بسم الله الرحمن الرحیم

کف و کف‌سازها در آتش نشانی

مؤلفان:

ناصر غفوری، محمود صادقی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار .....ا

فصل اول: شناخت کف اطفایی

اهداف 2

1-2-1. تعریف کف..... 4

2-2-1. مایع کف 4

3-2-1. محلول کف 5

4-2-1. حباب کف 5

5-2-1. سرلوله کف ساز 5

6-2-1. تناسب ساز (تزریق کننده – اینداکتور)..... 5

7-2-1. توربکس..... 6

8-2-1. غلظت کف 6

9-2-1. درصد کف 6

10-2-1. ویسکوزیته 6

11-2-1. P.H مایع کف..... 7

12-2-1. انبساط حجمی مایع کف 7

13-2-1. الاستیسیته کف 7

14-2-1. بازدهی اسمی 7

15-2-1. بازدهی حقیقی 8

خلاصه..... 9

آزمون..... 9

فصل دوم: انواع کف

اهداف 12

1-2. طبقهبندی مایع کف از نظر تشکیل مثلث کف 13

2-2. طبقهبندی مایع کف از نظر مواد تشکیل دهنده 16
2-2-1. کف های پروتئینی 16
2-2-2. مایع کف پروتئینی 17
2-2-3. مایع کفهای فلورو پروتئینی 19
2-2-4. کف غیرپروتئینی (سنتاتیکی) 20
2-2-5. مایع کفهای AFFF (لایت واتر) 22
2-2-6. مایع کفهای مقاوم در برابر الکلها 24
2-2-7. مایع کفهای انبساط بالا (پرتوسعه) 26
2-3. انواع کف از نظر انبساط حجمی 28
2-4. تقسیمبندی کفها از نظر میزان پرتاب 29
خلاصه 31
آزمون 32
فصل سوم: مشخصات فنی کف
اهداف 34
3-1. نام مایع کف 35
3-1-1. مایع کف AFFF 35
3-2. مواد تشکیل دهنده مایعکف 36
3-3. درصد مایع کف 36
3-4. اکی والان وزنی 37
3-5. سیالیت مایع کف 40
3-5-1. نوع مایع در حال حرکت 40
3-6. رنگ مایع کف 44
3-7. بوی مایع کف 45
3-8. وزن مخصوص مایع کف (وزن حجمی مایع کف) 46
3-9. PH مایع کف 48
3-10. انبساط حجمی مایع کف 51

3-10-1. الاستیسیته کف 52
3-10-2. میزان اختلاط صحیح 54
3-10-3. فشار مناسب 55
3-10-4. محیط عملیات 56
3-10-5. نوع آب مصرفی 57
3-11. نقطه انجماد مایع کف 59
3-12. درجه تبخیر مایع کف 61
3-13. مقاومت در برابر حرارت 62
3-14. قدرت جذب آب 63
3-15. رسوب گذاری مایع کف 64
3-16. قدرت خاموش کنندگی و پوشانندگی مایع کف 66
3-17. عدم جذب مواد سوختی 67
3-18. کاربرد زیر سطحی 67
3-19. میزان پرتاب کف 68
خلاصه 69
آزمون 69
فصل چهارم: تجهیزات و وسایل کف ساز
اهداف 72
4-1. سرلولههای کف ساز (نازلهای کف ساز) 73
4-2. دستگاه‌های تزریق کننده مایع کف 84
4-2-1. تعریف تناسب ساز (اینداکتور، تزریق کننده، مخلوط کن) 84
4-2-2-1. تزریق کنندههای بین مسیر 85
4-2-2-2. تزریق کنندههای کنار سرلولههای (جوار سرلولههای) 89
4-2-2-3. تزریق کننده جوار پمپی 89
خلاصه 90
آزمون 91

فصل پنجم: عملیات کف سازی

اهداف 93
5-1. نحوه پاشش حباب کف بر روی مایعات در حال اشتعال..... 94
5-2. نحوه بکارگیری تزریق کننده بین مسیر در کفرسانی.....96
5-3. طرز کار با اینداکتور جوار پمپی (RVM80) 101
5-3-1. اینداکتور جوار پمپی نوع گودآیوا.....102
5-4. نحوه عملیات با تزریق کننده جوار پمپی: 102
5-5. اثر مایع کف روی مواد دیگر 104
خلاصه.....104
آزمون.....105

فصل ششم: انبارداری مایع کف

اهداف 107
6-1. انبار و ذخیره کردن مایع کف 108
خلاصه.....110
آزمون.....110

فصل هفتم: محاسبات کف سازی

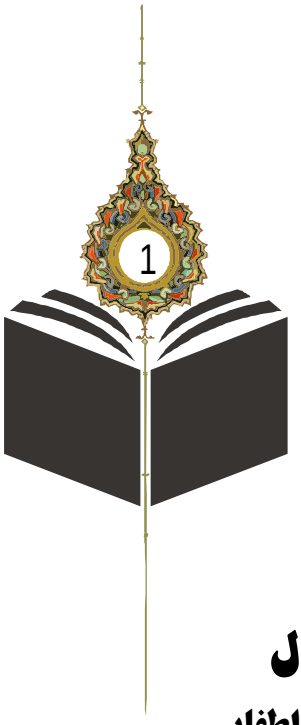
اهداف 113
خلاصه.....166
فهرست منابع و مراجع.....167

فهرست اشکال، جداول و نمودارها

عنوان **صفحه**

شکل شماره 2-3: 15
جدول شماره 2-1: میزان انبساط انواع مایع کف..... 29
شکل شماره 3-1: جریان آب در لوله..... 41
جدول شماره 3- 1: 48
نمودار شماره 3-1: 49
جدول شماره 4-1: مشخصات سه نوع سرلوله کف‌ساز کم توسعه S آلمانی 74
جدول شماره 4-2: مشخصات سه نوع سرلوله کف‌ساز کم توسعه انگلیسی..... 74
شکل شماره 4-1: سرلوله کف‌ساز مایع کف کم توسعه..... 75
شکل شماره 4-2: سر لوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه 76
جدول شماره 4-3، مشخصات سه نوع سرلوله کف میان توسعه M آلمانی.....76
جدول شماره 4-4: مشخصات دو نوع سرلوله کف‌ساز میان توسعه انگلیسی 76
جدول شماره 4-5: مشخصات عملکرد توربکس در شرایط مختلف..... 78
شکل شماره 4-3: فشارسنج نصب شده روی توربکس..... 80
شکل شماره 4-4: دستگاه توربکس 82
شکل شماره 4-5: یک نوع اینداکتور بین مسیر 86
جدول شماره 4-5: 87
شکل شماره 4-6: نمای داخلی اینداکتور بین مسیر 88
نمودا شماره 5-1: زمان استعمال کف بر روی حریق 95
شکل شماره 5-2: 98
شکل شماره 5-3: 98
شکل شماره 5-4: 98
شکل شماره 5-5: لوله مکش به ته منبع مایع کف چسبیده است 99
شکل 5-6: مسدود بودن درب منبع بوسیله لوله مکش کف 101
جدول شماره 5-1: 102

نمودار شماره 7-1: 131
نمودار شماره 7-2: 134
جدول شماره 7-1: 135



فصل اول

شناخت کف اطفایی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر است:

1. تاریخچه استفاده از کف
2. تعریف کف، مایع کف، محلول کف، حباب کف،...
3. چگونگی عملکرد کف بر آتش

1-1. تاریخچه استفاده از کف آتش‌نشانی[1]

انسان از زمان‌های بسیار قدیم با آتش و حریق روبرو بوده و بالطبع آب را کـه بـه راحتـی در دسترس بوده، به عنوان یک خاموش کننده آتش شناخته است. تا اواخـر قـرن هجـدهم کـه انقلاب صنعتی بطور وسیعی صورت گرفت و تولید و مصرف انواع مـواد ئیـدروکربنی (نفتـی) در صنعت بطور وسیعی گسترش پیدا نمود و همه‌گیر شد، مشکل آتش سوزی مخازن نفتـی و مایعات آتش‌گیر و سوختنی، با توجه به اینکه وزن مخصوص آنها پایین‌تر از وزن مخصوص آب بوده و غیرقابل حل شدن در آب هسـتند (مایعـاتی کـه روی آب شـناورند)، بـا دریافـت حرارت به سادگی تبخیر می‌شوند و با آب اطفاء نمی‌شـوند، بـه عنـوان یـک معضـل بـزرگ خودنمایی نمود.

به همین دلیل محققان در جستجوی ماده‌ای به عنـوان خـاموش کننـده مایعـات قابـل اشتعال بودند. در سال 1877 میلادی یک محقق انگلیسی بنـام جـی. اچ. جانسـون[2] اولـین پیشنهاد استفاده از کف به عنوان خاموش کننده آتش را به ثبت رساند. هـدف از بکـارگیری کف تولیدی، ترکیبی بود که بتواند بر روی مایعات نفتی با توجه بـه خاصـیت کـف‌زایـی آن طوری قرار گیرد که آتش را خاموش و از شعله‌ور شدن مجدد آن جلوگیری نماید.

در سال 1904 میلادی آزمایش‌های عملی برای استفاده از کف‌های ساخته شـده توسـط محقق روسی بنام لورنت که امروزه کف شیمیایی[3] نامیده می‌شود، انجـام شـد. ایـن کـف در اطفاء حریق آتش سوزی یک مخزن بزرگ (مخزنی بـه قطـر 35 فـوت) در شـهر بـاکو بکـار گرفته شد و بطور موفقیت‌آمیزی عمل نمود. پس از آن مانند سایر ابداعات بشر کـف آتـش-

---

[1]. ر.ج: جزوه کف و کف سازها، ناصر غفوری، صفحه4

[2]. (G.H. Jansohn)

[3]. (Chemical Foam)

نشانی نیز تکامل یافته و امروزه انواع آن با قدرت و خاصیت‌های مختلف، بسیار ساده در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌گیرد.

2-1. تعاریف و اصطلاحات کف و کف‌سازها[1]

1-2-1. تعریف کف

کف ماده‌ای است که برای خاموش کردن آتش‌سوزی مایعات قابل اشتعال (گروه B) بکار می‌رود. اگر چه کف را می‌توان برای اطفاء بعضی دیگر از گروه‌های حریق نیز بکار برد، اما اثر کف در اطفاء حریق‌های مایعات بیشتر است.

کف‌های اطفاء حریق مجموعه‌ای از حباب‌های مملو از هوا یا گاز می‌باشند که به روش‌های متعدد از محلول‌های کف بدست می‌آیند و به علت اینکه چگالی این حباب‌ها از چگالی سبک‌ترین مایعات قابل اشتعال کمتر است، این حباب‌ها در سطح مایع شناور شده و با جایگزینی هوا، سردکردن، ایجاد لایه پایدار مقاوم در مقابل بخارات متصاعده و تولید مواد جاذب آب (در جداره حباب) موجب اطفاء حریق می‌گردند.

2-2-1. مایع کف[2]

آنچه از طرف کارخانه سازنده کف در داخل ظروف عرضه می‌شود که به صورت مایع می‌باشد. مایع کف نامیده می‌شود.

---

[1]. ر.ج: جزوه کف وکفسازها، ناصر غفوری، صفحه 4 الی 5

[2]. FOAM COMPOUND , (Foam concentrate), Foam liquid)

1-2-3. محلول کف[1]

مایعی است که درآن درصدی از مـایع کـف و آب بـا هـم مخلـوط شـده‌انـد. ایـن عمـل در اینداکتور انجام می‌گیرد و در آن کف با میزان آب مناسب مخلوط شده و تولید محلول کـف می‌گردد.

1-2-4. حباب کف[2]

محصول نهایی کف که از سر لوله کف‌ساز خارج می‌شود را حباب کف گویند.

1-2-5. سرلوله کف‌ساز

تمام سرلوله‌هایی که محلی برای مکش هوا جهـت تولیـد حبـاب‌هـای کـف داشـته باشـند، سرلوله‌های کف‌ساز محسوب می‌شوند.

1-2-6. تناسب ساز (تزریق کننده – اینداکتور)

تناسب ساز در حقیقت یک نوع پمپ اجکتوری است. وقتی آب از قسمت ورودی دستگاه بـا فشار تعیین شده وارد دستگاه می‌گردد، با عبور از لوله اصلی در قسمت لوله مکـش دسـتگاه تناسب‌ساز ایجاد خلاء می‌نماید. خلاء ایجاد شده باعث می‌گردد که مایع کـف در اثـر فشـار هوای اتمسفر از داخل منبع کف مکیده و با آب در جریان در داخل دستگاه مخلـوط شـده و در نهایت از خروجی دستگاه خارج و از طریق شیلنگ به سر لوله کف‌ساز برسد.

---

1. (Foam solution)
2. (FINISHED FOAM)

1-2-7. توربکس

نوع خاصی از سرلوله کف‌ساز مایع کف پر توسعه می‌باشد که علاوه بر تولید کف عمل تخلیه دود را نیز انجام می‌دهد.

1-2-8. غلظت کف

مقدار جرم ماده حل شدنی برحسب گرم در یک لیتر محلول را غلظت آن محلول می‌نامند. بطورکلی مقداری از جامدیت مایع کف را که در یک لیتر آب حل می‌گردد، غلظت مایع کف می‌گویند. در مایع کف‌های مختلف، میزان غلظت متفاوت می‌باشد.

1-2-9. درصد کف

نسبت اختلاط مایع کف به آب را در صد مایع کف گویند که می‌تواند بصورت حجمی یا وزنی بیان شود.

1-2-10. ویسکوزیته[1]

ضریب اصطکاک داخلی یا ضریب مقاومت نیرویی در مقابل حرکت یک سیال را گویند. به عبارت دیگر، نیروی اصطکاکی است که با حرکت مایع مخالفت می‌کند.

[1]. Viscosity

1-2-11. P.H[1] مایع کف

P.H مخفف کلمات لاتین به معنای توان هیدروژنی می‌باشد. میزان هیدروژنی که یک محلول آزاد می‌کند، توان هیدروژنی آن محلول می‌نامند. یک مایع می‌تواند خنثی یا اسیدی و یا بازی باشد.

1-2-12. انبساط حجمی مایع کف

آب و مایع کف پس از اختلاط به سرلوله کف‌ساز رفته و از آنجا با جذب هوا به صورت حباب درمی‌آید. در این حالت بر حجم آن افزوده می‌شود. این افزایش حجم را انبساط حجمی یا نسبت انبساط گویند.

1-2-13. الاستیسیته کف

به خاصیت ارتجاعی حباب‌های کف الاستیسته کف می‌گویند.

1-2-14. بازدهی اسمی

مقدار بازدهی که از طرف کارخانه سازنده اعلام می‌گردد، بازدهی اسمی نامیده می‌شود. این بازدهی چون در شرایط ایده‌آل محاسبه شده است معمولاً در عمل نمی‌توان به آن دست یافت.

---

[1]. (Hydrogen Potential)

15-2-1. بازدهی حقیقی

مقدار بازدهی که در عمل به آن دست می‌یابیم.

3-1. عملکرد کف روی آتش[1]

کف بر روی آتش چهار عمل اصلی و یک عمل فرعی انجام می‌دهد که در زیر شرح داده می‌شود:

الف) مقداری از حرارت حریق را می‌گیرد (بر اثر اختلاف دمایی که بین حریق و کف وجود دارد و طبق قوانین تعادل حرارتی دو ماده که در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، مقداری از حرارت حریق توسط کف جذب می‌شود).

ب) از برخاستن بخارات قابل اشتعال جلوگیری به عمل می‌آورد (کف برروی حریق با تشکیل سدی از برخاستن بخارات قابل اشتعال و اختلاط آن با اکسیژن و ادامه حریق جلوگیری به عمل می‌آورد).

ج) از رسیدن اکسیژن به مایع در حال اشتعال جلوگیری به عمل می‌آورد (همان طور که کف از برخاستن بخارات قابل اشتعال جلوگیری می‌نماید، از نفوذ اکسیژن به سمت بخارات قابل اشتعال نیز جلوگیری می‌کند).

د) از برگشت شعله و ایجاد حریق مجدد جلوگیری می‌نماید (یکی از مشخصه‌های خوب کف آن است که با توجه به تشکیل لایه ذکر شده، از شعله‌وری مجدد، که ممکن است انفجار را هم دربر داشته باشد جلوگیری می‌کند).

همان طوری که قبلاً گفته شد کف یک عمل فرعی نیز در محیط انجام می‌دهد. رقیق کردن هوای محیط حریق به علت گرما و تبخیر آب موجود در کف و تبدیل آن به بخار،

---

[1]. ر.ج: جزوه کف وکف سازها، ناصر غفوری، صفحه 6

باعث می‌گردد که عمل رانش هوای محیط اطراف صورت گرفته و باعث رقیق شدن هوای محیط منطقه عملیاتی شود.

خلاصه

حباب‌های کف وقتی به نحو صحیح و مطلوب مورد استفاده قرار گیرند، چندین عمل را همزمان در جهت خاموش کردن حریق انجام می‌دهند که عبارتند از: با توجه به این که درصد بسیار زیادی از این ماده را آب تشکیل می‌دهد، بخش بسیاری از حرارت حریق را می‌گیرد و آن را سرد می‌نماید. با ایجاد یک لایه بر روی حریق و تشکیل سدی از برخاستن بخارات قابل اشتعال جلوگیری به عمل می‌آورد.

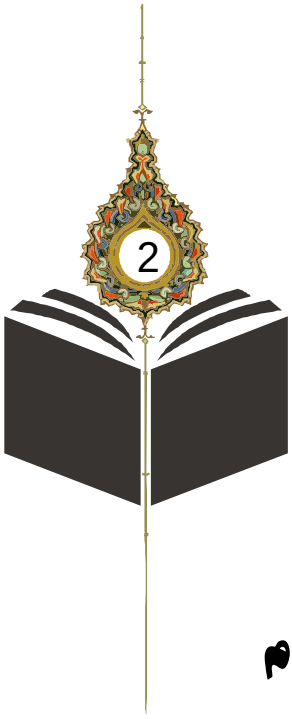
از رسیدن اکسیژن به مایع در حال اشتعال و همچنین از برگشت شعله و ایجاد حریق مجدد نیز جلوگیری می‌کند. این ویژگی یکی دیگر از مشخصه‌های خوب این ماده اطفایی است که می‌تواند در عملیات اطفاء حریق تأثیر بسزایی داشته باشد.

آزمون

1- فرق مایع کف با محلول کف در چیست؟

2- PH مایع کف مشخصه چیست؟

3- کف بر روی حریق چه اعمالی انجام می‌دهد؟



فصل دوم

انواع کف

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر است:

1. طبقه بندی مایع کف
2. انواع کف
3. تقسیم‌بندی کف‌ها از نظر میزان پرتاب

2-1. طبقه‌بندی مایع کف از نظر تشکیل مثلث کف[1]

مایع کف‌ها بطور کلی از نظر تشکیل مثلث به دو دسته تقسیم می‌شوند:

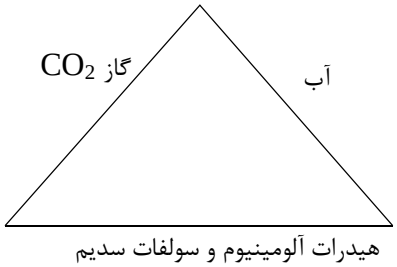
الف) مایع کف شیمیایی

ب) مایع کف مکانیکی

الف) مایع کف شیمیایی: مایع کف شیمیایی از ترکیب شیمیایی دو محلول سولفات آلومینیوم و بی‌کربنات سدیم (محلول جوش شیرین) بدست می‌آید. این نوع مایع کف معمولاً در خاموش کننده‌های دستی که ظرفیت آنها دو گالن بوده، ساخته شده و بزرگ‌تر و کوچک‌تر از دو گالن مقرون به صرفه نیست.

مثلث تشکیل حباب این نوع مایع کف در داخل خاموش کننده تشکیل می‌شود، یعنی از ترکیب محلول سولفات آلومینیوم و بی‌کربنات سدیم، هیدرات آلومینیوم و سولفات سدیم و گاز CO_2 (گاز کربنیک) تولید می‌گردد.

در نتیجه مثلث آن به صورت زیر خواهد شد:



از این رو این نوع مایع کف به مایع کف شیمیایی معروف است.

[1]. ر.ک: جزوه کف وکف‌سازها، ناصر غفوری، صفحه 8 و 9، جزوه کف و کف‌سازها، جوهری، صفحه

توجه: هیدرات آلومینیوم و سولفات سدیم موادی هستند که عمل تولید کف را بر روی حریق انجام می‌دهند.

همان‌طور که ذکر شد مواد تولید کننده این کف، بیشتر در خاموش کننده‌های قدیمی مورد مصرف داشت که از یک ظرف خارجی (از جنس فولاد که با ورقه‌ای از سرب یا قلع و یا استیل پوشانده می‌شد) و یک ظرف داخلی (از جنس شیشه، کائوچو، پلاستیک و یا مس که با ورقه‌ای از قلع پوشانده می‌شد) تشکیل شده بود. بدین طریق که نسبت به ظرفیت خاموش کننده، به ترتیب مقدار معینی آب ولرم که 8% آن بی‌کربنات سدیم و 3% یکی از مواد مستحکم کننده حباب‌های کف (ساپونین، لیکوریس، روغن سرخ ترکی) می‌باشد در ظرف خارجی می‌ریزند و مقدار معینی دیگر آب ولرم که 13% سولفات آلومینیوم در آن حل شده است در ظرف داخلی ریخته می‌شود. در گذشته دو ماده فوق به صورت پودر بسته-بندی به نام (A) داخلی و (B) خارجی عرضه می‌شد. این‌گونه خاموش کننده‌ها به صورت واژگونی عمل می‌نمایند و واکنش عمل به صورت فرمول ذیل می‌باشد.

$$AL2(SO4)_3 + 6NaHCo_3 \rightarrow 2AL(OH)_3 + 3Na2So_4 + 6\ Co_2$$

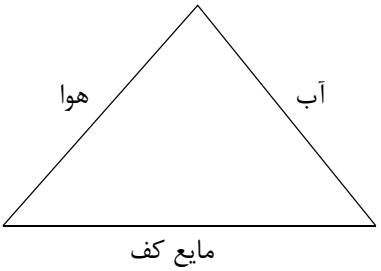
گاز کربنیک + سولفات سدیم + ئیدروکسید آلومینیوم ⟶ بی‌کربنات سدیم + سولفات آلومینیم

درون حباب‌های این نوع کف، گاز کربنیک وجود دارد و فشار لازم جهت بیرون راندن مواد خاموش کننده توسط انبساط حجمی و گازکربنیک صورت می‌گیرد.

توسعه حجمی این کف متناسب با حجم آب و وزن پودرهایی که در آن حل شده 7 تا 16 برابر می‌گردد. کف شیمیایی خاموش کننده پرقدرتی بود، ولی خورندگی زیادی داشت. نگهداری و استفاده از آن در حجم‌های زیاد مشکل بود و به علت اینکه پس از ترکیب، کلیه مواد تخلیه می‌گردید، با روی کارآمدن کف‌های مکانیکی استفاده از این کف بسیار محدود و منسوخ شد.

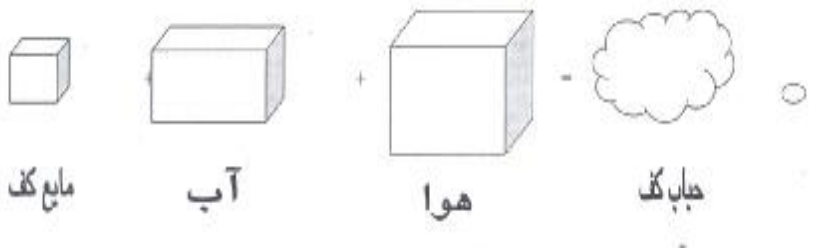
ب) مایع کف مکانیکی (هوایی): تولید حباب کف در این نوع مایع کف، به صورت مکانیکی انجام می‌گیرد. یعنی وقتی که مایع کف با آب مخلوط شده، به سرلوله کف‌ساز می‌رود و در آنجا با جذب هوا به صورت حباب در می‌آید.

در این حالت مثلث آن به شکل زیر خواهد بود.



تمام کف‌های مایع پروتئینی و غیرپروتئینی، مثلث کف آنها بطور مکانیکی تشکیل می‌گردد و مایع کف مکانیکی محسوب می‌شوند.

بدین‌ترتیب کف مکانیکی یا هوایی، حاصل مخلوط شدن سه ماده آب، مایع کف و هوا می‌باشد. این مخلوط شدن هنگام اطفاء حریق باید به وسیله تناسب ساز (تزریق کننده، ایندااکتور) و انواع سرلوله‌های سازنده کف با فشار و درصد مناسب انجام گیرد.



شکل شماره 2-3:

فرآیند ایجاد حباب کف مکانیکی در دو مرحله انجام می‌شود:

در مرحله اول مایع کف و آب با فشار و درصد مناسب به وسیله تناسب ساز با یکدیگر مخلوط شده، تولید محلول کف می‌نماید و در مرحله دوم هوا از طریق سرلوله کف‌ساز به آن افزوده می‌شود. سپس بعد از شکستن مولکول‌های محلول کف در موقع عبور از سرلوله کف‌ساز، حباب کف تولید می‌گردد. در اثر این اعمال بر حجم کف افزوده می‌شود که این افزایش حجم را انبساط حجمی یا نسبت انبساط کف می‌نامند. در مورد کف‌های شیمیایی این ازدیاد حجم در اثر ترکیب شیمیایی صورت می‌گیرد.

2-2. طبقه‌بندی مایع کف از نظر مواد تشکیل دهنده[1]

2-2-1. کف های پروتئینی[2]

مایع کف‌هایی که پایه پروتئینی دارند را براساس نوع پروتئین استفاده شده، می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

الف) پروتئین حیوانی: از ضایعات گاو و گوسفند مانند شاخ، سم، استخوان و خون.

ب) پروتئین گیاهی: بعضی از گیاهان و قارچ‌ها دارای مواد پروتئینی هستند که جهت تولید کف از این گیاهان استفاده می‌شود.

ج) پروتئین آزمایشگاهی: بعضی از کشورها به دلیل نداشتن پروتئین قوی، پروتئین لازم در تولید مایع کف را در آزمایشگاه از ترکیب مواد یا تجزیه بعضی مواد دیگر بدست می‌آورند.

مایع کف پروتئینی معمولاً جهت خاموش کردن حریق‌هایی که در سطوح آزاد اتفاق می‌افتد، بکار می‌روند.

مایع کف‌های پروتئینی نیز براساس کاربرد به سه دسته تقسیم می‌شوند:

---

[1]. ر.ج: جزوه کف و کف سازها، جوهری، صفحه 23 الی 31

[2]. Protein foam

الف) غیرمقاوم الکلی که جهت اطفاء آتش سوزی‌های ئیدروکربن‌های نفتی که غیرقابل حل شدن در آب می‌باشند استفاده می‌شود.

ب) مقاوم در مقابل الکل‌ها که همان کف پروتئینی و مواد تثبیت کننده حباب‌ها در برابر خورندگی الکل‌ها می‌باشد و جهت اطفاء آتش سوزی‌های مایعات محلول در آب مانند الکل‌ها، آستون‌ها و. ... استفاده می‌شود.

پ) کف فلوروپروتئینی[1] همان کف پروتئینی و فلوئور است که جهت روانی بیشتر بر روی مایعات قابل اشتعال استفاده می‌گردد. کف فلوروپروتئینی نیز دارای نوع مقاوم الکلی و غیرمقاوم الکلی است.

2-2-2. مایع کف پروتئینی

این مایع کف‌ها از پلیمرهایی تشکیل شده که خود پلیمرها از هیدرولیز بازی یا اسیدی مواد پروتئینی حیوانی و یا گیاهی نظیر پشم حیوانات، خون، شاخ، سم و فلس ماهی و همچنین دانه‌های سویا و باقلا بدست آمده‌اند. این پلیمرها خواصی از جمله ارتجاعیت، استحکام مکانیکی و قدرت جذب آب را به حباب‌ها می‌دهند. در ساختمان این کف‌ها نمک فلزی غیرمحلول مانند آهن و یا روی غیرمحلول نیز وجود دارد که پلیمرهای پروتئینی را در مقابل حرارت و شعله پایدار می‌سازند. جهت افزایش کف‌زایی و متحدالشکل کردن حباب‌ها و کنترل گرانروی کف در دماهای پایین، افزودنی‌های آلی[2] و همچنین مقداری مواد دیگر جهت فاسد نشدن به مایع کف اضافه می‌گردد. حباب‌های کف پروتئینی دارای خصوصیات ذیل می‌باشند:

الف) از ثبات خوبی برخوردار است.

---

[1]. Fluoro protein foam
[2]. Organic solvent

ب) به کندی بر روی سطح مایعات در حال اشتعال حرکت می‌کند (حباب‌های کف بسیار چسبنده هستند).

پ) در برابر برگشت شعله مقاومت خیلی خوبی دارند. مگر آنکه اطراف ظرف فلزی آنقدر گرم باشد که از نقطه آتش‌گیری گاز تولید شده بیشتر گردد.

ت) آلودگی جزیی بر محیط زیست دارد (چون طبیعی است).

کف‌های پروتئینی به علت قدرت چسبندگی زیاد در حریق‌های مواد هیدروکربنی و در فرودگاه‌ها جهت پوشاندن سطح هواپیما استفاده می‌شود و برای تزریقات زیر سطحی و یا حفاظت محلول‌های قطبی (مگر نوع مقاوم الکلی) مناسب نیستند.

مایع کف پروتئینی را در مخازن فولادی، آلومینیومی و پلاستیکی می‌توان نگهداری کرد. توصیه شده است برای سرویس این کف‌ها از لوله‌ها و اتصالات گالوانیزه استفاده نشود. جهت آشنایی هر چه بیشتر با مشخصات جزیی این کف‌ها یک نمونه از آن در ذیل آورده شده است.

کف پروتئینی 6%

• وزن مخصوص (Specific Gravity 20 °C)	1/10 تا 1/05
• پ. هاش (PH)	7/5 تا 6/5
• ویسکوزیته (Viscosity in Centistokes 20°C)	22
• نقطه انجماد C°	2-15 -
• 25% زمان پایداری (دقیقه)	8 تا 7
• نوع آتش	AوB
• رنگ	قهوه‌ای
• درصد رسوب (حداکثر)	2% تا1%
• ترکیب	6%

- نسبت انبساط 8-10
- پایداری در انبار تحت شرایط نرمال پایدار برای مدت طولانی

3-2-2. مایع کف‌های فلورو پروتئینی

ساختمان این نوع کف‌ها تقریباً کمابیش شبیه کف‌های پروتئینی هستند که علاوه بر پلیمرهای پروتئینی، دارای عوامل فلوئوری نیز می‌باشند که موجب افزایش روانروی[1] جهت روانی و سادگی حرکت بر روی مایعات در حال اشتعال می‌شود. این خاصیت اجازه استفاده از این کف برای تزریق زیرسطحی به مخازن را داده و کاربرد آن با مانیتور و انواع سرلوله کف‌ساز کم توسعه که موجب فرورفتن حباب این کف در مایعات نفتی می‌شود، هیچ مشکلی ایجاد نخواهد کرد. حباب‌های کف فلوروپروتئینی دارای خصوصیات ذیل می‌باشند:

الف) بر روی سطح مایعات در حال اشتعال با سرعت خوبی حرکت می‌کند.

ب) سطح مایع در حال اشتعال را به خوبی می‌پوشاند.

پ) در برابر برگشت شعله مقاومت خیلی خوبی دارد.

ت) آلودگی بیشتری نسبت به کف پروتئینی دارد.

ث) از ثبات بسیار خوبی برخوردار است.

جهت آشنایی هر چه بیشتر با مشخصات فیزیکی و شیمیایی این نوع کف‌ها به ذکر یک نوع از آن در ذیل می‌پردازیم:

کف فلورپروتئین3%

- وزن مخصوص (Specific Gravity 20 °C) 1/18 تا 1/14
- پ. هاش (PH) 7/5 تا 6/5
- ویسکوزیته (Viscosity in Centistokes 20°C) 23

• نقطه انجماد C°	-12-2
• 25% زمان پایداری (دقیقه)	6 تا 4/5
• نوع آتش	A و B
• رنگ	قهوه‌ای
• درصد رسوب (حداکثر)	2% تا1%
• ترکیب	3%
• نسبت انبساط	8-10
• پایداری در انبارتحت شرایط نرمال	پایدار برای مدت طولانی

از مایع کف فلوروپروتئینی در سازمان آتش‌نشانی به‌عنوان کف سنگین جهت پوشاندن سطح مایعات نفتی استفاده می‌شود. حباب‌های این نوع کف در مقابل باد، مقاومت خوبی دارند و به راحتی پراکنده نمی‌شوند. این کف‌ها نسبت به کف‌های پروتئینی سازگاری بهتری با پودرهای شیمیایی از خود نشان می‌دهند. حباب‌های این کف از قابلیت خوبی در فرو نشاندن بخارات متصاعد از مایعات در حال اشتعال و مقاومت در برابر برگشت شعله برخوردار می‌باشند. این کف‌ها غیرسمی است و محلول رقیق شده آنها در معرض تهدید میکروارگانیسم خواهد بود.

