



انتشارات، شماره ۵۷۴

طراحی و کنترل ستون‌های تقطیر با استفاده از شبیه‌سازی نرم‌افزار Aspen

تألیف:

ویلیام ال. لوین

ترجمه:

مهندس امیر سعید موسوی حجازی - مهندس آزاده سعادت عاکفی

دکتر اکبر شاهسون

عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:	لوین، ویلیام	Luyben, William L.
عنوان و نام پدیدآور:	طراحی و کنترل ستون‌های تقطیر با استفاده از شبیه‌سازی نرم افزار Aspen / تألیف ویلیام ال. لوین؛ ترجمه امیرسعید موسوی حجازی، آزاده سعادت عاکفی، اکبر شاهوند.	
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۹.	
مشخصات ظاهری:	۴۳۰ ص.	
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۵۷۴.	
شابک:	(ISBN: 978-964-386-244-2)	
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.	
موضوع:	دستگاه‌های تقطیر -- طرح و ساختمان.	
موضوع:	شیمی -- فرآیندها -- کنترل -- شبیه‌سازی.	
شناسه افزوده:	موسوی حجازی، امیر سعید، ۱۳۵۸ - ، مترجم.	
شناسه افزوده:	سعادت عاکفی، آزاده، ۱۳۶۴ - ، مترجم.	
شناسه افزوده:	شاهوند، اکبر، مترجم.	
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد.	
رده‌بندی کنگره:	TP ۱۵۹ / ۵۵ ل ۹ ۱۳۸۹	
رده‌بندی دیوین:	۶۶۰/۲۸۴۳۵	
شماره کتابخانه ملی:	۲۲۱۹۲۶۲	



انتشارات، شماره ۵۷۴

طراحی و کنترل ستون‌های تقطیر با استفاده از شبیه‌سازی نرم افزار Aspen

تألیف

ویلیام ال. لوین

ترجمه

مهندس امیرسعید موسوی حجازی - مهندس آزاده سعادت عاکفی
دکتر اکبر شاهوند

ویراستار علمی

دکتر محمدعلی فنایی شیخ‌الاسلامی

وزیری، ۴۳۰ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، زمستان ۱۳۸۹

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۶۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-964-386-244-2

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۶-۲۴۴-۲

فهرست مطالب

۹	 مقدمه مؤلف
۱۳	 مقدمه مترجمان
۱۵	فصل اول: مبانی تعادل فازي مایع-بخار (VLE).....
۱۵	۱-۱- فشار بخار.....
۱۷	۱-۲- دیاگرام‌های فازي تعادل مایع-بخار دو جزئی.....
۲۲	۳-۱- روش‌های تخمین خواص فیزیکی.....
۲۳	۴-۱- فراريت نسبی.....
۲۵	۵-۱- محاسبات نقطه حباب.....
۲۶	۶-۱- دیاگرام‌های سه نایی.....
۲۹	۷-۱- غیره ایده آل بودن VLE.....
۳۸	۸-۱- منحنی‌های باقیمانده برای سیستم‌های سه جزئی.....
۴۴	۹-۱- نتیجه‌گیری.....
۴۵	فصل دوم: آنالیز ستون‌های تقطیر.....
۴۵	۱-۲- درجات آزادی طراحی.....
۴۶	۲-۲- روش دو جزئی مک کیب-نیل.....
۴۸	۱-۲-۲- خطوط عملیاتی.....
۵۱	۲-۲-۲- خط q
۵۳	۳-۲-۲- تعیین تعداد مراحل.....
۵۳	۴-۲-۲- تأثیر پارامترها.....
۵۳	۵-۲-۲- شرایط محدودکننده.....
۵۵	۶-۲-۲- مثال عددی کاربرد DISTIL.....
۶۰	۳-۲- روش‌های تقریبی سیستم‌های چند جزئی.....
۶۰	۱-۳-۲- معادله Fenske برای محاسبه تعداد مراحل حداقل.....
۶۱	۲-۳-۲- معادلات Underwood برای محاسبه حداقل نسبت جریان برگشتی.....
۶۱	۴-۲- تحلیل سیستم‌های سه جزئی با استفاده از DISTIL.....
۶۵	۵-۲- نتیجه‌گیری.....
۶۷	فصل سوم: شبیه‌سازی حالت پایا.....
۶۷	۱-۳- پیکربندی یک شبه‌سازی جدید.....
۷۶	۲-۳- تعیین ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی.....
۸۳	۳-۳- تعیین خواص جریان‌ها.....
۸۵	۴-۳- تعیین پارامترهای تجهیزات.....

