

بازیابی گازهای ارسالی به برج مثل

## در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی



مؤلفان

دکتر علی وطنی

مهندس فرهاد قدیانلو

مهندس مهدی عنایتی سنگسرکی

استاد دانشگاه تهران

کارشناس ارشد مهندسی شیمی

کارشناس ارشد مهندسی شیمی

|                     |                                                                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : وطنی، علی، ۱۳۳۱ -                                                                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور | : بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعل در صنایع گاز، نفت و پتروشیمی/تالیف علی وطنی، فرهاد قدیانلو، مهدی عنایتی-سنگسرکی. |
| مشخصات نشر          | : تهران: سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات، ۱۳۹۶.                                                                 |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۰۰ص: جدول، نمودار.                                                                                                |
| شابک                | : 978-600-133-287-6                                                                                                  |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیا                                                                                                                |
| یادداشت             | : کتابنامه.                                                                                                          |
| موضوع               | : گازهای زائد                                                                                                        |
| موضوع               | : Waste gases                                                                                                        |
| موضوع               | : گازهای زائد -- بازیافت                                                                                             |
| موضوع               | : Waste gases -- Recycling                                                                                           |
| موضوع               | : سیستم‌های گاز فلر (مهندسی شیمی)                                                                                    |
| موضوع               | : Flare gas systems (Chemical engineering)                                                                           |
| شماره نزوده         | : قدیانلو، فرهاد، ۱۳۳ -                                                                                              |
| شماره افزوده        | : عنایتی سنگسرکی، مهدی، ۱۳۶۲ -                                                                                       |
| شماره افزوده        | : سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات                                                                               |
| رده بندی کنگره      | : ۱۶ ب۲/۱۰۳۰ TD                                                                                                      |
| رده بندی دیویی      | : ۶۳۷/۲                                                                                                              |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۴۱۰۳                                                                                                               |



سازمان تهران  
انتشارات

|                                                                            |                             |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| ♦ نام کتاب: بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعل در صنایع گاز، نفت و پتروشیمی |                             |
| ♦ مولفان: علی وطنی، فرهاد قدیانلو، مهدی عنایتی-سنگسرکی                     |                             |
| ♦ ناشر: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران                                |                             |
| ♦ لیتوگرافی، چاپ و صحافی: رامین                                            |                             |
| ♦ طراح جلد: سعید صحابی                                                     |                             |
| ♦ شمارگان: ۵۰۰ نسخه                                                        |                             |
| ♦ قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال                                                        |                             |
| ♦ نوبت چاپ: اول - زمستان ۱۳۹۶                                              |                             |
| ♦ شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۲۸۷-۶                                                  | ISBN: 978-600-133-287-6     |
| ♦ نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶-۱۳۱۴۵                                      | www.jahat.ir                |
| ♦ تلفن: ۶۶۹۵۴۳۸                                                            | en.jahat@gmail.com          |
| ♦ تلفن مراکز پخش: ۶۶۹۵۷۵۳-۶۶۹۰۷۴۲-۶۶۹۰۷۴۰                                  | خانه کتاب دانشگاه: ۶۶۹۷۳۴۲۳ |

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری نماید، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

## فهرست مطالب

|    |                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------|
| ۵  | مقدمه ناشر                                                        |
| ۱۳ | پیشگفتار مؤلفان                                                   |
| ۱۵ | فصل اول: ارسال گاز به برج شعل و پیامدهای آن                       |
| ۱۵ | ۱-۱ مقدمه                                                         |
| ۱۸ | ۱-۲ اثرات آلاینده‌ها بر روی انسان                                 |
| ۱۸ | الف) متواکسیدکربن                                                 |
| ۱۸ | ب) اکسیدهای نیتروژن                                               |
| ۱۸ | ج) دی‌اکسید گوگرد                                                 |
| ۱۹ | ۱-۳ مکانیسم توسعه پاک                                             |
| ۲۲ | الف) امارات متحده عربی                                            |
| ۲۲ | ب) قطر                                                            |
| ۲۲ | ج) عربستان سعودی                                                  |
| ۲۴ | منابع فصل اول                                                     |
| ۲۷ | فصل دوم: انواع برج‌های مشعل و ابزارهای مدیریت گازهای ارسالی به آن |
| ۲۷ | ۱-۲ برج مشعل و ارسال گاز به آن                                    |
| ۲۸ | ۲-۲ انواع برج‌های مشعل                                            |
| ۲۸ | ۱-۲-۱ مقدمه                                                       |
| ۲۹ | ۲-۲-۲ برج مشعل بلند                                               |
| ۳۰ | ۲-۲-۳ برج‌های مشعل القائی بخار                                    |