2-2-4. کف غیرپروتئینی (سنتاتیکی)

این نوع مایع کف که آن را به نام مایع کف‌های سنتاتیکی یا مصنوعی می‌شناسند، از مواد غیرطبیعی و بطور مصنوعی ازصنایع پتروشیمی و پاک کننده‌ها ساخته شده و دارای انواع مقاوم و غیرمقاوم الکلی می‌باشد. توسعه حجمی آنها زیاد است، لذا از این نوع مایع کف به

---

[1]. Fluidity

طور معمول جهت خاموش کردن آتش سوزی‌هایی کـه در محـیط‌هـای بسـته رخ مـی‌دهـد استفاده می‌شود.

کف‌های زیادی وجود دارند که به علت وجود مرطوب کننده‌هـا، [1] و یـا بـه عبـارتی روان کننده‌ها و دارا بودن خصوصـیات مـواد پـاک کننـده، [2] در نتیجـه کشـش سـطحی پـائین و روانروی بالا، از گسترش و پوشش‌دهی مناسبی برخوردار بوده و قابلیت نفوذ بالای آن اجـازه استفاده از این کف‌ها را در آتش‌های گروه A نیز می‌دهد.

این کف‌ها از پایداری کمتری نسبت به کف‌های پروتئینی برخوردار است. حباب‌هایی که در معرض حرارت زیاد و فشارهای مکانیکی است، آب خود را به سرعت از دست می‌دهند. از مشخصات خوب این کف این است که قادر است شـیئی یـا شـخص در دام آتـش را از بقیـه آتش جدا نماید. این نوع کف برای پر کردن حجم مناسب است (پر کردن زیر زمـین) و بـه-عنوان سپر حرارتی نیز استفاده می‌شود.

حباب‌های کف سنتاتیکی دارای خصوصیات ذیل می‌باشند:

الف) به راحتی و خیلی سریع روی سطح مایع در حال اشتعال حرکت می‌کند.

ب) کمی با مایع در حال اشتعال مخلوط می‌شود.

پ) در برابر برگشت شعله مقاومت خوبی ندارد.

ت) انبارداری آن راحت است.

جهت آشنایی هر چه بیشتر با مشخصات فیزیکی و شیمیایی این کف‌ها یک نمونـه از آن در ذیل آورده می‌شود.

کف سنتاتیکی %2/5

- وزن مخصوص (Specific Gravity 20°C) 1/02 – 1/06

[1]. Wetting Agents
[2]. Detergent

• پ. هاش (PH)	7-8
• ویسکوزیته (Viscosity in centistokes 20°C)	28
• نقطه انجماد C°	-15-2
• 25% زمان پایداری (دقیقه)	8-10
• نوع آتش	A و B
• رنگ	قرمز
• درصد رسوب (حداکثر)	---
• ترکیب	%2/5
• نسبت انبساط	200-1000
• پایداری در انبار تحت شرایط نرمال طولانی	پایدار برای مدت

2-2-5. مایع کف‌های AFFF[1] (لایت واتر)[2]

مایع کف‌های AFFF از مواد مصنوعی یا غیرطبیعی از کف سنتاتیکی به اضافه مواد فلورو کربن ساخته شده‌اند و به خوبی با آب معمولی یا هر آب نمک دار دیگری (آب دریا) مخلوط می‌شود. ماده فلوئور که در ترکیب AFFF بکار برده می‌شود یک عنصر بی نظیر در خاموش کننده‌ها می‌باشد و چون وزن مخصوص کمتری از مایعات در حال اشتعال دارد، بر روی سطح آنها شناور گشته و با تشکیل یک قشر نازک فیلمی شکل بر روی سطح مایعات در حال اشتعال، مانع رسیدن اکسیژن به آتش می‌شود. این قشر شناور باعث جلوگیری از بازگشت شعله گردیده و همچنین از آتش گرفتن مواد سوختنی که شعله‌ور نشده و در

[1]. Aqueous film forming foam
[2]. light water

مجاورت آتش می‌باشد ممانعت می‌نماید. سرعت عمل خاموش کنندگی لایت واتر چهار برابر کف پروتئینی است. کف AFFF چون خاصیت چسبندگی زیادی مانند کف پروتئینی را ندارد و چون قشر نازک فیلمی شکل تشکیل می‌دهد، در قسمت‌هایی که سطح مایع در حال اشتعال باشد خوب عمل کرده، ولی در قسمت‌هایی که دارای پستی و بلندی باشد، مانند بدنه هواپیما، قدرت چسبندگی و پوشش کمتری از کف پروتئینی دارد. در صورتی‌که حباب کف AFFF را روی سطح بنزین بریزیم، از آتش گرفتن بنزین ممانعت می‌کند. کف‌های AFFF از هیدروکربن‌هایی با زنجیره‌های طولانی تشکیل شده‌اند و پلیمرهای بزرگ محلول در آب برای افزایش پایداری حباب‌ها به این کف‌ها اضافه می‌شوند. این کف‌ها غیرسمی بوده و بعد از رقیق شدن (ایجاد محلول کف)، توسط میکروارگانیسم‌ها قابل تجزیه هستند.

حباب‌های کف AFFF دارای خصوصیات ذیل می‌باشند:

الف) از کلیه کف‌های شناخته شده، بر روی سطح مایعات در حال اشتعال سریع‌تر حرکت می‌کند.

ب) بسیار سریع حریق را کنترل و اطفاء می‌کند.

پ) نرخ از دست دادن آب آن خیلی زیاد است.

ت) آب از دست رفته آن بر روی سطح مایع در حال اشتعال شناور شده و تشکیل یک لایه نازک فیلمی شکل می‌دهد.

ث) سطح مایع در حال اشتعال را خوب می‌پوشاند.

ج) مقاومت آن در برابر برگشت شعله در حد قابل قبولی است.

چ) آلودگی محیط زیست آن در حد متوسط است.

محلول کف AFFF با هر سرلوله‌ای حتی سرلوله آب می‌تواند مورد مصرف قرار گیرد. از آنجایی که حباب در آن مطرح نیست، سطح‌های ناهموار یا جامدات را با سرلوله فک نازل

نمی‌تواند به خوبی پوشش دهد. طبق استاندارد، هنگامی بهترین کارآیی را دارد که با سرلوله‌های بدون حباب و کم توسعه مورد مصرف قرار گیرد.

2-2-6. مایع کف‌های مقاوم در برابر الکل‌ها

به علت اینکه هم کف‌های معمولی و هم الکل‌ها از لحاظ شیمیایی قطبی هستند، در هم حل می‌شوند و قادر به اطفاء حریق الکل‌ها نمی‌باشند.

بنابراین کف‌های معمولی به هنگام مصرف بر روی مایعات قابل حل در آب یا محلول-های قطبی در معرض شکسته شدن حباب‌ها و بی اثر شدن هستند. از جمله این مایعات می‌توان از الکل‌ها، لاک، متیل اتیل کتون، استون، ایزوپروپیل اتر، اکریلو نیتریل، بوتیل-استات و آمین‌ها و انیدریدها نام برد. حتی مقادیر کمی از این مواد در صورت مخلوط شدن با هیدروکربن‌ها موجب درهم شکستن حباب‌های کف‌های معمولی خواهد شد.

بنابراین باید کف‌های ویژه‌ای به نام کف‌های مقاوم الکلی جهت اطفاء این‌گونه مایعات قابل حل شدن در آب مورد استفاده قرار گیرد.

بعضی از کف‌های مقاوم الکلی بلافاصله بعد از مخلوط شدن با آب می‌بایستی سریعاً مورد مصرف قرار گیرند. محلول کف این نوع کف‌ها را نمی‌توان به مسافات خیلی دور پمپاژ نمود؛ زیرا اگر زمان عبور (زمان لازم برای محلول کف جهت حرکت از محل تولید محلول تا خروجی که معمولاً سرلوله کف‌ساز می‌باشد) طولانی باشد، خاصیت کف‌دهی محلول کم شده و یا از بین می‌رود.

مایع کف‌های مقاوم الکلی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف) مایع کف‌های با پایه پروتئین شامل صابون‌های فلزی سنگین که به واسطه محلول آمونیاکی در کف محلول می‌باشند. حباب کف تولید شده این گروه باید به آرامی بر روی حریق مورد استفاده و محدودیت زمان عبور آن نیز مد نظر قرار گیرد.

ب) مایع کف‌های دوبخشی که بخشی از آن شامل سیستم پلیمری است. پلیمریزه شدن آن به وسیله محلول کاتالیستی بخش دوم تشدید می‌شود و این عمل موجب پایداری کف مقاوم در برابر الکل تولید شده می‌گردد.

این نوع محلول کف‌ها دارای محدودیت زمان عبور نبوده و نیاز به الزام استعمال آرام نیز ندارد.

مایع کف‌های ترکیبی یا مصنوعی با سیستم تک بخشی برای تولید حباب کف جهت استعمال، هم بر روی مایعات هیدروکربنی و هم برای محلول‌های قطبی با انواع مختلف وسایل کف‌ساز می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد.

محلول کف این‌گونه کف‌های مقاوم دارای محدودیت زمان عبور نبوده و دمای نرمال استفاده از این محلول کف‌ها بین 1/7°C تا 48/9°C می‌باشد.

به‌طورکلی می‌توان گفت مایع کف‌های مقاوم الکلی دارای عامل پلیمری هستند که لایه حباب کف را از مایعات در حال اشتعال قابل حل در آب حفاظت می‌کنند. این پلیمرها در زمانی که با محلول قطبی تماس می‌یابند، در کف باقی مانده و اگر چه محلول قطبی سعی در خارج کردن آب از حباب کف را دارند، لیکن این غشا پلیمری از تخریب حباب کف جلوگیری می‌نماید.

جهت آشنایی هر چه بیشتر با مشخصات فیزیکی و شیمیایی مایع کف‌های مقاوم الکلی یک نمونه از آن در ذیل آورده می‌شود.

کف مقاوم الکلی

• وزن مخصوص (Specific Gravity 20°C)	1/010-1/035
• پ.هاش (PH)	7/75 -8
• ویسکوزیته (Viscosity incentipoise 20°C)	1969-3885
• حداقل درجه حرارت استفاده C°	1/7
• حداکثر درجه حرارت استفاده C°	98/8

2-2-7. مایع کف‌های انبساط بالا[1] (پرتوسعه)

مایع کف‌های پرتوسعه در زمره کف‌های ترکیبی به شمار می‌آیند. این نوع مایع کف‌ها از مواد مصنوعی و غیرطبیعی ساخته می‌شوند و در ساخت آنها جهت پایین آوردن کشش سطحی از مواد مرطوب کننده[2] و نوعی سطح‌گرای هیدروکربنی استفاده شده است. محلول این نوع کف‌ها قادر به انبساط بسیار زیاد (تحت شرایطی ایده‌آل تا 2000 برابر حجم اولیه) بوده و برای استفاده در سرلوله‌های کف‌ساز پرتوسعه (توربکس)، ساخته شده‌اند. این نوع مایع کف‌ها برای مهار و اطفاء آتش‌سوزی‌های گروه A و B مناسب بوده و به علت جریان سیل‌وار آن برای محل‌های سربسته (زیرزمین‌ها) و داخل ساختمان‌ها بسیار مؤثر می‌باشند. مایع کف‌های پرتوسعه ما را قادر به انتقال حجم انبوهی از حباب‌های کف روان به محل‌های سربسته می‌کند. در نتیجه سرازیر شدن حجم انبوهی از این کف، بخارات قابل اشتعال، حرارت و دود از محل حریق خارج شده و جای خود را به حباب‌های این کف می‌دهد.

آزمایشات نشان داده‌اند که استفاده از کف پرتوسعه همراه اسپرینکلرهای اتوماتیک آب موجب اطفاء بهتر حریق می‌گردد.

کارآیی کف‌های انبساط بالا بستگی به میزان مصرف و انبساط و پایداری حباب‌های کف دارد.

کف‌های پرتوسعه دارای اثرات زیر می‌باشد:

الف) به هنگام تولید انبوه موجب ممانعت از ورود هوای مورد نیاز آتش‌سوزی می‌شود.

ب) در صورت قرار گرفتن در معرض حرارت بالا، آب موجود در حباب‌ها بخار شده و این بخار موجب رقیق شدن هوای محل حریق سربسته می‌گردد.

پ) تبدیل آب به بخار موجب جذب حرارت از آتش و سرد کردن مواد قابل اشتعال می‌شود.

---

1. High Expansion Foam
2. Wetting agents

ت) با توجه به کشش سطحی پائین این کف‌ها، مـابقی حبـاب‌هـا کـه از بـین نرفتـه‌انـد بـه پیشروی ادامه داده و به خلل و فرج و منافذ بین مواد سوختنی گروه A نفوذ می‌کنند.

ث) از این کف‌ها می‌توان به‌عنوان سپر حرارتی و مانعی برای گسترش آتش سوزی بـا ایجـاد سدی از حباب کف استفاده کرد و مواد و بخش‌هایی که هنوز در معرض آتـش سـوزی قـرار نگرفته‌اند را محافظت نمود.

تحقیقات نشان داده است که استفاده از هوای درون ساختمان در حال آتش سوزی برای تولید کف انبساط بالا، اثرات مخربی بر حجم و پایداری کـف تولیـد شـده مـی‌گـذارد. دود و گازهای تولیدی حریق به هنگام واکنش با عوامل کـف‌سـاز، میـزان حبـاب کـف تولیـدی را کاهش و میزان تخلیه[1] آب را افزایش می‌دهند. هوا با دمای بالا موجب شکستن حبـاب کـف در بدو ورود به محل آتش‌سوزی شده و همچنین شکستگی فیزیکی حبـاب‌هـا تحـت تـأثیر بخار و ذرات جامـد (دود) برخاسـته از فرآینـد احتـراق بـه وقـوع مـی‌پیونـدد. ایـن عوامـل نابودکننده حباب‌های کف، با تولید بیشتر حباب‌های کف جبران می‌گردد.

هنگامی که هوای تولید کف پرتوسعه دارای گازهای سـمی و دود باشـد، جهـت ورود بـه این محل باید از دستگاه تنفسی و طناب راهنما استفاده نمود.

جهت آشنایی هر چه بیشتر با مشخصات فیزیکی و شیمیایی مایع کف انبساط بـالا یـک نمونه از آن در ذیل آورده می‌شود.

مایع کف پر توسعه

- وزن مخصوص (Specific Gravity 20°C) 5/95-6/98
- پ. هاش (PH) 6/8-7
- ویسکوزیته (Viscosity insentistoke 20°C) 9-13
- حداقل درجه حرارت استفاده C° 1/7

- حداکثر درجه حرارت استفاده C° 98/8

2-3. انواع کف از نظر انبساط حجمی

کف‌ها از نظر توسعه حجمی به‌طورکلی به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

الف) کف بدون حباب[2]: که توسعه حجمی آن صفر تا دو (2-0) برابر حجم اولیه محلول کف می‌باشد. (این مواد مایعات اطفاء کننده هستند که بعضی آن را جزء خانواده کف ها می‌دانند.)

ب) کف کم توسعه[3]: کف‌هایی که انبساط حجمی آنها یک به بیست می‌باشند، جزء کف‌های کم توسعه محسوب می‌شوند.

پ) کف میان توسعه[4]: کف‌هایی که انبساط حجمی آنها از بیست تا دویست (200-20) می‌باشند، کف‌های میان توسعه نامیده می‌شوند. این نوع کف‌ها معمولاً در عمل بین (75-1) الی (150-1) وابسته به نوع وسایل تهیه کف، توسعه حجمی دارند.

ت) کف پر توسعه[5]: کف‌هایی که انبساط حجمی آنها دویست تا دو هزار(2000-200) است، مایع کف‌های پر توسعه گفته می‌شوند. این نوع مایع کف معمولاً در عمل، با توجه به نوع وسایل تهیه کف دارای انبساط حجمی بین (750-1) الی (1000-1) می‌باشند.

درصد انبساط حجمی حباب کف با توجه به نوع سرلوله کف‌ساز، درصد اختلاط و فشار، متفاوت می‌باشد. بعضی از مایع کف‌ها را می‌توان با هر نوع سرلوله کف‌ساز استفاده نمود، اما حداکثر بازدهی این مایع کف‌ها طبق جدول ذیل پیشنهاد می‌گردد.

---

1. Drainage Rate
2. Non - aspirated
3. low expansion
4. Medium expansion
5. High expansion

جدول شماره 2-1: میزان انبساط انواع مایع کف

نام مایع کف	بدون حباب 0-2	کم توسعه 2-20	میان توسعه 20-200	پرتوسعه 200-2000
کف پروتئینی		×		
کف فلوروپروتئینی		×	×	
کف سنتاتیکی			×	×
کف AFFF	×	×		
کف مقاوم الکلی	×	×	×	
کف انبساط بالا				×

2-4. تقسیم‌بندی کف‌ها از نظر میزان پرتاب

با توجه به اینکه در آتش سوزی‌های بزرگ، حرارت بسیاری تولید می‌شود، نمی‌توان زیاد به آتش نزدیک شد. لذا آتش نشانان مجبورند مواد اطفایی را از راه دور به طرف آتش پرتاب کنند. بدین ترتیب ضروری است بعضی از انواع کف‌ها قابل پرتاب باشند تا در این‌گونه حریق‌ها بتوان ازفاصله دورتر آن‌را به طرف آتش پرتاب نمود. این گونه کف‌ها در بسیاری از صنایع مانند بنادر جهت اطفاء آتش سوزی‌های کشتی‌های نفت‌کش، در پالایشگاه‌ها برای اطفاء مخازن بزرگ نفتی و یا در صنعت هواپیمایی جهت خاموش نمودن حریق هواپیماها از راه دور کاربرد دارند.

کف‌ها از نظر پرتاب به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف) کف با پرتاب زیاد

ب) کف با پرتاب متوسط

پ) کف بدون پرتاب

الف) کف با پرتاب زیاد

کف‌های سنگین که معمولاً از کف‌های پروتئینی و کم توسعه تشکیل می‌شوند، در این دسته قرار دارند. اگر این‌گونه کف‌ها را با تجهیزات مناسب بکار بگیریم، تا مسافت حدود 40 متر قابل پرتاب هستند.

پمپی که محلول کف را تحت فشار قرار می‌دهد و همچنین نازل‌ها یا سر لوله‌های کف سازی، در پرتاب کف تأثیر بسزایی دارند.

ب) کف با پرتاب متوسط

این‌گونه کف‌ها معمولاً کف‌های میان توسعه هستند. کف‌های میان توسعه باید حجم را پر کنند و به همین دلیل می‌بایست حباب‌های درشت‌تر تولید نمایند. در صورتی‌که با نازل‌های کم توسعه پرتاب شوند، توسعه حجمی کمی داشته و دیرتر محیط را پر می‌کنند؛ ولی نسبت به نازل‌های میان توسعه پرتاب بیشتری دارند.

پ) کف بدون پرتاب

شامل کف‌های پرتوسعه هستند که پرتاب آنها بسیار جزئی و گاهی در حد صفر می‌باشد. جهت استفاده از این نوع کف‌ها لازم است که نازل‌های کف پرتوسعه را در نزدیک‌ترین مکان در محل حریق قرار داد. نازل‌های کف پرتوسعه دارای کانالی هستند که می‌تواند حباب‌های کف را به محیط حریق هدایت نماید. این کانال‌ها به نام کانال‌های کف معروف بوده و با آنها می‌توان نازل کف را دورتر از محیط قرار داد و توسط این کانال‌ها کف را به محل حریق هدایت نمود. از این نوع کف‌ها معمولاً جهت پر کردن مکان‌های محل حریق‌زده مانند محل‌های بسته یا زیرزمین‌ها استفاده می‌شود.

خلاصه

مایع‌های کف براساس دیدگاه‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) از نظر تشکیل حباب‌های کف (مثلث کف)

ب) از نظر مواد تشکیل‌دهنده

پ) از نظر انبساط حجمی

از نظر تشکیل حباب‌ها، کف به دو صورت است: شیمیایی و مکانیکی

امروزه کف شیمیایی منسوخ شده و استفاده نمی‌گردد و همه کف‌ها از نوع مکانیکی می‌باشند.

کف‌های مکانیکی نیز به چندین نوع تقسیم می‌شوند که هر کدام کاربرد مخصوص به خود را دارد.

از نظر مواد تشکیل دهنده، کف‌ها در انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. کف‌های پروتئینی سه دسته کلی دارند:

الف) کف غیرمقاوم دربرابر الکل که در آتش سوزی‌های ئیدروکربن‌های نفتی کاربرد دارد.

ب) کف مقاوم در برابر الکل که درحریق‌های موادی مانند الکل‌ها استفاده می‌شود.

پ) کف فلوروپروتئینی که برای مایعات قابل اشتعال کاربرد دارد.

از نظر توسعه حجمی نیز کف‌ها به چهار دسته تقسیم می‌گردند.

الف) کف بدون حباب (با توسعه حجمی 0 تا 2)

ب) کف کم توسعه (با توسعه حجمی 2 تا 20)

پ) کف میان توسعه (با توسعه حجمی 20 تا 200)

ت) کف پر توسعه (با توسعه حجمی 200 تا 2000)

آزمون

1- فرق کف مکانیکی و کف شیمیایی در چیست؟

2- کف فلوروپروتئینی با پروتئینی چه فرقی از نظر کاربردی دارند؟

3- کف‌های پرتوسعه را به چه منظوری استفاده می‌نمایند؟

4- کف از نظر پرتاب به چند دسته تقسیم می‌شود؟

فصل سوم

مشخصات فنی کف

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر است:

1. تعریف مایع کف و انواع آن
2. مواد تشکیل‌دهنده کف
3. درصد مایع کف
4. سیالیت مایع کف

3-1. نام مایع کف

یکی از مشخصه‌های فنی مایع کف، نام آن است، زیرا بعضی از مایعات کف با نام خـود، نـوع مایع کف را بیان کرده و گاهی نیز چند مشخصه فنی را ارائه می‌دهند. به عنوان مثال، مـایع کف FP70 در این نوع مایع کف F مخفف کلمه فلوئـور[1] و P مخفـف کلمـه پـروتئین[2] و 70 شماره استاندارد آن می‌باشد. کشورهای تولید کننـده مـایع کـف دائمـاً در حـال آزمـایش و اختلاط مواد گوناگون هستند تا به ماده اطفایی مفیدتر و مؤثرتر دست یابند. به همین سبب جدولی تنظیم کرده و در آن هر ماده اطفایی جدید بدست آمده را یادداشت نموده و شـماره گذاری می‌کنند. برای هریک از شماره‌های جدول مزبور پرونده‌ای تشکیل و تمام مشخصـات مایع کف را در آن ضبط می‌نمایند.

در مایع کف FP70 رقم 70 از این سلسله شماره‌ها می‌باشد.

3-1-1. مایع کف AFFF

در این نوع مایع کف A مخفف کلمه (مایع- آبی- آبدار) [3] و F اول مخفف کلمـه فـیلم[4] و F دوم مخفف کلمه تشکیل دادن[5] - (تشکیل) و F سوم مخفف کلمه کف[6] می‌باشد کـه مفهـوم کلی آن، مایع کف تشکیل دهنده لایه نازک می‌باشد.

Aqueous film forming foam

---

[1]. Fluoro
[2]. Protein
[3]. Aqueous
[4]. Film
[5]. Forming
[6] .Foam

نام مایع کف صرفاً جنبه بیان مشخصات فنی را در نظر نمی‌گیرد، بلکه جنبه تبلیغات را نیز مد نظر دارد. مثلاً در توصیف مشخصه فنی مایع کف AFFF جهت بیان پوشش قشر نازک بر روی مایعات آن را به فیلم (فیلم مصرفی عکاسی‌ها و سینماها) تشبیه کرده‌اند که در این‌جا جنبه تبلیغات را بیشتر از بیان مشخصه‌ی فنی آن مد نظر داشته است.

3-2. مواد تشکیل دهنده مایع کف

متأسفانه به علت جوان بودن صنعت تولید مایع کف در کشور، از مواد تشکیل دهنده آنها اطلاعات کمی در دست است. مثلاً در مورد مایع کف فلوروپروتئین می‌دانیم که پروتئین، فلوئور و مواد تثبیت کننده و غیره... بکار برده شده است، اما از هر کدام چه مقدار و تحت چه شرایطی با یکدیگر درهم آمیخته‌اند مشخص نیست و یا درباره مایع کف‌های غیرپروتئینی، مثلاً شنیده می‌شود که بعضی از کارخانه‌های سازنده از موادی ناآشنا به نام تیروک و سیکال نام می‌برند. بعضی از کارخانجات سازنده جهت مخفی نگهداشتن فرمول مواد تولیدی خود از اسامی رمز استفاده می‌کنند. شاید تیروک و سیکال نیز از این نمونه نام‌ها باشند. به هرحال مواد تشکیل دهنده مایع کف‌ها دقیقاً مشخص نیست.

3-3. درصد مایع کف

یکی از مشخصات قابل تأمل مایع کف، درصد آن می‌باشد که باید دقت بیشتری در مورد این مشخصه صورت گیرد.

تعریف درصد مایع کف: نسبت اختلاط مایع کف به آب را درصد مایع کف گویند که می‌تواند به صورت وزنی و یا حجمی بیان شود.

بطور مثال وقتی می‌گوییم مایع کف 3% است، مفهومش این است که در هنگام استفاده از این نوع مایع کف باید 3 حجم از مایع کف مزبور را با 97 حجم آب و یا در مایع کف 6% باید 6 حجم از مایع کف را با 94 حجم آب مخلوط کرده و از آن استفاده نمود.

تغییرات در این اختلاط باعث اشکالات زیر می‌گردد:

«اگر آب بیشتر از حد معین شده باشد» :

الف) محلول کف رقیق می‌شود.

ب) از تولید حباب آن کاسته شده و انبساط حجمی آن کم می‌گردد.

پ) مقاومت حباب‌ها کم می‌شود.

ت) به علت کمی حجم، وزن حباب‌ها سنگین شده و به زیر مایع در حال اشتعال می‌رود.

«اگر مایع کف بیشتر از حد معین باشد»:

الف) مقداری از مایع کف هدر می‌رود.

ب) حباب‌ها ریزتر و کم حجم‌تر می‌گردند.

پ) از مقاومت حباب‌ها کاسته می‌شود.

ت) به علت کمی حجم، حباب‌های کف سنگین شده و به زیر مایع در حال اشتعال می‌رود.

بنابراین در مورد اختلاط آب و مایع کف باید دقت بیشتری به عمل آید.

3-4. اکی والان وزنی

عبارت است از مقدار جرم ماده حل شده دریک لیتر محلول (حجم محلول نمک + آب).

مثال: غلظت محلولی از نمک طعام 25 گرم در لیتر است. هرگاه یک لیتر از این محلول را برداشته و به آرامی حرارت دهیم تا کاملاً تبخیر شود، 25 گرم نمک طعام برجا می‌ماند.

میزان حل شدن مواد در حلال‌ها مقدارمعینی است که این مقدار را قابلیت حل شدن مواد گویند. برای محاسبه مقدار قابلیت حل شدن مواد به مثال زیر توجه کنید:

مثال: یک لیتر آب 20 درجه سانتی‌گراد را برداشته و به آن 100 گرم نمک طعام اضافه می‌کنیم. تمام نمک طعام در آب حل می‌گردد. حال اگر اضافه کردن نمک طعام را ادامه دهیم تا نمک طعام به 395 گرم برسد، دیگر نمک طعام در آب حل نمی‌شود و به صورت رسوب به ته ظرف می‌رود و هم زدن نیز هیچ گونه کمکی به حل شدن آن نمی‌نماید. در این حالت محلول را اشباع شده یا سیر شده می‌نامیم. حال اگر به محلول سیر شده مقداری آب اضافه کنیم، مجدداً نمک در آن حل می‌گردد.

بنابراین جهت اندازه‌گیری میزان حل شدن مواد از روش مقایسه‌ای استفاده می‌شود. یعنی مواد را در شرایط مساوی می‌سنجند و برای این عمل میزان جرم ماده حل شده در 100 گرم آب 20درجه سانتی گراد را با یکدیگر مقایسه می‌کنند. اگر دمای آب را از 20 درجه سانتی گراد پایین‌تر ببریم، مقدار حل شدن نمک در آب کم می‌گردد و اگر دمای آب را از20 درجه سانتی‌گراد بالاتر ببریم مقدار بیشتری نمک در آب حل می‌شود.

مثال دیگر:

اگر در یک لیتر آب 25 درجه سانتی گراد مقدار 120 گرم سولفات پتاسیم بریزیم، تمام سولفات پتاسیم در آب حل می‌گردد و اگر به ریختن سولفات پتاسیم ادامه دهیم، سولفات پتاسیم در آب حل نمی‌گردد. دقت در این مساله به ما نشان می‌دهد که علاوه بر این‌که حلالیت مایع در حل شدن مواد کمک می‌کند، محلولیت خود مواد نیز در حل شدن آن کمک می‌نماید.

اگر ماده‌ای کمتر از حد معینی در مایعی حل شود آن ماده را نسبت به مایع مزبور نامحلول می‌نامند. با توجه به دانسته‌های فوق به بحث غلظت مایع کف می‌پردازیم. ابتدا مایع کف پروتئینی به صورت جامد و پودری شکل می‌باشد که این مواد پودری شکل به نام

جامدیت[1] مایع کف موسوم هستند. پودر مزبور را در مقداری آب حل می‌کنند تا جایی که محلول سیر گردد. معمولاً جهت مایع کف‌های 3% حدود 43% تا 45% از مواد پودر شده را در یک لیتر آب حل می‌کنند تا به درجه اشباع برسد. این اختلاط نمایانگر غلظت مایع کف می‌باشد که در مایع کف‌های 6% مقدار آن حدود 24% تا 27% می‌باشد.

البته ناگفته نماند که این مقدار به نسبت نوع مواد تشکیل دهنده مایع کف تغییراتی را دربردارد. بطورکلی مقداری از جامدیت مایع کف که در یک لیتر آب حل می‌گردد را غلظت مایع کف گویند. در مایع کف‌های مختلف میزان غلظت متفاوت می‌باشد.

این نکته ظریف قابل دقت است که درصد مایع کف از همین جا تعیین می‌گردد؛ یعنی هر چه غلظت مایع کف بالاتر باشد، درصد اختلاط آن با آب جهت مصرف در محل حریق کمتر است. مواد اصلی تولید کف ابتدا به صورت پودری شکل بوده و جامدیت کف نامیده می‌شود. میزان انحلال این جامدیت در 100 سی‌سی آب، درصد کف را تعیین می‌نماید، مثلاً اگر میزان جامدیت 24% تا 27% در 100 سی سی آب حل گردد (رقیق می‌شود)، مایع کف 6% بدست می‌آید و مفهومش این است که در زمان مصرف، 6 لیتر مایع کف را با 94 لیتر آب محلول (حل) کرده و به محل حریق بپاشیم. اگر میزان جامدیت 43% تا 45% در 100 سی‌سی آب حل گردد، مایع کف حاصل 3% می‌باشد، یعنی باید هنگام مصرف، 3 لیتر مایع کف را با 97 لیتر محلول کرده و مورد مصرف قرار داد.

ولی این سؤال مطرح است، آیا می‌توان غلظت مایع کف را از یک حد معین بالاتر برد؟ جواب منفی است، زیرا گفته شد که قابلیت حل شدن مواد در آب محدود است. بنابراین پودر مایع کف نیز به مقدار معینی در آب حل می‌گردد و اگر بیشتر از حد معین پودر مایع کف را در آب حل کنیم، مقدار اضافی آن به صورت رسوب در ته ظرف باقی می‌ماند.

---

[1]. Total Solids

3-5. سیالیت مایع کف

هر ماده‌ای که بتواند درظرفی جریان پیدا کرده و به شکل آن درآید «سیال» نامیده می‌شود. واضح است که فقط مایعات و گازها جزء سیالات محسوب می‌شود (ماده‌ای که نتواند نرخ برشی را تحمل کند سیال نامیده می‌شود). سرعت جریان سیالات به عوامل مختلفی بستگی دارد. اگر حرکت سیالی را در داخل یک لوله در نظر بگیریم، سرعت جریان به عوامل زیر بستگی دارد:

3-5-1. نوع مایع در حال حرکت

3-5-2. دمای مایع در حال حرکت

3-5-3. جرم مخصوص مایع

3-5-4. جنس لوله

3-5-5. شکل لوله

3-5-6. جهت حرکت

3-5-7. صیقلی بودن لوله

3-5-8. قطر لوله

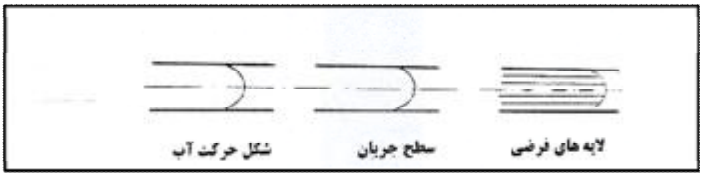
3-5-9. انرژی وارد بر مایع

در اینجا نوع مایع در حال حرکت مورد بررسی قرار می‌گیرد:

3-5-1. نوع مایع در حال حرکت

هر مایع و گازی، سیالیت خاصی برای خود دارد. سیالیت یا به عبارت ساده‌تر روانی یک مایع یا یک گاز به عاملی به نام ویسکوزیته (چسبندگی) ارتباط دارد.

