

به نام خدا

مرجع کامل شبیه‌سازی فرآیندهای پایا

با

ASPEN HYSYS

• همراه با مثال‌های متعدد عملی شبیه‌سازی شده

مهندس غلامرضا باغمیشه

مهندس رضا درستی

مهندس معصومه مرادزاده



۱۳۹۳

سرشناسه: باغمیشه، غلامرضا، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور: مرجع کامل شبیه‌سازی فرآیندهای پایا با ASPEN HYSYS / غلامرضا باغمیشه، رضا درستی،

معصومه مرادزاده؛ ویراستار ادبی: بهزاد پاکروح.

مشخصات نشر: تهران: اندیشه سرا، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۴۰۸ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۳۲-۰۱۵-۴

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

موضوع: شیمی - فرایندها - شبیه‌سازی کامپیوتری

موضوع: شیمی - فرایندها - کنترل - شبیه‌سازی کامپیوتری

موضوع: شیمی - فرایندها - کنترل - برنامه‌های کامپیوتری

شناسه افزوده: درستی، رضا، ۱۳۵۷ -

شناسه افزوده: مرادزاده آبقد، معصومه، ۱۳۵۸ -

شناسه افزوده: پاکروح، بهزاد، ۱۳۵۱ -، ویراستار

رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۳ م۴ پ۲/۷/۱۵۵/۷ TI

رده‌بندی دیویی: ۶۶۰/۲۸۱۰۶۱۳

شماره کتابشناسی ملی: ۳۴۶۲۲۴۲

این کتاب نسخه‌ی ویرایش شده‌ی پر فروش‌ترین کتاب در زمینه‌ی هایسیس است که بارها با عنوان زیر منتشر شده است:

مرجع کامل شبیه‌سازی فرآیندهای پایا با HYSYS

نوشته‌ی غلامرضا باغمیشه، رضا درستی، معصومه مرادزاده

عزیزانی که کتاب فوق‌الذکر را در اختیار دارند، نیازی به خرید دوباره این کتاب ندارند.



انتشارات اندیشه سرا

مرجع کامل شبیه‌سازی فرآیندهای پایا با

ASPEN HYSYS

نویسندگان: غلامرضا باغمیشه - رضا درستی - معصومه مرادزاده

ویراستار ادبی: بهزاد پاکروح

چاپ اول، ۱۳۹۳، ۱۵۰ جلد، بها ۲۲۰۰۰ تومان

ISBN 978-600-332-015-4

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۳۳۲-۰۱۵-۴

حق چاپ و نشر محفوظ و هرگونه استفاده از محتوای کتاب به هر شکل و نحو به اجازه‌ی کتبی از ناشر نیازمند است.

تهران، جنوب شرقی میدان انقلاب، کوچه آبرو، پ ۲، واحد ۴۲، تلفن ۶۶۹۶۶۹۲۵ (ساعت ۹ تا ۱۴)

