

فرآیند شیرین سازی (جذب و دفع گازهای اسیدی)

با استفاده از محلول

H-MDEA[®]



شرکت مهندسی و طراحی
همپا انرژی (HEDCO)



پژوهشگاه صنعت نفت
(RIPI)

(۱) مقدمه

برای سالهای متمادی، واحد های آمین (فرآیندهای جذب و دفع گازهای اسیدی) در مجتمع های عظیم صنعتی، برای شیرین سازی گازهای سنتز از تکنولوژی های انحصاری خارجی و محلول های اختصاصی وابسته به همان تکنولوژی ها (که توسط شرکتهای خارجی به فروش می رسیدند) استفاده گردیده است. به ویژه، برای اغلب واحد های تولید آمونیاک (چه واحدهای در حال تولید و چه آنها که بصورت پروژه تعریف شده اند) استفاده از تکنولوژی و محلول خارجی، همراه مد نظر قرار گرفته است. هم اکنون، همکاری نزدیک شرکت مهندسی و طراحی همپا انرژی (هدکو) با پژوهشگاه صنعت نفت (RIPI)، منجر به آن شده که پس از سالها تلاش و فراهم آوری امکانات زیربنائی، مطالعات پایه و بهینه سازی، یک ماده اختصاصی و انحصاری جدید برای فرآیندهای جذب و دفع گازهای اسیدی تهیه و معرفی گردد.

این محلول اختصاصی،® H-MDEA است.

(۲) استفاده از® H-MDEA برای فرآیندهای جذب و دفع گازهای اسیدی

استفاده از آمین فعال (با پایه MDEA و PIPERAZINE) برای بازیابی گازهای اسیدی در دهه ۷۰ میلادی آغاز شد و به عنوان یک فرآیند با مصرف انرژی پایین مد نظر قرار گرفت. در دهه های گذشته، نقاط کلیدی برای توسعه محلولها و فرآیندهائی از این دست، بر اساس موارد ذیل برنامه ریزی گردیده اند:

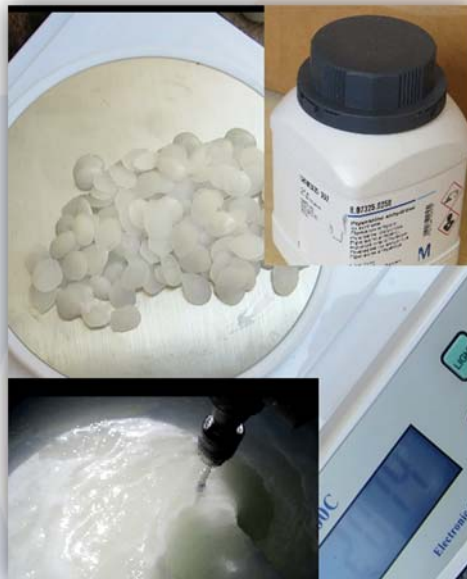
- ✓ مصرف انرژی کمتر (استفاده از محلولهای فعالتر)
- ✓ عملکرد اقتصادی
- ✓ اثر خوردگی کمتر
- ✓ اثر Foaming (کف سازی) کمتر

با توجه به تلاش انجام شده و استفاده تجربیات گرانبهای موجود، در تهیه محلول® H-MDEA نیز موارد فوق مد نظر قرار گرفته و مزایای ذیل برای آن قابل ذکر است:

- ✓ مدلسازی، طراحی و تهیه محلول بصورت کاملاً ایرانی
- ✓ در دسترس بودن مواد اولیه مورد نیاز (راندمان بالاتر محلول)
- ✓ کاهش قابل توجه گازهای اسیدی خروجی از برج جذب
- ✓ کاهش حجم محلول گردش مورد نیاز (راندمان بالاتر محلول)
- ✓ اثر خوردگی ناچیز

۳ فرمولاسیون

مدلسازی و شبه سازی فرآیندی این نوع واحد ها، به توسط نرم افزار HYSYS به انجام رسیده است در حالیکه با توجه به نتایج آزمایشگاهی، پارامترهای متعددی از ضرائب و روابط ترمودینامیکی موجود در نرم افزار اصلاح گردیده اند تا خروجی های نرم افزار با مشخصات حقیقی H-MDEA® منطبق باشد.



تکیه بر تجربیات موجود و همچنین استفاده از نتایج تحقیقات آزمایشگاهی و مطالعاتی، شرایط فرمولاسیون یک محلول جدید را فراهم نموده است، به نحوی که ضمن حفظ خواص آمین تجاری، مشخصات مطلوب آن را نیز در بر دارد. در این راستا، در مقایسه با محلول شناخته شده Activated MDEA، غلظت آمین و ماده فعال کننده آن به دقت اصلاح گردیده و علاوه بر آن، سه ترکیب دیگر نیز به محلول اضافه شده است.