ویسکوزیته : اگر حالت آب را در لوله‌ای مشاهده کنید، آب در لوله به شکل زیر جریان می‌یابد:



شکل شماره 3-1: جریان آب در لوله

حالت حرکت نشان می‌دهد که سرعت در نقاط مختلف مایع متفاوت است و هر چه از دیواره لوله به مرکز آن نزدیک شویم سرعت بیشتر شده و در محور مرکزی سرعت به حداکثر خود می‌رسد. سرعت در دیواره‌ها تقریباً صفر می‌باشد.

در محاسبات هیدرولیکی سرعت متوسط را در نظر می‌گیرند. می‌دانیم که اگر دو صفحه را بر روی یکدیگر بلغزانیم بین این دو صفحه نیروی اصطکاکی ایجاد می‌گردد که در جهت مخالف حرکت دو صفحه است. حال اگر حالت آب را در لوله به صورت لایه‌ای فرض کنیم، به علت اینکه سرعت لایه‌ها با یکدیگر متفاوت هستند؛ درنتیجه بین آنها اصطکاکی ایجاد می‌گردد که ضریب اصطکاک داخلی یا ویسکوزیته نامیده می‌شود.

تعریف ساده‌تری برای ویسکوزیته :

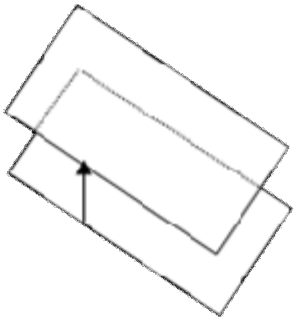
اگر در یک لوله مشخص، یک لیتر آب را با سرعت یک لیتر در ثانیه به حرکت درآوریم، مقدار معینی نیرو لازم است. حال اگر در همان لوله یک لیتر روغن اتومبیل را با همان سرعت به جریان درآوریم نیروی بیشتری لازم می‌باشد. زیرا ویسکوزیته روغن بیشتر است و آب روان‌تر از روغن حرکت می‌کند. به عبارت دیگر، روغن در برابر نیرویی که آن را به جریان درمی‌آورد، بیشتر مقاومت می‌نماید. این نیروی مقاوم را ویسکوزیته می‌گویند.

ویسکوزیته یک مایع در یک دمای معین به عوامل زیر بستگی دارد:

الف) سطح دو لایه که بر روی یکدیگر می‌لغزند.

ب) سرعت نسبی مایع

ج) فاصله بین دو لایه



هر قدر سطح دو لایه بزرگ‌تر، سرعت بیشتر و فاصله بین دو لایه کمتر باشد، ویسکوزیته آن بیشتر است. یکی از علل افت جریان در لوله‌ها، همین ویسکوزیته می‌باشد و چون به سطح لایه‌ها بستگی دارد در نتیجه در لوله‌هایی با قطر بیشتر، افت کمتر خواهد بود. به‌طورکلی ویسکوزیته، نیروی اصطکاکی است که با حرکت مایع مخالفت می‌کند. دما در تغییرات ویسکوزیته اثر مهمی دارد و در مایعات با افزایش دما، ویسکوزیته کاهش می‌یابد.

برای دستیابی به ویسکوزیته سیالات از ویسکوزمتر استفاده می‌گردد. اگر ویسکوزیته مایع را به تنهایی اندازه‌گیری کنند، ویسکوزیته مطلق نامیده می‌شود، ولی جهت بدست آوردن ویسکوزیته نسبی باید از یک مایع مشخص با ویسکوزیته معلوم استفاده گردد. به همین دلیل برای بدست آوردن ویسکوزیته نسبی مایعات، آنها را با ویسکوزیته آب می‌سنجند.

آب که مبنای سنجش می‌باشد، در درجات مختلف دارای ویسکوزیته مختلف است. در آزمایشات مشاهده گردید که آب در 20/2 درجه سانتی‌گراد، ویسکوزیته یک سانتی پواز را داراست. همین میزان دما را مبنا قرار داده و ویسکوزیته مطلق مایعات را نیز در همین دما

بدست می‌آورند. اگر ویسکوزیته مطلق مایع را با ویسکوزیته آب 20/2 درجه سانتی‌گراد مقایسه کنند، ویسکوزیته نسبی بدست می‌آید.

واحد ویسکوزیته مایعات، «پواز» است و آن به خاطر نام پواز[1] فیزیکدان فرانسوی گذاشته شده است. این واحد در سیستم C.G.S گرم بر سانتی متر بر ثانیه است. یعنی اگر قشری به فاصله یک سانتی‌متر از قشر دیگر و با سرعت یک سانتی متر بر ثانیه حرکت نماید، یک پواز بکار برده شده است. گاهی هم واحد سانتی‌پواز بکاربرده می‌شود که $\frac{1}{100}$ پواز می‌باشد.

$$1CPO = 10^{-2}PO$$

مایعاتی که دارای ویسکوزیته زیاد هستند، مایعات ویسکوزیته نامیده می‌شوند. واحد دیگری که برای بیان مقدار ویسکوزیته مایعات بکار برده می‌شود استوک است. این واژه به خاطر نام استکس[2] دانشمند فرانسوی نام‌گذاری شده و در دستگاه C.G.S گرم بر سانتی متر مربع بر ثانیه اطلاق می‌شود. واحد کوچک‌تر آن سانتی‌استوک می‌باشد که مقدار آن $\frac{1}{100}$ استوک است.

مایعی که در لوله جریان دارد در اثر ازدیاد دما، ویسکوزیته آن کاهش یافته و روان‌تر در لوله جریان می‌یابد. به همین سبب در زمستان سرعت عبور جریان در لوله‌ها کمتر از تابستان می‌شود. به مثال ساده زیر توجه کنید.

دو لوله یکسان را در نظر می‌گیریم، در یک لوله آب و در لوله دیگر روغن اتومبیل می‌ریزیم، حال اگر دو لوله را نسبت به افق عمود نگاه داریم، هر دو مایع به سمت پایین

---

1. Poise
2. STOKES

شروع به حرکت می‌کنند، ولی سرعت آب از روغن بیشتر است. یکی از علل این موضوع ویسکوزیته می‌باشد، یعنی ویسکوزیته روغن بیشتر از آب است.

حال اگر روغن را گرم کنیم سرعت آن زیاد می‌شود، زیرا ویسکوزیته آن کاهش می‌یابد. برای رساندن مایعی به یک ارتفاع معین باید از پمپاژ استفاده کرده و افت را در لوله‌ها محاسبه نمایند، چرا که یکی از علل افت ویسکوزیته می‌باشد.

نتیجه کلی اینکه هر قدر ویسکوزیته مایع کفی کمتر باشد، آن مایع کف مرغوب‌تر است، زیرا پمپاژ آن راحت‌تر بوده و با کاهش ویسکوزیته، غلظت آن نیز کاهش می‌یابد.

3-6. رنگ مایع کف

یکی از مشخصات فنی مایع کف رنگ آن می‌باشد. رنگ مایع کف‌های تولید شده معمولاً رنگ واقعی مواد تشکیل دهنده آنها نیستند و برای شناسایی و مشخص کردن نوع مایع کف‌ها به آنها مواد رنگی اضافه می‌کنند. رنگ مایع کف علاوه بر شناسایی می‌تواند در انبارداری آن نیز موثر باشد.

زمانی که ماده‌ای فاسد می‌شود معمولاً سه تغییر حالت در آن وجود می‌آید:

الف) تغییر رنگ

ب) تغییر بو

ج) تغییر مزه

گاهی ممکن است هر سه حالت پیش آید، شاید یک تکه گوشت فاسد شده را دیده باشید که رنگ آن تغییر می‌کند ولی بعضی افراد با تغییر رنگ گوشت، آن را دلیل خرابی گوشت ندانسته، بلکه تغییر بو را نیز شرط می‌دانند و اگر دو مورد بالا قانع کننده نبود، مزه آن را نیز امتحان می‌کنند.

مایع کف نیز هنگامی که فاسد شود ممکن است تغییر این سه حالت را دربرداشته باشد، ولی بو کردن و چشیدن مایع کف می‌تواند تهوع‌آور، مسموم کننده و به‌طورکلی خطرناک باشد. بنابراین رنگ مایع کف یکی از راه‌های شناسایی مایع کف فاسد شده می‌باشد.

عواملی که باعث فاسد شدن مایع کف می‌گردد مختلف بوده، ولی به‌طور کلی موجودات ذره‌بینی و مواد شیمیایی و گازها در فاسد شدن مایع کف مؤثرند.

اکسیژن از جمله گازهایی است که اثر زیادی بر روی کف گذاشته و اکسیده کردن آن باعث فاسد شدن آن می‌گردد.

حتماً شما نیز کپک زدن کف را ملاحظه کرده‌اید، این یکی از اشکالات فاسد شدن مایع کف است. فاسد شدن مایع کف نشانه غیرقابل استفاده بودن آن نیست، بلکه کارآیی اولیه خود را از دست می‌دهد و با تغییر درصد اختلاط آب و مایع کف نمی‌توان مرغوبیت مایع کف را به آن بازگرداند و با اضافه کردن مایع کف در مخلوط تعیین شده نمی‌توان فاسد شدن مایع کف را جبران نمود.

مایع کف تا زمانی مرغوب خواهد بود که فاسد نشده باشد. مایع کف هر قدر در مقابل عوامل خارجی مقاومت نماید و فاسد نشود بهتر است.

3-7. بوی مایع کف

تأثیر بوی مایع کف در عملیات برای افرادی که سرلوله کف‌ساز را بدست دارند، واضح و روشن است. یک مایع کف با بوی خوش می‌تواند در روح و روان آتش‌نشان اثر مثبت داشته و این اثر در نحوه عملیات او بسیار مؤثر و مفید می‌باشد. حال آنکه یک مایع کف با بوی زننده و تهوع‌آور می‌تواند وی را از ادامه عملیات باز دارد. علت تهوع آور بودن بوی مایع کف به PH آن مربوط است و تحریک بدن توسط همین مشخصه صورت می‌پذیرد.

3-8. وزن مخصوص مایع کف (وزن حجمی مایع کف)

وزن واحد حجم یک ماده را وزن مخصوص یا وزن حجمی آن ماده می‌گویند. یعنی اگر یک سانتی‌متر مکعب از ماده‌ای را وزن کنیم مقدار بدست آمده، وزن مخصوص آن ماده نامیده می‌شود.

برای محاسبه وزن مخصوص یک ماده نیازی به محاسبه وزن یک سانتی مترمکعب از آن نیست، بلکه می‌توان آن را وزن کرد و وزن بدست آمده را بر حجم آن تقسیم نمود. نتیجه حاصله، وزن مخصوص آن ماده خواهد شد. به عنوان مثال اگر یک لیتر آب معمولی را وزن کنیم، هزار گرم وزن دارد. در نتیجه وزن مخصوص آب مساوی یک خواهد بود.

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن}}{\text{حجم}} \qquad D = \frac{W}{V}$$

در سیستم C.G.S واحد وزن مخصوص g/cm^3 می‌باشد.

وزن مخصوص یک مایع کف بستگی به نوع مواد تشکیل دهنده آن دارد.

گرما بر روی وزن مخصوص تأثیر بسیار دارد؛ جهت روشن شدن مطلب به بحث کوتاهی درباره آن می‌پردازیم. مواد در اثر گرما انبساط حجمی پیدا می‌کنند. دو ظرف را که در هر دو یک لیتر آب وجود دارد، در نظر بگیرید، اگر به یکی از دو ظرف گرما دهیم تا دمای آب آن به 80 درجه سانتی‌گراد برسد، حجم آن افزایش خواهد یافت.

با ازدیاد حجم آب، مشخص می‌شود که وزن مخصوص آن کاهش می‌یابد. زیرا اگر بخواهیم وزن مخصوص آب 4 درجه سانتی‌گراد را با آب 80 درجه سانتی‌گراد مقایسه نماییم، باید از هر دو به میزان معین برداریم. در نتیجه باید حجم اضافه شده به آب 80 درجه سانتی گراد برداشته شود، حال آنکه در شروع آزمایش حجم هر دو یکسان بوده و

اضافه حجم برداشته شده در مرحله بعد باعث کاهش وزن آب می‌گردد و وزن مخصوص آن نیز کاهش می‌یابد.

برای دست یابی به وزن مخصوص آب آن را در دمای 4 درجه سانتی‌گراد می‌سنجند، زیرا آزمایشات نشان داده‌است که وزن مخصوص آب معمولی در این دما، یک است.

نکته قابل توجه این است که وزن مخصوص یک ماده در فشارهای مختلف تغییر کرده و در محاسبات دقیق این تغییرات اشکالاتی را به‌وجود می‌آورد. به همین سبب در این موارد از جرم مخصوص استفاده می‌گردد. جرم واحد حجم یک ماده را جرم مخصوص آن ماده گویند. وزن مخصوص مایع کف در سرعت عبور مایع کف در لوله اثر دارد؛ هر قدر وزن مخصوص مایع کف بیشتر باشد، نیرویی که ازطرف جاذبه زمین بر آن وارد می‌شود بیشتر خواهد بود، در نتیجه از سرعت آن کاسته می‌شود. تاکنون کارخانه‌های سازنده نتوانسته‌اند مایع کف با وزن مخصوص یک بسازند و مایع کف‌های فعلی وزن مخصوصشان از یک بیشتر است.

وزن مخصوص مایع کف از نظر اقتصادی

در بازار تجارت مایع کف به صورت وزنی معامله می‌شود، مثلاً خریدار، مقدار 1000 کیلوگرم از فروشنده مایع کف خریداری می‌نماید؛ حال آنکه به هنگام مصرف، مایع کف به‌صورت حجمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثلاً گفته می‌شود در عملیات 5 لیتر مایع کف مصرف شده است. حال دو مایع کف که دارای مشخصات زیر می‌باشند را در نظر بگیرید.

جدول شماره 3- 1:

مشخصات	مایع کف شماره (1)	مایع کف شماره (2)
میزان اختلاط	%3	%3
وزن مخصوص	1/2	1/8
قیمت هر کیلو	2000 ریال	2000 ریال

ظاهر امر چنین به نظر می‌رسد که قیمت هر دو مایع کف یکسان است، در حالی که مایع کف شماره 2 گران‌تر از مایع کف شماره 1 می‌باشد؛ زیرا اگر بخواهیم از هر کدام یک لیتر مصرف کنیم بهای یک لیتر آنها با یکدیگر مساوی نخواهد بود. چون:

W_1 = 1200 گرم W_2=1800گرم

در نتیجه قیمت یک لیتر مایع کف شماره یک 2400 ریال و قیمت یک لیتر مایع کف شماره دو 3600 ریال می‌شود.

بنابراین در دو مایع کف که دارای درصد یکسان و بهای وزن یکسان هستند، آن مایع کف که دارای وزن مخصوص بیشتری است، گران‌تر می‌باشد.

3-9. PH مایع کف

تعریف PH : به معنای توان هیدروژنی[1] می‌باشد.

میزان هیدروژنی که یک محلول آزاد می‌کند، توان هیدروژنی آن محلول نامیده می‌شود. یک مایع می‌تواند خنثی، اسیدی و یا بازی باشد.

عامل خنثی بودن، تساوی OH^- و H^+ است و اگر یون‌های H^+ بر OH^- غلبه کنند محیط اسیدی و اگر یون‌های OH^- بر H^+ غلبه کنند محیط بازی می‌گردد. خنثی‌ترین

[1]. Hydrogen Potential

مایعی که تاکنون بدست آمده، آب خالص (آب مقطر) است. مقدار یون‌ها در آب خالص $[H^+] = [OH^-] = 10^{-9}$ می‌باشد.

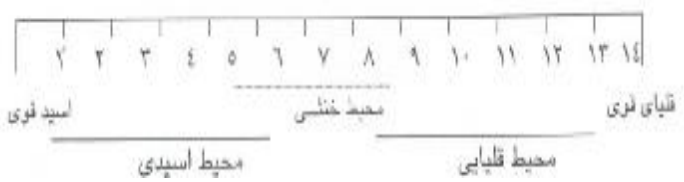
اگر به آب خالص مقداری اسید اضافه کنیم، غلظت یون H^+ افزایش می‌یابد و از 10^{-9} بیشتر می‌شود و به مقادیر 10^{-5} و 10^{-3} و 10^{-1} می‌رسد. رابطه بین یون‌های H^+ و OH^- رابطه تعاونی می‌باشد، در نتیجه با زیاد شدن یون H^+، یون OH^- کاهش یافته و از 10^{-9} کمتر شده و به 10^{-9} و 10^{-11} و 10^{-13} می‌رسد. به طوری که همیشه حاصل ضرب غلظت‌های یون H^+ و OH^- مقداری است ثابت و برابر با 10^{-14}. اشکال این کار در این است که تعداد یون H^+ معمولاً بسیار کوچک و کسری بدست می‌آید و یا به صورت توان منفی نشان داده می‌شود. کار کردن با چنین اعداد و استفاده از آنها مشکل و ممکن است باعث اشتباه شود. به همین علت معمولاً از لگاریتم منفی غلظت یون H استفاده کرده و آن را به PH^+ نمایش می‌دهند.

$$PH = \log\ 10^{-9} = \log^{7}$$

بنابراین PH آب خالص (آب مقطر) برابر با 7 می‌باشد. $PH = 7$

وقتی محیط صددرصد اسیدی باشد $PH = 0$ است و اسید قوی خواهیم داشت. وقتی محیط صددرصد بازی باشد $PH=14$ می‌باشد و باز را باز قوی گویند.

نمودار زیر محیط اسیدی – بازی و خنثی را نشان می‌دهد.



نمودار شماره 3-1:

جهت اندازه‌گیری PH محلول‌ها از دستگاه‌هایی به نام پ.هاش متر یا پ.هاش سنج استفاده می‌کنند. یکی از راه‌های شناسایی اسیدها و بازها معرف‌های رنگی هستند. معرف رنگی به ماده‌ای اطلاق می‌شود که رنگ آن در محیط اسیدی و بازی با هم تفاوت دارند که معروفترین معرف‌ها تورنسل است.

این ماده در محیط اسیدی قرمز رنگ، در محیط قلیایی آبی رنگ و در حدود منطقه خنثی (5/5-8) بنفش رنگ می‌باشد.

شاید تعجب کنید که چرا PH حدود 5/5 تا8 را معمولاً منطقه خنثی می‌نامند. علت آن است که با افزودن مقدار خیلی کمی اسید یا باز به آب خالص، کافی است که PH محیط را 2 تا 3 واحد به طرف اسید یا باز ببرد. مثلاً اگر به آب خالص (PH = 7) مقدار 0/000365 گرم نمک طعام (Nacl) خالص اضافه کنیم، PH آن به 4 می‌رسد (PH=4)، که محلولی اسیدی است. معرف‌های دیگری نیز وجود دارد که برای تشخیص مایعات مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند : فنل فتالئین – متیل اورانژ و ... . تمام مایعات اسیدی یا بازی هستند به جز آب مقطر که دارای PH برابر 7 می‌باشد.

کف‌ها، مکانیکی، اسیدی و یا بازی هستند و هنوز مایع کف خنثی ساخته نشده است. بنابراین PH مایع کف، قدرت اسیدی یا قلیایی بودن آن را نشان می‌دهد و هر قدر PH به عدد هفت نزدیکتر شود مناسب‌تر می‌باشد (مواد تشکیل دهنده کف به گونه‌ای است که پس از اختلاط، مایع حاصل را به‌صورت اسیدی یا بازی در خواهد آورد).

مهم‌ترین اثر PH مایع کف، خورندگی آن می‌باشد. به همین علت پس از هر عملیاتی مسیر کف‌رسانی را شستشو می‌دهند. خورندگی مایع کف ارتباط مستقیم با PH آن دارد و هر قدر PH مایع کفی از عدد 7 به سمت صفر حرکت کند، مقدار خورندگی آن بیشتر است. علت سوراخ شدن منبع‌های مایع کف به دلیل وجود همین مشخصه می‌باشد. اثرات مایع کف روی پوست انسان و بر روی گیاهان و موجودات آبزی می‌تواند زیان‌آور باشد که

بسته به میزان PH مایع کف، مقدار زیان تغییر می‌کند. آگاهی از میـزان PH مـایع کـف در عملیات بسیار مفید و قابل دقت است.

مایع کف هر قدر هم که PH آن به 7 نزدیک‌تر باشد، بر روی اعضای حساس بدن ماننـد چشم اثرات نامطلوب دارد، اگر در ضمن عملیات، کف به سر و صـورت افـراد پاشـیده شـود، باید بلافاصله آن‌را با آب شستشو داد.

تعیین PH کف در علم انبارداری بسیار مفید می‌باشد، یک انبـاردار بـا آگـاهی از میـزان PH قادر خواهد بود که ظروف و محـیط مناسـب جهـت ذخیـره و نگهـداری مـایع کـف را انتخاب نماید. یکی از عللی که باعث می‌گردد دو نوع مایع کف را نتوان بـا یکـدیگر مخلـوط کرد، وجود PH مختلف آنها می‌باشد. بازها و اسیدها با یکدیگر ترکیب شده و تولید نمـک و آب می‌نمایند و اگر PH مایع کفی اسیدی و PH مایع کـف دیگـر بـازی باشـد، در صـورت اختلاط، واکنش انجام می‌دهند. در نتیجه این واکنش رسوب تولید شده و مایع کـف‌هـا بـه مقدار زیادی قدرت اطفایی خود را از دست می‌دهند.

مایع کف می‌تواند بر روی انسان اثرات دیگری مانند تهوع نیز به‌وجود آورد، علـت تهـوع-آور بودن مایع کف به PH آن مربوط است. مقدار اسید و باز در بدن انسان به میزان معینـی است و این مقدار معین با تحریک یک اسید یا باز از بیرون می‌تواند دسـتگاه‌هـای بـدن را از حالت تعادل خارج و دچار اختلالاتی بنماید.

3-10. انبساط حجمی مایع کف

آب و مایع کف پس از اختلاط به سرلوله کف‌ساز رفتـه و از آنجـا بـا جـذب هـوا بـه صـورت حباب درمی‌آید، در این صورت بر حجم آن افزوده می‌شـود؛ ایـن افـزایش حجـم را انبسـاط حجمی یا نسبت انبساط گویند.

انبساط حجمی مایع کف به عوامل زیر بستگی دارد:

3-10-1. الاستیسیته کف

3 -10-2. میزان اختلاط صحیح

3-10-3. فشار مناسب

3-10-4. محیط عملیاتی کف

3-10-5. نوع آب مصرف

3-10-6. محلولیت مایع کف

3-10-7. سرلوله مناسب

3-10-1. الاستیسیته کف

یک فنر اتومبیل را در نظر بگیرید، اگر بر آن نیرویی وارد نماییم فنر جمع می‌شود؛ حال اگر نیرو را از روی فنر برداریم فنر به حال اول خود باز می‌گردد؛ این حالت بازگشت را الاستیسیته گویند. در موارد گوناگون حالت الاستیسیته متفاوت و به مقدار معینی می‌باشد. اگر نیروی وارد بر یک فنر بیش از حد معین باشد فنر قادر به بازگشت به حالت اولیه نیست. آب و مایع کف پس ازمخلوط شدن به سرلوله کف‌ساز رسیده و در آنجا با جذب هوا، انبساط حجمی پیدا کرده و تولید حباب می‌نماید و هر قدر محل مکش هوا و قطر سرلوله بزرگ‌تر و سرعت عبور مایع بیشتر باشد، انبساط حجمی بیشتری خواهیم داشت.

الاستیسیته کف نیز میزان مشخصی دارد و طبق این الاستیسیته ، سر لوله مناسب را برای آن در نظر گرفته‌اند و اگر سه عامل فشار (یا سرعت)، قطر سرلوله و محل مکش هوا را زیاد کنیم، از آنجایی‌که کف دارای الاستیسیته‌ای به آن میزان نمی‌باشد، حباب‌های آن ترکیده و تولید حباب نمی‌گردد. بنابراین انبساط حجمی مایع کف، میزان مشخصی داشته و وابسته به الاستیسیته کف می‌باشد.

الاستیسیته مایع کف توسط مواد تشکیل دهنده آن تعیین می‌گردد. یکی از علل شکستن حباب‌های کف به الاستیسیته آن مربوط می‌شود. یک بادکنک را در نظر بگیرید، اگر در آن هوا دمیده شود بادکنک باد می‌شود و انبساط حجمی پیدا می‌کند، حال اگر به بادکنک گرما بدهیم در اثر گرم شدن هوای داخل آن مجدداً انبساط حجمی پیدا خواهد کرد و اگر به گرما دادن ادامه دهیم و بادکنک دیگر قادر به تحمل فشار هوای داخل نباشد می‌ترکد. ولی قبل از ترکیدن مرتباً به حجم آن افزوده می‌گردد که این افزایش حجم بستگی به الاستیسیته بادکنک دارد. هر قدر الاستیسیته آن زیاد باشد، قادر خواهد بود که حجم بیشتری را اشغال نماید و از ترکیدن جلوگیری به عمل آورد.

نظیر همین مطلب در حباب‌های کف نیز اتفاق می‌افتد. حباب‌های کف وقتی روی مایع در حال اشتعال را می‌پوشانند، مقداری از حرارت حریق را جذب نموده و این جذب حرارت باعث می‌گردد که هوای داخل حباب‌ها گرم شده، در نتیجه انبساط حجمی پیدا کنند. اگر این گرما ادامه پیدا کند، فشار هوا از داخل باعث ترکیدگی حباب‌ها می‌گردد. در محل‌هایی که دمای بالایی دارند این موضوع به خوبی مشاهده می‌شود.

خود محلول کف نیز در اثر گرما انبساط حجمی پیدا می‌نماید، ولی چون هوای درون حباب‌های کف از محلول کف انبساط حجمی بیشتری پیدا می‌کند باعث شکسته شدن حباب‌ها می‌گردد. بعضی از کف‌ها قادرند تا ارتفاع زیادی بر روی یکدیگر جمع شوند؛ حباب‌هایی که در زیر این ارتفاع قرار دارند مجبورند فشار ناشی از وزن حباب‌های بالایی را تحمل نمایند. میزان تحمل این فشار به الاستیسیته کف مربوط می‌گردد.

مثال: بادکنک را مقدار کمی باد می‌کنیم، بادکنک هنوز قادر است که انبساط حجمی بیشتری پیدا نماید. اگر با دست بادکنک را فشار دهیم هوای داخل آن جابجا می‌شود و بادکنک تغییر شکل می‌دهد، اما نمی‌ترکد؛ علت این عمل دارا بودن خاصیت الاستیسیته می‌باشد.

اگر بادکنک را باد کنیم به طوری که دیگر قادر به ازدیاد حجم نباشد و با دست به آن نیرویی وارد نماییم نیرو به هوای داخل آن وارد شده و هوا نیروی وارده را به بادکنک انتقال می‌دهد و باعث ترکیدن آن می‌گردد. حباب‌های زیرین کف که نیرویی از طرف حباب‌های بالایی به آنها وارد می‌شود تا حدی بر اثر داشتن الاستیسیته، فشار را تحمل می‌نمایند و این تحمل فشار در کف‌های مختلف به‌خاطر دارا بودن الاستیسیته‌های متفاوت، فرق می‌کند. بعضی از کف‌ها قادرند که تا 12 متر ازدیاد ارتفاع پیدا کنند؛ الاستیسیته هر کفی بیشتر باشد قادر به تحمل ارتفاع بیشتری خواهد بود.

3-10-2. میزان اختلاط صحیح

یکی از مطالب مهم و قابل توجه در امر کف‌رسانی اختلاط صحیح آب و مایع کف می‌باشد. همانطور که در بخش درصد مایع کف، توضیح داده شد میزان اختلاط آب و مایع کف می بایست معین و طبق درصد تعیین شده از طرف کارخانه سازنده باشد.

بر روی پمپ‌هایی که عملیات کف‌رسانی با آنها انجام می‌شود شیری تعبیه شده که با تنظیم این شیر میزان اختلاط صحیح آب و مایع کف با یکدیگر را می‌توان انجام داد. در دستگاه تزریق کننده (تناسب‌ساز) نیز شیر تنظیم اختلاط آب و مایع کف نصب گردیده تا هنگام عملیات با تزریق کننده بتوان اختلاط صحیح را انجام داد. در جای خود به شرح هریک از درجات تنظیم خواهیم پرداخت.

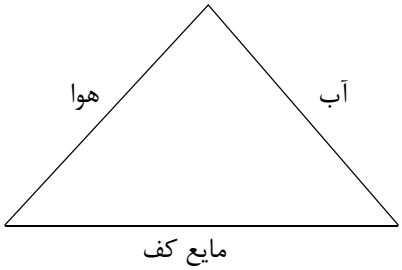
3-10-3. فشار مناسب

فشار پمپ در امر بازدهی کف بسیار مؤثر می‌باشد، اگر فشار از حد معین زیادتر شود سرعت عبور محلول کف در سرلوله زیاد خواهد گشت و هوایی کـه بـه دنبـال ایـن محلـول وارد تـا جذب آن شود فرصت آن را نخواهد داشت تا به‌طور کامل جذب محلول شده و تولید حبـاب نماید؛ در نتیجه محلول با هوای کمتری در فضا پرتاب می‌گـردد و انبسـاط حجمـی آن کـم می‌شود.

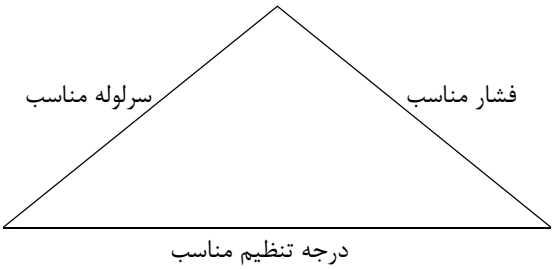
اگر فشار آب کمتر از حد معین باشد قدرت مکش هوا کم خواهد شد و در نتیجـه هـوای کمتری وارد سرلوله می‌گردد و باز انبساط حجمی کامل نخواهد بود. مقدار فشـار در تزریـق کننده‌ها یکی از مسائل بسیار مهم و قابل توجه می‌باشد که دربحث مربوطه بـه آن خـواهیم پرداخت.

جهت یادآوری متذکر می‌شویم که تشکیل کف به سه عامل بستگی دارد.

می‌توان سه عامل بالا را به صورت مثلثی به نام مثلث تشکیل حباب کف بیان نمود:



اگر به هنگام اطفاء حریق، اضلاع این مثلث با یکدیگر بـه میـزان صـحیح اخـتلاط پیـدا کنند از مایع کف موجود حداکثر استفاده را به عمل آورده‌ایم. به همـین سـبب در عملیـات کف‌رسانی باید جهت تشکیل یک مثلث صحیح سه عامل را مد نظر داشـته باشـیم کـه ایـن سه عامل را می‌توان به صورت مثلثی به نام مثلث استفاده از مـایع کـف بیـان نمـود. تغییـر هریک از این سه عامل باعث اختلالاتی در امر کف‌سازی می‌گردد.



3-10-4. محیط عملیات

یکی از مسائل کف‌رسانی که به آن توجه کمتری شده است محیط عملیات می‌باشد. میزان فشار هوا در نقاط مختلف زمین متفاوت است. فشار هوا در ارتفاعات از فشار هوا در سطح دریا و در محل‌های پست زمین کمتر می‌باشد؛ علت این تغییر فشار میزان تراکم هوا است. با افزایش ارتفاع از زمین، تراکم هوا کمتر و هر قدر به نقاط پست زمین نزول پیدا کنیم تراکم هوا بیشتر خواهد بود.

این میزان تراکم در عمل کف‌رسانی مؤثر است و می‌تواند در بعضی موارد اختلالاتی در امر کف‌رسانی به وجود آورد. می‌بایست در طراحی و ساخت و آزمایش سرلوله‌های کف‌ساز، محیط اتمسفری در نظر گرفته شود.

محیط اتمسفری به محیطی گفته می‌شود که فشار هوای موجود در آن 76 سانتی‌متر جیوه باشد. حتی می‌توان به جرأت بیان کرد که انبساط حجمی مقاومت حباب‌های هوای خشک و هوای مرطوب نیز تغییراتی پیدا می‌کند. در محیط عملیات به علت وجود گرما، هوا مرتباً در حال جابجا شدن می‌باشد. حال اگر در امر کف‌رسانی، سرلوله به محیط گرم نزدیک باشد هوایی که جذب سرلوله می‌گردد اشکالات زیر را به‌وجود می‌آورد:

الف) هوای گرم وارد سرلوله شده و با محلول کف تولید حباب می‌نماید، ولی به علت گرم بودن هوا باعث شکسته شدن تعدادی از حباب‌ها می‌گردد.

