

تکنولوژی تولید و مصرف امولسیون قیری

سید مرتضی مرنندی^۱، استاد یار بخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان

E-mail: a.salavatizadeh@gmail.com

سید عباس حسینی^۲، کارشناس مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

E-mail: soha83@yahoo.com

ابوالفضل صلواتی زاده^۳، کارشناس مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

E-mail: a.salavatizadeh@gmail.com

خلاصه

قیر در راهسازی به عنوان یک نوع پوشش حفاظتی و عامل چسبنده در صنعت راهسازی به کار می رود. در بسیاری از فعالیت های رایج در این زمینه قیر در حدود ۲۰۰-۱۰۰ درجه سلیوس حرارت داده می شود تا به اندازه کافی جهت اختلاط با مصالح دانه ای روان گردد. مخلوط های گرم بایستی به صورت گرم ذخیره، حمل و استفاده گردند در غیر اینصورت کارایی خود را از دست می دهند. قیرهای امولسیون دستاوردی نو برای جایگزینی قیرهای محلول و برگشتی می باشند. در این شیوه ذرات قیر درون آب به صورت معلق در می آیند. امولسیون قابلیت استفاده بامصالح سرد و مرطوب را نیز دارا می باشد. استفاده از امولسیون قیری از اوایل قرن بیستم شروع شد. امروزه ۵ تا ۱۰ درصد از رویه روسازی ها با استفاده از امولسیون انجام می گیرد. در این مقاله ترکیبات شیمیایی امولسیون و نقش ترکیبات امولسیون، مولگاتورها و مواد افزودنی که نمایانگر خصوصیات فیزیکی و واکنش پذیری امولسیون می باشد، تشریح شده است. تولید امولسیون، طبقه بندی و نامگذاری امولسیون ها، ساختار شیمیایی، کاربرد و پیشرفت در ساختار شیمیایی امولسیون بخش های دیگر این مقاله را در بر می گیرند.

کلمات کلیدی: امولسیون، مولگاتور، قیر سرد

۱. مقدمه

پیشرفت های ۲۰ سال اخیر منجر به افزایش دانش در مورد ساختار شیمیایی امولسیون شده است. با تغییر در ساختار شیمیایی و توسعه آن می توان عملکرد مواد سازنده و روند ساختار امولسیون را بهینه نمود. این عمل گیش سریع تر امولسیون و اجرای بهتر لایه های تک تک و پرمکث را در مقایسه با قیرهای محلول در بر خواهد داشت که باعث بهبود خواص آسفالت های سرد می گردد. کاهش خرابی در ساخت و نگهداری، کاهش مصرف انرژی، عدم اکسید شدن قیر، کم خطر بودن نسبت به آسفالت گرم از مزایای استفاده از امولسیون است همچنین استفاده از این تکنیک مقرون به صرفه بوده و در مقایسه با قیر محلول از آلودگی کمتری برای محیط زیست برخوردار است. استفاده از قیر سرد ۵۰٪ مصرف انرژی را نسبت به روش استفاده از قیر گرم کاهش می دهد.

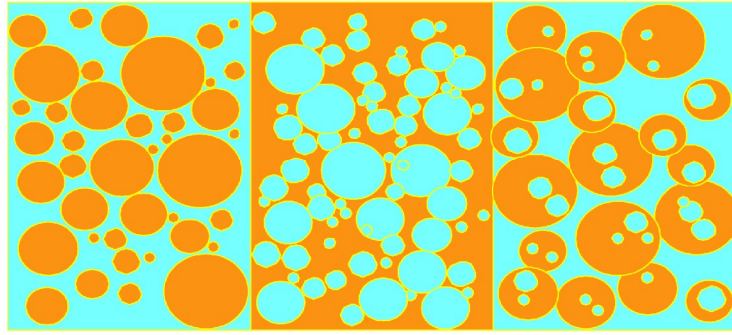
۲. تعریف امولسیون

امولسیون پراکنندگی قطرات کوچک مایع در مایع را گویند. نمونه هایی از امولسیون شامل مصارف روزانه شیر، کره، مایونز و کرم های آرایشی را می توان نام برد. امولسیون ها می توانند از دو مایع مخلوط نشدنی ساخته شوند لیکن، در اکثر امولسیون ها آب یک جزء اصلی از این ساختار می باشد. **امولسیون های روغن در آب (O/W):** در این نوع امولسیون ها فاز اصلی آب و روغن به صورت قطرات معلق ظاهر می گردند. **امولسیون های روغن در آب (W/O):** در این نوع امولسیون ها فاز اصلی روغن بوده و قطرات معلق، آب می باشد. امولسیون ها می توانند ترکیبات پیچیده تری نیز داشته باشند. در امولسیون های چندگانه فاز پراکنده دارای فاز دیگری است که ممکن است دارای ترکیب یکسانی همانند فاز اصلی نباشد (شکل ۱).

