



به نام خدا

دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی شیمی و نفت
آزمایشگاه انتقال حرارت

کاربرد مبدل‌های حرارتی در صنایع غذایی

تهیه کنندگان

حسام قدکساز

مهرداد فهیمی راد

تابستان ۱۳۸۷

مقدمه

در صنایع فرایندی یا فعالیت‌های وابسته به آن مبدل‌های حرارتی را به عنوان کالا خریداری می‌کنند و انتخاب آن‌ها بر مبنای قیمت و مشخصات ارائه شده توسط سازندگان است. در بسیاری از کاربردهای تخصصی نظیر صنایع غذایی غالباً نیاز است از طرح خاصی استفاده شود. زمانی که یک مبدل حرارتی بخشی از یک دستگاه را تشکیل می‌دهد، می‌توان یک مبدل استاندارد خریداری کرد و یا اگر ملاحظات اقتصادی و هزینه‌های ساخت این امکان را بدهد، مبدل خاصی را برای این حالت طراحی کرد. به هر حال همیشه باید عوامل زیر را در نظر گرفت:

- نیازهای انتقال حرارت
- هزینه
- اندازه فیزیکی
- مشخصه‌های افت فشار

قضاوت صحیح و در نظر گرفتن تمامی این عوامل منجر به ارائه طرحی مناسب خواهد شد.

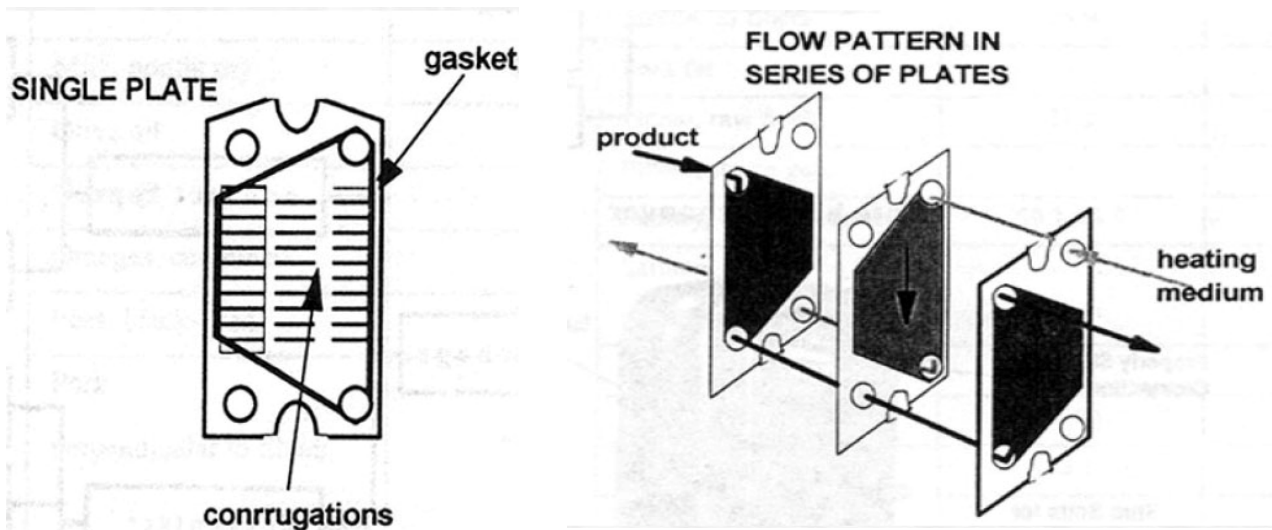
با توجه به کاربرد گسترده و روزافزون مبدل‌ها در صنایع غذایی، به بررسی نقش مبدل‌ها در این زمینه می‌پردازیم. در ابتدا به طور خلاصه مبدل‌ها و انواع مختلف آن مطرح می‌گردد. سپس کاربردهای فراوان مبدل‌های صفحه‌ای در صنایع غذایی بیان شده و پاستوریزاسیون شیر و فرایند تهیه روغن‌های خوراکی به عنوان نمونه مفصلاً تشریح می‌شود. در پایان نیز نمونه‌هایی از مبدل‌های تولیدی شرکت **TRANTER PHE** و کاربردهای آن‌ها در صنایع غذایی و نوشیدنی معرفی می‌گردند.

مبدل های حرارتی

- ❖ در واحدهای فراوری غذا، گرمایش و سرمایش توسط مبدل های حرارتی انجام می گیرد.
- ❖ مبدل های حرارتی به دو دسته تماسی و غیر تماسی طبقه بندی می شوند.
- ❖ مبدل های حرارتی نوع غیر تماسی معمولاً با یک دیواره باریک فلزی به دو بخش مجزا تقسیم می شوند. انواع معمول این دسته از مبدل ها عبارتند از: مبدل های حرارتی صفحه ای، لوله ای، لوله و پوسته و صفحه زدوده (Scraped Surface).
- ❖ مبدل های حرارتی تماسی امکان تماس فیزیکی بین محصول و جریان های سرد کننده یا گرم کننده فراهم می کند. مبدل های حرارتی (Steam Infusion) و (Steam Injection) مثال هایی از این نوع مبدل ها هستند.

مبدل های حرارتی صفحه ای

- ❖ این مبدل ها از یک سری صفحات استیل ضدزنگ موازی و کنار هم که در یک قالب قرار گرفته اند، تشکیل می شوند.
- ❖ واشرهایی که از لاستیک مصنوعی ساخته شده اند، جهت درزگیری کناره های صفحات به کار می روند. این واشرها از درهم آمیختن مایعات جلوگیری کرده و جریان های سرد و گرم و محصولات را هدایت می کنند.
- ❖ جهت جریان ها می تواند هم جهت یا غیر هم جهت باشد.
- ❖ شکل زیر طرح کلی یک مبدل حرارتی صفحه ای را نشان می دهد.



- ❖ مبدل های حرارتی صفحه ای کاربرد گسترده ای در صنایع لبنی، غذایی و نوشیدنی دارند.
- ❖ عملکرد مناسبی با سیال های با ویسکوزیته پایین (کمتر از 5 Pa.s) دارند

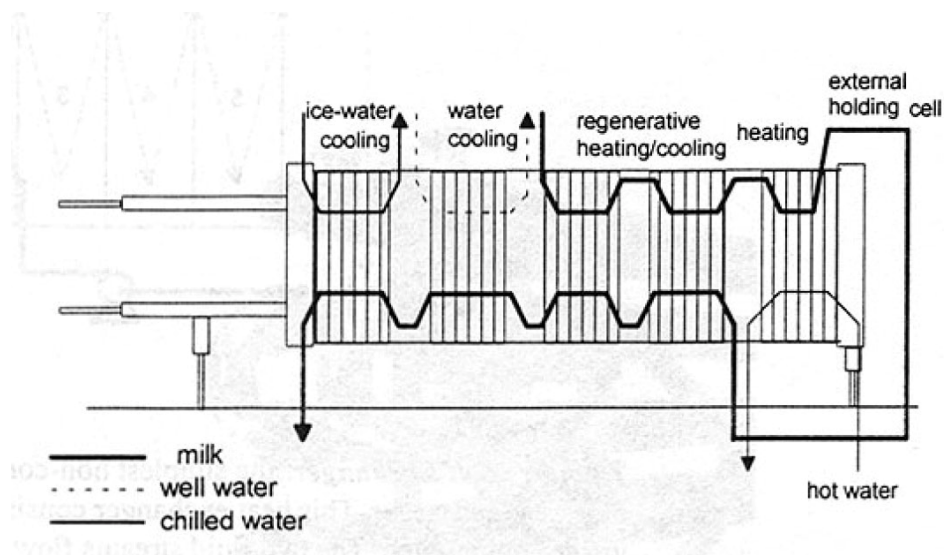
❖ در صورت استفاده از مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای، بایستی رسوب‌گذاری مواد غذایی جامدی چون پروتئین شیر را روی صفحات مبدل‌ها به حداقل رساند. رسوب‌گذاری، جرم گرفتگی نیز نامیده می‌شود و نرخ انتقال حرارت را کاهش می‌دهد.

❖ مزایای مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای عبارتند از:

- نگهداری آسان و ساده
- با طراحی بهداشتی برای استفاده در صنایع غذایی
- گنجایش قابل ارتقا با افزودن صفحات بیشتر
- نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه کمتر نسبت به سایر انواع مبدل‌های حرارتی برای تغییر دمای محصول به اندازه یک درجه سانتیگراد

• امکان ذخیره انرژی به کمک بازیابی انرژی

❖ شکل زیر طرح یک سیستم بازیابی را نشان می‌دهد.

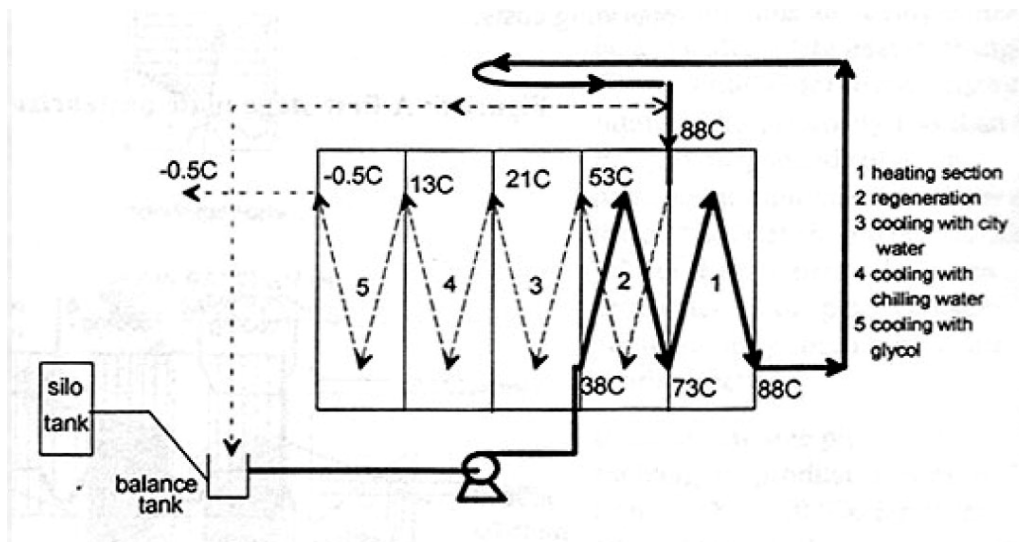


❖ دمای مایع تا دمای پاستوریزاسیون یا هر دمای مطلوب دیگر بالا برده می‌شود.

