

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیند

بررسی و بهبود عملکرد کوره واکنشی کلاوس در صنایع گاز

نگارش:

یوسف صادقی

استاد راهنما:

دکتر بهمن زارع نژاد

دی ماه ۱۳۹۰



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

صورتحمله دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه آقای یوسف صادقی به شماره دانشجویی ۸۸۱۱۱۳۹۰۰۴ برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرایند تحت عنوان: بررسی و بهبود عملکرد کوره های واکنشی واحدهای گوگردزدایی کلاوس در صنایع گاز

در جلسه مورخ ۹۰/۱۰/۱۷ بررسی شد و با نمره ۱۹/۱ (نوزده برصدم) مورد تأیید قرار گرفت.

هیأت داوران:

نام و نام خانوادگی	سمت	مرتبه دانشگاهی	امضاء
دکتر بهمن زارع نژاد	استاد راهنمای اول	استادیار	
دکتر بهنام خوش اندام	داور خارجی	استادیار	
دکتر محسن مهدی پور	داور داخلی	استادیار	

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده





دانشگاه سمنان
دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

این جانب یونس صادقی به شماره دانشجویی ۸۸۱۱۱۳۹۵۰۴ دانشجوی رشته مهندسی شیمی
گرایش فرای فرای متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان:

بررسی و بهبود عملکرد کوره های کلاسیک در صنایع گاز

که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد به دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز دانشگاه سمنان
ارائه شده، دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این
پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مرتبط به آن نیز از طرف مراجع ذیربط قابل پیگیری
است.

نام و نام خانوادگی: یونس صادقی

شماره دانشجویی: ۸۸۱۱۱۳۹۵۰۴

امضاء

تقدیم به پدر و مادرم که شرم نگرستن در

چشمانشان

مرا به کوشش بیشتر فرا می خواند.

بر خود واجب می بینم که از استاد دکتر بهمن زارع نژاد که در
پیشبرد این طرح از هیچ کمکی دریغ نکردند کمال تشکر خود را
ابراز نمایم.

چکیده

فرآیند گوگرد زدایی کلاوس از مهمترین فرآیندهای کاربردی در صنعت نفت و گاز می باشد که به منظور حذف و یا تقلیل سولفید هیدروژن موجود در گازهای انتهایی و نیز حذف آلاینده های هیدروکربنی گازهای اسیدی به نحو وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به اهمیت تاثیر غلظت سولفید هیدروژن بر درجه حرارت مطلوب شعله کوره واکنشی کلاوس، در این پژوهش غنی سازی گاز اسیدی ورودی به واحد کلاوس با استفاده از تکنیک های گوناگون مورد مطالعه قرار گرفته است. بررسی های انجام شده با استفاده از شبیه سازی فرآیندهای گوناگون غنی سازی گاز اسیدی با نرم افزار Aspen Hysys نشان می دهد که در غلظت های سولفید هیدروژن کمتر از ۲۰ درصد، نمی توان با استفاده از فرآیند غنی سازی معمول به گاز اسیدی با کیفیت مناسب برای استفاده در واحد کلاوس دست یافت. بررسی انجام شده در این پژوهش نشان می دهد که با استفاده از فرآیند غنی سازی گاز اسیدی بر اساس دو برج جذب و یک برج احیاء می توان به بهترین کیفیت گاز اسیدی برای تامین درجه حرارت مطلوب شعله در کوره واکنشی کلاوس دست یافت.