۸۵	۳-۴-۱- ستون CI
۸۸	۳-۴-۲- شیرها و پمپ ها
۹۰	۳-۵- اجرای شیه سازی
۹۳	۳-۶- استفاده از تابع "Design Spec/Vary"
۱۰۸	۳-۷- یافتن سینی بهینه خوراک و شرایط حداقل
۱۰۸	۳-۷-۱- سینی بهینه خوراک
۱۰۸	۳-۷-۲- حداقل نسبت جریان برگشتی
۱۰۹	۳-۷-۳- حداقل تعداد سینی ها
۱۰۹	۳-۸- اندازه ستون
۱۰۹	۳-۸-۱- طول
۱۱۰	۳-۸-۲- قطر
۱۱۲	۳-۹- نتیجه گیری
۱۱۳	فصل چهارم: بهینه سازی اقتصادی فرآیند تقطیر
۱۱۳	۴-۱- بهینه سازی بر اساس قوانین تحکمی
۱۱۳	۴-۱-۱- در نظر گرفتن تعداد کل سینی ها به اندازه دو برابر تعداد حداقل
۱۱۵	۴-۱-۲- تعیین نسبت جریان برگشتی برابر با ۱/۲ مقدار حداقل مورد نیاز
۱۱۶	۴-۲- مبنای اقتصادی
۱۱۹	۴-۳- نتایج
۱۲۱	۴-۴- بهینه سازی عملیاتی
۱۲۸	۴-۵- نتیجه گیری
۱۲۹	فصل پنجم: سیستم های تقطیر پیچیده تر
۱۲۹	۵-۱- سیستم متیل استات - متانول - آب
۱۲۹	۵-۱-۱- تعادل مایع - بخار
۱۳۹	۵-۱-۲- طراحی ستون سه جزیی
۱۴۶	۵-۲- آب زدایی اتانول
۱۴۷	۵-۲-۱- رفتار تعادلی مایع - مایع - بخار (VLLE)
۱۵۱	۵-۲-۲- شبیه سازی نمودار جریانی فرآیند
۱۵۵	۵-۲-۳- همگرا شدن نمودار جریانی
۱۶۰	۵-۳- ستون های یک پارچه سازی شده حرارتی
۱۶۱	۵-۳-۱- نمودار جریانی
۱۶۲	۵-۳-۲- همگرا شدن در حالت عملیات کارآمد ستون ها
۱۶۸	۵-۴- نتیجه گیری
۱۶۹	فصل ششم: محاسبات حالت پایا برای انتخاب ساختار کنترلی
۱۷۱	۶-۱- خلاصه ای از روش ها
۱۷۱	۶-۱-۱- معیار شیب
۱۷۱	۶-۱-۲- معیار حساسیت
۱۷۲	۶-۱-۳- معیار SVD
۱۷۲	۶-۱-۴- معیار دمای غیر قابل تغییر
۱۷۳	۶-۱-۵- معیار حداقل تغییرپذیری محصول