ب) هوای گرم رو به بالا حرکت می‌نماید، در واقع نیرویی آن را به سمت بالا می‌کشد (نیروی ضد جاذبه) و سرلوله کف‌ساز در این محیط نیرویی بر هوای موجود وارد می‌کند تا آن را به داخل سرلوله بکشاند و در نتیجه نیروی مکش سرلوله باید مقداری انرژی صرف نماید تا بر نیروی وارد بر هوای گرم غلبه کرده و سپس آن را به داخل سرلوله بکشاند، به همین سبب از قدرت مکش هوا کم می‌گردد.

البته برای رفع این اشکال در دور تا دور سرلوله کف‌ساز سوراخ‌های مکش هوا قرار داده‌اند تا در این محیط‌ها هوای گرم از سوراخ‌های زیرین به راحتی وارد سرلوله گردد، ولی این عمل جبران نقص ایجاد شده در سوراخ‌های بالا را ترمیم نمی‌کند. ناگفته نماند که بعضی از آتش‌نشانان به هنگام عملیات با سرلوله کف‌ساز دست خود را طوری قرار می‌دهند که بعضی از سوراخ‌های سرلوله کف‌ساز را مسدود می‌نمایند. این امر اختلالاتی در امر مکش هوا ایجاد می‌کند. بنابراین محیط در عملیات کف‌رسانی مهم بوده و در مدت زمان انجام آن مؤثر می‌باشد.

3-10-5. نوع آب مصرفی

نوع آبی که با مایع کف مخلوط می‌گردد در انبساط حجمی آن اثر دارد. مایع کف‌های ساخته شده فعلی با آب خالص بهترین بازدهی خود را دارند. بازدهی کف با آب شهری نسبتاً خوب بوده و تغییرات حاصل در کف، بسیار جزئی و قابل اغماض است. انبساط حجمی مایع کف با آب شهری به انبساط اسمی مایع کف، بسیار نزدیک می‌باشد. هرگونه املاحی که در آب حل گردد در انبساط حجمی و بعضی از مشخصات دیگر اثر می‌گذارد.

آب دریا که دارای مقداری نمک طعام (Nacl) است، چند نمونه از آب‌های دریا دارای PH=8/7 می‌باشند. به همین سبب استفاده از این آبها در PH مایع کف اثر گذاشته و آن را به سمت بازی شدن میل می‌دهد.

در این حالت مقداری از انبساط حجمی مایع کف کاسته می‌شود و در حباب‌ها یک حالت خورندگی ایجاد و حباب‌ها به سرعت از بین می‌روند. اگر میزان نمک در آب زیاد باشد از تولید حباب آن به قدری کاسته می‌شود که می‌توان گفت تولید حباب نمی‌نماید. مایع کف در آب شور (آب دریا) به کندی حل می‌گردد و سرعت حل شدن مایع کف در آب شور به میزان نمک در آن بستگی دارد و هر قدر این میزان بیشتر باشد مایع کف در این آب کندتر حل می‌گردد. در شهرهایی که دارای آب شور هستند این مشکل وجود دارد.

از جمله آب‌هایی که بر روی کف اثر می‌گذارند آب‌هایی هستند که دارای آهک (cao) می‌باشند. آب با آهک ترکیب شده، تولید هیدروکسید کلسیم می‌نمایند.

$$Cao + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

هیدروکسید کلسیم باز بوده و در نتیجه بر روی PH مایع کف اثر گذاشته، محیط کف را بازی می‌نماید.

اگر میزان آهک در این آب‌ها زیاد باشد مایع کف در آنها خوب حل نشده و حتی بعضی از مایع کف‌ها با آن ترکیب و تولید رسوب می‌نمایند. در این نوع آب‌ها نیز از انبساط حجمی مایع کف کاسته می‌گردد.

املاح موجود در آب بر روی مواد دیگر نیز اثر قابل توجهی دارند، مثلاً آب‌هایی که دارای مقدار نسبتاً زیادی کلسیم هستند برای طبخ مناسب نیستند، سبزیجات در آنها خوب پخته نمی‌شود، صابون کف نمی‌کند و تولید رسوب می‌نمایند.

املاح منیزیم نیز همین خاصیت را دارند، این نوع آب‌ها را آب‌های سخت گویند. PH آب باران حدود 6/5 می‌باشد، این مقدار در کف چندان اثر ندارد، زیرا PH مایع کف‌های فعلی در همین حدود می‌باشد. در هر 20 لیتر آب معمولی تقریباً یک سانتی متر مکعب آب سنگین وجود دارد. آب سنگین در 3/8 درجه منجمد و در 101/4 درجه می‌جوشد، حلالیت

املاح در این آب کمتر از آب معمولی است و قابلیت هدایت الکتریسیته محلول‌های آن قدری کمتر از آب معمولی است.

معمولاً در این رودخانه‌هایی که کارخانه‌های صنعتی فضولات و آب‌های مصرفی خود را در آن رها می‌کنند، آب سنگینی بیشتر از حد معمولی را داراست. بطورکلی هر املاحی که در آب وجود داشته باشد می‌تواند دربعضی از مشخصات فنی کف اثر نموده و آن را تغییر دهد. بعضی از اثرات قابل توجه و بعضی قابل اغماض می‌باشند.

3-11. نقطه انجماد مایع کف

همان‌طور که در بحث ویسکوزیته (چسبندگی) توضیح داده شد افزایش و کاهش دما می‌تواند در حرکت مایع اثر نماید. هر قدر دما پایین‌تر رود نیروی بیشتری لازم است تا مایع را به حرکت درآورد. اگر دما را پایین ببریم قبل از رسیدن به نقطه انجماد، در دمای معین مایع سیالیت خود را از دست می‌دهد و در لوله به سادگی جریان نمی‌یابد و اگر در ظرفی ریخته شود به شکل آن ظرف در نمی‌آید این دما را دمای حداقل کارآیی مایع گویند.

نقطه انجماد یک مایع دمایی است که در آن دما مایع منجمد شده و به صورت جامد در می‌آید. دمای انجماد یک مایع خالص، میزان مشخصی بوده و با تغییرات فشار تغییر می‌نماید. برای تعیین نقطه انجماد یک مایع آن را در فشار اتمسفری آزمایش می‌کنند. از گفته‌های بالا چنین نتیجه می‌گردد که حداقل کارایی یک مایع کف و نقطه انجماد آن در امر کف‌رسانی می‌تواند مساله مهم و قابل توجهی باشد.

در مکانی که دستگاه‌های ثابت کف‌ساز تعبیه شده و این دستگاه‌ها توسط لوله به منابع کف متصل هستند، پایین رفتن دما می‌تواند اثر مهمی را بر روی سرعت و زمان عملکرد مایع کف گذاشته و بعضی اوقات حتی باعث عدم کارکرد دستگاه گردد.

دمای انجماد مایع کف در سیستم‌های ثابت کف‌ساز بسیار مدنظر می‌باشد و جهت طراحی مکان نصب این دستگاه‌ها مورد توجه قرار دادن دمای محیط و دمای انجماد مایع کف از جمله مسائلی هستند که طراحان این رشته را به خود جلب می‌کنند.

از عواملی که نقطه انجماد یک مایع را تغییر می‌دهد ناخالصی‌های موجود در آن مایع می‌باشد. مثلاً با افزودن مقداری نمک طعام به آب معمولی می‌توان نقطه انجماد آن را چند درجه به زیر صفر تنزل داد. (مواد افزودنی به آب می‌تواند دمای انجماد آن را تغییر دهد).

افزودن ضد یخ به آب رادیاتور اتومبیل از جمله مواردی است که دمای انجماد آب را چند درجه زیر صفر پایین می‌برد. از خاصیت پایین آمدن نقطه انجماد، در تهیه مخلوط‌های سرمازا و ضد یخ استفاده می‌کنند، مثلاً با مخلوط کردن یخ و نمک طعام می‌توان دما را تا 21/3- درجه سانتی گراد پایین آورد.

پایین آوردن نقطه انجماد مایع کف امری است مهم و از نظر فنی مشکل، زیرا با افزودن مواد، جهت جلوگیری از انجماد آن، مشخصات فنی دیگر تغییر می‌نماید. مثلاً اگر به مایع کف مقداری نمک اضافه گردد از انبساط حجمی آن کاسته می‌شود، PH آن تغییر کرده و گاهی تولید رسوب می‌نماید و مقداری از محلولیت مایع کف را می‌کاهد. افزودن مواد دیگر مانند ضد یخ و موادی که نقطه انجماد را پایین می‌آورند تغییرات دیگری را نیز حاصل می‌نمایند.

نتیجه می‌گیریم افزودن هر نوع موادی که نقطه انجماد مایع کف را پایین ببرد کار صحیحی نبوده و باید طبق نقطه انجمادی که کارخانه سازنده برای مایع کف تعیین کرده، از آن استفاده گردد. بنابراین داشتن یک مایع کف با نقطه انجماد پایین‌تر در امر کف‌رسانی بسیار مفید می‌باشد.

مایع کف‌های فعلی ساخته شده بستگی به محل مصرف آن، دارای نقطه انجمادهای مختلف می‌باشند. مثلاً در سیبری گاهی اوقات دما تا 60 درجه سانتی‌گراد زیر صفر نیز

تنزل می‌نماید. بنابراین استفاده از مایع کف معمولی در این دما میسر نیست. در مناطق سردسیر باید از مایع کف‌هایی استفاده کرد که نقطه انجماد پایین‌تری دارند.

در کشور ما در مناطقی مانند کردستان و همدان گاهی دمای هوا به 30- درجه سانتی گراد هم می‌رسد؛ در نتیجه استفاده از مایع کف‌هایی که نقطه انجماد آنها 25- درجه سانتی گراد باشد مشکلاتی را در برخواهد داشت. یکی از روش‌های جلوگیری از یخ زدن مایع کف ایزوله کردن منبع های مایع کف می‌باشد، این عمل از یخ زدگی مایع کف جلوگیری می‌نماید.

آگاهی نقطه انجماد مایع کف برای یک انباردار امری ضروری است، زیرا با توجه به این مسأله نگهداری مایع کف در محیط مناسب آسان‌تر و بر عمر انبارداری مایع کف می‌افزاید. مایع کف‌هایی که دچار یخزدگی می‌گردند پس از دریافت حرارت دوباره به صورت مایع در می‌آیند، در این حالت مقداری از خواص خود را از دست می‌دهند و کمتر مایع کفی در دنیا یافت می‌شود که پس از اینکه از حالت یخزدگی خارج شد خاصیت اولیه خود را کاملاً حفظ کرده باشد. نقطه انجماد مایع کف‌های امروزی توسط مواد تشکیل‌دهنده آن تعیین می‌گردد و معمولاً کف های امروزی تا 25- درجه سانتیگراد قابل استفاده هستند.

3-12. درجه تبخیر مایع کف

اگر به آب گرما دهیم دمای آن بالا می‌رود و وقتی دمای آن به 100 درجه سانتیگراد در فشار یک اتمسفر برسد آب تبخیر می‌گردد و به صورت بخار آب درمی‌آید. یکی از عواملی که در تبخیر آب مؤثر می‌باشد فشار است. با تغییر فشار دمای تبخیر نیز تغییر می‌کند، با کم شدن فشار، درجه تبخیر پایین می‌آید و با زیاد شدن فشار، دمای تبخیر مایعات بالا می‌رود.

جهت بدست آوردن درجه تبخیر مایعات، آنها را در فشار اتمسفر قرار می‌دهند. یکی از راه‌های تغییر مایعات، ناخالصی‌ها هستند. مثلاً با افزودن مقداری نمک طعام می‌توان درجه تبخیر آب را تغییر داد. حباب‌های کف وقتی محیطی را می‌پوشانند در اثر حرارت محیط مقداری از آب داخل آن تبخیر شده و باعث از بین رفتن حباب‌ها می‌گردد.

دمای تبخیر آب موجود در داخل حباب‌های کف به محلولیت مایع کف و حلالیت نوع آب مصرفی بستگی دارد. اگر حلالیت آب و محلولیت مایع کف کم باشد مقاومت حباب‌ها در برابر حرارت کم خواهد شد، زیرا مایع کف به خوبی در آب حل نشده و یک حالت مخلوط‌مانند به خود می‌گیرند که این موضوع باعث می‌گردد که آب موجود به بخار تبدیل شده و مایع کف به صورت پودری شکل درآید.

ولی اگر حلالیت آب و محلولیت مایع کف زیاد باشد مقاومت حباب‌های کف را در برابر حرارت زیاد می‌نماید و تا حد زیادی از تبخیر شدن آب جلوگیری به عمل می‌آید. درجه تبخیر مایع کف هر قدر بالاتر باشد آن مایع کف مرغوبتر است.

درجه تبخیر مایع کف در امر کف‌رسانی قابل توجه بوده و در محاسبات سیستم‌های ثابت می‌تواند جایی را برای خود اشغال نماید.

انبار کردن مایع کف در محیطی که دمای آن بالا باشد می‌تواند مشکلاتی را برای یک انباردار ایجاد نماید. آگاهی از درجه تبخیر مایع کف این امکان را فراهم می‌آورد تا دمای محیط را جهت ذخیره سازی و نگهداری آن مناسب انتخاب نمود.

3-13. مقاومت در برابر حرارت

تمام مواد موجود در روی کره خاکی در برابر حرارت تغییر شکل داده و ممکن است خواص اولیه خود را از دست بدهند و یا خواص تازه‌ای بدست بیاورند.

به‌طورکلی مواد به دو صورت تغییر می‌کنند: الف) تغییرات فیزیکی ب) تغییرات شیمیایی.

الف) تغییرات فیزیکی: تغییراتی که ماهیت ماده تغییر نکرده و تغییر در شکل ظاهری آن می‌باشد، مثل H_2O که به سه صورت جامد – مایع و گاز در دماهای مختلف ایجاد می‌گردد.

ب) تغییرات شیمیایی: تغییراتی که ماهیت ماده تغییر می‌کند و بعد از تغییر ایجاد شده، دیگر ماده اولیه را نخواهیم داشت، مثل سوختن یک کاغذ که بعد از سوختن دیگر ماهیت کاغذ تغییر کرده است.

تبخیر آب درون حباب‌های کف و یا تبخیر آب مایع، یک تغییر فیزیکی می‌باشد و تغییر حباب‌های کف در مقابل تجزیه شدن در حرارت یک تغییر شیمیایی محسوب می‌گردد. هر قدر مایع کف در مقابل این تغییرات مقاوم‌تر باشد مرغوب‌تر است. تغییرات شیمیایی شکل ظاهری مایع کف را تغییر می‌دهند.

3-14. قدرت جذب آب

وقتی آب درون حباب‌های کف تبخیر می‌شود مایع کف به صورت پودری شکل درمی‌آید، اما قبل از اینکه به این مرحله برسد محلول آب و مایع کف از یکدیگر جدا می‌شوند که زمان جدا شدن آن بستگی به قدرت جذب بین ملکول‌های آب و مایع کف دارد. هر قدر قدرت جاذبه بین ملکولی آب و مایع کف بیشتر باشد قدرت این پیوستگی بیشتر است و مایع کف در مقابل جدایش آب مقاومت می‌کند و اگر مقاومت بین مولکول‌ها کم باشد جدایش آب آن صورت می‌گیرد.

از عواملی که موجب جداشدن آب و مایع کف می‌گردد حرارت می‌باشد؛ این حالت به مواد تشکیل دهنده مایع کف بستگی دارد که در مایع کف‌های مختلف فرق می‌کند.

مایع کف‌ها بسته به نوع مواد تشکیل دهنده، قدرت جدایش آب آنها متفاوت است و مقاومت مایع کف در برابر حرارت از روی مواد تشکیل دهنده آن تعیین می‌گردد.

هر مایع کفی که قدرت جذب آب آن بیشتر بوده و از جدایش آب جلوگیری نماید مرغوب‌تر است. یکی ازمشخصات ظاهری قدرت جذب آب یک مایع کف از روی هماهنگی بین حباب‌های آن نمایان می‌گردد.

هر مایعی که جاذبه بین مولکول‌های آن با آب زیاد باشد حباب‌های آب یکنواخت‌تر می‌گردند. مایع کف‌هایی که جدایش آب حباب‌های آن زیاد است دارای حباب‌های ناهماهنگی می‌شوند. حباب‌های هماهنگ در حرکت کف اثر گذاشته و باعث می‌گردد که حرکت حباب‌ها بر روی سطح مورد نظر یکنواخت شود؛ ولی اگر حباب‌ها ناهماهنگ باشند حرکت یکنواخت نبوده و کنترل زمان و محاسبه آن از دست طراحان خارج می‌گردد و یا در این صورت باید ضریب افت حرکت روی سطح در نظر گرفته شود.

3-15. رسوب گذاری مایع کف

رسوب گذاری می‌تواند به سه طریق انجام شود:

الف) ماده به صورت ذرات معلق در داخل مایع موجود است و مایع قابلیت حلالیت روی ذرات را ندارد و در نتیجه بعد از مدتی مواد در ته ظرف ته‌نشین می‌گردد (مواد حل نشدنی).

ب) اضافه کردن ماده بعد از درجه اشباع محلول که به صورت رسوب در ته ظرف قرار خواهند گرفت.

پ) رسوب گذاری بر اثر واکنش‌های شیمیایی انجام می‌گیرد مانند:

$$Agcl + NaNo \rightarrow AgNo_3 + Nacl$$

مایع کف از مواد گوناگون تشکیل شده و افزودن هر ماده‌ای جهت بالا بردن یک مشخصه فنی آن بکار رفته است. مثلاً جهت بالا بردن قدرت اطفایی یک مایع کف به آن فلورین اضافه می‌کنند.

بعضی از موادی که به مایع کف اضافه می‌کنند تا یک مشخصه فنی را بالا ببرند، در آب نامحلول بوده و به صورت مخلوط معلق در مایع کف غوطه‌ور هستند. این مواد به مرور زمان ته نشین شده و تولید رسوب می‌نمایند.

هم زدن این نوع رسوب جهت بازگشت به حال اول مشروط به اینکه مایع کف با هوا تماس پیدا نکند بی‌ضرر است. این عمل باید به هنگام مصرف مایع کف صورت گیرد. معمولاً همه مایع کف‌های پروتئینی از این طریق رسوب می‌گذارند و بستگی به نوع مایع کف میزان آنها با یکدیگر تفاوت دارد. مایع کف‌هایی که مدت زیادی طول بکشد و رسوب کمتری داشته باشند مرغوب‌تر هستند.

حالت دوم را بررسی می‌کنیم پودر مایع کف در مقدار معینی آب حل می‌گردد و اگر پودر مایع کف را بیشتر از حد معین در آب بریزیم پودر اضافی رسوب خواهد کرد. البته شاید به نظر رسد که این نوع رسوب‌گذاری در مایع کف هرگز اتفاق نیافتد، زیرا برای کارخانه سازنده نیز مقرون به صرفه نخواهد بود.

همان‌طور که می‌دانیم درجه حرارت روی حل شدن اثر گذاشته و در دمای بالاتر حلالیت بهتر انجام می‌شود و برعکس در دمای پایین، ماده در زمان طولانی‌تری حل می‌گردد.

پودر مایع کف در آب با دمای معین حل شده است، اگر دمای محیط از میزان تعیین شده کمتر گردد مقداری از پودر مایع کف به صورت رسوب در خواهد آمد. در مشخصه‌های

فنی مایع کف در مورد دمای محیط نگهداری مایع کف به آن اشاره می‌گردد که چه باید کرد تا از رسوب‌گذاری تا حد زیادی جلوگیری به عمل آید. اگر دمای محیط را به‌قدری بالا ببریم که باعث تبخیر مقداری از آب داخل مایع کف گردد این عمل به رسیدن به نقطه اشباع کمک خواهد نمود.

در مورد رسوب‌گذاری با انجام واکنش‌های شیمیایی، می‌توان وقتی دو مایع کف با یکدیگر مخلوط (محلول) شده باشند را نام برد.

اگر دو مایع کف که دارای PH مختلف هستند (یکی PH بالا «مایع حالت بازی دارد» و دیگری PH پایین «مایع حالت اسیدی دارد») با یکدیگر مخلوط شوند تولید رسوب خواهند کرد.

ترکیب مایع کف با اکسیژن هوا نیز ایجاد رسوب می‌نماید، همچنین نوع آب مصرفی نیز می‌تواند در ایجاد رسوب مایع کف مؤثر باشد، اغلب مایع کف‌ها در آب‌های سخت (آب‌هایی که دارای مقدار نسبتاً زیادی کلسیم و منیزیم می‌باشند) به خوبی کف نمی‌کنند وتولید رسوب می‌نمایند.

نور خورشید باعث تجزیه مایع کف و در نهایت رسوب می‌گردد.

3-16. قدرت خاموش‌کنندگی و پوشانندگی مایع کف

شاید این مشخصه فنی قابل توجه‌ترین مشخصه مایع کف باشد، ولی تنها به آن نمی‌توان اکتفا کرد. قدرت خاموش‌کنندگی یک مایع کف به مواد تشکیل دهنده موجود در آن بستگی دارد. در مایع کف‌های پروتئینی، معمولاً فلورین را جهت بالا بردن قدرت اطفایی به آن اضافه می‌کنند و هر قدر فلورین آن زیادتر باشد قدرت اطفایی آن بیشتر خواهد بود، اما آیا می‌توان فلورین بیش از حد به مایع کف اضافه نمود؟

افزایش فلورین در مایع کف باعث کاهش عدد PH آن می‌گردد (یعنی مایع اسیدی می‌شود) و قدرت خورندگی مایع کف را زیاد می‌نماید، اکثر منبع‌های مایع کف که دچار خورندگی می‌شوند علت آن وجود فلورین زیاد در آنها می‌باشد.

بنابراین با افزودن قدرت خاموش‌کنندگی یک مایع کف، ممکن است مشکلات و اثرات منفی دیگر در مایع کف به‌وجود آید، به همین علت قدرت خاموش‌کنندگی مایع کف‌ها محدود می‌گردد.

هر مایع کفی در مدت کوتاه‌تری و با مصرف کمتر بتواند حریق را خاموش کند بهتر است، مشروط بر اینکه اثرات نامطلوب برروی وسایل نداشته باشد.

3-17. عدم جذب مواد سوختنی

مایع کف باید در برابر حل شدن در مواد سوختنی مقاومت نماید، مقاومت هر قدر بیشتر باشد بهتر است. این مشخصه فنی مایع کف باعث می‌گردد که بتواند روی مواد دوام بیشتری داشته باشد. مقاومت مایع کف در برابر حل شدن در مواد سوختنی به مواد تشکیل دهنده مایع کف بستگی دارد. عدم جذب مواد سوختنی در کاربردهای زیر سطحی، بسیار مؤثر و مفید می‌باشد.

3-18. کاربرد زیر سطحی

مخزن در حال اشتعالی را در نظر بگیرید، بعضی از مایع کف‌ها قادرند پس از محلول شدن در آب از قسمت زیر مخزن مایع در حال اشتعال وارد، خود را به سطح مایع رسانیده و باعث اطفاء حریق گردند؛ این عمل را اصطلاحاً خاصیت کاربرد زیر سطحی گویند.

مایع کف‌های معمولی در الکل‌ها حل می‌گردند. برای خاموش کردن این نوع مایعات سوختنی باید از مایع کف‌های مخصوص استفاده نمود.

3-19. میزان پرتاب کف

قابلیت پرتاب یک کف بسته به نوع مایع کف و سرلوله مورد مصرف متفاوت می‌باشد. معمولاً مایع کف‌های سینتاتیکی چندان قابل پرتاب نیستند، زیرا دارای انبساط حجمی زیادی می‌باشند. در حریق‌ها و محیط‌های بزرگ و محیط‌های گرم در اثر گرمای زیاد و یا در محیط‌های خطرناک که احتمال ریزش سقف وجود دارد و نزدیک شدن به محل دشوار است، جهت عملیات با کف‌های سینتاتیکی از کانال‌های پارچه‌ای (یا پلاستیکی) استفاده می‌گردد.

کف‌های پروتئینی قابل پرتاب بوده و بستگی به نوع سرلوله مورد مصرف می‌توان آنهارا به مسافت‌های مختلف پرتاب کرد. به علت محدود بودن فشار پرتاب کف و محدود بودن میزان حرکت کف در فضا، پرتاب کف از حد معین تجاوز نمی‌نماید (حدود پرتاب کف برای کف‌های سینتاتیکی 0/1 متر و برای کف‌های پروتئینی تا حدود 30 متر می‌رسد). قابلیت پرتاب کف هر قدر بیشتر باشد بهتر است.

قابلیت استفاده و تولید کف با سرلوله‌های مختلف مانند سرلوله‌های کف‌ساز معمولی (سرلوله کف‌ساز پرتابل) – سرلوله کف‌ساز ثابت (مانیتور) و اسپرینکلرهای کف‌ساز (سرلوله-های کف‌ساز اتوماتیک) می‌تواند یکی از مزایا و برتری‌های کف باشد.

مایع کف‌های فعلی معمولاً دارای یک چنین خاصیتی هستند، اما کارآیی هر مایع کف بسته به نوع مواد تشکیل دهنده آن متفاوت می‌باشد. به‌طورکلی هر مایع کفی که قادر باشد

با تمام سرلوله‌های کف‌ساز بازدهی نزدیک‌تری به بازدهی اسمی خود داشته باشد مرغوب‌تر است.

خلاصه

مشخصات فنی مایع کف شامل موارد زیادی از جمله نام مایع کف، مواد تشکیل‌دهنده مایع کف و درصد مایع کف می‌باشد. درصد مایع کف به هنگام عملیات اطفایی میزان استفاده از کف را به صورت دقیق برای ما مشخص می‌نماید. سیالیت مایع کف، رنگ آن، بوی آن و وزن مخصوص از دیگر مشخصه‌های مهم مایع کف است. PH کف به معنای توان هیدروژنی، میزان اسیدی یا بازی بودن کف را مشخص می‌کند. انبساط حجمی کف نیز از مشخصه‌های مهم کف از نظر کاربرد آن است. درجه تبخیر مقاومت در برابر حرارت، قدرت جذب آب، قدرت خاموش‌کنندگی، میزان پرتاب، کاربرد زیرسطحی و عدم جذب مواد سوختی نیز از مشخصه‌هایی هستند که به هنگام استفاده دارای اهمیت می‌باشند. نقطه انجماد و رسوب گذاری مایع کف نیز در هنگام نگهداری و انبارداری آن بسیار مهم است.

آزمون

1- نام مایع کف AFFF به چه معناست؟

2- تغییرات دراختلاط درصد آب و کف چه مشکلاتی پدید می‌آورد؟

3- PH مایع کف به چه معنایی است و چه کمکی به ما می‌نماید؟

4- انبساط حجمی کف به چه عواملی بستگی دارد؟

فصل چهارم

تجهیزات و وسایل کف‌ساز

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر است:

1. سر لوله‌های کف‌ساز
2. تزریق کننده‌ها

تجهیزات کف و کف‌سازها بطورکلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

سرلوله‌های کف‌ساز [1] و تزریق کننده‌ها (تناسب سازها)

4-1. سرلوله‌های کف‌ساز (نازل‌های کف‌ساز)

سرلوله‌های کف‌ساز در انواع و اقسام مختلف ساخته و مورد مصرف قرار می‌گیرند. تنوع سرلوله‌های کف‌ساز به منظور اطفاء حریق مختلف می‌باشد.

هر روزه جهت دستیابی به یک سرلوله کف‌ساز ایده‌آل، آزمایش‌های فراوانی در سطح دنیا صورت می‌گیرد، ولی تاکنون تمام مشکلات موجود در این نوع وسایل مرتفع نشده است.

سرلوله‌های کف‌ساز را به‌طورکلی می‌توان این‌گونه تعبیر کرد: تمام سرلوله‌هایی که محلی برای مکش هوا داشته باشند و یا هر سرلوله‌ای که بتواند تشکیل مثلث کف را بنماید سرلوله کف‌ساز محسوب می‌گردد. سرلوله‌های کف‌ساز را می‌توان از نظر نوع مایع کف مورد استفاده به سه دسته کلی تقسیم کرد:

الف) سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف کم توسعه

ب) سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه

پ) سرلوله کف‌ساز مایع کف پرتوسعه

---

[1]. ر.ج: جزوه کف و کف‌سازها، غفوری، صفحه 45 الی 52 - جوهری، صفحه 46 الی 55

الف – سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف کم توسعه:

این نوع سرلوله‌ها معمولاً با طول بلند و قطر کوچک تهیه می‌گردند. میزان بازدهی، میزان فشار لازم و میزان انبساط حجمی حباب کف برای این نوع سرلوله بر روی بدنه آنها روی برچسب نوشته شده است که به این موارد، سه مشخصه فنی سرلوله کف‌ساز گفته می‌شود.

محل مکش هوا بر روی این سرلوله‌ها طوری تنظیم شده که پس از اختلاط سه عامل آب، مایع کف و هوا، بهترین نوع حباب‌ها را به محل مورد نظر پرتاب کند. طول لوله به اندازه‌ای انتخاب شده است که هوا فرصت اختلاط با محصول کف را داشته باشد. در زیر شکل سرلوله کف‌ساز مایع کف کم توسعه را مشاهده می‌نمایید.

جدول شماره 4-1: مشخصات سه نوع سرلوله کف‌ساز کم‌توسعه S آلمانی

کف‌ساز	بازدهی	خروجی (سرلوله)	فشار مناسب	میزان پرتاب	انبساط
S2	2m3 /min	200L/min	5Bar	23M	1-15
S4	6m3 /min	400L/min	5Bar	23M	1-15
S8	12m3 /min	800L/min	5Bar	35M	1-15

جدول شماره 4-2: مشخصات سه نوع سرلوله کف‌ساز کم توسعه انگلیسی

سرلوله کفساز	خروجی	فشار مناسب	میزان پرتاب	وزن
F،225/H درصورت‌استفاده از اینداکتور بین مسیر 225 SH /225. F	187 L/min 230 L/min 265 L/min	3/5 بار 5/3 بار 7 بار	12 متر 17 متر 20 متر	2Kg
450/Hدرصورت‌استفاده از اینداکتور بین مسیر 450 SH /450. F	220 L/min 390 L/min 450 L/min	3/5 بار 5/3 بار 7 بار	15 متر 18 متر 21 متر	2/5Kg
F،900/H درصورت‌استفاده از اینداکتور بین مسیر 900 SH /900. F	724 L/min 891 L/min 1024 L/min	3/5 بار 5/3 بار 7 بار	18 متر 21 متر 24 متر	4/5Kg

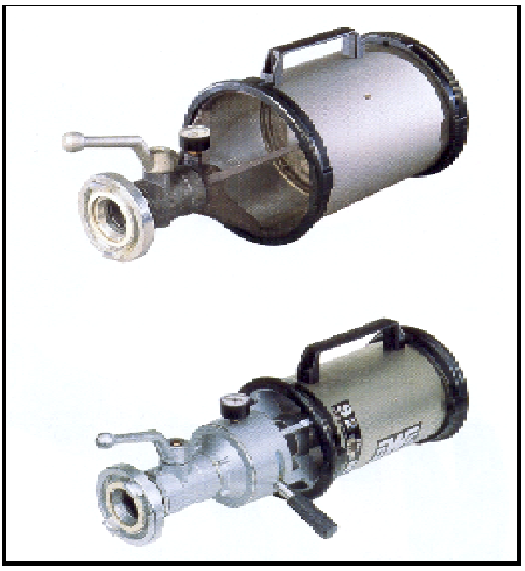
شکل شماره 4-1: سرلوله کف‌ساز مایع کف کم توسعه

ب) سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه:

این نوع سرلوله‌ها معمولاً با طول کم و قطر بزرگ ساخته می‌شوند.

بازدهی و میزان فشار لازم برای این نوع سرلوله‌ها بر روی بدنه آنها حک شده است. محل مکش هوا در این نوع سرلوله‌ها نسبت به سرلوله‌های مایع کف کم توسعه بزرگ‌تر می‌باشد؛ به همین علت قادرند توسعه حجمی بیشتری را تولید نمایند. البته این توسعه حجمی در مایع کف حد معینی دارد و میزان مکش هوا بر همین مبنا تعیین شده است.

در شکل زیر سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه را می‌توان مشاهده نمود.



