



www.feedar.co

فیر امو لسیونی

تولید شبکه فلز بسته بند و صادرات از تولید
شرکت تولید و صنعتی فیدار اصفهان

شرکت تولیدی و صنعتی فیدار اصفهان

The Shell Bitumen Handbook, Fifth Edition.

ترجمه: واحد تحقیق و توسعه شرکت تولیدی و صنعتی فیدار اصفهان

info@feedar.co

۱.	مقدمه	۱
۲.	امولسیفایر چیست؟	۲
۳.	تولید قیر امولسیون	۶
۴.	خواص امولسیون های قیر	۷
۸.	پایداری امولسیون قیر	۸
۹.	پایداری در هنگام حرارت دادن، پمپ کردن و حمل	۹
۱۰.	ویسکوزیته امولسیون قیر	۱۰
۱۲.	شکست امولسیون ها (Breaking of emulsions)	۱۲
۱۴.	چسبندگی امولسیون های قیر	۱۴
۵.	دسته بندی و مشخص کردن قیر امولسیونی	۱۵
۱۵.	BS 434-1:1984	۱۵
۱۶.	تعیین مشخصات امولسیون محتوی قیر پلیمری اصلاح شده	۱۶
۶.	اصلاح خواص امولسیون قیر	۱۶
۱۶.	توزیع اندازه ذرات	۱۶
۱۸.	بررسی تأثیرات خواص قیر استفاده شده بر امولسیون قیر	۱۸
۱۹.	امولسیون های حاوی قیرهای اصلاح شده با پلیمر (امولسیون اصلاح شده)	۱۹
۲۰.	رابطه بین متغیرهای تولید و خواص امولسیون	۲۰
۷.	کاربردهای امولسیون های قیر:	۲۱
۲۱.	دوغاب های درز گیر Slurry Seals	۲۱
۲۱.	استفاده از امولسیون قیر در مخلوط های جاده (آسفالت سرد):	۲۱
۸.	سایر استفاده های امولسیون قیر در جاده	۲۴
۲۴.	پر کردن ترک ها	۲۴
۲۴.	تزریق (Grouting):	۲۴
۲۴.	رویه / پوشش های (Tack/bond coats)	۲۴

۹.	کاربردهای متفرقه امولسیون قیر:	۲۵
	پایداری خاک:	۲۵
	لایه‌های روکش و پخت بتن:	۲۵
	پوشش‌های محافظ:	۲۵
۱۰.	کتاب‌شناسی:	۲۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱:	شماتیک بارها بر روی ذرات	۳
شکل ۲:	ساختار لیگنوسولفونات‌ها	۴
شکل ۳:	ساختار امولسیون‌های کاتیونی	۵
شکل ۴:	واکنش هیدروکلریک اسید با اتم نیتروژن	۵
شکل ۵:	انحلال اسیدهای چرب	۶
شکل ۶:	نمودار شماتیک الف) تولید پیوسته و ب) تولید بچ امولسیون	۸
شکل ۷:	ویسکوزیته امولسیون به‌عنوان تابعی از نرخ جریان برای مقادیر مختلف قیر	۱۱
شکل ۸:	تشکیل مایسل در امولسیون پایدار توسط امولسیفایر	۱۳
شکل ۹:	نمودار شماتیک فرآیند شکست امولسیون قیر	۱۴
شکل ۱۰:	رابطه بین متغیرهای تولید و خواص امولسیون قیر	۲۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۱:	نیازهای PCSM برای سختی	۲۳
جدول ۲:	نیازهای PCSM برای مقاومت به تغییر شکل دائم	۲۳
جدول ۳:	قیر امولسیونی مناسب برای کاربردهای مختلف	۲۴

فهرست معادله‌ها

معادله ۱:	قانون استوک	۹
-----------	-------------	---

۱. مقدمه

معمولاً برای اینکه بتوان از قیر استفاده کرد نیاز است که این ماده ویسکوز را به مایع روان تبدیل کرد. در اصل سه روش برای تبدیل قیر با ویسکوزیته بالا به یک مایع با ویسکوزیته پایین وجود دارد:

- حرارت دادن

- استفاده از یک حلال و حل کردن قیر در آن

- امولسیون کردن قیر

امولسیون قیر یک سیستم دوفازی شامل قیر، آب و یک یا چند افزودنی برای کمک به تشکیل و پایداری و اصلاح خواص امولسیون است. قیر به صورت ذرات گسسته در سراسر فاز آب با قطر ۰,۱ تا ۵۰ میکرومتر به وسیله بار الکترواستاتیک پخش و این بار به وسیله امولسیفایر پایدار شده است.

امولسیون‌های قیر به چهار گروه تقسیم می‌شود؛ که دو گروه اول تاکنون بیشترین استفاده را داشته‌اند:

- امولسیون‌های کاتیونی

- امولسیون‌های آنیونی

- امولسیون‌های غیر یونی

- امولسیون‌های تثبیت‌شده با رس (Clay Stabilized Emulsions)

اصطلاحات کاتیونی و آنیونی از بار الکتریکی ذرات قیر گرفته شده است. این سیستم شناسایی از یک قانون اساسی الکتریسیته (دفع بارهای هم نام، جذب بارهای ناهمنام) مشتق شده است. اگر یک پتانسیل الکتریکی بین دو الکتروده غوطه‌ور در یک امولسیون حاوی ذرات قیر با بار منفی به کار برده بشود این ذرات به سمت آند مهاجرت می‌کنند. در چنین حالتی امولسیون را آنیونی می‌گویند. برعکس، در سیستم حاوی ذرات قیر با بار مثبت ذرات به سمت کاتد مهاجرت می‌کنند و سیستم را کاتیونی می‌گویند. ذرات قیر در امولسیون غیر یونی خنثی هستند و بنابراین به سمت هیچ‌یک از الکترودها مهاجرت نمی‌کنند. این نوع امولسیون‌ها به ندرت در بزرگ‌راه‌ها استفاده می‌شوند.

امولسیون‌های پایدار شده با رس، بجای استفاده در جاده سازی در صنعت استفاده می‌شوند. در این مواد امولسیفایرها پودرهای رس طبیعی یا فرآوری شده و یا بنتونیت با سائزهای خیلی کمتر از سائز

ذرات قیر در امولسیون هستند. اگرچه ذرات قیر ممکن است حامل مقداری بار ضعیف باشند، مکانیسم اولیه که مانع تراکم می‌شود شامل حفاظت مکانیکی سطح ذرات قیر به وسیله پودرها و ساختار تیکسوتروپ (Thixotropic) امولسیون که مانع حرکت ذرات قیر می‌شود، است.

در سال ۱۹۰۶ اولین ثبت اختراع در زمینه استفاده از قیرهای پخش شده در آب منتشر شد. در ابتدا تلاش‌هایی برای تولید امولسیون توسط وسایل مکانیکی ضعیف انجام شد. به هر حال بعد از مدتی مشخص شد عملیات مکانیکی به تنهایی کافی نیست و امروزه از امولسیفایرها استفاده می‌شود. ابتدا، اسیدهای آلی طبیعی در قیر به وسیله اضافه کردن سدیم یا پتاسیم هیدروکسید به فاز آبی استفاده می‌شد. واکنش‌های بعدی یک صابون آنیونی را ایجاد می‌کند که امولسیون را پایدار می‌کند. تعداد زیادی از اسیدهای شیمیایی برای افزایش پایداری قیرهای امولسیون آنیونی استفاده می‌شود. شامل باقی مانده تبخیر اسیدهای چرب، رزین اسیدها (Rosin Acids)، هیدروکسی استاریک اسید و لیگنین سولفونات‌ها (Lignin Sulphonates) که همه می‌توانند قبل از تولید امولسیون با قیر مخلوط بشوند و یا در فاز آبی قلیایی حل بشوند.

از اوایل سال‌های ۱۹۵۰ استفاده از امولسیفایرهای کاتیونی به دلیل سازگاری آن‌ها با بسیاری از سطوح جامد به طور ویژه گسترش یافت و این یک خاصیت مهم در صنعت راه سازی است زیرا در این صنعت فاکتور چسبندگی بسیار ضروری است. امولسیفایرهای کاتیونی که بیشتر استفاده می‌شوند شامل آمین‌ها (Amines)، امید و آمین‌ها (AmidoAmines) و امیدازولیوم‌ها (Imidazolines) هستند.

