

$$500 \times gpm_{H_2O} \times \Delta T_{H_2O} = 1.08 \times cfm \times \Delta T_a \times \lambda$$

$$500 \times 70 \times (180 - 165) = 1.08 \times 12000 \times (T_{db-out} - 45) \times 1$$

$$T_{db-out} = 85.5^\circ F$$

گزینه ۲ صحیح است.

۳- دمای موثر سطح کویل DX در یک پکیج یونیت سرمایی 46 درجه فارنهایت و ضریب میان بر (Bypass Factor) کویل 0.15 است. ظرفیت هوادهی این دستگاه 15000 فوت مکعب در دقیقه است و از آن برای تامین شرایط طرح داخل یک فضا در دمای حباب خشک 75 درجه فارنهایت در شهری با ضریب اصلاح چگالی 0.9 استفاده می شود. بار محسوس کویل DX این دستگاه چند بی تی یو بر ساعت است؟ (دستگاه فاقد هوای تازه است و از کسب گرما در کانال ها و فن ها صرفنظر شود)

368420 (۲)

442310 (۱)

399330 (۴)

423800 (۳)

پاسخ: از جلد اول جزوه سایکرومتری و تبرید (مفاهیم اولیه) می دانیم که بار محسوس کویل با استفاده دمای هوای ورودی و خروجی به کویل از طریق رابطه زیر به دست می آید:

$$SH = 1.08 \times cfm \times \Delta T_{db_{air}} \times \lambda$$

برای استفاده از این فرمول نیاز به دمای هوای ورودی (معلوم) و دمای هوای خروجی از کویل (مجهول) داریم. دمای خروجی کویل با استفاده از بازده کویل به طریق زیر به دست می آید. (دقت کنید چون طبق صورت سوال کویل فاقد هوای تازه است، هوای ورودی به کویل همان هوای اتاق است).

$$\eta = 1 - BF = \frac{T_{db_e} - T_{db_{sa}}}{T_{db_e} - T_{adp}}$$

$$1 - 0.15 = \frac{75 - T_{db_{sa}}}{75 - 46} \rightarrow T_{db_{sa}} = 50.35^\circ F$$

$$SH = 1.08 \times 15000 \times (75 - 50.35) \times 0.9 = 359,397 \text{ Btu/hr}$$

پاسخ در گزینه ها نیست اما نزدیک ترین گزینه گزینه ۲ است. بدون دخالت دادن ضریب ۰/۹ عدد به دست آمده دقیقا عدد گزینه ۴ می شد و احتمال این که طراح دچار اشتباه شده باشد وجود دارد. این سوال می تواند محل اعتراض داوطلبان باشد.

گزینه ۲ صحیح است.

۴- مقدار 2000 فوت مکعب در دقیقه هوای تازه با 8000 فوت مکعب در دقیقه هوای برگشتی از اتاق در جعبه اختلاط یک هوارسان در ساختمانی با شرایط طرح داخل دمای حباب خشک 77 درجه فارنهایت

این پاسخنامه رایگان نیست. در صورتی که به طور رایگان به شما رسیده لطفا از طریق راه های ارتباطی اعلام شده نسبت به پرداخت هزینه آن اقدام فرمایید.

و رطوبت نسبی 50 درصد و شرایط طرح خارج دمای حباب خشک 98 درجه فارنهایت و دمای حباب مرطوب 85 درجه فارنهایت مخلوط و پس از عبور از کویل سرمایی با شرایط دمای حباب خشک 57 درجه فارنهایت و رطوبت نسبی 90 درصد به اتاق ارسال می شود، با فرض اینکه ارتفاع شهر محل استقرار ساختمان از سطح دریا صفر باشد و از کسب گرما در کانال ها و فن ها صرف نظر شود، بار نهان کویل سرمایی بر حسب بی تی یو بر ساعت به کدام گزینه نزدیک تر است؟

