



University of Tehran
Aras International Campus

المؤتمر الدولي الثالث
لتكنولوجيا و علوم النانو

3rd International
Conference on
Researches in
Nanotechnology
& Nanoscience

جامعه طهران، ایران

University of Tehran, Iran

بررسی اثر افزودنی نانو سیلیس در بهبود عملکرد دو نوع آنتی فوم سیلیکونی و غیر سیلیکونی

سعید ایرانپور*، مسعود کمبرانی، مهدی روزبهانی، رامین حسان

*. دانشگاه تهران، دانشکده فنی، جهاد دانشگاهی، گروه پژوهشی فرایندهای شیمیایی

* Email: iranpour@ut.ac.ir

چکیده

آنتی فوم ها یکی از مهمترین مواد شیمیایی در صنایع مختلف هستند. با توجه به این که تولید آنتی فوم در بسیاری از صنایع مختلف، به دلیل وجود فرآیندهای تولید فوم، ضروری است، بهبود عملکرد آنتی فوم ها می تواند به کاهش هزینه ها و افزایش بهره وری در صنایع کمک کند. این مطالعه به بررسی تاثیر ماده افزودنی نانو سیلیس در دو نمونه آنتی فوم های غیر سیلیکونی و سیلیکونی پرداخته است. با استفاده از سیستم کف مبتنی بر ماده سورفکتانت آنیونی، تست های عملکرد آنتی فوم ها انجام شده و نتایج نشان داد که استفاده از ماده افزودنی نانو سیلیس، باعث بهبود عملکرد در کاهش میزان کف در هر دو آنتی فوم می شود، اما بهبود عملکرد در آنتی فوم سیلیکونی بیشتر مشاهده شده است. در صورت استفاده از آنتی فوم سیلیکونی، استفاده از ماده افزودنی نانو سیلیس باعث بهبود عملکرد بیشتری خواهد شد.

واژه های کلیدی: نانو سیلیس، آنتی فوم، ضد کف، آنتی فوم سیلیکونی، آنتی فوم غیر سیلیکونی

مقدمه

بر اساس تعریف کف یا فوم از به دام افتادن گاز در مایع یا جامد ایجاد میشود. در فرایندهای صنعتی مانند رنگسازی، کاغذسازی، صنعت نفت، پلیمریزاسیون و برخی فرآیندهای بیوشیمیایی ایجاد کف به عنوان عامل مزاحم تلقی می شود. بنابراین، استفاده از افزودنی هایی همچون ضد کف ها، برای پیش گیری از تشکیل حباب در این فرآیندها، لازم است. برای تولید کف لازم است چند شرط وجود داشته باشد از جمله، انجام کار مکانیکی، حضور ترکیبات فعال سطحی (سورفکتانت ها) که کشش سطحی را کاهش میدهند و در نهایت باید شکل گیری کف سریع تر از شکستن آن باشد. برای جلوگیری از ایجاد کف و همچنین تخریب کف از روشهای مختلفی همچون روش مکانیکی، روش فیزیکی و روش شیمیایی استفاده میشود. هر یک از روشهای فوق مزایا و معایبی دارند. روش شکستن مکانیکی کف توسط دستگاه های مختلف چرخشی مانند میکسر، دیسک، سانتریفیوژ و یا با به کارگیری جریان هوا، بخار و مایع، و یا با حرکت دادن کف از بین گپ های باریک و سیکلونی است. استفاده از روش های مکانیکی برای تخریب کف معایبی دارد از جمله: بهره وری پایین در تخریب کف های پایدار، پیچیدگی و اندازه بزرگ وسایلی که استفاده می شود و همچنین مصرف انرژی بالای آنها. به هر حال، وسایل مکانیکی که برای کف زدایی استفاده می شوند تنها حجم کف و نسبت انبساط را کاهش می دهند، ولی در حقیقت کف را تخریب نمی کنند.



University of Tehran
Aras International Campus

المؤتمر الدولي الثالث لتكنولوجيا و علوم النانو

3rd International
Conference on
Researches in
Nanotechnology
& Nanoscience

جامعه طهران، ایران

University of Tehran, Iran

برخی از روشهای فیزیکی نیز برای کف زدایی استفاده می شوند. بعضی از آنها شکستن کف را با اعمال تغییرات دمایی انجام می دهند مانند گرمایش، انجماد و استفاده از بخار و در برخی از موارد از روشهای فیزیکی دیگر مانند اکوستیک و عمدتاً امواج سونوگرافی، ارتعاشات، ذرات تابشی آلفا، ایجاد فشار مویبگی بالا در کف استفاده می کنند.

