



روش‌ها و مزایای اختلاط نفت خام

ابوذر نظیری آل‌هاشم ■ مدیریت هماهنگی و نظارت بر تولید نفت و گاز شرکت ملی نفت ایران

مقدمه

هدف از اختلاط انواع مختلف نفت خام، تغییر ترکیب شیمیایی آنها برای دستیابی به قابلیت پالایشی مطلوب و ارزش افزوده بالاتر برای تولیدکنندگان و فروشندگان نفت خام است. اختلاط نفت خام با اختلاط حداقل دو نوع نفت خام مختلف امکان‌پذیر است. عملیات اختلاط باید با کمترین هزینه و با حداقل استفاده از انواع نفت‌خام‌های مرغوب، جهت تولید محصول هدف صورت پذیرد. با توجه به تنوع کیفیت نفت‌خام‌های تولیدی در کشور، لزوم آشنایی و بهره‌گیری از روش‌های صنعتی اختلاط نفت‌خام‌ها، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌رود. موضوع اختلاط انواع مختلف نفت خام، با توجه به تعدد پالایشگاه‌های نفت خام، ظرفیت پالایش نفت خام موجود و همچنین صادرات نفت خام‌های جدید با مشخصات کیفی متفاوت مورد تقاضای بازار، اهمیت بسیار بالایی دارد. در این مقاله سعی شده است تا به انواع روش‌های مختلف اختلاط، مکانیزم‌ها، مزایا و معایب هر کدام پرداخته شود.

۱- روش‌های اختلاط نفت خام

اختلاط انواع مختلف نفت خام به دو روش اختلاط ناپیوسته یا مخزنی (batch) و اختلاط پیوسته (in-line) صورت می‌پذیرد. روش ناپیوسته یا مخزنی، روش سنتی اختلاط در مقیاس محدود و روش پیوسته، روشی با امکانات بالا و سیستم کنترلی پیشرفته است.

۱-۱- اختلاط پیوسته (in-line)

در این روش دو یا چند نوع نفت خام از طریق لوله‌های مجزا وارد یک هدر^۱ شده و عمل اختلاط صورت می‌پذیرد. مهم‌ترین پارامتر هدف در اختلاط نفت خام‌ها، درجه API و در مراحل بعدی سایر مشخصه‌ها از قبیل درصد کل گوگرد، مقدار مرکاپتان برش‌ها، اسیدیته مخلوط و نحوه توزیع برش‌های نفتی مخلوط حاصل است. در اختلاط فرآورده‌های نفتی، پارامترهای هدف بسته به نوع محصول مورد نظر تفاوت دارند. برای نمونه در خصوص نفت کوره پارامتر هدف درجه گرانروی^۲ است. درصد خطا در این روش به شدت به دقت تجهیزات اندازه‌گیری جریان و نوع آنالایزر^۳

استفاده شده بستگی دارد. اختلاط پیوسته نفت خام‌ها به دو روش زیر صورت می‌گیرد. الف- همه جریان‌ها به هدر اصلی وارد شده و مقادیر کمی جریان‌ها کنترل می‌شوند. ب- با هدف کنترل و بهبود پارامترهای کیفی جریان اصلی، جریان‌های فرعی وارد جریان اصلی می‌شوند.

با بهره‌گیری از آنالایزر نصب شده روی خروجی هدر اصلی، مشخصه کیفی مورد نظر اندازه‌گیری و با ارسال سیگنال، مقادیر جریان‌های ورودی تنظیم و کنترل می‌شوند. در اختلاط پیوسته تجهیزاتی از قبیل هواگیر^۴، صافی، جریان‌سنج با دقت مناسب، شیر کنترل، شیر یک‌طرفه، آنالایزر، همزن و فرستنده‌های^۵ دما و فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای اطمینان از اختلاط مناسب از همزن‌های استاتیکی یا مکانیکی استفاده می‌شود. استفاده نکردن از همزن باعث اختلاط نامناسب می‌شود. بازده این روش به عدد رینولدز جریان‌ها، نوع و تعداد جریان‌ها، مدت زمان و نحوه اختلاط بستگی دارد. در شکل ۱ نمایی از سیستم اختلاط پیوسته دو نوع نفت خام

و در شکل ۲ نقشه فرایندی فرایند اختلاط نمایش داده شده است.