❖ سیال گرم شده بخشی از انرژی خود را در بخش بازیابی به سیال اولیه می‌دهد.

❖ جریان سرد در جایی گرم می‌شود که کم‌ترین انرژی برای رسیدن به دمای مورد نیاز، لازم باشد.

❖ مثالی از یک فرایند بازیابی دو گذر برای پاستوریزاسیون آب انگور در شکل زیر نشان داده شده است.

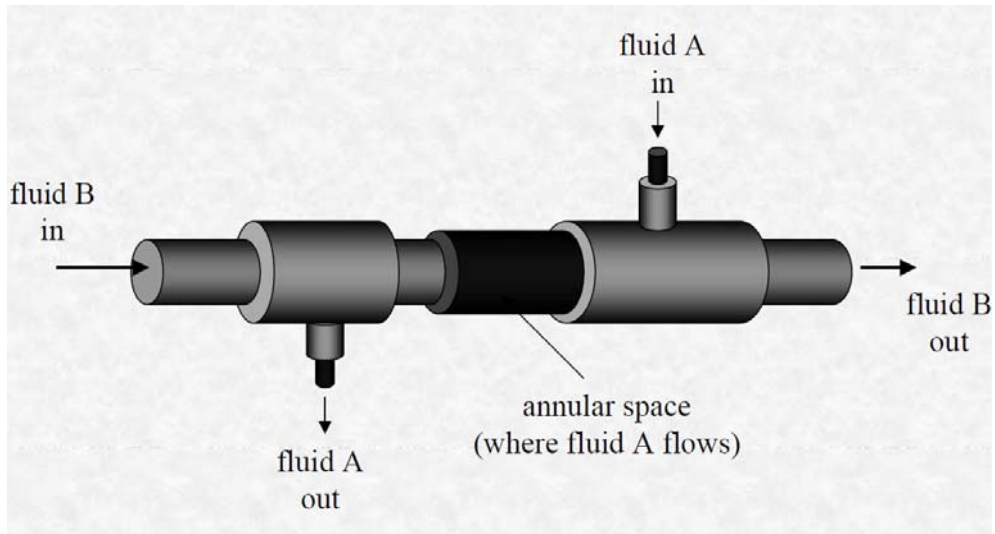


❖ بعد از اینکه آبمیوه استوارتر تا دمای 88°C گرم شد، از میان حلقه توقف عبور کرده به بخش بازیابی می رود. در این قسمت بخشی از گرمای خود را به آبمیوه ورودی فراوری نشده در دمای 38°C می دهد. بدین ترتیب دمای آبمیوه فراوری نشده تا 73°C بالا می رود در حالی که دمای آب میوه استوارتر تا 53°C کاهش می یابد. مقدار بازیابی انرژی 70% است ($100 * \frac{(73-38)}{(88-38)}$)، به عبارت دیگر آبمیوه فراوری نشده به 70% دمای پاستوریزاسیون نهایی خود می رسد. آبمیوه با دمای 73°C در بخش گرمایش به کمک آب گرم 93°C ، در بخش گرمایش تا دمای 88°C گرم می شود. آنگاه آبمیوه گرم شده به بخش بازیابی فرستاده می شود تا آبمیوه ورودی فراوری نشده را پیش گرم کند.

مبدل حرارتی دو لوله ای

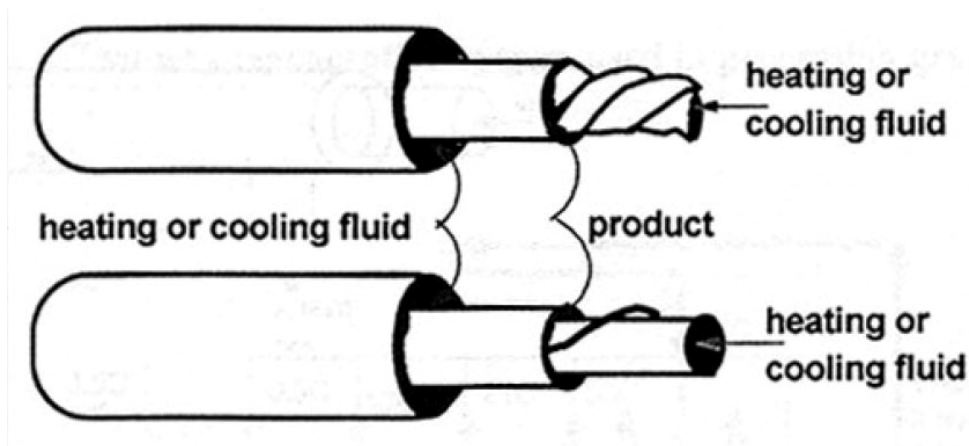
- ❖ ساده ترین نوع مبدل حرارتی غیر تماسی، مبدل حرارتی دو لوله ای است.
- ❖ این مبدل از لوله ای تشکیل شده است که داخل یک لوله هم مرکز دیگر قرار گرفته است.
- ❖ جریان های سیال به ترتیب در بخش حلقوی و لوله داخلی جاری می شوند.
- ❖ دو جریان به صورت هم جهت یا غیر هم جهت جاری می شوند.

❖ شکل زیر طرح یک مبدل حرارتی دولوله ای مختلف الجهت را نشان می دهد.



مبدل حرارتی سه لوله ای

❖ مبدل حرارتی سه لوله ای با تغییر اندکی در ساختار مبدل حرارتی دو لوله ای به دست می آید. در شکل زیر یک مبدل حرارتی سه لوله ای نشان داده شده است.



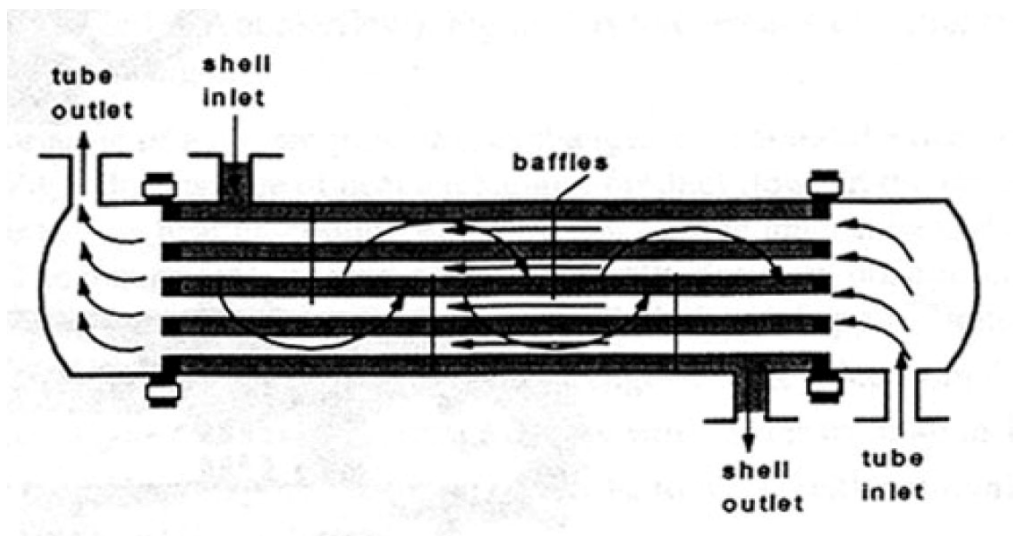
❖ محصول در بخش حلقوی داخلی جریان می یابد در حالی که عنصر سردکننده یا گرم کننده در لوله داخلی و بخش حلقوی خارجی جاری می شود.

❖ لوله ی داخلی تر از موانع مخصوصی تشکیل شده است که تلاطم ایجاد کرده و نرخ انتقال حرارت را بالا می برند.

- ❖ کاربردهای مبدل‌های حرارتی سه لوله‌ای عبارتند از: گرمایش آب پرتغال از 4°C تا 93°C و سرمایش آن تا دمای 4°C سرمایش آب شستشوی پنیر دلمه شده از 46°C تا 18°C با آب سرد و سرد کردن مخلوط بستنی از 12°C تا $0/5^{\circ}\text{C}$ به کمک آمونیاک.

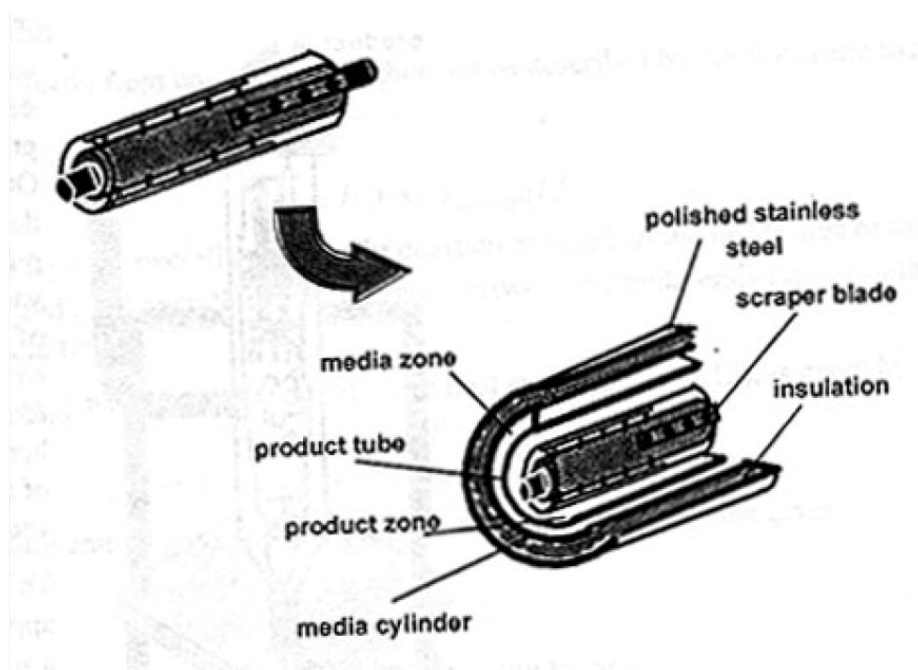
مبدل حرارتی پوسته و لوله

- ❖ مبدل حرارتی پوسته و لوله نوع دیگری از مبدل‌های حرارتی است که جهت گرمایش مایعات در سیستم‌های تبخیر به کار برده می‌شود.
- ❖ در حالی که یکی از دو سیال در داخل لوله‌ها جریان می‌یابد، سیال دیگر به روی لوله‌ها در بخش پوسته جاری می‌شود.
- ❖ جریان یافتن سیال در بخش پوسته و به روی لوله‌ها، میزان انتقال حرارت را افزایش می‌دهد.
- ❖ بفل‌های قرار گرفته در بخش پوسته، الگوی جریان متقاطع را ایجاد می‌کنند.
- ❖ بسته به نوع طراحی، تعداد گذرهای متفاوتی ایجاد می‌شود.
- ❖ شکل زیر یک آرایش دو گذر را نشان می‌دهد که جریان داخل لوله در بخش بالایی در یک جهت و در بخش پایینی در جهت مخالف جاری می‌شود.