^۱ تلفن های تماس: ۰۹۱۳۱۴۰۴۱۹۵ - ۰۳۴۱۲۴۴۸۲۵۷

^۲ تلفن های تماس: ۰۹۱۳۳۴۲۷۶۲۳ - ۰۳۴۱۳۳۱۱۶۲۰

^۳ تلفن های تماس: ۰۹۱۳۲۴۲۹۹۲۹ - ۰۹۳۶۷۹۵۳۲۶۷ - ۰۳۴۱۲۴۴۸۲۵۷

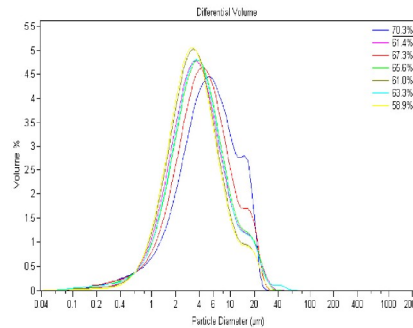


شکل ۱: انواع امولسیون (الف) امولسیون روغن در آب (ب) امولسیون روغن در آب (ج) امولسیون چندگانه

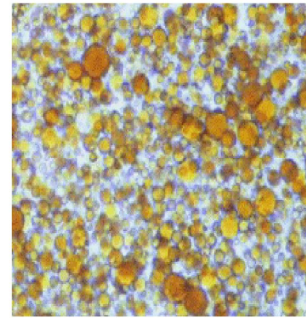
شکل ۱: انواع امولسیون

امولسیون‌های قیری استاندارد معمولاً از نوع O/W با ۷۵-۴۰ درصد قیر، ۲/۵-۰/۱ درصد امولگاتور، ۶۰-۲۵ درصد آب و مقداری ترکیبات معدنی می‌باشد. قطر قطرات معلق قیر از ۲۰-۰/۱ میکرون متغیر است. امولسیون‌های با ذرات ریز در این محدوده، میکرو/امولسیون نامیده می‌شوند. رنگ این ها قهوه ای و ویسکوزیته ای بین شیر و خامه داشته و به درصد و اندازه ذرات قیر بستگی دارند. برخی ذرات قیر ممکن است شامل قطراتی از آب باشند، تشریح بهتر را می توان در امولسیون های چندگانه W/O/W مشاهده نمود. ویسکوزیته امولسیون خصوصاً تغییرات ویسکوزیته در هنگام نگهداری شدیداً به فاز آب داخلی وابستگی دارد [۶، ۷].

در امولسیون ذرات مختلف با اندازه‌های مختلف پراکنده‌اند و این پراکندگی با توجه به دستورالعمل تهیه و مکانیزم عملکرد کارگاه تولیدکننده می باشد (شکل ۲).



(الف)

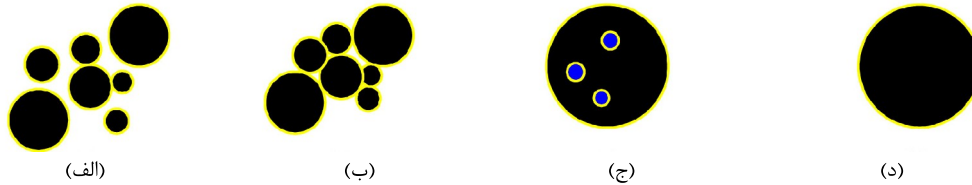


(ب)

شکل ۲: میکروگراف و نمونه اندازه ذرات امولسیون با درصد قیر متغیر (الف) میکروگراف امولسیون قیری

شکل ۲: میکروگراف و نمونه اندازه ذرات امولسیون

اندازه ذرات و پراکندگی آن‌ها خصوصیات فیزیکی امولسیون از جمله ویسکوزیته و پایداری در ذخیره‌سازی را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهند. ذرات با اندازه‌ای بزرگتر از متوسط اندازه ذرات که به صورت انتشار دو مودی می‌باشند باعث کاهش ویسکوزیته می‌شوند [۸]. اندازه ذرات همچنین بر عملکرد امولسیون تاثیر می‌گذارد. به طور کلی ذرات ریز تر باعث عملکرد بهتر در طرح اختلاط و پخش امولسیون می‌شوند [۹]. تحقیقات اخیر بیشتر در زمینه کنترل اندازه ذرات و پراکندگی آن‌ها متمرکز شده که نهایتاً باعث تغییرات خصوصیات فیزیکی امولسیون گردیده است [۱۰-۱۲]. میکرو امولسیون‌ها در نهایت ناپایدار هستند. با از گذشت دوره‌ای از زمان که می‌تواند ساعت یا سال‌ها باشد، فاز قیر نهایتاً از فاز آب جدا می‌گردد. قیر غیر قابل حل در آب است و شکست امولسیون شامل آمیختگی و انعقاد ذرات است (شکل ۳).



شکل ۳: مراحل شکست امولسیون

(الف): بار امولسیون ذرات مانع نزدیک شدن آن ها می شود.