روش شیمیایی حذف و یا جلوگیری از ایجاد کف یکی از پرکاربردترین روش های صنعتی است. محصولی که برای کنترل کف استفاده می شود آنتی فوم یا ضدکف نام دارد که جزء روشهای شیمیایی به حساب می آید. عوامل ضد کف برای جلوگیری یا مقابله با تولید کف در فرمول اضافه می شوند. به طور کلی، این عوامل دارای خواص فعال سطحی هستند و در محیط کف نامحلول هستند. اینها چسبندگی کمتری دارند، به راحتی روی سطح کفی پخش می شوند و میل به سطح هوا-مایع دارند که در آن لایه های فوم را بی ثبات می کند و حباب های هوا را پاره می کنند و کف سطح را می شکنند. حبابهای هوای حبابشده تجمع می یابند و حبابهای بزرگتر سریع تر به سطح مایع حجیم می رسند.

ضدکف ها می توانند چربی ها، روغن ها، موم ها، الکل ها و اسید های چرب، اترها، ترکیبات آلی حاوی نیتروژن و سولفور، آلکیل آمین ها و آمید ها، سولفید ها، تیواترها، ترکیبات آلی فسفری، ترکیبات آلی سیلیکون (روغن سیلیکون) و بعضی سورفکتانت های غیر یونی باشند. طبقه بندی های مختلفی برای مواد آنتی فوم صورت گرفته است. بر اساس سرعت عمل می توان آنتی فوم ها را به دو دسته تقسیم بندی نمود، آنتی فوم های سریع و آنتی فوم های کند که نوع عمل آنها با هم متفاوت است. آنتی فوم های سریع قادر به پاره کردن فیلم کف در مراحل اولیه که فیلم نازک شده است، هستند. در نتیجه این نوع آنتی فوم ها در عرض کمتر از یک دقیقه باعث تخریب کامل کف می شوند. در بیشتر موارد این ترکیبات را بصورت آنتی فوم های سیلیکونی و غیر سیلیکونی و یا آنتی فوم های محلول در آب و محلول در روغن طبقه بندی میکنند. اولین کف زداها با هدف شکستن کف قابل مشاهده در سطح، طراحی شدند. در ابتدا از نفت سفید، نفت سیاه و محصولات سبک نفتی دیگر برای شکستن کف استفاده شد. استفاده از بعضی روغن های گیاهی، الکل های چرب به عنوان افزودنی در محصولات نفتی جهت افزایش کارایی آنتی فوم نیز گسترش یافت اما آنتی فوم های گران قیمتی به حساب می آمدند. در طی دهه ی ۱۹۵۰ آزمایشات با کف زدهای پایه سیلیکونی آغاز شد. این کف زدها برپایه ی پلی دی متیل سیلوکسان پراکنده شده در آب یا نفت سبک بودند. در سال ۱۹۶۳ اولین اختراع آنتی فوم ها با ذرات آب گریز (سیلیکای آب گریز) در نفت سبک به ثبت رسید. در اوایل دهه ی ۱۹۷۰ موم های ابگریز مثل اتیلن بیس استار آمید پخش شده در روغن توسعه یافت. این نوع از کف زدها خیلی کارآمد بودند، اما با افزایش قیمت این ماده منجر به استفاده از مواد دیگر با کارایی و اقتصادی تر گردید. با توجه به عملکرد مناسب آنتی فوم های سیلیکونی جهت کاهش قیمت محصول آنتی فوم فعالیتهایی جهت افزودن آب به ترکیبات سیلیکونی انجام شد و کف زدهای آب در روغن و روغن در آب پدید آمدند. با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی تلاش برای بهبود عملکرد ترکیبات آنتی فوم با بررسی افزودنی های مختلف و نقش آنها در فرمولاسیون این ترکیبات صورت می گیرد. توسعه ی کف زدهای پایه سیلیکونی، با استفاده از امولسیفایرها و روغن های سیلیکون اصلاح شده همچنان ادامه دارد. مطالعه ذرات کلوتیدی معدنی به عنوان تثبیت کننده های کف در سال های گذشته به طور عملی و آکادمیک توجه خاصی را به خود جلب کرده است. تحقیقاتی بر روی اثر نانو ذرات به عنوان افزودنی در ترکیبات آنتی فوم از جمله استفاده از ترکیبات نانو سیلیس در ترکیب پلی دی متیل سیلوکسان به عنوان افزودنی آنتی فوم در نفت خام گزارش شده است.

