شبیه‌سازی با سیستم الکترولیتی جهت کنترل pH و جایگزینی عملی ماده تجارتی ضد خوردگی با محلول آمینی در واحد بنزین پیرولیز (تفکافت)

سعید خواجه مندلی *

اراک، پتروشیمی اراک، واحد تحقیق و توسعه

پیام نگار: **skhajehmandali @ arpc-ir.net**

چکیده

در واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت پتروشیمی اراک [1] به علت شدت خوردگی و ایجاد مشکلات عملیاتی، قبلاً، از ماده ضد خوردگی تجاری خارجی با هزینه گزاف استفاده می‌شد که به علت عدم توانایی کاهش نرخ خوردگی و مشکلات عملیاتی هنگام تزریق، تصمیم به جایگزینی این ماده با مواد موثرتر گرفته شد. شبیه سازی وضعیت کارکرد واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت درحالت بدون تزریق مواد ضدخوردگی بر مبنای سیستم الکترولیتی نشان‌دهندهٔ تشکیل محیط اسیدی با pH کم و وقوع خوردگی در نقاط حساس بودکه با واقعیت خوردگی در واحد منطبق است. وضعیت خوردگی هنگام تزریق محلول (آمونیاکی/آمینی) به‌عنوان ماده جایگزین نیز شبیه سازی شد و از نتایج برای تزریق آزمایشی استفاده گردید. در هنگام اجرای عملی تزریق محلول جدید، pH مسیرهای اسیدی در محدودهٔ خنثی تثبیت شد. به منظور پایش عملی خوردگی، در مسیرهای مختلف کوپن گذاری گردید و نتایج تست کوپن مؤیّد کاهش نرخ خوردگی بود.تزریق محلول جدید هیچگونه اثر جنبی بر کارکرد واحد و کیفیت محصولات نداشته است.

کلمات کلیدی: خوردگی، بنزین تفکافت، شبیه‌سازی الکترولیتی، آزمون کوپن

۱- مقدمه

درواحدهای پتروشیمی، عملیات کراکینگ در حضور بخار در واحدهای اولفین، باعث ایجاد طیف وسیعی از برشهای هیدروکربنی می‌شود که منبع تامین خوراک برای واحدهای پایین دستی محسوب می‌گردد. معمولاً خوراک واحدهای اولفین می‌تواند شامل ترکیبات متنوعی از قبیل گازاتان،گاز مایع [2] تا برشهای سنگین مانند گازوئیل باشد و به علت آلوده بودن اکثر این خوراک‌ها به ترکیبات غیر هیدروکربنی گوگرددار یا کلردار، برخی از محصولات کراکینگ حامل این آلودگیها می‌شوند که منجر به مشکلات عملیاتی در واحدهای پایین دست می‌گردد. یکی از برشهای سنگین جداشده در بخشهای مختلف واحد اولفین، بنزین خام نامیده می شود که جهت هیدروژن‌دار کردن راهی واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت می‌گردد. معمولاً این برش شامل آلودگیهایی از قبیل ترکیبات گوگرد و اسیدهای آلی کلردار می‌باشد که در حضور مقداری آب باعث ایجاد مشکل خوردگی در واحد می گردد و شدت خوردگی گاهی در حدی است که منجر به توقف‌های ناخواسته تولید بنزین می‌شود.

در واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت پتروشیمی اراک به علت

1. PGH (Pyrolysis Gasoline Hydrogenation)
2. LPG

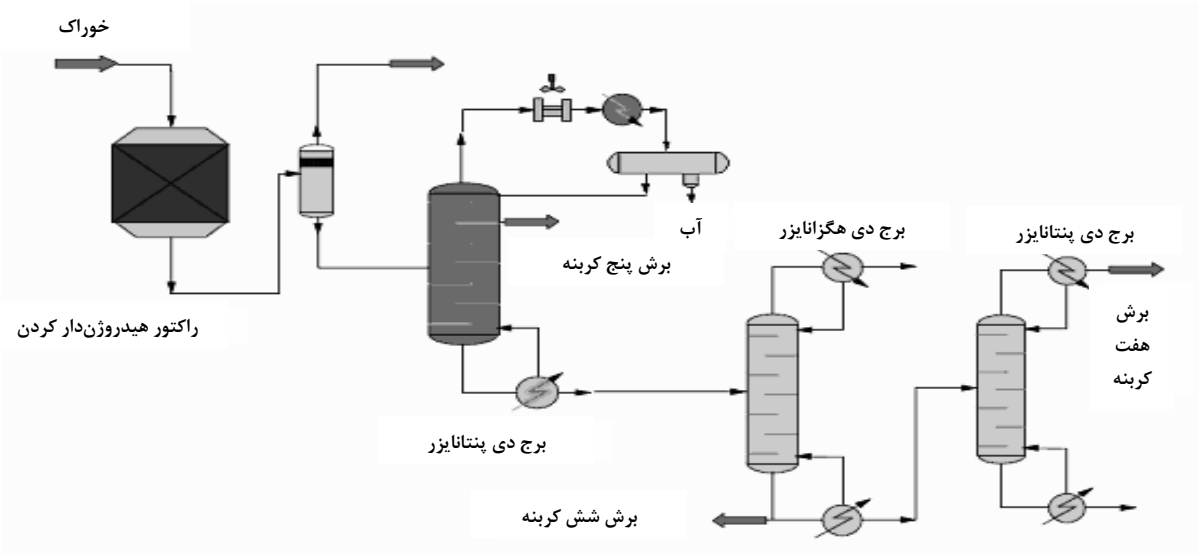
شدت خوردگی و ایجاد مشکل در برخی نقاط واحد، بنا به توصیه طراح خارجی واحد از ماده ضد خوردگی تجاری C39 استفاده می شد. مشکلات عملیاتی بوجود آمده درضمن تزریق، تشکیل رسوب در برخی تبادلگرهای حرارتی و نیز عدم توانایی کنترل کامل نرخ خوردگی باعث شد تا کارشناسان واحد تحقیق و توسعه و واحد عملیاتی،تصمیم به جایگزینی آن با ماده شناخته شده و موثر بگیرند. در این راستا، پروژه تحقیقاتی تحت عنوان "امکان سنجی جایگزینی ماده ضد خوردگی C۳۹ با محلول آمونیاک و مونواتانول آمین در واحد بنزین تفکافت" تعریف گردید. اولین بخش نتایج این پروژه تحقیقاتی با عنوان "شبیه‌سازی برج دی پنتانایزر واحد بنزین تفکافت پتروشیمی اراک برمبنای سیستم الکترولیتی جهت کنترل pH و جایگزینی ماده تجارتی ضد خوردگی با محلول آمونیاکی و اجرای آزمایشی طرح"، در دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران ارائه گردید. تجربه عملیاتی همکاران بهره برداری در طول تزریق محلول آمونیاکی در سال قبل نشان داد که به دلیل پیچیدگی ماهیت پدیدهٔ خوردگی، تزریق محلول آمونیاکی در واحد بنزین تفکافت ممکن است منجر به ایجاد مشکلات عملیاتی پیش بینی نشده ای در سایر قسمتهای واحد گردد. همچنین حساسیت موضوع تولید بنزین در کشور موجب می‌گردد که اقدامات اصلاحی در واحد بنزین تفکافت در مراحل مختلف آزمون، مورد ارزیابی دقیقی قرار گیرد و بدین منظور سعی شد که روش قبلی به منظور کنترل بهتر خوردگی و کاهش مشکلات عملیاتی ناخواسته اصلاح و تکمیل گردد. در اولین مرحله با استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی، وضعیت موجود واحد در دو حالت بدون تزریق مواد ضدخوردگی و در هنگام تزریق محلول (آمونیاک/ مونواتانول)، آمین، شبیه سازی شد و در مرحله بعد این نتایج برای تزریق آزمایشی این محلول ضد خوردگی جدید، مورد استفاده قرار گرفت و به منظور پایش عملی وضعیت خوردگی پس از تزریق مواد جایگزین، در مناطقی از واحد، کوپن گذاری به‌عمل آمد. در مقاله حاضر مراحل شبیه سازی و نتایج تزریق آزمایشی محلول (آمونیاکی / آمینی) در واحد بنزین تفکافت مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- فرایند واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت

خوراک واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت، بنزین خام جداشده از قسمتهای مختلف واحد اولفین است. بنزین خام شامل ترکیبات هیدروکربنی پنج کربنه[1]، شش کربنه[2]، هفت کربنه[3] و برخی ترکیبات سنگین تر است که مخلوطی از هیدروکربنهای اولفینی، دی اولفینی، آروماتیک و سیکلودی‌ان‌هاست که ترکیبات آلی گوگرد دار و اسیدهای کربوکسیلیک کلردار نیز به‌عنوان ناخالصی در آن وجود دارند. هدف از واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت، هیدروژن‌دار کردن ترکیبات دی اولفینی و اشباع آنها در یک مرحله هیدروژن‌دار کردن و تبدیل به ترکیبات اولفینی است. پس از اشباع یک مرحله ای بنزین خام بخش راکتورهای هیدروژن‌دار کردن، نوبت به جداسازی و تفکیک بنزین هیدروژن‌دار شده می‌رسد که در قسمت جداسازی، بنزین هیدروژن‌دار شده طی عبور از سه برج تقطیر متوالی به نامهای برجهای پنتان‌زدا، هگزان زدا و هپتان زدا به برشهای پنج کربنه، شش کربنه و هفت کربنه تفکیک می‌گردد. محصولات اصلی جداسازی، به نسبتهای مشخصی با هم مخلوط می‌شوند و بنزین نهایی را می‌سازند که در شکل (۱) نمودار اجمالی واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت آورده شده است [۱].