(ب): انعقاد: فاصله کم بین ذرات منجر به چسبندگی آن ها و خروج آب می گردد.

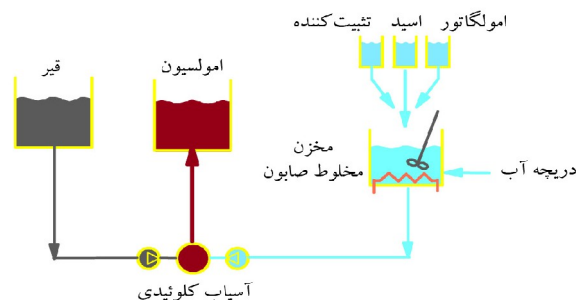
(ج): کوالانس: حرکت آب در بین ذرات و شکست غشای سطحی آب فاز دانه ها و احاطه شدن مقداری آب

(د): کوالانس: آب احاطه شده خارج می شود.

قطرات کوچک امولسیون بار کمی دارند. منشأ بار الکتریکی امولگاتور و ترکیبات یونی خود قیر می باشد. این بارهای کوچک بر روی ذرات معلق، یک مانع الکتریکی در اطراف ذرات تشکیل می دهند. به هر حال موقعیکه دو قطره، انرژی کافی جهت غلبه بر مانع پیرامون خود را کسب نمودند به یکدیگر نزدیک شده و یکدیگر را جذب می کنند (انعقاد). مخلوط کردن، رقیق کردن و افزایش مقدار امولگاتور باعث عکس این عمل و جلوگیری از لخته شدن و رسیدن ذرات به هم می شود. با گذشت زمان، لایه ی آب بین قطرات ریز معلق نازکتر شده و نهایتاً ذرات منعقد می شوند. عمل لخته-شدن نمی تواند معکوس صورت گیرد. عواملی که باعث به هم نزدیک شدن قطرات می شوند از جمله نشست تحت اثر نیروی جاذبه، تبخیر آب، یخ زدن و همچنین عواملی که باعث کاهش بار بر روی قطرات می شوند، همگی باعث تسریع در عمل لخته شدن می گردند. قیر با ویسکوزیته کم سریع تر از قیر با ویسکوزیته زیاد لخته می شود. در اصل هدف نهایی لخته شدن ذرات پس از ترکیب امولسیون با مصالح دانه ای و پخش آن ها بر روی جاده است.

۳. تولید امولسیون

برای تهیه امولسیون، قیر داغ را با آب مخلوط نموده، ماده امولگاتور را به آن اضافه و سپس توسط آسیاب کلونیدی، ذرات سائیده شده و مخلوط می گردند. در آسیاب های کلونیدی انرژی لازم برای جداسازی ذرات در زمان عبور مخلوط قیر داغ و فاز آبی از میان یک صفحه دوار مخروطی و یک پوسته ثابت به سیستم وارد می شود. واضح است که روند تولید امولسیون نه تنها در خواص فیزیکی آن بلکه در روند اجرایی امولسیون نیز تاثیر بسزایی دارد. در امولسیون تقابل نیروهای جاذبه داخلی بین ذرات، ویسکوزیته قیر و کشش سطحی ذرات وجود دارد که از تشکیل سطح مشترک جلوگیری می کند. ذرات ریز تر تحت تاثیر انرژی بیشتر و قیر با ویسکوزیته کمتر هستند و غلظت امولگاتور در آن ها بیشتر است که این عمل باعث کاهش کشش تداخلی می شود. امولگاتور در آب به صورت محلول است و در آسیاب کلونیدی، صابون به قیر روان داغ اضافه می شود. (شکل ۴)



شکل ۴: پروسه تولید امولسیون

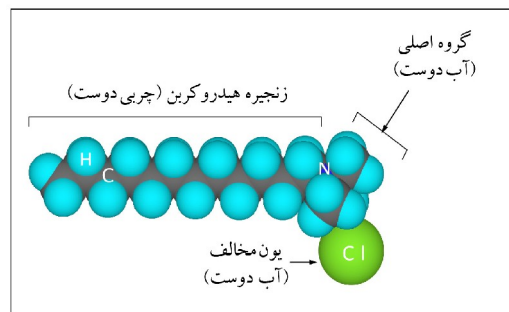
قیر را می توان در کارخانه های بیج (شکل ۴) و همین طور کارخانه هایی با سیستم خطی تولید نمود در سیستم های بیج تولید قیر امولسیون به دو مرحله فاز آبی (حلال) و مرحله تولید نهایی امولسیون تقسیم بندی می گردند. تهیه فاز آبی در مخازنی صورت می گیرد که آب در این مخازن حرارت دیده و امولگاتور به همراه سایر مواد افزودنی امولسیون به میزان مورد نظر اضافه شده و حلال حاصل کاملاً مخلوط می گردد. در مرحله نهایی تهیه امولسیون قیر و فاز آبی اخیر به میزان مشخص به آسیاب های کلونیدی وارد می گردند.

