





دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب  
دانشکده فنی و مهندسی  
گروه مهندسی مکانیک

عنوان پروژه تخصصی:

## سیستم‌های خنک کننده ی مورد استفاده در نیروگاه‌های حرارتی

تهیه و تنظیم:

اسماعیل بالغ

کارشناسی ناپیوسته

مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات

استاد راهنما:

دکتر مهدی عباسقلی پور

بهمن 1388

## سپاسگزاری

وظیفه ی خود می دانم که از راهنمایی های ارزنده ی استاد گرانقدر جناب آقای دکتر مهدی عباسقلی پور و مهندس محمد عباسقلی پور که در پژوهش و نگارش آن متحمل زحمت گردیده اند و همه کسانی که در مراحل مختلف تحقیق راهنمایی و کمک نموده اند مخصوصا همکاران و مهندسين محترم و زحمتکش بخش توربین و سیستم خنک کن در نیروگاه حرارتی سهند بناب صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

تقدیم به همه کسانی که در راه پژوهش و تحقیق گام بر  
میدارند.....

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	چکیده
2	مقدمه
	<b>فصل اول - شرح کلی چگالنده</b>
7	1-1- مقدمه
8	2-1- کلیات
8	1-2-1- تعریف چگالنده و تشریح وظایف آن
9	2-2-1- انواع چگالنده‌های مورد کاربرد در نیروگاه‌ها و محدوده کاربرد آنها
9	1-2-2-1- چگالنده نوع سطحی
10	1-1-2-2-1- چگالنده سطحی خنک شونده با آب
13	2-1-2-2-1- چگالنده سطحی خنک شونده با هوا
13	2-2-2-1- چگالنده نوع تماس مستقیم
14	1-2-2-2-1- چگالنده نوع پاششی
16	2-2-2-2-1- چگالنده بارومتريک
17	3-2-2-2-1- چگالنده نوع فورانی
19	3-2-2-1- محدوده کاربرد انواع چگالنده
20	3-1- شرح اجزاء چگالنده‌ها
20	1-3-1- اجزاء چگالنده‌های سطحی
20	1-1-3-1- پوسته
21	2-1-3-1- جعبه‌های آب
23	3-1-3-1- لوله‌ها
29	1-3-1-3-1- اصلاح شکل سطحی خارجی و داخلی لوله‌ها
31	4-1-3-1- صفحات لوله
34	5-1-3-1- وضعیت استقرار بخش خنک کن هوا و محل تخلیه هوا
37	2-3-1- کلیات اجزاء چگالنده پاششی و عملکرد آن
40	1-2-3-1- بخش خنک کن هوا و محل تخلیه هوا
41	4-1- معرفی کلی نیازهای سیستم چگالنده
41	1-4-1- نیازهای کنترل چگالنده
42	2-4-1- نیازهای حفاظت چگالنده
43	1-2-4-1- اندازه گیری میزان نشتی هوا