مبدل های حرارتی صفحه زدوده (Scraped Surface)

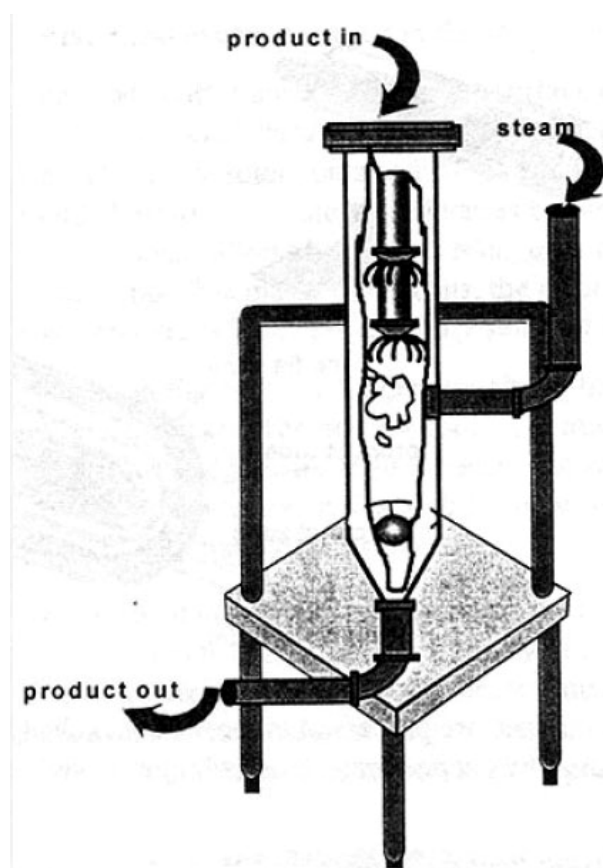
- ❖ در انواع معمول مبدل های حرارتی نرخ انتقال حرارت، تابع نیروی درگ هیدرولیکی (Drag Hydraulic) و مقاومت حرارتی فیلم تشکیل شده یا جرم گرفتگی در دیواره لوله است.
- ❖ اگر سطح داخلی به طور پیوسته پاک و زدوده شود، مقاومت حرارتی به حداقل خواهد رسید.
- ❖ سیلندر حاوی محصول و دواره (Rotor)، با یک ژاکت بیرونی پوشانده می شود که سیال سرد کننده یا گرم کننده، به این ژاکت فرستاده می شود. شکل زیر را ببینید.



- ❖ سیال های سرویس معمول مورد استفاده عبارتند از: بخار، آب داغ، شورآب (Brine) یا خنک کن هایی چون فرئون.
- ❖ اختلاط کامل و پیوسته در مبدل حرارتی صفحه زدوده به تولید محصولی یکنواخت از نظر طعم و مزه، رنگ، بو و ساختار می انجامد.
- ❖ کاربردهای این نوع مبدل ها عبارتند از: گرمایش، پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون، ژل بستن، امولسیون سازی، نرم سازی (Plasticizing) و کریستال سازی.
- ❖ مایعات با محدوده گسترده گرانی که قابل پمپاژ هستند، در این نوع مبدل ها به کار گرفته می شوند، از این جمله اند: آبمیوه ها، آب گوشت ها، کنسانتره های مرکبات، خمیر بادام زمینی، شیر سیب زمینی، و محتویات کلوچه های مغز دار.

مبدل های حرارتی تزریق بخار (Steam Infusion)

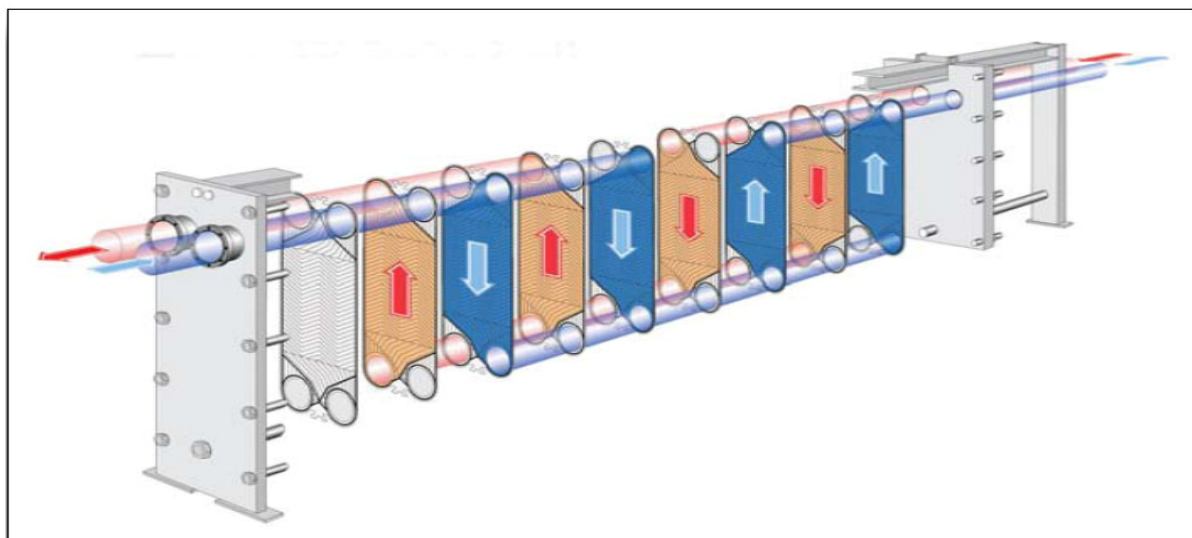
- ❖ مبدل حرارتی تزریق بخار امکان تماس مستقیم بین بخار و محصول را فراهم می کند.
- ❖ از روی شکل زیر مشاهده می گردد که محصول مایع به بالای مبدل حرارتی فرستاده می شود و سپس در محفظه حرارت به روی صفحات باریکی جریان می یابد.

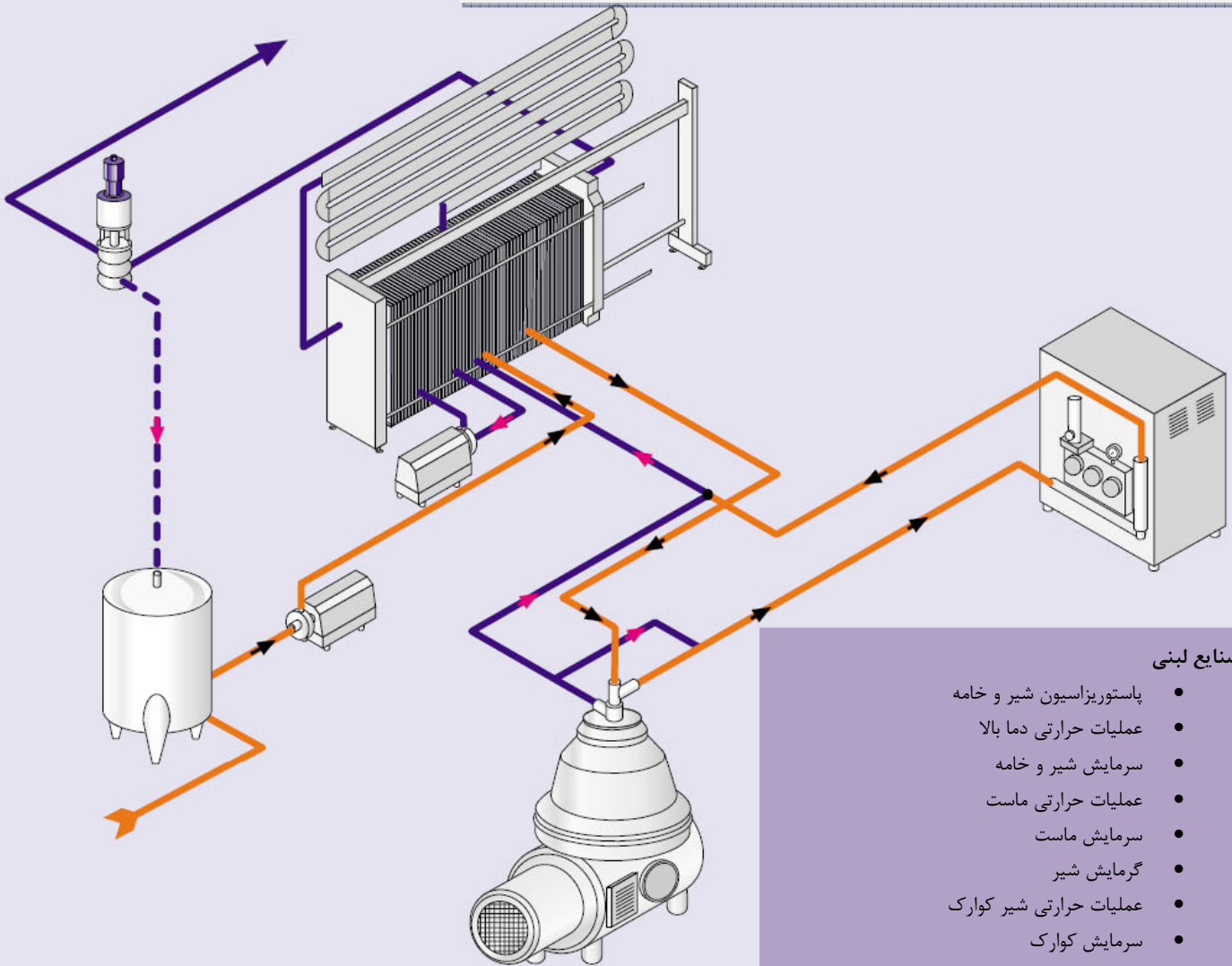


- ❖ در صورتی که بخار در تماس با قطرات کوچک و ریز غذا قرارگیرد، نرخ انتقال حرارت بالایی به دست می آید.
- ❖ محصول گرم شده به همراه بخار میعان یافته از پایین محفظه حرارتی خارج می گردد.
- ❖ کاربردهای این نوع مبدلها عبارتند از: پختن و استریلیزاسیون آب گوشت های تغلیظ شده، شکلات، پنیر فراوری شده، مخلوط های بستنی، فرنی، محتویات کلوچه مغزدار و شیر [1].

