سیستم‌های هیدرونیک

سرمایش و گرمایش با آب

نشر یزداوگروه نشریات

فهرست مطالب

فصل اول

حرکت آب در لوله‌ها، فشار، ارتفاع ۱

کلیات ۱

گرمای ویژه و چگالی نسبی (Specific Gravity) ۴

گرانروی (Viscosity) ۷

رابطه میان فشار بخار و درجه حرارت ۸

هوای محلول در آب ۱۰

ضربه‌قوچ ۱۰

ΔT سیستم ۱۴

اصل اول ترمودینامیک – افت فشار در لوله‌ها ۱۶

افت ارتفاع ناشی از اصطکاک ۲۲

اندازه‌گذاری لوله‌ها و ضوابط مربوط به آن ۳۶

اندازه‌گذاری لوله‌ها ۴۲

تجهیزات مورد نیاز برای نصب روی سیستم‌های هیدرونیک ۵۷

فصل دوم

پمپ‌ها در سیستم‌های هیدرونیک ۶۱

تقسیم‌بندی پمپ‌ها ۶۱

تجهیزات جانبی مورد نیاز پمپ‌ها ۶۵

نیروهای وارده به پروانه و شفت پمپ ۶۷

قوانین پمپ‌ها ۶۸

نتیجه قوانین Affinity پمپ‌ها ۷۰
منحنی پمپ ۷۵
منحنی‌های با قوس کم (صاف) و قوس زیاد ۷۹
NPSH پمپ‌ها ۸۱
پروانه پمپ‌ها ۸۳
منحنی عملکرد پمپ‌های دور متغیر ۸۴
منحنی سیستم ۸۶
پمپ‌های موازی ۹۲
پمپ‌های سری ۹۴
انرژی مورد مصرف پمپ‌ها ۹۵
افت فشار اجزاء و متعلقات پمپ ۹۹
انتخاب پمپ‌های دور ثابت و متغیر ۱۰۲
کنترل پمپ‌ها در سیستم‌های هیدرونیک ۱۰۵
توالی کارکرد پمپ‌ها ۱۰۵
کنترل دور پمپ ۱۰۷
صرفه‌جویی در انرژی پمپ‌های دور متغیر ۱۱۲
صرفه‌جویی در انرژی پمپ‌های دور ثابتی که به صورت موازی بسته شده‌اند ۱۱۶
راندمان پمپ‌های دور متغیر ۱۱۷

فصل سوم
کویل‌ها و شیرهای کنترل ۱۲۱

کویل‌ها ۱۲۱
عوامل مؤثر در انتخاب کویل ۱۲۶
ضریب انتقال حرارت (U) ۱۲۷
سطح مؤثر کویل (A) ۱۲۸
منحنی عملکرد کویل ۱۳۱
عملکرد کویل در اثر تغییر مقدار جریان ۱۳۳
چگونگی کنترل ظرفیت کویل ۱۳۶
عملکرد کویل‌ها در حالت پاره‌پار ۱۳۸
شیر کنترل ۱۵۳
CV شیر کنترل ۱۵۴

منحنی مشخصه شیر ۱۵۵
اقتدار شیر کنترل (Valve authority) ۱۵۸
بهره شیر کنترل Control Valve Gain ۱۶۱
قابلیت دامنه شیر کنترل (Rangeability) ۱۶۲
نسبت TR (Turndown Ratio) ۱۶۴
انتقال فشار به شیر کنترل ۱۶۵
کاویتاسیون ۱۶۹
محرک شیر کنترل ۱۷۰
مشخصه محرک ۱۷۱
شیرهای متوازن‌کننده ۱۷۱
بزرگ گرفتن کویل ۱۷۳
شیرهای کنترل سه‌راهه ۱۷۴
شیرهای کنترل سه‌راهه با مشخصه خطی ۱۷۶
منحنی عملکرد کویل و شیر دوراهه (در سیستم جریان متغیر) ۱۸۶
عملکرد شیر سه‌راهه و کویل در سیستم جریان ثابت ۱۹۳