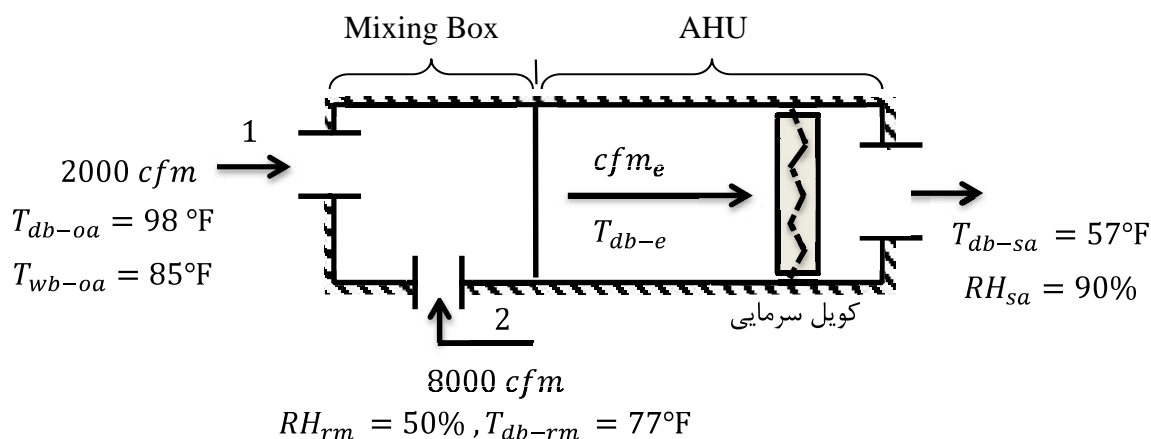
100000 (۲)

175000 (۱)

200000 (۴)

150000 (۳)

پاسخ: برای به دست آوردن بار نهان کویل، باید رطوبت هوای ورودی و خروجی به آن را بدانیم. رطوبت هوای خروجی از دو مشخصه هوای خروجی که در صورت سوال داده شده است به دست می آید. هوای ورودی به کویل نیز مخلوط دو هوا است. پس باید مشخصات این هوای مخلوط را حساب کنیم.



طبق جلد دوم جزوه سایکرومتری و تبرید (ایرواشر و کویل)، فصل اختلاط هوا داریم:

$$cfm_{mix} = cfm_1 + cfm_2 = 2000 + 8000 = 10000 \text{ cfm}$$

$$\omega_{mix} = \frac{cfm_1 \times \omega_1 + cfm_2 \times \omega_2}{cfm_1 + cfm_2}$$

صورت سوال هیچ یک را نداده ولی از هر یک دو مشخصه دیگر را داده که می توانیم با رجوع به نمودار سایکرومتریک رطوبت مطلق را استخراج کنیم.

$$\text{نمودار سایکرومتری} \begin{cases} T_{db-1} = 98^\circ\text{F} \\ T_{wb-1} = 85^\circ\text{F} \end{cases} \rightarrow \omega_1 = 164 \text{ gr/lb}$$

$$\text{نمودار سایکرومتری} \begin{cases} T_{db-2} = 77^\circ\text{F} \\ RH_2 = 50\% \end{cases} \rightarrow \omega_2 = 70 \text{ gr/lb}$$

$$\omega_{mix} = \frac{2000 \times 164 + 8000 \times 70}{2000 + 8000} = 88.8 \text{ gr/lb}$$

این پاسخنامه رایگان نیست. در صورتی که به طور رایگان به شما رسیده لطفاً از طریق راه های ارتباطی اعلام شده نسبت به پرداخت هزینه آن اقدام فرمایید.

پاسخ: طبق مبحث ۱۶ بند ۱۶-۵-۲-۹ الف، صفحه ۱۱۴ «حداکثر ۸ عدد از لوازم بهداشتی که روی کف نصب شوند (مانند توالت، دوش، وان، کفشوی) و به یک شاخه افقی فاضلاب متصل شده باشند، ممکن است یک هواکش مداری داشته باشند.» پس با توجه به این که در این سوال ۴ دوش در کف داریم، این سیستم، هواکش مداری است. از طرفی طبق بند ب صفحه ۱۱۵ «هواکش مداری هر شاخه افقی فاضلاب باید در نقطه‌ای پس از سیفون بالا دست‌ترین دستگاه با رعایت الزامات... به این شاخه افقی فاضلاب وصل شوند.» در نتیجه هواکش A الزامی است. از طرفی طبق بند الف-۲ همین صفحه «اگر به شاخه افقی فاضلاب که هواکش مداری دارد، فاضلاب دستشویی، سینک و دستگاه‌های دیگری که بالاتر از کف نصب می‌شوند تخلیه شود، این لوازم بهداشتی باید هواکش مستقل داشته باشند.» در نتیجه هواکش B نیز الزامی است.