۲. امولسیفایر چیست؟

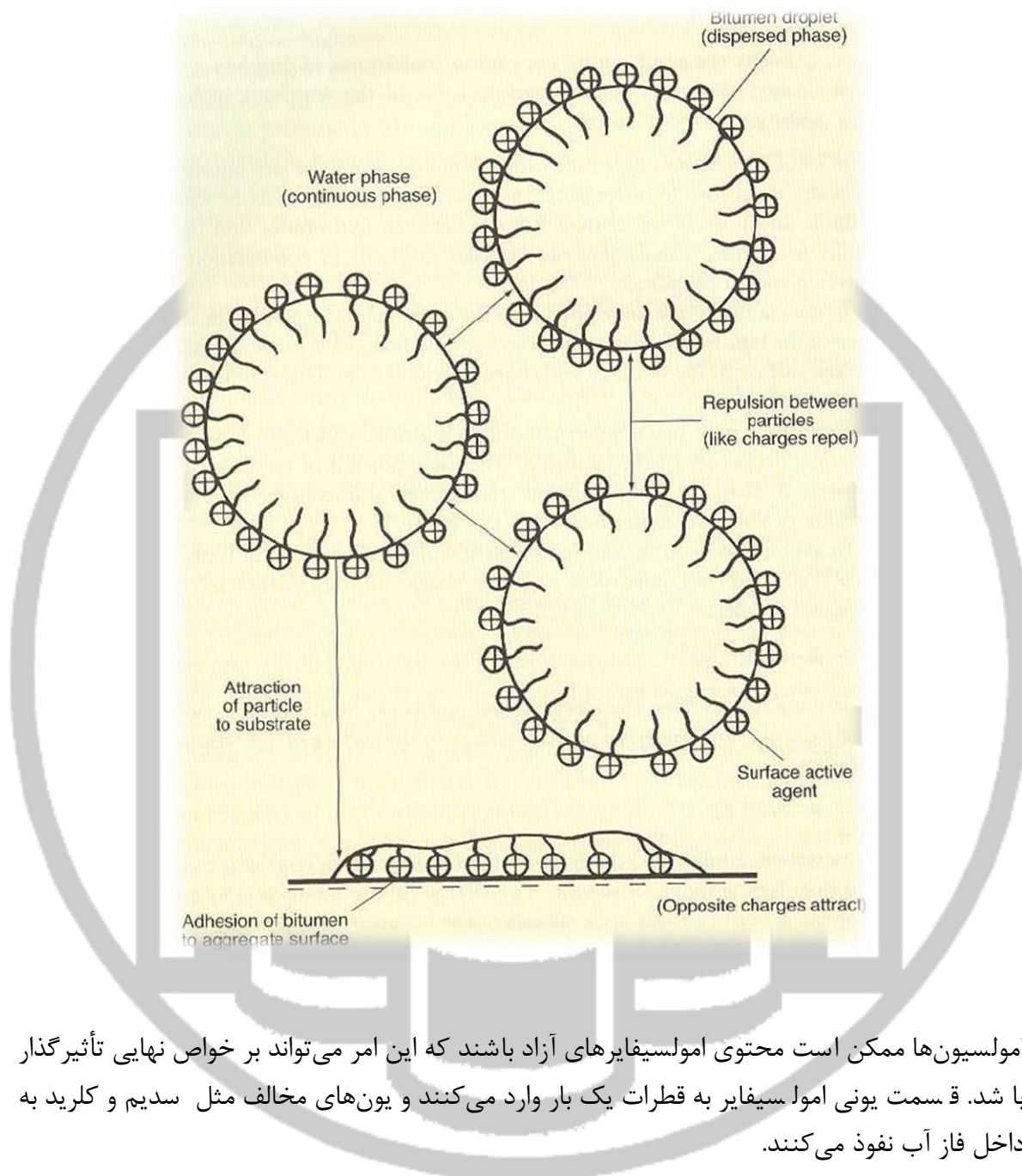
امولسیفایر در امولسیون قیر استفاده می‌شود و باعث خواصی به شرح زیر می‌گردد:

- با کاهش کشش سطحی بین آب و قیر باعث آسان شدن تشکیل امولسیون می‌گردد.
- تعیین می‌کند امولسیون تشکیل شده از نوع آب در روغن و یا روغن در آب باشد.
- به وسیله جلوگیری از انعقاد قطره‌ها باعث پایداری امولسیون می‌شود.
- تعیین خواص کار آبی امولسیون مانند نرخ تنظیم (Setting Rate) و چسبندگی بر عهده امولسیفایر است.

امولسیفایر تنها جزء تشکیل دهنده پراهمیت در انواع امولسیون‌های قیر در آب است. برای اینکه این ماده مؤثر باشد، باید در آب حل شود و بین خواص آب دوستی (Hydrophilic) و چربی دوستی (Lipophilic) آن تعادل برقرار باشد. می‌توان از یک امولسیفایر یا ترکیبی از امولسیفایرها برای به دست آوردن خواص ویژه استفاده کرد.

در امولسیون، قسمت یونی امولسیفایر روی سطح قطره‌های قیر قرار می‌گیرد در صورتی که زنجیرهای هیدروکربنی خود را به سطح قیر می‌پیچانند و با آن پیوند برقرار می‌کنند (شکل).

شکل ۱: شماتیک بارها بر روی ذرات



امولسیون‌ها ممکن است محتوی امولسیفایرهای آزاد باشند که این امر می‌تواند بر خواص نهایی تأثیرگذار باشد. قسمت یونی امولسیفایر به قطرات یک بار وارد می‌کنند و یون‌های مخالف مثل سدیم و کلرید به داخل فاز آب نفوذ می‌کنند.

در سورفکتانت‌های آنیونی گروه‌های قطبی و الکتروظرفیتی (Electrovalent) در سرها دارای بار منفی هستند و یک بار منفی را به سطح قطره‌های قیر وارد می‌کنند.



در سورفکتانت‌های کاتیونی گروه‌های قطبی و الکتروظرفیتی (Electrovalent) در سرها دارای بار مثبت هستند و یک بار مثبت را به سطح قطره‌های قیر وارد می‌کنند.



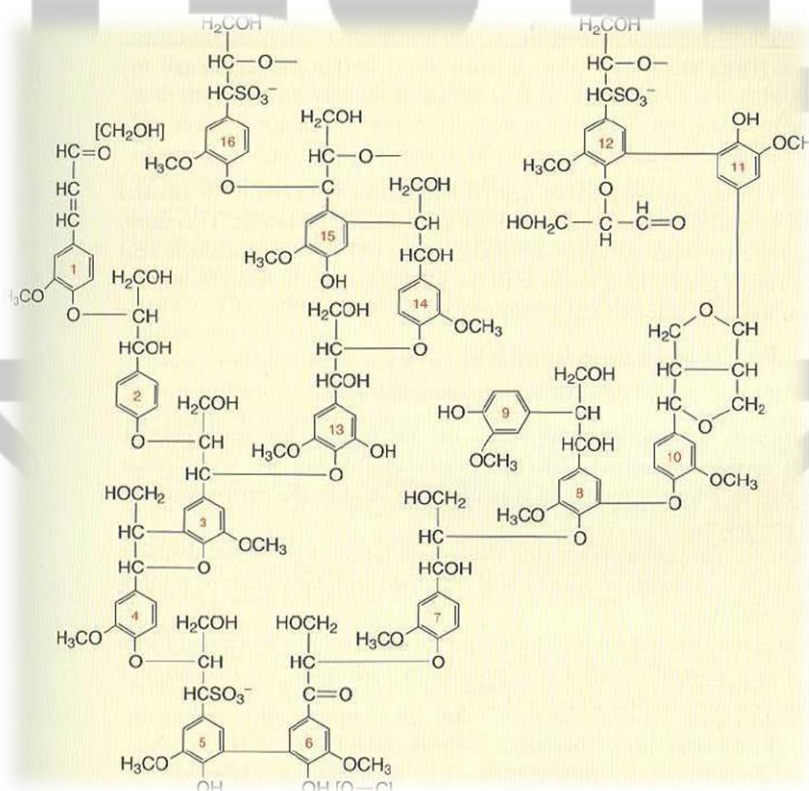
در امولسیفایرهای غیر یونی، گروه‌های آب‌دوست در سرها بدون یونی شدن کوالانس و قطبی هستند و حل می‌شوند؛ و هر باری که در قیر باشد ناشی از گونه‌های یونی موجود در خود قیر است.