فصل چهارم
توزیع فشار در سیستم ۲۰۱

منبع انبساط – نقطهٔ فشار ثابت ۲۰۱
مثال ۱ ..... ۲۰۴
مثال ۲ ..... ۲۰۸
مثال ۳ ..... ۲۱۳
مثال ۴ ..... ۲۱۹
مثال ۵ ..... ۲۲۲
مثال ۶ ..... ۲۲۴
مثال ۷ ..... ۲۲۶

فصل پنجم
منبع انبساط و اعمال فشار ۲۲۹

فرایند پر شدن منبع ۲۲۹

تعیین فشارهای حداقل و حداکثر منبع انبساط ۲۳۶
خلاصه محاسبه و اندازه‌گذاری منبع انبساط ۲۶۸
مقایسه منبع انبساط بستهٔ متعارف با نوع دیافراگمی ۲۶۸
روش‌های اعمال فشار به سیستم ۲۸۸
اعمال فشار در مدار اولیه ۲۸۹
اعمال فشار در سیستم‌های MTW و HTW ۲۹۸
خلاصه ۲۹۹
تأثیر روشهای مختلف اعمال فشار روی زیرمدارها ۲۹۹
الف – زیرمدار، ادامه مدار اولیه ۳۰۰
زیرمدار ادامه مدار اصلی ۳۰۸
ب – زیرمدار به صورت مدار ثانویه ۳۱۷
سیستم‌های CHW و LTW ۳۴۹
مدار اولیه MTW، مدار ثانویه LTW ۳۴۹
اعمال فشار در سیستم‌های مشترک ۳۴۹
اعمال فشار زیرمدارها و شاخه‌ها به هنگام خاموش شدن سیستم ۳۵۱

فصل ششم
مدارهای هیدرونیک ۳۵۳

اهداف طراحی مدارهای هیدرونیک ۳۵۴
مدار سری انشعابی (Diverting) ۳۵۶
مدارهای دولوله‌ای ۳۵۸
مدار اولیه با استفاده از چند پمپ برای زون‌های مختلف ۳۶۴
مدار جریان متغیر (پمپ‌های دور ثابت) ۳۶۴
مدار جریان متغیر با لوله کنارگذر (پمپ‌ها دور ثابت) ۳۶۸
سیستم‌های توزیع دومداره ۳۷۱
مدار اولیه – ثانویه ۳۷۳
مدار اولیه با پمپ دور متغیر روی بارها ۳۷۶
سیستم‌های محله‌ای ۳۷۷
مدار اولیه – ثانویه – ثالثیه ۳۷۷
مدارهای Distributed ۳۸۳
مدار اولیه جریان متغیر (Variable Primary Flow) ۳۸۴

مدارهای حلقه‌ای ۳۸۷
مدارهایی که در چند نقطه موتورخانه دارند ۳۸۸
زیرمدارها ۳۹۱
زیرمدارهایی که در آنها از بوستر پمپ استفاده شده است ۳۹۱
استفاده از پمپ سیرکولاسیون روی لولهٔ کنارگذر ۳۹۴
ارتباط زیرمدار با مدار اولیه ۳۹۶
مدارهای اولیه - ثانویه ۴۰۳
کنترل مدار ثانویه ۴۰۸