شکل شماره 4-2: سر لوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه

جدول شماره 4-3، مشخصات سه نوع سرلوله کف میان توسعه M آلمانی

سرلوله کف‌ساز	بازدهی	خروجی	فشار مناسب	میزان پرتاب	نسبت انبساط
M2	15 M^3/min	200L/min	2/5 بار	4 متر	1-75
M4	30 M^3/min	400L/min	2/5 بار	4 متر	1-75
M8	40 M^3/min	800L/min	2/5 بار	4 متر	1-50

جدول شماره 4-4: مشخصات دو نوع سرلوله کف‌ساز میان توسعه انگلیسی

	بازدهی	خروجی (سرلوله)	فشار مناسب	پرتاب	وزن
ME × 225	11M^3 /Min	225L/min	2/5 بار	7m	3/25Kg
ME × 450	19/5M^3 /Min	450L/min	2/5 بار	8m	5/50Kg

پ – سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف پر توسعه

توربکس (ساخت کارخانه انگوس)

توربکس سرلوله کف‌ساز مایع کف پر توسعه می‌باشد که به خاطر شکل و عملکرد خاص مورد توجه است؛ با مقداری آگاهی از سیستم آن می‌توان به سادگی این دستگاه پی برد.

مشخصات توربکس:

الف) بدنه اصلی (مکعبی شکل از جنس فایبر گلاس).

ب) دو عدد کوپلینگ (کوپلینگ ورودی و کوپلینگ خروجی).

پ) دو عدد دستگیره (جهت حمل و نقل).

ت) درجه فشارسنج (جهت نشان دادن میزان فشار ورودی آب).

ث) چهار عدد شیر (دو عدد شیر نازل‌ها در طرفین و یک عدد شیر خروجی آب که در راستای فشارسنج و یک عدد شیر تخلیه آب توربین، که در زیر پوسته توربین قرار دارد).

ج) چهار عدد نازل (جهت پاشیدن محلول کف).

چ) پروانه (جهت مکش هوا و دمیدن آن داخل محلول کف و در مواقع لزوم جهت تخلیه دود بکار می‌رود).

ح) دو عدد توری (یک توری فلزی جهت حفاظت پروانه و یک توری نایلوی مخصوص، جهت باز کردن محلول کف به منظور وارد شدن هوا به داخل آن).

خ) لوله مکش (طول آن حدود 150 سانتی‌متر جهت مکش مایع کف).

د) جدول (جهت محاسبه حجم حباب‌ها در فشارهای مختلف).

ذ) دو عدد تزریق کننده (جهت مکش مایع کف از منبع مایع کف).

ر) یک عدد توربین (جهت به گردش درآوردن پروانه، نیروی گردش توربین توسط فشار آب تأمین می‌گردد).

ز) صافی ورودی آب (جهت جلوگیری از ورود اجسام ناخالصی‌های آب به داخل دستگاه).

س) وزن دستگاه حدود 55 کیلوگرم و حداکثر قدرت مکش مایع کف با توجه به شرایط جوی حدود 150 سانتی‌متر.

ش) تعدادی لوله‌های فلزی و لاستیکی جهت اتصالات

ص) دو عدد پایه

جدول شماره 4-5: مشخصات عملکرد توربکس در شرایط مختلف

انبساط حجمی	حباب کف تولیدی برحسب متر مکعب در دقیقه	آب مصرفی جهت اختلاط با مایع کف	مقدار آبی که از شیر برگشت عبور می‌نماید	مقدار آب ورودی برحسب گالن و لیتر در دقیقه	فشار ورودی آب برحسب بار
1 به 800	88 متر مکعب	24 گالن 110 لیتر	14 گالن 60 لیتر	38 گالن 170 لیتر	4 بار
1 به 1000	133 متر مکعب	29 گالن 130 لیتر	17 گالن 75 لیتر	46 گالن 205 لیتر	6 بار
1 به 1100	155 متر مکعب	31 گالن 140 لیتر	18/5 گالن 85 لیتر	50 گالن 225 لیتر	7 بار
1 به 1200	178 متر مکعب	33 گالن 150 لیتر	19/5 گالن 90 لیتر	52 گالن 240 لیتر	8 بار
1 به 1200	200 متر مکعب	37 گالن 170 لیتر	21/5 گالن 95 لیتر	59 گالن 265 لیتر	10 بار
1 به 500	80 متر مکعب	35 گالن 160 لیتر		35 گالن 160 لیتر	4 بار
1 به 590	113 متر مکعب	42 گالن 190 لیتر		42 گالن 190 لیتر	6 بار
1 به 640	133 متر مکعب	46 گالن 210 لیتر		46 گالن 210 لیتر	7 بار
1 به 690	152 مترمکعب	49گالن 220 لیتر		49 گالن 220 لیتر	8بار
1 به 760	190مترمکعب	55گالن250لیتر		55گالن 250لیتر	10بار

سیستم‌های توربکس

الف. کوپلینگ ورودی و خروجی: کوپلینک ورودی جهت ورود آب به داخل دستگاه و کوپلینگ خروجی جهت خروج آب از دستگاه به کار می‌رود. راه تشخیص این دو کوپلینگ از یکدیگر بسیار ساده می‌باشد، کوپلینگ ورودی را از دو چیز می‌توان تشخیص داد، اولی درجه فشارسنج که در بالای کوپلینگ قرار دارد و دومی لوله مکنده مایع کف که در زیر کوپلینگ جای می‌گیرد، ولی فشارسنج نشانه اصلی می‌باشد.

ب. شیر نازل‌ها:همان‌طور که قبلاً گفته شد توربکس دارای چهار نازل می‌باشد که دو تا در سمت راست و دوتای دیگر در سمت چپ دستگاه قرار دارند؛ شیری که در سمت راست

دستگاه نصب شده است جهت باز و بسته کردن دو نازل سمت راست و شیری که سمت چپ دستگاه نصب شده است جهت باز و بسته کردن دو نازل سمت چپ به کار می‌رود.

پ. شیر خروجی:این شیر دارای دو حالت است:

الف) حالت بسته

ب) حالت باز

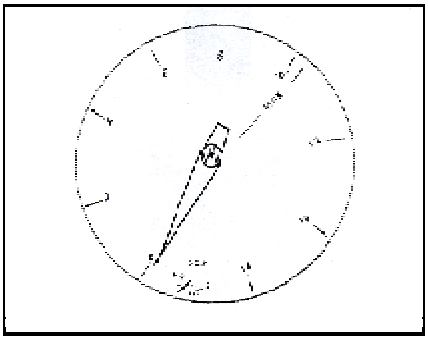
الف) حالت بسته: وقتی این شیر بسته باشد مقدار ثابتی آب در فشار معینی از لوله ورودی وارد شده و مقدار معینی مایع کف به داخل دستگاه مکیده می‌شود و پروانه دور معینی می-زند، یعنی مقدار معینی هوا به داخل محلول کف می‌دمد. در این حالت حباب‌ها ریز و کم حجم، ولی مقاوم می‌باشند. در موقع عملکرد در این حالت مقداری آب از زیر حباب‌ها جاری می‌شود.

ب) حالت باز: وقتی شیر خروجی باز است مقداری آب از کوپلینگ خروجی خارج می‌گردد و در نتیجه اختلاطی که در بالا ذکر شد به هم می‌خورد و اختلاط تازه‌ای به وجود می‌آید، یعنی مقداری از آب آن کم می‌گردد، در نتیجه این عمل، الاستیسیته کف زیاد شده و حباب‌ها درشت‌تر و پرحجم‌تر می‌گردند، ولی از مقاومت آنها کاسته می‌شود.

تذکر: نسبت فشار و حجم حباب‌ها در دو حالت فوق در جداولی که بعداً توضیح داده خواهد شد بیان می‌گردد.

ت. شیر تخلیه: این شیر جهت تخلیه آب داخل محفظه توربین بکار می‌رود که این عمل را در زمستان‌ها جهت جلوگیری از یخزدگی و ترکیدن پوسته توربین انجام می‌دهند.

ث. فشارسنج:فشارسنج جهت نشان دادن فشار آب ورودی در قسمت بالای کوپلینگ ورودی تعبیه و این فشار از 0 تا 16 بار درجه‌بندی شده است؛ فشار مناسب برای این نوع توربکس در روی آن مشخص شده است که حدود 10 بار می‌باشد.



شکل شماره 4-3: فشارسنج نصب شده روی توربکس

بر روی توربکس جدولی نوشته شده است که نسبت فشار و حجم حباب‌های ایجاد شده را نشان می‌دهد. جدول زیر مختص همین توربکس می‌باشد.

FOAM OUT PUT / MIN	METRES / FEET			
BY - PASS CONTROL	WATER PRESSURE (BARS)			
	4	6	8	10
CLOSED	80 / 2800	113 / 4000	152 / 5400	190 / 6700
OPEN	88 / 3100	133 / 4700	178 / 6300	200 / 7000

همانطور که ملاحظه می‌کنید این جدول دارای دو ردیف است، ردیف بالا شیرخروجی در حالت بسته (closed) و ردیف پایین، شیر خروجی در حالت باز (open) .

حالت بسته (closed): وقتی شیر خروجی بسته باشد آب از لوله خروجی خارج نمی‌شود و باید از ردیف بالای جدول جهت محاسبه استفاده نمود. روش محاسبه با جدول بسیار ساده می‌باشد. فشار آب را توسط پمپ تنظیم می‌کنیم، مثلاً فشار را به 4 بار می‌رسانیم و از روی

جدول مشخص می‌گردد که حجم حباب‌های کف 80 متر مکعب در دقیقه یا 2800 فوت مکعب در دقیقه است.

حالت باز (open) : وقتی شیر خروجی باز باشد مقداری آب از کوپلینگ خروجی خارج می‌گردد، در نتیجه جهت محاسبه حجم حباب‌های کف باید از ردیف پایین جدول استفاده نمود. در این حالت نیز اگر فشار را روی 4 بار تنظیم کنیم حجم حباب‌های ایجاد شده در این فشار 88 مترمکعب در دقیقه یا 3100 فوت مکعب در دقیقه می‌باشد.

اگر حالت باز و بسته را با یکدیگر مقایسه کنیم ملاحظه می‌شود که مقدار حجم حباب‌های ایجاد شده در دو حالت متفاوت است. در حالت بسته بودن (شیر خروجی) مقدار حجم حباب‌های کف کم‌تر از حالت دوم است.

یادآوری مهم: همیشه به هنگام استفاده از جدول باید به دو نکته توجه کرد:

الف) فشار آب ورودی

ب) بسته یا باز بودن شیر خروجی

در جدول فوق حجم حباب‌ها برحسب دو واحد بیان شده است یکی مترمکعب (m^3) و دیگری فوت مکعب ft^3 ؛ در کشور ما از سیستم متریک استفاده می‌شود.

تزریق کننده: توربکس دارای دو عدد تزریق کننده می‌باشد. این دو تزریق کننده دارای مشخصات فنی و شکل ظاهری یکسان هستند. این تزریق کننده‌ها فاقد درجه تنظیم می‌باشند و در مسیر آب ورودی قرار دارند. هریک از تزریق کننده‌ها برای دو نازل بکار می‌رود. احتمالاً به دلیل ظرافت این تزریق کننده‌ها آنها را دو تا انتخاب نموده‌اند تا بتوانند مکش مفید را انجام دهند.

توربین: آب وارد شده به دستگاه توسط یک لوله فلزی وارد توربین می‌گردد و با فشاری که دارد آن را به گردش درمی‌آورد. گردش توربین توسط یک میله رابط به پروانه منتقل می-

گردد و گردش پروانه باعث مکش هوا و دمیدن آن میان محلول کف می‌شود. این عمل تولید حباب می‌نماید.

طرز کار دستگاه توربکس

توربکس دو عمل انجام می‌دهد

الف- تولید کف

ب- تخلیه دود

شکل شماره 4-4: دستگاه توربکس

الف) تولید کف: جهت پر کردن حجم محیطی، توربکس کف مورد نیاز را تولید می‌نماید. ابتدا توربکس را رو به محیط قرار می‌دهیم، به‌طوری که جهت نازل رو به محل مورد نظر باشد. از کوپلینگ ورودی، آب را به داخل دستگاه رها می‌کنیم. لوله مکنده مایع کف را داخل منبع مایع کف قرار می‌دهیم. فشار آب ورودی را تنظیم می‌نماییم. آب از لوله ورودی وارد دستگاه شده که مقداری از آن به توربین رفته و مقداری وارد تزریق کننده‌ها می‌گردد. هنگام عبور آب از تزریق کننده‌ها، در لوله مکنده مایع کف خلاء ایجاد شده و مایع کف به داخل دستگاه مکیده می‌شود.

آب و مایع کف با یکدیگر مخلوط شده و از نازل‌ها به بیرون پاشیده می‌شود (شیر نازل‌ها باید باز باشد)، محلول کف پس از خروج از نازل‌ها و برخورد با توری نایلونی، هوای مکیده شده توسط پروانه جذب آن می‌گردد و تولید حباب می‌نماید. یادآور می‌شویم که بسته به دمای محیط شیر خروجی می‌تواند باز و یا بسته باشد؛ پس در حالت فوق، شیر نازل‌ها باز – شیر خروجی باز یا بسته – شیر تخلیه بسته است.

ب) تخلیه دود: در بعضی از حریق‌هایی که در محیط بسته انجام می‌گیرد گاهی اتفاق می‌افتد که نیاز به تخلیه دود یا گازهای دیگر می‌باشد. برای این عمل می‌توان از توربکس استفاده نمود. بدین ترتیب که توربکس را پشت به محل مورد نظر قرار می‌دهیم به طوری که روی نازل پشت به محل مزبور باشد. از کوپلینگ ورودی، آب وارد دستگاه شده، باعث گردش پروانه می‌گردد و گردش پروانه تولید مکش نموده و دود را از محیط تخلیه می‌کند. در این حالت شیر نازل‌ها باید بسته باشد. در حالت تخلیه دود، وضعیت شیرها به صورت زیر می‌باشد، شیر نازل‌ها بسته - شیر خروجی باز – شیر تخلیه بسته. در این حالت توربکس، عمل یک نوع توربین مکش را انجام می‌دهد.

به این طریق تهویه روش فشارمنفی گفته می‌شود. البته می‌توان توربکس را رو به محل دودگرفته، قرار داده و به طریق فشار مثبت عملیات راندن دود از محل را انجام داد. کانالی جهت انتقال کف و یا تخلیه دود وجود دارد که طول آن 7/6 متر است و می‌توان از آن استفاده نمود. حداکثر مقدار تخلیه دود توسط توربکس 285 مترمکعب در دقیقه با فشار 7بار ورودی آب است.

4-2. دستگاه‌های تزریق کننده مایع کف[1]

در آتش نشانی جهت تولید حباب کف مکانیکی وسایل زیر به کار گرفته می‌شود:

الف) پمپ آتش‌نشانی (یا آب تحت فشار) جهت ایجاد انرژی لازم در آب

ب) لوله برای انتقال آب یا محلول کف به محل مورد نظر

پ) دستگاهی برای مخلوط کردن مایع کف و آب با درصد مناسب

ت) وسیله‌ای جهت تزریق هوا به درون محلول کف و پرتاب حباب کف حاصله

مخلوط کردن مایع کف و آب در آتش‌نشانی اکثراً به وسیله دستگاهی که تناسب‌ساز (تزریق کننده، مخلوط کن یا ایندااکتور) نامیده می‌شود انجام می‌گیرد.

4-2-1. تعریف تناسب‌ساز (ایندااکتور، تزریق کننده، مخلوط کن)

دستگاهی است که به وسیله آن مایع کف و آب به میزان مناسب (با توجه به درصد مایع کف) با هم مخلوط می‌گردند.

4-2-2. انواع ایندااکتور: سه نوع ایندااکتور از نظر محل استقرار در خط لوله کف‌رسانی به شرح ذیل وجود دارد:

4-2-2-1. تزریق کننده‌های بین مسیر

4-2-2-2. تزریق کننده‌های جوار پمپی

4-2-2-3. تزریق کننده‌های جوار سرلوله‌ای

---

[1]. ر.ج: جزوه کف و کف‌سازها، غفوری، صفحه 52 الی 63 – جوهری صفحه 36 الی 43

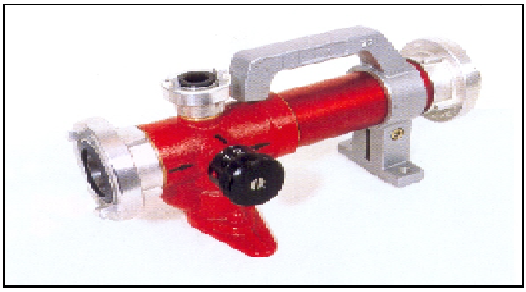
4-2-2-1. تزریق کننده‌های بین مسیر[1]

شرح عملکرد: حباب کف مکانیکی از مایع کف، آب و هوا تشکیل می‌شود. تزریق‌کننده‌های بین مسیر، بین لوله خروجی آب از پمپ (یا آب تحت فشار) قرار می‌گیرد. آب پس از گذشتن از صافی وارد افشانک ورودی (مخروطی شکل) شده در آنجا در اثر باریک شدن مجرا، انرژی فشاری آب تبدیل به انرژی سرعتی می‌گردد و آب با سرعت زیاد وارد مخلوط‌کن شیپوری شکل می‌شود. مابین ورودی افشانک و مخلوط‌کن شیپوری شکل محفظه مکش وجود دارد که مسیر آن به بیرون هدایت شده و محل ورود مایع کف به داخل تزریق کننده می‌باشد. به هنگام عبور آب با سرعت زیاد (بصورت جت) ازمجاورت این محفظه، سرعت جت، ایجاد خلاء نموده (قانون ونچوری) و موجب می‌شود که هوای داخل این محفظه و مسیر لوله متصله برای کشیدن مایع کف، تخلیه گشته و متعاقباً فشار جو موجود بر روی سطح مایع کف موجب وارد شدن مایع کف از طریق لوله متصله می‌گردد. البته پس از عبور از شیر یک‌طرفه در مجرای مکش کف، که در پشت سرقفل تعبیه شده است (که توسط گوی پلاستیکی این عمل انجام می‌گیرد). پس از گذشتن از دستگاه تنظیم، به داخل محفظه مکش و مخلوط‌کن شیپوری شکل شده و در آنجا مایع کف و آب با هم مخلوط می‌گردند و از خروجی تزریق کننده به شکل محلول کف خارج گشته و به سرلوله کف‌ساز انتقال می‌یابد. تناسب اختلاط مایع کف و آب با توجه به درصد مایع کف مورد استفاده، به وسیله یک دگمه‌گردان که از 0 تا 7 درجه‌بندی شده قابل تنظیم می‌باشد (در بعضی از انواع آن).

افت فشار بین تزریق کننده و همچنین اختلاف ارتفاع باعث کاهش قدرت مکش می‌شود. یک گذرگاه فرعی همراه با سوپاپ خودکار که در پایه تزریق کننده قالب‌ریزی شده تا

[1]. INLINE INDUCTOR

حدودی کاهش قدرت مکش را جبران می‌نماید. بسته به شرایط عملیات و مقدار مواد، افت فشار در این نوع تزریق کننده‌های بین مسیر در حدود 32 تا 38 درصد است.



شکل شماره 4-5: یک نوع اینداکتور بین مسیر

ب) طراحی فنی: تزریق کننده‌های بین مسیر از موادی ساخته شده‌اند که در مقابل مایع کف مقاوم‌اند، مثلاً یک نوع از آنها بدنه از برنج قرمز، افشانک ورودی و لوله از برنج، اتصالات از آلیاژ آلومینیوم، سطح خارجی بدنه از پلی استر پوشیده شده است. دستگاه تنظیم با مقیاس درصد مایع کف 0-1-2-3-4-5-6-7 به راحتی از بالا قابل خواندن است. وجود دو پایه باعث می‌شود که اینداکتور سرجایش محکم قرار گیرد. روی بدنه اینداکتورهای بین مسیر این علایم دیده می‌شود. حرف z که از کلمه‌ای آلمانی زومیسشر[1] به معنای اینداکتور می‌باشد و اعداد 2، 4 یا 8 نیز بیانگر راندمان اسمی تزریق‌کننده می‌باشند، به‌طوری که «شماره‌های حک شده» × 100 = جریان اسمی (محلول کف) در دقیقه یعنی 200-400 یا 800 لیتر در دقیقه که با سرلوله‌های کف‌ساز که مشابه همین شماره‌ها بر روی آنها نوشته شده، هماهنگی و رابطه مستقیم دارد.

کار کردن چندین سرلوله با یک تزریق کننده بین مسیر امکان‌پذیر می‌باشد؛ بدین منظور مجموع جریان اسمی سرلوله‌ها باید مطابق و مساوی با شماره حک شده بر روی

[1]. ZUMISCHER

تزریق کننده باشد. در ذیل اطلاعات فنی سه نوع ایندکتور Z2 ,Z4 , Z8 آلمانی ارائه می‌گردد.

البته مورد ذکر شده فوق جهت ایندکتورهای انگلیسی که بازدهی را بر مبنای گالن بر دقیقه در نظر می‌گیرند نیز ذکر شده است.

جدول شماره 4-5:

ایندکتور	بازدهی (لیتر در دقیقه)	وزن بدون کوپلینگ	بازدهی(گالن در دقیقه)	فشار مناسب (بار)	فشارمناسب (پوند بر اینچ مربع)
Z2	225 L/M	۶ ۱/۲ Kg	50GPM	7بار	103Psi
Z4	450 L/M	۶ ۱/۲ Kg	100GPM	7بار	103Psi
Z8	900 L/M	۱۰ ۱/۲ Kg	200GPM	7بار	103Psi

مشخصات یک نوع تزریق کننده با بازدهی 200 لیتر در دقیقه

الف) ظرفیت این تزریق کننده (lit/min) 200 لیتر در دقیقه می‌باشد.

ب) فشار مناسب 5 بار است (فشار را می‌توان تا 16 بار بالا برد).

پ) قدرت مکش 3 الی 9 فوت می‌باشد (90 تا 270 سانتی متر).

ت) سه عدد کوپلینگ دارد (کوپلینگ ورودی – کوپلینگ خروجی و کوپلینگ مکش).

ث) صافی جهت جلوگیری از ورود ناخالصی و مواد زائد به داخل دستگاه می‌باشد.

ج) مکنده مایع کف که جهت مکش مایع بکار می‌رود (این قسمت شامل ساچمه و شیپوری می‌گردد).

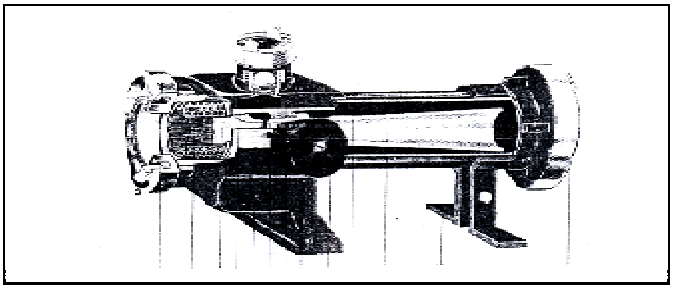
چ) لوله اصلی که طول آن حدود 35 سانتی‌متر می‌باشد.

ح) وزن دستگاه 6/5 کیلوگرم می‌باشد.

خ) دو عدد پایه که به لوله اصلی متصل و موازی و به‌طور افقی می‌باشند.

د) درجه تنظیم که در جای خود شرح داده می‌شود.

آب از کوپلینگ ورودی با فشار تعیین شده وارد لوله اصلی می‌گردد و با عبور از لوله اصلی در لوله مکش ایجاد خلاء می‌نماید. خلاء ایجاد شده باعث می‌شود که مایع کف از داخل منبع کف مکیده و با آب مخلوط گردد.



شکل شماره 4-6: نمای داخلی اینداکتور بین مسیر

سپس آب و مایع کف و مایع مخلوط شده (محلول کف) از کوپلینگ خروجی خارج می‌شوند. یکی از مسائل مهم که باید در هنگام کار کردن با تزریق کننده به آن توجه کرد درجه تنظیم می‌باشد.

درجه تنظیم: در روی دستگاه تزریق کننده شیر مدرجی وجود دارد که آن را شیر درجه تنظیم می‌گویند. تقسیمات روی شیر درجه تنظیم هشت قسمت می‌باشد که از شماره صفر تا هفت هم جهت عقربه‌های ساعت شماره‌گذاری شده است. این شماره‌ها نمایانگر درصد مایع کف هستند، بدین معنا که وقتی مایع کف مورد مصرف 3% باشد باید درجه تنظیم را روی عدد 3 قرار دهیم و یا وقتی مایع کف مورد مصرف 4% باشد درجه

تنظیم را باید روی عدد 4 قرار دهیم. بنابراین درجه این نوع تزریق کننده‌ها بسیار ساده و هر شماره نمایانگر درصد مایع کف می‌باشد.

4-2-2-2. تزریق کننده‌های کنار سرلوله‌ای (جوار سرلوله‌ای)

این نوع تزریق کننده‌ها در کنار سرلوله تعبیه شده‌اند. مجموع سرلوله و تزریق کننده به نام ژنراتور کف موسوم می‌باشد. تزریق کننده این دستگاه بسیار ساده و فاقد درجه تنظیم است. سرلوله ژنراتور کف علاوه بر اینکه در تولید حباب مؤثر می‌باشند عمل لوله اصلی در تزریق کننده‌های بین مسیر را نیز انجام می‌دهد، زیرا با عبور آب از داخل سرلوله در لوله مکش ایجاد خلاء نموده و مایع کف از داخل منبع مکیده می‌شود. به دلیل نداشتن درجه تنظیم، این تزریق کننده‌ها برای درصد معینی بکار می‌رود. عملیات با ژنراتور کف محدود بوده و چندان نمی‌توان با این سرلوله‌ها در محیط حرکت کرد.

4-2-2-3. تزریق کننده جوار پمپی

در کنار پمپ‌های آتش نشانی، تزریق کننده جوار پمپی تعبیه می‌گردد. بطور مثال درپمپ‌های R-165 , R-280 تزریق کننده (R.V.M.80) تعبیه شده است.

سیستم کار این تزریق کننده‌ها شبیه تزریق کننده‌های بین مسیر می‌باشد با این تفاوت که اگر از منبع مایع کف که در خودرو تعبیه شده است استفاده گردد ورود مایع کف به داخل تزریق کننده بر اثر اختلاف سطح میان منبع و تزریق کننده صورت می‌گیرد، ولی اگر از منبع‌های زمینی استفاده گردد در این صورت دقیقاً مانند تزریق کننده‌های بین مسیر عمل می‌نماید. یکی ازمسائل مهم در این نوع تزریق کننده‌ها درجه تنظیم آنها می‌باشد.

همان‌طور که در جدول زیر ملاحظه می‌کنید درجه تنظیم این نوع تزریق کننده‌ها در دو ردیف تقسیم‌بندی شده است. الف: ردیف 2/5% ب: ردیف 5%

%2/5	2	4	8	16		
%5		2	4	8	12	16

به‌طور اصولی در این نوع تزریق کننده‌ها فقط می‌توان منابع کف‌های 2/5 درصد و 5 درصد را مورد استفاده قرار داد. البته مأموران با تجربه قادرند مایع کف‌های با درصدهای مختلف را با این نوع تزریق کننده‌ها استفاده نمایند. ولی این عمل استاندارد نبوده و نمی‌تواند چندان دقیق باشد.

خلاصه

تجهیزات و وسایل کف‌رسانی یا کف‌ساز به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: سرلوله‌های کف‌ساز و تناسب سازها یا تزریق کننده‌ها

سرلوله‌های کف‌ساز از نظر نوع مایع کف مورد استفاده و میزان انبساط حجمی آنها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف کم توسعه
- سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف میان توسعه
- سرلوله‌های کف‌ساز مایع کف پرتوسعه

سرلوله‌های کف کم‌توسعه جهت استفاده در آتش سوزی‌هایی که نیاز به پرتاب کف از راه دورتر است مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی سرلوله‌های میان توسعه و پرتوسعه پرتاب چندانی ندارند لیکن توسعه حجمی بیشتری را ایجاد می‌نمایند.

توربکس یک نوع سرلوله کف‌ساز پرتوسعه محسوب می‌گردد. توربکس علاوه بر تولید کف پرتوسعه، جهت عمل تخلیه دود در آتش سوزی‌ها کاربرد دارد.

تناسب‌ساز یا تزریق کننده دستگاهی است در آن مایع کف و آب به میزان مناسب مخلوط و به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف) تناسب‌ساز بین مسیر

ب) تناسب‌ساز جوار پمپی

پ) تناسب‌ساز جوار سرلوله‌ای

تناسب‌سازها یک نوع پمپ اجکتوری محسوب می‌گردند و براساس قانون ونچوری کار می‌کنند.

آزمون

1- تفاوت سرلوله‌های کف‌ساز مایع کم توسعه با سرلوله‌های کف‌ساز میان توسعه در چیست؟

2- توربکس چه استفاده‌هایی در عملیات اطفاء حریق دارد؟

3- طرز کار اینداکتور یا تناسب‌ساز را شرح دهید.

4- چرا در تزریق کننده‌های جوار سرلوله‌ای عملیات محدود است؟

فصل پنجم

عملیات کف‌رسانی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر است:

1. چگونگی پاشش کف بر مایعات در حال اشتعال
2. طرز کار با اینداکتور جوار پمپی
3. اثر مایع کف بر مواد دیگر

1-5. نحوه پاشش حباب کف بر روی مایعات در حال اشتعال[1]

تمامی حباب‌های کف وقتی بالاترین قدرت خود را اعمال می‌نمایند که به ملایمت برروی حریق پاشیده شوند. هر چند در اغلب حریق‌ها به علت حرارت بالا، اجباراً حباب کف را از فاصله دور به وسیله سرلوله‌های کف‌ساز کم توسعه و یا مانیتور که قدرت پرتاب دارند به محل حریق هدایت می‌شوند. این عمل باعث می‌گردد تا حباب کف به‌صورت یک باریکه پرفشار با سطح مایع در حال اشتعال برخورد نماید و باعث مخلوط شدن حباب کف و سوخت گردد.

این مخلوط شدن باعث کاهش عملکرد تمامی کف‌ها می‌شود، خصوصاً در مواردی که مایعات مخرب حباب کف در این ترکیب دخیل باشد. ضمن اینکه اگر حباب کف را با فشار و سرعت برروی مایعات در حال اشتعال بپاشیم باعث می‌شود مقداری از مایع در حال اشتعال به اطراف مخزن پاشیده شده و حریق گسترده گردد.

برای جلوگیری از مخلوط شدن حباب کف و سوخت (که باعث کاهش قدرت حباب کف می‌شود)، از روش‌های ذیل می‌توان استفاده نمود. بهترین روش از طریق بازتاب می‌باشد، به طوری که جریان حباب کف را به بدنه ظرف پاشیده، که پس از برخورد حباب‌های کف به صورت آرام روی سطح مایع در حال اشتعال حرکت کرده و حریق را خاموش نماید و یا پاشش حباب‌های کف به نقطه‌ای خارج از سطح مایع در حال اشتعال که پس از برخورد، فشار حباب‌های کف کاهش یافته و به شکل ملایم روی سطح مایع در حال اشتعال حرکت نماید.

موارد زیر را به هنگام استفاده و کاربرد حباب‌های کف در نظر داشته باشید:

---

[1]. ر.ج: جزوه کف و کف‌سازها، غفوری، ص 65 و 66

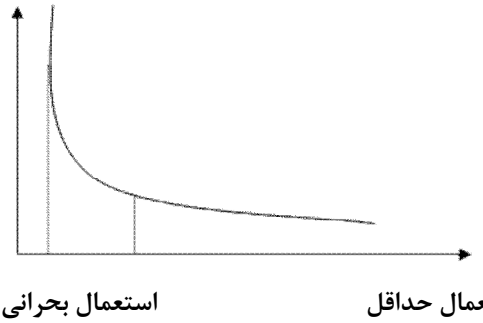
1-1-5. هر چه کف به آرامی استعمال شود به همان میزان اطفاء سریع‌تر انجام می‌گیرد و مقدار کمتری مایع کف لازم خواهد بود.

2-1-5. اطفاء موفق به‌وسیله حباب کف بستگی به مقدار مصرف آن دارد. مقدار مصرف برحسب مقدار معینی از محلول کف بر واحد سطح در هر دقیقه بیان می‌شود.

افزایش مقدار مصرف حباب کف از حداقل توصیه شده، زمان معمول برای اطفاء را کاهش می‌دهد. اگر مقادیر مصرف به کمتر از میزان حداقل توصیه شده برسد زمان اطفاء طولانی‌تر و احتمالاً اطفاء صورت نگیرد. اگر مقدار مصرف باز هم کاهش یابد طوری که مقدار کف از دست رفته به‌وسیله حرارت با کف استعمال شده برابر و یا بیشتر از آن باشد آتش تحت کنترل درنخواهد آمد و اطفاء صورت نخواهد گرفت.

3-1-5. «مقدار استعمال بحرانی»[1] حداقل مقداری است که حباب کف در تحت شرایط به خصوصی حریق را خاموش می‌کند.

4-1-5. «مقدار استعمال حداقل»[2] بر طبق آزمایش‌های انجام شده، مقداری است که از نظر سرعت مهار آتش و مقدار کف استعمال شده، عملی‌ترین حالت ممکن می‌باشد.