همزن‌های استفاده شده در عملیات اختلاط به دو دسته استاتیک^۶ و متحرک^۷ تقسیم‌بندی می‌شوند. در همزن استاتیک قطعات ثابتی در داخل لوله تعبیه شده‌اند که این قطعات اختلاط نفت‌خام را در پی دارند. این نوع روش اختلاط، به افت فشار بالا منجر می‌شود که لازم است تا نتایج آن در نظر گرفته شوند.

اختلاط متحرک به دو دسته پروانه‌ای و جت^۸ تقسیم‌بندی می‌شود. همزن پروانه‌ای از یک پروانه تشکیل شده که در داخل یک لوله قرار دارد و به موتور الکتریکی متصل است. در روش همزن جت، جریانی انشعابی از خروجی هدر اصلی منشعب و با پمپ مجزا با فشار بالا، به فاصله چند متری قبل از نقطه انشعاب تزریق می‌شود (شکل ۳).

از جمله معایب روش اختلاط پیوسته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- محدود بودن شرکت‌های فعال در زمینه اختلاط پیوسته؛
- نیاز به سیستم کنترل و ابزار دقیق پیشرفته؛
- نیاز به آنالیزهای آنلاین؛
- هزینه سرمایه‌گذاری نسبتاً بالا.

۲-۱- روش اختلاط مخزنی

در این روش عملیات اختلاط در داخل

مخزن ذخیره محصول نهایی اختلاط انجام می‌شود و در صورت ورود همزمان جریان‌ها به داخل مخزن، اختلاط مناسبی صورت می‌پذیرد. اما در حال حاضر با توجه به ساختار مخازن ذخیره‌سازی موجود، انجام عملیات فوق ممکن نیست. نقشه فرایندی عملیات اختلاط مخزنی مطابق شکل ۴ ارائه شده است.

در روش اختلاط مخزنی، جریان هر یک از اجزای ورودی به مخزن نهایی اختلاط به صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری و کنترل می‌شوند و در صورت نیاز به تصحیح، با توجه به نسبت دبی سایر جریان‌ها، مقدار مطلوب^۹ هر کدام کنترل می‌شود. در این روش می‌توان هنگام انجام عملیات اختلاط نسبت به نمونه‌گیری و آزمایش‌های لازم اقدام کرد. در صورت استفاده نکردن از FIC^{۱۰} می‌توان از یک شیر کنترل دستی به همراه یک جریان‌سنج (FI) استفاده کرد.

در صورت در دسترس نبودن تجهیزات جریان‌سنج، می‌توان از تغییرات ارتفاع مخزن برای کنترل نسبت‌های اختلاط هر کدام از انواع نفت‌خام استفاده کرد.

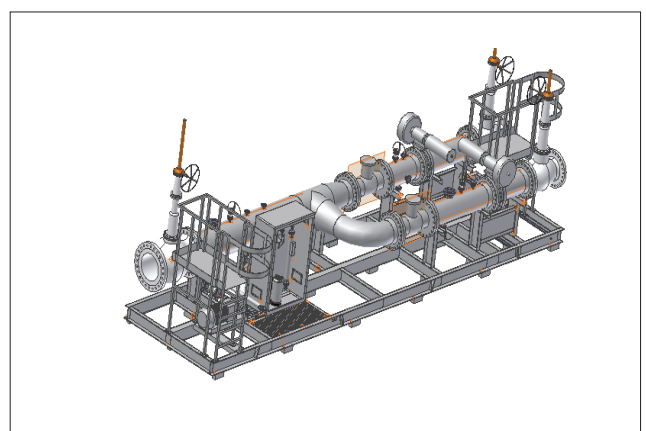
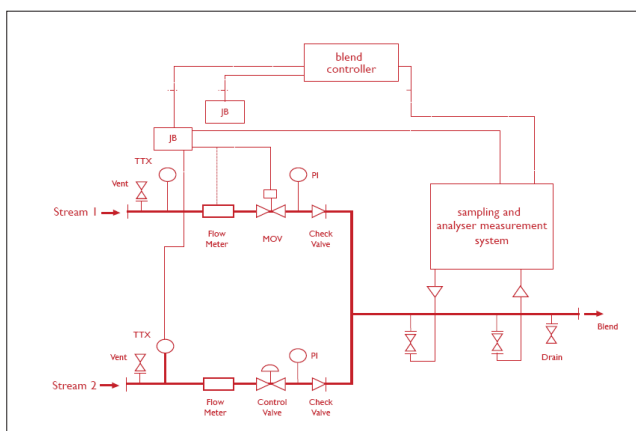
عملیات اختلاط نفت‌خام‌ها برای تولید مخلوط مورد نظر به پارامترهای زیر بستگی دارد.