۱۷۳	۶-۱-۶- خلاصه
۱۷۳	۶-۲- سیستم دو جزیی پروپان-ایزوبوتان
۱۷۴	۶-۲-۱- معیار شیب
۱۷۵	۶-۲-۲- معیار حساسیت
۱۷۶	۶-۲-۳- معیار SVD
۱۷۶	۶-۲-۴- معیار دمای غیر قابل تغییر
۱۷۷	۶-۲-۵- معیار حداقل تغییرپذیری محصول
۱۷۹	۶-۳- سیستم سه جزیی BTX
۱۸۰	۶-۳-۱- معیار شیب
۱۸۱	۶-۳-۲- معیار حساسیت
۱۸۱	۶-۳-۳- معیار SVD
۱۸۲	۶-۳-۴- معیار دمای متغیر
۱۸۲	۶-۳-۵- معیار حداقل تغییرپذیری محصول
۱۸۴	۶-۴- سیستم هیدروکربنی چند جزیی
۱۸۴	۶-۴-۱- معیار شیب
۱۸۴	۶-۴-۲- معیار حساسیت
۱۸۶	۶-۴-۳- معیار SVD
۱۸۶	۶-۴-۴- معیار دمای متغیر
۱۸۷	۶-۴-۵- معیار حداقل تغییرپذیری محصول
۱۸۹	۶-۵- سیستم آزنوتروپیک سه جزیی
۱۸۹	۶-۵-۱- معیار شیب
۱۹۰	۶-۵-۲- معیار حساسیت
۱۹۰	۶-۵-۳- معیار SVD
۱۹۰	۶-۵-۴- معیار دمای متغیر
۱۹۱	۶-۵-۵- معیار حداقل تغییرپذیری محصول
۱۹۳	۶-۵-۶- چندگانگی مدار بسته
۱۹۵	۶-۶- نتیجه‌گیری
۱۹۷	فصل هفتم: تبدیل شبیه‌سازی حالت پایا به شبیه‌سازی دینامیکی
۱۹۷	۷-۱- تعیین اندازه دستگاه‌ها
۲۰۱	۷-۲- ارسال برنامه به بخش دینامیکی ASPEN
۲۰۲	۷-۳- آغاز شبیه‌سازی دینامیکی در Aspen Dynamics
۲۰۵	۷-۴- نصب کنترل‌کننده‌های اصلی (Basic)
۲۱۹	۷-۵- نصب کنترل‌کننده‌های دما و ترکیب
۲۲۰	۷-۵-۱- کنترل دمای سینی
۲۲۶	۷-۵-۲- نسبت جریان برگشتی به خوراک
۲۲۹	۷-۵-۳- کنترل غلظت
۲۳۱	۷-۵-۴- کنترل آبخاری دما-ترکیب
۲۳۲	۷-۶- ارزیابی عملکرد
۲۳۲	۷-۶-۱- ایجاد یک نمودار

۲۳۸	۷-۷- مقایسه با طراحی بهینه اقتصادی
۲۴۱	۷-۸- نتیجه گیری
۲۴۳	فصل هشتم: کنترل ستونهای تقطیر پیچیده تر
۲۴۳	۸-۱- ستون مثلث استات
۲۴۶	۸-۲- ستونهای دارای چکالنده جزئی
۲۴۶	۸-۲-۱- مطالعه فرآیند
۲۴۸	۸-۲-۲- ساختارهای کنترلی پیشنهادی
۲۴۸	مبانی
۲۴۹	ساختار کنترلی CS1
۲۵۱	ساختار کنترلی CS2
۲۵۳	ساختار کنترلی CS3
۲۵۴	۸-۲-۳- عملکرد دینامیکی
۲۵۵	ساختار کنترلی CS1
۲۵۷	ساختار کنترلی CS2
۲۵۸	ساختار کنترلی CS3
۲۵۹	مقایسه ها
۲۶۱	۸-۲-۴- عملکرد ترکیب محصول
۲۶۲	تغییرات شدت جریان خوراک
۲۶۴	تغییرات ترکیب خوراک
۲۶۶	۸-۲-۵- کنترل دوترکیبی
۲۷۰	۸-۲-۶- نتیجه گیری
۲۷۰	۸-۳- کنترل ستونهای تقطیر دارای سیستم یک پارچه حرارتی
۲۷۱	۸-۳-۱- توسعه ساختار کنترلی
۲۷۶	۸-۳-۲- پاسخ ساختار کنترل دمای نک انتها
۲۷۹	۸-۳-۳- ساختار کنترل دو دمایی
۲۸۱	۸-۳-۴- شبیه سازی دقیق تر
۲۸۵	۸-۴- کنترل سیستم ستونهای آزن تروپیک با جداکننده مایع-بخار اتمسفری
۲۸۵	۸-۴-۱- تبدیل شبیه سازی به حالت دینامیکی و بسن حلقه بازگشتی
۲۸۹	۸-۴-۲- تعریف ساختار کنترلی
۲۹۲	۸-۴-۳- عملکرد
۲۹۴	۸-۵- نتیجه گیری
۳۹۵	فصل نهم: تقطیر واکنشی
۲۹۵	۹-۱- معرفی
۲۹۶	۹-۲- انواع سیستم های تقطیر واکنشی
۲۹۷	۹-۲-۱- واکنش های نک خوراک
۲۹۸	۹-۲-۲- واکنش برگشت ناپذیر با محصول سنگین
۲۹۹	۹-۲-۳- عملیات کارآمد (بهینه) با وجود واکنش دهنده اضافی
۳۰۳	۹-۳- اساس فرآیند TAME
۳۰۴	۹-۳-۱- پیش واکنش گر