گزینه ۱ صحیح است.

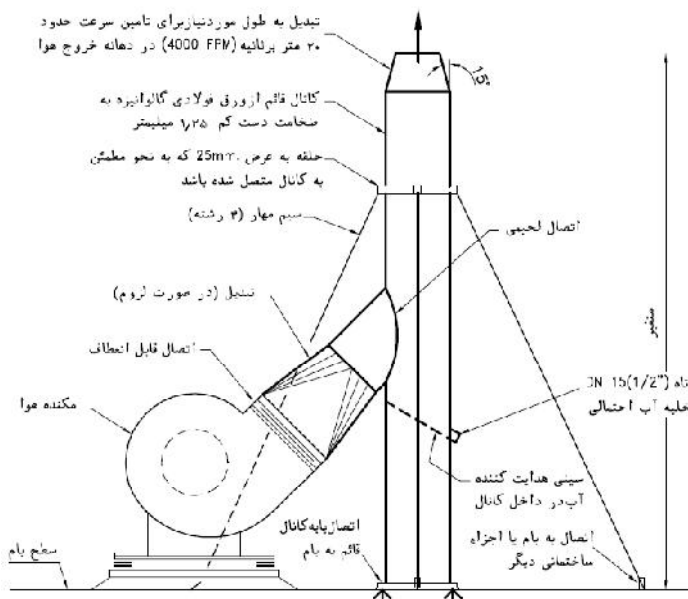
۲۰- در طراحی سیستم‌های تخلیه هوا، حداقل سرعت هوا در دهانه قائم خروج هوا به محیط بیرون باید چند فوت در دقیقه باشد؟

۵۰۰۰ (۴)

۴۰۰۰ (۳)

۳۵۰۰ (۲)

۴۵۰۰ (۱)



پاسخ: طبق نشریه ۱۲۸-۶ قسمت دوم، نقشه M.D. 305-09-6 باید در دهانه خروج قائم هوا از بام، تبدیل مورد نیاز برای تأمین سرعت حدود ۲۰ متر بر ثانیه یا ۴۰۰۰ فوت مکعب بر دقیقه فراهم شود.

گزینه ۳ صحیح است.

۲۱- حداقل مساحت مناسب برای موتورخانه ۳ آسانسور الکتریکی هر یک به ظرفیت ۱۰۰۰ کیلو گرم و سرعت اسمی ۲ متر در ثانیه چند متر مربع باید باشد؟

۴۸ (۴)

۶۴ (۳)

۵۱ (۲)

۳۹ (۱)

پاسخ: برای محاسبه دمای هوای خروجی از کندانسور، کندانسور را به عنوان یک کویل گرم کننده در نظر می گیریم که باید میزان حرارتی که به هوا می دهد مشخص باشد. برای محاسبه حرارت کندانسور از ظرفیت اواپراتور استفاده می کنیم.

همانطور که در جلد سوم جزوه سایکرومتری و تبرید گفتیم، ظرفیت اواپراتور برابر با حرارتی است که از آب خنک شونده می گیرد. در نتیجه:

$$Q_{ev} = Q_{H_2O} = 500 \times gmp \times \Delta T_{H_2O} = 500 \times 100 \times (55 - 45) = 500000 \text{ Btu/hr}$$

$$COP = \frac{Q_{ev}}{Q_{cond} - Q_{ev}}$$

$$3.2 = \frac{500000}{Q_{cond} - 500000} \Rightarrow Q_{cond} = 656250 \text{ Btu/hr}$$

البته می توانستیم مستقیماً از معادله ی زیر استفاده کنیم (اثبات این معادله در جزوه آمده است).

$$Q_{cond} = \left(\frac{COP + 1}{COP} \right) \times Q_{ev}$$

در مرحله آخر، چون گرمایش (و در نتیجه بدون تغییر رطوبت) است، ظرفیت کندانسور برابر با تغییرات حرارت محسوس هوا است.

$$Q_{cond} = 1.08 \times cfm \times \Delta T_{air}$$

$$656250 = 1.08 \times 40000 \times (T_2 - 120) \Rightarrow T_2 = 135.19 \text{ } ^\circ\text{F}$$

گزینه ۳ صحیح است.

