

دانشکده فنی

گروه مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

مدل سازی عددی جریان داخل درام بویلر

از:

سید رشیدالدین بنی مهد

استاد راهنما :

دکتر کوروش جواهرده

استاد مشاور:

دکتر رامین کوهی کمالی

بهمن ماه ۱۳۹۱

تقدیم به همه کسانی که دوستشان دارم

سپاس از زحمات استادان عالی قدر، آقایان دکتر جواهرده و دکتر کوهی کمالی،
جهت راهنمایی‌ها و زحماتی که در به سرانجام رساندن این پایان‌نامه و در دوران تحصیل برای
اینجانب متحمل شدند و تشکر فراوان از گروه صنعتی مپنا به منظور تعریف این پایان‌نامه
و راهنمایی‌های ناظر این پروژه، سرکار خانم مهندس خلیلی
و همچنین سپاس بسیار از مرکز تحقیقات پردازش‌های فوق سریع دانشگاه صنعتی امیرکبیر
به دلیل فراهم نمودن تجهیزات برای تحلیل در هندسه سه‌بعدی.

مدل‌سازی عددی جریان داخل درام بویلر

سید رشیدالدین بنی‌مهد

در پژوهش حاضر به بررسی چگونگی پدیده جدایش جریان دوفازی بخار و آب در داخل درام بویلر به صورت دوبعدی و سه‌بعدی پرداخته شده است. مدل‌سازی جریان تحت شرایط آدیاباتیک، آشفته، به صورت ناپایا و با روش حجم محدود می‌باشد. هندسه دوبعدی به منظور بررسی ابتدایی چگونگی حرکت جریان با استفاده از ساده‌سازی طرح سه‌بعدی و به صورت برشی از درام انتخاب شده است. هندسه سه‌بعدی منطبق با طرح صنعتی طراحی شده و جریان در آن به دو صورت وارد درام می‌شود: مخلوط اشباع بخار و آب از طریق لوله‌های بالا برنده و دیگری جریان مایع متراکم ورودی از سوراخ‌های لوله آب تغذیه. این جریان از طریق خروجی‌های لوله پایین‌آورنده و خشک‌کن خارج می‌گردند.

در این پژوهش از نرم‌افزار تجاری انسیس-فلوئنت^۱ ۱۴ به منظور شبیه‌سازی جریان بهره گرفته شده است. در شبیه‌سازی تفکیک جریان در درون درام از مدل اولیری استفاده شده است که کامل‌ترین روش برای مدل‌سازی جریان‌های دو یا چندفازی است. برای مدل‌سازی جریان آشفته از مدل $k-\epsilon$ و برای مدل‌سازی تغییر فاز درونی بین بخار و آب از معادله هرتز-نادسن^۲ بهره برده شده است. نتایج حاصل از مدل‌سازی چگونگی تفکیک جریان بخار و آب نشان می‌دهد که مدل‌سازی جریان بصورت سه‌بعدی به دلیل خطای کمتر نسبت به حالت دوبعدی، مطابقت بیشتری با نتایج تجربی دارد که این موضوع به سبب ماهیت سه‌بعدی پدیده جدایش فاز در درون درام است. همچنین در مدل‌سازی انتقال جرم در نظر گرفته شده و تاثیر تغییر در کسر حجمی نیز در حالت دوبعدی بررسی شده است.

کلید واژه: مدل‌سازی عددی، جریان دوفازی، درام، بویلر.

¹ ANSYS-Fluent

² Hertz-Knudsen

فهرست مطالب

ح	فهرست جدول‌ها.....
خ	فهرست شکل‌ها.....
د	فهرست علائم اختصاری (انگلیسی و یونانی).....
ر	چکیده فارسی.....
ز	چکیده انگلیسی.....
۱	فصل ۱. مقدمه و پیشینه‌ی تحقیق.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۲	۲-۱- بویلر.....
۳	۳-۱- انواع بویلر.....
۴	۴-۱- اجزای بویلر.....
۴	۵-۱- درام.....
۵	۱-۵-۱- درام بخار.....
۶	۱-۵-۱-۱- جداکننده‌ها.....
۷	۲-۵-۱- درام آب یا درام پایین.....
۷	۶-۱- ساختار کلی پایان‌نامه.....
۷	۷-۱- پیشینه‌ی تحقیق.....
۷	۱-۷-۱- پیشینه‌ی تحقیق در زمینه درام بویلر.....
۱۲	۲-۷-۱- پیشینه‌ی تحقیق در زمینه پدیده جدایش فاز.....
۲۶	۸-۱- اهداف و نوآوری‌های پژوهش حاضر.....
۲۶	۹-۱- جمع‌بندی فصل.....
۲۷	فصل ۲. معادلات حاکم بر مسئله.....
۲۸	۱-۲- مقدمه.....
۲۸	۲-۲- معادلات اساسی جریان دوفازی.....
۲۹	۱-۲-۲- معادله بقای جرم.....

