

ملاحظات فنی در انتخاب سورفکتانت مناسب در فرمولاسیون فوم آتش نشانی

سعید ایران پور^{۱*}، مهدی روزبهانی^۲، سیده معصومه سجادیان^۳

۴۰۳، ۲، ۱ - دانشگاه تهران، دانشکده فنی، جهاد دانشگاهی، گروه پژوهشی فرآیندهای شیمیایی

مقدمه

سورفکتانت‌ها مولکول‌های آمفی‌فیلیکی هستند که کشش سطحی بین مایعات یا بین یک مایع و یک جامد را کاهش می‌دهند. در فوم‌های آتش نشانی، سورفکتانت‌ها مسئول تثبیت ساختار فوم، افزایش توانایی پخش آن و بهبود چسبندگی آن به سطوح هستند. فوم‌های آتش نشانی عوامل حیاتی مورد استفاده در مبارزه با آتش سوزی‌ها، به ویژه آتش سوزی‌های مربوط به مایعات قابل اشتعال هستند. اثربخشی آنها به شدت به توانایی آنها در سرکوب شعله‌های آتش، خنک کردن سطوح و جلوگیری از احتراق مجدد بستگی دارد. سورفکتانت‌ها نقش محوری در تعیین خواص فیزیکی، پایداری و راندمان آتش نشانی فوم دارند. تشکیل کف به میزان کافی و پایداری آن از پارامترهای مهم در فرمولاسیون فوم‌های آتش نشانی است. مواد فعال سطحی (سورفکتانت‌ها) نقش اساسی در تولید کف دارند و بسته به نوع و ساختار شیمیایی آنها، میزان پایداری کف می‌تواند متفاوت باشد. این ویژگی‌ها در صنایع مختلف، به ویژه در تولید فوم‌های آتش نشانی، اهمیت زیادی دارند. انتخاب ماده مناسب برای تولید فوم آتش نشانی باید بر اساس میزان پایداری کف و ارتفاع کف حاصل از آن انجام شود تا بتوان بهترین عملکرد را در مقابله با آتش سوزی‌ها ارائه داد. فوم‌های آتش نشانی معمولاً به سه نوع اصلی طبقه‌بندی می‌شوند: فوم‌های مبتنی بر پروتئین، فوم‌های سنتزی و فوم‌های فلئوئوردار. هر نوع خواص و کاربردهای منحصر به فردی دارد و سورفکتانت‌های انتخاب شده باید با کاربرد مورد نظر فوم همسو باشند. تأثیر زیست‌محیطی یک عامل فزاینده مهم در انتخاب سورفکتانت است. سورفکتانت‌های فلئوئوردار، اگرچه بسیار مؤثر هستند، اما به دلیل ماندگاری در محیط و خطرات بالقوه سلامتی، نگرانی‌هایی را ایجاد کرده‌اند. جایگزین‌های غیر فلئوئوردار برای رفع این نگرانی‌ها و در عین حال حفظ راندمان آتش نشانی در حال توسعه هستند. در این مقاله به بررسی ملاحظات فنی مربوط به انتخاب مناسب‌ترین سورفکتانت از لحاظ ایجاد کف مناسب و پایداری برای فرمولاسیون فوم سنتزی آتش نشانی بدون فلئور می‌پردازیم.

عوامل محیطی: دمای بالا و تماس سوخت، فروپاشی کف را تسریع می‌کند؛ کف‌های پایدار در برابر این اثرات بهتر مقاومت می‌کنند

بخش تجربی

در فعالیت تجربی این پژوهش مواد فعال سطحی مطابق جدول (۱) تهیه شد. برای سنجش میزان کف‌کنندگی و پایداری کف محلول ۱٪ وزنی پانزده نمونه مواد فعال سطحی آماده و در استوانه‌های مدرج ۱۰۰ میلی لیتری مقدار ۵۰ میلی لیتر آب اضافه و ۵۰۰ PPM به عنوان عامل ایجاد کننده کف (از محلول ۱٪) اضافه شد. سپس با قرار دادن درپوش هر یک از استوانه‌ها بطور یکنواخت (ده مرتبه آن را در طولی تقریباً معادل ۳۰ سانتی متر) هم زده و ارتفاع کف اولیه، پس از ۵ و ۱۰ دقیقه اندازه گیری شد. همچنین کشش سطحی برای محلول ۱٪ وزنی هر یک از نمونه‌ها با دستگاه تانسیومتر در دمای ۲۵°C اندازه گیری شد.

