

به نام خدا

شبیه‌سازی واحدهای بازیافت گوگرد با نرم‌افزار ProMax

حمیدرضا مهدی‌پور

عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت



۱۳۹۶

www.andishehsara.org

فهرست مطالب

۵	پیشگفتار
۷	فصل اول: فرآیند کلاوس
۷	۱-۱- مقدمه
۱۰	۱-۲- تجهیزات فرآیند کلاوس
۱۰	۱-۲-۱- کوره واکنش
۱۲	۲-۲-۱- مبدل بازیافت حرارت (WHB)
۱۳	۳-۱-۱- کندانسور گوگرد
۱۶	۴-۲-۱- گرم کننده بخار
۱۸	۵-۲-۱- تبدیلی کننده کاتالستی
۲۰	۶-۲-۱- کوره زباله سوز
۲۱	۳-۱- فرآیندهای تصفیه گاز: پسماند
۲۲	۱-۳-۱- فرآیند سولفرین
۲۴	۲-۳-۱- فرآیند اسکات
۲۶	۳-۳-۱- فرآیند سولفیران
۲۹	فصل دوم: آشنایی با محیط نرم افزار ProMax
۲۹	۱-۲- معرفی نرم افزار پرومکس
۳۰	۲-۲- تنظیمات پروژه (Project Option)
۳۱	۳-۲- انتخاب بسته خواص (Property Package) و ترکیبات
۳۴	۴-۲- افزودن تجهیزات و حل شبیه سازی
۳۸	۵-۲- افزودن صفحه شبیه سازی (Flowsheet)
۴۱	فصل سوم: شبیه سازی واحد بازیافت گوگرد پالایشگاه گاز
۴۱	۱-۳- استفاده از اشباع کننده (Saturator)
۴۴	۲-۳- شبیه سازی کوره واکنش

۵۴	۳-۳- شبیه‌سازی مبدل بازیافت حرارت (WHB)
۵۸	۳-۴- شبیه‌سازی راکتورهای کلاوس
۶۵	۳-۵- تنظیم هوای احتراق
۷۳	فصل چهارم: شبیه‌سازی واحد بازیافت گوگرد پالایشگاه نفت
۷۳	۴-۱- تنظیم دمای کوره واکنش به منظور تخریب آمونیاک
۸۰	۴-۲- سرمایه‌گذاری گاز داغ خروجی از کوره واکنش
۸۶	۴-۳- شبیه‌سازی کوره زباله‌سوز
۹۲	۴-۴- اتصال پرومکسر و اکسل
۹۷	۴-۵- بهینه‌سازی انرژی در زباله‌سوز
۱۰۱	فصل پنجم: شبیه‌سازی واحد تصفیه گاز پسماند به روش هیدروسولفرین
۱۰۲	۵-۱- شبیه‌سازی راکتور هیدروکربن/آکسیداسیون
۱۰۶	۵-۲- شبیه‌سازی راکتور سولفرین
۱۰۹	فهرست مراجع

پیشگفتار

ترکیبات هیدروکربوری خروجی از چاه‌های نفت و گاز، اغلب حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات گوگردی است که در صورت عدم تصفیه باعث افزایش انتشار گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی نظیر بنزین و گازوئیل و نیز مسمومیت و کاهش فعالیت کاتالیست‌های مورد استفاده در فرآیندهای پایین‌دستی خواهد شد. سولفید هیدروژن حاصل شده در فرآیندهای تصفیه هیدروژنی در پالایشگاه‌های نفت و سولفید هیدروژن موجود در جریان‌های گاز ترش در پالایشگاه‌های گاز، در واحد شیرین‌سازی گاز تغلیظ و سپس جهت استحصال گوگرد عنصری به واحد بازیافت گوگرد ارسال می‌شود. در حال حاضر بیش از سی واحد بازیافت گوگرد در پالایشگاه‌های نفت و گاز و صنایع پتروشیمیایی در حال تولید گوگرد از گاز اسیدی سولفید هیدروژن می‌باشند. علاوه بر این، هم‌اکنون چندین واحد بازیافت گوگرد در حال ساخت و یا راه‌اندازی است.

شبیه‌سازی و مدل‌سازی فرآیندها، یکی از مؤثرترین راه‌های بررسی فرآیندهای شیمیایی به شمار می‌رود. با شبیه‌سازی یک واحد، به راحتی می‌توان تأثیر پارامترها و متغیرهای عملیاتی مختلف را بر روی راندمان و عملکرد واحد بررسی کرد. نرم‌افزار شبیه‌ساز ProMax متداول‌ترین و در عین حال، کارآمدترین نرم‌افزار تجاری در شبیه‌سازی واحدهای بازیافت گوگرد محسوب می‌گردد. از این رو، در کتاب حاضر ضمن معرفی اجمالی واحدهای بازیافت گوگرد، با ارائه مثال‌های صنعتی، نحوه‌ی شبیه‌سازی این واحدها به صورت مرحله به مرحله آموزش داده خواهد شد. بهره‌برداران، پرسنل عملیاتی و مدیران پالایشگاه‌های گاز می‌توانند از ایده‌های مطرح شده در این کتاب جهت ارتقاء طرح‌های خود در زمینه بهینه‌سازی واحدهای بازیافت گوگرد استفاده کنند. با انجام تمرینات در نظر گرفته شده در این کتاب، طراحی فرآیندی و بهینه‌سازی یک واحد بازیافت گوگرد امکان‌پذیر خواهد بود. از آن جایی که خوراک، شرایط عملیاتی و راهکارهای بهینه‌سازی واحدهای بازیافت گوگرد پالایشگاهی نفت و گاز در بسیاری از موارد متفاوت است، شبیه‌سازی هر یک از این واحدها در فصلی مجزا آموزش داده شده است. همچنین، نحوه شبیه‌سازی واحد تصفیه گاز پسماند به روش هیدروسولفرین که یک واحد از آن در کشور به بهره‌برداری رسیده است، در فصل آخر کتاب ارائه شده است. مثال‌های این کتاب با استفاده از نرم‌افزار ProMax نسخه ۲/۰ شبیه‌سازی شده‌اند. برای اطلاع از فایل‌های مربوط به آدرس <http://mahdipour.mihanblog.com> مراجعه کنید.

در پایان لازم است از زحمات جناب آقای مهندس عبودی که در ویرایش این کتاب اینجانب را یاری کردند صمیمانه قدردانی کنم. امیدوارم مطالب ارائه شده در این کتاب بتواند نقشی هرچند کوچک در رشد و بالندگی کشور عزیزمان داشته باشد.

با آرزوی توفیقات الهی

حمید رضا مهدی پور

www.ketab.ir