اندیشه‌سرا از انتشارات کتاب‌های ارزشمند حمایت می‌کند. ۰۹۱۲۳۱۶۱۶۸۷

www.andishehsara.org

فهرست مطالب

۱۳	۱- ساختار یک Fluid Package
۱۴	۲- تعیین چهار چوب ترمودینامیکی فرآیند
۱۵	۳- تعیین اجزاء، مواد و ساختن فهرست مواد
۱۶	۴- تعیین معادلات ترمودینامیکی در برگه Fluid Pkg
۱۷	۱-۴ برگه Setup در پنجره Fluid Package
۱۸	۲-۴ معادلات حالت (EOS) در پنجره Fluid Package
۱۹	۳-۴ مدل‌های اکتیو (فعالیت) در پنجره Fluid Package
۲۰	۴-۴ مدل‌های Chao Seader در پنجره Fluid Package
۲۰	۵-۴ مدل‌های فشار بخار در پنجره Fluid Package
۲۱	۶-۴ مدل‌های متفرقه
۲۲	۷-۴ برگه Parameters در پنجره Fluid Package
۲۲	۸-۴ صفحه ضرایب اثر متقابل (Binary Coefficients) در پنجره Fluid Package
۲۲	۹-۴ ضرایب اثر متقابل برای معادلات حالت در پنجره Fluid Package
۲۳	۱۰-۴ پارامترهای اثر متقابل برای مدل‌های اکتیو در پنجره Fluid Package
۲۵	۵- اجزاء تعریف شده توسط کاربر در پنجره SBM
۲۵	۶- مدیریت برش‌های نفتی در پنجره SBM
۲۶	۷- تعریف واکنش‌ها در پنجره SBM
۲۶	۱-۷ واکنش Conversion
۲۷	۲-۷ واکنش Equilibrium
۲۸	۴-۷ واکنش‌های library
۲۹	۵-۷ واکنش kinetic
۲۹	۶-۷ واکنش‌های Simple rate
۳۰	۸- مواد فرضی (Hypotheticals) در پنجره SBM
۳۱	مثال: اضافه کردن یک ترکیب فرضی جدید
۳۹	۲-۸ تبدیل ترکیبات بانک اطلاعاتی به ترکیبات فرضی
۴۱	۱- HYSYS های Toolbar
۴۱	۱-۱- Toolbar اصلی
۴۲	۱-۲- Toolbar اختصاصی PFD
۴۲	۲- کار در محیط PFD
۴۲	۱-۲- نحوه‌ی نشانیدن اتصال جریانات و واحدهای عملیاتی
۴۵	۲-۲- امکانات حرفه‌ای در فلوشیت
۴۶	۲-۲-۱ ایجاد PFD جدید
۴۷	۲-۲-۲ نشان دادن Workbook و Table هر جریان در فلوشیت
۴۹	۲-۲-۳ تقسیم فلوشیت به چند قسمت

۴۹	۲-۴- رنگ آمیزی مفهومی جریان های PFD
۵۱	۲-۵- جایگزین کردن اسم جریان با یکی از مشخصه های آن
۵۲	۲-۶- عوض کردن Fluid Package در فلوشیت
۵۳	۲-۷-۴- عملیات کبی، حذف و متمرکز کردن (Subflowsheet) واحدها
۵۴	۲-۸-۲- پیدا کردن سریع یک Object در داخل یک PFD پیچیده
۵۴	۲-۹-۴- پنهان کردن و نشان دادن Object ها
۵۴	پنجره ی نشان دهنده اشیاء پنهان شده (Show Hidden Object)
۵۷	۱- مقدمه
۵۸	۲- تهیه ی برینت از PFD و نمودارها
۵۹	۳- تهیه ی گزارش
۶۰	۴- ایجاد یک گزارش
۶۳	۱- پمپ (Pump)
۶۴	۲- محاسبات پمپ (Calculations)
۶۴	۳- برگه Parameters
۶۵	۳- برگه ی منحنی پمپ (Curve)
۶۷	۴- کمپرسور و انبساط دهنده (Compressor & Expander)
۶۸	۵- صفحه ی اتصالات (Connections)
۶۸	۶- صفحه ی پارامترها (Parameters)
۷۰	۷- صفحه ی Work Sheet
۷۰	۸- صفحه ی منحنی (Curve)
۷۲	۸-۱- استفاده از یک منحنی
۷۲	۸-۲- استفاده از چند منحنی
۷۲	۹- صفحه ی نتایج (Results)
۷۳	۱- انواع مبدل های حرارتی در HYSYS
۷۳	۲- مبدل حرارتی (Heat Exchanger)
۷۴	۳- صفحه ی اتصالات (Connections)
۷۵	۴- صفحه ی پارامترها Parameters
۷۵	۴-۱- حالت Weighed
۷۶	۴-۲- حالت End Point
۷۷	۴-۳- حالت Steady State Rating
۷۸	۵- صفحه ی مشخصات (Specs)
۸۰	۶- صفحه ی (Performance)
۸۶	۷- سردکن و گرم کن جریان (Heater Cooler)
۸۷	۹- صفحه ی اتصالات (Connections)
۸۷	۱۰- صفحه ی پارامترها (Parameters)
۸۸	۱۱- صفحه Work Sheet
۹۰	۱۲- مبدل حرارتی چند جریان (I.N.G)