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل دوم - شرایط و محدودیت‌های طراحی چگالنده</b>
45	1-2- وضعیت‌های استقرار
47	2-2- فصل مشترک‌های چگالنده با سایر سیستم‌ها
48	3-2- عوامل محیطی و محدودیت‌های آن
49	4-2- استانداردهای قابل استفاده در طراحی و ساخت
	<b>فصل سوم - روش طراحی چگالنده</b>
51	1-3- اطلاعات ورودی مورد نیاز
51	2-3- مبانی و معیارها
53	1-3-3- روش کلی طراحی حرارتی چگالنده سطحی
53	1-1-3-3- تعیین سطح حرارتی
58	1-1-1-3-3- آثار تغییرات TTD
59	2-1-1-3-3- رابطه ضریب انتقال حرارت کلی و مقاومت حرارتی
60	3-1-1-3-3- سرعتها
61	2-1-3-3- تعیین دبی آب گردشی و افت فشار
63	3-1-3-3- نتایج مورد نظر از طراحی چگالنده سطحی
63	2-3-3- روش طراحی حرارتی چگالنده پاششی
63	1-2-3-3- تعیین ابعاد چگالنده های پاششی
65	2-2-3-3- شیوه محاسبه انتقال حرارت در فیلم آب
67	3-2-3-3- محاسبه انتقال حرارت در محفظه های بخار
70	4-2-3-3- ملاحظات در رابطه با محاسبات
70	5-2-3-3- محاسبات خنک کن ثانوی و چاهک آب داغ [8]
73	4-3- روندنمای طراحی چگالنده ها
	<b>فصل چهارم - طراحی مفهومی چگالنده برای یک واحد 250 مگاواتی با اطلاعات نیروگاه</b>
	<b>شهید رجایی</b>
76	1-4- اطلاعات ورودی
78	2-4- بررسی گزینه های مختلف، انتخاب و پیشنهاد گزینه بهینه
79	3-4- انجام طراحی و ارائه نتایج
79	1-3-4- طراحی چگالنده سطحی
79	1-1-3-4- انجام محاسبات در حالت MCR - سوخت گاز
82	2-3-4- طراحی چگالنده پاششی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
88	فصل پنجم - مشخصات فنی چگالنده محاسبه شده
	فصل ششم - مفاهیم کلی و اولیه طراحی سیستم خنک کن اصلی و کمکی نیروگاه حرارتی
	سپهند
91	6-1-1- مقدمه
91	6-2-1- کلیات
91	6-3-1- تشریح وظایف سیستم خنک کن
91	6-4-1- معرفی اجمالی انواع سیستمهای خنک کن و محدوده کاربرد و اجزاء آنها
92	6-4-1-1- سیستم خنک کن یکبار گذر
93	6-4-2-1- سیستم خنک کن تر
94	6-4-2-1-1- انواع برجهای خنک کن تر
97	6-4-2-2-1- اجزای برجهای خنک کن تر
97	6-4-2-3-1- سیستم توزیع آب
98	6-4-2-4-1- پر کننده
100	6-4-2-5-1- حذف کننده
100	6-4-2-6-1- حوضچه برج
101	6-4-3-1- سیستم خنک کن خشک
101	6-4-3-1-1- انواع برجهای خنک کن خشک
101	6-4-3-2-1- برجهای خنک کن خشک مستقیم
102	6-4-3-3-1- برجهای خنک کن خشک غیر مستقیم
106	6-4-3-4-1- معرفی اجمالی انواع چگالنده های قابل استفاده در سیستم خنک کن هلو
107	6-4-3-5-1- اجزاء سیستم خنک کن خشک غیر مستقیم
108	6-4-3-5-1-1- چگالنده پاششی
108	6-4-3-5-2-1- گروه هیدرو ماشین (پمپ های آب گردشی)
109	6-4-3-5-3-1- دلتاها
110	6-4-3-5-4-1- خنک کننده اضطراری و پیش گرمایش
110	6-4-3-5-5-1- مخازن زیر زمینی
112	6-4-4-1- سیستم خنک کن خشک و تر
113	6-5-1- ارتباط فشار چگالنده با نوع سیستم خنک کن انتخابی
114	6-6-1- نیازهای کلی سیستم خنک کن اصلی
114	6-6-1-1- نیازهای بهره برداری

صفحه	عنوان	فهرست مطالب
114	2-6-6- روش جلوگیری از یخ زدگی آب در مبدلها	
116	7-6- تجهیزات سیستم هیدرولیک	
116	1-7-6- شیرآلات	
117	2-7-6- پمپها	
119	3-7-6- مشخصات فنی مبدلهای حرارتی	
	فصل هفتم - مفاهیم کلی و اولیه طراحی برای سیستم کنترل و ابزار دقیق سیستم خنک کن اصلی نیروگاه سهند	
123	1-7- کلیات	
123	1-1-7- توضیحات و ضوابط کلی برای سیستم کنترل و ابزار دقیق	
124	2-1-7- قابلیت اعتماد و قابلیت دسترسی سیستم (Reliability and Availability)	
124	3-1-7- سیستم تشخیص خطا (System Diagnostics)	
125	4-1-7- شرایط محیطی	
125	5-1-7- استانداردها و سیستم کدگذاری	
125	2-7- ساختار سیستم کنترل و ابزار دقیق سیستم خنک کن اصلی	
126	1-2-7- سطح کنترل اختصاصی (Individual Control level)	
126	2-2-7- سطح کنترل گروهی (Group Control level)	
127	3-2-7- کنترلهای دیگر	
129	3-7- پیکربندی سیستم کنترل و ابزار دقیق (Configuration of I & C System)	
129	4-7- ترتیبات سیستم کنترل و ابزار دقیق	
130	1-4-7- اتاق کنترل نیروگاه (UCR)	
130	2-4-7- اتاق سوئچگیر سیستم خنک کن اصلی	
132	3-4-7- محرکه های یکپارچه (Integrated Actuators-I.A.)	
133	4-4-7- سالن توربین و پمپ خانه	
133	5-4-7- برج خنک کن	
133	5-7- سیستم پشتیبان تجهیزات (Hardwired Back-up System)	
133	6-7- سیستم اعلام خطر	
134	7-7- منبع تغذیه	
134	8-7- سیستم اتصال زمین	
136	نتیجه گیری و پیشنهاد	
139	منابع	