۳۰۴	 ۲-۳-۹- ستون واکنشی C ₁
۳۰۷	 ۴-۹- تعادل فاز مایع-بخار و سینتیک واکنش TAME
۳۱۳	 ۵-۹- ساختار کنترلی گسترده واحد
۳۱۷	 ۶-۹- نتیجه گیری
۳۱۹	 فصل دهم: کنترل ستون‌های تقطیر با جریان جانبی
۳۲۰	 ۱-۱۰- ستون‌های تقطیر با جریان جانبی مایع
۳۲۰	 ۱-۱-۱۰- طراحی حالت پایا
۳۲۲	 ۲-۱-۱۰- کنترل پویا
۳۲۸	 ۲-۱۰- ستون تقطیر با جریان جانبی بخار
۳۲۸	 ۱-۲-۱۰- طراحی حالت پایا
۳۲۹	 ۲-۲-۱۰- کنترل پویا
۳۳۵	 ۳-۱۰- برج جریان جانبی مایع با ستون دفع
۳۳۵	 ۱-۳-۱۰- طراحی حالت پایا
۳۳۸	 ۲-۳-۱۰- کنترل پویا
۳۴۱	 ۴-۱۰- برج جریان جانبی بخار با ستون جذب
۳۴۴	 ۱-۴-۱۰- طراحی حالت پایا
۳۴۶	 ۲-۴-۱۰- کنترل پویا
۳۵۶	 ۵-۱۰- برج زدایش محصول جانبی
۳۵۶	 ۱-۵-۱۰- طراحی حالت پایا
۳۵۸	 ۲-۵-۱۰- کنترل پویا
۳۶۵	 ۶-۱۰- نتیجه گیری
۳۶۷	 فصل یازدهم: کنترل تفکیک کنندهای نفتی
۳۶۹	 ۱-۱۱- برش‌های نفتی
۳۷۳	 ۲-۱۱- تعیین خواص نفت خام
۳۸۲	 ۳-۱۱- طراحی حالت پایای ستون پیش‌نیخیر
۳۹۱	 ۴-۱۱- کنترل ستون پیش‌نیخیر
۳۹۸	 ۵-۱۱- طراحی حالت پایای برج اتمسفریک
۳۹۹	 ۱-۵-۱۱- مرووری بر طراحی حالت پایا
۴۰۳	 ۲-۵-۱۱- پیکربندی برج تقطیر اتمسفریک در نرم‌افزار
۴۱۴	 ۳-۵-۱۱- اثر پارامترهای طراحی
۴۱۵	 اثر تغییر مشخصه ۹۵٪
۴۱۵	 اصل ۱-۱۱
۴۱۶	 اثر تغییر جریان به‌باز میانی
۴۱۶	 اصل ۲-۱۱
۴۱۶	 اثر تغییر بخار دفع‌کننده
۴۱۷	 اصل ۳-۱۱
۴۱۷	 ۶-۱۱- کنترل برج تقطیر اتمسفریک
۴۲۷	 ۷-۱۱- نتیجه گیری

