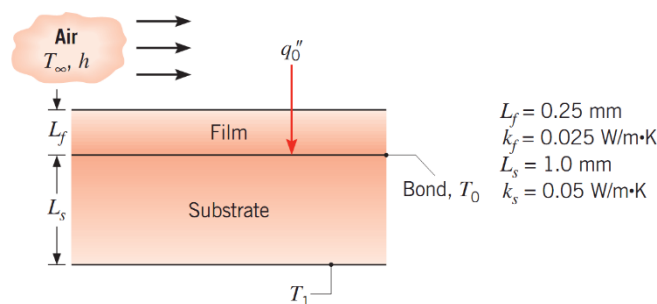


۱- پنجره دو جداره شکل به ارتفاع 0.8 m و عرض $1/5 \text{ m}$ از دو شیشه به ضخامت 4 mm و ضریب رسانش $k = 0.78 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ که توسط فاصله هوایی به ضخامت 10 mm و ضریب رسانش $k = 0.026 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ از هم جدا شده‌اند، تشکیل شده است. چنانچه هوای بین دو شیشه ساکن باشد (یعنی در بین دو شیشه جابجایی نداشته باشیم و فقط رسانش حاکم باشد)، نرخ انتقال گرما از پنجره (q) و دمای سطح داخلی پنجره را در روزی که دمای هوا و ضریب جابجایی داخل به ترتیب $T_{\infty,i} = 20^\circ\text{C}$ و $h_i = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و در بیرون به ترتیب $T_{\infty,o} = -10^\circ\text{C}$ و $h_o = 40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ است، تعیین کنید.

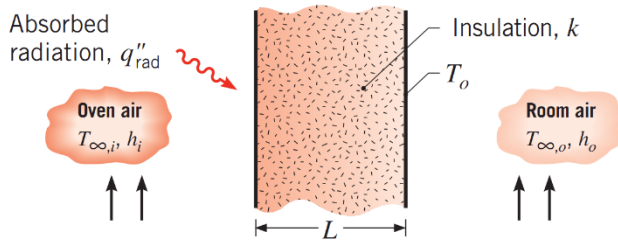
۲- دمای هوای داخل یک فریزر -20°C است. این فریزر در اتاقی که دمای هوا در آن برابر با 25°C است قرار دارد. دیواره‌های فریزر از سه لایه شامل دو لایه فولادی هر یک به ضریب رسانش $k = 60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ و ضخامت 3 mm و یک لایه عایق بین دو لایه فولادی با ضریب رسانش $k = 0.045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ و ضخامت 50 mm ساخته شده است. ضریب جابجایی هوا با سطوح داخلی و خارجی فریزر $h = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ است و ضریب تابش در سطح خارجی $h_r = 5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ می‌باشد. شار گرمای ورودی به فریزر را حساب کنید اگر، الف) دمای دیواره‌های اتاق 25°C باشد. ب) دمای دیواره‌های اتاق 30°C باشد.

۳- شیشه پنجره عقب یک خودرو با چسباندن یک صفحه گرمکن نازک و شفاف به سطح داخلی آن مه زدایی می‌شود. این صفحه گرم کن شار گرمایی ثابت q''_0 را تولید می‌کند. اگر ضخامت شیشه 4 mm باشد، شار حرارتی لازم q''_0 را به منظور ایجاد دمای ثابت 15°C در سطح داخلی شیشه بیابید. دما و ضریب جابجایی هوا در داخل خودرو به ترتیب 25°C و $10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و در خارج خودرو به ترتیب -10°C و $65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ می‌باشد.

۴- در یک فرآیند تولید، یک لایه شفاف روی یک بستر مطابق شکل چسبانده می‌شود. به منظور بهبود اتصال بهتر است دمای



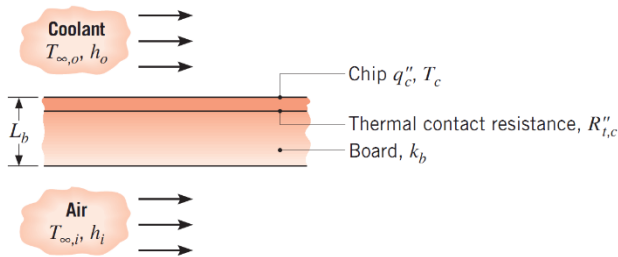
محل اتصال $T_0 = 55^\circ\text{C}$ باشد. برای این منظور از یک منبع تابشی با شار حرارتی ثابت q''_0 استفاده می‌شود که تمامی این تابش در محل اتصال جذب می‌شود. پایین بستر در دمای ثابت $T_1 = 27^\circ\text{C}$ و سطح بالایی آن در معرض هوا در دمای $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ و ضریب جابجایی $h = 40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ قرار دارد. با این شرایط مقدار شار حرارتی لازم q''_0 را تعیین کنید.