|    |                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------|
| ۳۰ | ۴-۲-۲ برج های مشعل القایی هوا                                              |
| ۳۰ | ۵-۲-۲ برج های مشعل محصور زمینی                                             |
| ۳۱ | ۶-۲-۲ برج های مشعل آتشین یا گرماگیر                                        |
| ۳۱ | ۳-۲ ایزارهای مدیریت گازهای ارسالی به برج مشعل                              |
| ۳۲ | الف) سامانه کاهش و بازایی گازهای ارسالی به برج مشعل Zero Flaring           |
| ۳۳ | ب) استفاده از تجهیزات اندازه گیری کمی و کیفی و پایش سامانه برج مشعل        |
| ۳۵ | ج) به کارگیری برج های مشعل جدید و مناسب                                    |
| ۳۶ | د) به کارگیری سامانه هایی که بخارات هیدروکربن را به مخزن برگشت می دهند     |
| ۳۷ | ۴-۱ هزینه های خرید تجهیزات سامانه برج مشعل                                 |
| ۳۹ | منابع فصل دوم                                                              |
| ۴۱ | فصل سوم: تمیز، مادل و رهاسازی به شبکه برج مشعل                             |
| ۴۱ | ۱-۳ پتانسیل های رهاسازی هیدروکربن ها                                       |
| ۴۹ | ۲-۳ تعیین مقدار جریان خروجی شیرهای اطمینان                                 |
| ۵۰ | ۱-۲-۳ مطالعه ظرف افق که مجاورت با آتش قرار دارد                            |
| ۵۲ | الف) جریان با سرعت صوت                                                     |
| ۵۳ | ب) جریان با سرعتی معادل مادلون سرعت صوت                                    |
| ۵۵ | ۲-۲-۳ مطالعه برج تقطیر                                                     |
| ۵۵ | الف) مطالعه شرایط دمایی یک ریویولر در شرایط مناسب جریان از برج به برج مشعل |
| ۵۸ | ب- موازنه انرژی برای بخش بالای برج                                         |
| ۶۰ | ج- تعیین نرخ رهاسازی از برج تقطیر                                          |
| ۶۴ | ۳-۲-۳ راکتورها و مخازن ذخیره                                               |
| ۷۳ | ۴-۲-۳ انبساط گاز                                                           |
| ۷۷ | ۵-۲-۳ نقص در شیرکترلی                                                      |
| ۷۸ | الف) سیال مایع                                                             |
| ۸۰ | ب) سیال گاز                                                                |
| ۸۱ | ۳-۳ شبکه رهاسازی (برج مشعل)                                                |
| ۸۷ | منابع فصل سوم                                                              |

## فصل چهارم: روش‌های بازیابی گازهای برج مشعل در صنایع نفت، گاز، پالایش و

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| ۸۹  | پتروشیمی                                                      |
| ۸۹  | ۱-۴ مقدمه                                                     |
| ۹۰  | ۲-۴ روش‌های بازیابی گازهای برج مشعل                           |
| ۹۰  | الف) روش فیزیکی                                               |
| ۹۰  | ب) روش شیمیایی                                                |
| ۹۰  | ج) روش بیوشیمیایی                                             |
| ۹۱  | ۳-۴ روش‌های جلوگیری از سوزاندن گازهای همراه در صنایع نفت      |
| ۹۴  | الف) تبادل برق                                                |
| ۹۴  | ب) تزریق به مایع نفت یا بهره‌گیری از گازهای همراه             |
| ۹۴  | ۱- تزریق مجدد به مخزن                                         |
| ۹۵  | ۲- بهره‌گیری از گاز در هم‌ا                                   |
| ۹۷  | ۳- تولید گاز مایع (NG)                                        |
| ۹۹  | ج) صادرات                                                     |
| ۱۰۰ | د) تبدیل گاز                                                  |
| ۱۰۲ | ی) ذخیره برای استفاده‌های مختلف در حال و آینده                |
| ۱۰۴ | ۴-۴ سامانه‌های بازیابی در پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی   |
| ۱۰۴ | ۱-۴-۴ مقدمه                                                   |
| ۱۰۵ | ۲-۴-۴ سامانه بازیابی گازهای برج مشعل با استفاد از کمپرسور     |
| ۱۰۵ | الف) مخزن نشست                                                |
| ۱۰۶ | ب) مخزن نشیب‌بند                                              |
| ۱۰۷ | ج) کمپرسور                                                    |
| ۱۱۳ | الف) پالایشگاه و سترن                                         |
| ۱۱۳ | ۳-۴-۴ بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعل با استفاده از ازن‌گور |
| ۱۱۵ | ۵-۴ مزیت‌های سامانه بازیابی گازهای برج مشعل                   |
| ۱۱۸ | منابع فصل چهارم                                               |