هدف از این پژوهش بررسی اثر افزودنی نانو سیلیس بر عملکرد دو نوع آنتی فوم سیلیکونی و غیر سیلیکونی جهت جلوگیری از کف در محیط آبی حاوی ماده فعال سطحی به عنوان عامل کف زا بوده است. با توجه به مشکلات ناشی از کف حاصل از ماده فعال سطحی سدیم آلکیل بنزن سولفونات، این ماده به عنوان عامل کف زا استفاده شده است.



University of Tehran
Aras International Campus

المؤتمر الدولي الثالث لتكنولوجيا و علوم النانو

3rd International Conference on Researches in Nanotechnology & Nanoscience

جامعه طهران، ایران

University of Tehran, Iran

روش

در این پژوهش ابتدا دو نوع آنتی فوم سیلیکونی و غیر سیلیکونی تهیه شد. فرمولاسیون آنتی فوم های تهیه شده در جدول (۱) آورده شده است. سپس جهت سنجش عملکرد آنتی فوم ها، بررسی تاثیر آنتی فوم بر کاهش و یا حذف کف با نمونه شاهد بدون استفاده از آنتی فوم با روش مقایسه ای انجام شد.

جدول (۱) - اجزای تشکیل دهنده دو نوع آنتی فوم سیلیکونی و غیر سیلیکونی

ردیف	نوع آنتی فوم	مواد تشکیل دهنده	مقدار (گرم)	توضیحات
۱	سیلیکونی	پلی دی متیل سیلوکسان	۵۰	
		پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰	۵۰	
		ایزوپروپانول	۱۰	
		آب مقطر	مقدار لازم	افزودن تا سفید شدن مخلوط
۲	غیر سیلیکونی	پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰	۲۵	
		پروپیلن گلیکول	۴۰	
		تری اتانول آمین	۱	
		آب مقطر	۴۲	

جهت ایجاد کف از محلول ۱٪ سدیم آلکیل بنزن سولفونات استفاده شد. بر اساس این روش در استوانه مدرج ۱۰۰ میلی لیتری مقدار ۵۰ میلی لیتر آب اضافه و سپس ۳ سی سی محلول ۱٪ سدیم آلکیل بنزن سولفونات به عنوان عامل ایجاد کننده کف اضافه شد. با افزودن مواد آنتی فوم با میزان یکسان و با قرار دادن درپوش هر یک از استوانه ها بطور یکنواخت هم زده شد. سپس مقایسه ارتفاع کف نمونه های حاوی آنتی فوم تزریق شده با نمونه شاهد فاقد آنتی فوم انجام شد. جهت بررسی نقش ماده نانو سیلیس به هر یک از نمونه آنتی فوم های سیلیکونی و غیر سیلیکونی مقدار نیم درصد وزنی ماده نانو سیلیس اضافه و در نهایت جهت مقایسه با نمونه های فاقد نانو سیلیس ۳ میلی لیتر از محلول آنتی فوم حاوی نانو سیلیس به ۵۰ سی سی محلول حاوی نمک سدیم آلکیل بنزن سولفونات اضافه شد. در نهایت عملکرد آنتی فوم ها همراه با ماده افزودنی نانو سیلیس بررسی شد.

نتایج

بررسی عملکرد و نتایج اثر دو نوع آنتی فوم سیلیکونی و غیر سیلیکونی و تاثیر ماده نانو سیلیس بر عملکرد این مواد در جدول (۲) آورده شده است. نمودار های ۱ و ۲ به ترتیب مقایسه بین میزان ارتفاع کف و زمان پایداری هر یک از آنتی فوم ها با نمونه شاهد بدون آنتی فوم را نشان می دهند.