همانگونه که ذکر شد واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت دارای دو بخش واکنشی و جداسازی می‌باشد که به علت وجود برخی ناخالصی‌ها در خوراک، شاهد پدیده خوردگی در هردو بخش بوده ایم. در بخش واکنشی، با توجه به حساسیت بالای کاتالیزگرها به مواد افزودنی، با انجام اصلاحاتی نرخ خوردگی کنترل شده است. دربخش جداسازی، مادهٔ پیشنهادی طراح واحد دارای نام تجاری C۳۹ بوده است که شامل ترکیبات آمین آلیفاتیک بوده و مخلوطی از نوع محافظت کننده[4] و خنثی ساز[5] می باشد. این ماده محلول در آب است و با نسبت ۳۰ ppm وزنی به جریان بالای برج دی پنتانایزر تزریق می‌گردید. علاوه بر مشکلات عملیاتی ناشی از تزریق C۳۹ در واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت، مصرف این ماده به میزان۲۵ تن در سال، هزینه سالانه ای معادل ۷۵۰۰۰ دلار را به شرکت پتروشیمی اراک تحمیل می‌کرد که تعویض آن با ماده ای دست‌یافتنی‌تر و هزینه کمتر می‌تواند در افزایش بهره وری سیستم موثر باشد. بدین منظور جایگزینی ماده ای با ترکیب مشخص، اثر

1. C5 Cut
2. C6 Cut
3. C7 Cut
4. Film Former
5. Neutralizer



شکل ۱- نمودار اجمالی واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت

ضد خوردگی بالاتر، رفتارقابل پیش بینی و قابلیت دسترسی آسان در داخل کشور و نیز هزینه پایین‌تراز ماده C۳۹ مورد توجه قرار گرفت.درطی مطالعات اولیه و تحقیقات انجام شده و بهره گیری از تجربیات واحدهای عملیاتی پالایشگاهی و مقالات مربوطه، محلول آمونیاکی به‌عنوان پیشنهاد اولیه مورد ارزیابی قرار گرفت و پس از اجرای آزمایشی آن در سال گذشته، تکمیل و اصلاح آن (استفاده از محلول (آمونیاک/منو اتانول آمین)) در سال جاری انجام شد.

ارزیابی عملکرد این ماده با انجام آزمون آزمایشگاهی برروی pH جریان آب جداشده در این برج، همچنین با تعیین میزان آهن آزاد موجود در این نمونه، پایش و کنترل می‌شد [۷-۳].

۳- شبیه‌سازی با سیستم الکترولیتی جهت کنترل pH

۳-۱ شبیه سازی وضعیت خوردگی بدون تزریق مواد شیمیایی

اولین برج در بخش جداسازی واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت، برج دی پنتانایزر است که به علت وقوع خوردگیهای شدید در متعلقات آن، تاکنون با تزریق ماده تجاری C۳۹ سعی در کنترل نرخ خوردگی شده است این برج دارای ۴۶ سینی از نوع شیری[1] بوده و خوراک آن بنزین تفکافت هیدروژن‌دار شده است. خوراک برج از سینی ۱۶ (از پایین) به آن وارد می شود. از سینی ۴۲ برج، محصول برش پنج کربنه و از پایین آن مخلوط برش‌های شش کربنه و هفت کربنه خارج می شود. گازهای خروجی از بالای برج دی پنتانایزر پس از عبور از یک چگالندهٔ هوایی(AE-1003) و یک تبادلگر دیگر (E-1004) تا دمای ۴۰ °C در فشار ۵/۴ بارمطلق سرد شده و تبدیل به مایع می شوند. این مایع در V-1004 جمع شده و به دو فاز آبی و هیدروکربنی تبدیل می شود. فاز هیدروکربنی توسط پمپ P-1003 به عنوان جریان برگشتی (ریفلاکس (بازروانی)) به برج برگشت داده شده و فاز آبی درپایین V-1004 تجمع کرده و خارج می شود. تجربه عملیاتی همکاران بهره برداری نشان می دهد که خوردگی در این سیستم از خروجی بالای برج تا V-1004 وجود دارد و در جاهایی مانند پایین ظرف که در آنها فاز آبی وجود دارد، به حداکثر می رسد[۱].

با انجام آزمون خوراک با دستگاه GC در واحد تحقیق و توسعه، در شرایط فعلی میزان آب موجود در خوراک T-1001 حدود ۳۰۰PPM، ترکیبات گوگردی ۵۰ PPM و ترکیبات کلردار آلی حدود ۲ PPM است. تیوفن‌ها و ترکیبات مشابه به عنوان ترکیبات گوگرد دار و اسیدهای کربوکسیلیک کلردار به عنوان ترکیبات کلردار معرفی شدند.