- ۲۹..... ۲-۲-۲- معادله بقای مومنتوم
- ۳۰..... ۳-۲-۲- معادله بقای انرژی
- ۳۱..... ۳-۲- مدل‌های اساسی موجود در جریان دوفازی
- ۳۱..... ۱-۳-۲- مدل همگن
- ۳۲..... ۲-۳-۲- مدل جریان مجزا
- ۳۴..... ۳-۳-۲- رفتار تجربی جریان دوفازی در مدل جریان مجزا
- ۳۵..... ۴-۲- مقدمه‌ای بر مدل‌های حل عددی در جریان‌های چندفازی
- ۳۵..... ۵-۲- مدل‌های مختلف چندفازی اویلری- اویلری
- ۳۷..... ۶-۲- مقایسه مدل‌های عددی جریان‌های دوفازی
- ۳۸..... ۷-۲- مدل نهایی مناسب برای مدل‌سازی جریان دوفازی
- ۳۸..... ۸-۲- تئوری مدل اویلری
- ۳۸..... ۱-۸-۲- محدودیت‌های مدل اویلری
- ۳۹..... ۲-۸-۲- معادله کسر حجمی
- ۳۹..... ۳-۸-۲- معادلات پایستگی
- ۴۱..... ۴-۸-۲- نیروی بالابرنده
- ۴۱..... ۵-۸-۲- نیروی حجم مجازی
- ۴۱..... ۶-۸-۲- ضریب تغییر سیال- سیال
- ۴۲..... ۷-۸-۲- نیروی پسا
- ۴۳..... ۸-۸-۲- انتقال حرارت
- ۴۳..... ۹-۸-۲- فصل مشترک متمرکز
- ۴۵..... ۱۰-۸-۲- مدل‌سازی انتقال جرم در جریان دوفازی آب و بخار
- ۴۷..... ۹-۲- مقدمه‌ای بر مدل‌های حل عددی جریان‌های دوفازی آشفته
- ۴۸..... ۱۰-۲- خصوصیات جریان آشفته
- ۴۹..... ۱-۱۰-۲- معادلات ناویر- استوکس متوسط‌گیری شده رینولدز (RANS)
- ۵۰..... ۲-۱۰-۲- مدل کردن آشفته‌گی
- ۵۰..... ۱-۲-۱۰-۲- مدل اسپالارت آلماراس

۵۱.....	۲-۱۰-۲-مدل کی-اپسیلون
۵۲.....	۲-۱۰-۳-مدل کی-اومگا
۵۲.....	۲-۱۰-۴-مدل تنش رینولدز
۵۳.....	۲-۱۰-۳-مدل سازی نزدیک دیواره
۵۵.....	۲-۱۰-۴-مدل نهایی مناسب برای مدل سازی جریان آشفته
۵۶.....	۲-۱۰-۵-مدل های آشفته کی-اپسیلون در مدل اوپلری
۵۷.....	۲-۱۰-۵-۱-معادلات انتقال کی-اپسیلون در مدل اوپلری
۵۷.....	۲-۱۰-۵-۲-انتقال مومنتوم آشفته بین فازی
۵۸.....	۲-۱۱-جمع بندی فصل
۵۹.....	فصل ۳. شبیه سازی عددی
۶۰.....	۳-۱-مقدمه
۶۰.....	۳-۲-دامنه محاسباتی
۶۰.....	۳-۲-۱-دامنه محاسباتی در هندسه دوبعدی
۶۱.....	۳-۲-۲-دامنه محاسباتی در هندسه سه بعدی
۶۲.....	۳-۳-تولید شبکه
۶۲.....	۳-۳-۱-تولید شبکه و شرایط مرزی در طرح دوبعدی
۶۴.....	۳-۳-۲-استقلال از شبکه در طرح دوبعدی
۶۵.....	۳-۳-۳-تولید شبکه و شرایط مرزی در طرح سه بعدی
۶۷.....	۳-۳-۴-استقلال از شبکه در طرح سه بعدی
۶۸.....	۳-۳-۵-کیفیت شبکه
۶۸.....	۳-۳-۶-تراکم لایه مرزی و شبکه بندی نزدیک دیواره
۶۹.....	۳-۵-روش استفاده از مدل اوپلری
۶۹.....	۳-۶-روند حل
۷۰.....	۳-۷-جمع بندی فصل
۷۱.....	فصل ۴. بحث و بررسی نتایج
۷۲.....	۴-۱-مقدمه