- نسبت جریان‌ها؛
- نزدیکی مشخصه‌های کیفی جریان‌های

- ورودی به ویژه درجه API؛
 - اندازه مخزن؛
 - تعداد مخازن اختلاط؛
 - زمان اختلاط؛
 - اندازه و سرعت پره‌های همزن مخزن؛
 - ترتیب ورود جریان‌ها به داخل مخزن.
- از جمله معایب روش اختلاط مخزنی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- نیاز به فضای عملیاتی بالا؛
 - پایین بودن سرعت اختلاط با توجه به زمان نسبتاً زیاد برای پرشدن مخزن اختلاط؛
 - در صورت بالابودن تعداد اجزای اختلاط، کنترل عملیات سخت‌تر می‌شود.

۱-۲-۱- عملیات اختلاط داخل مخازن کشتی

عملیات اختلاط نفت‌خام‌ها ممکن است در داخل مخازن کشتی صورت پذیرد. اختلاط نفت‌خام‌های سروش و نوروز برای تولید خوراک پالایشگاه بندرعباس از جمله موارد موفق اختلاط داخل مخازن کشتی در سطح شرکت ملی نفت ایران است [۳]. با توجه به تعدد مخازن در داخل کشتی عملیات اختلاط به کنترل مناسب عملیات و تجربه بالای خدمه کشتی نیاز دارد. همچنین با توجه به قرارگیری ورودی مخازن کشتی در ارتفاع پایین، ترتیب ورود نفت‌خام‌ها در نحوه اختلاط مؤثر است. با توجه به اختلاف



شکل ۲ | نقشه فرایندی (PFD) مربوط به یک سیستم اختلاط پیوسته برای دو نوع نفت‌خام ورودی [۲]

شکل ۱ | نمایی از سیستم اختلاط پیوسته برای دو نوع نفت‌خام [۱]



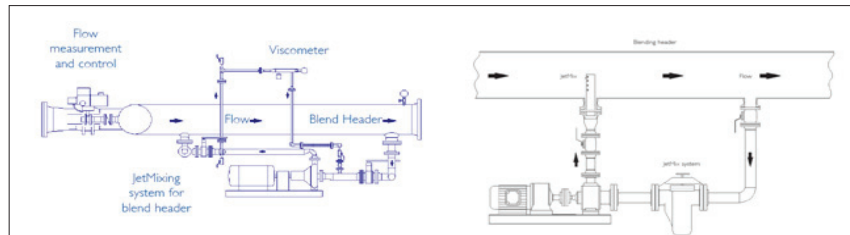
درصدهای مخلوط نفت خام پالایشگاه را تغییر و بدین ترتیب سودآوری عملیات پالایش را افزایش داد.

۶- با معرفی نفت خام‌های جدید در حوزه بازارهای بین‌المللی و با توجه به نیاز مشتریان خارجی، می‌توان نفت خام تقاضاشده بازار را عرضه کرد؛

۷- حذف یا کاهش هزینه‌های مرتبط با ذخیره‌سازی برخی از انواع نفت خام در کشتی و مخازن ذخیره نفت خام؛
۸- استفاده از میعانات تولیدی (با مرکپانت بالا) برای تولید انواع مخلوط نفت خام‌ها.