۴۷ – در یک سیستم هوارسانی با یک فن گریز از مرکز **Forward**، برای دو برابر کردن هوادهی آزاد سیستم دو راهکار (الف) اضافه کردن یک فن مشابه به صورت موازی (ب) دو برابر کردن دور فن پیشنهاد شده است. با فرض یکسان بودن بازده الکتروموتورها، توان مصرفی کل در کدام روش کمتر است؟

(۱) روش (الف)

(۲) روش (ب)

(۳) در هر دو روش برابر است.

(۴) با توجه به میزان هوادهی ممکن است روش (الف) یا روش (ب) کمتر باشد.

پاسخ: ابتدا روش ب یعنی ۲ برابر کردن دور فن را بررسی می کنیم. طبق روابط تشابه فن داریم:

$$cfm_{new} = cfm_{old} \frac{N_{new}}{N_{old}} = cfm_{old} \frac{2N_{old}}{N_{old}} = 2cfm_{old}$$

این پاسخنامه رایگان نیست. در صورتی که به طور رایگان به شما رسیده لطفاً از طریق راه های ارتباطی اعلام شده نسبت به پرداخت هزینه آن اقدام فرمایید.

پاسخ: سوال ظرفیت سرمایی کویل را خواسته است. می‌دانیم تمام حرارت جذب شده از هوا در کویل، توسط آب خنک کننده‌ی کویل جذب می‌شود و نهایتاً در برج خنک کن دفع می‌شود. در نتیجه کافی است ظرفیت برج خنک کن را حساب کنیم.

$$Q_{CT} = \dot{m} \times C \times \Delta T_{H_2O}$$

از جلد ۵ جزوه سایکرومتری و تبرید (برج خنک کن و سختی گیر) می‌دانیم:

$$Range = T_{\text{آب ورودی}} - T_{\text{آب خروجی}} = T_{H_2O-e} - T_{H_2O-l}$$

در نتیجه:

$$Q_{CT} = \rho \times V \times C \times Range = 1000 \times \left(100 \left[\frac{\text{lit}}{\text{min}} \right] \times \frac{1 [m^3]}{1000 [lit]} \times \frac{1 [min]}{60 [s]} \right) \times 4181 \times 5 = 34737 \text{ w}$$

$$= 34.8 \text{ kw}$$

دقت کنید ارتفاع از سطح دریا در عملکرد برج خنک کن اثری ندارد و نیازی به دخالت دادن ضریب تصحیح نیست. (اطلاعات بیشتر در جزوه)

گزینه ۲ صحیح است.

۵۱- بار سرمایی محسوس و نهان یک اتاق به ترتیب 220000 و 20000 بی تی یو بر ساعت است. دمای حباب خشک و مرطوب طرح خارج به ترتیب 100 و 79 درجه فارنهایت و دمای حباب خشک و رطوبت نسبی طرح داخل به ترتیب 75 درجه فارنهایت و 60 درصد است. اگر دبی هوای تازه 2000 فوت مکعب در دقیقه باشد، هوادهی مورد نیاز برای تامین بار سرمایی اتاق تقریباً چند فوت مکعب در دقیقه است؟ (ارتفاع شهر مورد نظر را هم سطح دریا در نظر بگیرید. ضریب کنار گذر (Bypass Factor) کویل 0.1 است)

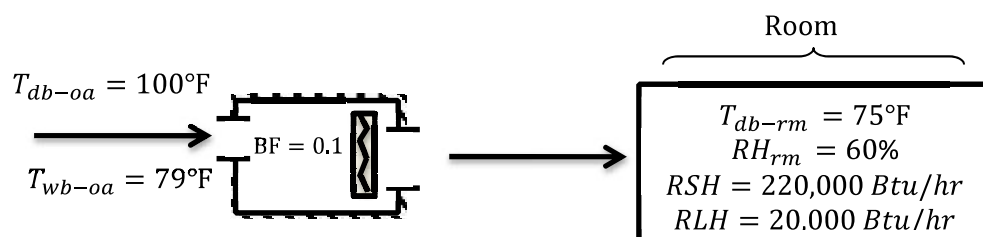
14500 (۴)

13000 (۳)

15500 (۲)

18000 (۱)