۴) تست عملکرد

۱-۴ تست آزمایشگاهی

پژوهشگاه صنعت نفت (RIPI) به عنوان یک مجموعه تحقیقاتی پیشرو در مهندسی و تولید صنعت نفت ایران، به امکانات و دستگاههای آزمایشگاهی متعددی مجهز گردیده که به توسط آنها، شرایط اندازه گیری، پایش و آنالیز اغلب خواص فیزیکی، شیمیایی و ترمودینامیکی انواع آمینهای موجود، فراهم آماده است.

به طور خلاصه، انجام تست های ذیل در آزمایشگاه مجهز پژوهشگاه صنعت نفت میسر است:

✓ شناسائی تک تک اجزاء موجود در محلول و تعیین مقدار هر کدام، شامل اندازه گیری :

- غلظت آمین (مجموع یا یک آمین خاص)
- گازهای اسیدی و غلظت آنیونهای مقاوم در برابر گرما
- فلزات و کاتیونها
- محصولات ناشی از فساد آمین
- مقدار آب
- توزیع ذرات سوسپانه شده در حلال ها
- غلظت ترکیبات آروماتیکی

✓ آنالیز اغلب خواص مهم، شامل اندازه گیری:

- دانسیته، ویسکوزیته، ظرفیت گرمائی، کشش سطحی و هدایت گرمائی در شرایط عملیاتی مختلف
- بارگزاری گازهای اسیدی
- سینتیک جذب گازهای اسیدی
- مقدار جذب هیدروکربنهای سبک
- نرخ خوردگی آلیاژهای مختلف
- تعادل فازهای مایع - بخار و فشار بخار

آنالیز و اندازه گیری خواص® H-MDEA در آزمایشگاه پژوهشگاه صنعت نفت و به توسط متخصصین کارآمد این مجموعه به انجام رسیده است.



۲-۴ تست پایلوت

در راستای بررسی و تأیید عملکرد محلول های شیرین سازی، پژوهشگاه صنعت نفت به یک پایلوت صنعتی در کلاس جهانی مجهز شده که در تمام منطقه خاورمیانه یکتا و بی نظیر می باشد.

این پایلوت، شامل یک چرخه کامل از فرآیند جذب و دفع گازهای اسیدی و کلیه متعلقات مورد نیاز است و بطور خلاصه شامل این تجهیزات می باشد:

- ✓ برجهای جذب و دفع (نوع آکنه)
- ✓ Reboiler از نوع بخاری و غوطه ور
- ✓ میدلهای خنک کننده آبی
- ✓ مخازن میانی و ایستگاه تأمین خوراک
- ✓ آنالیزهای On-Line
- ✓ سیستم کنترل کاملاً اتوماتیک (PLC Base)

برای تأیید عملکرد محلول جدید معرفی شده، در آذرماه سال ۱۳۹۲، یک تست عملکردی در پایلوت فوق الذکر با استفاده از محلول H-MDEA® صورت پذیرفت. در مدت دو روز عملکرد پایلوت، تمامی رفتارها و واکنش های عملیاتی محلول در شرایط واقعی و در نقاط مختلف فرآیند، تحت بازرسی و مطالعه قرار گرفت. همچنین از نقاط مورد نظر، نمونه گیری شده و نمونه ها به آزمایشگاه ارسال گردید.





در این بازه زمانی، به توسط مدیران ارشد واحد های تولیدی و پروژه های صنعت پتروشیمی، بازدیدی در سطح عالی انجام پذیرفت و طی آن، بازدیدکنندگان از نزدیک عملکرد مناسب پایلوت (در حال کار با H-MDEA®) و شرایط انجام تست های آزمایشگاه را ملاحظه کردند.



۵) نتایج پایش

در نتیجه انجام تست پایلوت محلول H-MDEA® و همچنین مشاهدات آزمایشگاهی، نتایج ذیل به دست آمد:

۱-۵ مشخصات ترموفیزیکی

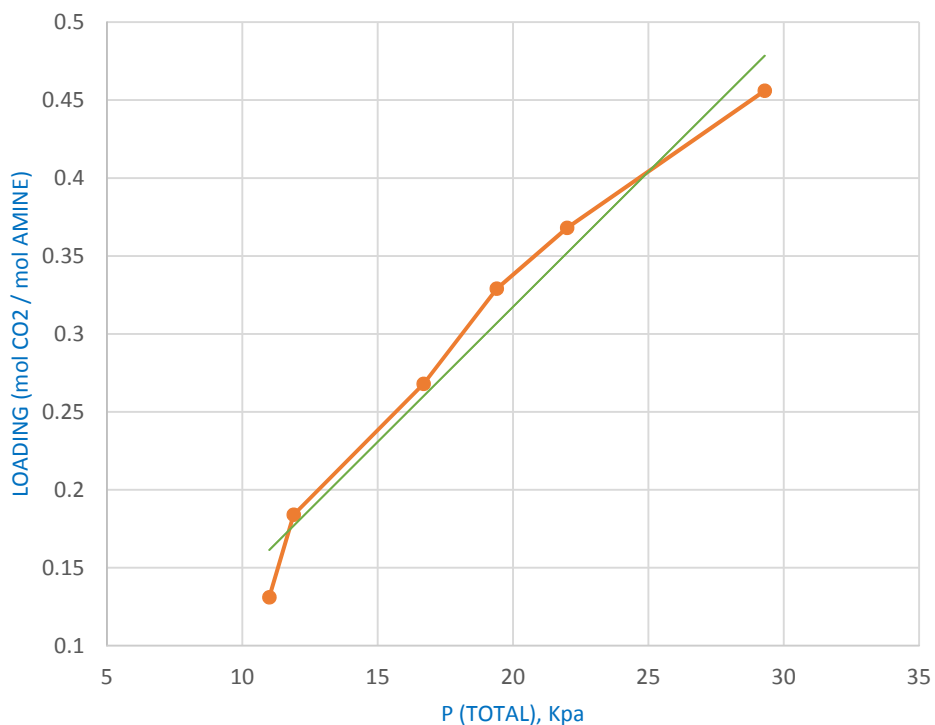
✓ محلول H-MDEA® در دمای ۲۰ درجه سلسیوس

| | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------|
| ▪ Density: | 1.0415 ± 0.0104 | g/cm ³ |
| ▪ Viscosity: | 7.82 ± 0.39 | m.Pa.s |
| ▪ Surface Tension: | 54.3 ± 2.7 | mN/m |
| ▪ Heat Capacity: | 3.42 ± 0.17 | J/g.K |
| ▪ Thermal Conductivity: | 0.396 ± 0.020 | W/m.K |

✓ محلول H-MDEA® در دمای ۴۵ درجه سلسیوس

| | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------|
| ▪ Density: | 1.0261 ± 0.0103 | g/cm ³ |
| ▪ Viscosity: | 3.22 ± 0.16 | m.Pa.s |
| ▪ Surface Tension: | 51.8 ± 2.7 | mN/m |
| ▪ Heat Capacity: | 3.57 ± 0.18 | J/g.K |
| ▪ Thermal Conductivity: | 0.439 ± 0.022 | W/m.K |

۲-۵ حلالیت دی اکسید کربن در محلول H-MDEA® (دمای ۴۰ درجه سلسیوس)



۳-۵ خوردگی

ارزیابی خوردگی محلول معرفی شده، با استفاده از روش "الکتروشیمیایی پلاریزاسیون" و همچنین روش "کوپن گزاری مستقیم" انجام پذیرفت. در روش دوم، میزان خوردگی برای بارگزاری متفاوت گاز دی اکسید کربن در محلول H-MDEA® (دو دمای مختلف) و در شرایطی که کوپنهای کربن استیل به مدت ۳۲ روز در تماس مستقیم با محلول بوده اند، اندازه گیری گردید.

| # | خوردگی در فاز مایع (MPY) | خوردگی در فاز گاز (MPY) | نتیجه |
|--|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| H-MDEA® @ 88°C (CO2 Loading 0.58) | 1.3 | 0.15 | فاقد خوردگی موضعی |
| H-MDEA® @ 129°C (CO2 Loading 0.022) | 0.79 | 0.03 | فاقد خوردگی موضعی |

بررسی نتایج حاصل از هر دو روش فوق الذکر، بیانگر این مطلب است که شدت خوردگی عمومی محلول از مقدار مجاز کمتر است (کمتر از 5 MPY)، بدون آنکه شامل هیچگونه خوردگی موضعی باشد (هر MPY معادل 0.0254 میلی متر در سال می باشد).

۶ نتیجه گیری

تمامی موارد ذکر شده و بررسی نتایج اندازه گیری، بیانگر تأیید عملکرد مطلوب محلول مصرفی شده می باشد. توانایی جذب-دفع و مشخصات محلول H-MDEA®, قابل مقایسه با محلول شناخته شده a-MDEA می باشد به نحوی که امکان جایگزینی (و یا حتی مخلوط کردن) آن با محلولهای آمین موجود در واحدهای تولیدی، کاملاً میسر است. از آنجا که شرکت همپا انرژی و پژوهشگاه صنعت نفت، بصورت مشترک محلول H-MDEA® را تهیه و عرضه می نمایند، عملکرد صحیح آن توسط هر دو مجموعه تضمین می گردد. در نتیجه، این محلول پشتیبانی و تأیید وزارت نفت ایران را نیز به همراه دارد.