## فصل پنجم: روش‌های کاهش و بازیابی گازهای برج مشعل در واحدهای نفتین، مجتمع

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| ۱۲۱ | های پتروشیمی و پالایشگاه‌های گازی |
| ۱۲۱ | ۱-۵ مقدمه                         |

- ۵-۲ تولید اتیلن و پروپیلن ..... ۱۲۲
- ۵-۳ نقاط و منابع گاز برج مشعل در واحدهای تولید اتیلن ..... ۱۲۸
- ۵-۴ ارسال گاز به برج مشعل طبق برنامه کارخانه و ارسال گاز به برج مشعل برنامه‌ریزی نشده ..... ۱۲۹
- ۵-۵ خاموشی‌های اضطراری کارخانه ..... ۱۳۰
- ۵-۶ حداقل/عدم ارسال گاز به برج مشعل در راه‌اندازی واحدهای الفین ..... ۱۳۰
- ۵-۶-۱ حداقل سوزاندن گازها در برج مشعل ..... ۱۳۰
- ۵-۶-۲ پیش‌نیاز راه‌اندازی بدون سوزاندن گازها در برج‌های مشعل ..... ۱۳۲
- ۵-۶-۳ بخار ..... ۱۳۲
- ۵-۶-۴ پروپین اتیل ..... ۱۳۲
- ۵-۶-۵ ج) بیان باکستور  $C_2$  و  $C_3$  ..... ۱۳۲
- ۵-۶-۳ استفاده در محصولات خارج از مشخصات طراحی ..... ۱۳۲
- ۵-۷ راهکارهای کاهش ارسال گاز به برج مشعل در واحدهای تولید اتیلن ..... ۱۳۴
- ۵-۸ سامانه‌های بازیابی برای واحدهای الفین ..... ۱۳۶
- ۵-۸-۱ سامانه بازیابی گازهای با ارزش از مخزن نشست ناحیه سرد ..... ۱۳۶
- ۵-۸-۲ بازیابی گازهای واحد الفین با کمک بستر جاذب ..... ۱۳۶
- ۵-۸-۳ بازیابی گازهای واحد الفین به کمک شردسازی ..... ۱۳۶
- ۵-۹ کاهش گازهای ارسالی به برج مشعل در واحدهای اتیلن سبک ..... ۱۳۷
- ۵-۱۰ منابع گازهای ارسالی به برج مشعل در پالایشگاه گازی منطقه انرژی پارس ..... ۱۳۹
- ۵-۱۱ روش‌های کاهش گازهای ارسالی به برج مشعل در پالایشگاه انرژی منطقه انرژی پارس ..... ۱۵۰
- ۵-۱۱-۱ سامانه بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعل در پالایشگاه گازی ..... ۱۵۱
- ۵-۱۱-۲ بازیابی گازهای برج مشعل در یک منطقه (چند کارخانه یا پتروپالایشگاه) ..... ۱۵۴
- منابع فصل پنجم ..... ۱۵۶
- فصل ششم: تجهیزات اصلی مورد استفاده در سامانه بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعل
- ۶-۱ مقدمه ..... ۱۵۹
- ۶-۲ تجهیزات سامانه‌های بازیابی ..... ۱۵۹

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| ۱۵۹..... | ۱-۲-۶ کمپرسور / اژکتور                                        |
| ۱۶۹..... | ۲-۲-۶ مخزن نشت‌بند مایع                                       |
| ۱۷۲..... | ۳-۲-۶ سامانه کنترلی                                           |
| ۱۷۲..... | ۱-۳-۲-۶ پارامتر کنترل دما                                     |
| ۱۷۲..... | ۲-۳-۲-۶ پارامتر کنترل فشار                                    |
| ۱۷۳..... | ۳-۲-۶ پارامتر کنترل سطح مایع                                  |
| ۱۷۳..... | ۴-۳-۲-۶ میر کنارگذر مخزن نشت‌بند                              |
| ۱۷۵..... | ۴-۲-۶ جداکننده سه‌فازی                                        |
| ۱۷۸..... | ۵-۲-۶ برج جذب گازهای اسیدی                                    |
| ۱۷۹..... | ۶-۲-۶ نساء                                                    |
| ۱۸۲..... | الف) هزینه‌های ثابت                                           |
| ۱۸۳..... | ب) هزینه انرژی                                                |
| ۱۸۴..... | پ) هزینه لوازم یدکی و تعمیرات                                 |
| ۱۸۴..... | ت) هزینه مواد شیمیایی                                         |
| ۱۸۴..... | ث) هزینه نیروی انسانی                                         |
| ۱۸۴..... | ج) هزینه کیفی                                                 |
| ۱۸۵..... | د) هزینه نصب                                                  |
| ۱۸۵..... | ه) هزینه استهلاک                                              |
| ۱۸۵..... | ی) هزینه‌های پیش‌بینی نشده                                    |
| ۱۸۶..... | ۷-۲-۶ جاذب                                                    |
| ۱۹۳..... | ۳-۶ انتخاب فرایند سامانه‌ی بازیابی گازهای ارسالی به برج مشعشع |
| ۱۹۴..... | منابع فصل ششم                                                 |
| ۱۹۷..... | واژه نامه                                                     |