۴. طبقه بندی و نامگذاری امولسیون‌ها

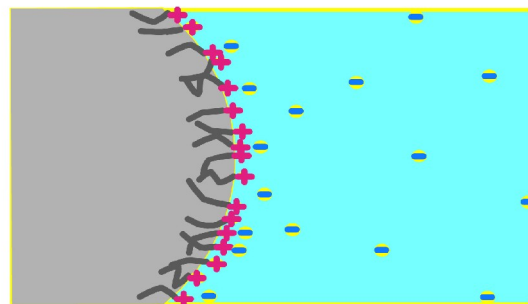
امولسیون‌ها براساس علامت بار بر روی ذره‌ها و واکنش‌پذیری آن‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. در امولسیون‌های کاتیونیک، بار ذرات مثبت و در نوع آنیونیک، بار ذرات منفی می‌باشد. امولسیون‌های زودگیر (RS^۴): در تماس با مصالح دانه ای تمیز و با سطح ویژه کم سریعاً می‌شکنند، همانند سنگ های شکسته مصرف شده در آسفالت های سطحی (چیپ سیل^۵). امولسیون‌های کندگیر (MS^۶): این نوع امولسیون گیرش کندتری نسبت به نوع RS دارد و مورد استفاده آن در طرح اختلاط با دانه‌بندی باز است. امولسیون‌های دیرگیر (SS^۷): این نوع امولسیون را فقط با مصالح دانه‌ای با سطح جانبی وسیع می‌توان مخلوط کرد.

۵. ساختار شیمیایی امولسیون‌ها

مولکول‌های آب در سطح مشترک بین آب و روغن دارای انرژی بیشتری نسبت به مولکول‌های سایر قسمت‌های مخزن آب در نتیجه انرژی فصل مشترک و یا کشش سطحی به وجود آمده در این منطقه باعث به حداقل رساندن سطح مشترک می‌شود. تولید امولسیون شامل تولید یک سطح مشترک وسیع بین آب و قیر است (تقریباً ۵۰۰ مترمربع در هر لیتر) [۱۰]. مولگاتورها مواد فعال در سطح هستند. در ساختار مولکولی این مواد قسمت‌های چربی دوست^۸ و آب دوست^۹ وجود دارد. مولکول‌ها به طور منظم در سطح مشترک آب و قیر در قسمت قطبی (آب) و قسمت غیرقطبی (قیر) قرار گرفته‌اند.



شکل ۵: مولکول امولگاتور کاتیونیک



شکل ۶: منشأ بار ذرات قیر. امولگاتور بر روی سطح مشترک متمرکز می‌شود. یون‌های مخالف در فاز آب پراکنده شده و بار مثبت روی ذرات قیر ایجاد می‌گردد.

^۵ Lipophilic
^۶ Hydrophilic

این جایگیری باعث کاهش انرژی لازم جهت امولسیون نمودن قیر شده و از انعقاد سریع و یک شکل آن‌ها جلوگیری می‌کند. انتخاب غلظت امولگاتور به طور قابل ملاحظه‌ای در روند ایجاد بار و واکنش‌پذیری ذرات موثر است. هر امولگاتور دارای هد هیدروفیلیک و زنجیره هیدروکربن لیپوفیلیک با ۱۲ تا ۱۸ اتم کربن می‌باشد. زنجیره هیدروکربن در فرمول‌های شیمیایی با R نشان داده می‌شود که این زنجیره از چربی طبیعی، نفت سنگین و صمغ چوب ناشی می‌شود. امولسیون‌ها می‌توانند به سه دسته آنیونیک، کاتیونیک و غیریونی تقسیم شوند که این دسته‌بندی وابسته است به نوع باری است که امولسیون در آب می‌پذیرد، اگر چه این بار به PH مواد نیز بستگی دارد. (جدول ۱)

جدول ۱: ساختار شیمیایی امولسیون‌ها

PH11 بار سرگروه	PH2 بار سرگروه	یون مخالف	سر گروه	جزء لیپوفیلیک
خنثی	مثبت	$2Cl^{-}$	$[-NH_2CH_2CH_2CH_2NH_3]^{2+}$	تالوالکیل
مثبت	مثبت	Cl^{-}	$[-N(CH_3)_3]^{+}$	تالوالکیل
غیریونی	خنثی	None	$[-O(CH_2CH_2O)_{100}H]$	نانیل فنیل
منفی	خنثی	Na^{+}	$[-COO]^{-}$	نفت سنگین
منفی	منفی	Na^{+}	$[-SO_3]^{-}$	آلکیل بنزن

