمولاً کلیه هدایت انبساط و انقباض نقطه‌ای از لوله را Fix یا ثابت یا صلب می‌کنند به آن نقطه Fix Point گویند.

طریقه نشان دادن بعضی از لوله‌ها و شیرها در نقشه‌های تأسیسات:

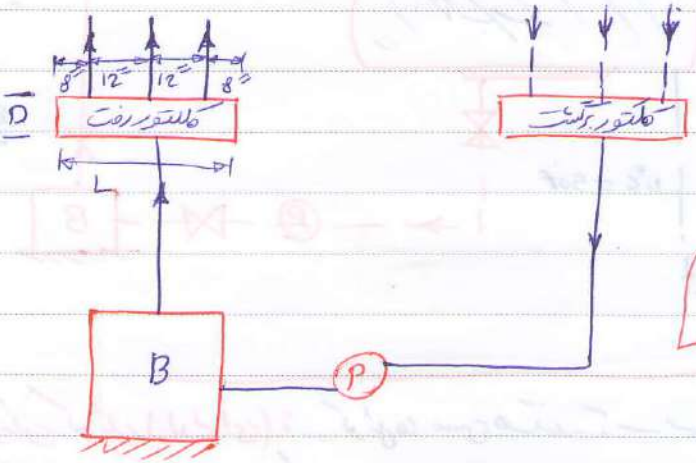
نقشه‌های فاضلاب و شوفاژ جدا هستند.
و در هر نقشه بودهای مقابل را می‌دهد.

لوله رفت	
لوله برگشت	
لوله رفت آب سرد	
لوله رفت آب گرم	
لوله برگشت آب گرم	
لوله فاضلاب	پرینگ
لوله هواکش فاضلاب	
لوله گاز	G G
لوله درین	D D
لوله آتش نشانی	F F
شیر فلکه یکطرفه	
شیر فلکه عمودی	
شیر فلکه گوشه فلزی سوزنی	

Subject:

Year. Month. Date. ( )

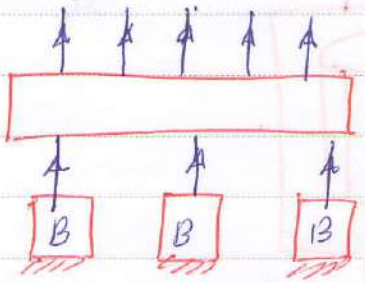
کلکتور: لوله‌ای است که انشعابات لوله‌های ساختمان از آن گرفته می‌شود. کلکتور در واقع هم تقسیم کننده جریان و هم جمع کننده جریان می‌باشد. و به کلکتور رفت (تقسیم کننده) و برگشت (جمع کننده) معروف هستند



$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \cdots}$$

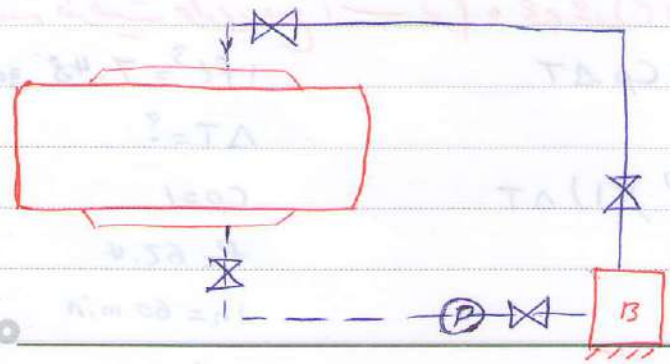
$$L = 2 \times 8'' + (n-1)\,12''$$

اگر سه دیگ داشته باشیم: هر سه دیگ را به یک کلکتور وصل می‌کنیم. طول را براساس بالایی‌ها حساب می‌کنیم. ولی اگر چند لوله ورودی و چند لوله خروجی داشته باشیم آنی را که بزرگتر شد ملاک عمل است:



آب گرمکن: منبعی است که آب گرم مصرفی ما را با استفاده از آب گرم دیگ تأمین می‌کند. و در دو نوع ساخته می‌شوند. آب گرم کن دو جداره - آب گرمکن کویلی یا لوله‌ای.

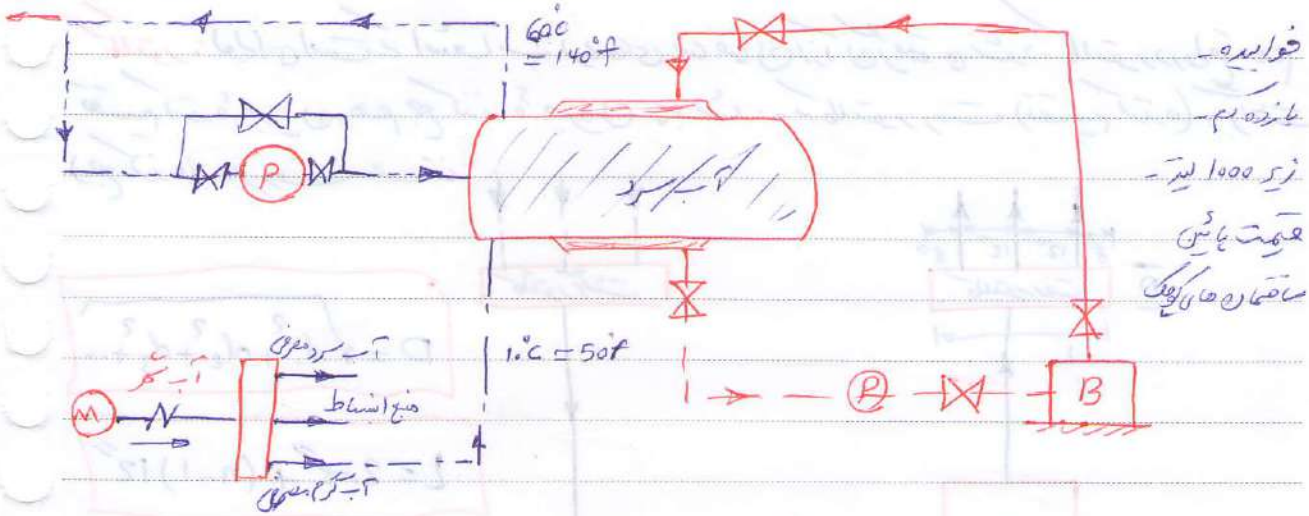
آب گرمکن دو جداره:



PdPCO

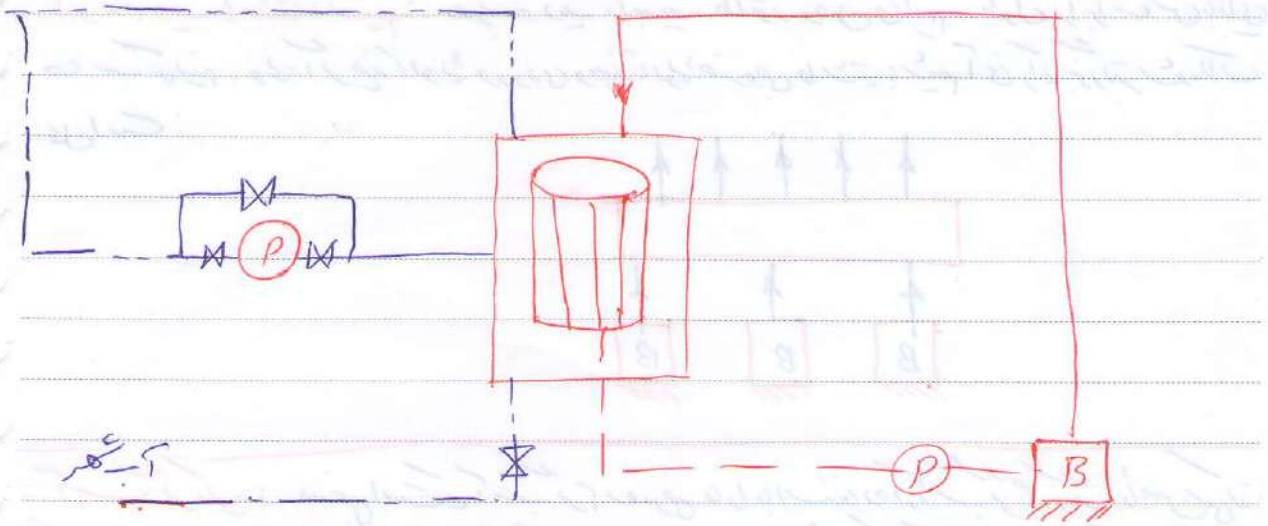
Subject:

Year. Month. Date. ( )



خوابیده
بازده بم
زیر ۱۰۰۰ لیتر
عمیت پائین
ساختمان های کوچک

آب گرمکن کوئلی (لوله ای): کوئل ها مسی هستند. آب سرد با آب گرم کار می کنند. بازده بیشتری دارد. در ظرفیت بالای 1000lit کاربرد دارد.



محاسبه ظرفیت حرارتی منبع آب گرم و حجم مخزن آن:

$Q = \dot{m} C_p \Delta T = \rho \dot{V} C_p \Delta T$

$Q = (62.4)\left(\frac{gpm \times 60}{7.48}\right)(1)\Delta T$

$Q = 500\ gpm\ \Delta T$

$1 ft^3 = 7.48\ gal$

$\Delta T = ?$

$C_p = 1$

$\rho = 62.4$

$1h = 60\ min$

ΔT برای گرم $60^\circ C$ ΔT برای شستشو $40^\circ C$

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حال با استفاده از رابطه‌ی صفحه‌ی قبل و جدول صفحه ۳۳۰ می‌توان ظرفیت حرارتی و حجم مخزن آب گرمکن را محاسبه کنیم.

مثال: یک ساختمان دارای ۲ آپارتمان مسکونی می‌باشد که در هر یک ۴ نفر زندگی می‌کنند. مطلوبست محاسبه‌ی حجم و ظرفیت آب گرمکن.

ابتدا مصرف در شب و روز را حساب می‌کنیم (صفحه ۳۳۰) ⇐ $= 2 \times 4 \times 40 = 320\ gal$

حجم مخزن آب گرمکن ← صفحه ۳۳۰

$= \frac{1}{5} \times 320 = 64\ gal = 250\ lit$

تا اینجا تکلیف خریدار مشخص کردیم و یک مخزن 250 لیتری می‌خرد.

نسبت مصرف حداکثر در یک ساعت به مصرف شبانه‌روز: $= \frac{1}{7} \times 320 = 45.7\ gal$

مقدار مصرف در ساعات حداکثر مصرف: $= 4 \times 45.7 = 182.8\ gal$

بازده‌ی آب گرمکن را 70٪ می‌گیریم: مقدار حرارت گرم ذخیره شده $= 64 \times 0.7 = 44.8\ gal$

آبی که باید در ۴ ساعت گرم کند $= 182.8 - 44.8 = 138\ gal$

$gpm = \frac{138}{4 \times 60} = 0.575$

برای هر واحدی حدوداً 100 لیتر ذخیره کنیم خوب است.

$Q = 500\ gpm\ \Delta T = 500\ (0.575)\ (140 - 50)$

$Q = 25875\ BTU/h \simeq 6500\ kcal/h$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ششم : ۹۱/۲/۳ ، یکشنبه

دیگ ها: دیگ ها وسایلی هستند که حرارت حاصل از سوخت را به آب می دهند و آب گرم مورد نیاز سیستم را تأمین می کنند.

نحوهٔ انتخاب دیگ: برای انتخاب دیگ باید مقدار حرارتی را که احتیاج داریم محاسبه کرده باشیم که این حرارت شامل بار حرارتی ساختمان، و ظرفیت حرارتی دیگ برگشتی می باشد و همچنین یک ضریب اطمینان:

$$Q_B = (1+\alpha)\,Q_1 + Q_2$$

α = ضریب اطمینان بین ۱۰ تا ۲۰ درصد

Q_1 = بار حرارتی ساختمان

Q_2 = بار حرارتی دیگ برگشتی

صفحات ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸

تقسیم بندی دیگ از نظر تولید سیال: ۱) دیگ های تولید کننده آب گرم ۲) دیگ های تولید کننده آب داغ ۳) دیگ های تولید بخار

تقسیم بندی دیگ از نظر جنس: ۱) چدنی ۲) فولادی

دیگ های چدنی: معمولاً از چندپره تشکیل شده است که ظرفیت آنها با تعداد پره متغیر است در نتیجه حمل و نقل آن آسان است. تعویض پره ها به راحتی صورت می گیرد. ظرفیت دیگ های چدنی معمولاً بین 10000 تا 500000 کیلوکالری می باشد. اگر بیشتر از این نیاز داشته باشیم چند دیگ را از طریق موازی استفاده می کنیم. بیشتر برای تولید آب گرم استفاده می شود. عمر زیادی تحمل می کند (حدود 5 تا 10 سال). در برابر زنگ زدگی مقاوم است. گرم و سرد کردن ناگهانی باعث ترک خوردن دیگ می شود. برای همین هیچ وقت برای تولید بخار از آن استفاده نمی شود. ضمناً عوامل زیر نیز باعث ترک خوردن دیگ می شود:

الف) برخورد مستقیم شعله ب) خوب گرفتن لوله ها ج) فشار زیاد

د) گرم و سرد شدن دیگ.

بازدهٔ دیگ های چدنی بالا می باشد در حدود (۹۰ درصد) صفحات ۳۵، ۳۶ و ۳۷ نوشته ای از دیگ ها را آورده است.

PdPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

دیگ های فولادی: دیگ های فولادی هم برای تولید بخار و هم برای تولید آب داغ و هم آب گرم مورد استفاده قرار می گیرد. این دیگ ها یکپارچه هستند در نتیجه حمل و نقل آن مشکل است. در مقابل زنگ زدگی مقاوم نیست و برای ظرفیت های بالا و فشار زیاد مورد استفاده قرار می گیرد ولی بازده کمتری نسبت به دیگ چدنی دارد. حجمش آن هم کمتر است. در صفحات ۳۸ و ۳۹ نمونه ای از دیگ های فولادی آورده شده است.

مشعل یا سوخت پاش (Burner): کار آن سوزاندن سوخت به نحو مناسب و کنترل احتراق می باشد. ترکیبی از سوخت و هوا فراهم می آورد.