۷۲	۲-۴- نتایج خروجی در طرح دوبعدی
۷۵	۳-۴- بررسی تغییر در کسر حجمی بخار
۷۵	۱-۳-۴- تاثیر تغییر در کسر حجمی بخار روی جدایش فازها
۷۶	۲-۳-۴- تاثیر تغییر در کسر حجمی بخار روی انتقال جرم
۷۷	۴-۴- نتایج خروجی در طرح سه بعدی
۷۹	۵-۴- جمع بندی فصل
۸۰	فصل ۵. نتیجه گیری و پیشنهادات
۸۱	۱-۵- مقدمه
۸۱	۲-۵- نتیجه گیری و جمع بندی
۸۲	۳-۵- پیشنهاد برای ادامه کار

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲ مقادیر ضرایب موجود در رابطه (۲-۲۱) در شرایط جریانی مختلف ۳۳
- جدول ۲-۲ تعیین نوع جریان هر فاز با توجه به مقادیر اعداد رینولدز فازهای مایع و بخار ۳۳
- جدول ۳-۲ مقادیر متغیر C در روابط (۲-۲۳) و (۲-۲۴) ۳۴
- جدول ۱-۳ ابعاد هندسی دامنه محاسباتی در حالت سه‌بعدی ۶۱
- جدول ۲-۳ فهرست المان‌بندی طرح دوبعدی ۶۳
- جدول ۳-۳ فهرست شرایط مرزی اعمال شده در طرح دوبعدی ۶۳
- جدول ۴-۳ بررسی پارامترهای میانگین افت فشار و کسر حجمی برای استقلال شبکه در طرح دوبعدی ۶۴
- جدول ۵-۳ فهرست المان‌بندی طرح سه‌بعدی ۶۶
- جدول ۶-۳ فهرست شرایط مرزی اعمال شده در طرح سه‌بعدی ۶۷
- جدول ۷-۳ بررسی پارامترهای میانگین افت فشار و کسر حجمی برای استقلال شبکه در طرح سه‌بعدی ۶۸

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ نمایی از بویلر لوله آب و تجهیزات آن ۲
- شکل ۲-۱ درام. (الف) نمای شماتیک درام، (ب) درام واقعی مسئله ۵
- شکل ۱-۲ نواحی مختلف لایه مرزی در یک جریان آشفته ۵۳
- شکل ۲-۲ مقایسه رهیافت «توابع دیواره» و «مدل سازی نزدیک دیواره» ۵۴
- شکل ۱-۳ نمایی شماتیک از هندسه دوبعدی درام. ۶۰
- شکل ۲-۳ نمایی شماتیک از هندسه سه‌بعدی درام. ۶۱
- شکل ۳-۳ نمایی از شبکه‌بندی دامنه محاسباتی به صورت دوبعدی. (الف) نزدیکی دیواره در مدخل ورودی، (ب) اطراف لوله آب تغذیه و (ج) در اطراف صفحات منحرف‌کننده جریان. ۶۲
- شکل ۴-۳ نمایی از شبکه‌بندی دامنه محاسباتی. (الف) در اطراف لوله پایین‌آورنده، (ب) اطراف لوله بالا برنده و (ج) نزدیکی دیواره‌ها، صفحات منحرف‌کننده جریان و لوله آب تغذیه. ۶۶
- شکل ۵-۳ الگوریتم فرایند حل جریان‌های چندفازی. ۷۰
- شکل ۱-۴ کانتور تابع جریان بخار در درون درام در حالت دوبعدی ($\alpha=0/67$). ۷۳
- شکل ۲-۴ (الف) کانتور چگونگی توزیع کسر حجمی بخار در درون درام در حالت دوبعدی، (ب) نمودار توزیع کسر حجمی بخار روی خط مرکزی در حالت دوبعدی و مقایسه با داده‌های صنعتی ($\alpha=0/67$). ۷۳
- شکل ۳-۴ (الف) کانتور توزیع فشار در درون درام در حالت دوبعدی، (ب) نمودار توزیع فشار روی خط مرکزی در حالت دوبعدی ($\alpha=0/67$). ۷۴
- شکل ۴-۴ (الف) کانتور انتقال جرم از آب به بخار در درون درام در حالت دوبعدی، (ب) نمودار توزیع انتقال جرم از آب به بخار روی خط مرکزی در حالت دوبعدی ($\alpha=0/67$). ۷۴
- شکل ۵-۴ تاثیر تغییر در کسر حجمی بخار روی جدایش فازها در حالت دوبعدی. ۷۶
- شکل ۶-۴ تاثیر تغییر در کسر حجمی بخار روی انتقال جرم در حالت دوبعدی. ۷۶
- شکل ۷-۴ کانتور چگونگی توزیع کسر حجمی بخار در درون درام در حالت سه‌بعدی. ۷۷
- شکل ۸-۴ نمودار توزیع کسر حجمی بخار در حالت سه‌بعدی روی خط مرکزی و مقایسه با داده‌های صنعتی. ۷۷
- شکل ۹-۴ کانتور توزیع فشار در درون درام در حالت سه‌بعدی. ۷۸
- شکل ۱۰-۴ نمودار توزیع فشار روی خط مرکزی در حالت سه‌بعدی. ۷۸
- شکل ۱۱-۴ نمودار توزیع انتقال جرم از فاز آب به بخار روی خط مرکزی در حالت سه‌بعدی. ۷۹