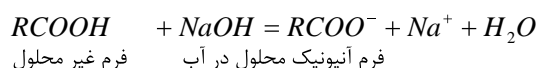
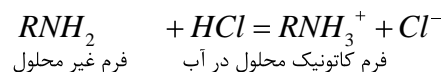
امولگاتورهای کاتیونیک ترکیبات آمونیومی با نیتروژن مثبت می‌باشند در حالیکه امولگاتورهای آنیونیک دارای اتم اکسیژن مثبت می‌باشند. بار سرگروه در امولسیون توسط یون مخالف متعادل می‌شود از آن جایی که این بار روی سطح قیر پخش می‌شود، بار روی ذرات قیر را نیز معین می‌کند (شکل ۶). تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که حتی امولگاتورهای غیریونی امولسیون‌هایی تولید می‌کنند که ذرات ریز آن‌ها محتوی بار منفی در آب هستند [۱۴] و این نوع امولگاتورها معمولاً در امولسیون از نوع SS استفاده می‌شوند. در زمینه امولسیون‌های قیری، خود قیر به تنهایی دارای سطوح خارجی است که می‌توانند در سطح مشترک متمرکز شوند [۱۵]. اندازه و نوع بار روی ذرات اندازه‌گیری شده به عنوان پتانسیل زتا شناخته می‌شود. پتانسیل زتا شدیداً به PH ترکیب وابسته است چون بار ذرات امولگاتور به PH وابسته است و از طرفی ترکیبات قطبی قیر به تنهایی ممکن است یونیزه شوند. با اندازه‌گیری پتانسیل زتا مشخص شده است که بار بر روی ذرات با افزایش PH به سمت منفی شدن سوق داده می‌شوند. با افزایش غلظت امولگاتور، اندازه ذرات امولسیون کاهش می‌یابد. در امولسیون نوع SS که بیشترین غلظت امولگاتور وجود دارد، عموماً اندازه ذرات موجود در آن از نوع RS کوچکتر است.

عموماً برای حصول تثبیت و اجرای بهتر، نیاز به امولگاتور بیشتری در ترکیب امولسیون می‌باشد. لذا مقداری امولگاتور اضافی به فاز آب وارد کرده تا نقش امولگاتور آزاد را ایفا کنند. این فرم امولگاتور آزاد از انعقاد سریع امولسیون پس از تولید ذخیره سازی و حمل جلوگیری می‌کند. امولگاتورهای آزاد نقش مهمی در جریان طرح اختلاط ایفا می‌کنند [۱۰-۱۱]. در زمان نگهداری، بعد از تولید امولسیون ممکن است تغییراتی در ساختار امولسیون ایجاد شود که می‌تواند به علت جابه‌جایی ذرات قطبی و یا جذب سطحی امولگاتور توسط آب باشد [۱۶]. این عمل باعث غلیظتر شدن امولگاتور بر روی سطح آب و در نهایت باعث تغییر خصوصیات امولسیون می‌گردد.

۶. فرمولاسیون امولسیون

امولگاتورها اغلب به صورت نامحلول در آب به تولیدکنندگان امولسیون ارائه می‌گردد و بایستی به وسیله اسید و یا باز خنثی گردیده و به شکل محلول در آب آنیونیک و یا کاتیونیک جهت تهیه محلول صابون توسط تولیدکنندگان امولسیون می‌گردد. انتخاب اسید یا باز و در نهایت PH ترکیب باعث ایجاد تغییرات در خصوصیات امولسیون می‌شود. اسیدهای کلریک، اسیدسولفوریک و همچنین هیدروکسیدسدیم و هیدروکسید-پتاسیم از انواع اسیدها و بازهای رایج مورد استفاده در امولسیون می‌باشند.

امولسیون‌های کاتیونیک معمولاً اسیدی و آنیونیک معمولاً از نوع بازی هستند (جدول ۲).



جدول ۲: دستورالعمل تهیه امولسیون‌ها

SS آنیونیک		RS آنیونیک		CSS		CRC	
۶۰٪	قیر	۶۵	قیر	۶۰	قیر	۶۵	قیر
۰/۵٪	نانیل فنول اتواکسیلیت	۰/۳	نفت سنگین	۰/۶	کلرید آمونیوم سنگین	۰/۲	تالودیمین
۰/۵٪	صمغ چوب	۰/۲	هیدروکسید سدیم			۰/۱۵	اسید کلریدریک ۳۵٪
۱۰-۱۲	PH صابون	۱۱-۱۲	PH صابون	۳-۷	PH صابون	۱/۵-۲/۵	PH صابون
تا ۱۰۰	آب	تا ۱۰۰	آب	تا ۱۰۰	آب	تا ۱۰۰	آب

بعضی از انواع امولگاتورها مثل ترکیبات چهارگانه آمونیوم و آلکیل بنزن سولفونات دارای بار دائمی روی ذرات هستند و نیازی به استفاده از اسید و با باز جهت فعال‌سازی ندارند (جدول ۲).