فصل هفتم

مدارهای باز هیدرونیک، مدار برج خنک‌کن - کندانسور ۴۲۹

برج خنک‌کن ۴۲۹
۱ - برج‌های خنک‌کن جریان معکوس کشندهٔ القایی ۴۲۹
۲ - برج‌های خنک‌کن جریان متقاطع کشندهٔ القایی ۴۳۰
۳ - برج‌های جریان معکوس دمندهٔ اجباری ۴۳۱
روابط ریاضی مشخص‌کنندهٔ عملکرد برج‌های خنک‌کن ۴۳۲
فرایند انتقال حرارت و جرم در یک برج خنک‌کن جریان معکوس ۴۳۳
ظرفیت برج، اندازه و ضریب آن ۴۳۵
دامنه دمای آب رفت و برگشت (Range) و مقدار جریان عبوری ۴۳۶
از برج خنک‌کن ۴۳۶
ضریب برج خنک‌کن و نسبت میان جرم آب و جرم هوا ۴۳۶
نزدیکی Approach ۴۳۷
عواملی که بر عملکرد برج خنک‌کن تأثیر می‌گذارند ۴۳۸
تعیین مقدار آب تغذیه برج خنک‌کن ۴۴۳
محاسبه ارتفاع پمپ کندانسور ۴۴۵
مکش سیفونی آب در لوله پایین‌رو (Downcomer Siphon Draw) ۴۴۶
ورود هوا به داخل پمپ برج خنک‌کن ۴۵۱
خالی شدن تشتک برج از آب و ورود هوا به داخل سیستم ۴۵۳
جریان گردابی در دهانه خروجی برج ۴۵۴
NPSH وکاویتاسیون در پمپ برج‌های خنک‌کن ۴۵۵
مدار چیلر - برج خنک‌کن ۴۵۹

افت فشار لوله‌ها در مدار برج خنک‌کن ۴۶۳
چگونگی اتصال لولهٔ کنارگذر ۴۶۳
شیر کنترل روی لولهٔ کنارگذر ۴۶۴
لولهٔ کنارگذر برج خنک‌کن ۴۷۲
نازل‌هایی با افت فشار زیاد ۴۷۶
لولهٔ کنارگذر به‌مکش پمپ وصل است ۴۸۱
انتخاب پمپ، محل و لوله‌کشی پمپ ۴۸۳
کنترل برج خنک‌کن ۴۹۵
حالت بهینهٔ کارکرد برج خنک‌کن ۴۹۵
۱-کنترل روشن-خاموش شدن برج ۴۹۶
۲-کنترل ظرفیت ۴۹۹
۳-کنترل آب تغذیه ۵۰۵
۴-کنترل‌های ایمنی ۵۰۵

فصل هشتم
سیستم‌های آب سرد ۵۰۷

چیلرها ۵۰۷
سیکل تبرید ۵۰۷
اواپراتور ۵۰۸
کندانسورهای آب خنک (Water Cooled Condenser) ۵۰۸
کمپرسورها ۵۱۰
محرک چیلرها ۵۱۳
چگونگی تعیین حداکثر دمای آب خروجی از چیلر ۵۱۹
کنترل چیلرها ۵۲۹
کمپرسورهای ضربه‌ای یا رفت و برگشتی ۵۳۰
کمپرسورهای چرخشی پیچی (Rotary Screw) ۵۳۱
کمپرسورهای سانتریفیوژ ۵۳۱
بار و ظرفیت ۵۳۲
کنترل آب سرد ۵۳۵
آرایش چیلرها ۵۳۶
مدارهای اولیه- ثانویه ۵۳۹

افت‌وخیزهای مقدار جریان وکاهش دمای آب ۵۴۹
اتصال چیلر به صورت کنار جریان (Side Stream) ۵۵۷
سیندرم DT کم ۵۶۰
پمپ‌های دورمتغیر موازی ۵۶۸
توالی کار چیلرها ۵۷۵
چیلرهای سری ۵۷۷
مدار اولیه – ثانویه ۵۷۹
کنترل پمپ‌های ثانویه ۵۸۲
توالی کارکرد چیلرها در سیستم‌های اولیه جریان متغیر (VPF) ۵۸۸
مدار اولیه جریان متغیر (Variable Primary Flow, VPF) ۵۸۹
مقایسه دو سیستم اولیه – ثانویه (P-S) و اولیه جریان متغیر (VPF) ۶۰۰
استفاده از چیلرهایی با منابع انرژی متفاوت ۶۰۶
چیلرهای سری که به صورت جریان معکوس (Counter Flow) به هم بسته شده‌اند ۶۱۰
استفاده ازچیلر در کاربردهای صنعتی و غیرمتعارف ۶۱۰
هزینه‌های تهیه، حمل و نصب و راه‌اندازی، راهبری و ۶۱۳
تعمیر و نگهداری ۶۱۳
گرایش در آینده ۶۱۶