فهرست علائم اختصاری (انگلیسی و یونانی)

مساحت	:	$A[m^2]$
ضریب پسا	:	C_D
نیروی پسا	:	$f[N]$
نیروی اعمال شده توسط فاز مایع	:	$\vec{F}_f[N]$
نیروی اعمال شده توسط فاز گاز	:	$\vec{F}_g[N]$
نیروی بالابرنده	:	$\vec{F}_{lift}[N]$
نیروی حجم مجازی	:	$\vec{F}_{vm,q}[N]$
شار جرمی	:	$G[kg/m^2s]$
تولید انرژی جنبشی آشفته k ناشی از اثر شناوری	:	G_b
تولید انرژی جنبشی آشفته k به علت گرادیان‌های سرعت متوسط	:	G_k
گرمای نهان تبخیر	:	$h_{fg}[J/kg]$
شار حجمی سطحی برای فاز مایع	:	$j_f[m/s]$
شار حجمی سطحی برای فاز گاز	:	$j_g[m/s]$
ضریب تغییر مومنتوم بین فازی	:	K_{pq}
طول مشخصه	:	$L_s[m]$
نرخ جریان جرمی	:	$\dot{m}[kg/s]$
عدد ناسلت	:	Nu
فشار	:	$P[pa]$
عدد پرانتل	:	Pr
دبی حجمی	:	$Q[m^3/s]$
جذب حرارت خالص از محیط بر واحد جرم	:	$\dot{q}[W/m^3kg]$
شدت تغییر حرارت بین فاز	:	$Q_{pq}[W]$
عدد رینولدز	:	Re
نیروی بین فازی	:	$\vec{R}_{pq}[N]$