مقدمه مؤلف

افزایش سریع بهای نفت خام در سال‌های اخیر (از سال ۲۰۰۵ تا کنون) و شوک غیر منتظره ناشی از صعود بی‌رویه قیمت‌ها در پمپ‌های بنزین باعث گردیده است که بالاخره، انجمن‌های علمی و مهندسی معترف گردند که اکنون زمان آن فرا رسیده است که با در نظر گرفتن واقعیت‌ها نسبت به تجدید نظر در اولویت‌های موجود اقدام شود.

امروزه انرژی یک معضل واقعی است که با روشهای جدیدی چون بیونانو تکنولوژی قابل حل نخواهد بود. مصرف انرژی، تولیدکننده اصلی گاز دی اکسید کربن است و از این رو مستقیماً با گرم شدن کره زمین ارتباط دارد.

منابع تأمین انرژی و نیز سیستمهای مصرف کننده انرژی باید مورد ارزیابی دقیق قرار گیرند. کاربرد غیر صحیح و ناکارآمد انرژی در همه جنبه‌های زندگی مدرن امروز باید متوقف گردد.

در سیستم آب و فاضلاب، با کاربرد انرژی به منظور تولید آب آشامیدنی سپس تبدیل مجدد قسمت عمده آن به فاضلاب، انرژی هدر می‌رود. این امر موجب افزایش واحدهای تصفیه فاضلاب و مصرف انرژی بیشتر خواهد شد.

همچنین در صنایع غذایی، مقادیر زیادی انرژی برای کشاورزی، تولید کود شیمیایی، علف کش‌ها، آفت کش‌ها، حمل و نقل و نیز بسته‌بندی مصرف می‌شود.

در بازارهای قدیمی خرید و فروش محصولات کشاورزی، مواد غذایی بهتر با قیمت پایین‌تر و مصرف انرژی کمتر عرضه می‌شدند.

یکی از مهم‌ترین تکنولوژی‌های تأمین انرژی، تقطیر است. اصولاً تمامی سوخت مورد نیاز بخش حمل و نقل در مسیر فرآورش از نفت خام تا ایستگاه مصرف حداقل از یک ستون تقطیر عبور می‌کند. ستون‌های تقطیر بزرگ با عنوان برج اتمسفریک، نفت خام را به برش‌های نفتی مختلف بر اساس نقطه جوش تفکیک می‌کنند.

برش‌های میانی همان بنزین بوده و برش‌های سنگین پس از شکست حرارتی یا کاتالیستی به بنزین تبدیل می‌شوند. برش‌های سبک نیز برای تولید بنزین بیشتر، ترکیب می‌گردند. تقطیر در تمامی فرآیندهای عملیاتی مذکور کاربرد دارد.

حتی هنگامی که به منابع تجدیدپذیر انرژی مثل زیست ماده^۱ روی می آوریم، مناسب‌ترین سوخت مورد استفاده برای حمل و نقل، متانول است که مهم‌ترین فرآیند تولید آن، اکسیداسیون جزیی زیست ماده برای تولید گاز سنتز (مخلوطی از هیدروژن، مونوکسید کربن و دی اکسید کربن) می‌باشد. واکنش بعدی این ترکیبات، منجر به تولید متانول و آب خواهد شد.

استفاده از فرآیند تقطیر به منظور جداسازی متانول از آب، بخش مهمی از این فرآیند محسوب می‌شود. همچنین برای تولید اکسیژن مورد استفاده در راکتور اکسیداسیون جزیی، از فرآیند تقطیر استفاده می‌گردد. از این رو تقطیر مهم‌ترین روش جداسازی در صنایع شیمیایی و صنعت ساختمان و پتروشیمی در قرن ۲۱، به شمار می‌رود.

اهمیت این فرآیند در تولید مواد غذایی، حرارت، پوشاک، حمل و نقل در جامعه مدرن امروز و نیز تأمین بخش عمده‌ای از نیازهای انرژی ما غیر قابل انکار است.

