بازده حذف بنزن در پسابهای پتروشیمی با فرآیند فلوتاسیون با هوای محلول

لیلا خازینی* ، جعفرسلطان محمدزاده
دانشکده مهندسی شیمی ـ دانشگاه صنعتی سهند ـ تبریز
khazini@yahoo.com

نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

چکیده

فرآیند فلوتاسیون با هوای محلول، از روشهای مهم و قابل استفاده در صنعت است. در این تحقیق از این روش برای حذف بنزن موجود در پساب سنتزی استفاده شده است. و تاثیر فشار، سورفکتانت و نسبت شدت جریان پساب به شدت جریان اشباع ساز، بر بازده حذف بنزن بدست آمده است . نتایج نشان می دهد که فشار، تاثیر مستقیمی بر بازده حذف بنزن دارد. اضافه کردن سورفکتانت در فشارهای پائین، تا ۵ ٪ به افزایش بازده کمک می‌کند ولی در فشارهای بالا باعث کاهش بازده می گردد. افزایش نسبت شدت جریان پساب به شدت جریان اشباع ساز، در فشارهای پائین، باعث کاهش بازده می‌شود. ولی در فشار شش اتمسفر باعث بالارفتن بازده می گردد. حداکثر میزان حذف در این آزمایش ۲۱ ٪ به دست آمده است.

کلمات کلیدی: فلوتاسیون با هوای محلول ، بنزن ، سورفکتانت ، اشباع‌ساز ، ستونهای حباب

مقدمه

مواد آلی فرار یا VOC بصورت وسیع در فرآیندهای صنعتی بعنوان حلال مورد استفاده قرار می‌گیرند . مقدار زیادی از این مواد با گاز خروجی و پساب واحدها خارج می‌شوند و لذا خطر بزرگی برای محیط زیست به شمار می‌روند. مواد آلی فرار (VOC) شامل ترکیبات زیادی است و تاثیر VOC بر محیط زیست در چندین محیط مختلف می‌تواند مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. روشهای مختلفی برای حذف VOC از پسابهای صنعتی وجود دارد. یکی از روشهای معمول Stripping است. روش Stripping بر اساس تولید حباب است . که این عمل در ستونهای حباب صورت می گیرد. [۱]

Stripping می‌تواند به دو صورت زیر انجام گیرد:

۱- هوای تحت فشار داخل پساب بشکل حباب رها می‌شود. این ذرات به حبابها چسبیده و به سطح تانک می‌آیند و در آنجا جمع می‌شوند.

۲- مایع تمیز ابتدا با هوای تحت فشار اشباع شده، سپس داخل تانک فلوتاسیون با فشار کمتر می‌شود و حبابهای میکرونی تولید می‌کنند (m ۱۰ - m ۸۰). این حبابها به آرامی بالا می روند و در مسیر حرکتشان با ذرات برخورد کرده و آنها را به سطح مخزن می‌رسانند. [۲]این روش فلوتاسیون با هوای محلول (DAF) نام داردکه بر روش اول ارجحیت دارد. زیرا در این روش حبابهای ریزتری تولید می شوند و سطح انتقال جرم را افزایش می دهند.