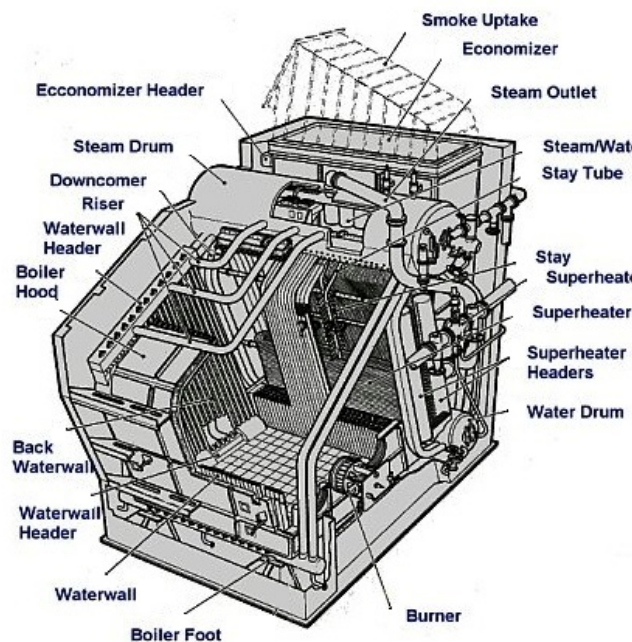
عدد استوکس	:	St
دما	:	T[K]
زمان پاسخ سیستم	:	t_s [s]
سرعت فاز مایع	:	U_f [m/s]
سرعت فاز گاز	:	U_g [m/s]
سرعت حدی حباب	:	u_r [m/s]
سرعت میانگین نوسان حباب	:	u_t [m/s]
سرعت اصطکاکی	:	u_τ [m/s]
سرعت مشخصه	:	V_s [m/s]
کار خالص انجام شده روی محیط بر واحد جرم	:	\dot{w} [W/m ³ kg]
عدد وبر	:	We
پارامتر فصل مشترک متمرکز	:	X_p [m ² /m ³]
کسر حجمی	:	α
لزجت دینامیکی	:	μ [N.s/m ²]
لزجت سینماتیکی	:	ν [m ² /s]
جرم مخصوص	:	ρ [kg/m ³]
عدد پرانتل	:	σ
تنش برشی	:	τ [N/m ²]
زمان پاسخ ذره (زمان تخفیف ذره)	:	τ_d, τ_p [S]
نسبت زمان مشخصه سرعت بخار و سرعت نسبی	:	η
تاثیر نوسانات جریان‌های آشفته تراکم پذیر بر نرخ اتلاف نهایی ε	:	Y_M

فصل ۱. مقدمه و پیشینه‌ی تحقیق

۱-۱- مقدمه

امروزه بهینه‌سازی مصرف انرژی باعث شده است که سیستم‌های مورد استفاده در تولید و مصرف انرژی بیشترین بازدهی را داشته باشند. در سیستم‌های تولید انرژی مطالعه رفتار سیال و بهینه کردن این سیستم‌ها زمینه فعالیت گسترده‌ای را ایجاد نموده است. یکی از قسمت‌های مهم در تولید انرژی، بویلر و یکی از اصلی‌ترین قسمت‌های آن درام بویلر می‌باشد. مطالعه جریان بخار و آب در داخل درام بویلر و محاسبه دبی بخار خروجی و رفتار سیال در سیستم درام بویلر، یکی از اهداف در جهت بهبود عملکرد آن است. در نتیجه حرکت سیال در داخل سیستمی همچون درام بویلر مورد توجه محققین بسیاری قرار گرفته است.

۱-۲- بویلر



شکل ۱-۱ نمایشی از بویلر لوله آب و تجهیزات آن [۱]

بویلر یا اتاق احتراق از مهم‌ترین و اساسی‌ترین تجهیزات یک نیروگاه حرارتی به شمار می‌رود. بویلر از مجموعه‌ای از لوله‌ها و هدر^۱ها تشکیل شده است که با توجه به وضعیت چرخش آب در آن‌ها به نام‌های متفاوتی شناخته می‌شوند. اصلی‌ترین وظیفه

^۱ Header

بویلر تامین بخار مورد نیاز تحت شرایط خاصی از دما و فشار است که با استفاده از سایر تجهیزات این امر محقق می‌گردد. در شکل (۱-۱) نمایی از یک نوع بویلر نشان داده شده است [۱].

۱-۳- انواع بویلر

عموماً بویلرها را بر اساس معیارهای مختلفی دسته‌بندی می‌کنند که از آن میان می‌توان به مواردی همچون محتویات داخل لوله‌ها، نحوه گردش آب، نوع سوخت مصرفی، نوع منبع حرارتی، فشار عملیاتی و غیره اشاره نمود.

در یک دیدگاه بویلرها به دو دسته درام‌دار و بدون درام تقسیم می‌شوند.

۱. بویلرهای درام‌دار

در این بویلرها یک درام در بالای بویلر قرار داده شده است که محل ورود مخلوط آب و بخار و محل جدایش آن‌ها از یکدیگر و همچنین محل کنترل شیمیایی و کنترل پی‌اچ^۱ آب بویلر می‌باشد. در زمان راه‌اندازی بویلر، از درام برای پرکردن لوله‌های آب جداری استفاده می‌شود و کنترل سطح آن نیز در زمان بهره‌برداری از اهمیت خاصی برخوردار است. این نوع بویلرها به دو دسته بویلرهای گردش طبیعی^۲ و بویلرهای گردش اجباری^۳ تقسیم می‌شوند. در نوع اول اختلاف چگالی بین آب و بخار باعث گردش آب می‌شود ولی در نوع دوم با استفاده از مجموعه پمپ‌های گریز از مرکز عمل گردش آب صورت می‌پذیرد. تمرکز پژوهش حاضر بر بویلرهای درام‌دار گردش طبیعی است.