چون دمای مؤثر سطح کویل را نداریم. در نتیجه این مسئله از طریق ترسیم خط ESHF حل می‌شود. از جلد ۲ جزوه سایکرومتری (ایرواشر و کویل) داریم:



$$ESHF = \frac{ERSH}{ERTH} = \frac{ERSH}{ERSH + ERLH} = \frac{RSH + BF \times OASH}{RTH + BF \times OATH}$$

$$RSH = 220000$$

$$RLH = 20000$$

$$RTH = 220000 + 20000 = 240000$$

$$OASH = 1.08 \times cfm_{oa} \times (T_{db-oa} - T_{db-rm}) \times \lambda = 1.08 \times 2000 \times (100 - 75) = 54000$$

$$OALH = 0.68 \times cfm_{oa} \times (\omega_{oa} - \omega_{rm}) \times \lambda$$

$$\text{نمودار سایکرومتری} \begin{cases} T_{db-oa} = 100^\circ\text{F} \\ T_{wb-oa} = 79^\circ\text{F} \end{cases} \rightarrow \omega_{oa} = 116 \text{ gr/lb}$$

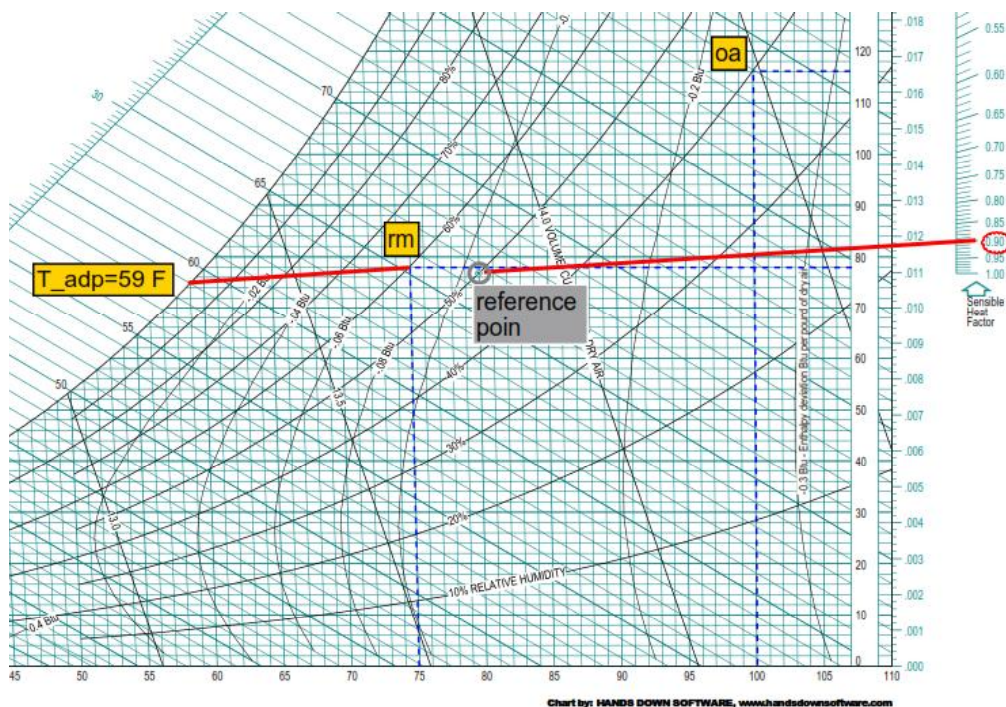
$$\text{نمودار سایکرومتری} \begin{cases} T_{db-rm} = 75^\circ\text{F} \\ RH_{rm} = 60\% \end{cases} \rightarrow \omega_{rm} = 78 \text{ gr/lb}$$

$$OALH = 0.68 \times 2000 \times (116 - 78) \times 1 = 51680 \text{ Btu/hr}$$

$$OATH = OASH + OALH = 54000 + 51680 = 105680 \text{ Btu/hr}$$

$$ESHF = \frac{220000 + 0.1 \times 54000}{240000 + 0.1 \times 105680} = 0.9$$

با ترسیم خط $ESHF=0.9$ بر روی نمودار سایکرومتریک مطابق شکل دمای شبانه کویل $T_{adp} = 59^\circ\text{F}$ خواهد بود.



این پاسخنامه رایگان نیست. در صورتی که به طور رایگان به شما رسیده لطفاً از طریق راه‌های ارتباطی اعلام شده نسبت به پرداخت هزینه آن اقدام فرمایید.