یافته‌ها

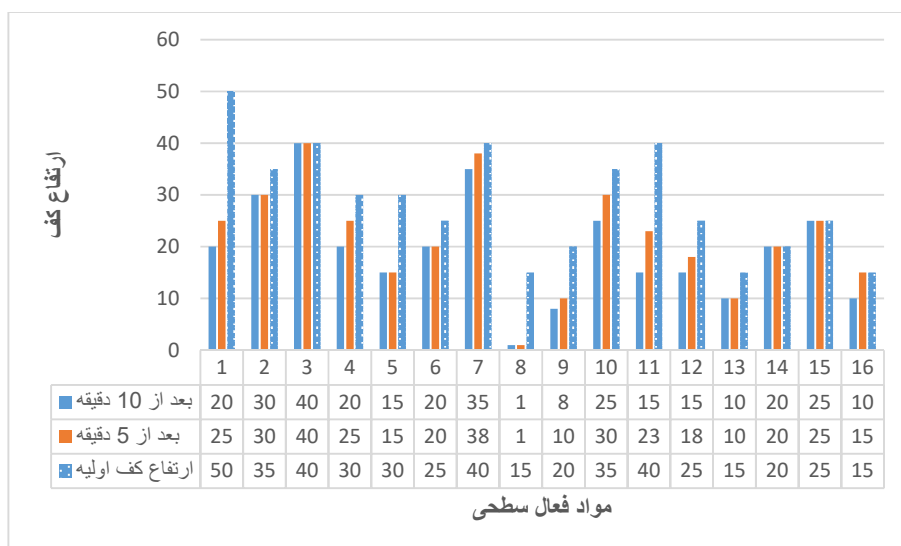
بررسی عملکرد شانزده نوع سورفکتانت در ایجاد کف و پایداری آن در زمانهای ۵ و ۱۰ دقیقه در جدول (۱) آورده شده است. همچنین نمودار ۱ مقایسه ارتفاع و پایداری کف این سورفکتانت‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که از جدول ۱ مشاهده میشود مواد فعال سطحی آتیونی از

لحاظ ایجاد کف و پایداری عملکرد بهتری نسبت به سایر سورفکتانتها دارند. از بین سورفکتانتهای غیر یونی ترکیبات نونیل فنل اتوکسیلاتها و از سورفکتانتهای کاتیونی ستریماید و از ترکیبات آمفوتریک کوکو آمیدو بتائین عملکرد بهتری از خود نشان داده اند.

جدول (۱) - کشش سطحی و ارتفاع کف سورفکتانتهای مختلف

نمونه	ماده فعال سطحی	دما °C	ارتفاع کف اولیه	ارتفاع کف پس از ۵ دقیقه	ارتفاع کف پس از ۱۰ دقیقه	کشش سطحی
۱	سدیم لوریل سولفات SLS	۲۵	۵۰	۲۵	۲۰	۳۶/۱۰
۲	سدیم لوریل اترسولفات SLES	۲۵	۳۵	۳۰	۳۰	۳۴/۸۱
۳	آلکیل بنزن سولفونات LABS.Na	۲۵	۴۰	۴۰	۴۰	۳۰/۷۹
۴	کوکامیدوپروپیل بتائین	۲۵	۳۰	۲۵	۲۰	۳۲/۱۴
۵	دی اکتیل سولفوساکسینات DOSS	۲۵	۳۰	۱۵	۱۵	۲۷/۹۹
۶	روغن کرچک اتوکسیله ۳۶	۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۳۹/۲۹
۷	ستریماید	۲۵	۴۰	۳۸	۳۵	۳۶/۹۴
۸	بنزآلکانیوم کلراید	۲۵	۱۵	۱۰	۱۰	۳۷/۶۰
۹	تالوآمین اتوکسیله ۱۵	۲۵	۲۰	۱۰	۸	۳۸/۳۱
۱۰	نونیل فنل اتوکسیله ۱۰	۲۵	۳۵	۳۰	۲۵	۳۱/۷۹
۱۱	نونیل فنل اتوکسیله ۲۰	۲۵	۴۰	۲۳	۱۵	۴۱/۱۱
۱۲	تونین ۲۰	۲۵	۲۵	۱۸	۱۵	۳۶/۳۰
۱۳	تونین ۶۰	۲۵	۱۵	۱۰	۱۰	۳۷/۷۸
۱۴	تونین ۸۰	۲۵	۲۰	۲۰	۲۰	۳۹/۶۵
۱۵	لوریل الکل اتوکسیله ۷	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۳۱/۸۰
۱۶	تالوآمین اتوکسیله ۱۰	۲۵	۱۵	۱۵	۱۰	۳۳/۸۷