۵- دیواره یک دستگاه خشک کن از یک لایه ماده عایق با ضریب رسانش $k = 0.045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ که بین دو ورقه فلزی نازک قرار داده شده تشکیل شده است. دمای هوای داخل دستگاه و ضریب جابجایی آن به ترتیب $T_{\infty,i} = 30^\circ\text{C}$ و $h_i = 20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و در بیرون به ترتیب $T_{\infty,o} = 25^\circ\text{C}$ و $h_o = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ است. سطح داخلی دیواره خشک کن

شار تابشی $q''_{\text{rad}} = 100 \text{ W/m}^2$ را از اشیاء گرم تر داخل دستگاه جذب می کند. تعیین کنید حداقل ضخامت لایه عایق L چقدر باید باشد تا دمای دیواره خارجی دستگاه از مقدار ایمن $T_o = 40^\circ\text{C}$ فراتر نرود؟

۶- اتلاف گرمای ناشی از عبور جریان الکتریکی از یک تراشه نازک در شرایط دائم $q''_c = 30 \text{ kW/m}^2$ است. به منظور خنک سازی این تراشه که روی یک برد الکترونیکی به ضخامت $L_b = 5 \text{ mm}$ و ضریب رسانش $k_b = 1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ سوار شده است، از جریان یک مایع دی الکتریک با دمای $T_{\infty,o} = 20^\circ\text{C}$ در سطح بیرونی تراشه استفاده می شود. مقاومت سطح تماس تراشه و برد



است $R''_{t,c} = R_{t,c}/A = 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ و سطح دیگر برد در معرض جریان هوا در دمای $T_{\infty,i} = 20^\circ\text{C}$ و ضریب جابجایی

$h_i = 40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ می باشد. اگر حداکثر دمای قابل

تحمل تراشه $T_c = 85^\circ\text{C}$ باشد، حداقل ضریب جابجایی

متوسط لازم بین مایع دی الکتریک و سطح بیرونی تراشه

h_o را حساب کنید. سپس معین کنید چه درصدی از گرمای

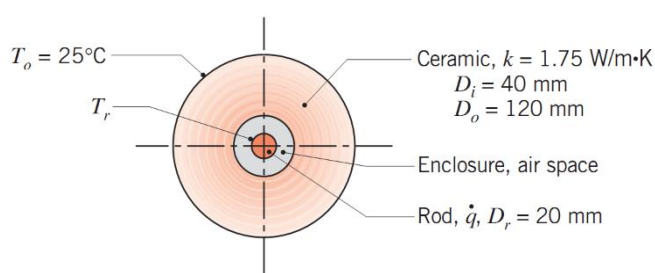
تولید شده از طریق مایع دی الکتریک و چه درصدی از طریق برد خارج می شود.

۷- در یک لوله فولادی ($k = 60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) به قطر داخلی 15 mm و ضخامت 1 mm آب گرم با دمای $T_{\infty,i} = 60^\circ\text{C}$ جریان دارد. لوله در معرض هوای اتاق و محیط در دمای $T_{\text{sur}} = T_{\infty,o} = 20^\circ\text{C}$ قرار دارد. اگر ضریب جابجایی در داخل و خارج لوله به ترتیب $h_i = 50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و $h_o = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و ضریب تابش در سطح خارجی لوله $h_r = 5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ باشد، نرخ اتلاف گرما از واحد طول لوله را حساب کنید. اگر لوله با استایروفوم ($k = 0.027 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) به ضخامت 10 mm عایق بندی شود درصد کاهش اتلاف گرما از لوله را حساب کنید.

۸- به منظور کاهش لزجت و در نتیجه کاهش اصطکاک که منجر به کاهش توان لازم برای پمپ می شود، نفت خام پیش از ورود به خط لوله انتقال حرارت داده می شود. برای آن که دمای نفت در خط لوله انتقال در داخل آب دریا کاهش نیابد، از دو لوله هم مرکز که بین آنها عایق پلی اورتان ($k = 0.075 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) قرار دارد و نفت در لوله داخلی جریان دارد، استفاده می شود. لوله های

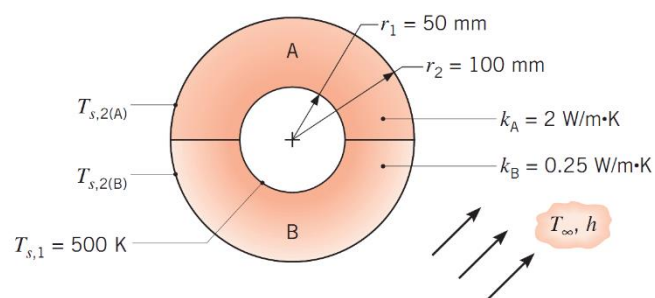
داخلی و خارجی از جنس فولاد ($k = 35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) و دارای قطر داخلی و ضخامت به ترتیب $D_{in} = 150 \text{ mm}$ و $t_{in} = 10 \text{ mm}$ و $D_{out} = 250 \text{ mm}$ و $t_{out} = t_{in}$ می‌باشند. بیشینه دمایی را که می‌توان نفت خام را تا آن دما گرم کرد با این شرط که دمای عایق پلی اورتان از حد مجاز آن $T_{max} = 70^\circ\text{C}$ بیشتر نشود، حساب کنید. دمای آب دریا $T_\infty = 4^\circ\text{C}$ و ضریب جابجایی آن با سطح خط لوله $h_o = 500 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و ضریب جابجایی نفت با سطح داخلی لوله $h_i = 450 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ است.