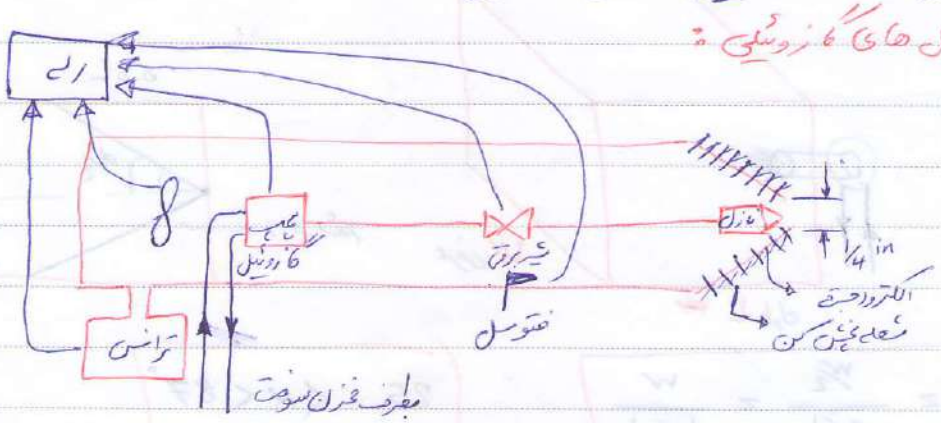
1lb C ⟶ CO 4440 Btu

1lb C ⟶ CO_2 14600 Btu

انواع مشعل: ۱) مشعل های گازوئیلی ۲) مازوتی ۳) گازی

مشعل گازوئیلی: این مشعل شامل وسایل زیر است: الکتروموتور، فن، عیب گازوئیل رله یا مغزمشعل، شیر برقی، ترانس، الکترود های جرقه، فتوسل (چشم الکتریکی)، نازل، شعله بخش کن، شلنگ گازوئیل، صافی، دریچه هوا

طرز کار مشعل های گازوئیلی:



طرز کار: ابتدا هوا بوسیله فن به محفظه دمیده تا حبابچه ترکیب سوخت و هوای در دیگ موجود باشد به خارج هدایت شود که معمولاً بین ۲۰ تا ۳۰ ثانیه این مرحله طول می کشد، سپس عیب گازوئیل که همچون رله وای است بکار افتاده و گازوئیل را پس از عبور از صافی باعث (۷۵ تا ۱۲۵ Psi) در نازل به پودر تبدیل می کند. ضمناً رله قبل از آنکه دستور باز شدن شیر برقی را بدهد باعث بکار افتادن ترانس شده که برق ۲۲۰ ولت شهر را به ۱۲۰۰۰ ولت

Subject:
Year. Month. Date. ( )

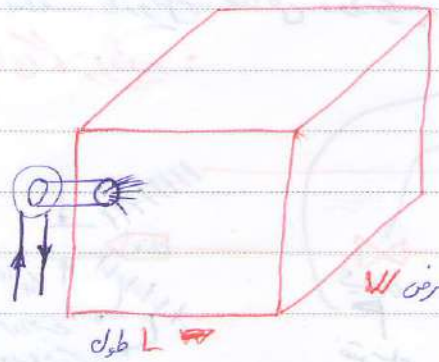
تبدیل می کند و باعث ایجاد جرقه توسط قوس الکتریکی در الکترودها می شود. با برخورد سوخت پودر شده به قوس های جرقه شعله ایجاد می شود به محض اینکه شعله توسط فتوسل دیده شود رله ترانس را از کار می اندازد و دیگ به کار خود ادامه می دهد تا به دمای مورد نظر برسد. ضمناً فاصله بین دو الکترود ۴ تا ۶ میلیمتر می باشد.

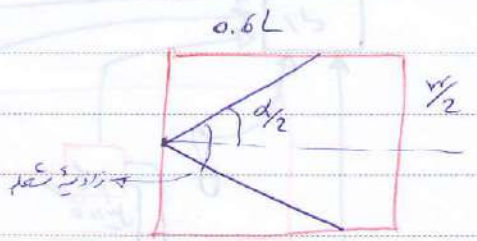
نازل: وسیله ای است که سوخت را بصورت پودر در می آورد و برای تعیین نازل باید دبی سوخت (GPh) و زاویه پاشش سوخت (α) را بدست آوریم.

$$GPH\left(\frac{gal}{h}\right) = \frac{Q_B\left(\frac{kcal}{h}\right)}{30000 \cdot \eta}$$

η : بازده مشعل (80 تا 90 درصد)

$1\ gal = 4\ lit = 3kg = 30000\ kcal$ و $1 < GPH < 30$





$$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{W/2}{0.6L} = \frac{W}{1.2L}$$

$25 < \alpha < 87^\circ$

آب برگشتی سردتر همان از قسمت گرم و آب گرم رفت از قسمت سرد دیگ عبور داده می شود تا بالانس حرارتی ایجاد شود مخصوص برای دیگ های چدنی.

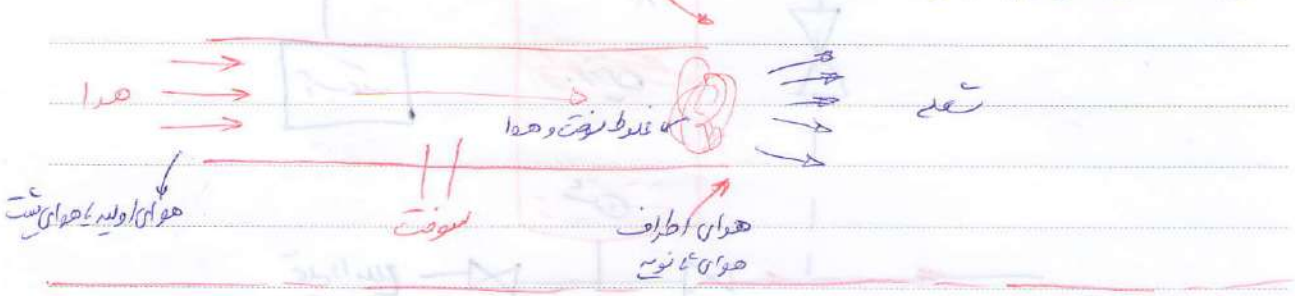
معمولاً از نازل های 45° تا 60° استفاده می شود و در اصطلاح می گویند نازل چهل و پنج درجه خواهیم. 45 برای α است و 2 برای GPH است.

PdPCO

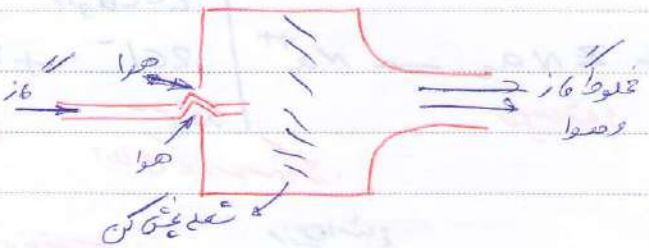
Subject:

Year. Month. Date. ( )

مشعل مازوتی: (نفت سیاه، نفت کوره): برای کارخانه های بزرگ و محل های بزرگ مثل نیروگاهها از مشعل مازوتی استفاده می شود و چون مازوت دارای ویسکوزیته بالایی است، نمی شود آنرا بصورت پودر در آورد، بلکه برای استفاده بوسیله هوای فشرده (حدود 20 Psi) آنرا از نیشت به جلو می رانند و در انتهای مسیر به حالت جرقه زنی آنرا با ترکیب مازوت با هوای اطراف و هوای نیشت می سوزند. دقت شود مسیر عبور مازوت در زمستان باید گرم شود.



مشعل گازی: چون گاز احتیاج به پودر شدن ندارد و دیگر مثل مشعل گازوئیلی احتیاج به چک و نازل و... ندارد. گاز مستقیماً از لوله خارج شده با هوای اطراف ترکیب می شود و می سوزد.



ایمنی: مهمترین مسئله این گونه مشعل ها ایمنی آنهاست. پس ابتدا فن باید به مدت کافی مخلوط هوا و گاز را داخل دیگ تشکیل شده باشد از دودکش خارج شود تا انفجاری رخ ندهد. ضمناً باز کردن شیر گاز باید بصورت آرام و بستن آن بصورت آنی باشد. ضمناً مقدار درصد گازی که باعث انفجار می شود 10 تا 15 درصد است و برای تعیین مشعل گازی باید حجم گاز مصرفی را برحسب m^3/h داشته باشیم:

$$\forall \left(\frac{m^3}{h}\right) = \frac{Q_{IB}\ \left(Kcal/h\right)}{\text{ارزش حرارتی گاز} \times \eta}$$

η = 80 تا 90 درصد

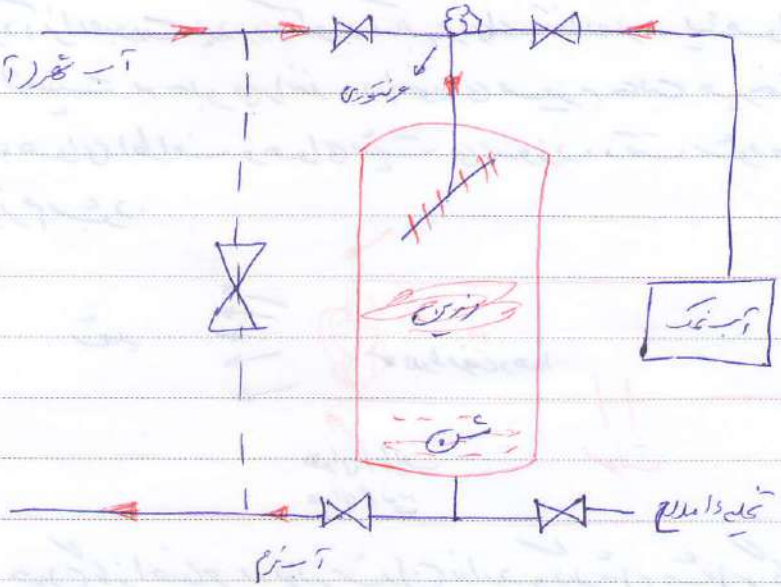
ارزش حرارتی در مناطق مختلف متفاوت است.

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

سختی گیر: وسیله ای است برای رسوب گیری و املاح گیری آب که در آن رود، به عبارتی ترکیب آب با ماده ای به نام رزین تا املاحی که رسوب می کند را تبدیل به املاحی کند که رسوب نمی کند.



$$Ca^{++} \left| \begin{matrix} 2CCO_3H^- \\ 2Cl^- \\ SO_4^{--} \end{matrix} \right. + 2Na_2 \longrightarrow Na^{++} \left| \begin{matrix} 2CCO_3H^- \\ 2Cl^- \\ SO_4^{--} \end{matrix} \right. + Z\left\{ \begin{matrix} Ca \\ mg \end{matrix} \right.$$

mg^{++}: املاحی که رسوب می کنند — رزین اشباع — املاحی که رسوب نمی کنند — رزین اشباع

$$Z\left| \begin{matrix} Ca \\ mg \end{matrix} \right. + 2NaCl \longrightarrow Z\,Na_2 + Cl_2 \left| \begin{matrix} Ca \\ mg \end{matrix} \right.$$

رزین اشباع — آب نمک — رزین اشباع — املاحی که به خاطر سختی می ریزند

$$V_{grain} = \frac{(GPm)(\text{سختی})(60)(PPm)}{171}$$

(V_{grain}: سختی آب مصرفی — GPm: میزان آب gal/min)

واحد سختی PPm است و آن میلی گرم در لیتر آب است.

$$PPm = \frac{mgr}{lit_{H_2O}}$$

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

اگر سختی آب بین (۰ تا ۱۵۰) باشد آب مناسب می باشد. (تهران ۱۵۰ PPm)
اگر سختی بین PPm (۱۵۰ تا ۲۵۰) باشد آب مناسب از نوع متوسط می باشد (مشهد ۲۵۰ PPm)
اگر سختی آب بالای ۲۵۰ باشد آب سخت می باشد. اکثر شهرهای ایران

عیب: سیکولاسیون یا گردش آب در سیستم می باشد.

گردش آب در سیستم: به دو طریق طبیعی و اجباری صورت می گیرد.

سیستم جریان طبیعی: در این سیستم از مسئله ترموسیفون یا اختلاف وزنی استفاده می شود یعنی آب بدون اعمال هیچ نیروی به سمت محل مصرف می رود و برمی گردد. شرایط استفاده از سیستم طبیعی عبارت است از: ۱) ساختمان دارای زیربنای زیاد نباشد. هرچه ارتفاع ساختمان بیشتر باشد بهتر است (۴ یا ۵ طبقه) ۲) بهتر است قطر لوله ها را کمی بیشتر از مقدار محاسبه شده بگیریم تا افت کمتر شود و سیال بهتر جریان یابد. ۳) در سیستم لوله کشی شیب ناچیزی نداشته باشیم. شیب معمولاً باید به سمت موتورخانه باشد. ۴) در پایین ترین نقطه و بالاترین نقطه از هوا گیر رادیاتورها کمک را قرار می دهیم.

سیستم جریان اجباری: حال چنانچه شرایط بالا برقرار نباشد و بخواهیم سرعت آب در لوله ها را زیاد کنیم از عیب استفاده می کنیم که وظیفه عیب فقط دوران و گردش آب است نه بالا بردن آب. به عبارت دیگر هد عیب برابر است با هد تلفات:

$$h_{(\text{عیب})} = h_{(\text{تلفات})}$$

ضمناً عیب را معمولاً در انتهای لوله برگشت قبل از دیگ قرار می دهند ولی بعضی وقتها هم بعد از دیگ در ابتدای لوله رفت نیز نصب می کنند که در این حالت اشکال عمده آن پدیده کاویتاسیون است. (دهش - کمش).

محاسبه عیب و انتخاب آن: برای انتخاب عیب سیرکولاسیون باید هد عیب و دبی عیب را داشته باشیم که به طریق زیر محاسبه می کنیم:

۱) هد عیب: برای محاسبه هد عیب در لوله کشی مستقیم از دورترین رادیاتور نسبت به موتورخانه استفاده می کنیم. ولی در لوله کشی معکوس از هر رادیاتوری می توانیم کمک بگیریم.
(توصیه: همیشه رادیاتور آخری را بگیریم بهتر است)

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

بنابراین هد پمپ برابر است با:

$$H = (S+R)\left(\frac{360}{12000}\right)\left(\frac{1.3}{1.5}\right) \times 1.3$$

ضریب اطمینان

S = طول لوله رفت

R = طول لوله برگشت

$\frac{360}{12000}$ = افت مجاز

$\left(\frac{1.3}{1.5}\right)$ = افت های فرعی ← جوشی ← اتصالات دنده ای

این رابطه برای تمام سیستم های لوله کشی صورت یکسان است.

$$\text{طول کل} = (S+R) + ((S+R)\times 0.5) = (L+L) + ((L+L)\times 0.5) = 3L$$

لوله کشی مستقیم $S = R = L$

دقت: طول لوله برگشت با طول رفت

$$H(\text{پمپ}) = H(\text{تلفات}) = (3L)\left(\frac{2.5}{100}\right) = 0.075L$$

این رابطه مخصوص سیستم لوله کشی برگشت مستقیم است. که می توان از این رابطه اولی استفاده کرد.