مبدل های حرارتی صفحه‌ای

مبدل حرارتی صفحه‌ای که جزء مرکزی مهندسی فرایند حرارتی می‌باشد همواره پایه مهندسی تاسیسات بوده است. موسسات تحقیقاتی بزرگ دنیا به طور مستمر روی طراحی و گسترش اجزا و سیستم‌ها فعالیت می‌کنند و این فعالیت‌ها همگام با نیازهای بازار در حال تحول و تمایلات موجود نسبت به دقیق شدن روی مشخصات محصولات می‌باشد [2, 3].





صنایع لبنی

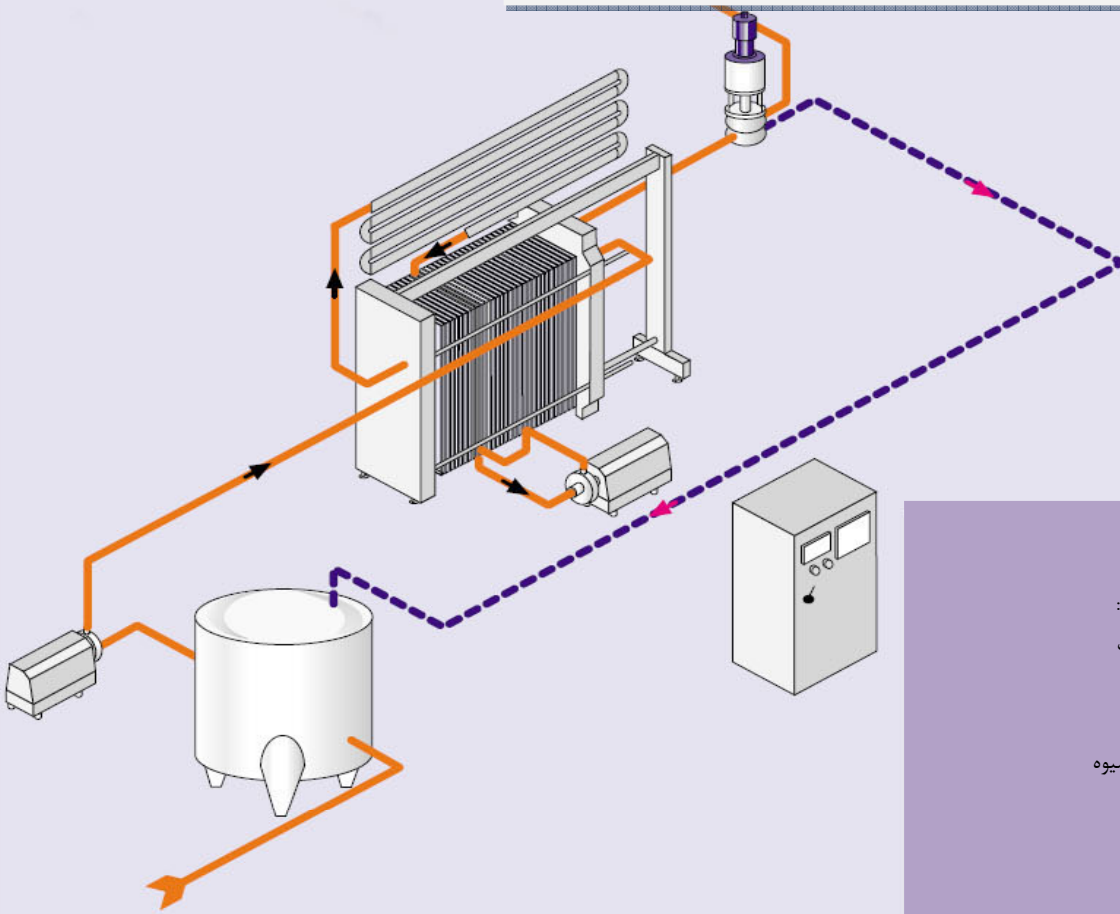
- پاستوریزاسیون شیر و خامه
- عملیات حرارتی دما بالا
- سرمایش شیر و خامه
- عملیات حرارتی ماست
- سرمایش ماست
- گرمایش شیر
- عملیات حرارتی شیر کوارک
- سرمایش کوارک
- گرمایش و سرمایش کشک
- عملیات حرارتی خامه اولیه برای کره گیری

صنایع غذائی

- پاستوریزاسیون تخم مرغ و محصولات آن
- سرمایش تخم مرغ و محصولات آن
- سرمایش خردل
- سرمایش و گرمایش انواع رب
- سرمایش و گرمایش چربی و روغن
- سرمایش و گرمایش مالت
- سرمایش و گرمایش دسرها
- و عملیات حرارتی نوع خاصی از خواروبار
- کاربردها در صنایع ماءالشعیرسازی:
 - سرمایش و گرمایش مخمر ماءالشعیر
 - جوش خارجی مخمر ماءالشعیر
 - چگالش بخارها
 - سرمایش ماءالشعیر سبز
 - سرمایش مخمر
 - پاستوریزاسیون ناگهانی مخمر
 - سرمایش نهایی ماءالشعیر
 - پاستوریزاسیون ناگهانی ماءالشعیر



کاربردها در صنایع آبمیوه و نوشیدنی



صنایع آبمیوه

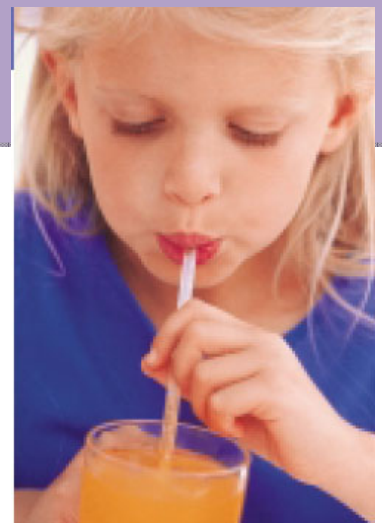
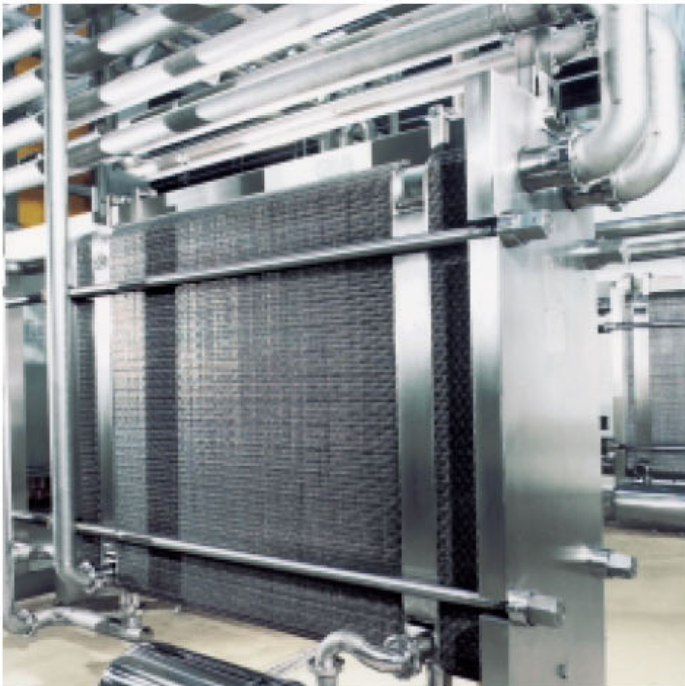
سرمايش و گرمایش و پاستوریزاسیون:

- مالت میوه ها و سبزیجات
- پوره میوه ها و سبزیجات
- آبمیوه حاوی فیبرها
- آبمیوه حاوی سلولهای میوه
- آبمیوه حاوی تفاله
- کنسانتره
- مواد معطر

صنایع نوشیدنی

سرمايش، گرمایش، پاستوریزاسیون :

- شیر
- نوشابه های کربناته و غیر کربناته
- محصول و آب سرویس

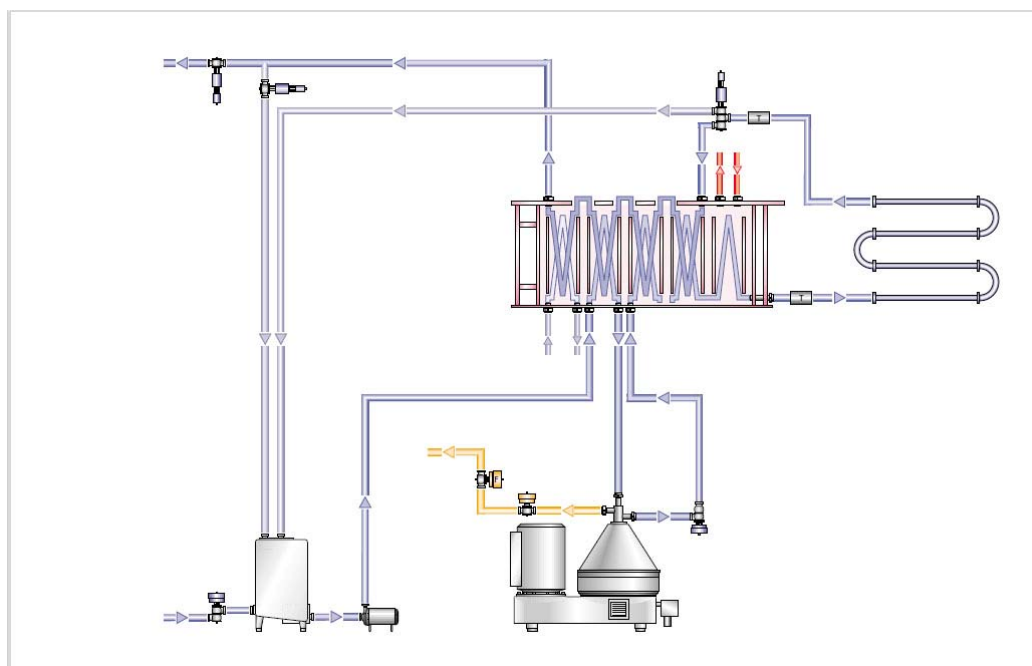


واحد فشرده پاستوریزاسیون شیر

خط پاستوریزاسیون قلب هر مجتمع لبنی است و گرمایش لازم را بنا به قوانین بهداشتی و اصول تکنولوژیکی تامین می‌کند. در کنار مبدل حرارتی، جداکننده کف‌گیر نیز از اجزا اصلی واحد است که شیر را به دو بخش خامه و شیر خامه‌گرفته جدا و به طور همزمان ذرات غیر شیر را حذف می‌کند. این واحدها به منظور تولید محصولات متنوع لبنی از جمله شیر مایع، شیر فوق‌گرم، شیر پنیر، شیر ماست، شیر کفیر، شیر پنیر شیرین، خامه پیچان، خامه قهوه، خامه تولید کره و... به کار می‌روند.