۹- جریان الکتریکی در یک میله بلند به قطر $D_r = 20 \text{ mm}$ نرخ گرمای حجمی $\dot{q} = 3 \text{ MW/m}^3$ را تولید می‌کند. این میله توسط یک استوانه سرامیکی توخالی به قطر داخلی $D_i = 40 \text{ mm}$ و قطر خارجی $D_o = 120 \text{ mm}$ احاطه شده و در فضای بسته



بین این دو هوا وجود دارد. ضریب جابجایی آزاد بین هوا و هر یک از دو سطح این فضا $h = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ و مقاومت گرمایی بر واحد طول ناشی از تابش بین این دو سطح $R'_{rad} = R_{rad}/L = 0.30 \text{ m}\cdot\text{K/W}$ است. اگر دمای سطح خارجی سرامیک $T_o = 25^\circ\text{C}$ باشد، دمای سطح میله را حساب کنید.

۱۰- جریان بخار آب در یک لوله با دیواره نازک، دمای دیواره را در مقدار $T_{s,1} = 500 \text{ K}$ ثابت نگه می‌دارد. لوله با عایقی که مطابق شکل از دو ماده مختلف A و B تشکیل شده پوشیده شده است. سطح تماس بین دو ماده عایق را می‌توان با مقاومت تماس



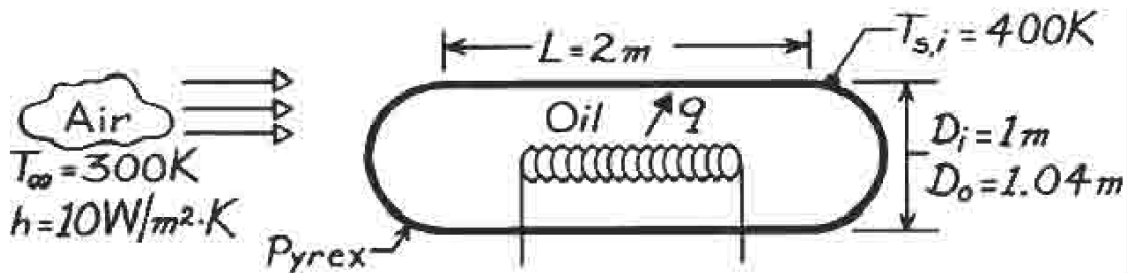
بی‌نهایت در نظر گرفت. سطوح خارجی عایق در معرض جریان هوا در دمای $T_\infty = 300 \text{ K}$ و با ضریب جابجایی $h = 20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ قرار دارد. با توجه به اطلاعات روی شکل نرخ اتلاف گرما بر واحد طول لوله q' و نیز دمای سطوح عایق $T_{s,2(B)}$ و $T_{s,2(A)}$ را حساب کنید.

۱۱- شعاع بحرانی برای عایق به ضریب رسانش k که روی یک مخزن کروی با دیواره نازک قرار دارد و در بیرون در معرض سیال با ضریب جابجایی h است را به دست آورید. آیا این شعاع بحرانی متناظر با انتقال حرارت بیشینه است یا کمینه؟

۱۲- برای ذخیره سازی اکسیژن مایع در یک سفینه فضایی، از یک مخزن کروی از جنس فولاد ضد زنگ به قطر خارجی 0.8 m و ضخامت دیواره 5 mm استفاده شده است. دمای جوش و گرمای نهان تبخیر اکسیژن به ترتیب برابر 90 K و 213 kJ/kg است. مخزن در یک محفظه بزرگ نصب شده که دمای آن در 240 K ثابت نگه داشته می‌شود. ضخامت لازم برای عایق انعکاسی با

ضریب رسانش $0.00016 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ را به گونه‌ای تعیین کنید که نرخ تبخیر اکسیژن بر اثر جوشش کمتر از یک کیلوگرم در روز باشد. ضریب رسانش فولاد ضد زنگ در دمای 100 K را برابر $9/2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ و ضریب معادل جابجایی و تابش سطح خارجی را $h = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ در نظر بگیرید.

۱۳- یک مخزن از یک استوانه به طول $L = 2 \text{ m}$ و قطر داخلی $D_i = 1 \text{ m}$ که دو انتهای آن به شکل نیمکره هستند تشکیل شده است. مخزن از شیشه پیرکس به ضخامت 20 mm و ضریب رسانش $1/4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ساخته شده و در معرض هوای محیط در دمای 300 K و ضریب جابجایی $10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ قرار دارد. در مخزن نفت در دمای 400 K ذخیره می‌شود که ضریب جابجایی آن با سطوح داخلی مخزن $20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ است. در این شرایط مقدار نرخ گرمایی که از طریق یک گرمکن داخلی باید فراهم کرد تا دمای نفت ثابت بماند را حساب کنید.



با آرزوی موفقیت...

موسوی