تحلیل، طراحی، عملیات، کنترل و بهینه‌سازی ستون‌های تقطیر به مدت تقریباً یک قرن به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته. بیش از ظهور رایانه، محاسبات دستی و روش‌های گرافیکی در این مطالعات به کار گرفته می‌شدند.

از حدود سال ۱۹۵۰، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای آنالوگ و دیجیتال برای حل بسیاری از مسائل مهندسی، مورد استفاده قرار گرفتند. آنالیز فرآیند تقطیر شامل محاسبات حدس و خطای تعادل فازي مایع-بخار و موازنه‌های مواد سینی به سینی است که با استفاده از محاسبات دیجیتال قابل انجام هستند.

در ابتدا بیشتر مهندسان، برنامه‌هایشان را برای حل معادلات جبری غیر خطی که بین عملکرد حالت پایای یک ستون تقطیر هستند و نیز معادلات دیفرانسیل غیر خطی که بیانگر رفتار دینامیکی آن می‌باشند، ارائه دادند.

بسیاری از شرکت‌های مرتبط با صنایع شیمیایی یا نفت، برنامه‌های شبیه‌سازی حالت پایای فرآیندها را که در آن تقطیر یک واحد عملیاتی مهم بود، ایجاد کردند. حدوداً از نیمه سال ۱۹۸۰ شبیه‌سازی‌های حالت پایای تجاری جایگزین روش‌های پیشین شدند و تا اکنون نیز جایگاه خود را حفظ کرده‌اند.

کمی بعد، شبیه‌سازی‌های دینامیکی تجاری به وجود آمدند اما آنها باید منتظر پیشرفت تکنولوژی رایانه‌ای برای تولید رایانه‌های خیلی سریع مورد نیاز باقی می‌ماندند. امروزه شبیه‌سازی‌های حالت پایا و دینامیکی ستون‌های تقطیر به طور گسترده در صنعت و نیز دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تجربه فنی من، تا حد زیادی با تاریخچه شبیه‌سازی تقطیر همگام بوده است و اولین تجربه عملی‌ام، به انجام آزمایش تقطیر ناپیوسته در کلاس شیمی دوره دبیرستان بر می‌گردد. پس از آن ارائه برخی تئوری‌های تقطیر و اجرای طرح یک ستون تقطیر ناپیوسته در مقیاس پایلوت به عنوان یک دانشجوی دوره کارشناسی تجربه دیگر من بود.

سپس پنج سال تجربه صنعتی در پالایشگاه اکسون^۱ به عنوان مهندس خدمات فنی برج اتمسفریک، ستون‌های خلأ و واحدهای آلکیلاسیون کسب کردم که در تمامی آنها تقطیر به طور گسترده کاربرد داشت. در طول این دوره، تنها کاربرد کامپیوتر که من از آن آگاه بودم، حل مسائل برنامه‌نویسی خطی مرتبط با برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پالایشگاه بود. در سال ۱۹۶۰ شخصاً شروع به استفاده از محاسبه‌گرهای آنالوگ و دیجیتال کردم. باب پیگفورد^۲ نحوه برنامه‌نویسی یک کامپیوتر دیجیتال که از نوارهای کاغذی استفاده می‌کرد را به ما آموزش داد.

حافظه این کامپیوتر آنقدر محدود بود که فقط قابلیت نگهداری برنامه‌های کوتاه و با حافظه خیلی کم را داشت. شبیه‌سازی آنالوگ را از دیوسمب و تقطیر عملی را زیر نظر جک گستر آموزش دیدم. به مدت چهار سال در واحد مهندسی دوپونت^۳ روی مسائل کنترل فرآیند که بسیاری از آنها مربوط به ستون‌های تقطیر بودند کار کردم. در آنجا هم شبیه‌سازی‌های آنالوگ و هم دیجیتال به کار گرفته می‌شدند.