۹۱	۱۳- صفحه‌ی اتصالات (Connections)
۹۲	۱۴- صفحه‌ی پارامترها (Parameters)
۹۳	تعریف مسأله:
۹۳	مراحل شبیه‌سازی:
۹۳	۱- انتخاب مواد
۹۵	۲- انتخاب مدل ترمودینامیکی
۹۷	۳- انتخاب واحدهای مناسب برای شبیه‌سازی
۹۸	۴- اضافه کردن جدا کننده به صفحه‌ی PFD
۱۰۴	۵- سایز کردن دستگاه‌ها
۱۰۵	گزینه ۱:
۱۰۷	برخی از تنظیمات دیگر
۱۰۹	۱- بخش اول: واکنش‌های شیمیایی
۱۱۱	۱-۱- واکنش نوع Kinetic
۱۱۲	مثال ۱:
۱۱۳	گزینه ۱:
۱۱۴	گزینه ۲: تکمیل صفحه‌ی Basis
۱۱۵	گزینه ۳:
۱۱۸	۱-۲- واکنش نوع Simple
۱۱۹	مرحله‌ی هفتم
۱۱۹	۱-۳- واکنش نوع Heterogeneous Catalyst
۱۲۰	مثال ۲:
۱۲۵	نکته:
۱۲۷	۱-۴- واکنش نوع Equilibrium
۱۲۷	مثال ۳:
۱۳۰	گزینه ۵:
۱۳۲	۱-۵- واکنش نوع Conversion
۱۳۳	مثال ۴:
۱۳۵	۲- بخش دوم: راکتورهای شیمیایی
۱۳۶	۱-۲- راکتور CSTR
۱۳۷	مثال ۵:
۱۴۰	گزینه ۶:
۱۴۱	۲-۲- راکتور لوله‌ای (PFR)
۱۴۱	مثال ۵:
۱۴۳	گزینه ۷:
۱۴۸	گزینه ۸:
۱۴۹	فرموله‌ی Formula
۱۵۱	۲-۳- راکتور تعادلی (Equilibrium Reactor)

۱۵۴	۴-۲ راکتور تعادلی (Conversion Reactor)
۱۵۷	گریز ۹
۱۵۷	قسمت Reactor Result Summary از زیرصفحه‌ی Reactions / Results
۱۶۰	گریز ۱۰
۱۶۲	۵-۲ راکتور گیبس (Gibbs Reactor)
۱۶۴	گریز ۱۱
۱۶۵	گریز ۱۲
۱۶۵	زیرصفحه‌ی Reaction Details
۱۶۵	گزینشی جدول اتمی (Atom Matrix)
۱۶۸	۱- بخش DataBook / Case Study
۱۶۸	مراحل انجام Case Study
۱۷۱	۲- بخش DataBook / Data Recorders , Process Data Table
۱۷۳	نکته:
۱۷۳	تعریف مسأله:
۱۷۳	مراحل شبیه‌سازی:
۱۸۲	تعریف مسأله:
۱۸۷	۱- مقدمه
۱۸۸	مثال:
۱۸۸	مراحل شبیه‌سازی
۱۹۰	گریز ۱
۱۹۳	گریز ۲: مفهوم Spec و درجه‌ی آزادی:
۲۰۰	اضافه کردن جریان جانبی
۲۰۳	۱- تعریف مسأله
۲۰۴	۲- تعریف اصول اولیه شبیه‌سازی
۲۰۶	گریز ۱
۲۰۶	۳- افزودن جریان‌ها و عملیات واحد:
۲۰۶	۱-۳-۱- تعریف جریان‌های لازم
۲۰۶	۱-۳-۱- From Fern (خوراک اصلی جریانی که از فرماتور گرفته می‌شود)
۲۰۸	۱-۳-۲ H ₂ O Wash
۲۰۸	۱-۳-۳ Steam A
۲۰۹	۲-۳-۲ تعریف عملیات واحد
۲۰۹	۱-۳-۳ جداکننده CO ₂ Vent
۲۰۹	۲-۳-۳ برج CO ₂ Washer
۲۱۱	گریز ۲
۲۱۱	SubFlowsheet ستون‌ها:
۲۱۲	انواع ستون‌ها
۲۱۳	حدس‌های اولیه

