

بخش اول --- Fire fighting foam



نویسنده و گرد آورنده : فتح اله تیموری

Fire fighting foam

- فهرست شامل:
- بخش اول
 - مقدمه
 - پیش گفتار
 - خصوصیات ویژه و تاریخچه کف
 - انواع کف :
 - تقسیمات شامل گروه‌های
 - **A و B** : کف پروتئینی و کف شیمیایی

Fire fighting foam

• بخش دوم

- استانداردهای کف
- مشخصات فنی تجهیزات تست

• بخش سوم

- تستهای میدانی و عملیاتی کف

• بخش چهارم

- روشهای محاسبه و تست بر اساس استانداردهای مختلف
- توصیه ها
- مراجع و ماخذ

Fire fighting foam

- **مقدمه :** اینجانب با توجه به اندک بضاعت و اندوخته های متکی بر تجربیات چندین ساله خویش در **سازمان آتش نشانی تهران** و بویژه در کنار بزرگان و اساتید ارزشمندی که توفیق شاگردی داشتم **با تحقیق و مطالعه مقالات علمی و خصوصا استانداردهای جهانی،** چکیده مطالب مربوط به **موضوع کف (Foam)** را مبتنی بر چارچوب و تقسیم بندیهای مراجع موجود و استانداردها تهیه و سعی نمودم تا مجموعه قابل استفاده ای برای نشان دادن مسیر حرکت علاقمندان و مشتاقان تحقیق و پژوهش ایجاد و ارائه نمایم .

Fire fighting foam

- البته بسیاری از اصطلاحات و مطالب مطروحه در این مقاله نیاز به توضیحات بیشتر و آزمونهای میدانی و آزمایشگاهی داشته که متأسفانه در این مجال کوتاه نمی گنجد.
- امیدوارم همکاران عزیز، ضمن استفاده بهینه از مطالب ارائه شده با دیده اغماض ما را نسبت به اشتباهات سهوی، راهنمایی و آگاه نموده و همچنین در خصوص ارائه متون جدید و یا تجربیات علمی و عملی خویش به منظور بارور شدن مکتوبات فوق بنده را یاری ساخته و چنانچه مطالب مذکور مفید واقع گردید.
- انشالله ما را از دعای خیر خویش بهره مند سازند.

والسلام : فتح اله تیموری

Fire fighting foam

• پیشگفتار :

- از گذشته تا کنون آب یکی از بهترین و موثرترین ماده اطفایی در آتش سوزیها بوده وهم اکنون به دلایل مختلف خصوصا ارزانی ودسترسی آسان و دیگر خصوصیات ذاتی، مانند ظرفیت گرمایی ویژه کاربردی وسیع و موثر در زندگی بشر بویژه در اطفاء حریق دارد.
- ولی با پیشرفت علم و تکنولوژی و صنعتی شدن زندگی بشر و استفاده از الکتریسیته و مشتقات مواد هیدروکربنی ،

Fire fighting foam

- آب به دلیل هادی بودن در برخورد با جریان الکتریسیته و خطرات جانی و مالی مترتبه و از سوی دیگر خصوصا دانسیته بیشتر و کشش سطحی بالاتر نسبت به سایر مشتقات نفتی قابل اشتعال ، برای اطفاء مناسب نبوده و در صورت اختلاط با مایعات قابل اشتعال ، سریعا در سطوح زیرین مواد جای گرفته لذا نه تنها برای اطفاء حریق موثر نبوده بلکه بالعکس بسیار خطر آفرین و موجب توسعه و گسترش حریق می گردد.

Fire fighting foam

- بنابراین ریختن آب درون مایعات قابل اشتعال منجر به تبخیر و افزایش حجمی سریع آن شده در این حالت پدیده **Boil Over** در سطح مایع در حال اشتعال رخ داده و پدیده **Overflow** بصورت غیر قابل تصویری موجب پرتاب مواد و محتویات مخزن بسمت بیرون و توسعه آتش سوزی می گردد.

Fire fighting foam

- در صورتیکه آب به علت داشتن خاصیت ظرفیت گرمایی ویژه که عامل خوبی برای جذب حرارت و سرد شدن است.
- برای اطفاء گروه A (جامدات) خصوصا در صورت افزودن درصدی مایع کف که موجب کاهش کشش سطحی میگردد از نظر قدرت و سرعت اطفاء و نفوذپذیری بسیار مناسبتر و کارآمدتر خواهد شد.