سرانجام، بیش از ۳۵ سال به تحقیق و تدریس اشتغال داشتم که در این دوره دانشجویان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد شبیه‌سازی ستون‌های تقطیر را برای یادگیری اصول و مبانی تقطیر و نیز ایجاد ساختارهای کنترلی مؤثر برای پیکربندی‌های مختلف ستون‌های تقطیر به کار می‌گرفتند. در تحقیقات دانشگاهی و نیز در واحد درسی طراحی دوره کارشناسی از شبیه‌سازهای تجاری و خانگی استفاده می‌شد.

هدف این کتاب، تلاش برای ارائه این تجربیات گسترده و ارزنده در خصوص طراحی و کنترل ستون‌های تقطیر برای دسترسی دانشجویان و مهندسان جوان در برخورد با مسائل ستون‌های تقطیر است. کتاب حاضر، موضوعاتی بسیار فراتر از روش استفاده از یک شبیه‌ساز را پوشش می‌دهد و شبیه‌ساز را به عنوان ابزاری راهنما در انجام طراحی بهینه اقتصادی حالت پایایی سیستم‌های تقطیر، با استفاده از روش‌های ساده و علمی به کار می‌گیرد.

همچنین، از شبیه‌سازی برای انتخاب ساختارهای کنترلی کارآمد و مؤثر برای کنترل دینامیکی استفاده می‌کند. سؤالاتی از قبیل استفاده از کنترل تک‌اثرها یا کنترل دو ترکیبی؛ محل و چگونگی انتخاب سینی‌های کنترل دما و نیز چگونگی ثابت نمودن درجات آزادی اضافی در این زمینه مطرح هستند. هیچ ادعایی مبنی بر جدید بودن مباحث وجود ندارد و روش‌های حالت پایا در بسیاری از کتاب‌های طراحی بحث شده‌اند. بسیاری از مباحث دینامیکی مطرح شده از تعدادی از کتاب‌ها و مقالات گرفته شده‌اند.

آنچه ادعا می‌شود این است که در اثر حاضر، این مباحث در یک جا به منظور دسترسی آسان جمع‌آوری شده‌اند. ویژگی منحصر به فرد دیگر کتاب، ترکیب طراحی و کنترل ستون‌های تقطیر در یک

1. Exxon

2. Bob Pigford

3. Dupont

کتاب واحد است.

در انجام طراحی فرآیند سه گام وجود دارد. گام اول طراحی مفهومی است که در آن روش‌های تقریبی ساده برای ایجاد یک نمودار جریان‌ی اولیه به کار گرفته می‌شوند. این مرحله برای سیستم‌های تقطیر به طور کامل در کتاب‌های دیگر پوشش داده شده است. گام بعدی، طراحی مقدماتی است که در آن، روش‌های شبیه‌سازی عددی برای ارزیابی عملکرد پایا و دینامیکی نمودار جریان‌ی پیشنهادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. گام نهایی طراحی دقیق با در نظر گرفتن تمامی جزئیات است که در آن دستگاه‌ها با ذکر جزئیات دقیق مانند نوع سینی‌ها، تعداد سوراخ سینی، لوله کشی خوراک و جریان برگشتی، پمپ‌ها، سطوح مبدل‌های حرارتی و سایر شیرها مشخص می‌شوند. کتاب حاضر به گام دوم یعنی طراحی مقدماتی می‌پردازد. موضوع شبیه‌سازی تقطیر بسیار گسترده است به طوری که مجلد‌های زیادی برای پوشش جامع آن نیاز است. استفاده از کتاب‌های مرجع موجود برای مهندسین تازه کار دشوار می‌باشد؛ بنابراین هدف این کتاب تنها به جنبه‌هایی که به نظر من اصولی‌تر و مفیدتر هستند محدود می‌شود.

