انتقال حرارت در تولید وتوزیع بخار

در سیستم های گرمایشی بخار ، هدف نهائی از تولید و توزیع بخار ، انتقال حرارت به سطوح مربوطه است.بمنظور محاسبه میزان بخار ، فشار بخار وانرژی لازم جهت فرآیند مورد نیاز بوده وبدنبال آن اندازه دیگ بخار وسیستم توزیع بخار نیز تعیین می گردد.

-روش های انتقال حرارت

انتقال حرارت در نتیجه گرادیان دما بین دو ماده رخ می دهد و روش های آن به سه طریق همرفت ، هدایت وتشعشع است.

-هدایت

انتقال حرارت در اثر گرادیان دمای بین دو جسم جامد یا سیال ساکن ، بر اثر هدایت رخ می دهد.مولکولهای با انرژی بیشتر ، انرژی خود را به مولکولهای مجاور با انرژی کمتر انتقال می دهند.این پدیده در مایعات و گازها هم دیده می شود.
معادله مشخص کننده نرخ انتقال حرارت از نوع هدایت در حالت توزیع دمای خطی وپایدار و در یک جهت به شرح زیر نوشته می شود:

$$\dot{Q} = k A \frac{\Delta T}{x}$$ معادله ۱ ، ۲۵

ضریب هدایت ، جزء خواص مواد بوده وخود تابعی از دماست.جدول۱ ، ۵ ، ۲ نشان دهنده تغییر ضریب هدایت مواد با تغییرات دما می باشد.

Material	Thermal conductivity (W/m°C)		
	At 25°C	At 125°C	At 225°C
Iron	80	68	60
Low carbon steel	54	51	47
Stainless steel	16	17.5	19
Tungsten	180	160	150
Platinum	70	71	72
Aluminium	250	255	250
Gold	310	312	310
Silver	420	418	415
Copper	401	400	398

جدول ۱ ، ۲۵ :ضریب هدایت(W/m C)

با دقت ونحوه انتقال حرارت هدایتی ، بطور کلی میتوان گفت ، هدایت در مواد جامد بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازهاست.هوا دارای ضریب هدایت بسیار کمی است وبنابراین از آن بعنوان عایق در بسیاری از کاربردها(بطور مثال شیشه های دو جداره) استفاده می شود.

-همرفت

انتقال انرژی حرارتی بین یک سطح وسیال در حال حرکت با دماهای مختلف به همرفت معروف است.همرفت می تواند بصورت طبیعی یا اجباری انجام پذیرد.
همرفت اجباری در زمان حرکت اجباری سیال بعلت نیروی خارجی مانند پمپ صورت می گیرد وهمرفت طبیعی در اثر نیروهای ناشی از اختلاف چگالی داخل سیال رخ می دهد(بعلت تفاوت دمای قسمتهای مختلف سیال).انتقال حرارت در هنگام تغییر فاز مواد مثل جوشش یا تقطیر نیز در دسته همرفت قرار می گیرد.

انتقال حرارت در تولید وتوزیع بخار

-تشعشع:

انتقال حرارت ناشی از انتشار انرژی از سطوح ، بشکل امواج الکترومغناطیس به تشعشع معروف است.تشعشع بین دو سطح یا جسم با دمای مختلف رخ داده وبه ماده واسطه احتیاجی ندارد و در حقیقت در حالت خلاء بیشتر می گردد.

-معادله عمومی انتقال حرارت

در اکثر موارد ، انتقال حرارت تنها با یک روش منتقل نشده وترکیبی از دو یا سه روش مذکور است.معادله عمومی محاسباتی جهت سطوح انتقال حرارت بشرح زیر است:

$$\dot{Q} = UA\Delta T \qquad \text{معادله۳، ۵، ۲}$$

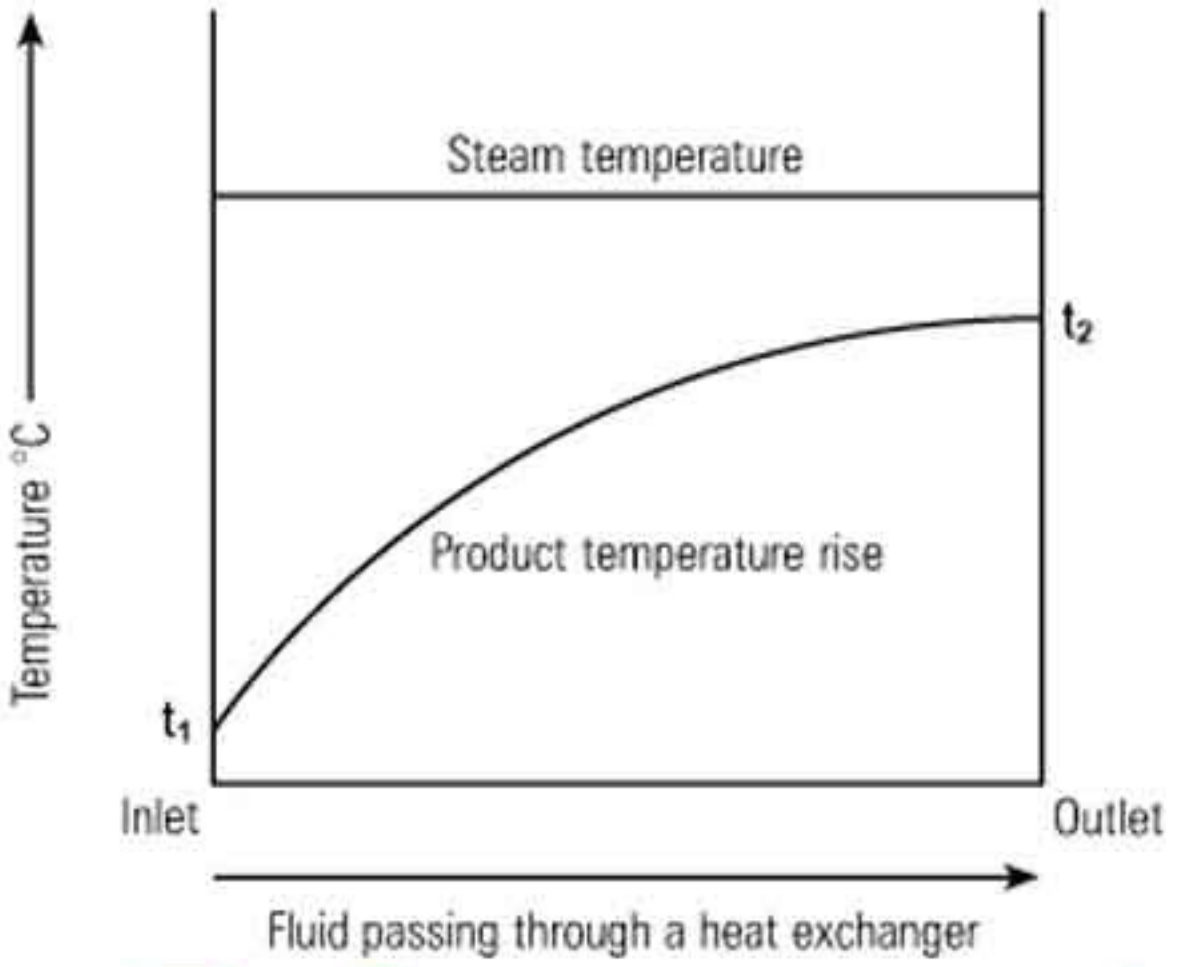
-ضریب انتقال حرارت عمومی (U)

این ضریب در برگیرنده همزمان ضرایب همرفت وهدایت بین دو سیال است که با یک دیواره از هم جداشده اند.این ضریب معادل معکوس مقاومت عمومی در برابر انتقال حرارت است که خود از مقاومتهای جزئی مختلف تشکیل شده است
.

مقدار این ضریب به نحوه انتقال حرارت ، خواص فیزیکی سیال ، دبی سیال ونحوه قرارگیری سطوح انتقال حرارت بستگی دارد.محاسبه دقیق این ضریب بسیار پیچیده است ومتاثر از پارامترهای مختلف وگاها ناشناخته است.
بنابراین در بسیاری از محاسبات روزمره از ضرایب جایگزین استفاده شده که توسط محاسبه ویا در آزمایشگاه بدست آمده اند.

-اختلاف دما(AT):

در فرایندهای انتقال حرارت ، اختلاف دمای سیال گرم وسرد نسبت به مکان وزمان متفاوت است وبنابراین از اختلاف دمای متوسط جهت محاسبات استفاده می شود.اختلاف دمای متوسط (rTm)در مبدل های حرارتی به جهت جریانها بستگی دارد.
جهت جریانها ممکن است بصورت موازی وهم جهت ، بصورت موازی وخلاف جهت ویا بصورت متقاطع باشد.