Fire fighting foam

- ازسوی دیگر با اضافه نمودن مواد افزودنی مانند سورفکتانت ها (مواد فعال سطحی) کشش سطحی آب (که درحالت خلوص 72 dy nes/cm (واحد نیرو) است) ، کاهش یافته و گاهی با افزودن مقدار اندکی فلوئور می توان کشش سطحی را تا 16 dy nes/cm تقلیل و کاهش داد.
- (در مبحث شیمی سورفکتانت ها یک سرقطبی و یک سر غیر قطبی دارند.)

Fire fighting foam

- ضمن آنکه هوا هم غیر قطبی است .
- بنابراین زمانیکه به محلول کف هوا دمیده می شود هوا به قسمت غیر قطبی سورفاکتانت چسبیده و قسمت قطبی نیز توسط مولکولهای آب احاطه می شود.
- سورفاکتانت مانند مواد صابونی بوده و موجب کاهش کشش سطحی مایعات شده تا به گسترش و بهبود خیس شدن بعنوان **wetting agent** کمک نماید .

Fire fighting foam

- متأسفانه استفاده از کف برای اطفاء جامدات مورد توجه و اقبال آتش نشانان کشور نبوده و اکثراً اینگونه فکرمی کنند که کف (Foam) صرفاً برای اطفاء مایعات نفتی می باشد. در صورتیکه کف به دلیل کاهش کشش سطحی و نفوذ پذیری برای اطفاء جامدات بسیار موثر و مناسب است.
- ضمن آنکه در بعضی از مقالات علمی استفاده از کف برای اطفاء جامدات (گروه A) را چندین برابر موثرتر از آب خالص میدانند.

Fire fighting foam

- با افزودن مایع کف (Foam Concentrate) به آب نقاط انجماد و جوش محلول (Solution Foam) تغییر یافته و متعاقبا مواد افزودنی که به ساختار اولیه تشکیل دهنده مایع کف جهت پایداری آن افزوده می شود موجب افزایش نقطه دمای جوش (مثلا $+130$ درجه سانتیگراد) و کاهش دمای ذوب (مثلا -30 درجه سانتیگراد) می گردد.

Fire fighting foam

- خلاصه اینکه کف تولید شده از نازلها به خاطر داشتن دانسیته و کشش سطحی کمتر نسبت به مایعات قابل اشتعال برای اطفاء گروه B بسیار مناسب است .
- همچنین با استفاده از مکانیزم عملکرد نازلها ، هوای دمیده شده (Aspirated) در محلول آب و کف سبب شناور ماندن کف حاصله و پوشش سطح مایع مشتعل شده و در نتیجه موجب محبوس شدن بخارات متصاعده از مواد قابل اشتعال و قطع اضلاع اکسیژن و حرارت در مثلث آتش گردیده و نهایتاً منجر به کنترل و اطفاء آتش می شود .

Fire fighting foam

خصوصیات ویژه
وتاریخچه کف

Fire fighting foam

خصوصیات ویژه کف آتش نشانی

- Expansion انبساط
- Stability پایداری
- Fluidity سیالیت و شناوری
- Contamination Resistance مقاومت در برابر آلودگی
- Sealing and Resealing توانایی پوشش سطح و هم پوشانی مجدد
- Knock down and Extinction کنترل و اطفاء (خاموش شدن)
- Burn Back Resistance مقاومت در مقابل برگشت آتش و شعله
وری مجدد

Fire fighting foam

- **Suspended Sediment** رسوب گذاری اجسام معلق
- **Specific Gravity** وزن مخصوص (چگالی ماده نسبت به آب)
- **Viscosity** غلظت، گر انروی
- **Freezing Point** نقطه انجماد
- **Surface Tension** کشش سطحی
- **pH** اسیدی و باز بودن (Potential Hydrogen)
- **Drainage Time** زمان تبدیل شدن به فاز ابی (تخلیه آب کف)
- **Appearance** رنگ ظاهری

Fire fighting foam

تاریخچه کف

در سال ۱۸۷۷ میلادی نمونه ای از کف شیمیایی اولین بار توسط فردی بنام **جی جانسون** محقق انگلیسی ارائه گردید

در سال ۱۹۰۲ میلادی توسط شیمیدان و مهندس روس به نام **الکساندر لورن** که در شهر باکو (مرکز صنایع نفتی روسیه) به حرفه معلمی مشغول بود یک نوع ماده اطفایی کف (Chemical Foam) تولید و معرفی گردید.