در امولسیفایرهای ساده با ساختار ذکر شده در بالا R نشان‌دهنده قسمت آب‌دوست است و معمولاً یک زنجیر هیدروکربن بلند شامل ۸ تا ۲۲ کربن است که از چربی‌های طبیعی و روغن‌ها مانند پیه (Tallow) و یا مانند آلکیل بنزن از نفت مشتق شده است. قسمت آب‌دوست یا سر آب‌دوست می‌تواند شامل آمین‌ها، سولفونات‌ها، کربوکسیلات‌ها، گروه‌های اتری و الکلی باشد. از امولسیفایرهای دارای یک سر با گروه‌های چندعاملی شامل یک یا چند نوع از عوامل ذکر شده در بالا به شکل گسترده‌ای استفاده می‌شوند.

امولسیفایرهای پیچیده مشتق شده از چوب مثل رزین وینسول (Vinsol Resin)، تانن (Tannins) و لیگنوسولفونات‌ها (Lignosulphonates) که شامل قسمت‌های آب‌گریز چند حلقه‌ای و چندین مرکز آب‌دوست هستند. همچنین از مواد پروتئینی مانند ماده پروتئین شیر در امولسیون‌های قیر استفاده شده است. به‌طور کلی ساختار این مولکول‌ها پیچیده است. ساختار لیگنوسولفونات‌ها در شکل نشان داده شده است.

شکل ۲: ساختار لیگنوسولفونات‌ها



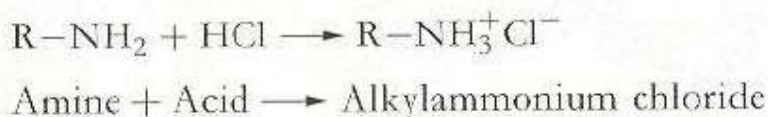
بیشتر امولسیون‌هایی که در جهان تولید می‌شوند از نوع امولسیون‌های کاتیونی هستند که از انواع یا مخلوط‌های زیر تشکیل شده‌اند: منوآمین‌ها، دی آمین‌ها، ترکیبات چهارتایی آمونیوم، آمین‌های الکوکسی (Alkoxylated Amiens)، آمید و آمین‌ها و دارای ساختار زیر هستند (شکل).

شکل ۳: ساختار امولسیون‌های کاتیونی

Example of chemical structure	Chemical type
$(R = C_8-C_{22})$ $R-NH_2$	Monoamine
$R-NH_2CH_2CH_2CH_2NH_3^{2+}2Cl^-$	Diamine
$RCONHCH_2CH_2CH_2NH(CH_3)_2^+Cl^-$	Amidoamine
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ R-N^+-CH_3Cl^- \\ \\ CH_3 \end{array}$	Quaternary ammonium compound
$\begin{array}{c} (CH_2CH_2O)_xH \\ \\ R-N \\ \\ (CH_2CH_2O)_yH \end{array}$	Alkoxylated amine

بیشتر این‌ها به‌طور طبیعی به شکل خنثی استخراج می‌شوند و نیاز است با یک اسید واکنش بدهند تا در آب حل‌شده و کاتیونی بشوند؛ بنابراین امولسیون‌های کاتیونی اسیدی هستند و دارای PH کمتر از ۷ می‌باشند. معمولاً هیدروکلریک اسید با اتم نیتروژن واکنش می‌دهد و یون آمونیوم تشکیل می‌شود (شکل). این واکنش در زیر نشان داده شده است:

شکل ۴: واکنش هیدروکلریک اسید با اتم نیتروژن

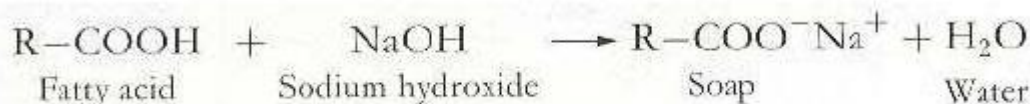


ترکیبات آمونیوم چهارتایی نیازی به واکنش‌های اضافی با اسیدها ندارد و به شکل نمک و محلول در آب هستند ولی برای اصلاح کار آبی امولسیون می‌توان PH را به‌وسیله اسید تنظیم کرد.

امولسیون‌های آنیونی بعد از نوع کاتیونی دارای بیشترین کاربرد هستند و معمولاً به‌وسیله امولسیفایرهای اسیدهای چرب یا سولفونات‌ها پایدار می‌شوند.

اسیدهای چرب در آب غیر محلول هستند و به‌وسیله واکنش با قلیا معمولاً سدیم یا پتاسیم هیدروکسید قابل انحلال می‌شوند (شکل)؛ بنابراین امولسیون‌های آنیونی قلیایی بوده و دارای PH بیشتر از ۷ هستند.

شکل ۵: انحلال اسیدهای چرب



سولفونات ها معمولاً از نمک های سدیم محلول در آب به دست می آیند؛ و خنثی کردن بیشتر نیاز نیست اما مقداری سدیم هیدروکسید اضافی به منظور تنظیم PH بالاتر از ۷ و یونی کردن اسیدهای طبیعی موجود در قیر استفاده می شود.

امولسیفایرهای غیر یونی به مقدار زیادی تولید نمی شوند و معمولاً برای اصلاح خواص امولسیون های کاتیونی و آنیونی استفاده می شود. معمولاً امولسیفایرهای غیر یونی شامل اسیدهای چرب (Nonylphenolethoxylates and Ethoxylated Fatty Acids) هستند.

۳. تولید قیر امولسیونی

بیشتر قیرهای امولسیونی به وسیله آسیاب کلوئیدی پیوسته (Colloid Mill) تولید می شود. این دستگاه شامل یک روتور (چرخانه) سرعت بالا است که با سرعت ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دور بر دقیقه در یک سیم پیچ می چرخد. فضای بین روتور و سیم پیچ معمولاً ۰,۲۵ تا ۰,۵۰ میلی متر و قابل تنظیم است.

قیر داغ و محلول های امولسیفایر به طور جداگانه اما همزمان به داخل آسیاب کلوئیدی پیوسته وارد می شوند. دمای این دو ترکیب برای کنترل فرآیند مهم است. ویسکوزیته قیر ورودی به آسیاب کلوئیدی نباید بیشتر از ۰,۲ پا سکال یا ۲ پواز باشد. معمولاً از قیر پن گرید برای ساخت امولسیون قیر استفاده می شود و برای رسیدن به ویسکوزیته ذکر شده دما را در رنج ۱۰۰ تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد تنظیم می کنند. برای جلوگیری از جوشیدن آب، دمای آب را طوری انتخاب می کنند که دمای مخلوط نهایی کمتر از ۹۰ درجه سانتی گراد شود. وقتی قیر و محلول های امولسیفایر وارد آسیاب کلوئیدی می شوند تحت تأثیر نیروی برشی شدیدی قرار می گیرند که باعث می شود قیر به ذرات کوچکی تبدیل شود. ذرات هریک به وسیله امولسیفایر پوشانده می شود و سطح قطرات را یک بار الکتریکی فرامی گیرد و نیروی الکترواستاتیک به وجود آمده مانع از تجمع ذرات می شود.

وقتی قیر استفاده شده از نوع پن گرید و نرم نباشد فرآیند بسیار سخت تر است. دمای بالاتری برای پمپ کردن و پخش شدن قیر در آسیاب لازم است و برای پخش شدن قیر آسیاب باید از نیروی بیشتری استفاده کند و این خود باعث افزایش دمای محصول می شود. برای استفاده از قیرهای با ویسکوزیته بالا به همراه امولسیفایرهای معمولی از آسیاب های تحت فشار استفاده می شود و باعث افزایش خروجی با قیرهای معمولی می گردد. امولسیون های با دمای بیشتر از ۱۳۰ درجه سانتی گراد تحت فشار تولید می شوند و

امولسیون تولید شده باید قبل از ذخیره سازی در تانک های معمولی تا کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد سرد شود.

بجای آسیاب کلوئیدی می توان از مخلوط کن استاتیک (Static Mixer) استفاده کرد. این مخلوط کن فاقد قطعات محرک است. تنش بالای مورد نیاز برای تولید امولسیون به وسیله پمپ کردن مواد ورودی با سرعت بالا بر روی تیغه های طراحی شده برای ایجاد جریان بسیار نا آرام به وجود می آید. نداشتن قطعه متحرک و اورنگ های شافت (Shaft Seals) از مزایای بارز این نوع مخلوط کن است و از مزایای دیگر این مخلوط کن استاتیک کنترل سایز ذرات قیر و در نتیجه کنترل خواص امولسیون است.