۲۱۳	۳-۲-۳- تغلیظ کننده
۲۱۵	۳-۲-۴- Lights
۲۱۷	۳-۲-۵- Rectifier
۲۱۸	افزودن مشخصه‌های اضافی
۲۱۹	گریز ۳
۲۱۹	مکان جریان‌های جانبی
۲۱۹	گریز ۴
۲۲۳	۱- مقدمه
۲۲۳	گریز ۱
۲۲۵	جریان برگشتی منیوم
۲۲۶	تعداد سپی‌های منیوم
۲۲۶	انتخاب جریان برگشتی اقتصادی (Selection of economic reflux ratio)
۲۲۷	رابطه‌ی تجربی برای بازده سپی برای کل برج
۲۲۸	۱- تعریف مسأله
۲۳۰	گریز ۲
۲۳۷	۱- مقدمه
۲۳۷	۲- تعریف مسأله
۲۳۹	۳- شبیه‌سازی
۲۴۳	گریز ۱
۲۵۶	۱- Boiling Point Curves
۲۵۶	مثال ۱
۲۵۶	مراحل شبیه‌سازی
۲۶۰	مثال ۲
۲۶۴	۲- Cold Property
۲۶۴	۳- Vessel Sizing
۲۶۴	مثال ۳
۲۶۴	مراحل شبیه‌سازی
۲۶۸	۴- Envelope
۲۶۹	مثال ۴
۲۶۹	مراحل شبیه‌سازی
۲۷۰	۵- Critical Property
۲۷۱	۶- Pipe Sizing
۲۷۱	مثال ۵
۲۷۱	مراحل شبیه‌سازی
۲۷۵	۷- Tray Sizing Utility
۲۷۶	گریز ۱
۲۷۷	پارامترهای مربوط به برج‌های سینیدار

۲۷۷	مفاهیم Flooding و سایر پدیده‌های مکانیکی
۲۷۸	ضریب Foaming
۲۷۸	فواصل بین سینی‌ها
۲۷۹	پارامترهای مربوط به ستون‌های پرشده
۲۷۹	محاسبه‌ی HETP برای ستون‌های پرشده
۲۸۰	مثال ۶
۲۸۱	مراحل شبیه‌سازی
۲۹۱	گریز ۲
۲۹۹	منحنی True Boiling Point (TBP)
۳۰۰	منحنی ASTM D1160 و ASTM D86
۳۰۰	منحنی ASTM-D2887
۳۰۰	منحنی تبخیر متادلی Equilibrium Flash Vaporization (EFV)
۳۰۰	۲- تعریف برش‌های نفتی در HYSYS
۳۰۲	۳- تعریف Fluid Package مناسب
۳۰۳	۴- آنالیز Light End
۳۰۴	۵- تعیین دماهای Cut Point
۳۰۵	۶- خواص Bulk
۳۰۵	۷- محدودیت‌های موجود در ورود اطلاعات
۳۰۶	۸- روابط تجربی
۳۰۷	۹- مرحله‌ی شکستن برش نفتی به مواد فرض Hypo components
۳۰۸	مثال تعریف یک نفت خام
۳۱۸	مثال دوم: برج تقطیر اتمسفری
۳۳۴	صفحه Connection
۳۳۶	صفحه Parameters
۳۳۷	صفحه Monitor
۳۳۷	گزینه‌ی Simultaneous Adjust Manager (SAM)
۳۳۷	۲- لاجیک تنظیم Set
۳۳۸	صفحه Connection
۳۳۹	صفحه Parameter
۳۴۰	۳- لاجیک Recycle
۳۴۱	صفحه Connection
۳۴۱	صفحه Parameters (زیرصفحه‌های Variables و Numerical)
۳۴۳	صفحه Worksheet
۳۴۴	صفحه Monitor
۳۴۴	۴- لاجیک Balances
۳۴۵	اتصالات (Connections) و پارامترها (Parameters)
۳۴۶	مثال ۱