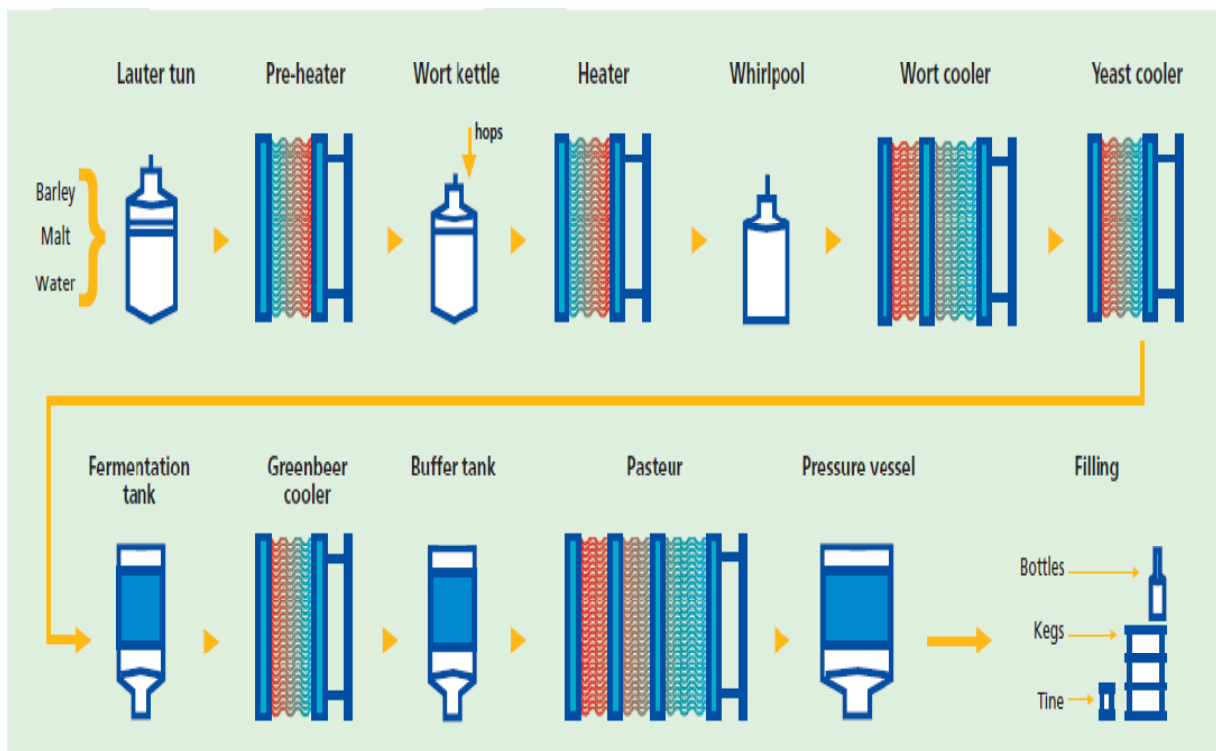
شیر در دمایی حدود 55°C به جدا کننده (جایی که به شیر بی‌چرب و خامه تفکیک می‌شود) تزریق می‌گردد. غلظت خامه بین ۴۵-۲۵٪ قابل تنظیم است. در جداکننده، شیر با نیروی گریز از مرکز از ذرات ناخالص جدا می‌شود.

خامه در دمایی حدود 55°C به یک خنک‌کن یا یک انبار واسطه فرستاده می‌شود. قبل از هر فرایند دیگری، خامه بایستی جداگانه پاستوریزه شود. پس از این شیر بی‌چرب تا دمای 74°C حرارت داده شده و در یک لوله برای ۱۵ ثانیه در همین دما نگه داشته می‌شود. دمای پاستوریزاسیون به طور پیوسته روی دستگاه نمایش داده شده و ضبط می‌شود. یک شیرفلکه معاوضه اتوماتیک در انتهای لوله نگهداری، شیر پاستوریزه شده به حد ناکافی را در صورتی که دمای آن از دمای حدی کمتر باشد، به تانک تعادل برمی‌گرداند. سپس شیر به بخش‌های بازیابی تزریق می‌شود تا شیر فراوری نشده ورودی را گرم کند. بازیابی ۹۲٪ از انرژی گرمایی، مصرف انرژی مجتمع را به حداقل می‌رساند. نهایتاً شیر تا دمای انبار $4-8^{\circ}\text{C}$ توسط یخ سرد می‌شود. شکل زیر یک خط پاستوریزاسیون را نشان می‌دهد [4].



روغن های خوراکی

در سالهای اخیر تجهیزات کاربردی روغن های خوراکی حتی در صنایع دیگر گسترش یافته است. عملیات حرارتی روی روغن های خوراکی، ارزش چشائی آن ها را بالا برده (خوش طعم و خوش مزه کرده) و عناصر ارزشمندی چون ویتامین ها را حفظ می کند [5].



بررسی سه نوع خاص مبدل های حرارتی صفحه ای محصول شرکت. **TRANTER PHE.**

بازده و انعطاف پذیری بالا، انتقال حرارت بهینه، هزینه تعمیر و نگهداری کم و ... نیاز های حیاتی امروز صنایع غذایی و نوشیدنی هستند. شرکت. **TRANTER PHE.** با عرضه مبدل های حرارتی **PLATECOIL** ، **SUPERCHANGER** و **MAXCHANGER** واجد استاندارد های صنایع، این مزایا را تامین می کند [6].

مبدل های حرارتی **PLATECOIL**

واحدهای **PLATECOIL** با طراحی متنوع و بیش از ۳۰۰ اندازه متفاوت، جهت کاربردهای مختلف در صنایع غذایی و نوشیدنی واحدهای ایده آلی به شمار می روند. این مبدل ها در تامین سرمایش و گرمایش مورد نیاز کاربردهای گوناگون در صنایع قابلیت تطبیق پذیری دارند. واحدهای **PLATECOIL** به عنوان تجهیزات گرمایشی غوطه ور، درون تانکی یا گیره ای برای ثابت نگه داشتن دمای محصولات در تانک ها شناخته شده هستند. هرچند کاربردهای آنها از مرز موارد اشاره شده فراتر رفته و شامل طرح های تجهیزات فرایندی مشتری- مهندسی نیز می شود. این واحدها از فلزات جوش خوری چون استیل کربنه، استیل ضد زنگ، تیتانیوم، مونل، نیکل و آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی ساخته می شوند. در این مبدل ها پرداخت های رنگ و روغن متنوعی جهت به حداقل رساندن رسوب گذاری و هزینه نگهداری و تعمیر مطرح هستند.



مبدل های حرارتی SUPERCHANGER

مبدل های حرارتی صفحه ای و قالبی نسبت به مبدل های حرارتی پوسته و لوله معمول، بازده بالاتری داشته و مقرون به صرفه تر هستند. این امر به خصوص در صنایع غذایی و نوشیدنی بارزتر است. واحدهای صفحه ای و قالبی SUPERCHANGER به دلایل زیر جزء بهترین مبدل ها محسوب می شوند:



۱- داشتن مقادیر بالای U، ۳ تا ۵ برابر بیشتر از مبدل های

پوسته و لوله

۲- طرح جریان متلاطم منحصر به فرد با حداقل رسوب گذاری

۳- جاگیری کم ۹۰-۵۰٪ نسبت به پوسته و لوله

۴- گسترش پذیری و تعمیر راحت

واحدهای SUPERCHANGER از اتصالات و قالبهای

ضد زنگ بهداشتی با مهر Three A تهیه می شوند

مبدل های حرارتی MAXCHANGER

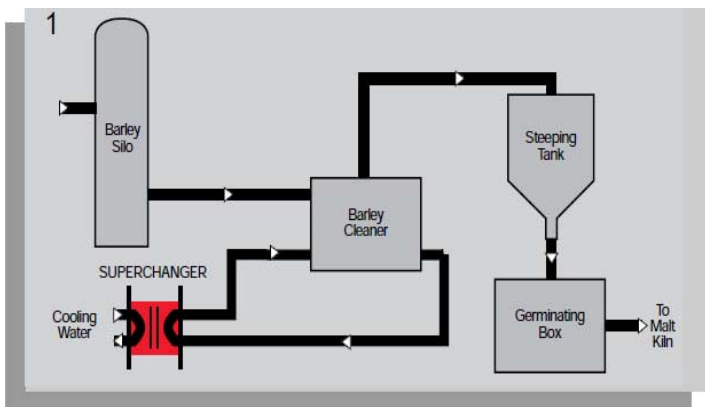
در صورتی که محدودیت مکانی نداشته باشیم یا مشکلات

مربوط به واشر مانع استفاده از واحدهای SUPERCHANGER شود، واحد فشرده تمام جوش MAXCHANGER بهترین گزینه برای بسیاری از کاربردهای صنایع غذایی و نوشیدنی خواهد بود.