1. Valve Tray

برای در نظر گرفتن بدترین حالت ایجاد خوردگی، ترکیبات گوگرددار به‌عنوان H_2S و ترکیبات کلردار به‌عنوان اسید کلریدریک در نظرگرفته شده و واکنشهای مربوط به خوردگی بر مبنای سیستم تعادل الکترولیتی نوشته می شوند. به منظور شبیه سازی برج و متعلقات مربوطه با استفاده از اطلاعات نقشه‌های واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت و سایر مدارک موجود، ازنرم افزارCHEMCAD نسخه ۵/۲ که دارای قابلیتهای مناسبی در شبیه سازی فرایندهای همراه با واکنش شیمیایی و الکترولیت‌ها می باشد استفاده می گردد. اجزای الکترولیتی از بانک اطلاعات الکترولیتCHEMCAD انتخاب شده و از سیستم ترمودینامیکی الکترولیتی NRTL 1986 به همراه NRTL به منظور محاسبات ترمودینامیکی استفاده می‌گردد. به منظور معرفی سیستم تعادل الکترولیتی به نرم افزارنیز از معادلات تعادلی زیر استفاده گردید[۷ و ۲].

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^- \qquad (۱)$$

$$\text{Ln } K_{eq} = 140,932 - 13445,9/T - 22,4773 \text{ Ln}(T) \ (\text{Tin}^\circ\text{K})$$

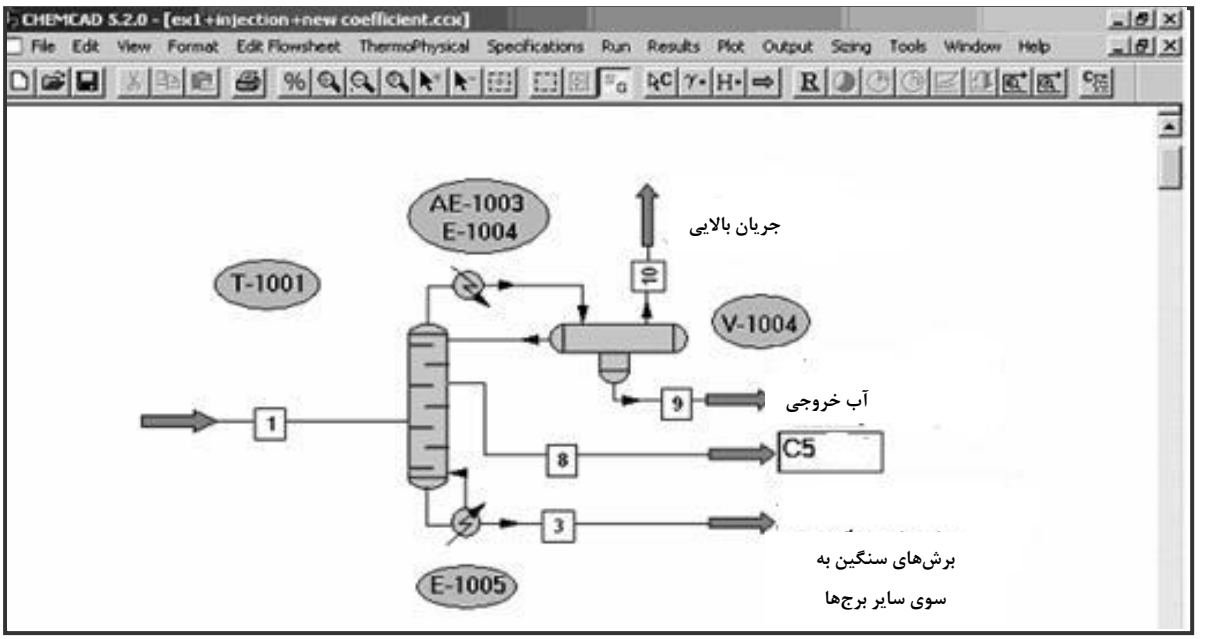
$$H_2S \rightleftarrows H^+ + HS^- \qquad (۲)$$

$$\text{Ln } K_{eq} = 218,599 - 12995,4/T - 33,5471 \text{ Ln}(T) \ (\text{Tin}^\circ\text{K})$$