نتیجه‌گیری

با توجه به تنوع تولید نفت خام و همچنین میعانات گازی تولیدی از نظر درجه API و سایر مشخصات کیفی، از سیستم اختلاط نفت خام‌ها می‌توان منطبق بر زیرساخت‌های موجود از قبیل تعداد و ظرفیت مخازن، خطوط لوله، اسکله‌های بارگیری و سیستم‌های اندازه‌گیری کمی و کیفی موجود بهره‌برداری کرد. سیستم‌های اختلاط مخزنی و پیوسته، علاوه بر ایجاد ارزش افزوده بالا برای محصولات تولیدی، امر بازاریابی نفت خام و خروج از بن‌بست‌های مقطعی را نیز تسهیل می‌کنند. انتخاب روش اختلاط (پیوسته یا مخزنی) به امکانات و سطح توقعات از سیستم اختلاط و میزان هزینه سرمایه‌گذاری مورد نظر بستگی خواهد داشت.



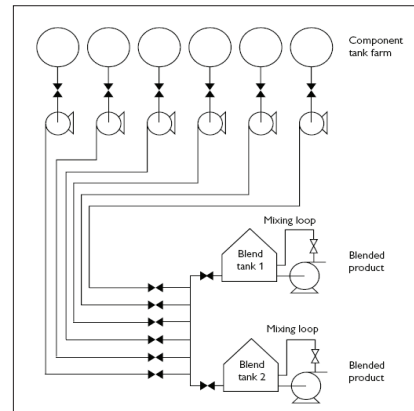
۳۲ نقشه نحوه عملکرد همزن از نوع Jet Mixing [۲]

مرکپانت برش‌های نفتی بنزین و گازوئیل و همچنین مقدار تولید محصول باقیمانده خلاء کنترل شود. دو مشخصه مذکور در عملیات پالایش نفت خام بسیار تعیین‌کننده‌اند.

۲- مزایای اختلاط نفت خام‌ها

از مزایای اختلاط نفت خام‌ها به صورت خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- بهبود عملکرد پالایشگاه‌ها با توجه به اینکه ضمن اختلاط مناسب، عملیات تقطیر با رعایت محدوده‌های واحد برج تقطیر انجام خواهد شد؛
- ۲- بهبود عملکرد واحدهای پایین‌دستی پالایشگاه نفت و افزایش تولید برخی از محصولات باصرفه اقتصادی بالا همانند بنزین و گازوئیل؛
- ۳- بهبود کیفیت محصولات حاصل شده از نفت خام؛
- ۴- کاهش مصرف انرژی برای پالایش نفت خام؛
- ۵- با توجه به نیاز و همچنین قیمت محصولات پالایشگاه نفتی، می‌توان ترکیب



۳۴ نقشه فرایندی مربوط به اختلاط مخزنی [۲]

چگالی نفت خام‌های ورودی، توصیه می‌شود ابتدا نفت خام‌های سبک وارد مخزن شوند. با فرمولاسیون مناسب و ضمن محاسبات کامپیوتری، برای مثال استفاده از نرم‌افزارهای مناسب شبیه‌سازی مانند PetroSim، HY- و Aspen و SYS و با تست‌های آزمایشگاهی ضمن اطمینان از نتایج شبیه‌سازی، می‌توان به تهیه مخلوط بهینه موردنظر اقدام کرد. در دو مرحله شبیه‌سازی و آزمایش‌ها، لازم است تا محصول نهایی اختلاط از لحاظ مقدار

پانویس‌ها

- | | | |
|------------------|----------------|------------------------------|
| 1 Header | 5 Transmitter | 9 Set point |
| 2 Viscosity | 6 Static | 10 Flow Indicator Controller |
| 3 Analyzer | 7 Power Mixing | |
| 4 Air Eliminator | 8 Jet Mixing | |

منابع

- [1] Technical Paper, "Crude Oil Blending Innovation for Bergeesen Gulf of Mexico FPSO", Jiskoot Company
[2] Technical Paper BB-002-0701-1, Jiskoot Company

[۳] علیرضا کمیزی، مهدی شیرینی برانقار، شهرام حاجیلو، طرح اختلاط نفت خام‌های سروش و نوروز با دیگر نفت خام‌های تولیدی کشور، ماهنامه اکتشاف و تولید، سال ۱۳۹۰، شماره ۷۹، ص ۳۵ تا ۳۷.