انتقال حرارت در تولید وتوزیع بخار

شکل۱ ، ۵ ، ۲:افزایش دمای سیال ثانویه(DTML)

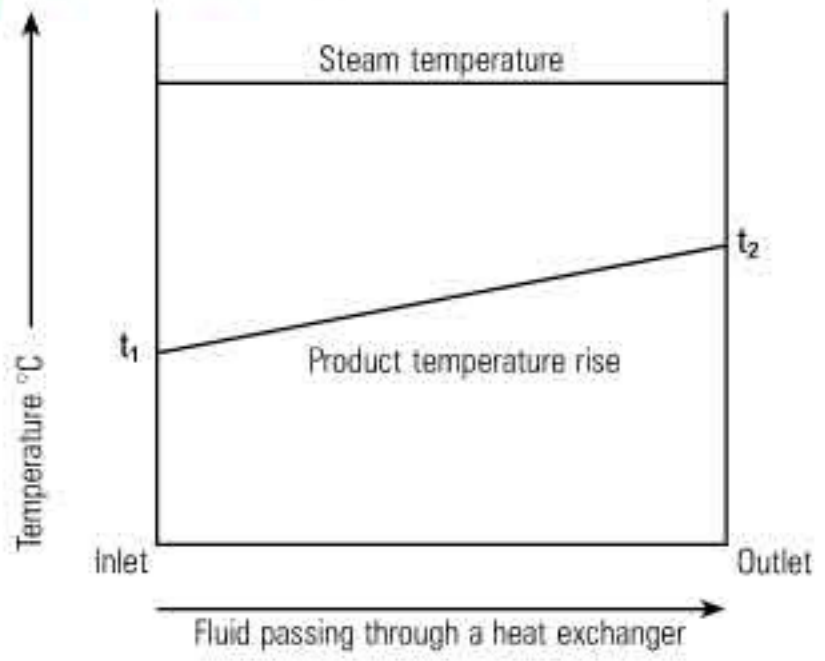
درمورد مبدلهای حرارتی بخار ، از آنجائیکه دمای اشباع بخار هنگام کندانس شدن ثابت است ، جهت جریانها در پروفیل دما تاثیری ندارد.

با این وجود ، با عبور جریان ثانویه(گرم شونده) از روی سطوح انتقال حرارت قسمت اعظم تبادل حرارت در مسیر ابتدائی مبدل رخ داده وبصورت فزاینده تا خروجی کم می گردد.علت این امر بسادگی در نتیجه کاهش اختلاف دما در خروجی مبدل است.

شکل ۱ ، ۵ ، ۲ نشان دهنده شماتیک منحنی دمائی بخار وآب می باشد.افزایش دمای ثانویه غیر خطی بوده وبا محاسبات لگاریتمی بیان می شود.

بدین منظور متوسط اختلاف دما با متوسط اختلاف دمای لگاریتمی یا DTML یا mTrعنوان می شود.روش آسانتر (وبا دقت کمتر) جهت محاسبات ، احتساب متوسط اختلاف دمای جبری یاDTMA یا mTr می باشد.

در این روش فرض می گردد افزایش درجه حرارت سیال ثانویه بصورت خطی بوده وبسرعت وبا تقریب خوب جهت محاسبات دستی استفاده می شود.



شکل۲ ، ۵ ، ۲:افزایش دمای سیال ثانویه(DTMA)

متوسط دمای جبری(DTMA) در مبدل های حرارتی برابر است با :

در مورد بخار که دمای سیال اولیه (بخار)در طی فرایند ثابت است معادله به شکل زیر در می آید:
همچنین متوسط اختلاف دمای لگاریتمی در سیستمهای بخار برابر است با:

در اغلب محاسبات فرض می گردد که ضریب انتقال حرارت عمومی با تغییر دما ثابت بوده واتلافات حرارتی نادیده انگاشته می شود.

مثال ۱ ، ۵ ، ۲:

بمنظور گرمایش آب از دمای C۰۰۲ به دمای C۰۰۵ از بخار با فشار grab۲ استفاده می شود.دمای اشباع بخار در این فشار برابر C۰٤۳۱ است.متوسط اختلاف دمای جبری ولگاریتمی برابر است با:

د ر صورتیکه اختلاف دمای ثانویه افزایش یابد ، تفاوت بین نتیجه دو روش فوق بیشتر خواهد شد.