(کلید واژه: فرآیند کلاوس، گاز اسیدی، کوره واکنشی، غنی سازی)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱ مقدمه ای بر گوگرد زدایی از گاز طبیعی و تولید عنصر گوگرد
۲	۱-۱. مقدمه.....
۶	فصل ۲ شرح واحد بازیابی گوگرد کلاوس
۷	۱-۲. مقدمه.....
۷	۲-۲. شرح فرآیند.....
۱۲	فصل ۳ بهبود عملکرد کوره واکنشی کلاوس
۱۳	۱-۳. مقدمه.....
۱۳	۲-۳. تعیین دمای کوره واکنشی کلاوس با استفاده از مدل تحلیلی.....
۱۶	۳-۳. تعیین دمای کوره واکنشی کلاوس با استفاده از نرم افزار Aspen Plus.....
۱۸	۴-۳. مقایسه نتایج حاصل از مدل تحلیلی و شبیه سازی کوره واکنشی.....
۲۰	۵-۳. بررسی شرایط عملکرد کوره واکنشی کلاوس.....
۲۱	۶-۳. غنی سازی گاز اسیدی.....
۲۲	۱-۶-۳. فرآیند غنی سازی گاز اسیدی معمول.....
۲۴	۲-۶-۳. فرآیند غنی سازی گاز اسیدی با استفاده از دو برج جذب.....
۲۹	فصل ۴ شبیه سازی واحدهای غنی سازی گاز اسیدی
۳۰	۱-۴. فرآیند غنی سازی گاز اسیدی معمول.....
۳۰	۱-۱-۴. شبیه سازی فرآیند.....
۳۳	۲-۱-۴. نتیجه گیری و بحث روی نتایج.....
۳۸	۲-۴. فرآیند غنی سازی گاز اسیدی با استفاده از دو برج جذب.....
۳۸	۱-۲-۴. شبیه سازی فرآیند حالت اول.....
۳۸	۱-۱-۲-۴. شرح فرآیند.....
۴۰	۲-۱-۲-۴. نتیجه گیری و بحث روی نتایج.....
۴۶	۲-۲-۴. شبیه سازی فرآیند حالت دوم.....
۴۶	۱-۲-۲-۴. شرح فرآیند.....

۴۸	.....نتایج	۲-۲-۲-۴
۵۴	.....شبه سازی فرآیند حالت سوم	۳-۲-۴
۵۴	.....شرح فرآیند	۱-۳-۲-۴
۵۶	.....نتایج	۲-۳-۲-۴
۶۲	.....مقایسه فرآیند های پیشنهاد شده	۳-۴

فصل ۵ نتیجه گیری کلی و ارائه پیشنهاد

۶۵	
۶۶	.....نتیجه گیری کلی
۶۷	.....ارائه پیشنهادات

۶۸	مراجع
۷۱	پیوست الف
۷۵	پیوست ب
۷۷	پیوست پ

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲. شمای یک واحد بازیابی گوگرد کلاوس معمول.....	۸
شکل ۱-۳. اثر افزایش محتوای سولفید هیدروژن گاز اسیدی روی دمای کوره واکنشی (- پیش بینی مدل تحلیلی، داده های تجربی) [۵].....	۱۹
شکل ۲-۳. اثر افزایش محتوای سولفید هیدروژن گاز اسیدی روی دمای کوره واکنشی (- پیش بینی شبیه سازی، داده های تجربی).....	۱۹
شکل ۳-۳. شمای واحد غنی سازی گاز اسیدی معمول.....	۲۳
شکل ۴-۳. شمای فرآیند حالت اول.....	۲۵
شکل ۵-۳. شمای فرآیند حالت دوم.....	۲۶
شکل ۶-۳. شمای فرآیند حالت سوم.....	۲۷
شکل ۱-۴. شمای فرآیند غنی سازی معمول شبیه سازی شده در نرم افزار Aspen Hysys.....	۳۱
شکل ۲-۴. پروفایل (a) دما، (b) جزء مولی سولفید هیدروژن و (c) جزء مولی دی اکسید کربن در فاز بخار بر حسب شماره سینی های برج جذب.....	۳۴
شکل ۳-۴. اثر شدت جریان حلال آمینی روی (a) دما، (b) جزء مولی سولفید هیدروژن و (c) دی اکسید کربن فاز بخار در برج جذب.....	۳۵
شکل ۴-۴. اثر غلظت حلال آمینی روی (a) دما، (b) جزء مولی سولفید هیدروژن و (c) دی اکسید کربن فاز بخار در برج جذب.....	۳۶
شکل ۵-۴. شمای فرآیند حالت اول شبیه سازی شده در نرم افزار Aspen Hysys.....	۳۸
شکل ۶-۴. پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار.....	۴۱
شکل ۷-۴. اثر شدت جریان حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار بر حسب شماره سینی ها در برج جذب اول و دوم.....	۴۲
شکل ۸-۴. اثر غلظت حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار بر حسب شماره سینی ها در برج جذب اول و دوم.....	۴۳
شکل ۹-۴. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت اول.....	۴۵
شکل ۱۰-۴. شمای فرآیند حالت دوم شبیه سازی شده در نرم افزار Aspen Hysys.....	۴۶