فصل نهم
سیستم‌های آب گرم دمای کم ۶۲۵

منابع تولید گرما ۶۲۶
۱ – دیگ‌های گازسوز و گازوئیل‌سوز متعارف غیرتقطیری ۶۲۶
دیگ‌های تقطیری ۶۳۲
دیگ و مخزن الکتریکی ۶۳۷
پمپ گرمایی هیدرونیک ۶۳۹
اتصال سیستم هیدرونیک به کلکتورهای خورشیدی ۶۴۶
گرماده‌ها (Heat Emitters) ۶۴۹
۱ – کنوکتورهای کویل- پره ۶۴۹
۲ – فن‌کویل‌ها ۶۵۷
۳ – رادیاتورها ۶۶۰
۴ – پادیوارهای تابشی (Radiant Baseboard) ۶۶۳

۵- پانل‌های تابشی ۶۶۷
روش‌های مختلف اتصال و کنترل دمای مدار تابشی ۶۹۱
روش‌های اتصال مدار تابشی به مدار اصلی ۷۰۱
شیرها، اتصالات و تجهیزات متفرقه ۷۱۹
شیرها ۷۱۹
چگونگی کنترل دیگ آب گرم ساختمان‌های مسکونی ۷۴۳
محاسبات تعیین افت ارتفاع، GPM و ۷۴۵
ترسیم منحنی سیستم ۷۵۰
مدارهای توزیع ۷۶۰
۱- مدار سری یک‌لوله‌ای ۷۶۲
۲- مدار سری یک لوله‌ای با چند زون که هریک به طور مستقل کنترل می‌شود ۷۶۵
۳- مدار چندزونه که هر زون پمپ سیرکولاسیون مخصوص به خود را دارد ۷۷۰
۴- مدار چندزونه - هر مدار شیر کنترل زون مربوط به خود را دارد ۷۷۷
۵- مدار دولوله‌ای (موازی) برگشت مستقیم ۷۸۲
۶- مدار دولوله‌ای (موازی) برگشت معکوس ۷۸۴
۷- مدار توزیع شعاعی (Home Run) ۷۸۶
۸- مدار اولیه- ثانویه ۷۹۰
۹- مدارهای توزیعی که از ادغام دو یا چند روش از روش‌های اشاره‌شده درست شده‌اند ۸۰۱

فصل دهم

سیستم‌های آب گرم دمای زیاد ۸۰۵

تقسیم‌بندی سیستم‌های آب گرم ۸۰۶
مزایای سیستم‌های آب گرم دمای زیاد ۸۰۷
مشخصات آب با دمای زیاد (HTW) ۸۱۱
دمای آب رفت و DT ۸۱۳
طراحی ۸۱۵
موارد کاربرد ۸۱۸
فشار مورد نیاز سیستم ۸۱۸
انبساط و اعمال فشار به سیستم ۸۲۴
اعمال فشار به توسط بخار با استفاده از یک دیگ بخار کوچک و مستقل ۸۲۷

منبع انبساط و اعمال فشار به توسط گاز نیتروژن ۸۳۰
پمپ ۸۴۵
مولدهای آب گرم دمای زیاد (HTW) ۸۵۳
راه‌های مختلف تولید آب گرم دمای زیاد HTW ۸۵۶
الف- استفاده از بخار برای تولید آب گرم HTW ۸۵۷
ب. مولدهای آتش مستقیم آب گرم دمای زیاد HTW ۸۵۸
پ- آرایش مولد HTW ۸۵۸
ت- دیگ‌های پکیج ۸۵۹
دیگ‌های آب- لوله (Water-Tube) ۸۵۹
کنترل ۸۶۱
طراحی لوله‌کشی مدار توزیع ۸۶۵
انشعاب‌گیری ۸۶۶
طراحی مدار توزیع ۸۶۶
سیستم‌های HTW ۸۷۰
الف -سیستم‌های دوپمپی ۸۷۰
ب- سیستم یک‌پمپی ۸۷۰
منبع آبشار (Cascade) ۸۷۷
مزایا و موارد کاربرد سیستم آبشار (Cascade) ۸۸۲
مبدل‌های حرارتی و مصرف‌کننده‌ها ۸۹۲
انتخاب پمپ‌های سیرکولاسیون ۹۰۱
بارها ۹۰۴
تصفیه آب تغذیه ۹۰۵