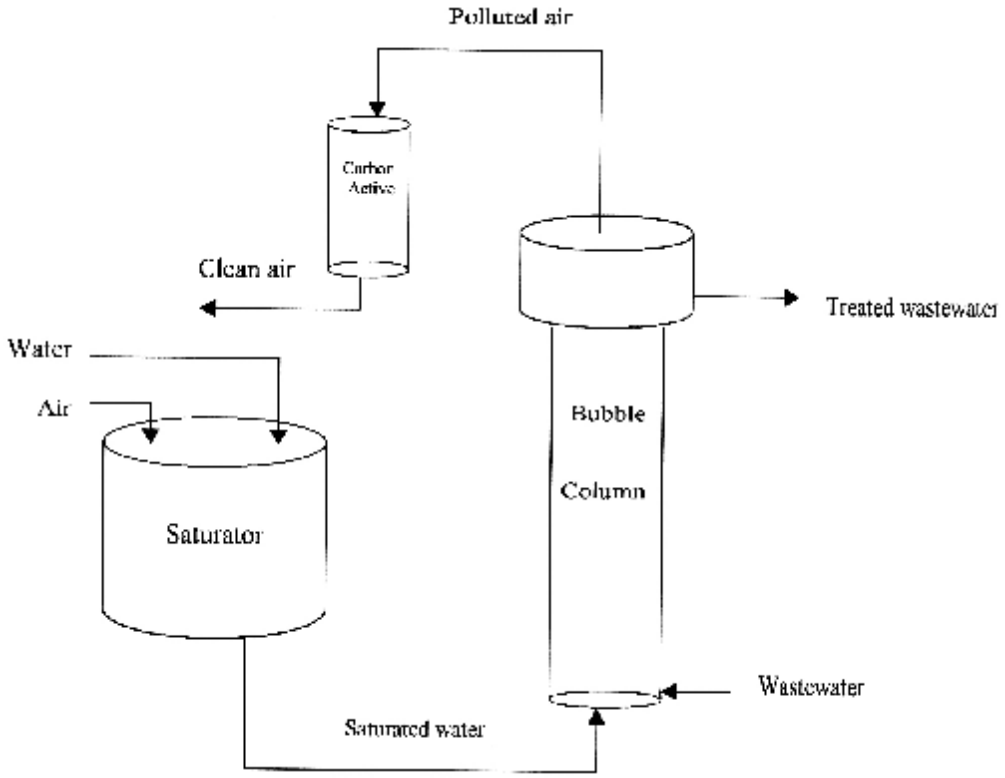
در این تحقیق به حذف بنزن نمونه‌ای از آلاینده‌های موجود در پسابهای صنایع شیمیایی، توسط فرآیند فلوتاسیون با هوای محلول پرداخته شده است، و تاثیر عوامل مختلف برای حذف بنزن بحث شده است.

روش آزمایش

تجهیزات استفاده شده شامل یک اشباع ساز، یک ستون حباب و یک ستون کربن فعال است.شمای کلی دستگاه در شکل ۱ آمده است. پساب تصفیه شده وارد اشباع ساز می‌شود و با هوای تحت فشار تماس حاصل می‌کند و بدین ترتیب آب اشباع تحت فشار بدست می‌آید. آب اشباع تحت فشار وارد ستون اتمسفر یک می شود که پساب در آن جریان دارد. چون فشار ستون حباب اتمسفریک است، در اثر اختلاف فشار بین اشباع ساز و ستون حباب، هوای حل شده به شکل حباب آزاد می‌شود. حبابها همراه پساب بطرف بالا حرکت می‌کنند و عمل انتقال جرم صورت می‌گیرد. یعنی بنزن موجود در پساب وارد حبابها می شود و پساب تصفیه می‌گردد.

هوای حاوی آلاینده نیز وارد ستون کربن فعال می‌شود تا بنزن موجود در آن جذب شود. در این تحقیق تاثیر فشار، سورفکتانت و شدت جریان پساب بر میزان حذف بنزن بدست آمده است در این آزمایش از پساب سنتزی استفاده شده است.

برای مطالعه تاثیر فشار روی بازده حذف بنزن ، فشار مطلق اشباع ساز بین ۴ اتمسفر تا ۶ اتمسفرتنظیم شده است. برای بررسی تاثیر سورفکتانت دو نوع سورفکتانت H_2O ۱۶، $Al_2(SO_4)_3$ و $9H_2O$، ۹، $Fe_2(SO_4)_3$ مورد استفاده قرار گرفته است [۳]. برای بدست آوردن تاثیر شدت جریان پساب، شدت جریان پساب ورودی