- شکل ۴-۱۱. پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار ۴۹
- شکل ۴-۱۲. اثر شدت جریان حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار برحسب شماره سینی‌ها در برج جذب اول و دوم ۵۰
- شکل ۴-۱۳. اثر غلظت حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار برحسب شماره سینی‌ها در برج جذب اول و دوم ۵۱
- شکل ۴-۱۴. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت دوم ۵۳
- شکل ۴-۱۵. شمای فرآیند حالت سوم شبیه سازی شده در نرم افزار Aspen Hysys ۵۴
- شکل ۴-۱۶. پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار ۵۷
- شکل ۴-۱۷. اثر شدت جریان حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار برحسب شماره سینی‌ها در برج جذب اول و دوم ۵۸
- شکل ۴-۱۸. اثر غلظت حلال آمینی روی پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار برحسب شماره سینی‌ها در برج جذب اول و دوم ۵۹
- شکل ۴-۱۹. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت سوم ۶۱
- شکل ۴-۲۰. پروفایل (a) دما، (b) ترکیب درصد سولفید هیدروژن و (c) ترکیب درصد دی اکسید کربن در فاز بخار در برج های جذب اول و دوم بر حسب شماره سینی‌ها در فرآیند حالت اول، دوم و سوم ۶۳

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱. میزان مسمومیت ناشی از غلظت های مختلف سولفید هیدروژن در هوا	۳
جدول ۱-۳. مشخصات خوراک ورودی به کوره واکنشی کلاوس	۱۷
جدول ۲-۳. مشخصات محصول خروجی از کوره واکنشی کلاوس	۱۸
جدول ۱-۴. مشخصات خوراک گاز اسیدی ورودی به واحد غنی سازی گاز اسیدی	۳۱
جدول ۲-۴. شرایط عملیاتی واحد غنی سازی گاز اسیدی معمول	۳۲
جدول ۳-۴. نتایج شبیه سازی واحد غنی سازی گاز اسیدی معمول	۳۲
جدول ۴-۴. اثر تعداد سینی های برج جذب روی میزان غنی سازی گاز اسیدی در فرآیند معمول	۳۳
جدول ۵-۴. اثر شدت جریان حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی معمول	۳۷
جدول ۶-۴. اثر غلظت حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی معمول	۳۷
جدول ۷-۴. شرایط عملیاتی فرآیند حالت اول	۳۹
جدول ۸-۴. نتایج شبیه سازی فرآیند حالت اول	۳۹
جدول ۹-۴. اثر تعداد سینی های برج جذب اول و دوم روی میزان غنی سازی گاز اسیدی در فرآیند حالت اول	۴۰
جدول ۱۰-۴. اثر شدت جریان حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت اول	۴۴
جدول ۱۱-۴. اثر غلظت حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت اول	۴۴
جدول ۱۲-۴. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت اول	۴۵
جدول ۱۳-۴. شرایط عملیاتی فرآیند حالت دوم	۴۷
جدول ۱۴-۴. نتایج شبیه سازی فرآیند حالت دوم	۴۷
جدول ۱۵-۴. اثر تعداد سینی های برج جذب اول و دوم روی میزان غنی سازی گاز اسیدی در فرآیند حالت دوم	۴۸
جدول ۱۶-۴. اثر شدت جریان حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت دوم	۵۲
جدول ۱۷-۴. اثر غلظت حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت دوم	۵۲
جدول ۱۸-۴. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت دوم	۵۳
جدول ۱۹-۴. شرایط عملیاتی فرآیند حالت سوم	۵۵
جدول ۲۰-۴. نتایج شبیه سازی فرآیند حالت سوم	۵۵

جدول ۴-۲۱. اثر تعداد سینی های برج جذب اول و دوم روی میزان غنی سازی گاز اسیدی در فرآیند حالت سوم.....	۵۶
جدول ۴-۲۲. اثر شدت جریان حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت سوم.....	۶۰
جدول ۴-۲۳. اثر غلظت حلال آمینی روی فرآیند غنی سازی گاز اسیدی حالت سوم.....	۶۰
جدول ۴-۲۴. اثر نسبت گاز اسیدی برگشتی به برج جذب دوم روی غلظت سولفید هیدروژن در گاز اسیدی ورودی به واحد بازیابی گوگرد در فرآیند حالت سوم.....	۶۱
جدول ۴-۲۵. مقایسه فرایندهای مختلف غنی سازی گاز اسیدی بررسی شده.....	۶۴
جدول الف-۱. پارامترهای a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 برای محاسبه پتانسیل شیمیایی استاندارد اجزاء گوناگون	۷۴