نمودا شماره 5-1: زمان استعمال کف بر روی حریق

[1]. (Critical rate)
[2]. (Minimum application rate)

5-1-5. در حالت کلی اگر چنانچه کف‌ها با آب دمای پایین‌تر تولید شوند از پایداری بیشتری برخوردار می‌گردند. دمای ارجح بین 1/7 درجه سانتی‌گراد تا 26/7 درجه سانتی-گراد می‌باشد. برای این منظور از آب معمولی و آب دریا می‌توان استفاده کرد. موادی مانند پاک کننده‌ها، مواد روغنی و یا بعضی مواد خورنده به کیفیت حباب کف تولید شده آسیب می‌رسانند.

6-1-5. فشار توصیه شده همواره باید زیر نظر باشد. کیفیت حباب کف در نتیجه کاهش و افزایش از این محدوده آسیب می‌بیند.

7-1-5. برخی حباب کف‌ها در نتیجه تماس با بعضی از گازهای متصاعده از دیگر خاموش کننده‌ها شدیداً آسیب می‌بینند، همان‌طوری که بخارات حاصله از تجزیه مواد پلاستیک موجب از بین رفتن حباب کف می‌گردد. این خاموش‌کننده‌ها نباید همزمان با کف‌ها بکار برده شود.

8-1-5. محلول کف رسانا بوده و نباید برای وسایل الکتریکی بکار برده شود.

2-5. نحوه بکارگیری تزریق کننده بین مسیر در کف‌رسانی

1-2-5. لوله‌ای هم قطر با ورودی تزریق کننده از پمپ یا منبع آب تحت فشار کشیده و به ورودی اینداکتور وصل کنید.

2-2-5. یک ظرف حاوی مایع کف کنار تزریق کننده قرار داده و لوله مکش تزریق کننده را داخل ظرف کف نمایید.

3-2-5. لوله‌ای به کوپلینگ خروجی و سر دیگر لوله را به سر لوله کف‌ساز متناسب با بازدهی تزریق کننده وصل نمایید.

4-2-5. درجه تنظیم تزریق کننده را طبق درصد مایع کف تنظیم کنید.

5-2-5. شیر منبع تحت فشار یا پمپ را باز نمایید.

6-2-5. فشار را تنظیم کرده و عملیات کف‌رسانی را انجام دهید.

پس از پایان عملیات به جای ظرف مایع کف، ظرف آب قرار داده و کلیه وسایل کف‌ساز را شستشو دهید.

طریقه محاسبه مصرف مایع کف و آب در اینداکتورهای بین مسیر

ضریب اختلاط اب و مایع کف = 100 ÷ بازدهی تزریق کننده در دقیقه

لیتر مقدار مصرفی مایع کف در دقیقه = ضریب اختلاط × درصد مایع کف

لیتر مقدار مصرفی آب در دقیقه = ضریب اختلاط × درصد آب

مثال: با تزریق کننده بین مسیر که بازدهی‌اش 200 لیتر در دقیقه است، عملیات می‌نماییم. مایع کف مورد مصرف 3% می‌باشد. مقدار مصرفی آب و مایع کف در دقیقه چقدر است.

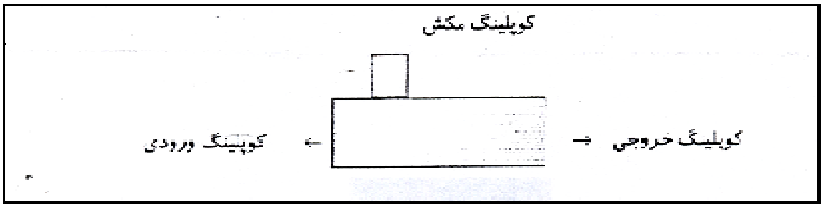
- ضریب اختلاط آب و مایع کف — 200 ÷ 100 = 2
- لیتر کف مصرفی در دقیقه — 3×2=6
- لیتر آب مصرفی در دقیقه — 97 × 2 = 194

یکی از مسائل مهم که در عمل به آن برخورد می‌نماییم این است که می‌خواهیم به محل حریق کف بپاشیم و دستگاه تزریق کننده مایع کف را نمی‌مکد، علت این امر ممکن است یکی از اشکالات زیر باشد:

7-2-5. لوله ورودی آب را اشتباهاً به کوپلینگ خروجی وصل کرده باشیم.

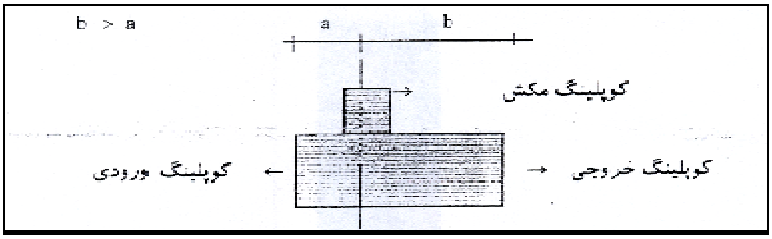
کوپلینگ ورودی آب را می‌توان از روی سه نشانه تشخیص داد:

الف) در روی تزریق کننده فلشی که جهت مسیر آب را نشان می‌دهد نمایان است.



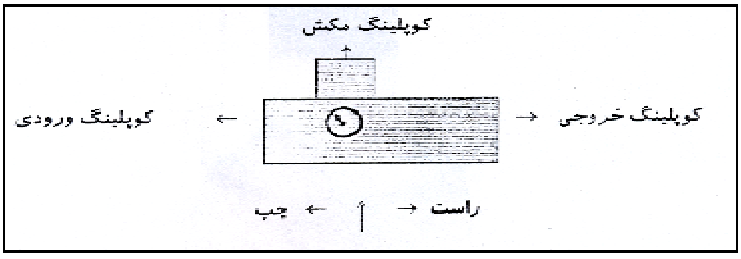
شکل شماره 5-2:

ب) فاصله کوپلینگ ورودی آب و کوپلینگ مکش کمتر از فاصله کوپلینگ خروجی و کوپلینگ مکش می‌باشد.



شکل شماره 5-3:

ج) هرگاه دستگاه را طوری قرار دهیم که درجه تنظیم رو به ما باشد، کوپلینگ ورودی آب در سمت چپ و کوپلینگ خروجی در سمت راست بدن قرار دارد.



شکل شماره 5-4:

8-2-5. درجه تنظیم بسته باشد، گاهی اوقات آتش‌نشان‌ها بر اثر هیجانی که دستخوش آن می‌شوند و یا بر اثر سهل‌انگاری، درجه تنظیم را فراموش می‌نمایند و این امر باعث می‌گردد که وقتی درجه روی صفر قرار دارد مایع کف مکیده نشود.

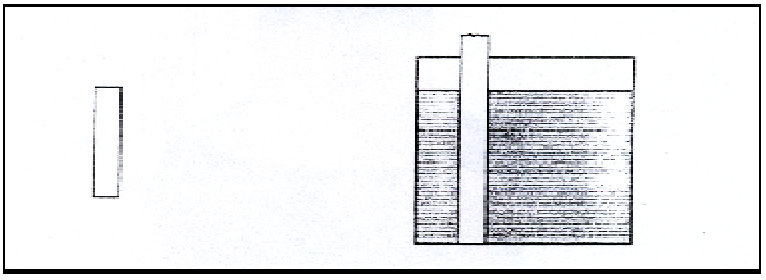
9-2-5. لوله مکش‌مایع کف به مایع منبع کف نرسیده باشد، شتاب‌زدگی و یا بی‌توجهی مأمورین باعث این امر می‌گردد.

10-2-5. لوله مکش گرفته باشد، این مساله در اثر شستشو ندادن لوله مکش پس از هر عملیاتی اتفاق می‌افتد.

11-2-5. ته منبع مایع کف رسوب گرفته باشد و لوله مکش داخل رسوب فرو رفته باشد این موضوع بیشتر در مایع کف‌های پروتئینی اتفاق می‌افتد.

12-2-5. بر اثر سوراخ شدن لوله مکش و یا بر اثر افتادن واشر کوپلینگ مکش، لوله مکش، هوا بکشد.

13-2-5. انتهای لوله مکش صاف باشد و به ته ظرف چسبیده باشد.



شکل شماره 5-5: لوله مکش به ته منبع مایع کف چسبیده است

گاهی در اثر مرور زمان و کار زیاد این لوله‌ها آسیب دیده و سوراخ می‌شوند. افراد بی اطلاع جهت استفاده از آنها قسمت سوراخ شده را قطع می‌کنند و اگر ته آن را صاف ببرند مشکل زیر حاصل می‌شود، یعنی لوله به هنگام مکش به ته ظرف می‌چسبد و دیگر قادر به مکش نیست. بنابراین انتهای لوله مکش باید طوری باشد که به ته ظرف مایع کف نچسبد.

14-2-5. ساچمه مکنده مایع کف در اثر رسوبات حاصل از مایع کف بزرگ شده و در محل خود قادر به حرکت نباشد، شستشوی دستگاه با آب تمیز پس از هر عملیاتی از وقوع چنین پیشامدی جلوگیری به عمل می‌آورد.

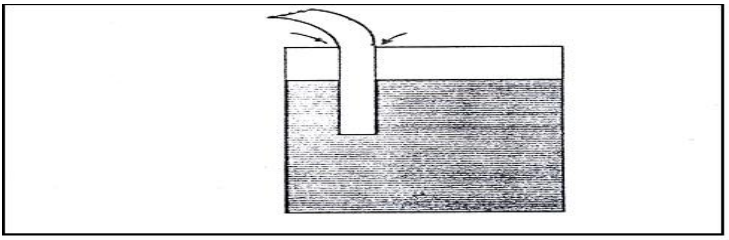
15-2-5. شیپوری داخل دستگاه از جای خود حرکت کرده باشد، در اثر ضربه دیدن تزریق کننده و افتادن از بلندی و غیره، ممکن است شیپوری از جای خود حرکت نماید.

16-2-5. آب از داخل دستگاه عبور نمی‌کند، ممکن است بر اثر وارد شدن شن و مواد زائد، صافی دستگاه دچار گرفتگی شده باشد، یا اگر آب عبور می‌نماید فشار آن به قدری کم است که قادر به مکش مایع کف نمی‌باشد، در این حالت فشار پمپ مشکل را مرتفع می‌سازد.

17-2-5. بازدهی سرلوله کمتر از بازدهی تزریق کننده باشد، وقتی بازدهی تزریق کننده 200lit/min باشد اجباراً باید بازدهی سرلوله مکانیزم 200lit/min گردد و اگر اشتباهاً سرلوله‌ای را مورد استفاده قرار دهیم که مثلاً 150 lit/min بازدهی داشته باشد تمام محلولی که از تزریق کننده عبور می‌نماید قادر به خارج شدن ازسرلوله نیست و این امر موجب می‌گردد که مقداری از محلول برگشت نماید. محلول برگشتی توسط ساچمه، محل ورود مایع کف را مسدود می‌نماید (افت شدید در لوله ایجاد شده و باعث بالا رفتن ساچمه و مسدود شدن مسیر ورود کف می‌گردد).

18-2-5. فشار هوا روی مایع کف کمتر از حد معین باشد، این امر در ارتفاعات بیشتر رخ می‌دهد، زیرا در ارتفاعات تراکم هوا کم بوده و در نتیجه فشاری که باید مایع کف را از لوله مکش بالا ببرد کم خواهد بود.

این امر ممکن است به صورت دیگری نیز رخ دهد، به این ترتیب که قطر درب منبع مایع کف به حدی کم باشد که هوای لازم جهت بالا بردن مایع کف در لوله مکش نتواند وارد منبع گردد.



شکل 5-6: مسدود بودن درب منبع به‌وسیله لوله مکش کف

5-3. طرز کار با اینداکتور جوار پمپی (RVM80)

هنگامی که از مایع کف 2/5% استفاده می‌شود با توجه به بازدهی سرلوله کف‌ساز از ردیف بالای جدول استفاده می‌گردد، به طوری که درجه تنظیم روی عدد 2 قرار گیرد. بازدهی سرلوله باید 200 لیتر در دقیقه و به همین ترتیب جهت اعداد 4، 8 و 12 باشد و هنگام استفاده از مایع کف 5% از ردیف پایین جدول با توجه به بازدهی سرلوله کف‌ساز استفاده می‌گردد.

بازدهی سرلوله کف‌ساز در دقیقه = 100 × شماره درجه تنظیم

محاسبه میزان مصرف مایع کف و آب در دقیقه در اینداکتورهای جوار پمپی (RVM80)

مقدار لیتر مصرف مایع کف در دقیقه = شماره درجه تنظیم × درصد مایع کف

مقدار لیتر مصرف آب در دقیقه = شماره درجه تنظیم × درصد آب

مثال: در حریقی با مایع کف 5% عملیات کف‌رسانی داریم، درجه تنظیم را روی عدد 8 قرار می‌دهیم. بازدهی سرلوله و میزان مصرف آب و مایع کف را محاسبه کنید.

(لیتر در دقیقه) بازدهی سرلوله $8 \times 100 = 800$

(لیتر مقدار مصرف کف در دقیقه) $5 \times 8 = 40$

(لیتر مقدار مصرف آب در دقیقه) $95 \times 8 = 760$

5-3-1. ایندااکتور جوار پمپی نوع گودآیوا

این نوع ایندااکتور بر مبنای لیتر در دقیقه درجه‌بندی شده و به شرح ذیل است:

15 30 45 60 90 105 120

با توجه به اینکه کف مورد مصرف 6% می‌باشد هریک از درجات، سرلوله کف‌ساز مناسب خود را نیاز دارد، مثلاً در ردیف 15، سرلوله 150 لیتری، ردیف 30، سرلوله 500 لیتری، ردیف 60، سرلوله 1000 لیتری و ردیف 120 که مخصوص مانیتور 2000 لیتری می‌باشد. که با توجه به موجود نبودن این نوع سرلوله کف‌ساز و با توجه به درصد کف مورد مصرف می‌توانیم با سرلوله‌های موجود، کف مورد نیاز را تنظیم نماییم، اما این روش نمی‌تواند دقیق باشد.

همچنین مقدار آبدهی سرلوله‌ها و تزریق کننده‌های بین مسیر ساخت انگلستان با نوع آلمانی آنها به شرح ذیل مقداری متفاوت هستند:

جدول شماره 5-1:

ایندااکتور	بازدهی	وزن بدون کوپلینگ
Z2	225L/min	6/5kg → 50GPM
Z4	450L/min	6/5kg → 100GPM
Z8	900L/min	10/5kg → 200GPM

5-4. نحوه عملیات با تزریق کننده جوار پمپی:

5-4-1. لوله‌ای از خروجی پمپ به محل حریق می‌کشیم.

5-4-2. سرلوله مناسب را به لوله وصل می‌نماییم.

5-4-3. شیر مربوطه آب را باز نموده، تا آب وارد لوله گردد.

4-4-5. شیر مایع کف را باز نموده تا مایع کف به داخل پمپ جریان یابد، این شیر ممکن است از هر نوعی باشد، فقط باید قادر به کنترل جریان مایع کف بوده و بتوان به راحتی از آن استفاده نمود.

5-4-5. شیر تنظیم را روی عدد مناسب قرار می‌دهیم.

6-4-5. فشار لوله را با سرلوله تنظیم می‌نماییم (با توجه به افت فشار در لوله).

7-4-5. سرلوله را به سمت حریق گرفته و عملیات می‌نماییم.

8-4-5. در هنگام عملیات مناسب‌ترین محیط را انتخاب می‌کنیم.

عملیات فوق در صورتی انجام می‌گیرد که بخواهیم از منبع مایع کف موجود در ماشین استفاده نماییم، ولی اگر بخواهیم از منبع‌های در سطح زمین استفاده نماییم نحوه عملیات به شکل زیر می‌باشد:

9-4-5. لوله‌ای از خروجی پمپ به محل حریق می‌کشیم.

10-4-5. سرلوله مناسب حریق را به لوله وصل می‌کنیم.

11-4-5. شیر مربوطه آب را باز نموده تا آب وارد لوله گردد.

12-4-5. لوله مکش مایع کف را به کوبلینگ مکش وصل می‌کنیم.

13-4-5. لوله مکش را داخل منبع مایع کف قرار می‌دهیم.

14-4-5. شیر مسیر ورود آب به تزریق کننده را باز می‌کنیم.

16-4-5. فشار مناسب با سرلوله را تنظیم می‌نماییم.

17-4-5. سرلوله را به سمت حریق گرفته و عملیات را انجام می‌نماییم.

تذکر: در تمامی مراحل کف‌رسانی، شیر فشارشکن پمپ باید بسته باشد تا از مخلوط شدن کف وآب در مخزن اصلی پمپ جلوگیری گردد.

5-5. اثر مایع کف روی مواد دیگر

مایع کف مورد مصرف علاوه بر اینکه باید قدرت خاموش کنندگی و پوشانندگی زیادی داشته باشند پس از استفاده در وسایل تولید کف و وسایلی که روی آنها پاشیده می‌شود باید اثر سوء نداشته باشد. همان‌طور که در بحث PH به آن اشاره خواهد شد اثر کف بر روی مواد مربوط به PH آن می‌گردد که در توضیح مشخصات فنی به آن اشاره می‌شود.

به‌طورکلی اثر مایع کف بر روی مواد هر چه کمتر باشد مایع کف مرغوب‌تر است و این موضوع زمانی تحقق پیدا خواهد کرد که PH آن به عدد هفت نزدیک‌تر باشد. اثر کف‌ها بر روی محیط بسته با توجه به خاصیت تجزیه‌پذیری آنها متفاوت می‌باشند و هر کفی که خاصیت تجزیه‌پذیری زیادی داشته باشند اثرات نامطلوب کمتری را بر محیط خواهد داشت.

به‌طورکلی باید از پاشیدن کف بر روی گیاهان و درختان خودداری نمود. در رودخانه‌ها و مکان‌هایی که حیوانات آبزی زندگی می‌کنند از آلوده کردن آب باید اجتناب کرد. آشامیدن آب‌هایی که آلوده به مایع کف هستند برای انسان و حیوان مضر خواهد بود.

پاشیدن کف بر روی البسه و پارچه به مرور باعث پوسیدگی آنها می‌گردد. پاشیدن کف به اعضای حساس بدن مانند چشم و گوش و دهان می‌تواند مشکلاتی به وجود آورد، به همین سبب به هنگام وقوع چنین حوادثی باید فوراً اعضای آلوده را با آب تمیز شستشو داد.

خلاصه

در بکارگیری تزریق کننده‌ها در این مسیر باید دقت کافی به عمل آید تا از تجهیزات مناسب مانند شیلنگ با قطر مناسب (هم قطر با ورودی تزریق کننده) استفاده نمود و درجه تنظیم آن نیز مطابق درصد کف تنظیم گردد. دستگاه تزریق کننده بین مسیر را در جهت صحیح بکار گرفت. لوله مکش به ته مخزن کف نرسیده باشد. گاهی ساچمه مکنده مایع کف

در اثر رسوبات حاصل از مایع کف بزرگ شده و در محل خود حرکت ندارد. شستشوی دستگاه با آب تمیز پس از هر عملیات از وقوع چنین مشکلی جلوگیری می‌کند. بازدهی سرلوله مورد استفاده نیز نباید از بازدهی تزریق کننده کمتر باشد.

به هنگام استفاده از اینداکتور جوار پمپی هم امکان استفاده از مایع کف موجود در مخزن خودرو وجود دارد و هم می‌توان منبع کوچکی از مایع کف را درسطح زمین بکار گرفت. امروزه با توجه به خورندگی مایع کف‌ها بیشتر از روش دوم استفاده می‌کنند و مخازن مخصوص مایع کف روی خودروها را مورد استفاده قرار نمی‌دهند، بدین معنی که داخل آنها مایع کف نمی‌ریزند؛ زیرا پس از مدتی باعث خوردگی مخزن می‌گردد.

نحوه پاشیدن کف بر روی حریق نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. بهترین روش پرتاب کف بر روی آتش از طریق بازتاب می‌باشد.

آزمون

1- به هنگام استفاده از اینداکتور بین مسیر، دستگاه مایع کف را نمی‌مکد، علت‌های احتمالی را شرح دهید.

2- چرا امروزه از مخازن کف نصب شده روی خودروهای آتش نشانی استفاده کمتری می‌کنند؟

3- کف روی مواد دیگر چه اثری دارد؟

فصل ششم

انبارداری مایع کف

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطلب زیر است:

1. چگونگی ذخیره مایع کف

6-1. انبار و ذخیره کردن مایع کف[1]

یکی از مسائل عمده و بسیار پراهمیت، نگهداری مایع کف در انبار می‌باشد. ذخیره کردن مایع کف به یک انباردار با تجربه و آگاه به مسائل فنی نیاز دارد. یک انباردار با تجربه تمام مسائل و جوانب را در نظر می‌گیرد تا بتواند مایع کف را به صورت مطلوب در مدت زمان زیادی با حداقل خسارت نگهداری نماید.

برای دستیابی به شرایط ایده‌آل جهت نگهداری مایع کف نیاز به آگاهی زیادی می‌باشد، ولی به‌طورکلی در زیر به چند نکته درباره انبارداری مایع کف اشاره گردیده است.

الف) مایع کف باید در دمای تعیین شده از طرف کارخانه سازنده در انبار نگهداری شود.

ب) مایع کف باید در ظروفی نگهداری شود که در مقابل خورندگی مایع کف مقاومت داشته باشد. معمولاً ظروف پلاستیکی در مقابل خورندگی مایع کف مقاوم هستند.

پ) اگر اجباراً مایع کف در ظروف فلزی نگهداری می‌شود باید حداقل آنها ایزوله و در این صورت هوای انبار نیز خشک باشد.

ت) ظرف مایع کف باید به گونه‌ای باشد که تا حد امکان از رسیدن هوا به مایع کف جلوگیری شود، زیرا این عمل از فاسد شدن مایع کف تا حد زیادی جلوگیری به عمل می‌آورد.

ث) مایع کف باید در سایه نگهداری و برای ظروف آن از رنگ تیره استفاده شود تا مایع کف را در برابر نورهای معمولی ایزوله کند.

---

[1]. ر.ج: کتاب همسفر حباب، صادقی، صفحه 249 الی 254 – جزوه کف و کف‌سازها، غفوری، صفحه 43 الی 45

ج) ظروف پلاستیکی مایع کف در انبار باید به تعدادی روی هم قرار گیرند که از طرف کارخانه سازنده تعیین شده است. اضافه کردن به این میزان باعث تغییر شکل و سوراخ شدن ظروف می‌گردد.

چ) اگر مایع کف در تانکرها و منبع‌های بزرگ ذخیره و خروج مایع کف از منبع توسط شیر فلکه انجام می‌شود، هر روز باید شیر خروجی کنترل گردد تا از رسوب گرفتگی شیر فلکه جلوگیری به عمل آید.

ح)مایع کف اگر در ظروفی نگهداری شود که حمل و نقل آنها آسان باشد بهتر است.

خ) محیط انبار باید از هرگونه آلودگی پاک گردد. اگر در اثر سوراخ شدن یک بشکه محیط انبار و بشکه‌های مجاور دچار آلودگی شده‌اند باید تمیز و از آلودگی پاک شوند.

د) واژگون قرار دادن بشکه مایع کف مشروط بر اینکه به آن آسیبی نرسد و مایع کف از آن خارج نگردد بی‌ضرر است.

ذ) ظرف به ظرف کردن مایع کف عملی است که به فاسد شدن مایع کف کمک می‌کند.

ر) PH مایع کف باید مشخص باشد، این مشخصه جهت انتخاب ظروف مناسب انبارداری کمک می‌نماید.

ز) درجه تبخیر مایع کف از دیگر مسائلی است که باید به هنگام نگهداری مایع کف در محیط به آن توجه کرد.

س) جهت جلوگیری از رسوب‌گذاری مایع کف، بهتر است که دمای محیط انبار ثابت باشد. نوع مواد تشکیل دهنده مایع کف و غلظت هریک در مایع کف در انتخاب میزان دما می‌تواند مفید باشد.

ش) اختلاط دو مایع کف که از یک کارخانه نباشند حتی اگر درصدهای آنها نیز یکسان باشد کاری است بس اشتباه، زیرا این امر موجب فاسد شدن مایع کف در مدت کوتاهی می‌گردد. (چون پارامترهای دیگر آنها با یکدیگر یکسان نیست).

ص) مایع کف را می‌توان با درصد تعیین شده از طرف کارخانه با آب مخلوط و آن را نگهداری نمود. این عمل بر عمر انبارداری مایع کف می‌افزاید. اما یک اشکال عمده وجود دارد و آن این که در این صورت جهت انبارکردن مخلوط اب و مایع کف به مکان بزرگتری نیاز داریم. فرض کنید 3 لیتر مایع کف 3% را بخواهیم ذخیره کنیم در این صورت به یک ظرف سه لیتری و حال اگر همین مقدار مایع را با آب مخلوط کنیم به یک ظرف 100 لیتری نیاز خواهیم داشت.

ض) بازدید مستمر از انبار هر روز به طور دقیق صورت گیرد تا احیاناً اگر بشکه‌ای سوراخ و یا در شرایط انبار تغییری حاصل شده، اشکال برطرف گردد.

خلاصه

هدف از ارائه آشنایی با نحوه انبارداری و ذخیره‌سازی مایع کف در این قسمت این است که با یادگیری و بکارگیری آن امکان نگه‌داری به نحو صحیح، حفظ سلامتی مایع کف و طول عمر بیشتر آن میسر می‌گردد.

آزمون

شرایط ایده‌آل حفظ و نگهداری مایع کف را شرح دهید؟

فصل هفتم

محاسبات کف‌رسانی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطلب زیر می‌باشد:

1. محاسبه میزان آب در تولید انواع مختلف کف

همان‌طور که قبلاً گفته شد عموماً کف‌ها با درصدهای 2/5%- 3% - 5% و 6% تولید می-گردند و ما نیز محاسبات را با همین چهار نوع کف انجام می‌دهیم شما با یادگیری این محاسبات هر نوع کف دیگری را می‌توانید با درصدهای متفاوت محاسبه نمایید.

کلیات:

- کف 2/5% یعنی 2/5 لیتر مایع کف را با 97/5 لیتر آب محلول کنیم.
- کف 3% یعنی 3 لیتر مایع کف را با 97 لیتر آب محلول کنیم.
- کف 5% یعنی 5 لیتر مایع کف را با 95 لیتر آب محلول کنیم.
- کف 6% یعنی 6 لیتر مایع کف را با 94 لیتر آب محلول کنیم.

مسئله 1: 30 لیتر کف 2/5% چند لیتر آب نیاز دارد؟

ضریب عددی آب و کف $30 \div 2/5 = 12$

مفهوم این عدد این است که 30 لیتر مایع کف به 12 تا 2/5 لیتر تقسیم می‌گردد. پس مقدار آب 12 تا 97/5 لیتر خواهد شد.

(لیتر) مقدار آب مورد نیاز $97/5 \times 12 = 1170$

مسئله 2: 30 لیتر مایع کف 3% چند لیتر آب نیاز دارد؟

ضریب عددی آب و کف $30 \div 3 = 10$

(لیتر) مقدار آب مورد نیاز $97 \times 10 = 970$

مسئله 3: 30 لیتر مایع کف 5% چند لیتر آب نیار دارد؟

ضریب عددی آب و کف $30 \div 5 = 6$

(لیتر) مقدار آب مورد نیاز $95 \times 6 = 570$

مسئله 4: 60 لیتر کف 3% چند لیتر آب نیاز دارد؟

ضریب عددی آب و کف $60 \div 3 = 20$

(لیتر) مقدار آب مورد نیاز $97 \times 20 = 1940$

مسئله 5: 400 لیتر کف 5% چند لیتر آب نیاز دارد؟

ضریب عددی آب و کف $400 \div 5 = 80$

لیتر مقدار آب مورد نیاز $95 \times 80 = 7600$

مسایل فوق از راه یک تناسب ساده به دست آمده است.

مثلاً هنگامی که گفته می‌شود 600 لیتر کف 6% چند لیتر آب نیاز دارد به شکل زیر عمل شده است :

100 لیتر محلول آب و کف 6 لیتر کف دارد

X لیتر آب نیاز دارد؟ 600 لیتر مایع کف

طرفین وسطین نموده‌ایم: $6 \times X = 100 \times 600$

حال برای محاسبه X داریم: $x = (100 \times 600) \div 6$

می‌توان رابطه را به شکل زیر نوشت:

ضریب عددی آب و کف: $X = 100 \ (600 \div 6)$

$X = 100 \times 100$

لیتر محلول آب و کف برای 600 لیتر مایع کف $X = 10000$

چون 600 لیتر آن مایع کف می‌باشد پس میزان آب مورد نیاز چنین می‌شود :

لیتر $10000 - 600 = 9400$

در روابط بالا عدد 100 بدست آمده ضریب عددی آب و مایع کف نامیده می‌شود.

100لیتر محلول آب و کف 94 لیتر آب نیاز دارد

10000 لیتر محلول آب و کف X لیتر آب نیاز دارد

طرفین وسطین می‌کنیم: $100 \times x = 10000 \times 94$

$x = (1000 \times 94) \div 100$

لیتر (آب مورد نیاز) $x = 9400$

ولی در مسایل فوق رابطه را بسیار ساده کرده‌ایم

ابتدا میزان کف موجود را به عدد درصد کف تقسیم نموده‌ایم.

ضریب عددی آب و مایع کف: 600 ÷ 6 = 100

و چون میزان مصرف آب در هر 6 لیتر مایع کف 94 لیتر می‌باشد پس داریم:

9400 لیتر آب نیاز داریم: 94×100 = 9400

پس به طور کلی در این مسایل که مقدار مایع کف و یا آب و درصد کف مشخص باشد طبق رابطه ساده زیر عمل می‌کنیم:

ضریب عددی آب و مایع کف = عدد درصد کف ÷ مقدار مایع کف موجود

و یا

ضریب عددی آب و مایع کف = عدد درصد آب ÷ مقدار آب موجود

مسائل زیر را طبق فرمول حل کنید

1- 20 لیتر مایع کف 2/5% چند لیتر آب نیاز دارد؟ جواب: 780لیتر آب

2-1900 لیتر آب چند لیتر کف 5% نیاز دارد؟ جواب: 20 لیتر

3- 120 لیتر مایع کف 3% چند لیتر آب نیاز دارد؟ جواب : 3380 لیتر آب

4- 2820 لیتر آب چند لیتر مایع کف 6% نیاز دارد؟ جواب: 180 لیتر

هنگامی که می‌خواهیم عملیات کف‌رسانی انجام دهیم، یکی از ابزار، سرلوله می‌باشد محاسبه میزان مصرف سرلوله‌ها به شرح ذیل است.

مسئله 6: سرلوله S2 چند لیتر کف 2/5% در دقیقه مصرف می‌کند؟

سرلوله S2 مفهوم آن این است که در هر دقیقه 200 لیتر محلول از آن عبور می‌کند که تحت عنوان بازدهی آبی معروف است.

ضریب عددی آب و کف 200÷ 100 = 2

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف در دقیقه 2/5×2=5

مسئله 7: سرلوله M2 چند لیتر کف 2/5% در دقیقه مصرف می کند؟

سرلوله M2 مفهوم این است که در هر دقیقه 200 لیتر محلول از آن عبور می‌کند که تحت عنوان بازدهی آبی معروف است

ضریب عددی آب و کف 200÷ 100 = 2

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف در دقیقه 2/5×2=5

مشاهده فرمودید در هر سرلوله محاسبه یکسان و در نتیجه اهمیت در عدد مقابل S یا M می‌باشد که در مثال‌های فوق یکسان است. حتی از عدد نوشته شده می‌توان استفاده کرد و این رابطه را نیز کوتاه‌تر کرد. اگر توجه کرده باشید ضریب عددی آب و کف همان عدد نوشته شده ددر مقابل S یا M می باشد. پس می‌توان عدد نوشته شده در مقابل S یا M را همان ضریب عددی آب و کف در نظر گرفت.

مسئله 8: سرلوله S4 چند لیتر کف 3% در دقیقه مصرف می‌کند؟

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف 4× 3 = 12

مسئله 9: سرلوله M4 چند لیتر کف 3% در دقیقه مصرف می‌کند؟

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف 4× 3 = 12

مسئله 10: سرلوله M8 چند لیتر کف 5% در دقیقه مصرف می‌کند؟

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف 8 × 5 = 40

مسئله 11: دو سرلوله S4 چندلیتر کف 6% در دقیقه مصرف می‌کند؟

چون دو سر لوله می باشد 4 + 4 = 8

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف 8 × 6 = 48

مفهوم مسئله 11 این است که میزان مصرف مایع کف در یک عملیات که از چند سرلوله کف‌ساز استفاده می‌گردد برابر است با حاصل ضرب مجموعه عدد اختصاری سرلوله-ها در درصد کف.

مسئله 12: با سه سرلوله در حال عملیات هستیم در سرلوله‌ها به ترتیب S8, S4,S2 اگر مایع کف 3% باشد مقدار مصرف کف در دقیقه را حساب کنید.