از یک فرآیند بچ می توان برای تولید حجم کم از امولسیون استفاده کرد. نوع مخلوط کن استفاده شده بر اساس خواص نهایی محصول انتخاب می شود. می توان از پروانه سرعت بالا برای امولسیون جاده ای با ویسکوزیته بالا استفاده کرد و یا از یک مخلوط کن آهسته با تیغه Z برای امولسیون های خمیر مانند صنعتی استفاده کرد. شماتیک تجهیزات تولید امولسیون قیر به شکل پیوسته و بچ در شکل نشان داده شده است.

۴. خواص امولسیون های قیر

از گذشته بیشترین استفاده قیر امولسیونی پوشاندن سطح بوده است؛ بنابراین در اینجا خواصی از امولسیون مورد بررسی قرار می گیرد که برای پوشش دادن سطوح نیاز است. باین وجود اصول ذکر شده کلی و مهم ترین خواص قیر امولسیونی به شرح زیر است:

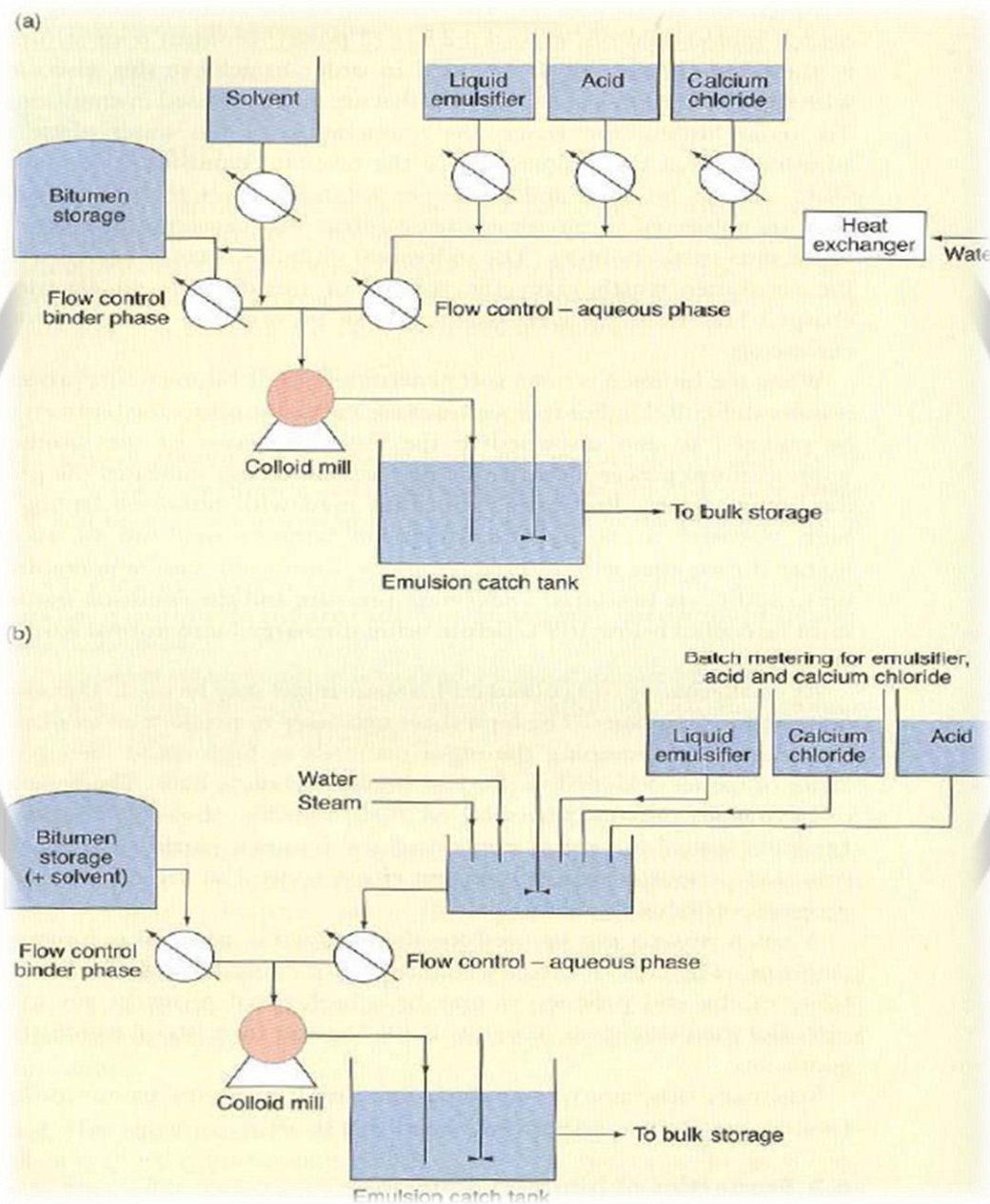
- پایداری
- ویسکوزیته (به شکل دقیق تر رئولوژی)
- شکنندگی
- چسبندگی

نیازهای متضادی برای خواص قیرهای امولسیونی وجود دارد. امولسیون ایدئال باید در شرایط انبارداری، حمل و نقل و کاربرد پایدار باشد، اما بعد از کاربرد باید به سرعت بشکند و قیر باقی مانده دارای خواص ایدئال مانند چسبندگی قوی به سطح جاده و سایر سطوح مورد نظر باشد. امولسیون قیر باید دارای ویسکوزیته کم باشد تا کار کردن و کاربرد آن آسان شود و بی نظمی اسپری شدن را به حداقل برساند اما نباید به دلیل بی نظمی ها، شیب ها یا خمیدگی های جاده جریان یابد.

به طور کلی فرض بر این است که وقتی امولسیون می شکند قیر باقی مانده دقیقاً خواص قیری را دارد که برای ساخت امولسیون استفاده شده است، اما استثنائاتی هم وجود دارد. امولسیفایر استفاده شده ممکن است قیر بازیافت شده را اصلاح کند، به خصوص خواصی که مربوط به سطح می شود مانند چسبندگی. امولسیون های پایدار شده با رس (Clay Stabilized) می تواند برای تولید فیلم های قیر استفاده بشود، این

نوع امولسیون حتی در دماهای بالا جاری نمی‌شود و برای پوشش بام و عایق‌کاری مناسب است. اصلاح‌کننده‌ها می‌توانند به صورت یک امولسیون به قیر امولسیونی اضافه بشوند. هر دو فاز پخش شده، جدا باقی می‌مانند تا زمانی که امولسیون بشکند بعد از آن مواد منعقدشده یک مخلوط یکنواخت در ابعاد میکرون از دو ماده امولسیفای شده قبلی را تشکیل می‌دهند.

شکل ۶: نمودار شماتیک الف) تولید پیوسته و ب) تولید بچ امولسیون



پایداری امولسیون قیر

امولسیون‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که دارای مقدار قیر کم و ویسکوزیته پایین هستند تمایل به ته‌نشینی دارند. در دمای محیط دانسیته قیرهایی که معمولاً برای تولید امولسیون استفاده می‌شود کمی بیشتر از فاز آبی

است. در نتیجه، ذرات قیر تمایل به سقوط در فاز مایع دارند و یک لایه غنی از قیر در ته و یک لایه کم قیر در قسمت بالای امولسیون ایجاد می شود. سرعت حرکت ذرات به سمت پایین را می توان به وسیله قانون استوک (Stokes Law) تخمین زد (معادله ۱)؛ که g نیروی گرانشی، r قطر ذره، p_1 وزن مخصوص (Specific Gravity) قیر و p_2 وزن مخصوص فاز آبی و η ویسکوزیته فاز آبی است.

$$v = \frac{2}{9} \frac{gr^2(\rho_1 - \rho_2)}{\eta}$$

معادله ۱: قانون استوک

به هر حال قانون استوک برای ذراتی به کار می رود که دارای حرکت آزاد هستند و نیروی درونی خاصی ندارند و این شرایط معمولاً در امولسیون قیر دیده نمی شود.