## پیشگفتار مؤلفان

بدون شک یکی از افتخارات بشر در عصر حاضر کشف منابع غنی گاز طبیعی در اقصی نقاط جهان می باشد. وجود ذخائر فراوان گاز طبیعی در برخی مناطق جهان و تمرکز عمده جمعیت جهان در برخی نقاط دیگر، عدم توازن در عرضه و تقاضا برای این منبع عظیم خدادادی نیازمند فراهم نمودن تأمینات برای تأمین گاز طبیعی خود و مصارف کشورهای مختلف می باشد.

در راستای حفاظت از محیط زیست و تأمین بسترهای توسعه پایدار و اعمال سیاست های راهبردی در مجامع بین المللی، توصیه به مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت پاک منجر به کشف منابع جدید گاز طبیعی در نقاط مختلف جهان شده است. از سوی دیگر استفاده از گاز طبیعی به عنوان خوراک واحدهای پتروشیمی برای تولید محصولات متنوع به منظور تأمین نیازهای انسان در زمینه های مختلف برای پرهیز از تخریب سایر منابع طبیعی توجه بیش از پیش به تولید و بهره برداری از منابع گاز طبیعی را به دنبال داشته است. استفاده از گاز طبیعی در سامانه حمل و نقل و تزریق به میادین نفتی برای ازدیاد برداشت از مواردی هستند که توجه بیش تر به این نعمت الهی را دوجندان کرده است.

نظر به اینکه در فرآیند تولید نفت خام گازهای با ارزشی آن را همراهی می کنند. از طرف دیگر در فرآیند جداسازی گازهای همراه از نفت خام بخشی عمده ای از آن بدون مصرف به شبکه برج مشعل ارسال می شود. همچنین در تولید گاز طبیعی نیز در فرآیند جداسازی مایعات و مبعانات و آب همراه آن، بخش قابل توجهی از گازهای غنی در شبکه برج مشعل سوزانده می شوند. این عمل نه تنها منجر به هدررفت بخش قابل توجهی از ثروت ملی می شود بلکه موجب آلودگی محیط زیست نیز می گردد.

کتاب پیش رو نخستین کتاب علمی و تخصصی در زمینه بازیابی گازهای ارسالی به شبکه برج مشعل در کشور می باشد، امید است به عنایات خداوند یکتا با نشر این کتاب قدمی در



راستای فرهنگ‌سازی این امر مهم و ضرورت نگرش ویژه در حفظ و صیانت از سرمایه‌های ملی و محیط زیست برداشته باشیم.

در تالیف این کتاب تلاش زیادی به عمل آمده است تا از واژه‌های معادل فارسی مطابق با یافته‌ها و توصیه‌های فرهنگستان زبان و ادب فارسی استفاده شود. در عین حال اعتقاد راسخ دارد که خوانندگان محترم نظرهای ارزشمندی دارند که می‌توانند با ارائه آن‌ها ما را در تکمیل و بهبود این اثر علمی یاری کند.

از آن رو، از استادان محترم دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، مؤسسات علمی و پژوهشی و دانش‌ریزان عزیز و همچنین مهندسان و متخصصان ارزشمند صنعت نفت و گاز و خوانندگان بزرگوار صمیمانه درخواست می‌شود، با ارائه پیشنهادهای مفید و سازنده خود ما را یاری کنند تا در چاپ‌ها بعدی مورد استفاده قرارگیرد.

دکتر علی رضوی، مهندس فرهاد قدیانلو و مهندس مهدی عنایتی سنگسرکی

تهران - اول دی ماه ۱۳۹۵