شکل۱- شمای کلی تجهیزات مورد استفاده

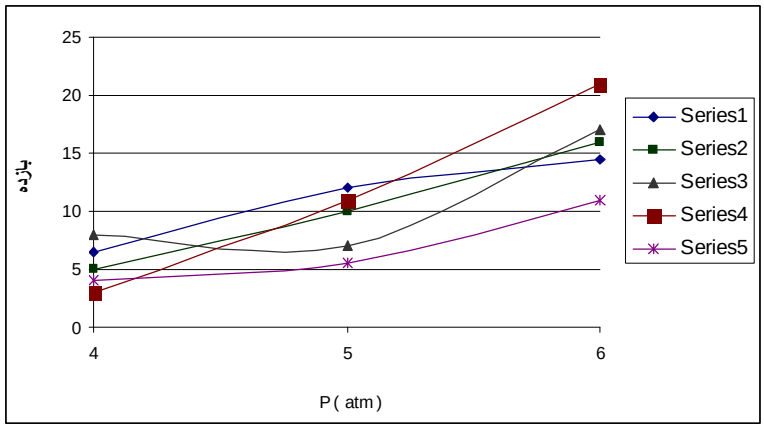
به ستون حباب را طوری تعیین شده است ، که نسبت شدت جریان پساب به شدت جریان اشباع‌ساز برابر ۱، ۲، ۳، ۴ و۵ باشد. [۴] با توجه به اینکه شدت جریان اشباع ساز برابر ۰/۶۲L/min است. شدت جریان پساب ورودی به ستون حباب از ۰/۶۲L/min تا ۳/۱L/min تغییر می‌کند.

از ورودی و خروجی ستون حباب نمونه‌هایی برای آنالیز توسط GC گرفته شده است. نمونه‌ها حداکثر یک روز بعد از انجام آزمایش آنالیز می گردند تا خطای اندازه گیری به حداقل برسد. هرکدام از آزمایشها سه بار تکرار شده است و میانگین آنها بعنوان نتایج ذکر می‌شود .

نتایج و بحث بر روی نتایج

الف: تاثیر فشار

همانطوری که ذکر شد، برای بدست آوردن تاثیر فشار، فشار مطلق اشباع‌ساز بترتیب روی ۴ اتمسفر،۵ اتمسفر، ۶ اتمسفر تنظیم شده است . بازای هر فشار معین شدت جریان پساب از ۰/۶۲L/min تا ۳/۱L/min تغییر می‌کند . لازم بذکر است که در این تحقیق نسبت شدت جریان پساب به شدت جریان اشباع ساز را با نسبت R تعریف شده است . نتایج در شکل ۲خلاصه شده است.



شکل۲- تاثیر فشار بر بازده حذف بنزن بازای مقادیر مختلف شدت جریان پساب

می‌یابد ولی این افزایش زمانی که فشار از ۵ اتمسفر تا ۶ اتمسفر تغییر می‌کند روند پرشتابی بخود می‌گیرد. تاثیر فشار بدو صورت می تواند مطرح گردد. اول با افزایش فشار اشباع‌ساز و در نتیجه افزایش اختلاف فشار اشباع‌ساز و ستون حباب، حبابهای ریزتری تولید می‌شود و دلیل دوم اینکه با افزایش فشار اشباع‌ساز، حبابهای زیادی در واحد حجم تولید می‌شوند هر دو پدیده باعث افزایش سطح ویژه انتقال جرم و افزایش بازده انتقال جرم می‌شود.

ب: تاثیر سورفکتانت

بر طبق نظر Shamrani [۳] دو نوع سورفکتانت مورد استفاده قرار می‌گیرد اول $16H_2O$ و $Al_2(SO_4)_3$ که به مقدار ۱۰۰mg/L استفاده شده و سورفکتانت دوم $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$ است که به مقدار ۸۰mg/L استفاده شده است. نتایج اضافه کردن سورفکتانت در جدول زیر خلاصه شده است.

همانطوری که مشاهده می‌شود در فشار ۴ اتمسفر بازده حذف، زمانی که از سورفکتانت استفاده می‌شود بیشتر است و استفاده از سورفکتانت بطور میانگین حذف را تا ۵/۵٪ بالا می‌برد. از این موضوع می توان نتیجه گرفت که زمانی که فشار سیستم کم است، افزایش سورفکتانت موثر بوده و بازده حذف را بالا می‌برد. در فشار ۵ اتمسفر نیز همان روند دیده می‌شود. به این صورت که با افزایش سورفکتانت بازده حذف بنزن افزایش می‌یابد و بطور میانگین در این آزمایشات، افزایش سورفکتانت بازده را تا ۴/۴٪ افزایش داده است.