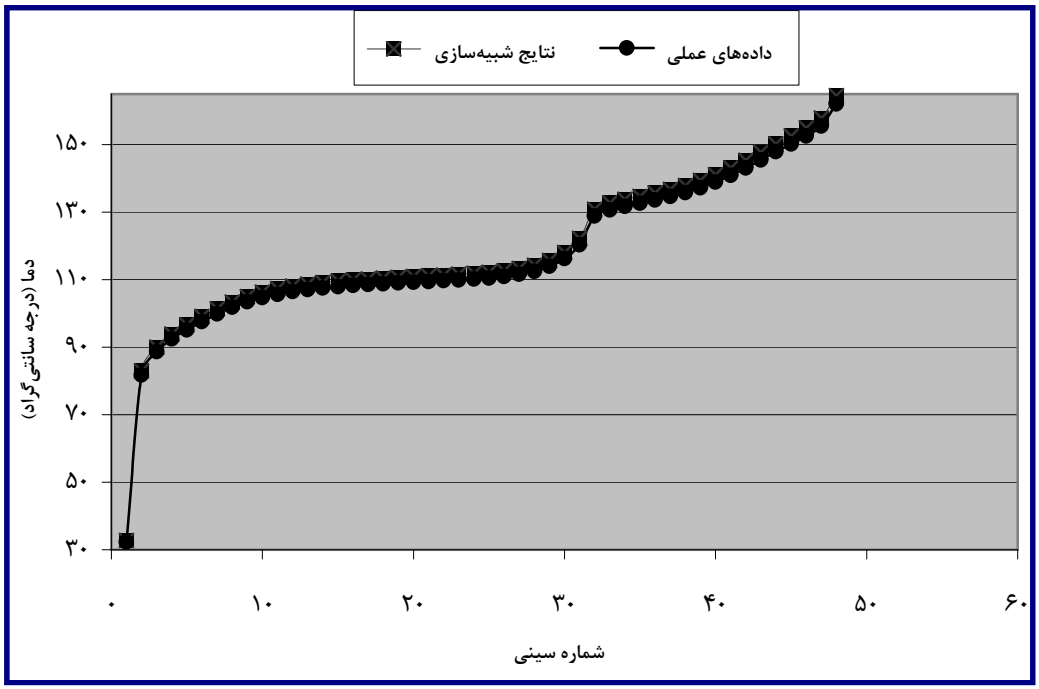
$$HCl \rightleftarrows H^+ + Cl^- \qquad (۳)$$

$$\text{Ln } K_{eq} = -19,93 + 8938,1/T \quad (\text{Tin}^\circ\text{K})$$

شکل (۲)، شبیه سازی برج دی پنتانایزر و متعلقات آن را بدون تزریق مواد ضد خوردگی نشان می‌دهد. شکل (۳) نیز نتایج نمودار دمای برج و انطباق آن با مقادیر فعلی را نشان می‌دهد.بر مبنای نتایج شبیه سازی واکنشهای مرتبط با خوردگی با سیستم الکترولیتی، در جریان آب ته مانده از V-1004، مقدارpH به حدود ۳/۹ می‌رسد که با توجه به جنس فولاد کربنی V-1004، خوردگی شدیدی در آن پیش بینی می‌شود که با واقعیت کاملاً منطبق است.



شکل۲ – شبیه سازی وضعیت کارکرد برج T-1001و پیش بینی خوردگی متعلقات آن هنگام عدم تزریق ماده ضد خوردگی



شکل ۳- نمودار مقادیر فعلی دمای برج و نتایج شبیه سازی

۳-۲ شبیه سازی عملکرد برج در هنگام تزریق محلول آمونیاک و آمین

هدف از شبیه سازی برج در این حالت، بررسی اثر تزریق محلول آمونیاک و مونو اتانول آمین برعملکرد برج است. در این حالت با استفاده از گاز آمونیاک، مونو اتانول آمین و آب (جریانهای ۴،۵) و مخلوط کردن آنها در یک برج با آکنه، محلول ضد خوردگی تولید می شود. با شبیه سازی وضعیت جدید، مقدار محلول بازی مورد نیاز برای خنثی کردن عوامل اسیدی در مسیر تبادلگر هوایی، چگالنده و V-1004 بدست می‌آید. مقدار محلول تزریق شده باید طوری تنظیم شود که تا حد امکان به مسیر بازروانی برج راه نیافته و به هیچ وجه باعث آلودگی جریان محصول برش پنج کربنه که از ۴ سینی پایین تر (سینی ۴۲ برج) گرفته می شود، نگردد. بدین منظور از معادلات تعادلی ذیل استفاده می گردد[۶ و ۲].

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^- \qquad (۴)$$

$$\text{Ln } K_{eq} = 2,76 - 3335,7/T + 11,4971 \text{ Ln}(T) - 0,0370566T \quad (T \text{ in } ^\circ K)$$

به علت وجود یون کلر، واکنش زیر نیز اتفاق می‌افتد.

$$NH_4Cl + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + Cl^- \qquad (۵)$$