۳۴۷	مثال برای لاجیک Adjust
۳۴۷	مراحل انجام شبیه‌سازی
۳۵۰	مثال برای لاجیک Set
۳۵۰	تعریف مسأله
۳۵۲	مثال برای لاجیک Balance و Adjust به صورت هم‌زمان
۳۵۲	تعریف مسأله
۳۵۳	مراحل شبیه‌سازی
۳۶۱	مثال ۱ برای لاجیک Recycle
۳۶۱	تعریف مسأله
۳۶۸	مثال ۲ برای لاجیک Recycle
۳۶۸	تعریف مسأله
۳۷۰	مراحل شبیه‌سازی
۳۷۳	۱- مقدمه
۳۷۴	۲- ایده بهینه‌سازی
۳۷۴	مثال ۱:
۳۸۳	گریز ۱:
۳۸۵	گریز ۲:
۳۹۰	گریز ۳:
۳۹۰	۱- روش BOX
۳۹۰	۲- روش SQP
۳۹۱	۳- روش Fletcher - Reeves
۳۹۱	۴- روش Quasi - Newton
۳۹۱	۵- روش Mixed
۳۹۱	مثال ۲:
۳۹۱	بخش شبیه‌سازی

پیش‌گفتار

امروزه استفاده از کامپیوتر به عنوان جزئی جدانشدنی از علوم مهندسی مطرح می‌باشد. طراحی و ارزیابی واحدهای تولیدی و طراحی تجهیزات فرآیندی مورد استفاده در صنایع، بدون استفاده از کامپیوتر، امری وقت‌گیر بوده و با توجه به پیچیدگی روزافزون فرآیندهای تولیدی و با توجه به دامنه‌ی محدود تجارب و اطلاعات فردی، گاهی غیر ممکن می‌گردد.

کاربردهای نرم‌افزارهای کامپیوتری در زمینه‌ی مهندسی فرآیند و صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع دارویی و صنایع معدنی، بیش از گذشته اهمیت یافته است. با توجه به گستردگی نرم‌افزارهای موجود، صرف وقت و هزینه برای یادگیری تمامی آن‌ها مقرون به صرفه نبوده و امکان آن نیز برای تمام افراد موجود نمی‌باشد. به همین دلیل بر آن شدیم تا به دلیل گستردگی فرآیندهای تحت پوشش خود، بخش عمده‌ی نیازهای مهندسين شیمی و مهندسين مکانیک را برآورده می‌نماید، در کتاب حاضر نرم‌افزار HYSYS را که (پس از خریداری شدن توسط شرکت سازنده‌ی نرم‌افزار ASPEN، ASPEN HYSYS نامیده شده است) به جامعه مهندسی کشور معرفی نماییم.

نرم‌افزار ASPEN HYSYS به دلیل پوشش بیشتر فرآیندهای نفت، گاز و پتروشیمی و فرآیندهای شیرین‌سازی در صنایع نفتی، محدوده‌ی وسیعی از فرآیندهای موجود در صنایع تولیدی را تحت پوشش قرار می‌دهد. علاوه بر آن، توانایی مدل‌سازی بسیار ساده و سریع فرآیندها در حالت‌های پویا (دینامیک) در ASPEN HYSYS، آن را به عنوان یکی از نرم‌افزارهای جامع و پر کاربرد در زمینه‌ی مهندسی فرآیند مطرح می‌نماید.

مجموعه‌ی حاضر حاصل سال‌ها فعالیت در زمینه مهندسی فرآیند و تجربه عملی مدل‌سازی‌های متعدد می‌باشد. در کتاب حاضر سعی شده تا با مثال‌های عملی متعدد کار با نرم‌افزار به طور کامل آموزش داده شود.

در خاتمه از تمامی دوستانی که در نشر این اثر یاری‌گر ما بودند، همیمانان سپاس‌گزاری می‌نماییم.

غلامرضا باغ‌میشه

رضا درستی

معصومه مرادزاده

baghmisheli@sepdco.ir

dorosti@sepdco.ir

moradzadeh@sepdco.ir