نمودار (۱) - مقایسه ارتفاع کف سورفکتانتهای مختلف



نتیجه گیری

ارتفاع و پایداری کف از ویژگی‌های حیاتی در فرمولاسیون فوم‌های آتش‌نشانی هستند که مستقیماً بر میزان اثربخشی فوم در سرکوب آتش‌سوزی تأثیر می‌گذارند. انتخاب و ترکیب سورفکتانت‌ها نقش محوری در تعیین این ویژگی‌ها دارند. ارتفاع و پایداری بهینه کف، که از طریق انتخاب و فرمولاسیون دقیق سورفکتانت حاصل می‌شود، برای پوشش سریع آتش و سرکوب پایدار ضروری است. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد ماده آلکیل بنزن سولفونات (LABS.Na) از لحاظ ارتفاع کف و پایداری عملکرد نسبت به سایر ترکیبات آزمایش شده نشان می‌دهد. سایر سورفکتانت‌های آنیونی نظیر SLS, SLES نیز از لحاظ ارتفاع کف عملکرد مناسبی داشته است. از میان سورفکتانت‌های غیر یونی نونیل فیل با ۱۰ و ۲۰ اتوکسیله از لحاظ ایجاد کف عملکرد نسبتاً مناسبی از خود نشان دادند. سورفکتانت کاتیونی ستریماید و ترکیب آمفوتریک کوکوآمیدو پروپیل بتائین از دیگر ترکیبات با عملکرد مناسب در ایجاد کف و پایداری نسبی کف از خود نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از ترکیبات مانند توتین ۸۰ و لوریل الکل اتوکسیله با وجود قابلیت ایجاد کف کمتر، دارای قابلیت پایداری یکنواخت کف در طول زمان هستند. علاوه بر در نظر گرفتن عامل مهمی مانند مقدار و پایداری کف سورفکتانت‌ها در فرمولاسیون فوم‌های آتش‌نشانی، استفاده از سایر ترکیبات افزودنی در فرمولاسیون فوم‌های آتش‌نشانی با در نظر گرفتن مواردی همچون زیست تخریب پذیری، ملاحظات اقتصادی، مقاومت حرارتی، سهولت دسترسی و سازگاری با محیط مصرف می‌تواند پژوهش‌های کاربردی آینده در این زمینه باشد.

واژه های کلیدی: فوم، آتش‌نشانی، سورفکتانت، بدون فلتور، کشش سطحی، فوم غیر فلتوره.

منابع

- [۱] ایرانپور، سعید؛ ایرانپور، فرحناز؛ مقدمه ای بر مواد فعال سطحی (سورفکتانت ها)، انتشارات میعاد اندیشه، ۱۳۹۸. ص ۱۱
- [2] Ayşenur Ateş, Brian Y. Lattimer, Vanessa Conversano, Fuel effects on foams generated using different surfactants, *Fire Safety Journal*, 141, December (2023).
- [3] Jawaria Jawaid, Arif Hussain, Asad Muhammad Khan, Exploring the effects of interactions between nonylphenol ethoxylate and ionic surfactants on interfacial and foaming properties, *Journal of Molecular Liquids*, Volume 394, 15 January (2024).
- [4] Guangwen Zhang, Jinqing Jiao, Jingfeng Wu, Xuqing Lang, Environmentally friendly fluorine-free fire extinguishing agent based on the synergistic effect of silicone, hydrocarbon surfactants, and foam stabilizers, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 694, 5 August (2024).