ته نشینی را می توان به وسیله مساوی کردن دانسیته دو فاز کاهش داد. یک راه برای رسیدن به این هدف افزودن کلسیم کلراید به فاز آبی است. به هر حال از آنجایی که ضریب گسترش دمایی قیر و فاز آبی یکسان نیست، دانسیته آن ها فقط در دماهای مشخصی با هم برابر می شود. از آنجایی که ذرات بزرگ تر با سرعت بیشتری از ذرات کوچک تر ته نشین می شود، می توان ته نشینی را با کاهش اندازه ذرات و یا کاهش رنج اندازه ذرات حاضر در امولسیون کاهش داد. به علاوه افزایش ویسکوزیته فاز آبی می تواند باعث کاهش ته نشینی گردد. در واقع اگر فاز آبی بتواند رفتار غیر نیوتونی داشته باشد، ته نشینی به طور کامل حذف می شود. علاوه بر گرانش، نیروهای جاذبه و دافعه بین ذرات قیر وجود دارد که به دلیل وجود امولسیفایر است و می تواند باعث کاهش و یا افزایش ته نشینی شود.

انعقاد بعد از ته نشینی در دو مرحله انجام می شود. اول، ذرات قیر تجمع کرده و یک توده را ایجاد می کنند، این پدیده برگشت پذیر است و لخته شدن نام دارد. دوم، لخته های ایجاد شده در یکدیگر نفوذ می کنند و ذرات بزرگ تری را به وجود می آورند. این فرآیند برگشت ناپذیر انعقاد نام دارد. فرآیند انعقاد می تواند خود به خودی باشد و یا به وسیله حرکات مکانیکی ایجاد شود.

پایداری در هنگام حرارت دادن، پمپ کردن و حمل

دو ذره قیر در امولسیون اگر با یکدیگر تماس داشته باشند منعقد می شوند. از تماس دو ذره به وسیله دافعه بار الکتریکی و حفاظت مکانیکی حاصل از امولسیفایر جلوگیری می شود. هر نیرویی که بر این نیروهای محافظ غلبه کند می تواند لخته شدن و انعقاد را افزایش دهد. جریان (Flow) امولسیون در اثر پمپ شدن، حرارت یا حمل از این نوع نیروها است. به علاوه بعضی از امولسیفایر ها تمایل به ایجاد کف دارند که این امر به دلیل قرار گرفتن ذرات تحت تأثیر نیروی کشش سطحی حباب ها، خود باعث انعقاد می شود.

ویسکوزیته امولسیون قیر

از آنجایی که تقریباً همیشه از اسپری برای پاشیدن امولسیون قیر استفاده می شود، ویسکوزیته امولسیون در شرایط اسپری شدن در درجه اول اهمیت قرار دارد و متأسفانه قابل اندازه گیری نیست. اسپری امولسیون K1-70 شامل نرخ برش بالا و دمای بیش از ۹۰ درجه سانتی گراد است که فرآیند شکست امولسیون را آغاز می کند. این اتفاق در کاربرهای عملی خوب است ولی از دیدگاه رئولوژیکی (Rheology) یک مشکل است. معمولاً ویسکوزیته امولسیون با یک ویسکومتر اوریفیس (Engler, Redwood II or standard tar viscometer) که دارای نرخ برش پایین است اندازه گیری می شود. به هر حال هر نسبت از امولسیون از منطقه برش فقط یک بار عبور می کند و تأثیرات ناشی از تبخیر آب از سطح امولسیون تأثیری بر جریان امولسیون در ته ویسکومتر ندارد.

امولسیون های دارای غلظت بالا از فاز پخش شونده (قیر) به ندرت مشخصات ویسکوزیته نیوتونی را دارند، به عنوان مثال ویسکوزیته ظاهری با نرخ برشی که در آن ویسکوزیته اندازه گیری می شود تغییر می کند. به علاوه، نرخ تغییر ویسکوزیته با دما برای امولسیون های مختلف یکسان نیست. وقتی دو امولسیون مختلف باهم مقایسه می شوند، ممکن است یکی از آن ها ویسکوزیته کمی و توزیع اسپری بهتری در دمای ۸۵ درجه داشته باشد در حالی که ویسکوزیته بیشتر و روان آب (run-off) کمتری از سطح جاده در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد داشته باشد. اگرچه به دست آوردن اطلاعات بیشتر مشکل است، اندازه گیری ویسکوزیته تک نقطه می تواند گمراه کننده باشد.

در اصل سه روش برای افزایش ویسکوزیته امولسیون وجود دارد:

- به وسیله افزایش غلظت فاز پخش شده (قیر)
- به وسیله افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته
- به وسیله کاهش رنج توزیع اندازه ذرات

تغییرات معکوس موارد فوق باعث کاهش ویسکوزیته امولسیون خواهد شد. ویسکوزیته امولسیون تقریباً مستقل از ویسکوزیته فاز پخش شده (قیر) است. می توان امولسیونی با قیر سخت (دارای پن کمتر از ۱۰) تهیه کرد که به خوبی در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد قابلیت پاشش داشته باشد.

افزایش مقدار قیر

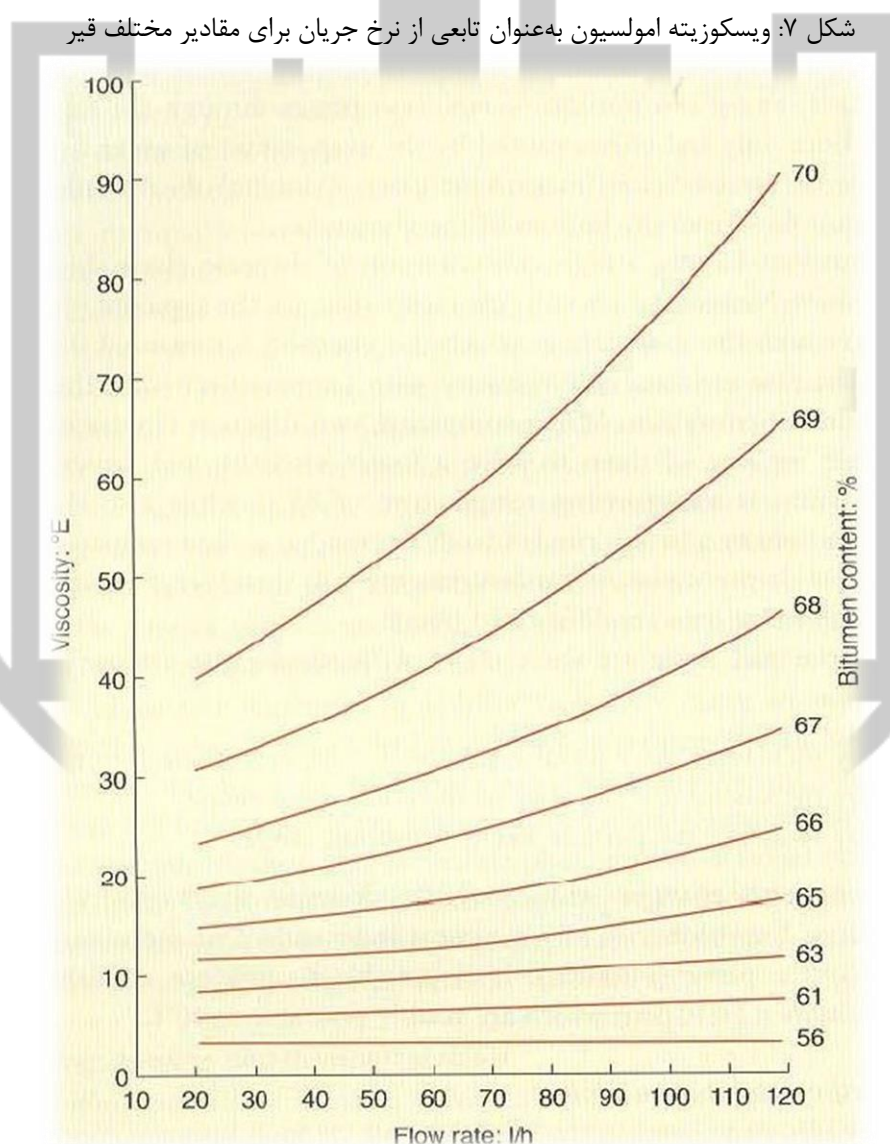
در مقادیر کم قیر تأثیر کم است. در مقادیر زیاد قیر یک افزایش کوچک در غلظت می تواند تغییر زیادی در ویسکوزیته ایجاد کند که قابل کنترل نباشد.

اصلاح فاز آبی

ویسکوزیته امولسیون قیر به شدت به ترکیب فاز آبی وابسته است. نشان داده شده است که در مورد امولسیون‌های جاده‌ای کاتیونی معمولی می‌توان با کاهش مقدار اسید و یا افزایش مقدار امولسیفایر ویسکوزیته را افزایش داد. همچنین می‌توان از افزودنی‌های اصلاح‌کننده ویسکوزیته استفاده کرد.