این ترکیبات به خوبی امولگاتورهای غیر یونی باعث خنثی شدن PH امولسیون می‌شوند. با افزایش غلظت امولگاتور، واکنش‌پذیری امولسیون کاهش می‌یابد. امولسیون‌های MS از لحاظ ساختار مشابه نوع RS می‌باشند با این تفاوت که غلظت امولگاتورها در آن‌ها بیشتر است. (۰/۴ - ۰/۸ درصد) دستورالعمل‌های متعددی جهت تولید امولسیون با مصالح دانه‌ای یا دمای بالا وجود دارد که عموماً با افزایش غلظت یا کاهش واکنش‌پذیری امولگاتور همراهند. علاوه بر سه نوع یاد شده امولسیون آمفوتریک با بار منفی و یا مثبت وابسته به PH نیز وجود دارد.

۷- ترکیبات امولسیون

۱-۱ قیر

قیر تفاله و باقیمانده تقطیر نفت خام است. قیر یک ماده ویسکوز مهندسی است که دارای خصوصیات فیزیکی متعددی است.

۲-۲ رقیق کننده‌ها

مواد افزودنی به امولسیون از جمله رقیق کننده‌ها، پس‌مانده‌های تقطیر و سایر مواد نفت خام نباید خصوصیات اصلی امولسیون را تغییر دهند و باید قبل از افزودن به مخلوط آزمایش شوند.

۳-۳ آب

آب مورد استفاده در امولسیون می‌تواند از منابع مختلف تأمین شود. به هر حال آب مورد نظر باید دارای کمترین مواد معدنی و ارگانیک (آلی) باشد. اغلب لازم است که مقداری نمک به آب اضافه گردد تا یون‌های سدیم جانشین منیزیم و کلسیم شوند زیرا منیزیم و کلسیم در بعضی از واکنش‌ها شیمیایی امولسیون شرکت نکرده و خصوصیات امولسیون را تغییر می‌دهند.

۴-۴ امولگاتورها

نقش اصلی امولگاتورها استحکام و پایداری دراز مدت امولسیون است. امولگاتورهای آمین‌های شیمیایی نامحلول در آب هستند که کششی سطحی آب را کاهش می‌دهند. امولگاتورها دارای دو نیروی متفاوت مولکولی هستند که یک گروه از نیروها از خاصیت لیپوفیلک و دیگری از خاصیت هیدروفیلک پیروی می‌کنند. ترکیبات طبیعی زیادی دارای خاصیت امولگاتوری می‌باشند اما ترکیبی از چند نوع امولگاتور خصوصیات بهینه را به ما می‌دهد. امولگاتورها نیز مانند امولسیون به چهار گروه آنیونیک، کاتیونیک و آمفوتریک و غیر یونی تقسیم می‌شوند.

۵-۵ پتانسیل زتای امولگاتورهای کاتیونیک

همانطور که قبلاً شرح داده شد امولسیون یک سیستم خنثی است که قیر در فاز آبی آن معلق است. با توجه به بار قیر در این فاز، خصوصیات متفاوتی خواهیم داشت که با تعیین نوع بار قیر می‌توان خصوصیات امولسیون را تخمین زد. در امولسیون‌های کاتیونیک هر قطره امولسیون دارای کاتیون‌های چندگانه است در اطراف هر ذره، غشایی از الکتردهای منفی قرار دارد که بار مثبت آن را خنثی می‌کنند. [۱] برای به دست آوردن مقدار پتانسیل ذرات، ذرات ریز کلئیدی را درون محفظه الکتریکی قرار داده و انرژی جنبشی آن‌ها توسط دستگاه‌های (میکرو الکتروفورسیس)^۱ بر حسب میلی‌ولت اندازه گیری می‌شود. با توجه نتایج این دستگاه و اندازه‌گیری پتانسیل زتا می‌توان از خصوصیات رفتاری امولسیون هنگام ترکیب با مصالح دانه‌ای آگاهی یافت. انرژی پتانسی زتا عملکرد توأم تجمع امولگاتور و PH است. امولسیون‌های کاتیونیک دارای PH بین ۴-۲ و دارای پتانسیل زتای بین ۱۵۰-۱۵ میلی‌ولت هستند. به طور کلی با افزایش پتانسیل زتا، کاتیون‌های امولسیون افزایش یافته در نتیجه سرعت شکست امولسیون نیز افزایش می‌یابد. درحالی‌که کاهش پتانسیل زتا سرعت شکست کمتر و پایداری بیشتر را در بر خواهد داشت.

^۱ microelectrophoresis

۷-۶ اسید

از آن جایی که مولگاتورها غیر قابل حل در آب می باشند لذا با افزودن اسید و (معمولاً اسید هیدروکلریک) به محلول می توان آن ها را به فاز نمکی قابل حل در آب درآورد. افزودن اسید در دمای بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد صورت می گیرد افزایش اسید عامل تعیین PH نهایی است.