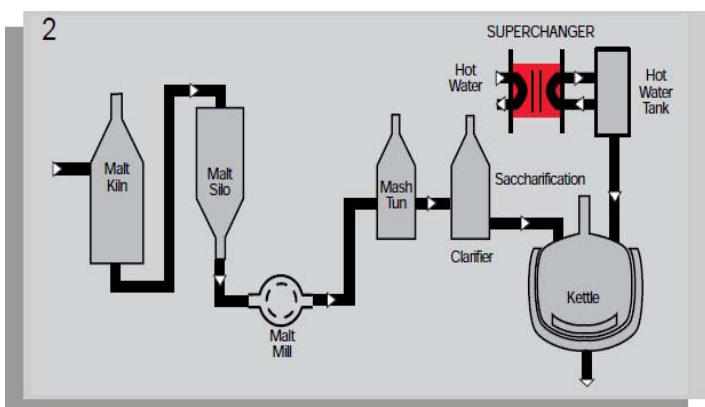
واحدهای SUPERCHANGER

۱- خنک کن آبی برای پاک کن جو



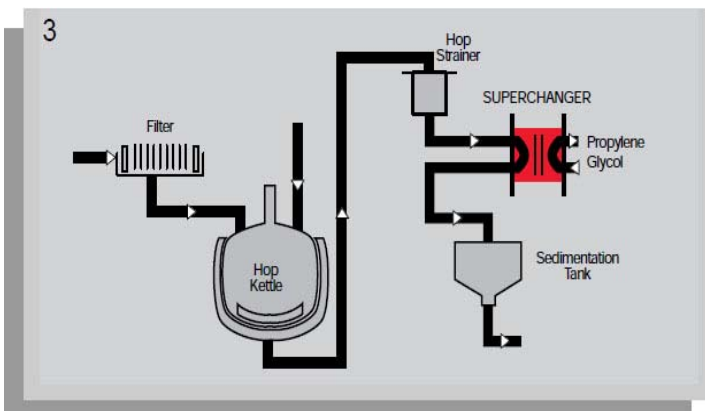
مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای و قالبی SUPERCHANGER برای کاربرد در صنایع ماء‌الشعیر- سازی از آغاز تا پایان همه فرایندها مناسب هستند. این مبدل‌ها خصوصا در آغاز فرایند ماء‌الشعیرسازی به عنوان خنک کن آبی پاک کن جو موثر هستند.

۲- گرم کردن آب برای قندسازی از مالت



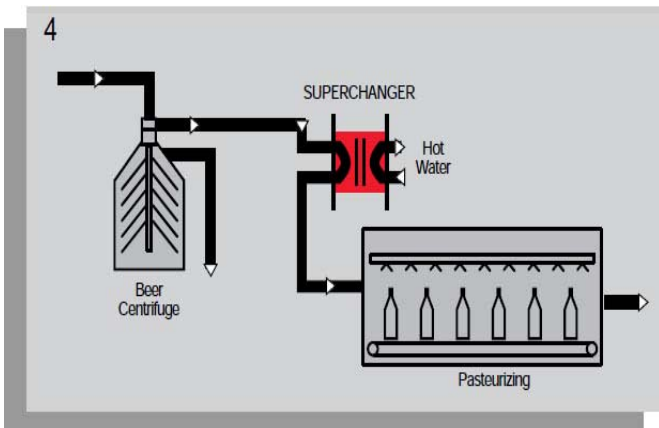
خیسانده مالت از ظرف تخمیر وارد تصفیه‌خانه‌ای می‌شود که تفاله‌های جو را قبل از استخراج شکر غربال می‌کند. خیسانده مالت سپس به دیگ پخت اولیه فرستاده می‌شود. آب گرم شده در واحد SUPERCHANGER قبل از افزودن ماء‌الشعیر و جوش کامل تا دمای مورد نظر به محتویات دیگ افزوده می‌شود.

۳- خنک کن مخمر ماء‌الشعیر مرحله اول



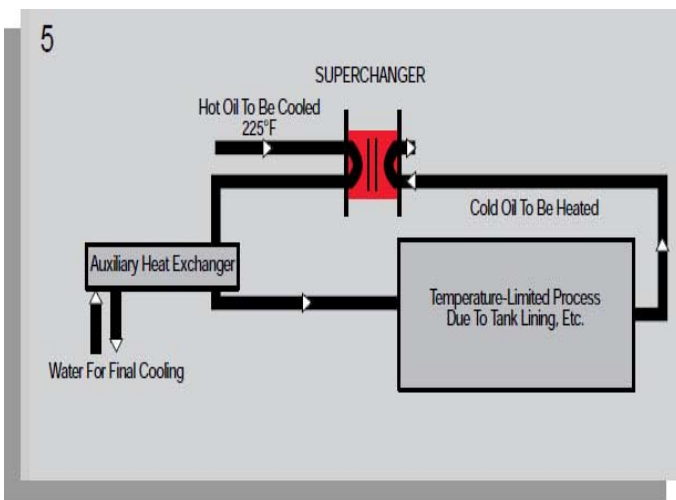
بعد از اینکه پروتئین و ماء‌الشعیر استفاده شده، توسط ظرف گرداب یا صافی پاک شد، مخمر ماء‌الشعیر تمیز از دمای 60°F تا دمای 35°F توسط واحد SUPERCHANGER به کمک پروپیلن گلیکول سرد می‌شود.

۴- مبدل پاستوریزاسیون ماءالشعیر



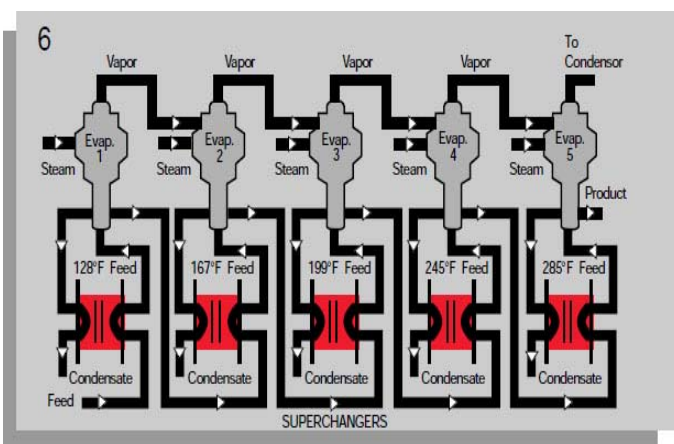
قبل از بسته بندی، بسیاری از ماءالشعیرهای را پر فروش به منظور رعایت اصول بهداشتی و افزایش زمان مجاز نگهداری کالا پاستوریزه می کنند. واحد SUPERCHANGER برای گرم کردن ماءالشعیر خروجی از سانتریفیوژ تا نقطه ای که تمام باکتری ها قبل از پر شدن بطری از بین روند، به کار می رود.

۵- بازیابی گرما در فرایند روغن گندم و سویا



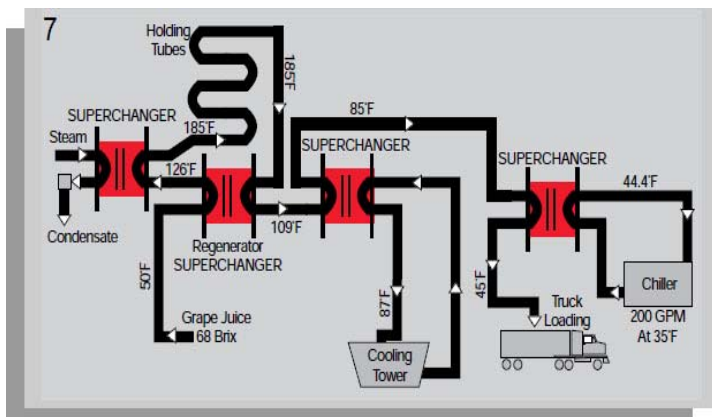
این مورد یکی از کاربردهای معمول واحدهای SUPERCHANGER است. جریان گرم روغن سبزیجات که نیاز به سرمایش دارند، جهت گرمایش جریان سردی که باید گرم شود به کار می رود. این فرایند در صورتی که گرمای از دست رفته دوباره مورد استفاده قرار گیرد، بسیار کاراست. واحدهای SUPERCHANGER همچنین به طور پیوسته با هدف بازیابی گرما و پیش گرم کردن آب یا مایعات دیگر با یک جریان گرم زاید، مورد استفاده قرار می گیرند.

۶- مبادله گرما از تبخیرکننده به آب شور ورودی

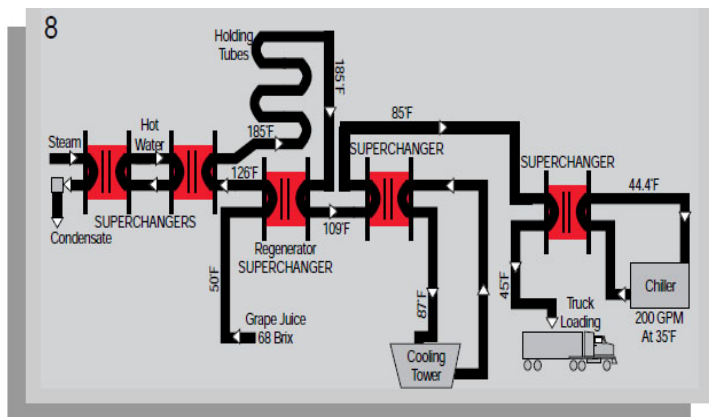


در مجتمع های تولید کلرید سدیم پنج واحد SUPERCHANGER به طور سری با تبخیرکننده ها، جهت مبادله گرما بین کندانس تبخیرکننده ها و شورآب ورودی مورد استفاده قرار می گیرد بدین ترتیب بازده فرایند تبخیر پنج برابر می شود. صفحه های تیتانیومی تثبیت شده با پالادیم، به طور معمول در این مبدل ها به کار گرفته می شوند.