فصل ۱

مقدمه ای بر گوگرد زدایی
از گاز طبیعی و تولید عنصر
گوگرد

۱-۱. مقدمه

گازهای طبیعی تولیدی از میادین نفت و گاز بیشتر اوقات حاوی گازهای اسیدی مانند سولفید هیدروژن^۱ و دی اکسید کربن می باشند. گرچه بسیاری از گازها بویژه آنهایی که در پالایشگاه تولید می شوند و یا گازهای سنتزی طبیعی ممکن است حاوی مرکاپتانها، دی سولفید کربن^۲ و یا سولفید کربنیل^۳ باشند [۱].

بدلیل حجم بالای گازی که وارد خطوط لوله انتقال می شود کاهش غلظت سولفید هیدروژن برای کاهش خوردگی ضروری است (حداکثر غلظت مجاز سولفید هیدروژن موجود در گاز شیرین سازی شده ppm ۴ می باشد). همچنین در بسیاری از موارد کاهش غلظت سولفید هیدروژن برای حفظ سلامتی بشر امری مهم است. در جدول ۱-۱ میزان مسمومیت ناشی از غلظت های مختلف سولفید هیدروژن در هوا آورده شده است [۱].

^۱ H₂S

^۲ CS₂

^۳ COS

جدول ۱-۱. میزان مسمومیت ناشی از غلظت های مختلف سولفید هیدروژن در هوا

غلظت سولفید هیدروژن در هوا (ppm)	میزان مسمومیت
۱۰	حداکثر غلظت مجاز برای مسمومیت مدت دار
۷۰-۱۵۰	علائم مریضی کم بعد از مسمومیت چند ساعته
۱۷۰-۳۰۰	حداکثر غلظت که می تواند برای یک ساعت بدون نتایج جدی تنفس شود.
۴۰۰-۵۰۰	خطرناک بعد از مسمومیت یک ساعت و سی دقیقه ای
۶۰۰-۸۰۰	کشنده در مسمومیت سی دقیقه ای یا کمتر

عوامل بسیاری برای انتخاب فرآیند مناسب برای شیرین سازی باید مدنظر قرار گیرد که عبارت است از:

- ۱- نوع ناخالصی که باید از جریان گاز حذف شود.
- ۲- سطح غلظت این ناخالصیها و درجه مطلوب حذف
- ۳- انتخاب پذیری گاز اسیدی
- ۴- حجم گازی که باید تحت فرآیند قرار گیرد و شرایط فشار- دما در جایی که گاز در دسترس است.
- ۵- امکان پذیری و شرایط مطلوب بازیابی گوگرد
- ۶- اقتصادی بودن فرآیندهای مناسب

فرآیندهای آمینی برای حذف سولفید هیدروژن حجم بالا و فشار بالا مناسب هستند و برای سالهای متمادی تقریباً تنها انتخاب برای شیرین‌سازی جریان‌های گاز طبیعی بوده‌اند، اما امروزه فرآیندهای بسیاری برای انتخاب وجود دارد که از جمله می‌توان فرآیندهای جذب فیزیکی^۱، فرآیند غربالهای مولکولی^۲، جذب سطحی^۳ و غیره را نام برد [۱].

امروزه فرآیندهای شیرین‌سازی همراه با بازیابی گوگرد^۴ نقش مهمی را در فرآیندهای گوگردزدایی ایفا می‌نمایند. فرآیندهای بسیاری برای تولید عنصر گوگرد از سولفید هیدروژن وجود دارد که بعضی برای تولید عنصر گوگرد و بعضی برای حذف سولفید هیدروژن از گاز طبیعی همراه با تولید عنصر گوگرد طراحی شده‌اند. تا سال ۱۹۷۰ تصمیم بر روی اینکه آیا باید گوگرد با فرآیند شیرین‌سازی گاز طبیعی تولید شود یا نه، یک مسئله مهم اقتصادی بود. اگر برای عنصر گوگرد تقاضا وجود داشت و اگر قیمت آن برای عملی شدن اقتصادی پروژه مناسب بود آن وقت واحد بازیابی گوگرد بنا می‌شد و اگر از لحاظ اقتصادی مناسب نبود گازهای اسیدی یا به اتمسفر تخلیه می‌شدند و یا بطور معمول سوزانده می‌شدند. با وضع مقررات زیست محیطی و آلودگی گوگرد تصور بر تولید گوگرد تغییر یافت. در بیشتر کشورهای صنعتی تبدیل سولفید هیدروژن حذف شده از گاز طبیعی به عنصر گوگرد یک نیاز مهم‌تر از صرفه اقتصادی شد و مقررات زیست محیطی انگیزه‌ای به توسعه فرآیندهای تبدیل ترکیبات شامل گوگرد گازی به عنصر گوگرد شد [۱].