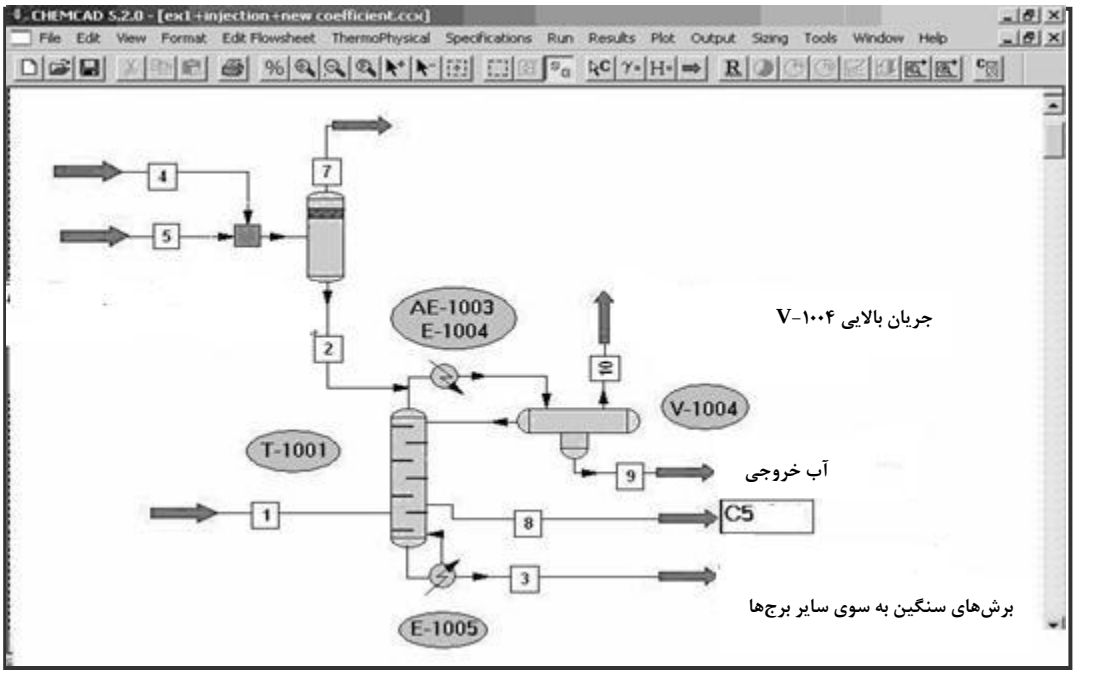
$$\text{Ln } K_{eq} = ۳$$

واکنش تجزیه مونواتانول آمین نیز به صورت زیر است.

$$C_2H_7NO + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^- \qquad (۶)$$

$$\text{Ln } K_{eq} = 0,7996 - 8094,81/T - 0,07484\,T \quad (T \text{ in } ^\circ K)$$

شکل (۴)، شبیه‌سازی عملکرد برج را در هنگام تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین به خروجی بالای برج نشان می‌دهد. همانگونه که از نتایج خروجی موجود در جدول (۱) مشاهده می‌شود با تزریق ۶/. کیلوگرم در ساعت محلول آمونیاک و مونواتانول آمین در جریان ورودی به AE-1003 مقدارpH در جریان آب جداشده (جریان شماره ۹)، از ۳/۹ به ۸/۲ می رسد که باعث محافظت از V-1004 در مقابل خوردگی می گردد.



شکل ۴- شبیه سازی وضعیت کارکرد برج T-1001 هنگام تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین

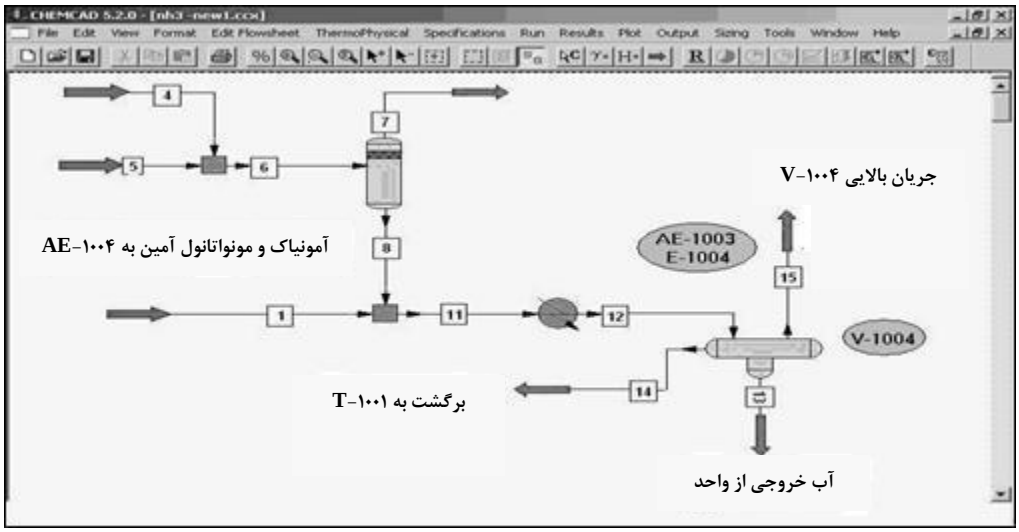
جدول ۱- مقایسه شرایط کارکرد برج T-1001، قبل و بعد از تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین

کارکرد / وضعیت	دمای بالای برج (°C) / دمای پایین برج (°C)	فشار عملیاتی (Bar Abs)	pH آب جدا شده	میزان آب محصول C_5 (ppm)
قبل از تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین	۸۲/۵ / ۱۶۴/۵	۵/۶	۳/۹	۱/۲
بعد از تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین	۸۲/۵ / ۱۶۴/۵	۵/۶	۸/۲	۲

نتایج شبیه سازی نشان می دهد کـه مقـدار آمونیـاک و مونواتـانول آمین در محصول برش پنج کربنه، صفر، و مقـدار آب موجـود در آن حدود ppm ۲ است و مقدار محصول برش پنج کربنه نسبت به حالت قبل تغییری نیافته است. از نظر شرایط عملیاتی نیز تغییرات خاصی پس از تزریق محلول بازی در مقایسه با قبل از آن در برج روی نمی دهدو نحوه عملکرد بـرج مـشابه قبـل بـاقی مـی مانـد. بنـابراین بـا اطمینان می توان عملیات تزریق را با مقدار پیش بینـی شـده آغـاز کرد.