۸. کاربرد امولسیون

از امولسیون قیری در موارد بسیاری استفاده می گردد، برای نمونه چند کاربرد از انواع امولسیون در جدول (۱) آمده است لیکن کاربردهای منطقه ای به طور قابل ملاحظه ای متفاوتند. انتخاب نوع امولسیون مناسب برای هر شرایط به واکنش پذیری بین امولسیون و مصالح دانه ای شرایط محیطی بستگی دارد.

جدول ۱: مواردی از کاربرد امولسیون

کاتیونیک			آنیونیک			
SS	MS	RS	SS	MS	RS	
طرح اختلاط کارگاهی						
	+			+		دانه بندی باز
+	+		+			دانه بندی پیوسته
+				+		آسفالت تراشیده شده (RAP) ^{۱۱}
	+			+		طرح دیو
+	+					آسفالت از پیش اندود شده
طرح روسازی						
				+		دانه بندی باز
+	..		+			دوغاب
+	..		+			دوغاب برای کپ سیل ^{۱۲}
+	..					ماکرو سورفیسینگ ^{۱۳}
طرح اختلاط در محل						
+	+			+		آسفالت تراشیده شده (RAP)
+			+			دانه بندی باز
+			+			تثبیت خاک
استفاده از اسپری						
		+			+	چیپ سیل
	+	+		+		گیرش سیمان در فاگ سیل
+	+		+	+		تک کت
+			+			پریمکت
+			+			گرد پاک کن
			+			شیمیایی
		+				ماکادام نفوذی
سایر موارد						
			+			ضد آب کردن لایه ها
+			+			درزبندی جاده ها و معابر

(...) : ترکیب با خاک رس

(..) : بی نیاز از تست سیمان

(.) : با حلال

^{۱۱} Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)

^{۱۲} Cape Seal

^{۱۳} Micro Surfacing

۹. پیشرفت های اخیر

در ۲۰ سال اخیر تکنولوژی های جدیدی در زمینه کاربرد امولسیون در روسازی و تعمیر جاده فراهم شده است. این تکنولوژی ها ترکیب اندود ماسه و سیمان اصلاح شده و طرح اختلاط گرم می باشند ^{۱۴}DRM (درزبندی ترکها به وسیله امولسیون)، ^{۱۵}P.A.S.S. (درزبندی بیندر امولسیون اصلاح شده) ، چپ سیل حاوی فیبر شیشه ای، تکت های بی ریل [۲۶، ۲۳] ^{۱۶}WAM (طرح اختلاط امولسیون گرم یا قیر کفی) و سیستم های بهبود یافته چپ سیل.

۱۰. نتیجه گیری

با توجه به هزینه های فرآورده های نفتی و تأثیرات مخرب آن ها بر روی محیط زیست روند استفاده از امولسیون رو به افزایش است مثل جایگزینی لایه ها با کات بک ^{۱۷} ، کاهش دمای طرح اختلاط که همگی آن ها منجر به اجرای روسازی مطمئن تر با طول عمر بیشتر خواهد شد. همچنین با استفاده از امولسیون و تکنیک های اجرای گرم می توان هزینه های امولسیون را کاهش داد.

۱۱. مراجع

1. Symposium of World Road Bitumen Emulsion Producers, Lyon, France. SFERB, Paris, September 2002, p. 59.
 2. Kennedy, J. *Alternative Materials and Techniques for Road Pavement Construction*. DOE Energy Efficiency Office, London, 1997.
 3. Takamura, K., K. P. Lok, and R. Wittinger. Microsurfacing for Preventive Maintenance: Eco-Efficient Strategy. Proc., 39th ISSA Annual Meeting, Maui, Hawaii, March 2001.
 4. Takamura, K. Forced Air Drying and Superpave Analysis of Emulsion Residue. Proc., ISSA 39th Annual Meeting, Maui, Hawaii, March 2001.
 5. Brown, S. F., and D. Needham. A Study of Cement Modified Bitumen Emulsion Mixtures. Proc., Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, 2000.
 6. Furlong, S., A. James, E. Kalinowski, and M. Thompson. Water Enclosed Within the Droplets of Bitumen Emulsions and Its Relation to Viscosity Changes During Storage. *Colloids and Surfaces (A)*, Vol. 152, 1999, pp. 147-153.
 7. Poirier, J. E., G. Durand, B. Koenders, and M. F. Morizur. Maitrise de la Viscosite des Emulsions de Bitume: La Granulometrie ne peut seule tout expliquer. Proc., 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress (CD-ROM), Barcelona, Spain, 2000.
 8. Holleran, G., R. G. Hicks, J. R. Reed. Emulsion Particle Size and Particle Size Distribution Effects in Microsurfacing Emulsion Performance. Paper 4F-044, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
 9. Deneuvillers, C., and J. Samanos. Relationship between Characteristics and Properties of Cationic Bitumen Emulsions. Proc., 1st International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, Washington, D.C., Nov. 11-14, 1999, pp. 104-112.
 10. Boussad, N., and T. Martin. Emulsifier Content in Water Phase and Particle Size Distribution : Two Key Parameters for the Management of Bituminous Emulsion Performance. Paper 6/159, Proc., 1st Eurasphalt and Eurobitume Congress (CD-ROM), 1996.
 11. Verlhac, P., F. Verzaro, F. Leal Calderon., J. J. Potti, and B. Eckmann. Characterisation of Bituminous Emulsions: Particle Size Distribution and Amount of Residual Emulsifier. Paper 1C-172, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
 12. Poirier, J. E., and G. Durand. Manufacturing Process and Emulsion Properties. Proc., AEMA 21st Annual Meeting, Florida, 1994.
 13. Engman, M., A. James, D. Needham., and T. Ng. Specifying Slurry Surfacing Emulsion Quality: Particle Size and Size Distribution. Proc., ISSA 36th Annual Meeting, San Diego, Calif., 1998.
 14. Wates, J., and A. James. Zeta Potential Measurements of Bitumen Emulsions and Road Aggregates. Paper 1-40/089, Proc., 1st World Congress on Emulsions, Paris, 1993.
 15. Rabiot, D., B. G. Koenders, and M. Andre. A Quality Concept for Emulsion Grade Bitumens. Proc., 1st International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, Washington, November 1999.
- James: Overview of Asphalt Emulsion 15