Fire fighting foam

- نهایتاً پس از مدتی تست و انجام آزمایش‌های مختلف و تکمیل آن در سال ۱۹۰۴ میلادی اختراع خود را به ثبت رسانید.
- اولین کف شیمیایی (Chemical Foam) تولیدی حاصل واکنش شیمیایی دو ماده سولفات آلومینیوم و بیکربنات سدیم به همراه مقدار کمی saponin و liquorice (شیرین بیان) بعنوان تثبیت کننده به محلول اضافه شده تا به پایداری کف کمک نموده نتیجه حاصله از واکنش تولید گاز دی اکسید کربن (CO2) است که درون حبابهای کف جای می گیرد.

Fire fighting foam

- در سال ۱۹۴۰ میلادی فردی بنام **پرسی لاون جولیان** Percy Lavon Julian محصول جدیدی را بنام **Aerofoam** که پایه و اساس تشکیل دهنده آن مایع کف پروتئینی بود که بعنوان کف مکانیکی ارائه نمود.
- این ماده ضمن امتزاج با آب و با استفاده از اینداکتور و نازل های کفساز به آرامی پس از حرکت بر روی سطح مواد نفتی موجب خاموش شدن آتش می گردید.

Fire fighting foam

- در سال ۱۹۵۰ میلادی کف پرتوسعه در انگلستان توسط هربرت ایسنر Herbert Eisner در موسسه ایمنی و جستجو در معادن و سپس در سال ۱۹۵۲ در پنسیلوانیای آمریکا توسط جمیسون Jamison پس از ۴۰۰ بار تست و آزمایش و تهیه فرمولهای مختلف موفق به ساخت کف مناسب پرتوسعه گردید.
- در سال ۱۹۶۰ میلادی نیروی دریایی آمریکا کف شیمیایی AFFF (Aqueous film-forming foam) را در حوادث و آتش سوزیها بخصوص برای حوادث سقوط و تصادفات بکارگیری نمود.

Fire fighting foam

- در سال ۱۹۷۰ میلادی موسسه National Foam, Inc تکنولوژی ساخت کف مقاوم در برابر حریق الکل که جزء مواد قطبی هستند (Alcohol –Resistant AFFF) را مطرح نمود.
- این نوع کف بصورت ژله بوده و در هنگام اطفاء مابین لایه های سطح مواد نفتی قابل اشتعال و قابل امتزاج با آب قرار می گیرد.

Fire fighting foam

- در سال ۲۰۱۰ میلادی موسسه بین المللی ارکیده (Orchide International of France) در فرانسه نمونه کف پیشرفته و توسعه یافته را بنام **FFHPF** (Film Forming High Performance Foam) •
- (Highest Performing Fluorine- Free Foam)
- با نام تجاری بلوفوم **BluFoam** به بازار عرضه نمود که فاقد فلئور بود.

Fire fighting foam

- این محصول (مایع کف ۳٪) ارائه شده برخلاف محصولات قبلی همزمان توانایی بکارگیری برای اطفاء حریق مایعات نفتی (غیرقطبی) و الکل و کتون ها (قطبی) را داشت.
- بعبارت دیگر بلوفوم BluFoam کاربردی دو منظوره دارد.

Fire fighting foam

مخاطرات کف برای سلامتی انسانها

- بر اساس مطالعات انجام شده ماده شیمیایی PFOS (PerFluoro Octanoate Sulfonate)
- پرفلوئورو اکتونیت سولفونات مورد استفاده در مایع کف بسیار مضر، سمی شناخته شده و متاسفانه این ماده که برای بالابردن کیفیت و کارایی بیشتر در ساختار ترکیبات مایع کف بکار می رفت، بصورت تدریجی در بافت های زنده بدن انسان تجمع یافته و موجب آلوده شدن انسانها به **بیماری سرطان** میگردید.