عموماً بیشتر واحدهای بازیابی گوگرد بر اساس مواد اولیه مشتق شده از جریان گاز طبیعی، از فرآیند کلاوس^۵ استفاده می‌کنند. در حال حاضر واحد کلاوس مهمترین واحد برای تولید عنصر گوگرد از سولفید هیدروژن گازی است. تقریباً ۹۰ تا ۹۵ درصد گوگرد تولیدی در جهان بوسیله فرآیند کلاوس می‌باشد که بیش از ۶.۵ میلیون تن از گوگرد بازیابی شده در سال ۱۹۸۹ در کشور آمریکا، بوسیله فرآیند کلاوس بوده است و این فرآیند حدوداً ۹۵ تا ۹۷ درصد از سولفید هیدروژن خوراک را می‌تواند بازیابی کند [۲].

در فرآیند اولیه کلاوس سولفید هیدروژن با هوا روی یک کاتالیست بوکسیت^۶ یا سنگ معدنی

¹ Physical Absorption

² Molecular Sieves

³ Adsorption

⁴ Sulfur Recovery Unit

⁵ Claus Process

⁶ bauxite

آهن^۱ در یک راکتور اکسید می‌شود. بعدها به جای سوزاندن سولفید هیدروژن بطور مستقیم روی کاتالیست، ۱/۳ از آن به دی اکسید گوگرد^۲ سوزانده شده و سپس دی اکسید گوگرد با سولفید هیدروژن روی بوکسیت در دمای °F ۷۵۰-۷۰۰ واکنش می‌داد. پیشرفت دیگر این فرآیند، احتراق غیر کاتالیستی سولفید هیدروژن با هوا در دمای بالای °F ۱۸۳۲ (۱۰۰۰ °F) است که بطور مستقیم عنصر گوگرد تولید می‌کند. این تبدیل غیر کاتالیستی سولفید هیدروژن به عنصر گوگرد معمولاً با بازدهی بالاتر از ۹۰ درصد انجام می‌گردد [۱].

در این پژوهش، ابتدا واحد بازیابی گوگرد کلاوس، مراحل گرمایی و کاتالیستی، همچنین واکنشهایی که در این واحد انجام می‌شود، شرح داده خواهد شد. در فصل سوم اهمیت دستیابی به درجه حرارت مطلوب شعله کوره واکنشی کلاوس و نحوه دستیابی به این دما شرح داده خواهد شد. در فصل چهارم به شبیه سازی واحدهای گوناگون غنی سازی گاز اسیدی بعنوان یکی از روش های بهینه برای دستیابی به درجه حرارت مطلوب شعله و مقایسه نتایج پرداخته می‌شود. در پایان از این پژوهش نتیجه گیری شده و پیشنهاداتی برای بررسی های بیشتر در آینده ارائه خواهد شد.

¹ Iron Ore

² SO₂

فصل ۲

شرح واحد بازیابی گوگرد

کلاوس

۱-۲. مقدمه

بازیابی گوگرد به تبدیل سولفید هیدروژن به عنصر گوگرد اطلاق می‌شود. سولفید هیدروژن محصول جانبی فرآیندهای گاز طبیعی و پالایش نفت خام با گوگرد بالا می‌باشد. فرآیند کلاوس از روشهای معمول بازیابی گوگرد است که تقریباً ۹۰ تا ۹۵ درصد گوگرد بازیابی شده در جهان، بوسیله این فرآیند تولید می‌گردد [۲].

۲-۲. شرح فرآیند

شکل ۱-۲ شمای یک واحد بازیابی گوگرد کلاوس معمول را نشان می‌دهد. واکنش کلی انجام شده در کوره که یک فرآیند غیر کاتالیستی است بصورت ذیل است:



هر مرحله کاتالیستی شامل یک گرمایش مجدد گازی^۱، یک راکتور کاتالیستی و یک چگالنده است [۲].

^۱ Gas reheater