افزایش نرخ جریان در آسیاب

به وسیله افزایش نرخ جریان در آسیاب، پخش اندازه ذرات در امولسیون تغییر خواهد کرد. با مقادیر قیر کمتر از ۶۵ درصد ویسکوزیته امولسیون تقریباً مستقل از نرخ جریان است. به هر حال با مقادیر قیر بیشتر از ۶۵ درصد که ذرات قیر تقریباً نزدیک به هم قرار گرفته‌اند با تغییر نرخ جریان اندازه ذرات و در نتیجه ویسکوزیته تغییر خواهد کرد. (شکل ۷).



کاهش ویسکوزیته قیر در آسیاب

اگر ویسکوزیته قیر وارد شده به آسیاب کلئیدی کاهش یابد، اندازه ذرات امولسیون کاهش خواهد یافت که منجر به افزایش ویسکوزیته امولسیون خواهد شد.

شکست امولسیون ها (Breaking of emulsions)

در اصل شش پارامتر هستند که می توانند خواص شکست امولسیون را تغییر دهند:

- مقدار قیر
- ترکیب فاز آبی
- توزیع اندازه ذرات
- شرایط محیطی
- Chippings
- استفاده از عوامل شکننده

مقدار قیر

در مقادیر زیاد قیر، احتمال برخورد ذرات قیر و تجمع آنها با یکدیگر بیشتر و در نتیجه سرعت شکست امولسیون بیشتر است.

ترکیب فاز آبی

نشان داده شده است که با کاهش مقدار اسید، افزایش مقدار امولسیفایر یا کاهش نسبت بین اسید و امولسیفایر در امولسیون سرعت شکست بیشتر می شود.

توزیع اندازه ذرات

هرچه اندازه ذرات قیر کوچک تر باشد پخش آنها بهتر بوده و در نتیجه نرخ شکست امولسیون کاهش می یابد.

شرایط محیطی

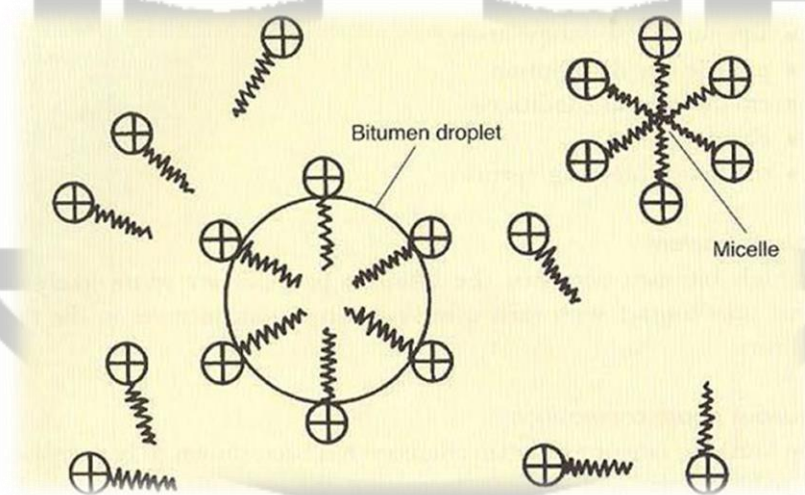
سرعت تبخیر آب به ترتیب تحت تأثیر سرعت باد، رطوبت و دما است. دما و رطوبت به هم وابسته هستند: هنگامی که دمای هوا کاهش می یابد، رطوبت نسبی افزایش می یابد. کار کردن با امولسیون در شب و دمای پایین مشکل خواهد بود و رطوبت ۱۰۰ درصدی از دست دادن آب را به طور کامل متوقف خواهد کرد. در دماهای بالاتر ذرات قیر در امولسیون تحرک بیشتری دارند و قیر نرم تر است. در چنین شرایطی ذرات تمایل زیادی برای تجمع دارند و بنابراین به راحتی لخته می شوند.

Chipping چپینگ

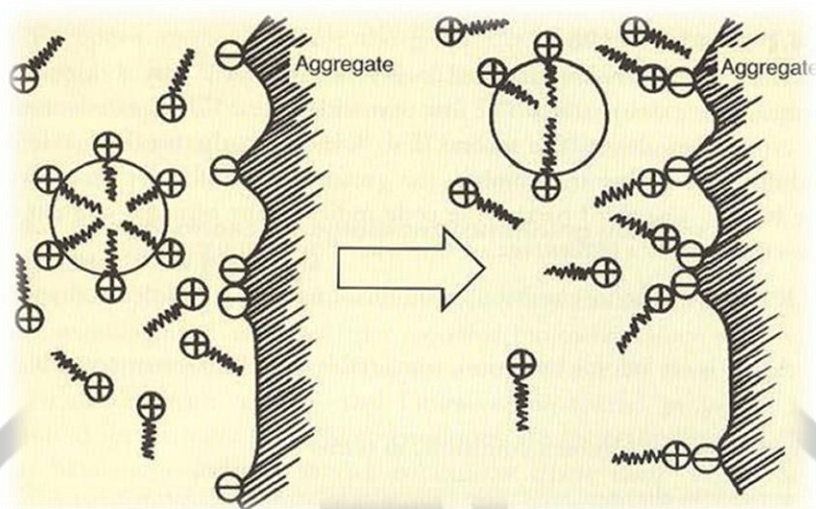
شرایط اسپری امولسیون K1-70 فرآیند شکست امولسیون را شروع می‌کند؛ بنابراین چپینگ بلافاصله بعد از بکار بردن امولسیون در سطح جاده امری ضروری است. لازم است این اطمینان حاصل شود که امولسیون هنوز توانایی خیس کردن چپینگ‌ها را دارا است. وقتی چپینگ به کار برده می‌شود با جذب امولسیفایر در دانه‌ها و تبخیر آب سرعت شکست افزایش می‌یابد. می‌توان جذب امولسیفایر را به وسیله استفاده از چپینگ پوشش‌دار به طور کامل متوقف کرد. در مقابل، گردوغبار می‌تواند باعث شکستن امولسیون و مانع چسبیدن آن به چپینگ شود. ناحیه سطح چپینگ (سایز و شکل) تأثیر قابل توجهی بر شکست امولسیون دارد.

در داخل امولسیون مولکول‌های امولسیفایر هم در داخل آب و هم بر روی سطح ذرات وجود دارند. بعضی از یون‌های امولسیفایر از مایسل‌ها در یک امولسیون پایدار باهم در تعادل هستند که در شکل نشان داده شده است. اگر برخی از یون‌های امولسیفایر از محلول حذف شود، مجدداً تعادل به وسیله یون‌های مایسل‌ها و سطح قطره‌ها برقرار می‌شود. این اتفاق هنگام تماس امولسیون با ذرات معدنی رخ می‌دهد. سطح ذرات معدنی با بار منفی به سرعت برخی یون‌های محلول را جذب می‌کند و بار روی قطرات تضعیف می‌شود. این باعث شروع فرآیند شکست می‌شود که در شکل نشان داده شده است. در نقطه‌ای که شارژ روی سطح قطرات به سرعت تخلیه می‌شود لخته شدن سریع اتفاق می‌افتد. اکنون ذرات معدنی به وسیله زنجیر هیدروکربن پوشش داده شده است و بنابراین قیر آزاد به طور قوی به سطح چسبیده است.

شکل ۸: تشکیل مایسل در امولسیون پایدار توسط امولسیفایر



شکل ۹: نمودار شماتیک فرآیند شکست امولسیون قیر



استفاده از عوامل شکننده

استفاده از عوامل شکننده می‌تواند فرآیند شکست امولسیون را سرعت دهد. برای امولسیون‌های پوشاننده سطح، می‌توان از اسپری کردن عامل شکننده همزمان یا بعد از کاربرد امولسیون به سطح استفاده کرد. هنگام استفاده از عوامل شکننده امولسیون نیاز به دقت است زیرا استفاده از مقدار کم عامل شکننده می‌تواند بی‌تأثیر باشد و استفاده از مقدار زیاد می‌تواند بر چسبندگی تأثیر بگذارد و پخش ضعیف عامل شکننده نیز می‌تواند تأثیر مشابهی داشته باشد.