Fire fighting foam

- لذا در سال 2009 میلادی بر اساس تصمیمات متخذه در کنوانسیون استکهلم سوئد و قوانین و مقررات مصوب در کشورهای اتحادیه اروپا ، کانادا ، امریکا و ژاپن بکارگیری و استفاده از ماده شیمیایی PFOS
- (پرفلوئورو اکتونیت سولفونات) به دلیل آلایندگی پایدار و سمیت آن بخصوص در ترکیبات تشکیل دهنده مواد اولیه مایع کف ممنوع گردید.

Fire fighting foam

- از جمله شرکت بزرگ M ۳ امریکا هم از سال ۲۰۰۲ میلادی بکارگیری این ماده سمی خطرناک را از چرخه استفاده در تولیدات و محصولات خود خارج نمود.
- در تحقیقات و مطالعاتی که در سال ۲۰۱۵ میلادی بر روی
آتش نشانان انجام گرفت متأسفانه وجود ماده سمی
(سورفکتانت فلوئورنیت Fluorinated Surfactant)
و ترکیبات فلوئوردرخون آنها مشاهده شد .

Fire fighting foam

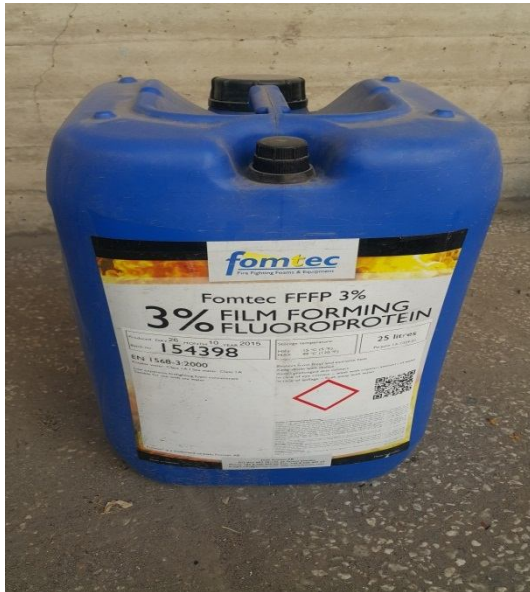
- گرچه در اکثر کشورهای عضو در کنوانسیون استکهلم سوئد استفاده از موادی که مخرب محیط زیست هستند مانند **گلیکول و سورفکتانت های فلوئورنیت یا همان PFOS** کلا از چرخه تولید حذف و یا به حداقل رسیده است .
- **ولی** این گزارش حاکی از آنست که هم اکنون این گونه مواد خطرناک سرطان زا در بسیاری از کشورهای جهان (**بجز چند کشور خاص که اشاره شد**) در چرخه تولید کف استفاده شده و کماکان به دلایلی بکارگیری می شود .

Fire fighting foam

- **بنابراین** به هنگام عملیات با کف ضمن توصیه به استفاده از البسه حفاظتی و پوشش کل بدن ، احیانا در صورت آلوده شدن اعضای بدن ، **چشم و پوست** و حتی البسه نسبت به رفع آلودگی و پاکسازی بقایای بجا مانده مواد شیمیایی کف با استفاده از **آب فراوان و صابون** اقدام و از استنشاق ناخواسته کف یا ورود آن به فضای **دهان و معده** جدا ممانعت نمایید.

Fire fighting foam

انواع کف



Fire fighting foam

- تقسیم بندی کف:

گروه A (Class A Foams)

- در دهه ۸۰ میلادی بر اساس نیاز کف تولیدی برای اطفاء حریق جنگل بکارگیری شده و به دلیل کاهش کشش سطحی محلول آب و کف، همچنین افزایش قدرت نفوذ پذیری آب برای اطفاء گروه جامدات (A) ضمن فرونشاندن شعله های آتش از اشتعال مجدد آن ممانعت می نمود.
- توجه: کف گروه A برای اطفاء مایعات قابل اشتعال گروه B مناسب نیستند.