فصل یازدهم
بازیافت گرمایی، کویل‌های Runaround، سرمایش رایگان، ذخیره‌سازی سرمایی ۹۰۷

بازیافت گرمایی (Heat Recovery) ۹۰۷
موارد استفاده ۹۰۷
کمپرسورهای «جابجایی مثبت» (ضربه‌ای، حلزونی و پیچی) ۹۱۰
کمپرسورهای سانتریفیوژ ۹۱۲
محل چیلر بازیافت گرمایی ۹۱۷

انواع مختلف بازیافت گرمایی ۹۲۶
بازیافت گرمایی با استفاده از یک کندانسور یک‌تکه ۹۲۸
مدار چیلر با دو کندانسور ۹۲۹
بازیافت گرمایی بااستفاده از اتصال چیلرها به صورت Cascade ۹۳۹
گرمایش و سرمایش با یک چیلر ۹۳۹
چیلرهای گرماده (Templifier) ۹۴۲
چگونگی انتخاب چیلر بازیافت گرمایی ۹۴۴
بازیافت گرمایی - کویل Runaround ۹۴۶
سرمایش رایگان ۹۵۲
تعریف سرمایش رایگان ۹۵۲
حالت پاره‌بار و افزایش دمای آب برگشت ۹۵۲
جنبهٔ هیدرولیکی مسأله ۹۵۸
سرمایش رایگان و دمای تر هوای محیط ۹۶۰
شرایط استفاده از سرمایش رایگان ۹۶۱
چگونگی اتصال در حالت سرمایش رایگان ۹۶۴
استفاده بهینه از برج خنک‌کن ۹۶۹
ذخیره‌سازی سرمایی ۹۷۱
مزایای سیستم ذخیره‌سازی سرمایی ۹۷۱
انرژی مصرفی ۹۷۳
استراتژی‌های عملکرد و کنترل سیستم ذخیرهٔ سرمایی ۹۸۰
الف - عملکرد چیلر ۹۸۱
ب - چرخهٔ شارژ (Charge Cycle) ۹۸۴
پ - بهینه‌سازی عملکرد ۹۸۵
تأثیر روی سیستم‌های تأسیساتی دیگر ۹۸۷
فشار سیستم ۹۸۸
بازیافت گرمایی و ذخیرهٔ سرمایی ۹۸۹
سرمایش رایگان ۹۸۹
مقایسه سیستم‌ها ۹۹۰
حجم ذخیره‌سازی ۹۹۰
راندمان شارژ ۹۹۱
دمای آب سرد ۹۹۱
نوع مخزن ۹۹۱

ذخیرهٔ حرارتی محسوس ۹۹۱
عملکرد مخزن ذخیرهٔ سرمایی ۹۹۶
فشار ۱۰۰۰
ذخیره‌سازی به روش «برداشت یخ» (Ice Harvesting) ۱۰۱۱
ذخیره‌سازی یخ به روش «یخ روی کویل - ذوب خارجی» ۱۰۱۷
«یخ روی کویل - ذوب داخلی» ۱۰۲۳
ذخیره‌سازی به توسط «محفظه‌های حاوی یخ» ۱۰۳۶
سیستم‌های ذخیرهٔ سرمایی باز ۱۰۴۴
ذخیره‌سازی با یخ و سیستم‌های باز ۱۰۵۰

منابع ۱۰۶۳
فهرست موضوعی ۱۰۸۵