۷- گرم کردن کنسانتره انگور جهت پاستوریزاسیون با استفاده از بخار

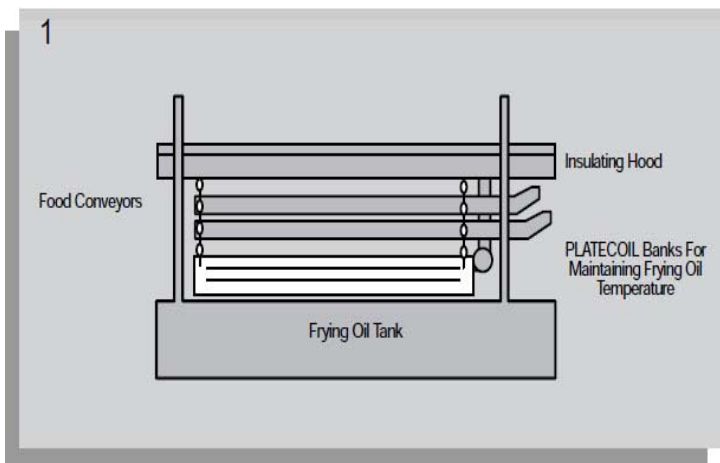


۸- پاستوریزاسیون توسط خنک کن SUPERCHANGER با استفاده از آب گرم



واحد های PLATECOIL

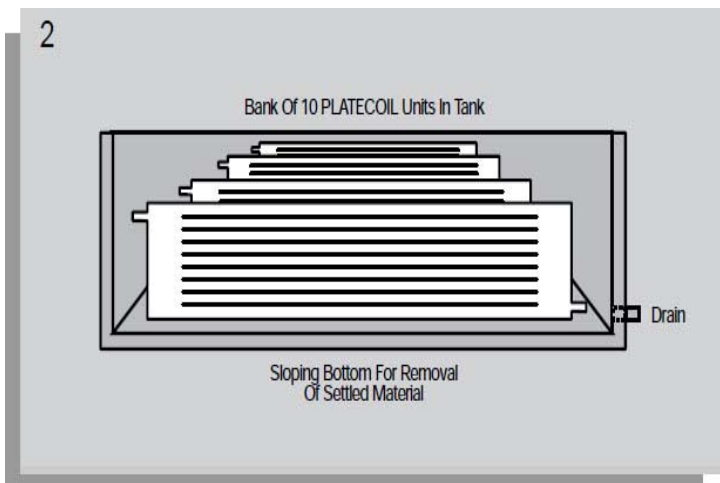
۱- مبدل‌های پره ای عمودی در سرخ‌کن‌های سیال غیرمستقیم



واحدهای جلاداده الکتریکی PLATECOIL به کار گرفته شده در سرخ‌کن‌های غیر مستقیم، مزایای فراوانی دارند: محصول فراوری‌شده با ثبات، ایمنی و راحتی بیشتر نیروی کار، تمیز کردن آسانتر و سریع تجهیزات و محصول روغن بهبود یافته. سیال گرم شده به صورت ترمال تا دمای 490°F بیرون بدنه بین واحدهای PLATECOIL شناور در تانک‌های سرخ‌کن، پمپاژ می‌شود. سپس در

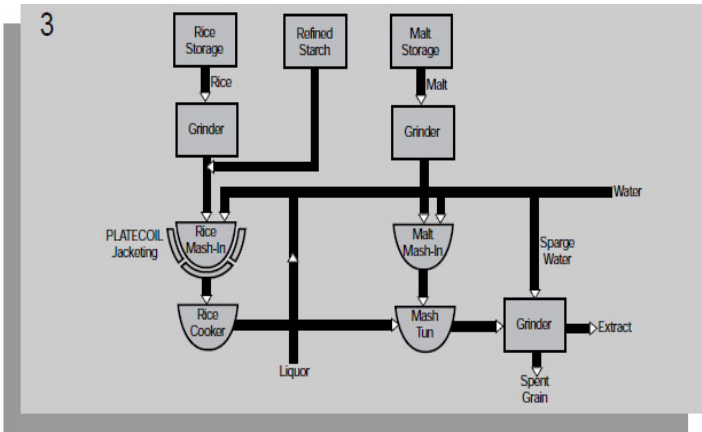
دمای 400°F به بیرون برگشت داده می‌شود به طوری که محیط سرخ‌کن معمولاً 20°F سردتر است.

۲- واحدهای انباشته در تانک‌ها جهت گرمایش محلول‌های شکر



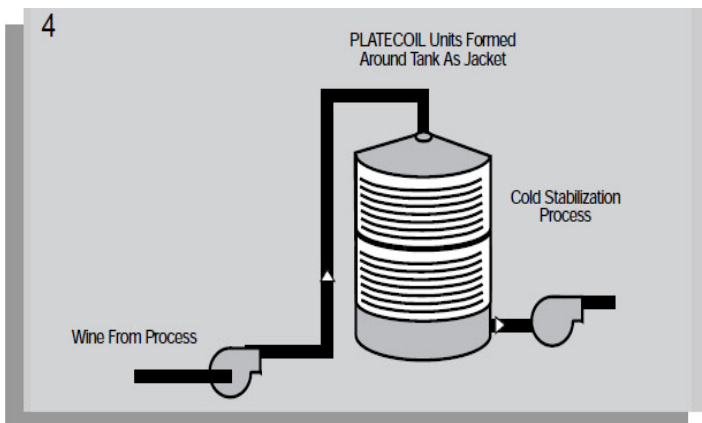
واحد PLATECOIL از جنس استیل ضدزنگ آب-داده و اثرناپذیر شده، جهت گرمایش محلول‌های نیشکر پالایش نشده از دمای 60°F تا 180°F و سفید کردن و پاکسازی، فشار بخار کمتری را می‌طلبد. با حرارت دادن شکر، ناخالصی‌های سبک و باکتری‌ها به بالا آمده و تصفیه می‌شوند. با کاهش گرانش نیز ناخالصی‌های سنگین رسوب کرده و جداسازی می‌شوند.

۳- ژاکت های یکپارچه برای خیسانده مالت برنج



کف دیگ خیسانده مالت برنج و چهار فوت از دیواره کناری آن با ژاکت PLATECOIL پوشانده می شود. ژاکت ها با بخار ۵۰ psi محتویات دیگ را در زمانی کمتر از ۱۱ دقیقه تا دمای مطلوب گرم می کنند. خیسانده مالت برنج پخته شده، قبل از صاف سازی و ماء الشعیر سازی به مالت افزوده می شود.

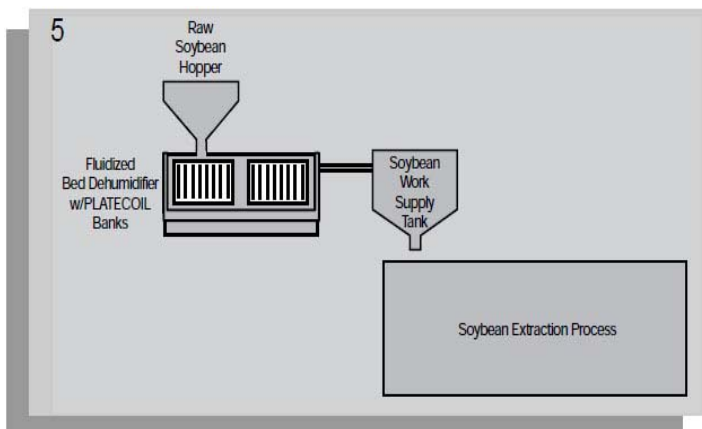
۴- تثبیت خنک برای پایین بردن دمای شراب



این روش، تکنیک تصفیه به همراه پایین آوردن دمای شراب تا ۳۲°F است. دمای پایین به رسوب املاح جوهر ترش و جامدات نامحلول و نیز به دست آوردن شراب پاک و تمیز کمک می کند. در تست های مقایسه ای، کاهش دمای مورد نظر در مخازن شراب سفید ۱۹۰۰۰ گالنی حاوی ژاکت های PLATECOIL در زمانی کمتر (به اندازه ۱/۲۵) نسبت به

مخازن ژاکت دار گود رخ می دهد. بعلاوه ژاکت های PLATECOIL قادرند با جریان ۲/۷ برابری از پروپیلن گلیکول، به عنوان خنک کننده عمل کرده و افت فشار کمتری نسبت به ژاکت های از نوع گودی داشته باشند.

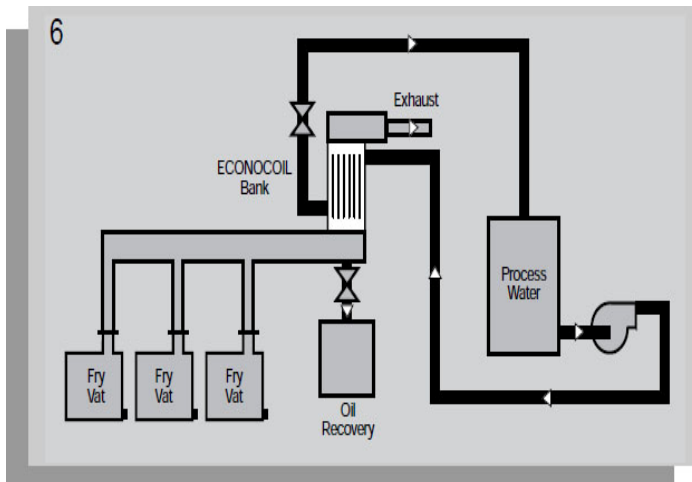
۵- بستر سیالی رطوبت گیر برای خشک کردن سویا



مصرف انرژی کمتر و بازیابی حلال بیشتر از ویژگی های پیشرفت های اخیر در استخراج پیوسته حلال فرایند عمل آوری دانه های روغنی است. بستر سیالی رطوبت گیر با PLATECOIL های انباشته متصل به استخراج گر ها، عملکرد فرایند را خصوصا در عملیات خشک کردن سویا بهبود می دهد. این ترکیب از تجهیزات در فرایند پنبه دانه ها، گیاهک گندم،

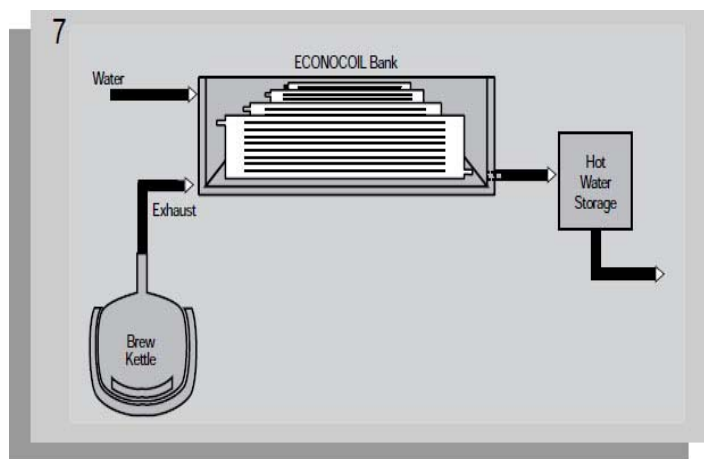
گیاهک ذرت، گل آفتابگردان، کانولا، کتان، گلرنگ، مغز نارگیل و قهوه نیز به کار می رود.