دبی پمپ: اگر ظرفیت حرارتی بویلر (Q_B) باشد:

$$Q_B = \dot{m} \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$Q_B = (500)(gpm)(\Delta T)$$

$$gpm = \frac{Q_B\ (BTU/h)}{10000}$$

اگر gpm پمپ کمتر از 100 gpm باشد بهتر است از پمپ های خطی استفاده کنیم که روی لوله رفت نصب می شوند و احتیاج به فونداسیون ندارند و اگر دبی بیشتر از 100 gpm باشد از پمپ های زمینی استفاده می کنیم. بهتر است سایز ورودی لوله پمپ ها (مکش) یک سایز بزرگتر از سایز لوله خروجی باشد تا افت کمتر شده و پدیده کاویتاسیون دیرتر اتفاق افتد. پمپ های حرارتی مرکزی معمولاً 1400 دور هستند ولی پمپ های آتش نشانی در حدود 2500 دور کار می کنند.

PAPCO

Subject:

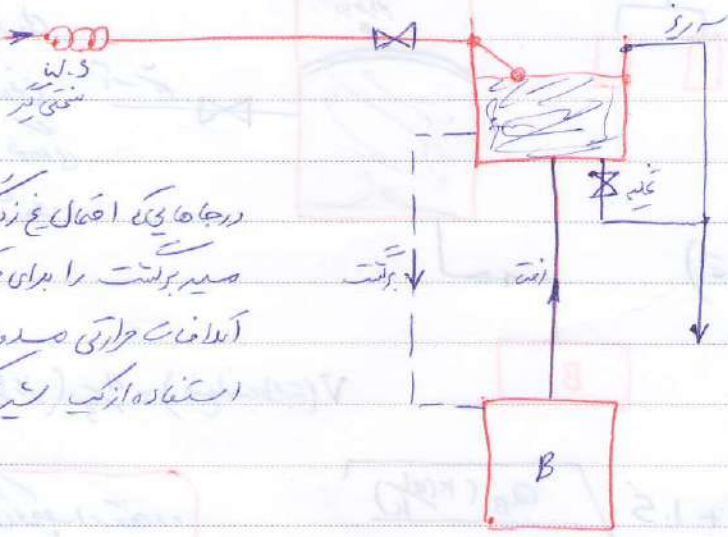
Year. Month. Date. ( )

جلسه هفتم: ۱۰/۲/۹۱ ؛ یکشنبه ؛

منابع انبساط: ما معمولاً سیستم را از آب 10°c شهر پر می کنیم و سپس درجه حرارت آب را به 70°c یا 80°c می رسانیم که این افزایش دما باعث افزایش حجم می شود. بعنوان مثال چنانچه درجه حرارت آب از 5°c به 95°c برسد حجم آب 4٪ اضافه می شود که این افزایش حجم باعث افزایش فشار در سیستم می گردد. حال برای جلوگیری از ترکیدن لوله ها و کنترل انبساط و انقباض سیستم و همچنین کنترل و تأمین فشار سیستم از یک منبع انبساط استفاده می کنیم که فشار سیستم را حول و حوالی ثابت نگه می دارد. (فشار سیستم را از منبع انبساط تأمین می کنیم و جریان آضافت در لوله ها را توسط پمپ انجام می دهیم) دقت شود بین منبع انبساط و دیگ هیچ گونه شیر فلکه ای نصب نشود تا اشتباهاً بسته شود و منبع انبساط را از مدار خارج کند که خطرات زیادی به بار می آورد.

منابع انبساط در دو نوع هستند: ۱) منبع انبساط باز ۲) بسته

* منبع انبساط باز: این منبع معمولاً در پشت بام بالاترین نقطه سیستم قرار می گیرد (حداقل 1,5 متر بالاتر از بالاترین رادیاتور) و سیستم باز است و با فشار اتمسفر در تماس است. معمولاً در سیستم حرارت مرکزی با آب گرم از آن استفاده می شود. کاربرد آن زیاد بوده و هزینه کمتری دارد و از جنس آلومینیوم می باشد.



در جاهایی که احتمال یخ زدگی وجود ندارد مسیر برگشت را برای جلوگیری از آلودگی حرارتی مسدود می کنند با استفاده از یک شیر فلکه.

ظرفیت یا حجم منبع انبساط باز: به دو روش تعیین می شود. ابتدا حجم آب لوله ها را از جدول صفحه ۲۶ جزوه بر اساس قطر و طول آنها بدست می آوریم و بعد حجم دیگ و رادیاتور را که از کاتالوگ

Subject:
Year. Month. Date. ( )

خواندیم به ازای افزایش دمای آب باید درصدی از حجم آب را به ازای افزایش دمای آب اضافه می‌کنیم و سرانجام از جدول صفحه ۱۷ درصد افزایش حجم آب را به ازای افزایش دمای آب بدست می‌آوریم. حال با داشتن درصد افزایش حجم و همچنین حجم آب می‌توانیم حجم زیاد شده آب را در اثر افزایش دمای همان ظرفیت یا حجم منبع انبساط را بدست آوریم.
صفحه ۴۳

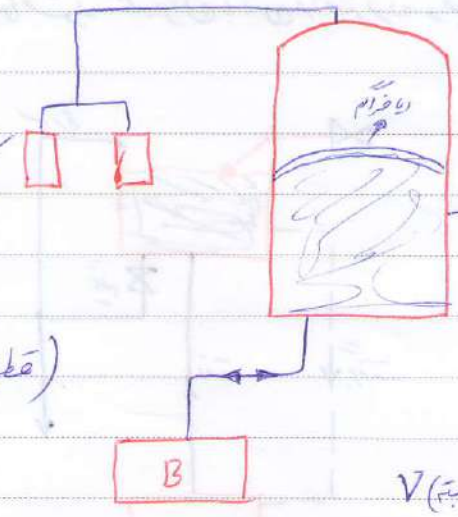
روش سوم: از رابطه تجربی زیر استفاده می‌کنیم.

$$V_{lit} = \frac{Q_B\left(\frac{kcal}{h}\right)}{1000} \quad (1.2 \text{ تا } 2)$$

بهترین ضریب 1.5 می‌باشد.

۲) منبع انبساط بسته: این منبع معمولاً در موتورخانه نصب می‌شود. کاربرد به کار آن مشکل است و احتیاج به افراد ماهر یا متخصص دارد. و سیستم همیشه تحت فشار بیشتر از فشار استاتیک است و برای تأمین و تنظیم فشار از کپسول ازت استفاده می‌کنیم.

از ازت استفاده می‌کنیم چون گازی بی‌اثر است و خورنده نمی‌شود ولی اگر زیاد و دقیق با روغن آمیخته می‌شود خوردگی در کار زیاد می‌شود.



(قطر لوله‌های برگشت کوچکتر است)

$$V(\text{منبع انبساط بسته}) = 4/3\ (\text{حجم منبع انبساط باز})$$

$$\text{رفت} \quad d_{(mm)} \geq 15 + 1.5\sqrt{\frac{Q_B\left(\frac{kcal}{h}\right)}{1000}}$$

$$\text{برگشت} \quad d_{(mm)} \geq 15 + \sqrt{\frac{Q_B\left(\frac{kcal}{h}\right)}{1000}}$$

برای سرفاب‌های کوچک استفاده از حجم منبع انبساط باز توصیه می‌شود.

PdPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حجم منبع سوخت:

برای هر 8000 kCal ارزش حرارتی یک لیتر گازوئیل می‌باشد.

V_{lit}: حجم منبع سوخت (lit)

β: درصد کارکرد در روز و شب

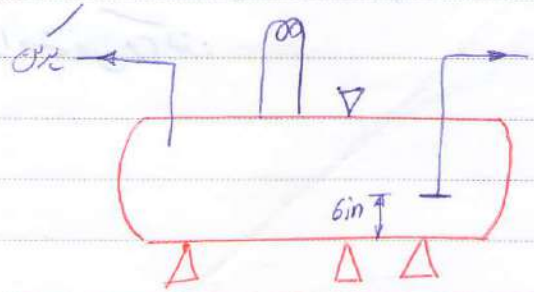
n: تعداد روزهای بین دو بار پر کردن

Q_B: گرمای حرارتی بویلر

24: ساعات شبانه روز

$$V_{lit} = \frac{Q_B\left(\frac{kCal}{h}\right)}{8000} (24 \times \beta \times n)$$

ص 54



به سمت مشعل

n را معمولاً تولیدکننده می‌گیرند.

β (معمولاً بین 50 تا 60 درصد گرفته می‌شود)

قطر دودکش: معمولاً باید دارای سطح صاف باشد، ترک نداشته باشد، از فرم‌های ناجور برخوردار نباشد. حتی‌الامکان سعی شود افقی حرکت نکند (بیش از 3 متر نشود). معمولاً ارتفاع دودکش از نیم متری کف موتورخانه تا بیست بام در نظر گرفته می‌شود. سطح مقطع آن از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

H = ارتفاع دودکش برحسب متر

$$\text{سطح مقطع } S(cm^2) = 0.02 \frac{Q_B\left(\frac{kCal}{h}\right)}{\sqrt{H(m)}}$$

وسایل کنترل و اندازه‌گیری: 1) فشارسنج: برای اندازه‌گیری فشار استفاده می‌شود که معمولاً قبل و بعد از عبور روی دیگ یا کلکتور نصب می‌شود.

2) ترمومتر (دماسنج): برای اندازه‌گیری دما استفاده می‌شود که قبل و بعد از عبور روی دیگ یا کلکتور نصب می‌شود.

3) ترموستات: وسیله‌ای است برای کنترل درجه حرارت محیط

Subject:
Year. Month. Date. ( )

4) اکوستات : نوعی ترموستات است که وسیله ای برای کنترل درجه حرارت دیگ و مکث برگشت
کمتر در دیگ ها استفاده می شوند. و لغو رتهای مستغرق (غرق شده) و جداری می باشند.
اکوستات ها معمولاً به رنگ نارنجی هستند. برای دیگ استفاده می شود برای پمپ برگشت

5) شیر اطمینان : وسیله ای است برای کنترل و تنظیم فشار و دمای سیستم که روی آکومولاتورها،
دیگ ها، کلکتورها و... نصب می شوند. (توصیه می شود در جاهایی که شیر اطمینان نصب می شود
هر شش ماه یکبار تست شود)

فلو دیاگرام موتورخانه : نقشه ای است که نحوه ارتباط دستگاه ها و مسیر جریان و قطر لوله ها
داخل موتورخانه را مشخص می کند.

PdPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی هشتم ؛ 91/2/17 ؛ یکشنبه

تهویه‌ی مطبوع : هوایی مشروط جهت : هوایی که دارای 4 خاصیت زیر باشد:
1) دارای درجه‌ی حرارت خنک مناسب باشد. 2) تمیز باشد.
3) رطوبت مناسبی داشته باشد. 4) ورزش باد در حد متعارف باشد.
بین جایگاه هوا دارای خصوصیات فوق باشد به انسان احساس آسایش می دهد.

تعریف تهویه مطبوع : عبارت است از انجام عملیاتی روی هوا تا از نظر درجه حرارت، رطوبت، سرعت وزش و شرایط بهداشتی (عاری از گرد و غبار، بو و دود، باکتری) مناسب برای یک یا دو هدف زیر باشد: 1) تأمین آسایش ساکنان و کارکنان محل
2) تأمین شرایطی که جهت انجام عملیات آزمایشگاهی صنعتی و تولیدی لازم است.

تعریف بار حرارتی و بار برودتی ساختمان : مقدار گرمایی که ساختمان در فصل زمستان از دست می دهد بار حرارتی و مقدار گرمایی که ساختمان در فصل تابستان به طرق مختلف از قبیل، انتقال حرارت هدایتی، تابشی، سیستم روشنایی، ساکنان، تجهیزات و نفوذ یا تهویه می گیرد را بار برودتی ساختمان می نامند.

تعریف روز بار مکزیمم در فصل زمستان : روزی است که درجه‌ی حرارت، رطوبت هوا به کمترین حد ممکن خود در طول سال رسیده باشد و باد با سرعت زیاد بوزد.

تعریف روز بار مکزیمم در فصل تابستان : روزی است که درجه‌ی حرارت و رطوبت هوا به بیشترین حد ممکن خود در طول سال رسیده باشد و میزان تابش خورشید مکزیمم بوده و منابع تولید حرارت در داخل ساختمان در حد معمول خود مشغول به کار باشند.

تعریف روز طرح : عملاً در جهت جلوگیری از بزرگ شدن سیستم تهویه مطبوع و بالا رفتن هزینه‌ی آن روز طرح بر اساس متوسط حداقل برای زمستان یا متوسط حداکثر برای تابستان تعیین می گردد البته به کمک جداول هواشناسی.

شرایط طرح برای داخل ساختمان : عبارتست از شرایطی که درجه‌ی حرارت، رطوبت سرعت وزش و درجه‌ی خلوص هوای داخل ساختمان مناسب برای آسایش انسان یا سالم ماندن مواد در نظر گرفته می شود. جداول نمونه صفحه ۲۷

PdPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

شرایط طرح برای خارج ساختمان: عبارتست از درجه حرارت، رطوبت، سرعت و زش باد و سایر مشخصات هوای خارج در روز طرح که از جداول هواشناسی مشخص شده است. بعنوان چند شهر در صفحه ۲۱

توجه: ظرفیت یک سیستم تهویه مطبوع براساس مساعد بار حرارتی و برودتی ساختمان در روز طرح تعیین می شود.

خواص هوای مرطوب یا سایکرومتریک: هوا مخلوطی از گازهای مختلف که بیشتر از ازت و اکسیژن و مقدار متغیری از بخار آب است. گرچه وزن بخار آب در حجو معمولاً از یک درصد وزن هوا در آب و هوای معتدل و کمتر از (3٪) در بالاترین مقدارآن است، با وجود این اثرهای ملاحظه ای روی آسایش انسان و اثر بسیار مهمی روی مواد دارد. بنابراین اندازه گیری میزان رطوبت هوا و بررسی خواص هوای مرطوب در مطالعهٔ سیستم های تهویه مطبوع از اهمیت زیادی برخوردار است. در تهویه مطبوع هوا به دو جزء متفاوت تقسیم می شود:

۱) هوای خشک شامل ازت، اکسیژن و ...