۳-۳ پیش بینی کنترل pH متعلقات بالای برج

به منظور اطمینان از وضعیت متعلقات بالای برج در مقابل خوردگی در هنگام تزریق محلول آمونیاکی و مونواتانول آمین، این بخـش کـه شامل V-1004 , E-1004 , AE-1003 می باشـد بـه طـور جداگانـه شبیه سازی گردید که در شکل (۵) آمده است. نتایج pH جریانهـای مختلف بعد از محل تزریق در جدول (۲) نشان می دهد که در تمام مسیرهای جریان، pH به حدود ۸/۲ رسیده است و تمـامی مـسیرها در مقابل خوردگی محافظت خواهند شد.



شکل ۵- شبیه سازی تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین دربالای برج T-1001و پیش بینی خوردگی متعلقات

جدول ۲- نتایج شبیه سازی pH جریانهای مختلف بعد از محل تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین

شماره جریان	pH قبل از تزریق	pH پس از تزریق محلول بازی
۸ (محلول آمونیاک و مونواتانول آمین)	----	۱۲/۶
۱۱ (قبل از چگالندهٔ هوایی)	۳/۹	۸/۲
۱۲ (پس از چگالندهٔ هوایی)	۳/۹	۸/۲
۱۳ (آب جداشده از V-1004)	۳/۹	۸/۲

۴- اجرای عملی در واحد عملیاتی

بر مبنای نتایج شبیه سازی، اجرای آزمایشی تزریق محلول آمونیاکی و مونواتانول آمین به مقدار ۰/۶ کیلوگرم در ساعت در تاریخ ۸۴/۱۱/۵ آغاز شد و در ضمن تزریق پارامترهای pH جریان فاز آبی خروجی ازپایین V-1004 و آنالیز مقدار آهن موجود در آب مرتباً اندازه گیری و ثبت شد و در صورت لزوم با تغییر مقدار تزریق، سعی در تثبیت آنها می شد. برخی از این نتایج در جدول (۳) آورده شده است. درحین اجرای آزمایشی نیز عدم تاثیر جنبی تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین بر کارکرد برج، تایید شد و نیز هیچ گونه آلودگی آمونیاکی یا مونواتانول آمین در محصول برش پنج کربنه مشاهده نگردید.

علاوه بر این به منظور پایش بهتر وضعیت خوردگی پس از تزریق مواد جایگزین، در مناطقی از واحد، کوپن گذاری بعمل آمد که در شکل (۶) عکس مربوط به یکی از آنها پس از یک ماه کارکرد، آورده شده است.

جدول ۳- نتایج pH جریان فاز آبی و آنالیز مقدار آهن آزاد موجود در آب

تاریخ	pH فاز آبی	آهن آزاد موجود در آب(ppm)
۸۴/۱۲/۱۰	۶/۲	۱۶۰
۸۴/۱۲/۱۱	۷/۰۵	۱۲۰
۸۴/۱۲/۱۳	۷/۴	۶۵
۸۴/۱۲/۱۵	۷/۱	۴۵
۸۴/۱۲/۱۷	۶/۹	۳۸
۸۴/۱۲/۲۰	۸/۰	۲۱
۸۴/۱۲/۲۲	۷/۲	۱۵

کوپن خوردگی مورد استفاده، از جنس فولاد کربن ۱۰۱۰ بوده است که با استفاده از فرمول زیر، محاسبه نرخ خوردگی انجام شده است[۹].

$$MPY\ (\text{milli inch / year}) = \frac{W \times 534}{\rho \times A \times T} \qquad (۷)$$

مدّت آزمایش برحسب ساعت: T و سطح‌کوپن برحسب‌اینچ مربع :A
جرم حجمی کوپن بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب : ρ و
اختلاف وزن کوپن بر حسب میلی گرم :W

بر مبنای محاسبات با فرمول فوق مقدار نرخ خوردگی،MPY ۱/۵ بدست می آید که بر مبنای مراجع خوردگی MPY<۲ نشان‌دهندهٔ خوردگی بسیار کم و کنترل شده است.