چسبندگی امولسیون‌های قیر

در کاربردهایی که از قیر به عنوان عامل چسبنده بین دو جامد استفاده می‌شود بسیار مهم است که قیر بتواند سطح را آغشته کند تا سطح تماس حداکثر باشد. برای سطوح خشک، کشش سطحی بحرانی آغشته شدن توده دانه‌ها باید به اندازه کافی بالا باشد تا بتوان مطمئن شد قیر به راحتی روی سطح پخش می‌شود. به طور کلی چسبندگی حاصل، انسجام قیر را افزایش می‌دهد. به هر حال، وقتی سطح یک دانه به وسیله آب پوشانده شود، آغشته شدن دانه یک پدیده سه فازی خواهد بود که فقط اگر تعادل انرژی سطحی به نفع آغشتگی به وسیله قیر باشد می‌تواند واقع شود. امولسیفایرهای کاتیونی به خصوص در کاهش انرژی سطحی دانه‌های قطبی کارآمد هستند و یک حالت پایداری ترمودینامیکی با کمترین انرژی سطحی را ایجاد می‌کنند که حاصل جذب شدن امولسیفایر به سطح دانه‌های معدنی است.

همچنین بیشتر امولسیفایرهای کاتیونی عوامل ضد سلب (anti-stripping agents) هستند، در نتیجه اتصال اولیه تضمین شده است. به هر حال کیفیت پیوند بین قیر و توده دانه‌های معدنی به چندین عامل به شرح زیر بستگی دارد:

- نوع و مقدار امولسیفایر
- درجه و ساختار قیر
- مقدار PH محلول امولسیفایر
- پخش اندازه ذرات در امولسیون
- نوع دانه

۵. دسته‌بندی و مشخص کردن قیر امولسیونی

BS 434-1:1984

امولسیون‌های قیر در استاندارد BS 434-1:1984 به وسیله یک طرح الفبایی عددی سه‌جزئی مشخص می‌شوند. اولین قسمت که حرف A یا K است به آنیونی و یا کاتیونی بودن امولسیون اشاره دارد. قسمت دوم عددی از ۱ تا ۴ است که به سرعت شکست و یا پایداری قیر امولسیونی اشاره دارد. عدد بزرگ‌تر نشان‌دهنده پایداری بیشتر و در نتیجه سرعت شکست کمتر است. قسمت سوم کد به مقدار قیر موجود در امولسیون بر حسب درصد اشاره دارد. برای مثال:

K1-70 یک امولسیون کاتیونی با سرعت شکست بالا و مقدار قیر ۷۰ درصد است.

A2-50 یک امولسیون آنیونی، شبه‌پایدار با مقدار ۵۰ درصد قیر را نشان می‌دهد.

استاندارد BS 434 امولسیون‌های قیر را بر اساس موارد زیر مشخص می‌کند:

- بار ذرات
- باقی‌مانده غربال (coarse sieve) غربال درشت، ۷۱۰ میکرومتر)
- باقی‌مانده غربال (fine sieve) غربال خوب، ۱۵۰ میکرومتر)
- ویسکوزیته به‌عنوان زمان جریان از یک کاپ جریان (degrees Engler or Redwood II seconds)
- مقدار قیر، در اصل مقدار آب اندازه‌گیری می‌شود و سپس با کم کردن مقدار از صد، درصد قیر محاسبه می‌شود؛ بنابراین درصد به‌دست‌آمده برای مقدار قیر شامل امولسیفایر و حلال نیز هست.
- انعقاد در دمای پایین
- پایداری در زمان انبارداری (تست کوتاه‌مدت)
- پایداری در زمان انبارداری (تست بلندمدت)
- پایداری مخلوط با دانه‌های درشت

به هر حال فقط بار ذرات، مقدار بایندر و ویسکوزیته تو سطر K1-70 مشخص می شود، امولسیون K1-70 به طور گسترده برای پوشش دادن سطح استفاده می شود. محدودیت های ویسکوزیته الزاماً کارایی رضایت بخشی را برای امولسیون در دستگاه اسپری ایجاد نمی کند، به عنوان مثال توزیع انتقال بر اساس استاندارد BS 1707:1989 نیاز است.

همانند دیگر جنبه های مشخصات بزرگراه ها، نیاز است خواص کارایی پوشش دهی سطح علاوه بر پارامترهای قدیمی مشخص شود و این امر باعث نمی شود که به تست های آزمایشگاهی نیاز نباشد بلکه این تست ها برای کنترل کیفیت نیاز است.

تعیین مشخصات امولسیون محتوی قیر پلیمری اصلاح شده

استاندارد مشخصی برای امولسیون های ساخته شده از قیر پلیمری اصلاح شده وجود ندارد. با توجه به این که این امولسیون ها به روش و در کاربردهای مشابه با امولسیون های معمولی استفاده می شوند، لازم نیست خواص ویژه ای اندازه گیری شود. این امولسیون ها معمولاً در جاهایی استفاده می شود که شرایط سختی حاکم باشد و اگر از امولسیون معمولی استفاده شود امکان تخریب پوشش وجود دارد.

باید روش هایی وجود داشته باشد که بتوان با استفاده از آن ها نشان داد امولسیون از قیر اصلاح شده تهیه شده است. از آنجایی که بسیاری از تست ها به طور مستقیم برای امولسیون قابل کاربرد نیست به فرآیندی برای بازیابی بایندر نیاز است. خشک کردن به شکل طبیعی حتی برای یک لایه نازک ۱ میلی متری نیاز به یک دوره چندروزه دارد، روش های جایگزین برای بازیابی بایندر عبارتند از خشک کردن در دمای بالا با جریان هوای قوی یا تقطیر.

۶. اصلاح خواص امولسیون قیر

توزیع اندازه ذرات

توزیع اندازه ذرات یکی از ویژگی های قیرهای امولسیونی است که استاندارد و یا روش استاندارد برای اندازه گیری آن وجود ندارد. این ویژگی به طور مستقیم قابل مشاهده نیست اما بسیاری از خواص امولسیون را تحت تأثیر قرار می دهد که این خواص برای مؤثر بودن امولسیون در کاربرد و سرویس مهم هستند.

میانگین اندازه ذرات را می توان با استفاده از توما سل (Thoma cell) و میکروسکوپ به سختی اندازه گیری کرد. به هر حال، تجهیزات خود کاری وجود دارد که می توانند میانگین اندازه ذرات و پخش اندازه ذرات را اندازه بگیرند اما امولسیون قیر مشکلاتی دارد زیرا ممکن است تعدادی ذره خیلی بزرگ و یا تعدادی ذره خیلی کوچک داشته باشد.

تأثیر شدیدی که توزیع اندازه ذرات می تواند بر روی خواص امولسیون قیر داشته باشد به این دلیل است که در حقیقت ناحیه سطح ذرات کروی متناسب با مربع و جرم متناسب با مکعب قطر ذرات است. بسیاری

از خواص کارایی امولسیون قیر تحت تأثیر مقدار امولسیفایر آزاد در فاز آبی است، یعنی مقداری از امولسیفایر که بر روی ذرات قیر جذب نشده است. مقدار امولسیفایر جذب شده به مجموع ناحیه سطح ذرات وابسته است. حتی یک جرم کوچک متناسب با ذرات قیر زیر میکرون (Submicron) می‌تواند یک ناحیه سطح بزرگ را ایجاد می‌کند.

توزیع اندازه قطرات امولسیون به کشش سطحی بین قیر و فاز آبی (کشش سطحی کمتر باعث پخش آسان‌تر قیر می‌شود) و انرژی استفاده شده برای پخش قیر بستگی دارد. برای انرژی مکانیکی وارد شده استفاده از قیر سخت باعث ایجاد امولسیون با ذرات درشت و استفاده از قیر با درجه نفوذ زیاد یا قیر کات بک باعث تولید امولسیون با ذرات نرم‌تر می‌شود. با استفاده از اصلاح مواد و فرآیند تولید امولسیون می‌توان بر اندازه ذرات و پخش آن‌ها تأثیر گذاشت.

افزایش اسید به قیر

افزایش نفتنیک اسید به قیرهای غیر اسیدی برای تولید امولسیون‌های آنیونی ضروری است. اسیدها با فاز آبی قلیایی برای تولید صابون واکنش می‌دهند که سطح فعالی دارند و می‌توانند پخش را پایدار کنند. اضافه کردن اسید می‌تواند باعث کاهش میانگین اندازه ذرات بشود بدون اینکه تغییر در پخش اندازه ذرات ایجاد کند.