ضریب عددی آب و مایع کف 14 = 8 + 4 + 2

(لیتر) مقدار مصرف کف در دقیقه 42 = 3 × 14

مسئله 13: با دو سرلوله در حال عملیات هستیم سرلوله‌ها به ترتیب M4,M8 است. اگر مایع کف 5% باشد. مقدار مصرف کف در دقیقه را حساب کنید.

ضریب عددی آب و مایع کف 12 = 4 + 8

(لیتر) مقدار مصرف کف در دقیقه 60 = 5 × 12

مسئله 14: با یک اینداکتور Z2 در حال عملیات هستیم اگر کف 5% باشد مقدار مکش اینداکتور در دقیقه را محاسبه کنید.

ضریب عددی آب و کف 2 = 100 ÷ 200

همان‌طور که می‌دانید مفهوم Z2 یعنی بازدهی آبی اینداکتور 200 لیتر در دقیقه است. در اینداکتورها نیز ضریب عددی آب و مایع کف با عدد نوشته شده در مقابل Z برابر است. پس رابطه بالا نیز از محاسبات حذف می‌گردند.

(لیتر) مقدار مکش مایع کف در دقیقه 10 = 5 ×2

مسئله 15: با یک اینداکتور Z4 چند لیتر در دقیقه کف 6% را مکش می‌کند؟

(لیتر) مقدار مکش مایع کف در دقیقه 24 = 4 × 6

مسئله 16: یک اینداکتور Z8 چند لیتر در دقیقه کف 3% را مکش می‌کند؟

(لیتر) مقدار مکش مایع کف در دقیقه 24 = 3 × 8

مسئله 17: با سه اینداکتور Z8, Z4,Z2 در حال عملیات کف 2/5% هستیم مقدار مکش کف در دقیقه را محاسبه کنید.

ضریب عددی آب و مایع کف 14 = 8 + 4 + 2

(لیتر) مقدار مکش مایع کف در دقیقه 35 = 2/5 × 14

در مسائل فوق می‌توان فرمول را به شکل زیر نوشت:

میزان مصرف مایع کف در دقیقه = عدد درصد مایع کف × عدد نوشته شده در مقابل S یا M یاZ

میزان مصرف آب در دقیقه = عدد در صد آب × عدد نوشته شده در مقابل S یا M یا Z

مسئله 18: 60 لیتر کف 3% با سرلوله S2 چه مدت طول می‌کشد تا تمام شود؟

مصرف کف در یک دقیقه (لیتر) 6 = 2 ×3

(دقیقه) مدت اتمام مایع کف 10 = 6 ÷ 60

مسئله 19: 20 لیتر کف سبک 5% با سرلوله M4 چه مدت طول می‌کشد تا تمام شود؟

مصرف کف در یک دقیقه (لیتر) 20 = 4 ×5

(دقیقه) مدت اتمام مایع کف 1 = 20 ÷ 20

مسئله 20: ماشین‌های رورنباور دارای مخزنی به حجم 400 لیتر مایع کف می‌باشند. اگر با سرلوله S4 عملیات نماییم و کف 5% باشد چه مدت طول می‌کشد تا مخزن تمام شود؟

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف 20 = 4 × 5

(دقیقه) مخزن تمام می‌شود. 20 = 20 ÷ 400

مسئله21: با اینداکتور Z2 در حال عملیات هستید درجه را روی عدد 3 تنظیم کرده‌ایم. میزان مصرف مایع کف در دقیقه چقدر است؟

لیتر مقدار مصرف مایع کف در دقیقه 6 = 2 ×3

چون درجه را روی عدد 3 قرار داده‌ایم پس درصد مایع کف 3% می‌باشد.

مسئله 22: با اینداکتور Z4 در حال عملیات هستیم درجه را روی عدد 5 تنظیم کرده-ایم میزان مصرف کف در 10 دقیقه چقدر است؟

(لیتر) مقدار مصرف کف در دقیقه 20 = 5 ×4

(لیتر) مقدار مصرف مایع کف 200 = 10 × 20

مسئله 23: 200 لیتر مایع کف 5% با اینداکتور Z8 چند دقیقه طول می‌کشد تا تمام شود؟

(لیتر) مقدار مصرف کف در دقیقه 40 = 5 × 8

(دقیقه) کف به اتمام می‌رسد 5 =40 ÷ 200

مسئله 24: با مانیتور ماشین‌های روزنباور در حال عملیات هستیم. مخزن 400 لیتر مایع کف 5% دارد، چند دقیقه طول می‌کشد تا مایع کف تمام شود؟

توجه : می‌دانیم مانیتور ماشین‌های روزنباور S16 می‌باشد

(لیتر) در دقیقه مصرف مایع کف 80 = 5 × 16

(دقیقه) مخزن تمام می‌شود 5 = 80 ÷ 400

مسئله 25: با ماشین‌های آتش‌نشانی آتگو در حال عملیات هستیم، درجه را روی عدد 6% قرار داده‌ایم و بشکه ما 20 لیتری می‌باشد، زمان اتمام مایع کف را حساب کنید؟

توجه: می‌دانیم اینداکتور ماشین آتگو 400 لیتری است یعنی Z4، پس داریم:

(لیتر) در دقیقه مصرف مایع کف 24 =4 ×6

(دقیقه) مخزن تمام می‌شود یعنی کمتر از یک دقیقه 83/. = 24 ÷ 20

محاسبه مقدار مصرف آب نیز مشابه کف می‌باشد که به نمونه‌هایی از آن اشاره می‌کنیم.

مسئله 26: با سرلوله S4 و کف 3% در حال عملیات هستیم. مقدار مصرف آب در دقیقه را محاسبه کنید.

(لیتر) مقدار مصرف آب در دقیقه ۳۸۸ = ۴ × ۹۷ → می‌دانیم { مایع کف ٪۳ ; آب ٪۹۷ }

مسئله 27: با سرلوله S8 و کف 5% در حال عملیات هستیم مقدار مصرف آب در دقیقه را محاسبه کنید

مقدار مصرف آب در دقیقه 760 = 8 × 95

مسئله 28: با سرلوله S2 و کف 6% در حال عملیات هستیم. مقدار مصرف آب در 20 دقیقه را محاسبه کنید.

(لیتر) مقدار مصرف آب در دقیقه 188 = 94 ×2

(لیتر) مقدار مصرف آب در 20 دقیقه 3760 = 20 × 188

مسئله 29: با ایناداکتور Z8 و کف 5% در حال عملیات هستیم. مقدار مصرف آب در 30 دقیقه را محاسبه کنید.

مقدار مصرف آب در دقیقه 188 = 95 × 8

مقدار مصرف آب در 30 دقیقه 22800 = 30 × 760

مسئله 30: مخزن آب 2000 لیتری آتگو در صورت شرکت در عملیات کف‌رسانی با سرلوله S4 و کف 3% چه مدت طول می‌کشد تا تمام شود؟

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف 388 = 4 × 97

تقریباً 5 دقیقه مخزن آب تمام می شود 5 ≈ 388 ÷ 2000

مسئله 31: مخزن آب ماشین 8000لیتری چه مدت طول می کشد تا با کف 5% و سرلوله S4 به پایان برسد؟

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف 380 = 4 × 95

تقریبا5 دقیق مخزن خالی می‌شود 5 ≈ 380 ÷ 8000

مسئله 32: مخـزن فوماتیـک 11000 لیتـر آب دارد. اگـر بـا دو سـرلوله S4 و کـف 6% عملیات کنیم، چه مدت طول می‌کشد تا مخزن آب تمام شود؟

ضریب عدد آب و کف 8 = 4 + 4

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف 752 = 8 × 94

در حدود 15 دقیقه مخزن خالی می شود. 15 = 752 ÷ 11000

بر روی سرلوله‌های کف‌ساز بازدهی حجمی نوشته شده است.

بازدهی حجمی، حجم حباب تولید شده سرلوله می‌باشد.

مسئله 33: با سرلوله M4 در حال عملیات هستیم. اگر بازدهی حجمی آن 8 متر مکعـب در دقیقه باشد در مدت 12 دقیقه چه حجمی را پر می کند؟

(مترمکعب) حجم را پر می کند. 96 = 8 × 12

مسئله 34: زیرزمینی داریم به ابعاد 2 ×4×12 متر با یک سرلوله M4 با بازدهی حجمی 8 متر مکعب در دقیقه در حال عملیات هستیم. زمان پر شدن زیرزمین را محاسبه کنید؟

(مترمکعب) حجم زیرزمین 96 = 2 × 4 × 12

(دقیقه) زیرزمین پر می‌شود 12 = 8 ÷ 96

در حل مسایل مشابه به مسئله فوق، چنین عمل می‌کنیم:

الف) ابتدا حجم حباب تولید شـده را محاسـبه مـی‌کنـیم. (و یـا بـازدهی حجمـی را از روی سرلوله می‌خوانیم).

ب) حجم حباب مورد نیاز محل حادثه را حساب می‌کنیم (حجم محل حادثه).

پ) حجم محل حادثه را به حجم حباب‌های به دست آمده در دقیقه تقسیم می‌کنیم.

«زمان عملیات بدست خواهد آمد».

مسئله 35: فرض کنیم حوضچه‌ای دچار آتش‌سوزی شده است و قرار است کـف روی آن پاشیده شود. اگر ضخامت حباب کف روی این حوضـچه را 5 سـانتی‌متـر در نظـر بگیـریم و

ابعـاد حوضـچه 10 ×20 متـر باشـد میـزان مصـرف مـایع کـف، آب و زمـان عملیـات را بـا مشخصات ابزار ذیل محاسبه کنید؟

سرلوله S2 ایندا‌کتور Z2 مایع کف 5% حجم ثانویه 5 برابر

حل: ابتدا حجم حباب‌های خارج شده از سرلوله را محاسبه می‌کنیم

(لیتر) مایع کف مصرفی با سرلوله S2 در دقیقه 10 = 2 ×5 مایع کف 5%

(لیتر) آب مصرفی با سرلوله S2 در دقیقه 190 = 2 × 95 مایع کف 5%

(لیتر در دقیقه) حجم محلول کف 200 = 10 + 190 که از سرلوله خارج می‌گردد.

می‌توانستیم این محاسبه را انجام نـدهیم و فقـط بـا گذاشـتن دو صـفر در مقابـل عـدد اختصاری سرلوله یا عدد اختصاری ایندا‌کتور آن را بدست آوریم:

$Z2 \rightarrow 200$

$S2 \rightarrow 200$

پس داریم 1000 = 5 × 200 لیتر حجم حباب پاشیده شده از سرلوله در هر دقیقه.

حال حجم حوضچه با ضخامت اعلام شده را محاسبه می‌کنیم:

(مترمکعب) 10 = 0/05 ×10× 20× حجم حبابی که لازم داریم

5 سانتی‌متر ضخامت حباب را به متر تبدیل کرده‌ایم 0/05 = 100 ÷ 5

برای سادگی عمل مترمکعب را به لیتر تبدیل می‌کنیم.

لیتر حجم حبابی که نیاز داریم 1000 = 1000 × 10مترمکعب

حال حجم حباب تولید شده توسط سرلوله را به حجم مورد نیـاز تقسـیم مـی‌کنـیم؛ در نتیجه زمان عملیات بدست می‌آید.

کل دقیقه زمان عملیات 10 = 10000 + 10/000

میزان مصرف مایع کف و آب را قبلاً محاسبه نموده بودیم.

پس داریم: 100 = 10 ×10 لیتر میزان مصرف مایع کف در کل عملیات

1900 = 10 × 190 لیتر میزان مصرف آب در کل عملیات

برای کنترل محاسبات می‌توان چنین عمل کرد:

چون سرلوله S2 می‌باشد یعنی 200 لیتر در دقیقه محلول آب و کف مصرف می‌نماید.

پس در کل عملیات داریم: 2000 = 10 × 200 (لیتر) میزان مصرف محلول مایع کف وآب

اگر میزان مصرف آب و مایع کف در کل عملیات را نیز با یکدیگر جمع کنیم باید همین عدد بدست آید:

2000 = 100 + 1900 (لیتر) مایع کف و آب

پس عملیات صحیح است.

مسئله 36: فرض کنید می‌خواهیم استخری به ابعاد 4 × 12 × 50 متر را پر از کف نماییم و عملیات انجام شده با ابزاری با مشخصات ذیل خواهد بود. میزان مصرف آب مایع کف و زمان عملیات را محاسبه کنید.

سرلوله M8 اینداکتور Z8 کف 5% حجم حباب‌ها 120 برابر حجم محلول

ابتدا حجم استخر با حجم حباب‌های مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم:

(مترمکعب) حجم استخر یا حجم حباب‌های مورد نیاز 2400 = 4 × 12 × 50

حجم حباب‌های مورد نیاز بر حسب لیتر 2/400/000 = 1000 × 2400

حال حجم حباب‌های تولید شده با این سرلوله را در دقیقه محاسبه می‌کنیم:

مایع کف 5%
- لیتر مایع کف مصرفی در هر دقیقه 40 = 8 × 5
- لیتر آب مصرفی در هر دقیقه 760 = 8 × 95

حجم محلول خارج شده از سرلوله 800 = 40 + 760 لیتر در دقیقه

حجم حباب خارج شده از سرلوله 96000 = 120 × 800 لیتر در دقیقه

- حال حجم استخر را به حجم حباب‌های تولید شده تقسیم می‌کنیم:

دقیقه 25 = 96000 ÷ 2400000

چون میزان مصرف آب و مایع کف در یک دقیقه را قبلاً محاسبه کرده‌ایم پس در زمان کل عملیات ضرب می‌کنیم تا میزان مصرف آب و مایع کف بدست آید:

لیتر میزان مصرف مایع کف در کل عملیات 1000 = 25 × 40

لیتر میزان مصرف آب در کل عملیات 19000 = 25 × 760

- در مثال فوق زمان عملیات را می‌توان با انتخاب یک سرلوله دیگر کوتاه کرد، به مسئله زیر توجه کنید:

مسئله 37 : فرض کنیم مثال بالا را با سرلوله توربکس انجام دهیم مشخصات آن به شرح ذیل تقدیم می‌گردد:

سرلوله H4 یا L4، Z2 ایندکتور اول مایع کف 5% حجم ثانویه 1500 برابر

Z2 ایندکتور دوم مایع کف5% حجم ثانویه 1500 برابر ایندکتور Z4

می‌دانیم که توربکس دارای دو ایندکتور می‌باشد که ظرفیت هریک 200 لیتر در دقیقه است.

حجم استخر را که قبلاً محاسبه کردیم 2400000 لیتر شد.

حجم حباب‌های خارج شده از توربکس را در هر دقیقه محاسبه می‌کنیم:

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف 20 = 4 ×5

(لیتر در دقیقه) مصرف آب 380 = 4 × 95

حجم محلول 400 لیتر در دقیقه می‌شود 400 = 380 + 20

چون حجم 1500 برابر می‌گردد سپس حجم حباب‌ها در هر دقیقه:

لیتر حجم حباب‌ها پس از خروج از توربکس 600000 = 1500 × 400

- حال حجم استخر را به حجم حباب‌های تولید شده تقسیم می‌کنیم:

دقیقه 4 = 600000 ÷ 2400000

(لیتر) میزان مصرف مایع کف در عملیات 80 = 4 × 20

(لیتر) میزان مصرف مایع آب در کل عملیات 1520 = 4 × 380

ارزش سرلوله توربکس در محاسبات مشخص می‌گردد.

برای عملیات پرکردن حجم بهتر است از بزرگ‌ترین سرلوله‌ای که می‌توانیم استفاده کنیم.

توربکس زمان عملیات مصرف مایع کف، مصرف آب را کم می‌کند.

(آشیانه هواپیما را با ژنراتورهای کف پر می‌کنند).

(توربکس سرلوله کف‌ساز پرتوسعه که دارای سرعت بالا و مصرف کم می‌باشد).

مسئله 38: فرض کنید در یک حریق دو سرلوله کف‌رسانی به محل کشیده‌ایم و عملیاتی می‌کنیم که مشخصات ابزار و مواد به شکل ذیل می‌باشد.

سرلوله M2 اینداکتور Z2 مایع کف 5% حجم ثانویه 50 برابر

سرلوله M2 اینداکتور Z2 مایع کف 5% حجم ثانویه 50 برابر

قرار است این دو سرلوله، حجم استخری به ابعاد 4 ×12 ×50 متر را پر کنند زمان عملیات و میزان مصرف مایع کف و آب را محاسبه کنید.

ابتدا حجم استخر را محاسبه می‌کنیم:

(مترمکعب) حجم استخر با حجم حباب مورد نیاز 2400 = 4 × 12 × 50

حجم استخر را به لیتر تبدیل می‌کنیم 2400000 = 1000 × 2400 لیتر حجم استخر

حال حجم حباب‌های خروجی از سرلوله‌ها را محاسبه می‌کنیم:

(لیتر) مایع کف مصرفی در دقیقه 10 = 2 ×5 ⟵ 5% مایع کف

(لیتر) آب مصرفی در دقیقه 190 = 2 × 95 ⟵ 95% آب

چون دو سر لوله می‌باشد:

لیتر مایع کف مصرفی با دو سرلوله 20 = 2 × 10

لیتر آب مصرفی با دو سرلوله 380 = 2 × 190 دو سرلوله

مجموع محلول‌ها 400 لیتر در دقیقه 400 = 20 + 380

- چون هر دو سر لوله حجم ثانویه مساوی دارند پس داریم :

لیتر در دقیقه حجم حباب‌های هر دو سرلوله 20000 = 50 × 400

حال حجم استخر را به حجم حباب‌های تولید شده در دقیقه تقسیم می‌کنیم:

دقیقه زمان کل عملیات 120 = 20000 ÷ 2400000

لیتر مصرف مایع کف در کل عملیات 2400 = 20 × 120

لیتر مصرف آب در کل عملیات 45600 = 380 × 120

- حال فرض کنیم تعداد سرلوله‌ها را با همان مشخصات به 240 سرلوله افزایش دهیم ببینیم چه اتفاقی می‌افتد؟

می‌دانیم که حجم حباب تولید شده با دو سرلوله 20000 لیتر بوده است، پس حجم حباب با یک سرلوله چنین می‌شود:

10000 = 2 ÷ 20000 لیتر در دقیقه

پس با 240 سرلوله حجم حباب تولید شده چنین می‌شود :

2400000 = 10000 × 240

حال حجم بدست آمده را بر حجم استخر تقسیم می‌کنیم:

(دقیقه) مدت عملیات 1 = 2400000 ÷ 2400000

یعنی با 240 سرلوله می‌توان در عرض یک دقیقه حجم استخر را پر کرد.

با توربکس، 4 دقیقه طول کشید تا حجم همین استخر را پر کنیم، ببینیم اگر 4 دقیقه با سرلوله M2 عملیات کنیم چند سرلوله لازم دارد؟

60 = 4 دقیقه ÷ 240 سرلوله

با 60 سرلوله M2 می‌توان در مدت 4 دقیقه حجم آن را پر کرد.

(ارزش یک توربکس در مثال فوق معادل 60 سرلوله M2 می‌باشد).

مسئله 42: فرض کنیم یک بشکه 20 لیتری مایع کف داریم. مایع کف 5% است و حجم ثانویه آن تا 1000 برابر می‌گردد می‌خواهیم ببینیم اگر سرلوله‌های مختلف داشته باشیم کدام سرلوله کارایی بیشتری دارد؟

فرض اول: سرلوله S2 حجم ثانویه 3 مترمکعب در دقیقه

مایع کف 5% ایندااکتور Z2

آب مصرفی 190 = 2 × 95 لیتر آب 95

مایع کف 5%

لیتر در دقیقه 10 = 2 ×5 لیتر مایع کف 5

مجموع محلول 200 لیتر در دقیقه

چون روی سرلوله نوشته شده است که 3 مترمکعب در دقیقه حباب درست می‌کند پس هر 200 لیتر محلول به 3 مترمکعب حباب تبدیل می‌گردد.

با این سرلوله 2 دقیقه می‌توان عملیات کرد تا مایع کف 20 لیتری تمام شود.

دقیقه 2 = 10 ÷ 20 مدت زمان عملیات با 20 لیتر مایع کف

چون هر دقیقه سرلوله 3 مترمکعب حجم تولید می‌کند پس حجم نهایی:

مترمکعب 6 = 3 ×2 حجم حباب تولید شده در مدت دو دقیقه

(این حجم می‌تواند جعبه‌ای به طول یک متر، عرض یک متر و ارتفاع 6 متر را پر کند.)

این مایع کف استعداد بیشتری دارد و می‌تواند تا 1000 حجم اولیه، حجم تولید کند.

حال فرض کنید ابزار زیر را انتخاب می‌کنیم:

سرلوله M2 ایندااکتور Z2 مایع کف 5% حجم ثانویه 8 مترمکعب

مایع کف 5%:
- لیتر آب مصرفی در دقیقه: 95 × 2 = 190
- لیتر مایع کف مصرفی در دقیقه: 5× 2 = 10

دقیقه زمان عملیات با سرلوله کف‌ساز M2: 20 ÷ 10 =2

چون در هر دقیقه 8 مترمکعب حباب کف تولید می‌گردد پس داریم:

مترمکعب در کل عملیات تولید می‌گردد. 8 × 2 = 16

(یعنی این حجم می‌تواند جعبه‌ای به طول یک متر و عرض یک متر و ارتفـاع 16 متـر را پر کند.)

حال فرض کنید این عملیات را با توربکس انجام می‌دهیم:

توربکس Z2 حجم ثانویه با کمترین فشار که 4 بار باشد 80 مترمکعب می‌باشد.

(به جدول مندرج روی توربکس مراجعه شود)

همان مایع کف

مایع کف 5%:
- (لیتر) مصرف مایع کف: 5× 4 = 20
- (لیتر) مصرف آب: 95 × 4 = 380

چون 20 لیتر مایع کف داریم پس:

- یعنی توربکس یک دقیقه عملیات می‌کند تا مایع کف تمام شود.

دقیقه 20 ÷ 20 = 1

چون در هر دقیقه توربکس 80 مترمکعب را پر می‌کند پس:

دقیقه 80 = 1 × 80 مترمکعب حجم ثانویه

مترمکعب حجم را پر می‌کند.

(ملاحظه فرمودید که زمان عملیات کوتاه شد)

(حجم تولید بسیار زیاد شد.)

(اگر جعبه‌ای داشته باشیم که طول آن یک متر و عرض آن یک متر و ارتفاع آن 80 متر باشد کاملاً پر می‌شود.)

حال اگر توربکس را با حداکثر توان بکار بگیریم ببینیم چه اتفاقی می‌افتد؟

فشار را روی 10 بار تنظیم می‌کنیم.

حجم ثانویه 200 مترمکعب خواهد شد.

مایع کف 5%

مصرف آب در دقیقه 380 = 4 × 95 (لیتر) مصرف آب 95

مصرف مایع کف در دقیقه 20 = 4 × 5 (لیتر) مصرف مایع کف 5

(لیتر) مصرف محلول 400 = 4 × 100

مدت عملیات یک دقیقه می‌شود 1= 20 لیتر مایع کف موجود ÷ 20 مصرف مایع کف در دقیقه

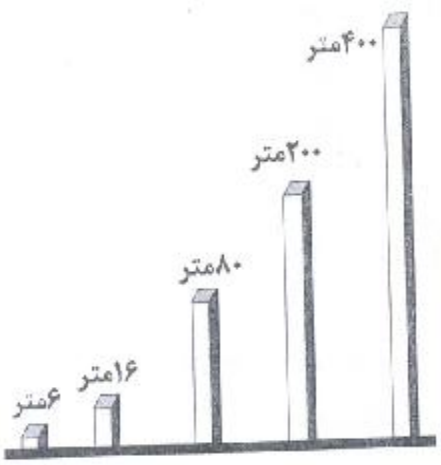
چون در این شرایط در توربکس 200 مترمکعب در دقیقه حباب تولید می‌کند.

مترمکعب 200 = 200 × 1 دقیقه زمان کل عملیات

(یعنی اگر جعبه‌ای داشته باشیم که طول آن 1 متر و عرض آن 1 متر و ارتفاع آن 200 متر باشد آن را کاملاً پر می‌کند.)

شاید تصورش مشکل باشد که این مایع کف استعداد آن را دارد تا 400 مترمکعب حجم را نیز پر نماید.

یعنی اگر دستگاهی داشته باشیم که بتواند حجم را با حداکثر استعداد کف استفاده کند یعنی قادر است جعبه به طول 1 متر و عرض 1 متر و ارتفاع 400 متر را پر نماید.



نمودار شماره 7-1:

توربکس، توان انجام این کار را ندارد که بتواند 400 مترمکعب حباب تولید کند.

مایلید از این مسئله چند نتیجه بگیریم؟

نتایج بدست آمده

تولید حباب به استعداد مایع کف بستگی دارد.

تولید حباب به اندازه سرلوله بستگی دارد.

تولید حباب به فشار آب بستگی دارد.

کف‌هایی که استعداد زیاد دارند با همه سرلوله‌های کف‌ساز قابل استفاده هستند.

(فراموش نکنید در محیط‌های داغ برای پر کردن حجم از سرلوله‌های میان توسعه استفاده کنیم).

مسئله 40 فرض کنید یک زیرزمین به وسعت 480 مترمکعب (3 ×20 ×8) متر دچار آتش‌سوزی شده است می‌خواهیم آن را پر از کف نماییم این اطلاعات را داریم: (محیط داغ است)

سرلوله M4 اینداکتور Z4 مایع کف 3% حجم ثانویه کف 1000 برابر است.

چون محیط داغ است حجم حباب در محیط افزایش می‌یابد، فرض کنیم حجم دو برابر می‌گردد.

حال با دانستن این اطلاعات می‌خواهیم میزان مصرف آب و مایع کف را محاسبه کنیم:

لیتر آب مصرفی 97

3% مایع کف

لیتر کف مصرفی 3

100 لیتر حجم محلول

(لیتر) مصرف محلول در هر دقیقه با این سرلوله 100 × 4 = 400

(لیتر) در دقیقه مصرف مایع کف 3× 4 = 12

(لیتر) در دقیقه مصرف آب 97 × 4 = 388

حجم حباب تولیدی 30 متر مکعب در دقیقه است.

چون بعد از پاشیدن و ورود به زیرزمین دوبرابر می‌گردد پس حجم 60 متر مکعب در دقیقه می‌شود.

حجم زیرزمین 480 مترمکعب می‌باشد.

(دقیقه) حجم پر می‌شود 480 ÷ 60 = 8

چون در هر دقیقه 12لیتر مایع کف مصرف می‌کند پس:

(لیتر) میزان مصرف مایع کف در کل عملیات 12 × 8 = 96

(لیتر) مصرف آب در کل عملیات $388 \times 8 = 3104$

اگر محیط داغ نبود و حجم حباب‌ها پس از پاشیدن اضافه نمی‌شد باید دو برابر این مقدار مایع کف و آب مصرف کنیم.

مسئله را بدون افزایش حجم حباب‌ها درمحیط داغ حل می‌کنیم:

لیترمحلول $97 + 3 = 100$

لیتر محلول در هر دقیقه با این سرلوله $100 \times 4 = 400$

مایع کف 3%:

لیتر در دقیقه مایع کف $3 \times 4 = 12$

لیتر در دقیقه مصرف آب $97 \times 4 = 388$

حجم حباب‌های تولید 30 مترمکعب در دقیقه است.

حجم زیرزمین 480 متر مکعب است. پس داریم:

دقیقه باید عملیات کنیم $480 \div 30 = 16$

چون هر دقیقه 12 لیتر مایع کف مصرف می‌کند. پس:

لیتر مصرف مایع کف $12 \times 16 = 192$

چون در هر دقیقه 388 لیتر آب مصرف می‌کند، پس: $388 \times 16 = 6208$

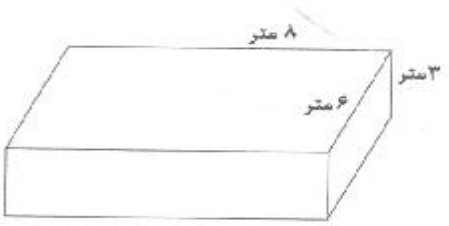
مشاهده می‌شود که مصرف مایع کف و آب دو برابر می‌گردد.

محیط داغ برعکس آنچه آتش‌نشانان فکر می‌کنند در کف‌رسانی مفید است.

حال برای درک بهتر، مسائل زیر را حل می‌کنیم:

مسئله41: فرض کنید زیرزمینی به شکل زیر دچار آتش‌سوزی شده است. ما به محل حریق رسیده و می‌خواهیم بلافاصله عملیات انجام دهیم. اطلاعات زیر را نیز داریم:

سرلوله M4، اینداکتور Z4، مایع کف سبک3%، حجم ثانویه 500 برابر،



نمودار شماره 7-2:

حجم تولیدی توسط سرلوله 12 مترمکعب در دقیقه، محیط مدت هاست که آتش گرفته و داغ است و حجم حباب پس از پاشش، حدود دو برابر خواهد شد. می‌خواهیم ببینیم حدوداً میزان مصرف مایع کف و آب چقدر است؟

(لیتر) محلول مایع کف و آب $97 + 3 = 100$

(لیتر در دقیقه) مصرف محلول توسط سرلوله $100 \times 4 = 400$

(لیتر در دقیقه) مصرف مایع کف $3 \times 4 = 12$

(لیتر) مصرف آب $67 \times 4 = 388$

حجم تولیدی سرلوله 12مترمکعب است.

در محل حریق، حجم زیرزمین را حساب می‌کنیم:

(مترمکعب) حجم زیرزمین $6 \times 8 \times 3 = 144$

(دقیقه) طول می‌کشد تا زیرزمین پر شود $144 \div 12 = 12$

چون زیر زمین داغ است و حجم تولیدی پس از پاشیدن حباب دو برابر می‌گردد. پس نصف این زمان صرف می‌شود.

(دقیقه) زیرزمین پر می‌گردد زیرا محیط داغ است. $12 + 2 = 6$

چون در هر دقیقه 12 لیتر مایع کف مصرف می‌شود پس داریم:

(لیتر) مصرف مایع کف $12 \times 6 = 72$

(لیتر) مصرف آب $388 \times 6 = 2328$

در محل حریق این طور عمل کردن به نظر مشکل می‌رسد، یا بـه عبـارت دیگـر فرصـت این کار وجود ندارد که بخواهیم محاسبات را انجام دهیم.

لذا آن را به صورت جدولی تهیه نمایید تا مشخص شود چقدر آسان است. جدول ذیل را قبلاً تهیه کنید.

خانه‌های این جدول به تعداد سرلوله‌های موجود در ایستگاه باید تهیه گردد.

جدول شماره 7-1:

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات	نوع سرلوله	بازدهی حجمی (مترمکعب)	درصد مایع کف	درصد آب	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	میزان مصرف آب در دقیقه	محیط گرم	محیط داغ	حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)
1	M2	8	%5	%95	10	190						
2	S2	3	%3	%97	6	194						
3												
4												
5												
6												
7												

فرض کنیم در یک ایستگاه دو دستگاه سرلوله کف‌ساز وجود دارد. پس جدول را به شکل زیر تهیه کنید.

ردیف	مشخصات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	نوع سرلوله	M2	S2										
2	بازدهی حجمی (مترمکعب)	8	3										
3	درصد مایع کف	%5	%3										
4	درصد آب	%95	%97										
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6										
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194										
7	محیط گرم												
8	محیط داغ	×											
9	حجم محل حادثه (مترمکعب)												
10	زمان کل عملیات (دقیقه)												
11	مصرف مایع کف در کل عملیات												
12	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)												

اگر تعداد سرلوله‌ها بیشتر باشد باید جدول را افزایش دهیم.

فرض کنید سرلوله‌های یک ایستگاه، دو دستگاه و مشخصات نوشته شده روی سرلوله‌ها چنین است:

M2 بازدهی حجمی 8 مترمکعب

S2 بازدهی حجمی 3 مترمکعب

در ایستگاه دو نوع کف وجود دارد (کف سبک و کف سنگین)

کف موجود در ایستگاه سنگین و 5%

کف موجود سبک و 3%

عملیات را خودتان انجام دهید و اعداد بدست آمده را در جدول بگذارید

حال جدول را پر می‌کنیم.

ردیف	مشخصات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	نوع سرلوله	M2	S2										
2	بازدهی حجمی (مترمکعب)	8	3										
3	درصد مایع کف	%5	%3										
4	درصد آب	%95	%97										
5	میزان مصرف مایع‌کف دردقیقه	10	6										
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194										
7	محیط گرم												
8	محیط داغ	×											
9	حجم محل حادثه												
10	زمان کل عملیات												
11	مصرف مایع کف در کل عملیات												
12	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)												

جدول پر شده است به محل حریق می‌رسیم.

شاهدین عینی به ما می‌گویند که حریق بیش از 3 دقیقه ادامه داشته است.

در جدول، محیط داغ را علامت می‌زنیم.

طبق نمودار حریق محیط بسته، پس از 3 دقیقه به بالاترین نقطه حرارتی می‌رسد، پس محیط داغ است.