2) بخار آب

علمی که خواص هوای مرطوب را بررسی می کند و اثرات رطوبت هوا روی مواد و آسایش انسان را مطالعه می کند را علم سایکرومتریک می گویند. تعاریف زیر اساس کار این علم می باشد:

۱) دمای خشک: (T ، D.B ، Dry Bulb) عبارت است از درجه حرارت هوا که توسط یک ترمومتر اندازه گرفته می شود.

2) درجه حرارت مرطوب هوا: (T' ، W.B ، wet Bulb) اگر حباب یک ترمومتر یا دماسنج را با یک پنبه مرطوب بپوشانیم و در معرض جریان هوا قرار دهیم درجه حرارت نشان داده شده همان دمای مرطوب است و معمولاً $T' \leq T$ در حالت اشباع است.

3) نقطهٔ شبنم: (D.P ، Dew Point) درجه حرارتی است که اگر هوا تا آن درجه حرارت سرد شود بخار آب موجود در هوا بصورت قطرات آب ظاهر می شود و دو عامل بستگی دارد. ۱) رطوبت هوا 2) درجه حرارت محیط

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

با توجه به تعریف نقطهٔ شبنم چنانچه فشار جزیی بخار آب در هوا معلوم باشد از جدول صفحهٔ 75 کتاب به جدول بخار اشباع معروف است می توانیم نقطهٔ شبنم را بدست آوریم.

4) رطوبت مطلق یا رطوبت مخصوص: water content یا (w) نسبت وزن بخار آب موجود در هوا به وزن هوای خشک در هوای معمولی را رطوبت مخصوص می نامند و واحدش یونـد بخار بر یونـد هوا یا $\frac{lb_v}{lb_a}$ یا $\frac{grain_v}{lb_a}$ $\quad 1lb = 7000\ grain$

$$w = \frac{m_v}{m_a}$$

با توجه به رابطهٔ روبرو بدست آوردن جرم هوا و بخار در محیط مشکل است. لذا برای اینکه رابطهٔ ساده تری بدست آوریم فرض می کنیم هوا خشک و بخار آب در (50c°) گاز کامل هستند و با توجه به قانون دالتون می توان نوشت:

قانون دالتون: حجم کل گازها، حجم همهٔ گازها برابر است.

$$\begin{cases} P_a V_a = m_a R_a T_a & m_a = \frac{P_a V_a}{R_a T_a} \\ P_v V_v = m_v R_v T_v & m_v = \frac{P_v V_v}{R_v T_v} \end{cases}$$

$$w = \frac{\frac{P_v V_v}{R_v T_v}}{\frac{P_a V_a}{R_a T_a}} = \frac{R_a}{R_v}\frac{P_v}{P_a}$$

$$R_a = \frac{\bar{R}}{m_a} = \frac{1545}{28.97} = 53.35$$

$$R_v = \frac{\bar{R}}{m_v} = \frac{1545}{18.02} = 85.7$$

$$w = \frac{53.35}{85.7}\frac{P_v}{P_a}$$

$$w = 0.622\frac{P_v}{P_a}$$

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$\text{قانون دالتون} \Rightarrow \begin{cases} P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n \\ V_t = V_1 = V_2 = \dots = V_n \end{cases}$$

5) رطوبت نسبی: (Relative Humidity (R.H)) عبارت است از نسبت بین فشار جزئی بخار آب موجود در هوا در دمای حرارت خشک T به فشار جزئی بخار آب هوایی که در همان دمای حرارت خشک به حالت اشباع رسیده باشد و معمولاً برحسب درصد بیان می شود و در حالت اشباع رطوبت نسبی 100٪ می باشد.

$$R.H = \frac{P_v}{P_s} \times 100$$

P_v = فشار بخار حالت معمولی

P_s = فشار بخار حالت اشباع

که برای بدست آوردن P_v می توانیم با دانستن دمای مانند نقطهٔ شبنم از جدول بخار اشباع آنرا بخوانیم و همچنین برای بدست آوردن P_s با دانستن دمای خشک آنرا از جدول بخار اشباع بخوانیم.

6) حجم مخصوص هوا (specific volume (V)): عبارت است از حجم هوا به جرم هوای خشک

$$V = \frac{V_a}{m_a}$$

7) گرمای ویژه هوای مرطوب: (heat capicity (C)) گرمای ویژه مخلوطی از 1lb هوای خشک و w lb بخار آب برابر است با:

$$C = 0.24 \times 1 + 0.45 w$$

0.24 گرمای ویژه 1lb هوای خشک و 0.45 گرمای ویژه 1lb بخار آب

واحد w باید $\frac{lb_w}{lb_a}$ باشد و باید دقت کنیم که $\frac{grain}{lb_a}$ نباشد.

8) حرارت محسوس (Sesible heat (S)) حرارتی است که وقتی به یک جسم

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

داده یا از آن گرفته شود درجه حرارت آن تغییر کند بدون آنکه حالت جسم عوض شود.

و) حرارت نهان؛ (L) (Latent heat) حرارتی است که وقتی به یک جسم اضافه یا از آن کم می شود درجه حرارت جسم تغییر نکند ولی حالت جسم تغییر کند.

ه) آنتالپی؛ (h) (Enthalpy) یک خاصیت حرارتی است که انرژی حرارتی موجود در یک جسم راست به یک مبداء دلخواه که آنتالپی آن صفر فرض می شود مشخص می گردد که مبداء صفر برای هوای صفر درجه فارنهایت است و برای آب 32°F در نظر گرفته می شود و آنتالپی مخلوط از یک پاند هوای خشک و W پوند بخار آب بصورت زیر است:

$$h = 0.24\,T + W\,h_{fg}$$
$$h_{fg} = 1060 + 0.45\,T$$
$$\rightarrow h = 0.24\,T + W(1060 + 0.45\,T)$$

(هوای خشک — بخار آب)

مثال: مخلوطی از هوای خشک و بخار آب در درجه حرارت (80°F) و فشار 29.92 in-Hg و نقطه شبنم (60°F) موجود است: مطلوبست

الف) فشار جزئی بخار آب

ب) فشار جزئی هوای خشک

ج) رطوبت نسبی

د) رطوبت مطلق

ه) حجم مخصوص

ق) آنتالپی

ز) گرمای ویژه

D.B = 80°F c = ?

D.P = 60°F v = ?

P_t = 29.92 in-Hg h = ?

P_v = ?

P_a = ?

R.H = ?

w = ?

(الف) D.P = 60°F $\xrightarrow{\text{جدول}}$ $P_v = 0.522$ in-Hg (1)

(ج) $R.H = \frac{P_v}{P_s} \times 100 = \frac{0.522}{1.032} \times 100 = 50.5\%$ (3)

$D.B = T = 80°F \xrightarrow{\text{جدول}} P_s = 1.032$ in-Hg

(ب) $P_t = P_a + P_v \rightarrow P_a = 29.92 - 0.522 = 29.4$ in Hg (2)

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ح) $W = 0.622 \frac{P_v}{P_a} = (0.622)\left(\frac{0.522}{29.4}\right) = 0.0111 \frac{lb_v}{lb_a} \times 7000$

$W = 77.7 \frac{grain_v}{lb_a}$

د) $v = \frac{V_a}{m_a}$ $P_a V_a = m_a R_a T_a \rightarrow \frac{R_a T_a}{P_a} = \frac{(53.35)(80+460)}{(29.4 \times 0.49)(144)} =$ (R_a: وجب رنکین)

$v = 13.9 \frac{ft^3}{lb}$ $1^\circ R = 460 + F$ $1 in\text{-}Hg = 0.49 Psi = 0.49 \frac{lb}{in^2}$

ط) $h = 0.24T + W(1060 + 0.45T) = (0.24)(80) + 0.0111(1060 + 0.45 \times 80) = 31.4$ Btu/lb

ی) $C = 0.24 \times 1 + 0.45 W = (0.24 \times 1) + (0.45)(0.0111) = 0.245 \frac{Btu}{lb\,^\circ F}$

مثال: مشخصات هوا در یک منطقه چنین است. دمای خشک $(80^\circ F)$، دمای مرطوب $(67^\circ F)$ فشار کل هم 29.92 in-Hg. مطلوبست محاسبهٔ رطوبت مخصوص، رطوبت نسبی، حجم مخصوص، آنتالپی و نقطهٔ شبنم

$T = 80^\circ F$
$T' = 67^\circ F$
} ص 76 → $w = 0.112$ grain/lb

$D.P = 60^\circ F$

$R.H = 50\%$ $v = 13.8$ $h = 31.6$ (اشباع)

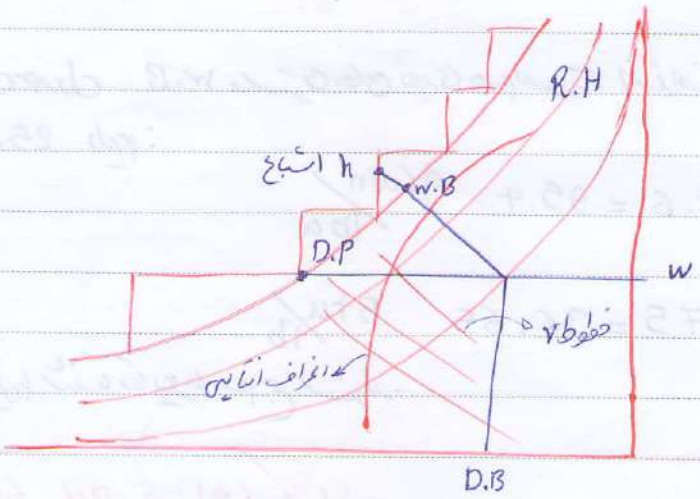
(انحراف) $h = 0.11$ h اشباع, h انحراف } عمل → $h = 31.6 - 0.011 = 31.49$ Btu/lb

چارت سایکرومتریک در ارتفاعات (با تغییر فشار). همانطوری که دانستیم چارت اصلی برای سطح دریا یعنی فشار 29.92 in-Hg رسم شده است. حال چنانچه فشار محل تغییر کند یا از مقدارهای مانند نقطهٔ شبنم و رطوبت نسبی که مستقل از ارتفاع یا فشار هستند تغییر می‌کند و احتیاج به تصحیح ندارند ولی رطوبت مطلق و آنتالپی با فشار تغییر می‌کند که باید تصحیح شوند. طبق جدول ص 77

Subject :

Year . Month . Date . ( )

منحنی رطوبی یا منحنی سایکرومتریک : ها نقودی که قبلاً دیدیم برای یک هوا با فشار معین اگر دو خاصیت آن معلوم باشد، بقیه خواص را می‌توان از طریق فرمول‌ها محاسبه کرد ولی برای سهولت کار روابط بین خواص را بصورت ترسیمی و بشکل یک منحنی نشان داده‌اند. به عبارت دیگر به کمک روابط سایکرومتریک، منحنی سایکرومتریک ساخته شده است. ص 76 که نحوهٔ استفاده از آن به این ترتیب است. به کمک دو خاصیت هوای مرطوب هر یک نقطه در منحنی را مشخص می‌کنیم و بقیه خواص را از روی آن نقطه بدست می‌آوریم.



انحراف آنتالپی : اختلاف بین آنتالپی حالت اشباع و حالت غیر اشباع را انحراف آنتالپی گویند.

جارت سایکرومتریک در ارتفاعات : جارت اصلی معمولاً برای سطح دریا یعنی فشار 29.92 in-Hg ساخته شده است و هر نقودگرامی دانیم با تغییر ارتفاع یا فشار درجه حرارت نقطهٔ شبنم و رطوبت نسبی تغییر نمی‌کند و احتیاج به تصحیح ندارد. ولی رطوبت مخصوص و آنتالپی با فشار تغییر می‌کند که جدول تصحیحات آن در صفحهٔ 77 داده شده است.

مثال : مشخصات هوا در یک منطقه چنین است : دمای خشک (90°F) دمای مرطوب (70°F) و فشار کل (25.92 in-Hg) : مطلوبست محاسبه رطوبت مخصوص و آنتالپی هر کیلو.

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

D.B = 90°F
w.B = 70°F
→ 76 صفحه → $w = 77.8$ grain/lba
ارتفاع $h = 34.08$
ارزف $h = 0.18$
→ حل $h = 34.08 - 0.18 = 33.9$ Btu/lb

$\Delta P = 25.92 - 29.92 = -4$

$\Delta P = -4$
$w.B = 70°F$
→ $\Delta w = 17.6$
$\Delta h = 2.75$

ستون اول جدول w.B و ستون های بعدی هم بصورت اضداف فن راست، در فشار 25.92 in-Hg داریم:

$w = 77.8 + 17.6 = 95.4$ grain/lba

$h = 33.9 + 2.75 = 36.65$ Btu/lb

واحدها باید یکی باشند تا مقادیر با هم جمع شوند.

جلسه ششم: 24/2/91: یکشنبه

محاسبات بار سرمایی: قبل از محاسبه بار سرمایی باید به نکات زیر توجه کرد:

الف) بررسی ساختمان جهت برآورد بار برودتی و سپس انتخاب دستگاه مناسب

1) جهت یابی ساختمان، تعیین اثرات آفتاب، باد، نزدیکی ساختمان های مجاور و اثرات سایه آنها

2) نوع استفاده از فضای مورد نظر (اداری، بیمارستانی، مسکونی)

3) ابعاد فیزیکی فضای مورد نظر (طول، عرض، ارتفاع)

4) مصالح ساختمانی مورد استفاده از نظر نوع، مقاومت و وزن آنها

5) مشخص بودن نوع پنجره ها از نظر اندازه، محل نصب، نوع قاب پنجره، نوع شیشه و سایبان و پیشانی

6) افراد ساکن، نوع فعالیت و تراکم آنها

Subject:
Year. Month. Date. ( )

7) روشنایی، نوع چراغ ها و قدرت آنها
8) وسایل برقی و حرارتی موجود (الکتروموتورها، وسایل گازسوز، بخاری و ...)
9) دائم یا منقطع کارکردن سیستم.
10) بازدید از محل و بررسی نقشه های اجرایی

ب) بررسی ساختمان از نظر قرارداشتن دستگاه ها و سرویس و نگهداری آنها
11) فضای قابل دسترسی جهت کانال کشی، نصب دستگاه های هواساز، برج خنک کن
12) تعیین مانع ها (شبکه های الکتریکی، لوله های گاز، تیرهای اصلی و فرعی ساختمان)
13) تعیین مشخصات سرویس های تصفیه کننده آب ساختمان شامل موقعیت، فشار و قطر لوله
14) نحوه تصفیه بخار و مشخصات آن (برای بیمارستان ها و صنایع چوب و کاغذ)
15) مشخصات سیستم برق رسانی از نظر ولتاژ، فرکانس، تک فاز یا سه فاز بودن
16) سیستم تغذیه فاضلاب، آب خروجی از منابع (بنزین گیر)، تغلیه دیگ
17) وسایل کنترل شامل منابع هوای فشرده و سیستم های الکتریکی
18) فونداسیون و تکیه گاه ها (قدرت ساختمان و وسایل کنترل صدا و ارتعاش)
19) امکانات حمل دستگاه ها به محل نهایی آنها مانند تجهیزات موتورخانه، هواسازها، برج خنک کن و ...