لازم به ذکر است که در بویلرهای با درام تمام آب خروجی از لوله بالا برنده به بخار تبدیل نمی‌شود بلکه درصدی از آب به بخار تبدیل می‌شود. این درصد بخار بستگی به عدد چرخش^۴ بویلر دارد. به طوری که هرچه عدد چرخش بویلر کمتر باشد میزان درصد بخار خروجی از لوله‌های بالا برنده بیشتر است پس می‌توان بیان کرد:

$$\text{درصد بخار خروجی لوله‌های بالا برنده یا کیفیت بخار} = \frac{1}{\text{عدد چرخش آب در بویلر}}$$

به عنوان یک تعریف ساده می‌توان گفت که عدد چرخش یک بویلر تعداد دفعاتی است که یک کیلوگرم آب باید چرخه بویلر را طی کند تا کاملاً به بخار تبدیل شود.

۲. بویلرهای بدون درام و یک مرحله‌ای^۵

بویلرهای بدون درام دارای فشار فوق بحرانی به بویلرهای بنسون معروف هستند. بویلرهای یک مرحله‌ای فاقد درام بوده و طراحی لوله‌ها و کوره به نحوی است که کل آب موجود در لوله‌های جداری پس از طی مسیر دیواره به بخار تبدیل می‌شود. از

^۱ PH

^۲ Natural Circulation

^۳ With B.C.Pump

^۴ Circulation Number

^۵ Once Through

آنجایی که بویلرهای بنسون دارای فشار بالایی هستند، تکنولوژی پیشرفته‌ای برای ساخت آن‌ها مورد نیاز است ولی به‌علت عدم وجود درام، وزن کمتری نسبت به بویلرهای زیر فشار بحرانی (درام‌دار) دارند. در بویلرهای بنسون بایستی حجم مشخصی از آب تغذیه با یک بار گردش در بویلر به بخار تبدیل شود. به عبارت دیگر عدد چرخش آن یک است [۱].

۱-۴- اجزای بویلر

هر بویلر بسته به نوع آن از اجزای متفاوتی تشکیل شده است [۱]. برخی از مهم‌ترین اجزای بویلر عبارتند از:

۱. مشعل

۲. لوله‌های بالابر

۳. لوله‌های پایین‌آورنده

۴. درام

۵. دودکش و ...

یکی از مهم‌ترین تجهیزات در بویلرهای با درام، وجود درام است که چگونگی جریان در آن از پدیده‌های پیچیده در جریان‌های دوفازی می‌باشد.

۱-۵- درام^۱

با توجه به شرایط کاری در درام از نظر فشار و درجه حرارت و با توجه به تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های آن شامل لوله‌های بالابر^۲، لوله‌های پایین‌آورنده^۳، لوله‌های آب تغذیه^۴، لوله‌های بلودان و لوله‌های توزیع مواد شیمیایی، بدنه درام را با ضخامت بسیار زیادی نسبت به سایر تجهیزات و مخازن می‌سازند. در شکل (۱-۲) نمای شماتیک درام نشان داده شده است. در بویلرها دو نوع درام وجود دارد.

۱. درام بخار^۵

۲. درام آب یا درام پایین^۶

^۱ Drum

^۲ Risers

^۳ Downcomer

^۴ Feedwater

^۵ Steam Drum

^۶ Water Drum (Lower Drum)

در این پژوهش منظور از کلمه درام همان درام بخار است. در ادامه به شرح مختصری از جداکننده‌های آب و بخار در درام می‌پردازیم.