ردیف	مشخصات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	نوع سرلوله	M2	S2										
2	بازدهی حجمی (مترمکعب)	8	3										
3	درصد مایع کف	%5	%3										
4	درصد آب	%95	%97										
5	میزان مصرف مایع‌کف در دقیقه	10	6										
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194										
7	محیط گرم												
8	محیط داغ	×											
9	حجم محل حادثه												
10	زمان کل عملیات												
11	مصرف مایع کف در کل عملیات												
12	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)												

حال در محل حریق حدود اندازه محیط حادثه را می‌پرسیم.

فرض کنیم مالک یا همسایگان اعلام می‌کنند که این زیرزمین یا این انبار حدوداً 120 مترمربع است.

چون می‌گویند 120 مترمربع، شما بلافاصله آن را در ارتفاع ضرب می‌کنید (فرض کنید ارتفاع 3متر است)

(بهتر است طول و عرض و ارتفاع را بپرسید و خودتان آن را حساب کنید).

(مترمکعب) حجم محل $120 \times 3 = 360$

معمولاً خانه و زیرزمین‌های ایرانی بین 2/5متر تا 3متر ارتفاع دارند شما همیشه عدد بزرگ‌تر را در نظر بگیرید

حجم زیرزمین را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	مشخصات											
1	نوع سرلوله	M2	S2									
2	بازدهی حجمی (مترمکعب)	8	3									
3	درصد مایع کف	%5	%3									
4	درصد آب	%95	%97									
5	میزان مصرف مایع کف در دقیقه	10	6									
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194									
7	محیط گرم											
8	محیط داغ	×										
9	حجم محل حادثه	360										
10	زمان کل عملیات											
11	مصرف مایع کف در کل عملیات											
12	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)											

در حالی‌که شما در حال پرس و جو می‌باشید سایر افراد مشغول عملیات هستند و ابـزار را آماده می‌کنند.

اگر دو نفر درباره وسعت محل حادثه اختلاف نظر داشتند، شما عدد بـزرگ‌تـر را مـلاک قرار دهید.

شما بلافاصله اعلام می‌کنید که عملیات کف‌رسانی با کف سبک انجام می‌گیرد.

در زمان عملیات شما سریعاً به محاسبه میزان مصرف آب و کف می‌پردازیـد و جـدول را تکمیل می‌کنید.

ردیف	مشخصات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	نوع سرلوله	M2	S2										
2	بازدهی حجمی (مترمکعب)	8	3										
3	درصد مایع کف	%5	%3										
4	درصد آب	%95	%97										
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6										
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194										
7	محیط گرم												
8	محیط داغ	×											
9	حجم محل حادثه	360											
10	زمان کل عملیات	4/5											
11	مصرف مایع کف در کل عملیات	45											
12	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)	855											

در این جدول مشخص می‌گردد که شما نیاز به 45 لیتر مایع کف دارید.

مقدار آب موردنیاز نیز 855 لیتر خواهد شد.

پس اگر مایع کف شما در سه بشکه 20 لیتری باشد بلافاصله باید سه بشکه را در محیط عملیات آماده کنید.

این محاسبات به سرعت عمل شما بستگی دارد.

حدود 4 دقیقه برای این محاسبات فرصت دارید زیرا زمان عملیات 4/5 دقیقه است

اکنون برای سادگی عمل مشاهده خواهید کرد که جدول چقدر کار را آسان می‌کند.

حجم بدست آمده تقریبی را بر حجم تولید حباب تقسیم می‌کنیم.

ردیف 9 را تقسیم بر ردیف 2 می‌نمائیم

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)							حجم محل حادثه (مترمکعب)			
1		8							360			
2	0											

زمان عملیات بدست می‌آید برحسب دقیقه

$360 \div 8 = 4/5$

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)							حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات(دقیقه)		
1		8							360	4/5		
2	0											

حال زمان بدست آمده را ضرب در میزان مصرف سرلوله در هر دقیقه می‌نماییم.

(لیتر) میزان مصرف مایع کف در طول مدت عملیات $4/5 \times 10 = 45$

یعنی ردیف 10 جدول را ضرب در ردیف 5 می‌کنیم

ردیف	مشخصات	1	2
1			
2			
3			
4			
5	میزان مصرف مایع کف در دقیقه	10	
6			
7			
8			
9			
10	زمان کل عملیات	4/5	
11			
12			

عدد بدست آمده را در جدول یاداشت می‌کنیم

ردیف	مشخصات	1	2
1			
2			
3			
4			
5	میزان مصرف مایع کف در دقیقه	10	
6			
7			
8			
9			
10	زمان کل عملیات(دقیقه)	4/5	
11	مصرف مایع کف در کل عملیات	45	
12			

اگر زمان بدست آمده را در میزان مصرف آب در هر دقیقه ضرب کنیم میزان مصرف آب بدست می‌آید.

لیتر مصرف آب در طول عملیات $4/5 \times 190 = 855$

(ردیف 10 را در ردیف 6 ضرب می‌نماییم).

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات (دقیقه)		
1						190				4/5		
2												

عدد بدست آمده را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات(دقیقه)		مصرف آب در کل عملیات (لیتر)
1						190				4/5		855
2												

مشاهده فرمودید که فقط در محل عملیات، چهار عملیات ریاضی ساده باید انجام دهید:

الف) محاسبه حجم محل حادثه

ب) زمان عملیات

پ) میزان مصرف مایع کف در کل عملیات

ت) میزان مصرف آب در کل عملیات

فراموش نکنید چند بار که این عمل را انجام دادید، می‌توانید در محل حادثه میزان مصرف را ذهنی تخمین بزنید.

حرارت زیاد محیط یکی از عوامل افزایش مصرف کف می‌باشد.

تولید حباب ناپایدار یکی دیگر از عوامل افزایش مصرف کف می‌باشد.

مایع کف نامرغوب یکی از علل افزایش مصرف مایع کف می‌باشد.

دنبال عواملی باشید که مصرف کف را افزایش می‌دهد.

خروج حباب کف از مکانی در محل حریق از عوامل دیگر است، مانند چاه‌ها

مسئله 42: فرض کنید در کنار جاده تانکر بنزینی واژگون شده و بنـزین در حوضـچه‌ای کنار جاده ریخته شده و آتش گرفته است.

به محض رسیدن به محل حادثه دستور عملیات کف‌رسانی با کف سنگین را صادر کنید.

فرض کنید مانند حالت قبل دو دستگاه سرلوله در ایستگاه موجود اسـت و جـدول تهیـه شده به شکل زیر می‌باشد.

این عملیات قبلاً با پرسنل چندین بار در ایستگاه تمرین شده است.

ردیف	مشخصات	1	2
1	نوع سرلوله	M2	S2
2	بازدهی حجمی مترمکعب	8	3
3	درصد مایع کف	%5	%3
4	درصد آب	%95	%97
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194
7	محیط گرم		×
8	محیط داغ		
9	حجم محل حادثه (مترمکعب)		
10	زمان کل عملیات (دقیقه)		
11	مصرف مایع کف در کل عملیات		
12	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)		

بلافاصله مساحت محل را تقریبی حدس بزنید.

فرض کنید 600 مترمربع تخمین زده می‌شود.

چون محیط باز است و محیط گرم محسوب می‌گردد و با فرض اینکه حجم حباب افزایش نمی‌یابد جدول را علامت می‌زنیم.

ردیف	مشخصات	1	2
1	نوع سرلوله	M2	S2
2	بازدهی حجمی مترمکعب	8	3
3	درصد مایع کف	%5	%3
4	درصد آب	%95	%97
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194
7	محیط گرم		
8	محیط داغ		
9	حجم محل حادثه (متر مکعب)		
10	زمان کل عملیات(دقیقه)		
11	مصرف مایع کف در کل عملیات		
12	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)		

چون محیط باز است حدود ضخامت کف روی مایع در حال اشـتعال را 5 سـانتی‌متـر در نظر می‌گیرید.

ممکن است در عملیات ضخامت کف کمتر شود که مهم نیست.

حجم تولید حباب کف مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

(مترمکعب) حجم تولید حباب لازم 30 = 0/05 ×600

حجم تخمینی را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ضخامت کف را به متر تبدیل کرده‌ایم (متر) 0/05= 100 ÷ 5

ردیف	مشخصات	نوع سرلوله	بازدهی حجمی مترمکعب	درصد مایع کف	درصد آب	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	میزان مصرف آب در دقیقه	محیط گرم	محیط داغ	حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)
1		M2	8	%5	%95	10	190						
2		S2	3	%3	%97	6	194		×	30			

زمان عملیات را محاسبه می‌کنیم.

ردیف 9 را به ردیف 2 تقسیم می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (متر مکعب)							مکعب)			
1												
2		3							30			

(دقیقه) زمان عملیات خواهد شد که آن را در جدول یادداشت می‌کنیم 10= 3 ÷ 30

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (متر مکعب)							حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)		
1												
2		3							30	10		

میزان مصرف مایع کف را حساب می‌کنیم.

ردیف 10 را در ردیف 5 ضرب می‌کنیم.

ردیف	مشخصات	1	2
1			
2			
3			
4			
5	میزان مصرف مایع کف در دقیقه		
6			
7			
8			
9			
10	زمان کل عملیات (دقیقه)		
11			
12			

(لیتر) میزان مصرف مایع کف که آن را در جدول یادداشت می‌کنیم $60 = 6 \times 10$

ردیف	مشخصات	1	2
1			
2			
3			
4			
5	میزان مصرف مایع کف در دقیقه		
6			
7			
8			
9			
10	زمان کل عملیات (دقیقه)		
11	مصرف مایع کف در کل عملیات (لیتر)		
12			

میزان مصرف آب را حساب می‌کنیم.

ردیف 10 را در ردیف 6 ضرب می کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات (دقیقه)		
1												
2						195				10		

(لیتر) میزان مصرف آب که آن را در جدول یادداشت می‌کنیم $10 \times 194 = 1940$

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات (دقیقه)		مصرف آب در کل عملیات (لیتر)
1												
2						194				10		1940

فراموش نکنید که احتیاط لازم را همیشه در نظر بگیرید و آب و مایع کف ذخیره در دسترس داشته باشید.

در این مسئله، مقدار 60 لیتر مایع کف و 1940 لیتر آب لازم داریم.

میزان آب و مایع کف ذخیره باید معقول باشد.

مقدار مایع کف ذخیره که به طور منطقی انتخاب می‌گردد، بالاسری نامیده می‌شود.

یک فرمانده خوب همیشه باید درحریق‌ها مقداری آب و مایع کف بالاسری در دسترس داشته باشد.

اگر مقدار مایع کف و آب ذخیره شده کافی نباشد بلافاصله باید تقاضای نیروی کمکی و یا مواد کمکی بنمایید.

برای تقاضای نیروی کمکی و یا مواد کمکی فقط 10 دقیقه فرصت دارید.

زیرا ده دقیقه تا پایان عملیات فرصت هست.

برای روشن شدن این موضوع مسئله را حل می‌کنیم که مشخص گردد چقدر این موضوع در ارسال کمک به موقع مؤثر است.

فرض کنید در ایستگاه جدولی با مشخصات زیر تهیه کرده‌ایم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات	نوع سرلوله	بازدهی حجمی مترمکعب	درصد مایع کف	درصد آب	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	میزان مصرف آب در دقیقه	محیط گرم	محیط داغ	حجم محل حادثه (متر مکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)
1	M2	8	%5	%95	10	190						
2	S2	3	%3	%97	6	194						

در ایستگاه مقدار 100 لیتر کف نیز موجود می‌باشد.

فرض کنید حوضچه نفتی آتش گرفته که مساحت آن 20 ×60 متر می‌باشد.

قرار است روی این حوضچه را بپوشانیم، به صورتی که ضخامت کف 5 سانتی‌متر باشد.

فراموش نکنید در محیط های باز سطح مایع در حال اشتعال مهم است.

بلافاصله پس از رسیدن به محل حریق، دستور عملیات کف‌رسانی با کف سنگین را صادر نمایید و در جدول محیط گرم را علامت می‌زنیم.

ردیف	مشخصات			
1	نوع سرلوله	M2	S2	
2	بازدهی حجمی مترمکعب	8	3	
3	درصد مایع کف	%5	%3	
4	درصد آب	%95	%97	
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6	
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194	
7	محیط گرم			
8	محیط داغ			
9	حجم محل حادثه (مترمکعب)			
10	زمان کل عملیات			
11	مصرف مایع کف در کل عملیات			
12	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)			

حجم حباب مورد نیاز را محاسبه کنید:

مترمکعب $6 \times 20 \times 0/05 = 60$

حجم حباب مورد نیاز را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	مشخصات			
1	نوع سرلوله	M2	S2	
2	بازدهی حجمی مترمکعب	8	3	
3	درصد مایع کف	%5	%3	
4	درصد آب	%95	%97	
5	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	10	6	
6	میزان مصرف آب در دقیقه	190	194	
7	محیط گرم			
8	محیط داغ	60		
9	حجم محل حادثه (متر مکعب)			
10	زمان کل عملیات			
11	مصرف مایع کف در کل عملیات			
12	مصرف اب در کل عملیات (لیتر)			

حجم حباب تولید شده همان حجم حباب‌های مورد نیاز است.

زمان عملیات را محاسبه می‌کنیم: دقیقه زمان عملیات 20 = 3 ÷ 60

ردیف 9 را به ردیف 2 تقسیم می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)							حجم محل حادثه (مترمکعب)			
1												
2		3							60			

عدد بدست آمده را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات		بازدهی حجمی (متر مکعب)							حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)		
1												
2		3							60	20		

میزان مصرف مایع کف را محاسبه کنید:

لیتر مصرف مایع کف در عملیات $20 \times 6 = 120$

ردیف 10 را در ردیف 5 ضرب می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات					میزان مصرف مایع کف در دقیقه					زمان کل عملیات (دقیقه)		
1												
2					6					20		

عدد بدست آمده را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات					میزان مصرف مایع کف در دقیقه					زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات (لیتر)	
1												
2					6					20	120	

میزان مصرف آب را محاسبه می‌کنیم: $20 \times 194 = 3880$

ردیف 6 را در ردیف 10 ضرب می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات (دقیقه)		
1												
2						194				20		

عدد بدست آمده را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
مشخصات						میزان مصرف آب در دقیقه				زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات	
1												
2						194				20	3880	

یعنی در این عملیات شما 120 لیتر مایع کف و 3880 لیتر آب لازم دارید.

چون در ماشین فقط 100 لیتر مایع کف داشتید پس مایع کف کم می‌آید، در نتیجه باید تقاضای کمک کنید.

شاید باز هم به ذهن شما بیاید که انجام عملیات ریاضی در محل حریق مشکل باشد، ما باید آن را ساده‌تر کنیم.

جدول جدیدی به شکل زیر تهیه می‌کنید

ردیف	مشخصات	نوع سرلوله	بازدهی حجمی مترمکعب	درصد مایع کف	درصد آب			میزان مصرف مایع کف دردقیقه	میزان مصرف اب در دقیقه	محیط گرم	محیط داغ	حجم محل حادثه	زمان کل عملیات	مصرف مایع کف در کل عملیات	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)
1	M2	8	%5	%95			10	190							
2	S2	3	%3	%97			6	194							

اگر ملاحظه کنید دو ستون جدول را خالی گذاشتیم با این کار قصد بر این بوده که شما محاسبات میزان مصرف مایع کف و آب را بیاموزید.

اکنون برای روشن شدن بهتر مطلب، با مثالی آن را بیان می‌کنیم:

فرض کنید در ایستگاه آتش‌نشانی کار می‌کنید که در آن یک دستگاه خودرو منبع‌دار و با پمپ R 165 وجود دارد.

خودور منبع‌دار با پمپ R165 دارای 400 لیتر مایع کف و 8000 لیتر آب می‌باشد.

مایع کف خریداری شده 3% است.

سرلوله موجود در این ماشین S4 و M4 می‌باشد.

روی سرلوله M4 بازدهی حجمی را 8 متر مکعب نوشته‌اند.

روی سرلوله S4 بازدهی حجمی را 3 مترمکعب نوشته‌اند.

حال می‌خواهیم جدول خود را تکمیل کنیم.

ردیف	مشخصات	1	2
1	نوع سرلوله	M2	S2
2	بازدهی حجمی مترمکعب	8	3
3	درصد مایع کف	%5	%3
4	درصد آب	%95	%97
5	میزان کف موجود در خودرو	400	400
6	میزان آب موجود در خودرو	8000	8000
7	میزان مصرف مایع کف	10	6
8	میزان مصرف آب در دردقیقه	190	194
9	محیط گرم		
10	محیط داغ	×	
11	حجم محل حادثه (مترمکعب)	360	
12	زمان کل عملیات(دقیقه) مصرف مایع کف در کل	40	40
13	عملیات مصرف آب در کل		
14	عملیات (لیتر)		

این جدول را در ایستگاه تهیه نموده‌اید.

حال فرض کنید به محل حریق با این مشخصات رسیدیم.

حوضچه‌ای آتش‌گرفته است که حدود 600 مترمربع وسعت دارد یعنی ابعاد آن 30 ×20 متر است.

بلافاصله دستور عملیات کف‌رسانی با کف سنگین را صادر می‌کنید.

فرض می‌کنید قرار است ضخامت مایع کف روی این حوضچه 5 سانتی‌متر می‌باشد.

حجم حباب را محاسبه می‌کنید:

(مترمکعب) حجم حباب لازم 30 = 0/05 ×20×30

حجم را در جدول یادداشت می‌کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	14
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)									حجم محل حادثه (مترمکعب)			
1														
2		3									30			

حجم حباب را به بازدهی حجمی تقسیم می‌کنیم:

(دقیقه) زمان عملیات 10 = 3 ÷ 30

ردیف 11 را به ردیف 2 تقسیم می‌کنیم.

عدد بدست آمده را در جدول یادداشت می کنیم.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)									حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)		
1														
2		3									30	۷ ۴۰		

حال می دانید که زمان عملیات با این سرلوله 40 دقیقه است.

40> 10

پس شما مایع کف کم نخواهید آورد و احتیاج به نیروی کمکی ندارید.

میزان مصرف مایع کف و آب را بعداً در ایستگاه انجام دهید تا معیارها بدست آید.

هرگاه زمان عملیات در محیط حریق کمتر از زمان عملیات با سرلوله باشد نیرو احتیـاج بـه کمک ندارد.

حال با این روش ببینیم جدول چقدر کوچک است:

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
مشخصات		بازدهی حجمی (مترمکعب)									حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)		
1														
2		3									30	10>40		

یعنی می‌توان جدول را به کوچکی زیر به محل حریق برد.

ردیف	2	11	12
مشخصات	بازدهی‌حجمی (مترمکعب)	حجم محل حادثه (مترمکعب)	زمان کل عملیات (دقیقه)
1			
2	3	30	10>40

در جدول کافی است فقط ستون 11 را به ستون 2 تقسیم کنیم و عدد به دست آمـده را با زمان یادداشت شده در جدول (ستون 12) مقایسه کنید.

حال مسئله‌ای را به صورت زیر حل می‌کنیم:

فرض کنید در ایستگاه مقدار 400 لیتر مایع کف در خودرو موجود است.

مایع کف سنگین و 3% می باشد.

سرلوله موجود در خودرو S4 و بازدهی حجمی آن 3 متر مکعب در دقیقه می‌باشد.

جدول را در ایستگاه تهیه می‌کنید.

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
مشخصات	نوع سرلوله	بازدهی حجمی مترمکعب	درصد مایع کف	درصد آب	میزان کف موجود در خودرو	میزان آب موجود در خودرو	میزان مصرف مایع کف دردقیقه	میزان مصرف آب در دقیقه	محیط گرم	محیط داغ	حجم محل حادثه	زمان کل عملیات (دقیقه)	مصرف مایع کف در کل عملیات	مصرف آب در کل عملیات (لیتر)
1	M2	8	%5	%95	400	8000	10	190				40		
2	S2	3	%3	%97	400	8000	6	194				40		

عدد زمان عملیات با سرلوله را به خاطر می‌سپارید.

حریقی اعلام می گردد که مخزن تانکر 30 هزار لیتری واژگون شده است.

محل واژگونی کناره جاده بوده و بنزین روی زمین ریخته شده است.

اگر مساحت به شکل نامنظم تشکیل شده بود آن را به شکل منظم در نظر گرفته و مساحت آن را تقریبی تخمین می زنیم.

بلافاصله پس از رسیدن به محل حریق دستور عملیات کف‌رسانی کف سنگین را صادر کنید.

افراد مشغول عملیات می‌شوند و شما به محاسبه می پردازید.

قرار است روی آن کف سنگین به ضخامت 5 سانتی‌متر پاشیده شود.

ابتدا مساحت را تخمین می زنید.

فرض می‌کنیم مساحت تخمین زده شده 3300 مترمربع می‌گردد.

حجم حباب کف مورد نیاز را محاسبه می‌کنیم.

حجم را بدست می‌آوریم.

165 مترمکعب حجم محل حادثه 165 = 0/05 ×3300

زمان عملیات را محاسبه می‌کنیم: دقیقه زمان اطفاء 55 = 3 ÷ 165

55 دقیقه زمان لازم است تا حجم حباب لازم تولید گردد.

زمان عملیات اطفاء (دقیقه)		زمان عملیات با سرلوله (دقیقه)
۵۵	<	۴۰

پس نیروی کمکی با مواد کمکی نیاز می‌باشد.

بهتر است سریعاً این عملیات ریاضی را انجام دهید تا فرصت رسیدن نیرو به شما کافی باشد.

بلافاصله تقاضای کمک می‌کنید.

فراموش نکنید در این عملیات همیشه میزان آب موجود کمتر از آب مصرفی می‌باشد، لذا سریعاً در مورد تأمین آب اقدام نمایید.

مشاهده کردید که فقط دو عملیات ریاضی صورت گرفت، یعنی در محل حریق چنین عمل می‌کنید.

بقیه جدول را می‌توانیم در ایستگاه پرکنیم.

پس از مدتی انجام محاسبات و تهیه جدول خواهید دید که چقدر ساده است.

ملاحظات در محاسبات

فرض کنید در زیرزمین‌آتش سوزی رخ داده و ورود به زیرزمین غیرممکن و یا مشکل می‌باشد و شما به عنوان فرمانده ترجیح می دهید که از بیرون عملیات کف‌رسانی را انجام دهید و زیرزمین را پر از کف کنید.

ارتفاع زیر زمین 3 متر است، ولی کالاهای قابل اشتعال تا فاصله دو متر روی هم چیده شده است.

نیاز نیست که کل زیرزمین را پر از کف نمایید.

کافی است حباب کف تا روی کالاها پاشیده شود.

یعنی حجم نهایی را با زیرزمین به ارتفاع 2 متر محاسبه کنید.

همیشه میزان بالاسری را در محاسبات فراموش نکنید و حباب کف را قدری بالاتر از کالا بپاشید.

اگر زیرزمین به مکان‌های دیگر راه نداشت باید حجم نهایی را حساب کنیم.

اگر زیرزمین دارای چاه باشد و در چاه باز باشد عملیات مشکل و مصرف کف بالا می‌رود. در این حالت باید سرعت عملیات را افزایش داد. یعنی اگر با یک سرلوله کار می‌کنید آن را به 2 یا 3 سرلوله افزایش دهید تا زمان خروج کف از چاه پوشش داده شود.

(اگر مایع کف دارای چسبندگی خوبی باشد دیرتر وارد چاه می شود).

(یک فرمانده خوب بلافاصله از حجم تولیدی و پرشدن زیرزمین متوجه می شود که حباب‌ها در حال از بین رفتن هستند یا خیر).

اگر زیرزمین یا محلی که باید با حباب پر شود پنجره داشته باشد و حباب از پنجره ها بیرون بریزد باید پنجره‌ها و محل‌های خروج را ببندید.

کف را می‌توان در راهرو عبوری پاشید تا مردم از داخل آن با امنیت عبور کنند.

(کف‌هایی که حجم را پر می‌کنند کف‌های سبک هستند).

در این صورت حباب کف به عنوان پوشش ایمنی عمل می‌کند.

کف را می‌توان بر روی بدنه هواپیما پاشید تا آن را از آتش‌سوزی هواپیماهای دیگر در امان نگاه داشت.

کف به عنوان پوشش حفاظتی می‌تواند از مکان‌ها حفاظت کند.

(کف‌هایی که به عنوان پوشش حفاظتی روی کالاها را می پوشاند کف‌های سنگین هستند).

کف را در سیستم‌های ثابت می‌توان طراحی کرد و طراحی آنها مستلزم آگاهی از نوع سیستم است.

کف را در سیستم‌های ثابت در مخازن طراحی و هنگام آتش سوزی مخزن به صورت دستی و یا اتوماتیک مورد بهره‌برداری قرار می‌دهند.

نوع دستی آن بسیار ساده است و با فشار یک دکمه پمپ را به کار انداخته و عملیات آغاز می‌گردد. گاهی کار سیستم را با یک شیر دستی انجام می‌دهند و با باز کردن شیر سیستم فعال می‌شود.

گاهی سیستم را توسط اتصال ماشین آتش‌نشانی به آن فعال می‌نمایند.

گاهی سیستم اتوماتیک عمل می‌کند به این نوع سیستم‌ها، سیستم کف‌پاش اتوماتیک می‌گویند.

مجرای خروج کف به وسیله یک شیشه الکلی مسدود شده است و با رسیدن حرارت به این شیشه الکل داخل آن انبساط حجمی پیدا کرده، شیشه می‌شکند و مجرای خروجی باز و سیستم فعال می‌شود.

به این نوع سیستم، سیستم اسپرینکلر کف نیز می‌گویند.

فراموش نکنید در تمام موارد یاد شده محاسبات مانند روش‌های توضیح داده شده می باشد.

می‌توان سیستم کف‌ساز را از طریق سیستم‌های خشک نیز فعال کرد.

کافی است لوله‌کشی و نازل کف قبلاً تعبیه شده باشد و فقط محلول مایع کف را به داخل سیستم هدایت نمود.

انتخاب نوع سیستم به شرایط مختلفی از جمله محل مصرف، نوع کالای حفاظتی و هزینه نگاهداری و غیره بستگی دارد.

در زمان طراحی سیستم باید بدانیم که :

الف) سیستم کارشناسی شده باشد.

ب) کم هزینه باشد.

پ) اجرایی باشد.

پنج مسئله زیر را برای تمرین خودتان حل کنید.

مسئله 1: یک لیتر مایع کف 5% چقدر آب نیاز دارد؟ جواب: 19 لیتر

مسئله 2: 3 لیتر مایع کف 6% چقدر آب نیاز دارد؟ جواب: 47 لیتر

مسئله 3: زیرزمینی به ابعاد 4 × 8 × 19 متر وجود دارد می‌خواهیم با توربکس آن را پر کنیم، مشخصات دستگاه به شرح ذیل است.

میزان مصرف آب، مایع کف و زمان عملیات را محاسبه کنید.

Z2

فشار 8 بار

کف 5% ← حجم تولیدی 152 مترمکعب

Z2

جواب: زمان عملیات 4 دقیقه، 80 لیتر مایع کف مصرفی، 1520 لیتر آب مورد نیاز

مسئله 4: می‌خواهیم سطح مخزنی به مساحت 80 متر مربع را با کف سنگین به ضخامت 3 سانتی‌متر بپوشانیم، اگر مشخصات دستگاه و ابزار به شرح ذیل باشد، میزان مصرف آب، مایع کف و زمان عملیات را محاسبه کنید.

سرلوله S2، مایع کف 5%، حجم ثانویه 6 برابر

جواب: زمان عملیات 2 دقیقه 20 لیتر مایع کف مصرفی، 380 لیتر آب مورد نیاز

مسئله 5: با سر لوله M4 در حال عملیات هستیم، میزان بازدهی حجمی این سرلوله 8 مترمکعب در دقیقه می‌باشد، اگر مایع کف 2/5% باشد و زمان عملیات 7 دقیقه طول بکشد میزان مصرف آب، مایع کف و حجم تولیدی را حساب کنید.

جواب: 70 لیتر مصرف مایع کف، 2730 لیتر مصرف آب، 56 متر مکعب حجم تولیدی

در محاسبات کف‌رسانی چون مقدار هوا را بی نهایت در نظر گرفته‌ایم از محاسبات آن صرف نظر نموده، ولی در صورت نیاز به محاسبه، جهت آشنایی به چند نمونه زیر اشاره می‌گردد.

مسئله 1: با سرلوله S2 در حال عملیات هستیم اگر حجم ثانویه 4 برابر شود میزان مصرف هوا را محاسبه کنید.

جواب: چون سرلوله 200 لیتری می باشد پس داریم:

(لیتر) حجم نهایی $200 \times 4 = 800$

از این مقدار حجم نهایی تولید شده 200 لیتر مربوط به آب و مایع کف می‌باشد و الباقی را هوا تشکیل می‌دهد پس داریم :

(لیتر) میزان هوای مورد نیاز $800 - 200 = 600$

مسئله 2: یک سرلوله M4 داریم که بازدهی حجمی آن 8 مترمکعب در دقیقه است مقدار هوای لازم در دقیقه را محاسبه کنید.

جواب: ابتدا مترمکعب را به لیتر تبدیل می‌کنیم:

لیتر $8 \times 1000 = 8000$

می‌دانیم سرلوله 400 لیتر می‌باشد پس داریم:

(لیتر هوا) در یک دقیقه نیاز دارد $8000 - 400 = 7600$

مسئله 3 : با یک سرلوله S4 و کف 5% در حال عملیات هستیم. اگر بازدهی حجمی سرلوله 3 متر مکعب در دقیقه باشد، میزان مصرف مایع کف – آب و هوا را محاسبه کنید.

(لیتر) میزان مصرف مایع کف $5 \times 4 = 20$

(لیتر) میزان مصرف آب $95 \times 4 = 380$

(لیتر) میزان محلول آب و مایع کف $380 + 20 = 400$

(لیتر) حجم نهایی $3 \times 1000 = 3000$

(لیتر) میزان مصرف هوا $3000 - 400 = 2600$

مسئله 4: با سرلوله در حال عملیات هستیم، اگر مایع کف 6% و حجم ثانویه 100 برابر باشد میزان مصرف مایع کف – آب و هوا را محاسبه کنید.

(لیتر) میزان مصرف مایع کف $6 \times 4 = 24$

(لیتر) میزان مصرف آب $94 \times 4 = 376$

(لیتر) میزان محلول آب و مایع کف $376 + 24 = 400$

(لیتر) حجم ثانویه $400 \times 100 = 40000$

(لیتر) میزان مصرف هوا $4000 - 400 = 39600$

اگر بخواهیم محاسبه هوا را بصورت فرمول بنویسیم در یک عبارت کفایت می‌کند:

حجم هوای مورد نیاز = میزان مصرف محلول آب و مایع کف نهایی – حجم نهایی حباب مورد نیاز

مثال: با سرلوله S8 که دارای 5 متر مکعب بازدهی حجمی است مایع کف مصرفی 3% می‌باشد، در حال عملیات هستیم، مایع کف - آب و هوا را در مدت 10 دقیقه محاسبه کنید.

(لیتر) میزان مصرف مایع کف در دقیقه $3 \times 8 = 24$

(لیتر) میزان مصرف مایع کف در 10 دقیقه $24 \times 10 = 240$

(لیتر) میزان مصرف آب در دقیقه $97 \times 8 = 776$

(لیتر) میزان مصرف آب در 10 دقیقه $776 \times 10 = 7760$

(لیتر) میزان مصرف محلول آب و مایع کف در 10 دقیقه $7760 + 240 = 8000$

(لیتر) حجم تولیدی سرلوله در یک دقیقه $5\times 1000 = 5000$

(لیتر) حجم تولیدی سرلوله در 10 دقیقه $5000 \times 10= 50000$

(لیتر) میزان هوای مصرفی در 10 دقیقه $50000 - 8000 = 42000$

خلاصه

در عملیات کف‌رسانی مقداری مایع کف و آب مصرف می‌گردد که با استفاده عملیات محاسباتی می‌توان میزان مصرف آب و کف را محاسبه کرد. در این فصل مثال‌هایی ذکر شده است که در آنها از ساده‌ترین مسئله شروع کرده و رفته رفته به مسائل پیچیده‌تر می‌رسیم.

همان طور که قبلاً گفته شد عموماً کف‌ها با درصدهای 2/5%- 3% - 5% و 6% تولید می‌گردند و ما نیز محاسبات را با همین چهار نوع کف انجام می‌دهیم شما با یادگیری این محاسبات هر نوع کف دیگری را می‌توانید با درصدهای متفاوت محاسبه نمایید.

فهرست منابع و مراجع

1. صادقی محمود، همسفر حباب، 1387، تهران، انتشارات اسلامی.
2. صادقی محمود، مبارزه با آتش و خودسوزی ذغال با استفاده از کف در معادن، جزوه،1374.
3. جوهری غلامعلی، کف و کف‌سازها، جزوه، 1382.
4. غفوری ناصر، کف و کف‌سازها، جزوه، سازمان آتش نشانی، تهران، 1385.