Fire fighting foam

گروه B (Class B foams)

- اینگونه کف ها با توجه به دستیابی واکتشاف مواد نفتی برای اطفاء مایعات قابل اشتعال (گروه B) تولید گردید.
- ضمناً کف تولیدی برای گروه B هم به ۲ دسته اصلی بشرح ذیل تقسیم می شوند.
- ۱- کف شیمیایی یا مصنوعی (Synthetic Foam) S
- ۲- کف پروتئینی (Protein Foam) P

Fire fighting foam

کف شیمیایی (Synthetic Foams)

- اساس و بنیان تشکیل کف شیمیایی از مواد و سورفکتانت های مصنوعی بوده و بر روی سطح مایعات قابل اشتعال هیدروکربورسیالیت یافته و سطح آنرا را پوشش داده و موجب خاموش شدن آن می گردد.
- بکارگیری اینگونه کف های شیمیایی در هر منطقه موجب محدودیت هایی به لحاظ زیست محیطی و آلودگی آبهای زیرزمینی می گردد.

Fire fighting foam

- کف شیمیایی شامل :
- (1) AFFF (Aqueous Film Forming Foam)
- این نوع کف مانند پوشش ویا فیلمی بر روی سطح قرار گرفته و پایه آبی داشته و از سورفکتانت های هیدروکربنی مانند سدیم آلکیل سولفات و همچنین سورفکتانت های حاوی **فلوئور** مانند **فلوئوروتلومرها (۱)** ، اسید پرفلوئوراکتانوئیک (PFOA) ویا اسید پرفلوئورواکتان سولفونیک (PFOS) با نازل های کفساز وحتی نازل های معمولی آب هم (Non-Aspireated Foam Nazzle) استفاده می گردد.

Fire fighting foam

• (2) ARC

(Alcohol resistant concentrates, AR-AFFF ، AR-FFFP ، AR-FP)

- انواع کف مقاوم برای اطفاء سوخت و حلالهای قطبی
- (برپایه ابی فیلم دار و پروتئینی فلئوئوردار) مانند الکل و کتون
- (Alcohol – Resistant Aqueous Film Forming Foam) AR- AFFF
- کف مقاوم حریق مخصوص برپایه ابی فیلم دار مواد قابل اشتعال قطبی
- (Alcohol-Resistant Fluoroprotein Foam) AR-FP
- کف فلورو پروتئینی مقاوم برای اطفاء سوختها و حلالهای قطبی

Fire fighting foam

• (Alcohol – Resistant Aqueous Film Forming Foam) **AR- AFFF**

- کف شیمیایی آبدار با قابلیت تشکیل فیلم مقاوم برای اطفاء مواد قابل اشتعال قطبی مانند الکلها ، کتونها، استون ها ،
- وظیفه اینگونه از کف های تولیدی مخصوص اطفاء الکل ها ، محافظت از فیلم و یا پوشش تشکیل شده بر روی سطح و حل نشدن آن در حلالهای قطبی است.
- معمولا برای سوختهای هیدروکربنی از **کف ۳%** و برای حلالهای قطبی از **کف ۶%** استفاده می شود.

Fire fighting foam

- معمولاً مایع کف مخصوص اطفاء مواد قطبی غلیظ تر و **لزج** بوده و به آسانی با سایر کف ها قابل تشخیص است .
- به محض پاشش کف تولیدی بر روی سطح موادی مانند: الکلها ، اترها و کتون (**KETON**)، فوراً **پلیمری** مابین سطح مایع قطبی در حال اشتعال و مایع کف (**مانند فیلم و مانعی که تمامی سطح را پوشانیده**) ایجاد و از رسیدن اکسیژن به حریق و متصاعد شدن بخارات قابل اشتعال ممانعت و نهایتاً موجب خاموش شدن آتش می شود.

Fire fighting foam

- **(Alcohol-Resistant Film – Forming Fluoroprotein -AR-FFFP)**
- کف فلورو پروتئینی با قابلیت تشکیل فیلم مقاوم برای اطفاء سوختهای قطبی
- **(Alcohol-Resistant Fluoroprotein Foam) - AR-FP**
- کف فلورو پروتئینی مقاوم برای اطفاء سوختهای قطبی
- خصوصیات ویژه اینگونه محصولات **مقاومت در برابر حریق مایعات قابل اشتعال قطبی مانند الکل و.....** بوده و در فرایند ساخت از هیدرو لیز مولکولهای سنگین طبیعی پروتئین و اضافه نمودن مواد شیمیایی دیگر بهره گیری و استفاده می شود .