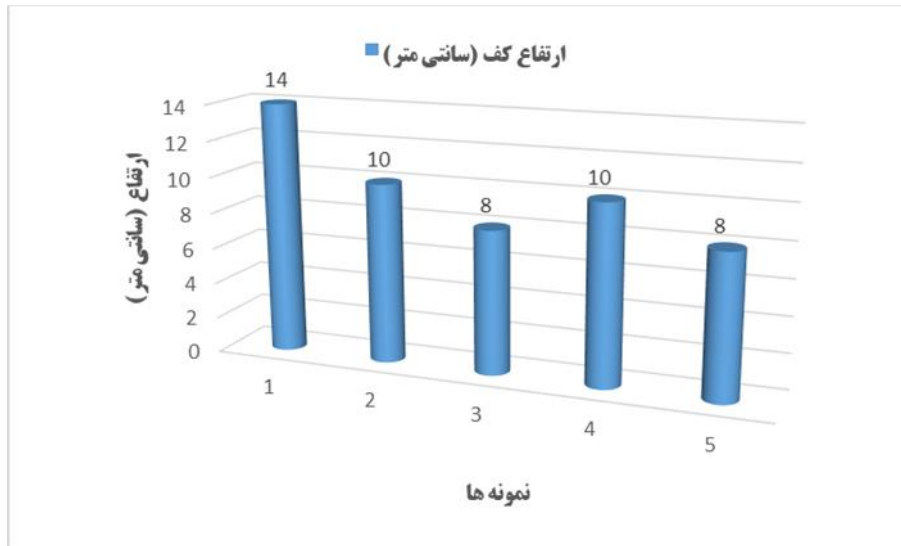
University of Tehran
Aras International Campus

المؤتمر الدولي الثالث
لتكنولوجيا وعلوم النانو

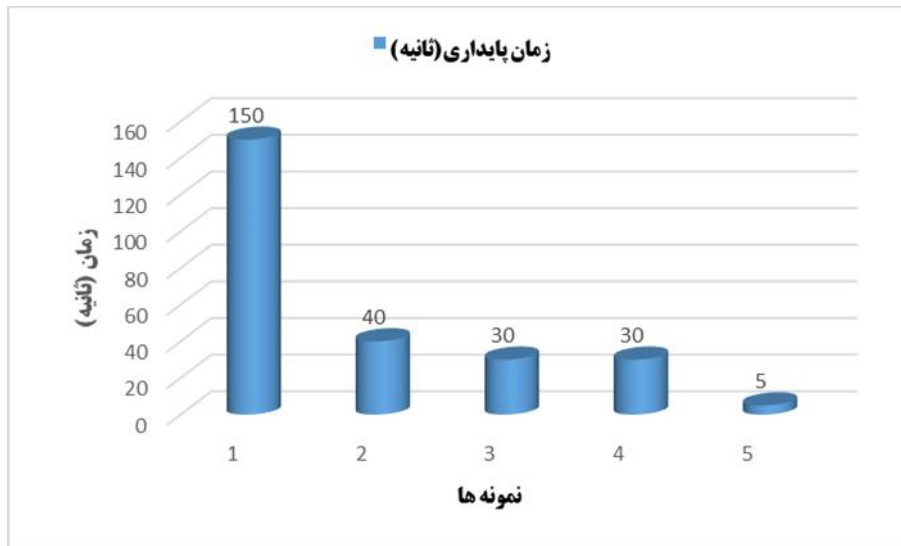
3rd International
Conference on
Researches in
Nanotechnology
& Nanoscience

جامعه طهران، ایران

University of Tehran, Iran



نمودار (۱) - میزان ارتفاع کف هر یک از نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه ۱ بدون آنتی فوم)



نمودار (۲) - زمان پایداری کف هر یک از نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه ۱ بدون آنتی فوم)



University of Tehran
Aras International Campus

المؤتمر الدولي الثالث لتكنولوجيا و علوم النانو

3rd International Conference on Researches in Nanotechnology & Nanoscience

جامعه طهران، ایران
University of Tehran, Iran

جدول (۲) - مقایسه عملکرد آنتی فوم های سیلیکونی و غیر سیلیکونی و تاثیر ماده افزودنی نانو سیلیس بر عملکرد آنها

ردیف	نوع آنتی فوم	میزان ارتفاع کف اولیه (cm)	زمان پایداری کف (ثانیه)	توضیحات
۱	-	۱۴	۱۵۰	بدون آنتی فوم - کف پایدار
۲	غیر سیلیکونی	۱۰	۴۰ ثانیه	
۳	غیر سیلیکونی + نانو سیلیس	۸	۳۰ ثانیه	همراه با افزودنی نانو سیلیس
۴	سیلیکونی	۱۰	۳۰ ثانیه	
۵	سیلیکونی + نانو سیلیس	۸	۵ ثانیه	همراه با افزودنی نانو سیلیس

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد وجود ماده نانو سیلیس در کاهش ارتفاع اولیه کف تاثیر مثبت دارد. همچنین افزودنی نانو سیلیس در دو نوع آنتی فوم بهبود عملکرد آنتی فوم و کاهش زمان پایداری را نشان می دهد. همچنین مشاهده می شود که بهبود عملکرد آنتی فوم در آنتی فوم سیلیکونی بیشتر از آنتی فوم غیر سیلیکونی است.