16. Rodríguez-Valverde, M. Á., M. Á. Cabrerizo-Vílchez, A. Páez-Dueñas, and R. Hidalgo-Álvarez. Kinetic Model of Bitumen Emulsion Breaking. Paper 3C-191, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
17. Lesueur, D., and J. J. Potti. Cold Mix Design: A Rational Approach Based on the Current Understanding of the Breaking of Bituminous Emulsions. Paper 199, Proc., 3rd Eurasphalt and Eurobitume Congress, Vienna, Austria, 2004.
18. Deneuvillers, C. Surfactants, Minerals and Bitumen Interactions: Understanding the Breaking Mechanism of Bitumen Emulsions. Paper 3C-267, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
19. Lesueur, D. Emulsion/Aggregate Interactions through Water Analysis. Paper 0153, Proc., 2nd Eurasphalt and Eurobitume Congress, Barcelona, Spain, 2000.
20. Lesueur, D., C. Coupé, and M. Ezzarougui. Skin Formation During the Drying of a Bitumen Emulsion. Proc., Symposium of World Road Bitumen Emulsion Producers, Lyon, France, 2002, SFERB, Paris, p. 59.
21. Walter, J., and D. Day. Coalescence of Quick Set Surface Dressing PMB Emulsions. Paper 4F-011, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
22. Remtulla, A., and I. Swanston. High Residue Bitumen and Polymer-Modified Bitumen Emulsions for Spray Sealing. Proc., 1st International Conference World of Asphalt Pavements (CD-ROM), AAPA, Sydney, Australia, 2000.
23. Marchal, J.-L. The Esso SMEP Process. Paper 1-12-208, Proc., 1st World Congress on Emulsions, Paris, France, 1993.
24. James, A., and T. Ng. Phosphoric Acid In Microsurfacing Emulsions. To be presented at 13th Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto (CILA), Costa Rica, 2005.
25. Chaignon, F. A New Concept in Tack Coat Emulsions. Proc., 1st International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, Washington, D.C., October 1996, pp. 141–147.
26. Redelius, P. A Novel System for Delayed Breaking Control of Bitumen Emulsions. Paper 1-22-147, Proc., 1st World Congress on Emulsions, Paris, France, 1993.
27. Barreto, G. Compacting Additives in Cold Bitumen Techniques. Plenary Lecture Theme 4-03, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
28. Takamura, K. Portland Cement-Free Microsurfacing. Paper IV/33, Proc., ISSA, Berlin, Germany, 2002.
29. French Patent 2695664, CECA S.A.
30. Serfass, J. P., P. Bense, J. Bonnot, and J. Samanos. New Type of Ultrathin Friction Course. In *Transportation Research Record 1304*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1991, pp. 66–74.
31. <http://www.westernemulsions.com/pass>
32. Chaignon, F. Fibers in Sandwich: An Anticracking Process. Proc., 1st International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, Washington, D.C., October 1996, pp. 189–194.
33. Bardesi, O.-E., and D. A. Paez. A Novel Generation of Tack Coat Emulsions to Avoid Adhesion to Tyres. Paper 4F-086, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.
34. Koenders, B. G., D. A. Stoker, C. Bowen, P. de Groot, O. Larsen, D. Hardy, and K. P. Wilms. Innovative Process in Asphalt Production and Application to Obtain Lower Operating Temperatures. Paper 0088, Proc., 2nd Eurasphalt and Eurobitume Congress, Barcelona, Spain, 2000.
35. Barnat, J. Macro-surfacing: An Innovative Emulsion Chemistry Surface Treatment. Paper 4F-179, Proc., 3rd World Congress on Emulsions, Lyon, France, 2002.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.