جدول ۱- میزان حذف بنزن به همراه سورفکتانت و بدون سورفکتانت (R=1)

R=1	P= 6atm		P=5 atm		P= 4atm	
	بدون سورفکتانت	S_A=100 mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100 mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100mg /l
h (%)	14.5	10	12	12	6.5	16

جدول ۲- میزان حذف بنزن به همراه سورفکتانت و بدون سورفکتانت (R=2)

R=2	P= 6atm		P=5 atm		P= 4atm	
	بدون سورفکتانت	S_A=100 mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100mg/l
h (%)	16	19	10	20	5	14

جدول ۳- میزان حذف بنزن به همراه سورفکتانت و بدون سورفکتانت (R=3)

R=3	P= 6atm		P=5 atm		P= 4atm	
	بدون سورفکتانت	S_A=100 mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100 mg/l	بدون سورفکتانت	S_A=100mg/l
h (%)	17	12	7	12	8	7

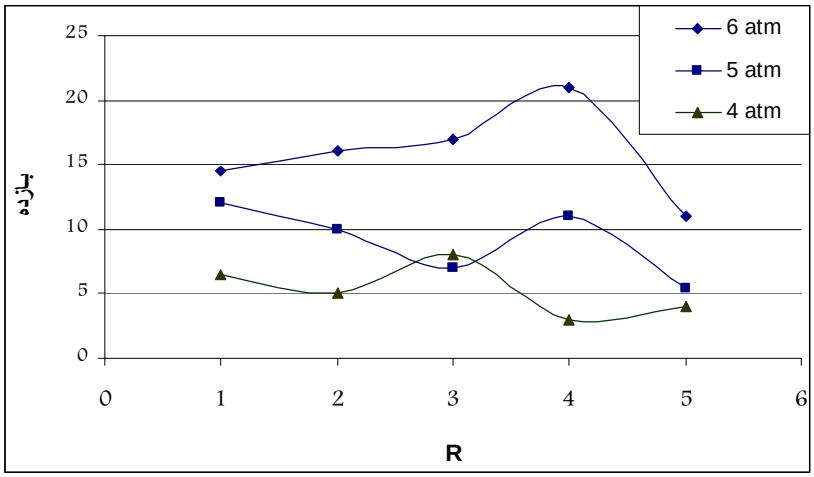
جدول ۴- میزان حذف بنزن به همراه سورفکتانت و بدون سورفکتانت (R=5)

R=5	P= 6atm		P=5 atm		P= 4atm	
	بدون سورفکتانت	S_B=80 mg/l	بدون سورفکتانت	S_B=80 mg/l	بدون سورفکتانت	S_B=80mg/l
h (%)	11	12	5.5	8	4	8

در فشار ۶ اتمسفر عکس این موضوع دیده می شود. یعنی در اکثر موارد با افزایش سورفکتانت بازده کاهش می‌یابد و بطور میانگین بازده ۱/۳٪ کاهش پیدا کرده است. نکته دیگر اینکه تفاوت فاحشی بین دو نوع سورفکتانت مورد استفاده دیده نشد.

ج : تاثیر افزایش شدت جریان پساب یا نسبت R

برای بدست آوردن تاثیر نسبت R روی بازده حذف بنزن، شدت جریان اشباع ساز را ثابت نگه داشته و شدت جریان پساب ورودی به راکتور افزایش می‌دهیم تا نسبت R بصورت ۱، ۲، ۳، ۴ و۵ باشد. برای روشنتر شدن موضوع ، تاثیر نسبت رفلاکس روی بازده حذف در شکل ۳ ارائه شده است .