بحث و نتیجه گیری

یافته های این پژوهش نشان می دهد ترکیب افزودنی نانو سیلیس می تواند نقش مثبت در عملکرد آنتی فوم ها داشته باشد. تاثیر مثبت ماده نانو سیلیس در کاهش حجم کف در ابتدای افزایش این ماده و کاهش زمان پایداری کف است. پژوهش های انجام شده بر روی آنتی فوم های سیلیکونی تأیید کننده اثر مثبت ماده نانو سیلیس در ترکیب دی متیل سیلوکسان به عنوان آنتی فوم مصرفی جهت کاهش و جلوگیری از ایجاد کف در نفت خام است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان میدهد تاثیر مثبت ماده نانو سیلیس در آنتی فوم سیلیکونی بیش از آنتی فوم غیر سیلیکونی است. میتوان یکی از دلایل هم افزایی بیشتر نانو سیلیس در آنتی فوم سیلیکونی را به دلیل امتزاج پذیری بیشتر نانو سیلیس در ترکیب آنتی فوم سیلیکونی دانست. از نتایج دیگر میتوان به کاهش چشمگیر سرعت از بین رفتن کف در آنتی فوم سیلیکونی حاوی نانو سیلیس اشاره کرد. بر این اساس میتوان نتیجه گرفت با افزایش ترکیبات نانو همچون نانو سیلیس به فرمولاسیون آنتی فوم های سیلیکونی پیشینی می شود ترکیب حاصل آنتی فوم سریع باشد. استفاده از سایر ترکیبات نانو در فرمولاسیون آنتی فوم ها با در نظر گرفتن مواردی همچون سمیت پائین، ملاحظات اقتصادی، سهولت دسترسی و سازگاری با محیط مصرف می تواند پژوهشهای کاربردی در این زمینه باشد.



Investigating the effect of nano silica additive in improving the performance of two types of silicone and non-silicone antifoam

Saeed Iranpour*, Masoud Kambarani, Mahdi Rouzbahani, Ramin Hosnan

*University of Tehran, Faculty of Engineering,
ACECR, Farayand Chemical Research Group.

*Email: iranpour@ut.ac.ir

Abstract

Antifoams are one of the most critical chemicals in various industries. Considering that the production of antifoam is necessary for many industries due to foam production processes, improving the performance of antifoams can help reduce costs and increase productivity in industries. This study investigated the effect of nano-silica additive in two samples of non-silicone and silicone antifoams. Using the foam system based on an anionic surfactant, performance tests of antifoams were performed. The results showed that using nano-silica additive improves the performance in reducing the amount of foam in both antifoams. However, performance improvement in Silicone antifoam is more commonly observed. In the case of using silicone antifoam, using a nano-silica additive will improve the performance more.

Keywords: nano-silica, antifoam, antifoam, silicone antifoam, non-silicone antifoam



منابع

- Nikolai D., (2004), Mechanisms of foam destruction by oil-based antifoams. *Langmuir* 20.22: 9463-9505.
- Exerowa, D, Kruglyakov, P.M, (1997), *Foam and Foam Films: Theory, Experiment, Application*, Elsevier Science.
- Garret, P.R., ed. (1992). *Defoaming. Theory and Industrial Applications*. Surfactant Science Series. Vol. 45. CRC Press. p. 164.
- Garret, P.R., ed. (1992). *Defoaming. Theory and Industrial Applications*. Surfactant Science Series. Vol. 45. CRC Press. pp. 164–165.
- Peter R. Garrett, (2016), *The Science of Defoaming: Theory, Experiment and Applications*, CRC Press.
- Garrett, P. R., (2015), Defoaming: Antifoams and mechanical methods *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 20.2: 81-91.
- Jianping, C., Xinjian H., Limin, H. Xiaoming, L., (2019). Foaming of Oils: Effect of Poly (dimethylsiloxanes) and Silica Nanoparticles, *ACS omega*, vol. 4, p. 6502 – 6510.
- Garrett, P., (2015), Defoaming: Antifoams and mechanical methods, *Current Opinion in Colloid and Interface Science*; vol. 20; No. 2; p. 81 – 91.