---

صفحه	عنوان
23	جدول (1-1) - مشخصات لوله های چگالنده سطحی
26	جدول (2-1) - آلیاژهای با پایه مس برای لوله های چگالنده
28	جدول (3-1) - جنس لوله های چگالنده سطحی
34	جدول (4-1) - جنس صفحات اتصال لوله ها در چگالنده ها
57	جدول (1-3) - ضرایب $C_1$ تا $C_4$ در معادله (4-3) [9]
78	جدول (1-4) - اطلاعات مورد لزوم از چرخه
86	جدول (2-4) - کمیت های محاسبه شده برای چگالنده پاششی یک واحد 250 مگاوات
88	جدول (1-5) - مشخصات اصلی چگالنده سطحی در حالات مختلف قدرت تولیدی واحد
89	جدول (2-5) - مشخصات چگالنده پاششی طراحی شده

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (1-1) - شمایی از یک چگالنده سطحی با دوگذر	10
شکل (2-1) - نمودار جریان یک چگالنده تماس مستقیم از نوع پاششی	14
شکل (3-1) - نمودار درجه حرارت - آنتروپی در چگالنده تماس مستقیم	15
شکل (4-1) - چگالنده بارومتریک	16
شکل (5-1) - چگالنده نوع شیپوره ای یا فورانی	18
شکل (6-1) - فشار قابل دسترسی چگالنده در سیستمهای مختلف خنک کن [13]	19
شکل (7-1) - مقطع یک چگالنده سطحی با یک گذر و جعبه آب تقسیم شده	22
شکل (8-1) - چگالنده سطحی با دوگذر و جعبه آب تقسیم شده	22
شکل (9-1) - تصویر لوله طنابی و لوله صاف	30
شکل (10-1) - روشهای ثابت کردن لوله به صفحه لوله برای چگالنده های بزرگ	32
شکل (11-1) - اتصالات پوسته/ صفحه لوله/ جعبه آب در چگالنده	33
شکل (12-1) - مقطع یک چگالنده (لانه لوله)	35
شکل (13-1) - نمونه ای از یک چگالنده	36
شکل (14-1) - مقطع چگالنده بخش هوازدایی در عرض لوله های خنک کن هوا	36
شکل (15-1) - نمای ساده ای از یک قسمت چگالنده پاششی	38
شکل (16-1) - نمایی از یک چگالنده پاششی	40
شکل (17-1) - دیافراگم انفجاری (قابل ترکیدن)	42
شکل (1-2) - وضعیتهای چگالنده نسبت به توربین LP	46
شکل (1-3) - توزیع درجه حرارت در چگالنده	55
شکل (2-3) - مقادیر U و ضرایب تصحیح $F_m$ و $F_t$ [12]	56
شکل (3-3) - مقاومتها و لایه های انتقال حرارت	60
شکل (4-3) - افت فشار در جعبه های آب چگالنده، (A: یک گذر، B: دوگذر)	62
شکل (5-3) - افت فشار در لوله های چگالنده	62
شکل (6-3) - مدل بکار رفته جهت محاسبه چگالنده پاششی [6]	66
شکل (7-3) - تقسیم بندی یک فیلم آب به المان های مساوی جهت محاسبه [6]	67
شکل (8-3) - منحنی تغییرات نسبت $\frac{KF}{W}$ با تغییرات نسبت $\frac{m_g}{m_s}$ [6]	69
شکل (9-3) - روندنمای محاسبات سطح حرارتی چگالنده سطحی	73
شکل (10-3) - روندنمای محاسبات ابعاد چگالنده پاششی	74
شکل (1-6) - تقسیم بندی سیستمهای خنک کن نیروگاهی	92
شکل (2-6) - طراحی از یک سیستم خنک کن یکبارگذر	93

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
95	شکل (3-6)- برج تر با جریان اجباری هوا از نوع ناهمسو
95	شکل (4-6)- برج تر با جریان اجباری هوا از نوع متقاطع
96	شکل (5-6)- نمای کلی برج تر با جریان طبیعی از نوع جریان ناهمسو
97	شکل (6-6)- نمای کلی برج تر با جریان طبیعی از نوع جریان متقاطع
98	شکل (7-6)- انواع سیستمهای توزیع آب
99	شکل (8-6)- پرکننده ها با شکلهای مختلف
100	شکل (9-6)- چند نوع حذف کننده
102	شکل (10-6)- برج خشک مستقیم با جریان هوای اجباری
103	شکل (11-6)- خنک کن خشک غیرمستقیم با چگالنده سطحی و جریان اجباری
105	شکل (12-6)- طرح شماتیکی از سیستم خنک کن خشک غیرمستقیم
105	شکل (13-6)- نمونه ای از مبدلهای حرارتی نوع فورگو
112	شکل (14-6)- برج خنک کن خشک و تر
113	شکل (15-6)- مقادیر پیشنهاد فشار بخار خروجی از توربین برای انواع سیستم خنک کن
114	شکل (16-6)- طرح شماتیکی از موقعیت کرکره ها بر روی دلتا [1]