آشنا با بارهای ساختمان: قبلاً روش طرح تعریف شده است و بار برودتی گرمایی است که در روز طرح از فضای داخل فضای مورد نظر می شوند و همچنین حرارتی است که در فضاهای مذکور تولید می شود. این بارها بصورت محسوس و نهان خواهند بود و به دو دسته کلی زیر تقسیم بندی می شوند: (الف) بارهایی که از بیرون وارد اتاق می شوند شامل:
1) انرژی اشعه خورشیدی که از پنجره وارد اتاق می شود
2) انرژی اشعه خورشیدی که از طریق دیوارها و سقف بام منتقل می شود.
3) اختلاف درجه حرارت هوای داخل و خارج که باعث هدایت حرارت از طریق جداره ها می شود.
4) نفوذ 5) تهویه

ب) بارهای تولید شده در داخل ساختمان شامل:

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

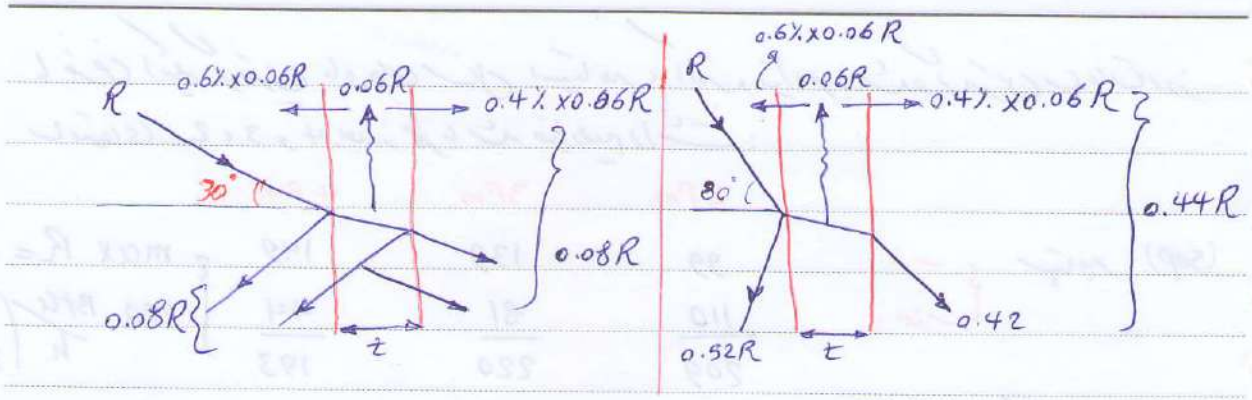
1) افراد و ساکنان ساختمان (بدن انسان برای ثابت نگه داشتن دمای خودش گرما به بیرون منتقل می کند.
2) سیستم روشنایی: چراغ ها بیشتر توان الکتریکی را به گرما تبدیل می کنند.
3) دستگاه ها و تجهیزات آشپزخانه ها، بیمارستان ها، آزمایشگاه ها، رستوران ها (سماور، اجاق گاز و ...)
4) موتورهای الکتریکی: این موتورها با توجه به مقدارشان حرارت زیادی را بصورت محسوس به فضا منتقل می کنند. جدول صفحه 92 این مقدار را مشخص کرده است.
5) لوله ها و تانک های داغ

حرارت خورشیدی (solar heat): خورشید در 21 ژوئن نورترین فاصله را با زمین دارد و مقدار انرژی ای که به لبه بیرونی جو می دهد برابر است با 415 $\frac{Btu}{h.m^2}$ و طول عمودی می تابد انرژی زیادی به زمین می رسد ولی خورشید کمترین فاصله را در 22 دسامبر با زمین دارد و ماکزیمم انرژی ای که به لبه بیرونی زمین می دهد برابر 445 $\frac{Btu}{h.m^2}$ می باشد ولی چون خورشید مایل می تابد بیشتر انرژی منعکس شده و کمتر وارد جو می شود. به همین دلیل ما در زمستان انرژی کمتری از خورشید دریافت می کنیم.
انرژی های کاز خورشید وارد جو می شوند قسمت زیادی از آن در اثر برخورد با جو منعکس شده و به فضا برمی گردد و قسمتی توسط اتمسفر جذب می شود و همچنین قسمتی پراکنده می شود از طریق پنجره های شمالی وارد ساختمان می شود (تابش آسمانی).
ضمناً هرچه مه، گرد و غبار و ... در هوا کمتر باشد تابش مستقیم بیشتر و تابش پخش کمتر است و اگر مه و گرد و غبار زیاد تر باشد بالعکس؛
برای شیشه های معمولی ضخامت کمتر از 4 mm اگر زاویه تابش 30° باشد بیشترین انرژی وارد ساختمان می شود و اگر از 30° بیشتر باشد شیشه انرژی کمتری وارد ساختمان می کند اگر از 30° کمتر باشد خود انرژی خورشیدی قبلاً کم شده است.

در اشکال زیر عکس العمل یک شیشه معمولی تحت زاویه تابش 30° و 80° نشان داده می شود.

Subject:

Year. Month. Date. ( )



بار برودتی ناشی از تابش خورشید از پنجره ها: جداول صفحات 79 الی 84 که به جداول حرارت خورشیدی معروف هستند برای عرض های جغرافیایی مختلف و همهٔ ماه های سال و ساعت های روز مقدار حرارت منتقل شده از واحد سطح شیشه برحسب Btu/h به ما می دهد. این جداول شامل: تشعشعات مستقیم و پخش و آن قسمت از حرارت جذب شده توسط شیشه و وارد شونده به اتاق می باشد. ولی شامل انتقال حرارتی که از ضخامت شیشه برای اختلاف درجه حرارت هوای دوطرف عبور می کند نمی باشد (شامل انتقال حرارت هدایتی نیست)

جداول فوق براساس شرایط زیر تهیه شده اند:

1) قاب پنجره چوبی است و 85٪ آن شیشه است.

2) مه و گرد و غبار در هوا وجود ندارد.

3) جدول براساس نقطهٔ شبنم سطح دریا (استاندارد) یعنی 67°F تنظیم شده است.

4) ارتفاع محل از سطح دریا صفر است.

5) در این جداول مقادیر درشت بیانگر ماکزیمم حرارت خورشیدی بدست آمده در آن ماه برای جهتی است که شیشه در معرض آن است (ماکزیمم ماهانه در هر جهت)

6) در این جداول مقادیر ریزی که در داخل مستطیل نوشته شده بیان کنندهٔ ماکزیمم سالیانه در هر جهت است.

مثال: یک اتاق دارای پنجره هایی با سطوح مساوی در روی دیوارهای غربی و جنوبی خود می باشد. عرض جغرافیایی محل 40° شمالی است. مطلوبست مقدار ماکزیمم حرارت خورشیدی در طول سال

Subject:
Year. Month. Date. ( )

با فرض اینکه گرمترین ماه های سال سپتامبر، اکتبر و نوامبر باشد و گرمترین ساعات روز ساعتهای 2، 3 و 4 بعداز ظهر باشد خواهیم داشت:

		2Pm	3Pm	4Pm	
سپتامبر (Sep)	غرب	99	139	149	max R = 220 Btu/h | 3Pm
	جنوب	110	81	44	
		209	220	193	
اکتبر (Oct)	غرب	88	122	117	max R = 226 Btu/h | 3Pm
	جنوب	137	104	59	
		225	226	176	
نوامبر (NOV)	غرب	74	100	91	max R = 213 Btu/h | 2Pm
	جنوب	139	104	59	
		213	204	150	

ساعت طرح

$$\max R = 226 \ \frac{Btu}{h.ft^2} \ \Big| \ 3Pm \text{ in Oct}$$

ضرائب تصحیح جداول حرارت خورشیدی: هر تقویمی قبلاً گفته شد جداول حرارت خورشیدی براساس شرایط خاصی ساخته شده است. حال چنانچه شرایط محل مورد نظر با شرایط جدول تفاوت داشته باشد (استفاده از زمان فلزی، وجود مه و گرد و غبار در هوا، ارتفاع سطح مورد نظر از سطح دریا، اختلاف نقطهٔ شبنم محل مورد نظر با نقطهٔ شبنم استاندارد) باید تصحیحات لازم طبق زیرنویس جداول حرارت خورشیدی استفاده شود.

مثال: میامی دارای نخیره های فلزی رو به غرب است و در عرض جغرافیایی (39°) شمالی و در ارتفاع (991 ft) از سطح دریا با حداکثر گرد و غبار محلی قرار دارد. نقطهٔ شبنم محل (70°F) است. مقدار ماکزیمم حرارت خورشیدی دریافتی را توسط نخیره فوق در طول سال حساب کنید:

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در اصل باید 39° را بین 30 و 40 میانیابی کنیم و بعد راحتی بدین شکل عمل می‌کنیم:

30 تا 33 → 30°

34 تا 36 → 35°

37 تا 40 → 40°

$\frac{30+40}{2}$

39° ≃ 40°

جنوب W } ← R max

$R_{max} = 164 \ BTU/h.ft^2$

ضریب تصحیح جابجایی فلزی = 1.17

ضریب گرد و غبار = 0.85

ضریب ارتفاع (991′ ≃ 1000′) = $1 + \frac{0.7}{100} = 1.007$

ضریب تعدیل شبنم = $1 - (\frac{3}{10})(\frac{7}{100}) = 0.979$

$\Delta D.P = 70 - 67 = 3°$

10° 1.7

3° ?

حاصلضرب ضرایب = ضریب کل

ضریب کل = $1.17 \times 0.85 \times 1.007 \times 0.979 = 0.98$

$R = 164 \times 0.98 = 160.7 \ BTU/h.ft^2$

شیشه‌های غیر معمولی: شیشه‌های غیر معمولی انرژی خورشیدی را کم می‌کنند. به دلایل زیر:

1) بخاطر ضخامت و رنگ آنها

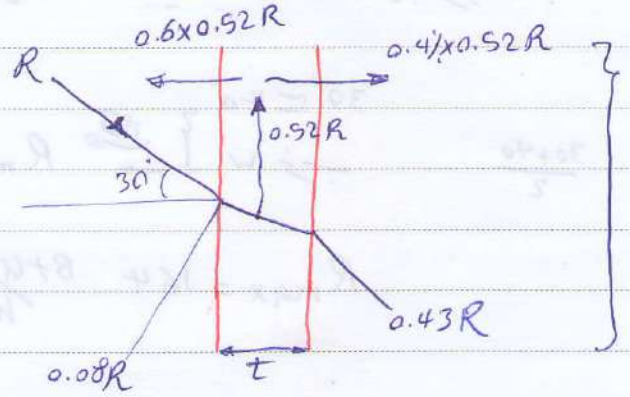
2) جاذب حرارت بودن بعضی از شیشه‌ها

بعنوان نمونه‌ها نوعی که در شکل زیر می‌بینید یک شیشه جاذب حرارت 52/ یک زاویه تابش 30° مقدار 0.64R را منتقل می‌کند درصورتی که قبلاً دیدیم با همین زاویه تابش مقدار 0.88R با شیشه‌های معمولی منتقل می‌شد.

لذا جهت محاسبه حرارت منتقل شده از شیشه‌های غیر معمولی، ضریب تخفیف تعریف شده است (S.F) و آن عبارتند از:

$$S.F = \frac{\text{حرارت منتقل شده از شیشه غیر معمولی}}{\text{حرارت منتقل شده از شیشه معمولی}}$$

PAPCO



جداول صفحهٔ 85 و 86 ضرائب تخفیف انواع شیشه ها را مشخص کرده است.

وسایل تولید سایه (پرده ها): این وسایل جهت جلوگیری از تابش مستقیم خورشید به داخل ساختمان و بطور کلی برای کم کردن گرمای دریافتی از خورشید استفاده می شوند. تمام وسایل سایه کننده قسمت مهمی از حرارت خورشیدی را منعکس یا جذب می کنند و مقدار کمی را جهت عبور باقی می گذارند. وسایل سایه کنندهٔ خارجی مؤثرتر از وسایل سایه کنندهٔ داخلی است. زیرا اولاً تمام حرارت خورشیدی منعکس شده دور می شوند و ثانیاً حرارت جذب شده به هوای خارج پراکنده می شود. ولی وسایل سایه کنندهٔ داخلی حرارت جذب شده را ناچار به هوای اتاق می دهند و همچنین قسمتی از حرارت خورشیدی منعکس شده از آنها به هوای اتاق برمی گردند. جداول صفحهٔ 85 و 86 ضرائب تخفیف ترکیب انواع شیشه ها با انواع پرده ها را به ما می دهد. وضایفه ترکیبی از یک شیشه و یک وسیله سایه کنندهٔ داخلی داشته باشیم ضرائب تخفیف از رابطهٔ زیر نیز بدست می آید:

$$S.F = 0.4\,a_g + t_g\left(a_{s.d} + t_{s.d} + r_g r_{s.d} + 0.4\,a_g r_{s.d}\right) / 0.88$$

در این رابطه g مربوط به شیشه، $s.d$ مربوط به وسایل سایه کننده، a ضریب جذب انرژی، t ضریب انتقال و r ضریب انعکاس انرژی می باشند. بعنوان مثال a_g یعنی ضریب جذب انرژی شیشه و $a_{s.d}$ ضریب جذب انرژی وسایل سایه کننده

Subject:

Year. Month. Date. ( )

که مقادیر a ، r و t مربوط به انواع شیشه‌ها و انواع پرده‌ها در جدول صفحه 86 داده شده است.

$$a + r + t = 1$$

مثال: اگر پنجره‌ی گفته شده در مثال قبل دارای پرده‌ی کرکره‌ی روشن باشد مطلوبست محاسبه‌ی ضریب S.F و مقدار حرارت منتقل شده:

شیشه‌ی معمولی ←
$a_g = 0.06$
$r_g = 0.08$
$t_g = 0.86$
صفحه 86

پرده‌ی کرکره‌ی روشن ←
$a_{s.d} = 0.37$
$r_{s.d} = 0.51$
$t_{s.d} = 0.12$
صفحه 86

$S.F = 0.56$

از مثال قبل ⇒ $R_{max} = 164 \times 0.98 = 160.7 \times 0.56 \simeq 90 \ \frac{Btu}{h \cdot ft^2}$

مثال: آپارتمانی دارای دو پنجره‌ی خارجی رو به غرب و جنوب بوده و در عرض جغرافیایی 40° شمالی قرار دارد. هر دو پنجره دارای پرده‌های از جنس راکرون سفید که در داخل آپارتمان نصب شده است استفاده می‌کند. جنس شیشه از نوع (6mm) (استاندارد) می‌باشد. مطلوبست تعیین مقدار انرژی دریافتی از خورشید در ساعت 12 ظهر در تاریخ 24 آگوست. و همچنین سطوح هر پنجره مساوی و برابر با ($50 ft^2$) باشد مقدار بار سرمایشی ساختمان ناشی از دو پنجره فوق را محاسبه کنید: S.F = 0.73

Subject :

Year . Month . Date . ( )

Subject:

Year. Month. Date. ( )

جلسهٔ دهم: 31/2/10 یکشنبه

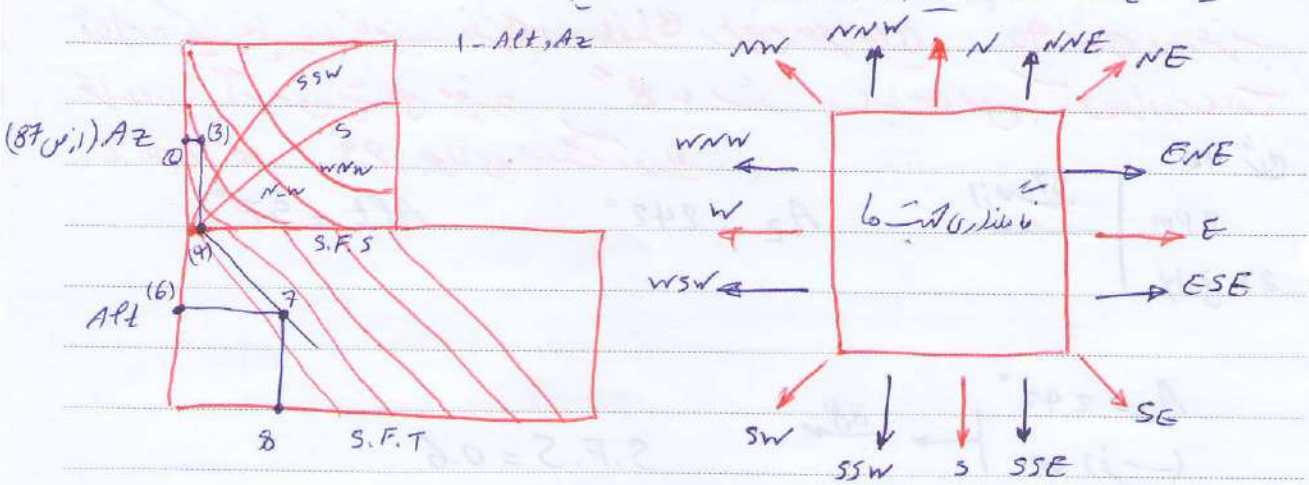
سایهٔ حاصل از بینایی ها، سایبانها و ساختمانهای مجاور: تمام پنجره ها کم و بیش توسط بینایی ها و نیز توسط ساختمان اطراف سایه می شود. این سایه موجب کاهش انرژی خورشیدی دریافتی پنجره ها می شود زیرا قسمت سایه شده تحت اثر تابش مستقیم خورشید قرار نداشته و فقط حرارت ناشی از تابش بخش بر آنها مؤثر است. مقدار سایه به موقعیت خورشید در آسمان نسبت به ساختمان بستگی دارد. لذا برای تعیین سطح سایهٔ ایجاد شده لازم است محل و موقعیت خورشید در فضا را مشخص کنیم. موقعیت خورشید در فضا توسط دو زاویهٔ زیر مشخص می شود:

۱) زاویهٔ ارتفاع (اوج خورشیدی) Solar Altitude Angle (Alt)

۲) زاویهٔ سطح (سمت خورشیدی) " Azimuth " (Az)

که مقادیر و ولیای خورشیدی در جدول صفحهٔ 87 جزوه برای همهٔ ساعات روز و ماه های مختلف نشان داده شده است.

حال با استفاده از جدول صفحهٔ 87 و نمودار صفحهٔ 88 می توانیم ارتفاع سایه از بالا و عرض سایه از هلو را با روش زیر بروی پنجره ها بدست آوریم:



۱) زوایای سطح افق خورشیدی و ارتفاع خورشیدی را از جدول صفحهٔ 87 می خوانیم: Alt, Az

۲) زاویهٔ سطح افق خورشیدی را روی مقیاس سمت بالای نمودار مشخص می کنیم.

PqPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

3) بطور افقی بیش می رویم تا بهت مورد نظر را قطع کند.
4) بطور قائم پائین می رویم تا به مقیاس سایه از جلو (S.F.S) برسیم.
5) عمق پیشانی پنجره را در مقیاس خوانده شده مرحله (4) ضرب می کنیم تا عرض سایه از جلو بدست آید.

$$\text{عرض سایه} = (\text{عمق پیشانی})(S.F.S)$$

6) زاویه ارتفاع خورشیدی را روی مقیاس پائین منودار پیدا می کنیم.
7) بطور افقی حرکت می کنیم تا به خط شیبدار مربوطه به مقیاس اخیر یعنی (S.F.S) در بند (4) بدست آوردیم برسیم.
8) بطور قائم پائین می رویم تا به مقیاس سایه از بالا (S.F.T) برسیم.
9) عمق پیش آمدگی بالای پنجره را در عدد خوانده شده از مقیاس اخیر ضرب می کنیم تا ارتفاع سایه از بالا بدست آید.

$$\text{ارتفاع سایه} = (\text{عمق پیشانی})(S.F.T)$$

مثال: یک پنجره با قاب فلزی در منطقه‌ای به عرض جغرافیایی 40° شمالی رو به غرب قرار دارد. اگر عمق پیشانی پنجره 8" باشد سایه حاصل از آن را در ساعت 2 بعد از ظهر 23 جولای بدست آورید.

40° شمالی
2 pm
23 July
از ص 87 ←

$A_z = 242°$ $Alt = 57°$

$A_z = 242°$ (غرب) W
ص 88 ←

$S.F.S = 0.6$

$$\text{عرض سایه} = (\text{عمق پیشانی})(S.F.S) = 8 \times 0.6 = 4.8"$$

$S.F.S = 0.6$
$Alt = 57$
ص 88 ←

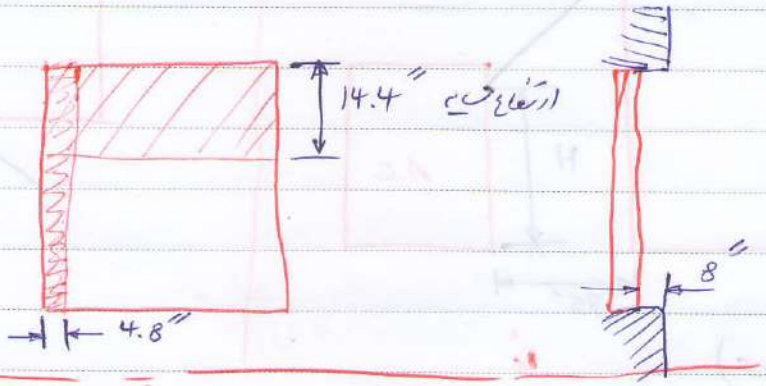
$S.F.T = 1.8$

PAPCO

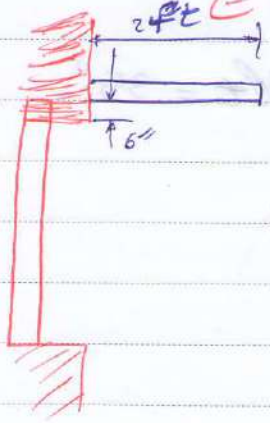
Subject:

Year. Month. Date. ( )

ارتفاع سایه = (عمق پیشانی)(S.F.T) = 8" x 1.8 = 14.4"



مثال: اگر پنجره‌ی مثال قبل دارای سایه‌بانی به عمق 2' که 6" بالاتر از لبه‌ی پنجره است باشد، مطلوبست محاسبه‌ی سطح سایه در همان تاریخ.



از مثال قبل داریم:

S.F.S = 0.6

S.F.T = 1.8

عرض سایه = (0.6)(8") = 4.8"

ارتفاع سایه = (1.8)[(2x12+8) - 6] = 51.6" ← تبدیل به اینچ

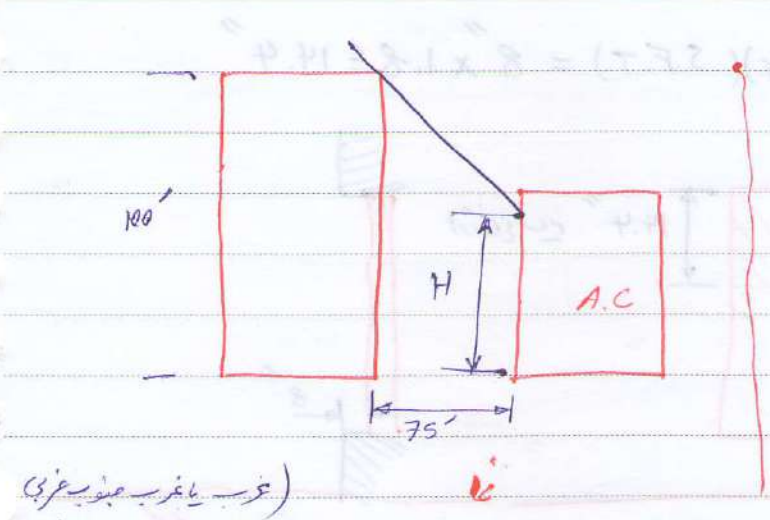
S.F.T ← سایبان ← پیشانی ← سطح سایه‌روی دیوار

تولید سایه توسط ساختمان‌های مجاور: در این گونه مسائل بهتر است نقشه‌ی پلان و نمای قائم ساختمان‌ها را با مقیاس مناسب و با نشان دادن محل تقریبی خورشید در ساعت مورد نظر ترسیم کنیم تا تعیین شرایط به راحتی صورت گیرد.

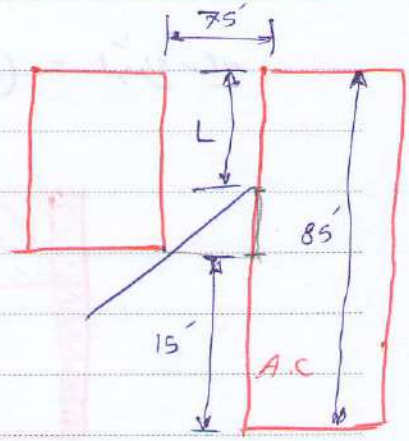
مثال: ساختمانی در منطقه‌ای به عرض جغرافیایی 40° شمالی قرار دارد. برای ساعت 4 بعد از ظهر 28 جولای عرض و ارتفاع سایه را روی نمای AC بدست آورید.

Subject:

Year. Month. Date. ( )



ب



الف

(غرب یا غرب جنوب غربی
دیوار سایه هست)

ساعت 4 Pm
July

$\xrightarrow{87^\circ}$

$Alt = 35^\circ$

$Az = 267^\circ$

$Az = 285^\circ$
$W.S.W =$ $\Big\} \xrightarrow{88^\circ}$ $S.F.S = 0.1$

$S.F.S = 0.1$
$Alt = 35^\circ$ $\Big\} \xrightarrow{88^\circ}$ $S.F.T = 0.7$

$$H = (100) - (0.7)(75) = 47.5'$$

$$L = (85) - (15) - (0.1)(75) = 62.5'$$

تذکر: برای محاسبه بار برودتی حاصل از تابش خورشید در قسمت های غیرسایه و سایه به طریق زیر عمل می کنیم:

(الف) برای قسمتی از پنجره که در سایه قرار ندارد مقدار انرژی خورشیدی را از جداول حرارت

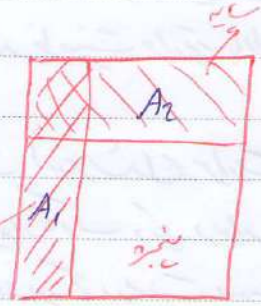
PdPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

خورشیدی یا تصحیحات لازم بدست می آوریم و با در نظر گرفتن ضریب تخفیف (در صورت وجود) در سطح شیشه ضرب می کنیم.

ب) برای قسمتی از پنجره که در سایه قرار دارد، چون فقط حرارت تابش پخش یا آن موثر است بنابراین مقدار انرژی خورشیدی ما بدون در نظر گرفتن جهت واقعی پنجره فقط و فقط برای جهت شمال در همان ساعت و همان ماه در نظر می گیریم. و در صورت لزوم در ضریب تصحیح و ضریب تخفیف ضرب می کنیم و سرانجام در سطح شیشه.



$Q_1 = (A_1)(R)$ ← برای جهت واقعی پنجره

$Q_2 = (A_2)(R)$ ← برای جهت شمال

$Q = Q_1 + Q_2$ (تشعشع) ← سایه همیشه شمالی است.

نتیجه: با توجه به توضیحات فوق برای پنجره ها دو طریق حرارت وارد ساختمان می شود:

۱) انتقال حرارت هدایتی پنجره ← $Q' = (U)(A)(\Delta T)$

۲) انتقال حرارت تشعشی پنجره که طبق روابط بالا محاسبه می شود.

محاسبهٔ بار برودتی ناشی از سقف و دیوارها به داخل ساختمان: در فصل تابستان حرارت از میان جداره های خارجی ساختمان مانند دیواره ها و پشت بام از خارج به داخل جریان پیدا می کند که علل این جریان عبارتند از: ۱) اختلاف دمای هوای داخل و خارج ۲) حرارت خورشیدی که توسط سطوح خارجی به ساختمان جذب می شود.

هر دو عامل ذکر شدهٔ فوق در طول روز بسیار متغیر بوده، بنابراین جریان حرارت از طریق جدار خارجی ناپایدار می باشد که محاسبهٔ این جریان ناپایدار در هر لحظه مشکل است.

PdPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

به همین دلیل آن را با در نظر گرفتن یک اختلاف دمای معادل مثل حالت جریان هدایتی بدست می آورند. یعنی

$$Q = (U)(A)(\Delta T_e)$$

رابطهٔ فوق برای جداره هایی که در سایه هستند صادق است ولی برای جداره های داخلی صادق نیست چون تحت تابش خورشید نیستند. ضمناً علل تأخیر یا وجود فاصلهٔ زمانی بین دریافت انرژی و انتقال آن به داخل ساختمان توسط جداره ها به خاطر مقاومت حرارتی جداره و ظرفیت حرارتی جداره است. (توانایی در انبار کردن حرارت در خود را ظرفیت حرارتی گویند) (هرچه دیوار ضخیم تر باشد ظرفیت حرارتی بالاتری دارد)

اگر خاصیت انبار شدن حرارت در نظر گرفته نشود بار برودتی صحیح محاسبه نمی شود چون برای یک دیوار نازک و یک دیوار ضخیم که ضریب انتقال حرارت یکسانی دارند مقدار بار برودتی یکسان خواهد بود که درست نیست. لذا در محاسبهٔ بار برودتی از طریق جدار در تابستان باید سه عامل، اختلاف دمای داخل و خارج، اثر تابش خورشید و خاصیت انبار شدن حرارت با هم در نظر گرفته شود که درجه حرارت معادل (ΔT_e) در برگیرنده تمام این عوامل بوده و بر مبنای آن تعریف شده است. جدول 3-11 صفحهٔ 89 اختلاف دمای معادل را برای دیواره ها و جدول 3-12 همان صفحه اختلاف دمای معادل سراسری سقف بام با توجه به شرایط زیر به ما می دهد:

1) حرارت خورشیدی در ماه جولای و عرض جغرافیایی 40° شمالی محاسبه یا در نظر گرفته شده است.
2) حدود تغییرات روزانه درجه حرارت محیط (20°F) است (Dailly Range = D.R).
از جداول هواشناسی خوانده می شود.
3) ماکزیمم درجهٔ حرارت هوای بیرون (95°F) و درجه حرارت طرح داخل (80°F) است.
به عبارتی اختلاف دمای داخل و خارج (15°F) است.
4) جدول برای جداره هایی که با ضریب جذب 0.9 باشند ساخته شده است.
جداره های کدر از این نوع هستند.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

تذکر: برای استفاده از جداول گفته شده باید وزن دیوار یا سقف بام را داشته باشیم که برای تعیین این وزن ها از جداول صـ 14 با توجه به نوع مصالح استفاده می کنیم. ضمناً اگر وزن دیوار کمتر از ($20\ lb/ft^2$) و سقف بام کمتر از ($10\ ft^2$) باشد مقادیر اعداد 20 و 10 را در نظر می گیریم. صـ 21 (در جدول مشخصات شهرها D.R آورده شده است)

مثال: یک سقف بام رو به خورشید دارای وزن ($10\ lb/ft^2$) است اگر ($\Delta T=15^\circ F$) و ($D.R=20^\circ F$) و حداکثر کمبود باد مطلوبست اختلاف دمای معادل در ساعت 4 بعداز ظهر ماه جولای:

$W=10\ lb/ft^2$, 4 Pm $\xrightarrow{89}$ $\Delta T_e = 43^\circ F$

تصحیحات: برای شرایطی غیر از آنچه که در مورد ساخت جداول صـ 89 گفته شده باید اعداد خوانده شده از جدول فوق طبق توضیحات زیر تصحیح شوند:

1) حالتی که توازن دمای داخل و خارج شبیه باشد از ($15^\circ F$) باشد و یا حالتی که D.R بیشتر یا کمتر از $20^\circ F$ باشد در اینصورت از جدول صـ 90 استفاده می کنیم. بدین ترتیب که مقادیر خوانده شده از این جدول را با اعداد خوانده شده از صـ 89 جمع جبری می کنیم.

مثال: برای شیب بام مثال قبل اگر درجه حرارت داخل ($87^\circ F$) و درجه حرارت خارج ($95^\circ F$) و تغییرات روزانه در روز طرح ($D.R=26^\circ F$) باشد مطلوبست تعیین اختلاف دمای معادل با توجه به شرایط جدید:

$\Delta T = 95 - 78 = 17^\circ F$

$D.R = 26^\circ F$ $\xrightarrow{\text{از صـ 90}}$ $\delta(\Delta T_e) = -1$

میزان یابی

$\Delta T_e = 43 + (-1) = 42^\circ F$

از مثال قبل

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

2) حالتی که دیوار در سایه باشد بدون در نظر گرفتن جهت واقعی دیوار مقادیری را برای جهت شمال از جدول صـ 89 ی خوانیم و ضایعه لازم بود طبق بند فوق تصحیح می‌کنیم.

3) حالتی که ما غیر از ماه جولای و عرض جغرافیایی غیر از 40° شمالی داشته باشیم در اینصورت اختلاف دمای معادل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta T_e = \frac{R_s}{R_m}\Delta T_{em} + \left(1 - \frac{R_s}{R_m}\right)\Delta T_{es}$$

که در این رابطه ΔT_e نشان دهنده اختلاف دمای معادل برای ماه، ساعت و عرض جغرافیایی مورد نظر می‌باشد.

ΔT_{es} = اختلاف دمای معادل برای همان دیوار با شیب بام در همان ساعت روز ولی در سایه (استفاده از جداول صـ 89 با تصحیحات لازم)

ΔT_{em} = اختلاف دمای معادل برای همان دیوار با شیب بام در همان ساعت روز در معرض خورشید (استفاده از جداول صـ 89 همراه با تصحیحات لازم)

R_s = ماکزیمم انرژی خورشیدی دریافتی توسط شیشه معمولی برای همان جهت دیوار با شیشه افقی برای شیب بام برای ماه و عرض جغرافیایی مورد نظر (جداول حرارت خورشیدی از صـ 79 الی صـ 84)

R_m = ماکزیمم انرژی خورشیدی دریافتی توسط شیشه معمولی برای همان جهت دیوار با شیشه افقی برای شیب بام برای ماه جولای و عرض جغرافیایی 40° شمالی (جداول حرارت خورشیدی صـ 83)

مثال: یک دیوار آجر معمولی به ضخامت (12") در منطقه‌ای با عرض جغرافیایی 30° شمالی رو به غرب قرار گرفته است. اگر دمای هوای خارج و داخل هردو

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

ب) (80°F) و تغییرات روزانه محیط (D.R = 13°F) با شرط مطلوبیت اضداف دمای محاسبه در ساعت 12 ظهر در ماه نوامبر:

$\Delta T = 0\ ^\circ F$

$D.R = 13\ ^\circ F$ | $\xrightarrow{\text{ص } 90}$ $\delta(\Delta T_e) = -11.5$

دیوار آجری 12" $\xrightarrow{\text{ص } 7}$ $W = 120\ lb/ft^2$

داخل پرانتز وزن است
خارج پرانتز ضخامت.

$W = 120\ lb/ft^2$

12 noon

سایه

$\xrightarrow{\text{ص } 89}$ $\Delta T'_{es} = 0^\circ$

$\Delta T_{es} = 0 + (-11.5) = -11.5\ ^\circ F$

$W = 120\ lb/ft^2$

12 noon

W (غرب)

$\xrightarrow{\text{ص } 89}$ $\Delta T'_{em} = 7$

$\Delta T_{em} = 7 + (-11.5) = -4.5\ ^\circ F$

W (غرب)

30° شمالی

NOV (نوامبر)

$\xrightarrow{\text{ص } 82}$ $R_s = R_{max} = 116\ Btu/hr\,ft^2$

W (غرب)

40° شمالی

July

$\xrightarrow{\text{ص } 83}$ $R_m = R_{max} = 164$

$\Delta T_e = -6.5\ ^\circ F$

مقادیر انتهایی [ ] * همیشه در حل مسائل ثابت هستند و سایر با توجه به شرایط مسئله نوشته و شوند.

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

4) حالتی که رنگ دیوار یا سقف بام روشن یا متوسط باشد و با در نظر گرفتن a بعنوان ضریب جذب دیوار سقف بام اختلاف دمای معادل در ماه جولای از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\Delta T_e = \Delta T_{es} + \frac{a}{0.9}\left(\Delta T_{em} - \Delta T_{es}\right)$$

a برای رنگ های تیره 0.9 برای رنگ های متوسط 0.7 و برای رنگ های روشن 0.5 در نظر گرفته می شود.

---

5) حالتی که هم عرض جغرافیایی، هم ماه سال و هم رنگ دیوار مخالف جدول صفحه 89 باشد از ترکیب روابط گفته شده می توان نوشت:

$$\Delta T_e = 0.55\frac{R_s}{R_m}\Delta T_{em} + \left(1 - 0.55\frac{R_s}{R_m}\right)\Delta T_{es}$$

$$\Delta T_e = 0.78\frac{R_s}{R_m}\Delta T_{em} + \left(1 - 0.78\frac{R_s}{R_m}\right)\Delta T_{es}$$

$$\Delta T_e = \frac{R_s}{R_m}\Delta T_{em} + \left(1 - \frac{R_s}{R_m}\right)\Delta T_{es}$$

رابطه اولی برای رنگ های روشن: سفید، کرم، ...
رابطه دومی برای رنگ های متوسط: سبز روشن، آبی، ...
رابطه سومی برای رنگ های تیره: مشکی، قهوه ای، سبز تیره و ... کاربرد دارند.

مثال: یک دیوار از آجر معمولی به ضخامت "8 رنگ بیرونی آن از رنگ سفید است در منطقه ای به عرض جغرافیایی 30° شمالی رو به غرب قرار گرفته است. چنانچه $(D.R = 15°F)$ و $(\Delta T = 20°F)$ باشد مطلوبیت اختلاف

Subject:

Year. Month. Date. ( )

دمای تعادل در 22 سپتامبر ساعت 11 ظ:

$\Delta T = 20^\circ F$
$D.R = 15^\circ F$ | ص 90 → $S(\Delta T_e) = 7.5^\circ F$

8" دیوار آجری سفالی ص 7 → $W = 80\ lb/ft^2$

$W = 80\ lb/ft^2$
11 Am
سایه | ص 89 → $\Delta T'_{es} = -0.5$
$\Delta T_{es} = ((-0.5) + 7.5) = 7^\circ F$

$W = 80\ lb/ft^2$
11 Am
شرق E | ص 89 → $\Delta T'_{em} = 25.5^\circ F$

$\Delta T_{em} = 25.5 + 7.5 = 33^\circ F$

شرق E
عرض 30°
Sep | ص 82 → $R_s = 158\ \frac{BTU}{h\,ft^2}$

شرق E
عرض 40°
july | ص 83 → $R_m = 164$

$\Delta T_e = 20.77$

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

حل سوال یازدهم: 7، 3، 91، 4 کلاسه

3) بار حرارتی حاصل از نفوذ یا تهویه: هوای گرم بیرون از طریق درزها، پنجره‌ها و درها به طور طبیعی وارد ساختمان می‌شود (نفوذ) و یا از طریق دستگاههایی مانند هواساز یا فن کویل با... به طور اجباری وارد (تهویه) می‌شود. هر دو عامل ذکر شده موجب بالا رفتن حرارت محسوس و نهان داخل اتاق می‌شوند که از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

بار محسوس ناشی از تهویه یا نفوذ: $Q_s = (1.08)(cfm)(T_o - T_i)$

بار نهان ... : $Q_L = (0.68)(cfm)(w_o - w_i)$

که مقدار cfm برابر با هوای جابجا شده برحسب ft^3/min می‌باشد که مقدار حرارت مربوطه برای نفوذ یا تهویه محاسبه می‌شود.

همچنین در روابط فوق مقدار w_o و w_i به ترتیب رطوبت مطلق هوای خارج و داخل بر حسب $grain/lb$ می‌باشد

و هرکدام یعنی نفوذ یا تهویه که بیشتر مورد نیاز باشد ملاک است.

4) بار حرارتی حاصل از افراد یا ساکنان: چون بدن انسان می‌خواهد دمای خودش را ثابت نگه دارد به سه طریق تشعشع، جابجایی آزاد و تبخیر (عرق کردن) گرما به بیرون می‌دهد. تشعشع و جابجایی آزاد به صورت حرارت محسوس و تبخیر به صورت حرارت نهان خواهد بود. مقدار حرارت خارج شده از بدن بستگی به نوع فعالیت شخص و دمای اتاق دارد که جدول صفحه 91 بر همین اساس مقدار گرمای محسوس و نهان تولید شده توسط یک نفر را نشان می‌دهد.

مثال: یک سالن ورزش که درجه حرارت خشک آن (75°F) است 50 نفر حضور دارند. 10 نفر مشغول بازی، 20 نفر نشسته و بقیه ایستاده‌اند. مطلوبست محاسبه بار برودتی (حرارت محسوس و نهان) توسط این افراد.

$T_R = 75°F$ ورزش کار نشسته

صفحه 91 ⟶ $Q_s = 525$ $Q_L = 925$

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

نشستن کامل — صفحه ۹۱ — $T_R = 75°F$ — $Q_S = 240$ — $Q_L = 160$

ایستاده — صفحه ۹۱ — $T_R = 75°F$ — $Q_S = 245$ — $Q_L = 205$

کل $Q_S = 1025$

کل $Q_L =$

---

۵) بار برودتی حاصل از سیستم روشنایی یا چراغ ها: چراغ ها تنها توان الکتریکی دریافتی را به حرارت محسوس تبدیل می کنند. حال چنانچه W قدرت یا توان الکتریکی لامپ باشد، مقدار حرارت تولیدی برابر است با:

$\left(\frac{Btu}{h}\right)$ $Q_S = 3.4\ W$ برای لامپ های معمولی (تنگستن دار)

$\left(\frac{Btu}{h}\right)$ $Q_S = (1.25)(3.4)\ W$ برای لامپهای مهتابی یا فلورسنت

برای محاسبهٔ مقدار وات مصرفی می توانیم از مهندس برق چراغ کمک بگیریم یا از جدول صفحه ۹۲ استفاده کنیم.