Fire fighting foam

- **پلیمر** این کف باعث می شود که نیروی مکانیکی ، کشسانی و قدرت نگهداری آب هنگام تولید آن زیاد شده و در نتیجه موجب تولید کف غلیظ و دارای مقاومت بیشتر در برابر حرارت شود.

- **کف ARC - (Alcohol resistant concentrates)** معمولاً در آتش نشانیهای شهری کاربردی نداشته و بیشتر در صنایع خاص ، در انبارهای مواد الکلی و یا برای تولیدکنندگان الکل، اتر، کتون و... کاربرد و مصرف دارد.

Fire fighting foam

کف پروتئینی

- مواد تشکیل دهنده اینگونه کف از اجزای طبیعی موجودات زنده و پروتئین استحصال و هیدرولیز شده به همراه گلیکول و مواد نگهدارنده و تثبیت کننده میباشد.
- کف پروتئینی P (برخلاف کف شیمیایی و مصنوعی که اثرات سوء زیست محیطی دارد) اثرات تخریبی و سوء کمتری برای محیط زیست و موجودات زنده دارد.

Fire fighting foam

- کف پروتئینی به لحاظ سرعت سیالیت و پوشش سطح حریق **آهسته و کندتر** از کف شیمیایی و مصنوعی عمل کرده اما پس از پوشش کامل سطح منطقه و محدوده حریق زده کف حاصله (نسبت به کف شیمیایی) **بسیار بادوام تر و مقاوم تر** در برابر **حرارت** و محصولات متصاعده از حریق می باشد.
- از سوی دیگر کف شیمیایی یا مصنوعی **نسبت به کف پروتئینی** مزایایی همانند پایین بودن میزان کشش سطحی ، سرعت سیالیت بالاتر، سرعت بیشتر در اطفاء، مناسبتر برای سیستم تزریق کف ، می باشد

Fire fighting foam

- انواع کف های پروتئینی تولیدی شامل:
- کف پروتئینی P (Protein Foam)
- کف فلورو پروتئینی FP (Fluoroprotein Foam)
- کف فلورو پروتئینی با قابلیت تشکیل فیلم FFFP
- (Film – Forming Fluoroprotein Foam)

Fire fighting foam

- **ضمنا:** معمولا در پروسه ساخت و تولید مایع کف پروتئینی ترجیح داده میشود از پروتئینهای غیر حیوانی و گیاهی که احتمال آلوده کنندگی کمتری نسبت به پروتئین حیوانی دارند در فرایند ساخت کف استفاده شود .
- افزودن **فلوئور** به کف برای بالابردن کیفیت و پایداری آن اثرات بیولوژیکی مخربی بر محیط زیست و انسان می گذارد.
- (۱) **تلومریزاسیون:** یکی از روشهای تولید فلوئور و سورفکتانتهای می باشد.

Fire fighting foam

سیستم تولید کف به روش CAFS

- **Cafs = Compressed Air Foam System**
- در این سیستم برخلاف نازل های کف ساز معمولی که دارای سوراخ های هواگیری (Aspiration) هستند.
- در سیستم **Cafs** نازل کف ساز آن فاقد سوراخ (Non-Aspirated) بوده بنابراین هواگیری توسط نازل آن انجام نشده بلکه سیستم بگونه ای طراحی شده تا در مسیر عبور محلول کف در داخل شیلنگ (لوله) هوادهی انجام گرفته (Primary Aspirated) و کف مناسب با چسبندگی بالایی تولید می گردد.

Fire fighting foam

قابل ذکر است :

کف کم توسعه نسبت به کف میان توسعه با استفاده از نازل‌های مخصوص (Foam-Making branchpipe) به روش SecondaryAspirated مانند نازل‌های دستی و بخصوص مانیتورها پرتاب ویا برد بیشتری نسبت به سایر نازل‌های میان توسعه وپرتوسعه دارند.

این موضوع در سیستم تولید کف به روش CAFS به دلیل امکان پرتاب صادق است.

Fire fighting foam

بانتشکر

پایان بخش اول