۵- نتیجه گیری

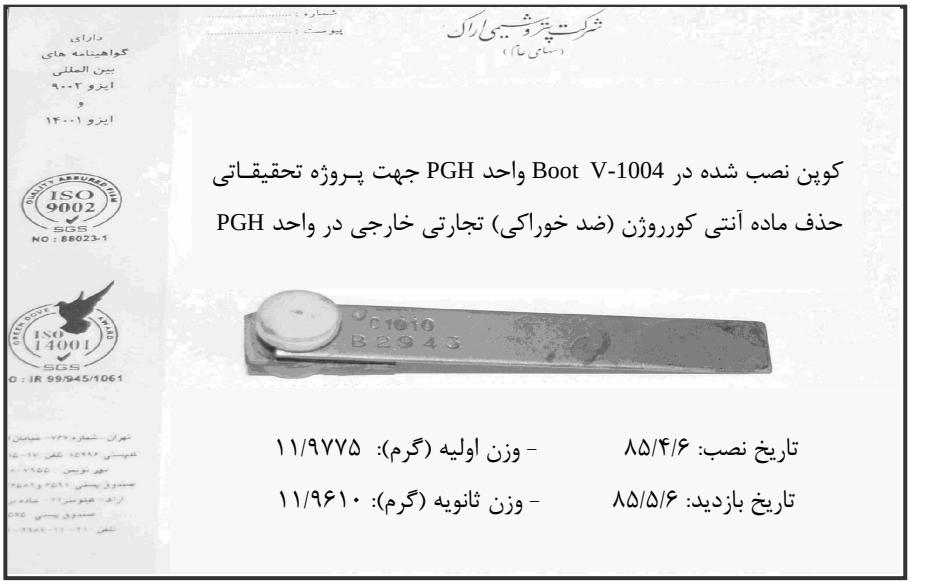
۱) شبیه سازی وضعیت کارکرد واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت بر مبنای سیستم الکترولیتی نرم افزار شبیه ساز CHEMCAD، تشکیل محیط اسیدی با pH کم و وقوع خوردگی در نقاط حساس را پیش بینی می‌کند که این پیش بینی با واقعیت خوردگی در واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت کاملاً منطبق است.

۲) برمبنای شبیه سازی برج دی پنتانایزر و متعلقات آن، تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین هیچگونه اثر جنبی بر کارکرد برج نداشته و در محصول برش پنج کربنه و پایین برج وارد نمی‌شود و درحین اجرای عملی نیز صحت این ادعا کاملاً تایید گردیده است.

۳) بر مبنای نتایج حاصل از نرم افزار در تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین، pH در مسیرهایی که قبلاً خاصیت اسیدی داشتند به محدودهٔ pH خنثی رسیده و مازاد محلول بازی توسط آب جدا شده از هیدروکربن درته مانده ظرف جریان بازگشتی برج دفع می‌گردد.

۴) در هنگام اجرای آزمایشی تزریق محلول آمونیاک و مونواتانول آمین، با ثابت نگهداشتن pH در محدوده ۷ تا ۸/۵، آنالیز مقدار آهن موجود در آب نشانگر وضعیت قابل قبولی از نرخ خوردگی بوده که نتایج آزمون کوپن نصب شده در این مسیر (۱/۵ =MPY) نیز موید کاهش نرخ خوردگی است.

۵) جایگزینی ماده خارجی و ناشناخته C۳۹ با محلول آمونیاکی و مونواتانول آمین (ماده تولیدی پتروشیمی اراک)، علاوه بر کنترل شدت خوردگی در واحد هیدروژن‌دار کردن بنزین تفکافت و کاهش مشکلات عملیاتی، صرفه اقتصادی حدود ۵۵۰۰۰ دلار در سال را برای شرکت پتروشیمی اراک در پی دارد.



شکل ۶- عکس کوپن قرار داده شده در مسیر آب خروجی V-1004 پس از یک‌ماه کارکرد

مراجع

[۷] خواجه مندلی س.، حسن نژاد ر.، "شبیه سازی برج دی پنتانایزر واحدPGH پتروشیمی اراک برمبنای سیستم الکترولیتی جهت کنترل pH و جایگزینی ماده تجارتی ضد خوردگی با محلول آمونیاکی و اجرای آزمایشی طرح"، دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، زاهدان، ۲۶-۲۴، (۱۳۸۴).

[8] P. R., Petersen, S. R., Lordo G. R. McAteer , "Choosing a Neutralizing Amine Corrosion Inhibitor", PTQ, 121-127, (2004).

[9] Green, Don W., et al, "Perry's chemical engineers' handbook" , 7th ed. ,New York , McGraw- Hill, 23-11, (1997).

[1] IFP Manual of Pyrolysis Gasoline Hydrogenation Plant (PGH), Project 1771, Arak Petrochemical Company, Vol. I &II, (1991).

[2] CHEMCAD Software Manual, version 5.2.0 professional, Chemstation Inc., (2002).

[3] R.D. Merrick, T. Auerbach, "Crude Unit Overhead Corrosion Control", Materials Performance, 15, (1983).

[4] E.C. French, W.F. Fahey, "Water Soluble Filming Inhibitor System for Corrosion Control in Crude Unit Overheads", Materials Performance, 9, (1983).

[5] J.G. Edmonson, S.E. Lehrer, "Advances in Neutralizing Amine Technology", CORROSION/94, Paper # 514, NACE, Houston, Texas, (1994).

[6] ASPEN Plus Software Manual , version 11.1, Aspen Technology Inc., (2001).