شکل ۳- بازده حذف بنزن بازای نسبتهای مختلف رفلاکس

همانطوری که شکل ۳ نشان می دهد ، تاثیر افزایش نسبت رفلاکس را نمی‌توان به تنهایی توصیف کرد. در این مورد ۳ اثر وجود دارد که با هم در مقابله‌اند اولین اثر افزایش فشار است که تاثیر آن عمدتاً بصورت افزایش حجم حبابها دیده می شود. تاثیر دوم که از افزایش نسبت رفلاکس حاصل می‌شود، افزایش نیروی محرکه انتقال جرم است، زیرا با افزایش نسبت شدت جریان پساب به شدت جریان اشباع‌ساز غلظت آلاینده نیز در پساب افزایش می یابد و تاثیر سوم کاهش زمان ماند بدلیل افزایش شدت جریان پساب است. این سه اثر با هم در مقابله‌اند و بسته به اینکه کدام یک قویتر باشد، بازده حذف کاهش یا افزایش می‌یابد.

در فشار ۶ اتمسفر ، با افزایش R بازده حذف نیز افزایش می‌یابد یعنی اثر افزایش نیروی محرکه انتقال جرم، قویتر از اثر کاهش زمان ماند سیستم می باشد .این نتیجه گیری در نسبت رفلاکس برابر ۵ معتبر نیست یعنی در R=۵ بازده به شدت کاهش یافته است ، زیرا زمان ماند کاهش پیدا کرده است .

از فشار ۵ اتمسفر، عموماً با افزایش نسبت رفلاکس بازده حذف کاهش می‌یابد. زیرا از طرفی حجم حبابها به اندازه فشار ۶ اتمسفر نیست، ثانیاً تاثیر کاهش زمان ماند بعلت افزایش نسبت رفلاکس، قویتر از افزایش نیروی محرکه انتقال جرم است. در فشار ۴ اتمسفر نیز همان تاثیر دیده می‌شود.

بطور کلی حداکثر مقدار حذف بنزن در این آزمایش ۲۱٪ است که قابل مقایسه با نتایج دیگر محققان است. [۵]

نتیجه گیری

۱- فشار تأثیر مستقیم روی حذف بنزن دارد. بطوریکه با افزایش فشار بازده حذف بنزن نیز افزایش می‌یابد.

۲- با افزایش فشار ، از ۵ اتمسفر تا ۶ اتمسفر، افزایش بازده روند پر شتابی به خود می‌گیرد.

۳- در فشار ۴ و ۵ اتمسفر با افزایش نسبت رفلاکس بازده حذف کاهش می‌یابد.

۴- در فشار ۶ اتمسفر با افزایش نسبت رفلاکس تا عدد ۵، بازده افزایش می‌یابد. ولی در نسبت رفلاکس ۵ بازده کاهش می‌یابد.

۵- در فشارهای پایین افزایش سورفکتانت مفید است و بازده را تا حدود ۵٪ بالا می‌برد. ولی در فشارهای بـالا افزایش سورفکتانت باعث کاهش بازده می‌گردد.

۶- بین دو نوع سورفکتانت مورد استفاده تفاوت چندانی دیده نشد.

۷- حداکثر میزان حذف بنزن در این تحقیق ۲۱٪ بدست آمده است.

منابع و مراجع

1. Peeva, S. Benzvi Yona, J. C. Merchuk. Mass Transfer coefficient of decane to emulsion in a bubble column reactor, chemical engineering science, 56-5201-5206 (2001).

2. J. Rubio, M.L.Souza, R.W.Smith. Over view of Floatation as a Waste water treatment Technique, Mineral Enginnering, 15, 139-155 (2002).

3. A.A.AL-Shamrani, A. James, H.Xiao. Destabilisation of Oil-Water Emulsions And Seperation By DAF.Water Research, 36, 1503-1512(2002).

4. F. Magaud, M. Souhar, G.Wild, N. Boisson. Experimental Study of bubble column hydroynamics. Chemical Engineering Science, 56, 4597-4607(2001).

5. S. AL-Muzaini, H.Khordagui, M.F.Hamoudo, Removal of VOC's From Refiery and Petrochemical Wastewater Using DAF. Water Science and Technology, 30(3), 79-90 (1994).