۶- مخزن بازیابی گرما در ظروف سرخ کن چپس سیب زمینی و ذرت



یک مخزن بازیابی گرمای ECONOCOIL از جنس استیل ضدزنگ جهت بازیابی گرما از ظروف سرخ کن چپس سیب زمینی و ذرت و گرمایش آب فرایندی ورودی به مجتمع به کار گرفته می شود. هوای خروجی مملو از روغن داغ ظرف سرخ کن، وارد مخزن ECONOCOIL می شود. آب فرایندی به مخزن هدایت و گرما از هوای خروجی مملو از روغن به آب منتقل می شود. چگالش روغن موجود در جریان هوای گرم مخزن و بازچرخ آن به ظروف سرخ کن، از دیگر مزایای این ترکیب است.

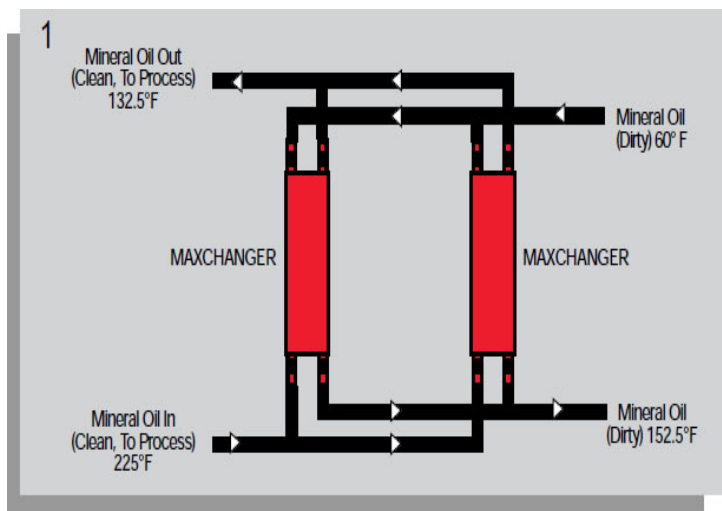
۷- مخازن ECONOCOIL جهت بازیابی گرمای دیگ ماءالشعیر



در چرخه ماءالشعیرسازی هوای گرم مرطوب حاصل، به سیستم ونت تخلیه می شود. مخازن بازیابی حرارتی ECONOCOIL با آرایش خاص 60D جهت بازگرفتن قسمت عمده انرژی هدررفته و پیش گرم کردن آب ورودی به واحد از 65°F تا 155°F به کار می رود. حذف دود خروجی، مزایای زیست محیطی نیز دارد.

واحد های MAXCHANGER

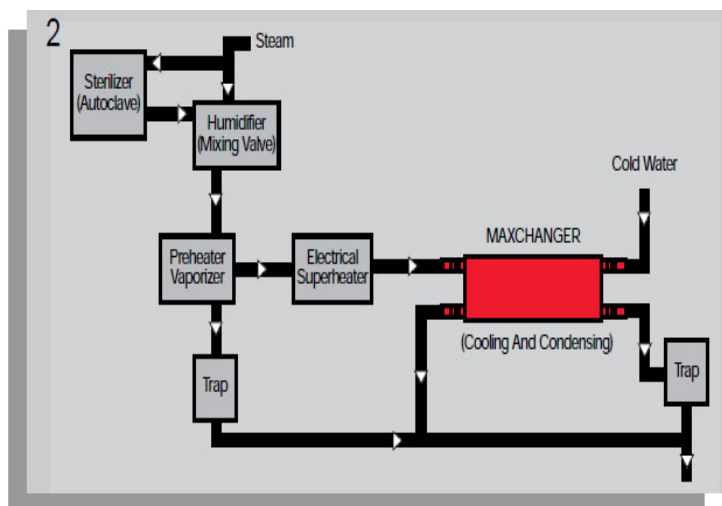
۱- خنک‌سازی روغن معدنی در واحدهای فرایندی غذایی



کاربرد مبدل‌های حرارتی چندگانه پوسته و لوله به دلیل داشتن هدایت حرارتی پایین و مبدل‌های صفحه‌ای و قالبی واشری به علت بندش سخت و نیز معایب واشرها در فرایندهای شستشو مناسب نیست. دو واحد موازی کوچک MAXCHANGER، نرخ انتقال حرارت بالایی فراهم می‌کند. به دلیل عدم استفاده از واشر هیچ‌گونه نشستی مشاهده نمی‌شود و هزینه کمتری دارند. هزینه تعمیر و نگهداری نیز به علت جنس مبدل‌ها (استیل ضد

زنگ ۳۱۶L) و یک‌پارچه بودن و عدم استفاده از واشر که در اثر استعمال فرسوده می‌شود، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

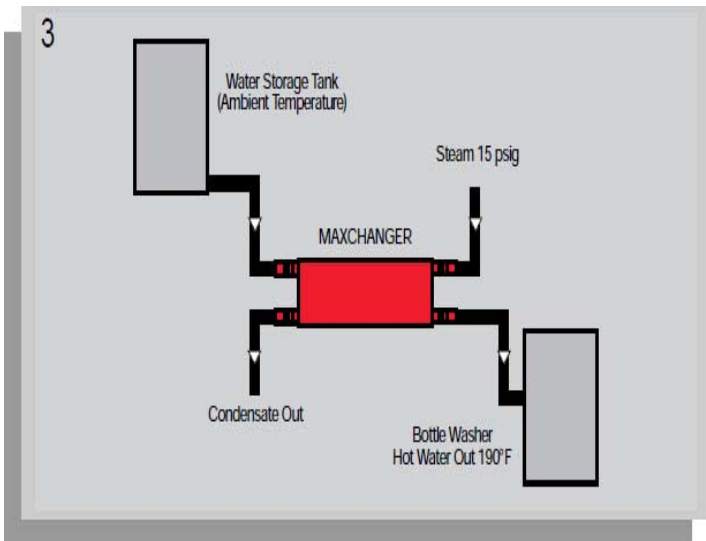
۲- استریلیزاسیون فوق اشباع در مجتمع‌های فرایندی غذایی



بخار و محصول میعان یافته از استریلیزگر در تاسیسات فرایندی غذایی که نیاز به استریلیزاسیون فوق اشباع دارند، قبل از تصفیه نهایی بازگالش و سرد می‌شود. واکنش سریع واحد MAXCHANGER همراه دمای بالا فوق-اشباع، زمان ماند لازم برای فرایند و به دنبال آن زمان کلی چرخه را کاهش می‌دهد.

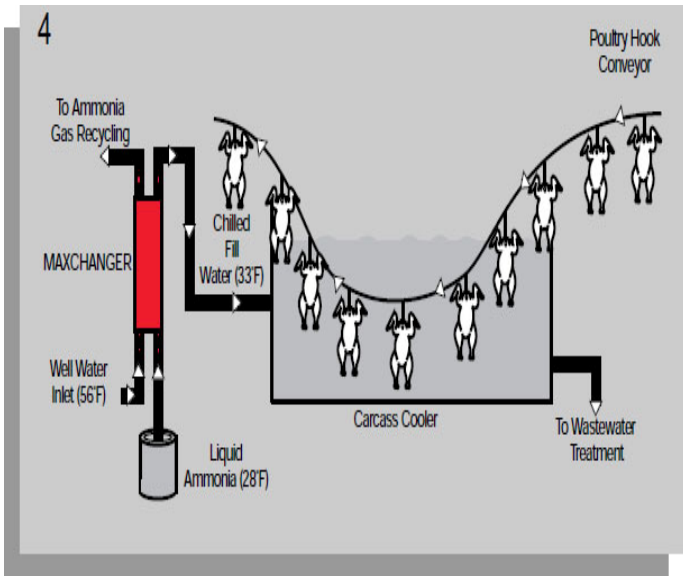
۳- گرمایش آبی داغ در تاسیسات قسمت غذایی

بازده بالا و هزینه نسبی کمتر واحدهای MAXCHANGER، این واحدها را به عنوان مبدل‌های حرارتی تامین آب گرم لحظه‌ای در دمای 190°F جهت شستشوی ظروف مطرح می‌کند. واکنش سریع، عملکرد بهینه و عملیات بدون نیاز به تعمیرات واحدهای تماماً جوش‌خورده کاربرد این واحدها را در تاسیسات بخش غذایی گسترده کرده‌است. گرمایش آب در چرخه بسته‌ای که از میان یک کوپل لوله‌ای پره‌دار برگشت داده می‌شود، از این جمله است.



۴- خنک سازی لاشه‌ها در مجتمع‌های فرایندی ماکیان

بعد از تمیز کردن بال و پر ماکیان، آن‌ها را به سمت خنک‌کن لاشه‌ها هدایت می‌کنند و در آنجا به کمک آب سرد 33°F جدا و شسته می‌شوند. کولر به طور پیوسته با آب تازه چاه که در دمای 56°F وارد یک MAXCHANGER شده و با آمونیاک مایع تا 33°F سرد می‌شود، پر می‌گردد. آمونیاک با دمای 28°F وارد MAXCHANGER شده و به سمت سیستم چرخشی خارج می‌شود. کولر مستمراً پر و خالی می‌شود تا دمای تانک ثابت بماند و اطمینان از پاک‌ی و تمیزی آب



حاصل شود. این سیستم توسط متخصصان شرکت TRANTER PHE طراحی شده و اداره غذا و داروی آمریکا (USFDA) قبل از به‌کارگیری آن‌را تایید کرده است.

مراجع

- 1-<http://www.homepage.eng.psu.ac.th/chem/ram/Heating%20and%20cooling.pdf>
- 2- <http://www.gea-phe.com>
- 3- <http://www.westfalia-separator.com>
- 4- <http://www.gea-ecoflex.com>
- 5-<http://www.tuchenhagendairysystems.com>
- 6- <http://www.tranter.com>