---

۶) بار برودتی ناشی از وسایل و تجهیزات آشپزخانه ها و رستوران ها:

بیشتر این تجهیزات هم گرمای نهان و هم گرمای محسوس به محیط می دهند که مقدار این گرما با توجه به نوع انرژی مصرفی برای تجهیزات متفاوت است که در جدول مشخص شده است. ضمناً در بالای این وسایل اکثراً از هود استفاده می شود که 50٪ گرما را به بیرون منتقل می کند. لذا در تعیین برودت وسایل فوق باید به نکات زیر توجه کنیم:

۱) اثر هود (هر وقت هود برد گرما را نصف می کنیم) (عدد خوانده شده در جدول را نصف می کنیم)

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ج) آیا تجهیزات در زمان پیک بار مورد استفاده قرار می‌گیرند.
3) تعیین گرمای نهان و محسوس این وسایل

جدول صفحه 94 تا 96 مشخصات انواع دستگاه‌ها و نیز گرمای محسوس و نهان آنها را بصورت جداگانه و مجموع بیان می‌دهند.

مثال: در یک رستوران وسایل زیر که هرکدام دارای هود مناسبی می‌باشند وجود دارند. مطلوبست محاسبه گرمای ایجاد شده توسط وسایل فوق:

الف) دو قهوه جوش (coffee urn) پنج گالنی که بطور اتوماتیک گرم می‌شوند که در جهت‌های از هر دو ور در هنگام ظهر از یکی استفاده می‌شود.

ب) یک گرمکن غذا Food warmer بدون صفحه گرم کننده اتوماتیک به اندازه $20\ ft^2$

ج) دو کتری آب جوش Fry kettle ، اتوماتیک 25 پوندی

زمانی که فرض را بر این است که مصرف انرژی وسایل از جدول صفحه 94 استفاده می‌کنیم (این مقادیر واحد سالن هستند)

Coffe urn
5gal
Auto
$\xrightarrow{\text{صفحه } 94}$ $Q_S = 3400\ \frac{Btu}{h \cdot pot}$ $Q_L = 2300$

Food warmer
Auto
$\xrightarrow{\text{صفحه } 94}$ $Q_S = 200\ \frac{Btu}{h \cdot ft^2}$ $Q_L = 350$

Fry kettle
Auto
25lb
$\xrightarrow{\text{صفحه } 94}$ $Q_S = 3800\ \frac{Btu}{h \cdot lb}$ $Q_L = 5700$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$Q_S = (3400 \times 1) + 200 \times 20 + (3800 \times 2) \times 0.5 = 7500 \ \frac{Btu}{h}$$

$$Q_L = (2300 \times 1) + 350 \times 20 + 9700 \times 2 \times 0.5 = 10350$$

از ظهر بعد از ظهر (یکبار) از زمان استفاده می‌شود

عوامل موثر در تعیین ساعت طرح: 1) تابش خورشید از پنجره‌ها

2) تابش و هدایت از جداره‌ی خارجی ساختمان 3) تعداد افراد حاضر در محل و فعالیت آنها

4) روشن بودن چراغ‌ها و تجهیزات مورد نظر

با توجه به اینکه در هر ساختمان کدام پارامتر عامل غالب خواهد بود می‌توان ساعت طرح را تعیین کرد. ولی بطور کلی برای ساختمان‌های معمولی ساعت طرح را معمولاً در ساعت‌های 2، 3 و 4 بعد از ظهر در نظر می‌گیرند.

تعریف تن برودت: مقدار سرمایی که 1 ton آب را به 1 ton یخ در شرایط متعارفی تبدیل می‌کند را تن برودت می‌نامند و مقدار آن برابر است با $1\ ton = 12000\ Btu$

ضریب میانبر: Bypase Factor (B.F)

هوا ضمن عبور از کویل‌های دستگاه‌هایی مانند هواساز یا فن کویل مقداری از آن بدون تغییر وارد فضا می‌شود که نسبت این هوای تغییر نکرده به هوای کل را B.F می‌نامیم:

$$B.F = \frac{\text{هوای تغییر نکرده}}{\text{هوای کل}}$$

که مقدار B.F برای ساختمان‌های با کاربردهای مختلف فرق می‌کند که در جدول صفحه ۹۷ مشخص شده است.

محاسبه cfm دستگاه (کل یا درصد) و بار برودتی کل:

R: Room اتاق H: Heat گرما

Subject:
Year. Month. Date. ( )

S: Sensible محسوس L: Latent نهان

E: EFecty O.A: out Air

F: Factor T: Total

$RSH = \left(Q_1 (\text{تشعشع پنجره}) + Q_1' (\text{هدایت پنجره}) \right) +$

$Q_2 (\text{دیوارها}) + Q_3 (\text{افراد}) + Q_4 (\text{روشنایی}) + Q_5 (\text{تجهیزات})$

$RLH = Q_3' (\text{افراد}) + Q_5' (\text{تجهیزات})$ حرارت نهان آزاد

$RTH = RSH + RLH$

$OASH = (1.08)(cfm)(T_o - T_i)$

$OALH = (0.68)(cfm)(w_o - w_i)$ cfm هوای تازه

$OATH = OASH + OALH$

$ERSH = RSH + (B.F)(OASH)$

$ERLH = RLH + (B.F)(OALH)$ حرارت نهان موثر آزاد

$ERTH = ERSH + ERLH$

Subject:

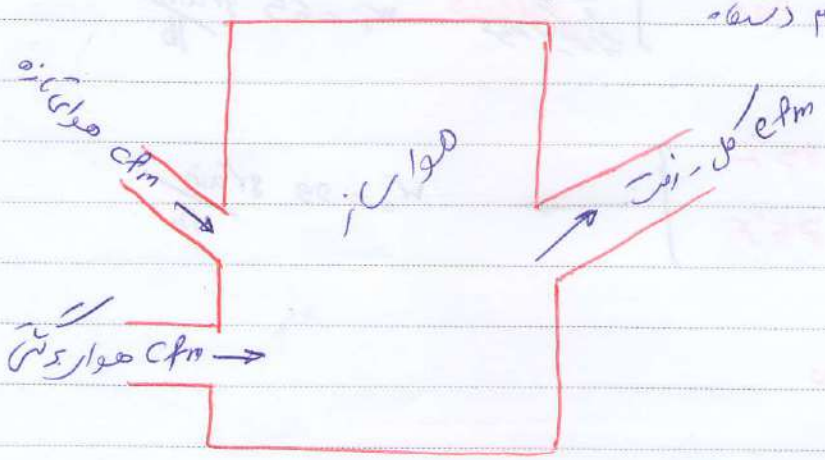
Year. Month. Date. ( )

ضریب حرارت محسوس مؤثر:

$$ESHF = \frac{ERSH}{ERTH}$$

$$\text{دبی حجمی هوا بر حسب } cfm = \frac{ERSH}{(1.08)(1-B.F)(T_R - T_{adp})}$$

T_{adp} : دمای نقطه‌ی شبنم دستگاه



$$\text{هوای رفت } cfm = \text{هوای تازه } cfm + \text{هوای برگشتی } cfm$$

$$\text{هوای برگشتی } cfm = \text{هوای رفت } cfm - \text{هوای تازه } cfm$$

دمای نقطه‌ی شبنم دستگاه (T_{adp}):

(1) $D.B_R = ?$

(2) $\begin{cases} S.W.B = ? \\ R.H = ? \\ W = ? \end{cases}$

(3) $ESHF = ?$

$\xrightarrow{98-99-100}$ $T_{adp} =$

اطلاعات (1) و (3) را باید حتماً داشته و یکی از (2) یکی را هم داشته باشیم کفایت می‌کند. (۱ اطلاعات اتاق هستند)

PdfCo

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$TSH = RSH + OASH$ $\quad TLH = RLH + OALH$

$GT = TSH + TLH$

$$Ton = \left(\frac{G.T}{12000}\right)(1.1 \text{ یا } 1.2)$$

مثال: در فروشگاهی اطلاعات زیر موجود است. مطلوبست محاسبه دبی حجمی هوای برگشتی cfm و ظرفیت سرمایشی کل.

شرایط داخل | $D.B = 75^\circ F$, $RH = 50\%$ } $\xrightarrow{\text{از روی نمودار}}$ $W_i = 65 \frac{grain}{lb}$

شرایط خارج | $D.B = 95^\circ F$, $W.B = 75^\circ F$ } $\longrightarrow$ $W_o = 99 \frac{grain}{lb}$

هوای تازه $cfm = 2000$

$RSH = 200000 \frac{Btu}{h}$

$RLH = 50000 \frac{Btu}{h}$

$cfm = ?$ $\quad Ton = ?$

فروشگاه $RSH > RLH \xrightarrow{\text{از روی}}$ $B.F = 0.15$

$OASH = 1.08 \; cfm \; \Delta T = 1.08 \times 2000 \times (95-75) = 43200 \frac{Btu}{h}$

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$OALH = 0.68\ cfm\ \Delta W = (0.68)(9000)(99-65) = 46200\ Btu/h$

$OATH = OASH + OALH = 43200 + 46200 = 89400\ Btu/h$

هوای تازه باید B.F هم تصحیح شود.

$ERSH = RSH + (B.F)(OASH) = 200000 + (0.15)(43200) =$

$ERLH = RLH + (B.F)(OALH) = 50000 + (0.15)(46200) =$

$ERTH = ERSH + ERLH = 206480 + 56930 = 263410\ Btu/h$

$ESHF = \frac{ERSH}{ERTH} = \frac{206480}{263410} = 0.78$

(1) D.B = 75°
(2) RH = 50%
(3) ESHF = 0.78

$\xrightarrow{99}$ $T_{adp} = 50°$

$$cfm = \frac{ERSH}{(1.08)(1-B.F)(T_R - T_{adp})} = \frac{206480}{(1.08)(1-0.15)(75-50)}$$

$cfm = 9000$

cfm هوای تازه = cfm کل − cfm هوای برگشتی $= 9000 - 2000 = 7000$

$TSH = RSH + OASH = 200000 + 43200 = 243200\ Btu/h$

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$TLH = RLH + OALH = 50000 + 46200 = 96200 \quad Btu/h$$

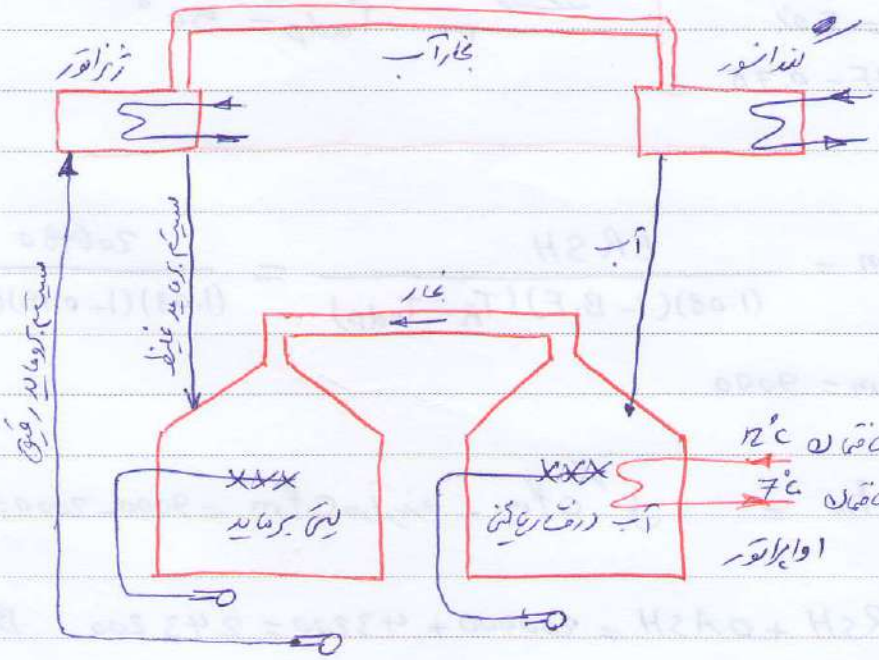
$$G.T = TSH + TLH = 243200 + 96200 = 339400 \quad Btu/h$$

$$Ton = \frac{G.T}{12000} = \frac{339400}{12000} = 28.3$$

وسایل سرمایش: وسایل سرمایشی عموماً عبارتند از: کولرآبی - کولرگازی - پنجره - چیلرهای تراکمی - چیلرهای جذبی - پکیج (واحد مستقل).
زنت های کولرآبی است فقط گرما و سم را نمی توانند تولید کنند.

۱) چیلرهای جذبی: این چیلرها براساس خاصیت ماده‌ای مانند لیتی بروماید ساخته می شوند و این ماده این خاصیت را دارد که رطوبت را براحتی جذب می کند و اگر آنرا گرم کنیم رطوبت جذب شده را براحتی از دست می دهد.
این دستگاه از ۴ قسمت اصلی یعنی اواپراتور، ابزوربر، ژنراتور و کندانسور تشکیل شده است شکل شماتیک وطرز کار به شکل زیر است:

ماده مبرد: آب
ماده جاذب: لیتی بروماید



PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

اشکالات دستگاه: اگر فلزل لیتی برماید غلیظ در حالت خاصی قرار گیرد و حرکت نکند به سادگی به جامد تبدیل می شود به این علت کریستالیزه شدن دستگاه گوینده برای رفع آن باید دستگاه را گرم کرد.

خوردگی لیتی برماید زیاد است. دستگاه نمی تواند برودت کمتر از 7°C بوجود آورد برای همین خاطر نمی توان در سردخانه ها از آن استفاده کرد. قیمت آن گران است.

مزایای دستگاه: مصرف برق آن خیلی کم است - لرزش صدا ندارد - در ظرفیت های بالا ساخته می شوند.

چیلر تراکمی: این چیلرها از سیکل ساده تبرید استفاده می کنند و از 4 قسمت اصلی اواپراتور - کمپرسور - کندانسور و شیر انبساط و همچنین تعدادی وسایل کنترل مانند هایپرشر (Hi-P) فشار بالا و (LOW-P) و (oil-P) تشکیل شده است.

برای انتخاب چیلر تراکمی باید پارامترهای زیر را داشته باشیم:

1) ظرفیت چیلر = باربرودتی ساختمان + باربرودتی لوله ها که معمولاً ناچیز است و صرف نظر می کنیم:

$$Q_c = (\text{باربرودتی ساختمان} + \text{باربرودتی لوله ها})(1.1 \text{ الی } 1.2)$$

$$Ton = \frac{Q_c}{12000} \qquad Ton = \left(\frac{G.T}{12000}\right)(1.1 \text{ الی } 1.2)$$

2) gpm

$$gpm = \frac{Q_c\ (Btu/h)}{5000}$$

3) دمای آب خروجی از کندانسور که به طرف برج خنک کن می رود که معمولاً بین 85 - 75 درجه F است که در برنامه 15°F خنک می شود.

4) سرعت قطر و انتخاب پمپ و شیر انبساط و ... قبل قبل است فقط تقسیم بر 5000 می کنیم.

PAPCO