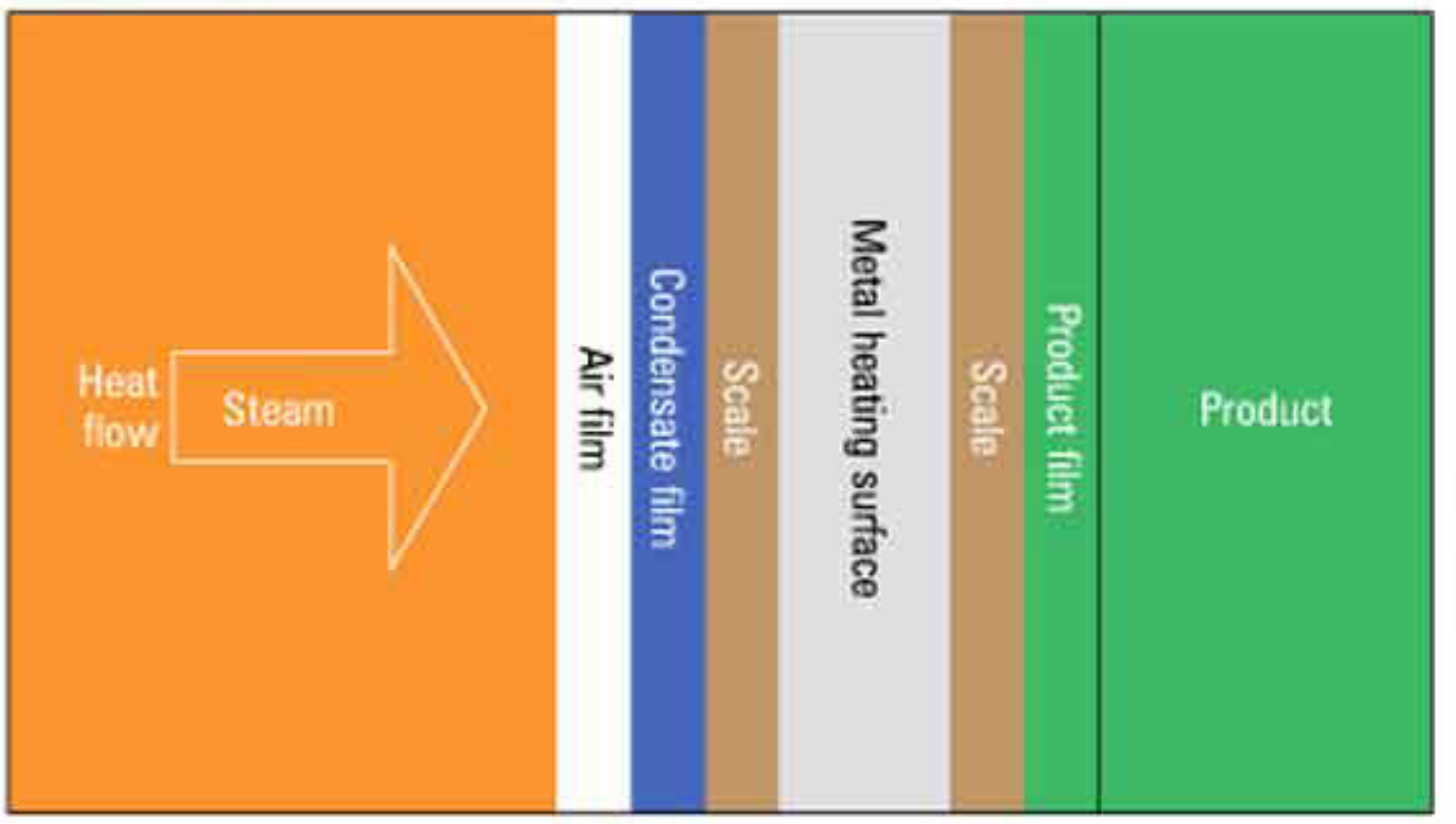
انتقال حرارت در تولید وتوزیع بخار

-موانع انتقال حرارت

علاوه بر جداره فلزی بین دو سیال ، موانع دیگری مانند لایه های هوا ، کندانس ورسوب و...وجود دارند.

همچنین در طرف دیگر جداره ناقل حرارت (قسمت فرایند) نیز ممکن است لایه هائی از رسوب مواد ونیز لایه ساکن چسبیده به جدار موجود باشد.

تمیز نمودن مرتب ودائمی این لایه ها منجر به افزایش نرخ انتقال حرارت می شود.همچنین دقت در نحوه عملکرد مناسب بویلروجلوگیری از رسوخ قطرات آب همراه با سختی به سیستم بخار نیز در افزایش راندمان وکاهش ضخامت لایه های مذکور موثر است.



شکل۳ ، ۵ ، ۲:لایه های انتقال حرارت