فقط ستون‌های تقطیر پیوسته در نظر گرفته می‌شوند. محدوده تقطیر ناپیوسته بسیار گسترده است و باید در کتاب دیگری به آن پرداخته شود. فقط ستون‌های مرحله‌ای که برای سال‌های متعددی تاکنون به طور موفقیت آمیز به کار گرفته شده‌اند در نظر گرفته می‌شوند. مدل‌هایی که بر اساس شدت جریان طراحی می‌شوند بسیار دقیق هستند اما به تعیین یا تخمین پارامترهای بیشتری نیاز دارند. فقط شبیه‌سازی‌های عددی در این کتاب به کار گرفته می‌شوند. این کتاب توسط داهرتی و مالون به دلیل پوشش کامل و دقیق روش‌های تقریبی برای طراحی مفهومی حالت پایا سیستم‌های تقطیر بسیار توصیه شده است.

من امیدوارم این کتاب در نظر خوانندگان کتابی مفید و خواندنی باشد. پی بردن به برخی رازهای طراحی و عملیات یک ستون تقطیر، کار کرد عشق و علاقه است.

ویلیام. ال. لوین

مقدمه مترجمان

امروزه با توجه به اهمیت و کاربرد شبیه‌سازی دینامیکی فرایندها در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، نیاز به آموزش و استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌ساز، بیش از گذشته احساس می‌شود. به دلیل اهمیت موضوع و کمبود کتاب‌هایی که بتوانند در زمینه طراحی و شبیه‌سازی دینامیکی فرایندها راهگشا باشند، بر آن شدیم تا کتاب حاضر را به جامعه مهندسی کشور معرفی نماییم.

فرآیند تقطیر، به عنوان مهم‌ترین روش جداسازی در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع شیمیایی جایگاه بسیار مهمی در مهندسی شیمی داشته و بخش عمده‌ای از مباحث آن را، در بر می‌گیرد.

با توجه به وجود منابع عظیم نفت و گاز در کشورمان، و نیاز روزافزون به انرژی، کاربرد تقطیر، به عنوان یکی از مهم‌ترین تکنولوژی‌های تأمین انرژی، اهمیت ویژه‌ای یافته است.

در کتاب حاضر به تحلیل، طراحی و شبیه‌سازی، عملیات، کنترل و بهینه‌سازی اقتصادی ستونهای تقطیر، از طریق آموزش گام به گام نرم‌افزار به صورت تصویری، همراه با ارائه مثال‌های متعدد صنعتی پرداخته شده است.

در این کتاب، پس از مرور مبانی تعادل فازی، آنالیز و شبیه‌سازی حالت پایای ستونهای تقطیر و بهینه‌سازی اقتصادی فرآیند، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. پس از بررسی سیستم‌های تقطیر پیچیده‌تر، روشهای محاسباتی برای انتخاب ساختار کنترلی مطلوب، آموزش داده می‌شوند.

تبدیل شبیه‌سازی حالت پایا به حالت دینامیکی، کنترل ستونهای تقطیر پیچیده، تقطیر واکنشی، کنترل ستونهای تقطیر با جریان جانبی و در نهایت، کنترل تفکیک کننده‌های نفتی، به ترتیب موضوعات فصل‌های بعدی کتاب می‌باشند.

می‌توان گفت که، کتاب حاضر، اولین کتابی است که در این زمینه، به فارسی ترجمه شده است. لازم می‌دانیم از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر فنایی که ویرایش علمی کتاب را تقبل فرمودند؛ تشکر و قدردانی نموده و زحمات فراوانشان را ارج می‌نهم.

همچنین، از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، به خاطر فراهم آوردن امکان چاپ کتاب و از مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه که با نظارت و راهنمایی خود نهایت همکاری را داشته‌اند قدردانی می‌گردد.

سعی بسیار کردیم که کار بی‌نقصی را ارائه کنیم تا مورد قبول خوانندگان محترم قرار گیرد. از کلیه استادان ارجمند و دانش‌پژوهان عزیز درخواست می‌نماییم در صورت برخورد با لغزش‌های احتمالی ما را آگاه نمایند تا در چاپ‌های بعدی مدنظر قرار گیرد.

آزاده سعادت عاکفی
امیرسعید موسوی حجازی
دکتر اکبر شاهسون

www.ketab.ir