۱-۱-۵-۱- جداکننده‌ها

جداکننده‌ها با جدا کردن مخلوط آب و بخار خروجی از لوله‌های بالا برنده به‌عنوان یکی از اجزای اساسی درام هستند. جداسازی مؤثر بخار، از ترکیب آب و بخار به پارامترهای مشخص طراحی و عملکردی بستگی دارد [۱]. این پارامترها عبارتند از:

۱. فشار درام
 ۲. طول و قطر درام
 ۳. نرخ تولید بخار
 ۴. کیفیت میانگین بخار ورودی
 ۵. نوع و چیدمان جداسازها
 ۶. چیدمان تجهیزات آب تغذیه ورودی و بخار خروجی
 ۷. چیدمان لوله‌های پایین‌آورنده و بالا برنده متصل به درام
 ۸. آنالیز شیمیایی آب بویلر
 ۹. ارتفاع آب درون درام
- همچنین تجهیزات جداسازی اولیه آب و بخار عموماً به سه دسته تقسیم می‌شوند.

۱. جداسازی بر اثر جاذبه طبیعی
۲. جداسازهای نوع بافل^۱
۳. جداسازهای مکانیکی با ظرفیت بالا

صفحات منحرف‌کننده جریان یا بافل‌ها صفحات ساده‌ای هستند که به‌منظور بهبود فرایند جداسازی آب و بخار به‌کار می‌روند. عملکرد بافل‌ها به چهار دسته زیر تقسیم می‌شود:

۱. تغییر جهت
۲. توزیع بیشتر ترکیب آب و بخار
۳. افزودن مقاومت جریان
۴. افزایش مسیر عبور جریان آب و بخار

^۱ Baffle

۱-۵-۲- درام آب یا درام پایین

این درام در پایین‌ترین قسمت بویلر به شکل یک مخزن استوانه‌ای افقی قرار گرفته و در حقیقت به صورت یک توزیع‌کننده عمل می‌کند. پس از جدا شدن آب و بخار در درام، آب به سمت لوله‌های پایین‌آورنده هدایت شده و وارد درام پایین می‌گردد. همچنین تقسیم‌یکنواخت آب تغذیه به لوله‌های بالابرنده و لوله‌های واصل درام بالا و پایین در این درام انجام می‌شود.

۱-۶- ساختار کلی پایان‌نامه

مواردی که در این پایان‌نامه بیان می‌شوند بدین شرح است. مقدماتی به منظور آشنایی کلی با بویلر و درام عنوان شد. در ادامه پیشینه تحقیق بیان می‌شود. در فصل دوم مدل‌های تحلیلی جریان دوفازی به صورت کلی ارائه می‌گردند. در فصل سوم معادلات حاکم بر مسئله به منظور شبیه‌سازی عددی توضیح داده خواهد شد. فصل چهارم به بیان شبکه محاسباتی، شرایط مرزی و شبیه‌سازی عددی می‌پردازد و در فصل پنجم نیز نتایج حاصل از شبیه‌سازی به همراه تحلیل‌ها و نتیجه‌گیری ارائه می‌شوند.

۱-۷- پیشینه‌ی تحقیق

چگونگی پدیده جدایش جریان دوفازی آب و بخار در درون درام بویلر از جمله مواردی می‌باشد که تاکنون به ندرت به آن پرداخته شده است، با این وجود پدیده‌ی جدایش فاز در هندسه‌های دیگر مورد توجه محققان بسیاری بوده است. بدین دلیل پیشینه‌ی تحقیق از دو دسته‌بندی کلی به صورت زیر تشکیل می‌شود.

۱. پیشینه‌ی تحقیق در زمینه درام بویلر

۲. پیشینه‌ی تحقیق در زمینه پدیده جدایش فاز

۱-۷-۱- پیشینه‌ی تحقیق در زمینه درام بویلر

کار بر روی درام بویلر معمولاً به همراه قسمت‌های دیگر چرخه طبیعی بویلر یعنی لوله‌های بالابرنده و پایین‌آورنده به صورت سیکل بسته و در مواردی غیر از جدایش جریان انجام گرفته است. قدمت کار بر روی درام به سال ۱۹۷۲ میلادی برمی‌گردد. کارهایی که در زمینه درام بویلر انجام گرفته است به صورت زیر می‌باشند.

آستروم^۱ و همکاران [۲] مدلی تحلیلی برای درام بویلر ارائه کردند که در آن تمرکز بر روی رفتار کلی بویلر بوده است. متغیرهای ورودی آن‌ها جریان سوخت و نحوه تنظیم شیر کنترل و داده‌های خروجی، فشار درام و توان خروجی آن است. همچنین آن‌ها نتایج خود را به وسیله داده‌های حاصل از آزمایش یک بویلر ۱۶۰ مگاواتی در سوئد تایید کرده‌اند.

¹ Astrom