شرایط تولید

شرایط تولید تأثیرات فراوانی بر پخش اندازه ذرات امولسیون دارد:

- دما: به‌طور معمول افزایش دمای فاز آبی یا قیر باعث افزایش میانگین اندازه ذرات امولسیون می‌شود.
- مقدار قیر: افزایش مقدار قیر باعث افزایش اندازه ذرات و کاهش محدوده اندازه ذرات می‌شود.
- ترکیب فاز آبی: برای امولسیون‌های کاتیونی ساخته‌شده به‌وسیله هیدروکلریک اسید و امولسیفایر آمین می‌توان به‌وسیله افزایش مقدار اسید یا امولسیفایر اندازه سائز ذرات را کاهش داد، اگر نسبت اسید به آمین ثابت نگه‌داشته شود، می‌توان به‌وسیله افزایش مقدار آمین/اسید سائز ذرات را کاهش داد. ظاهراً توزیع پخش ذرات با مقدار این دو ماده ارتباط ندارد.
- شرایط کار آسیاب کلوئیدی: شکاف (گپ) و سرعت چرخش آسیاب کلوئیدی به شدت بر اندازه ذرات و پخش امولسیون تأثیر می‌گذارد. یک شکاف کوچک باعث ایجاد ذرات کوچک‌تر و محدوده سائز نسبتاً باریک می‌شود و سرعت چرخش زیاد هم باعث تولید ذرات با سائز کوچک می‌گردد.
- افزایش نرخ جریان در آسیاب: با افزایش نرخ جریان در آسیاب توزیع پخش اندازه ذرات امولسیون تغییر خواهد کرد، وقتی مقدار قیر کمتر از ۶۵ درصد باشد ویسکوزیته امولسیون تقریباً مستقل از نرخ جریان است، به‌رحال در مقادیر قیر بیش از ۶۵ درصد که ذرات قیر تقریباً نزدیک به هم

قرار گرفته‌اند، تغییر در اندازه ذرات به وسیله تغییر نرخ جریان تأثیر مشخصی بر ویسکوزیته دارد که در شکل نشان داده شده است.

- کاهش ویسکوزیته قیر: اگر ویسکوزیته قیر وارد شده به آسیاب کلوئیدی کم باشد، سایز ذرات امولسیون کاهش می‌یابد و باعث افزایش ویسکوزیته امولسیون می‌گردد.

بررسی تأثیرات خواص قیر استفاده شده بر امولسیون قیر

مقدار الکترولیت قیر:

معمولاً قیر حاوی مقدار کمی الکترولیت (سدیم کلرید) است. مقدار الکترولیت از مقادیر خیلی کم تا چند صد قسمت بر میلیون است، به عنوان مثال ۰.۱ در صد که به صورت بلوره‌های بسیار ریز در سراسر قیر پخش شده است. این مقدار کم الکترولیت می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ویسکوزیته امولسیون تولید شده از قیر داشته باشد. اگر مقدار الکترولیت تا ۲۰ پی پی ام باشد تأثیر کمی دارد و یا اصلاً تأثیری ندارد. با افزایش مقدار الکترولیت ویسکوزیته امولسیون ساخته شده از قیر (برای مقدار مشخصی از قیر) به یک مقدار ماکزیمم افزایش می‌یابد و هنگامی که غلظت الکترولیت به ۳۰۰ پی پی ام برسد ناگهان ویسکوزیته کاهش می‌یابد. علت این اتفاق مربوط به خاصیت اسمز (Osmosis) است. اگرچه قیر یک عامل ضد آب عالی است، لایه‌های نازک قیر وقتی ضخامتشان کمتر از یک میکرون است به طور کامل در برابر آب غیرقابل نفوذ نیستند. در چنین ضخامتی، لایه قیر مانند یک غشای نیمه نفوذپذیر (Semi-Permeable) عمل می‌کند. در امولسیون قیر، بعضی ذرات شامل کریستال‌های الکترولیت هستند که باعث کاهش در فشار اسمزی می‌شوند بنابراین آب به داخل ذرات نفوذ می‌کند تا فشار درونی و بیرونی را متعادل نماید. این پدیده باعث افزایش حجم ذرات و در نتیجه کاهش مقدار آب در فاز پیوسته می‌شود. اگر تعداد ذراتی که تحت تأثیر این پدیده قرار می‌گیرد زیاد باشد، ویسکوزیته امولسیون به مقدار قابل توجهی تغییر می‌کند.

در غلظت‌های بالای الکترولیت، نفوذ قیر تا جایی ادامه می‌یابد که ذرات قیر پر شده با آب منفجر بشوند و همه آب به دام افتاده آزاد شود و این نقطه‌ای است که ویسکوزیته قیر به طور ناگهانی سقوط می‌کند، همچنین مقدار حجم فاز پیوسته واقعی به مقدار اسمی خودش بازمی‌گردد. این مطلوب نیست که قیرهای حاصل از انفجار ذرات بتوانند لخته شدن ذرات دیگر را شروع کنند.

برای ساخت امولسیون قیر معمولاً مقادیر متوسط نمک سودمند است زیرا اجازه تولید امولسیون قیر با درصد قیر کمتر را می‌دهد. معمولاً به طور طبیعی مقدار الکترولیت قیر کم است و می‌توان با اضافه کردن الکترولیت آن را به طور مصنوعی افزایش داد. برای اینکه الکترولیت مؤثر باشد باید مقدار آن خیلی کم باشد و بلوره‌های آن به خوبی در قیر پخش شود. تأثیر مقادیر زیاد الکترولیت طبیعی را می‌توان به وسیله اضافه کردن الکترولیت (به عنوان مثال کلسیم کلرید) به فاز آبی امولسیون کاهش داد.

دانسیتة قیر

دانسیتة بالای قیر می‌تواند باعث تهنشینی سریع امولسیون و در نتیجه لخته شدن آن در فرایند ذخیره سازی ایستا شود. این مشکل می‌تواند به وسیله اضافه کردن حلال با نقطه جوش بالا (مثل نفت سفید) به قیری که یک درجه سخت‌تر از قیرهای معمولی است کاهش یابد. روش دیگر برای حل این مشکل افزایش وزن مخصوص فاز آبی به وسیله اضافه کردن کلاسیم کلرید یا استفاده از یک امولسیفایر است که این امولسیفایر یک مقدار عملکرد (yield value) را به فاز آبی اضافه می‌کند.

مقدار اسید

وجود نفتنیک اسید طبیعی در قیر برای تولید بیشتر امولسیون‌های آنیونی یک مزیت است. در طول فرآیند امولسیون شدن، اسید با قلیای اضافی موجود در فاز آبی واکنش می‌دهد و به عنوان یک امولسیفایر طبیعی کارآمد عمل می‌کند. به هر حال بعضی از امولسیون‌های صنعتی را نمی‌توان به وسیله قیرهای اسیدی تهیه کرد، سطح، ذرات نفتنیک اسید را به امولسیفایر موجود در فاز آبی ترجیح می‌دهد و در نتیجه امولسیون ناپایدار می‌گردد.

امولسیون‌های حاوی قیرهای اصلاح شده با پلیمر (امولسیون اصلاح شده)

تولید

یکی از دلایل عمده برای استفاده از بایندر اصلاح شده به وسیله پلیمر، بهبود کارایی در دمای بالا است؛ بنابراین، بدیهی است که تهیه امولسیون به وسیله این بایندها سخت‌تر از قیرهای اصلاح نشده است. فرایند نیاز به دمای بیشتر و انرژی ورودی بیشتری دارد. خوشبختانه، مقدار پلیمر کمتر از آن مقداری است که برای اصلاح آسفالت استفاده می‌شود و بنابراین مشکل تا حدی کاهش می‌یابد.

خواص امولسیون

مقدار قیری که برای رسیدن به ویسکوزیته مشخص نیاز است یکی از خواص امولسیون می‌باشد که در صورت استفاده از قیر اصلاح شده با پلیمر به مقدار قابل توجهی تغییر می‌کند. امولسیون K1-70، بر اساس قیر پن‌گرید، به طور کلی به وسیله ۶۷ تا ۷۰ درصد قیر تولید می‌شود و می‌تواند کارایی راضی کننده‌ای در بیشتر تجهیزات اسپری کننده داشته باشد. دسترسی به محتوای قیر بیشتر بدون افزایش ویسکوزیته امولسیون به فراتر از نقطه‌ای که پخش مناسب برای میله‌های اسپری معمولی داشته باشد، سخت است. به هر حال با استفاده از قیرهای اصلاح شده پلیمری می‌توان امولسیون‌هایی تولید کرد که دارای ۸۰ درصد قیر باشند و در تجهیزات اسپری به خوبی امولسیون K1-70 عمل کنند.

این تأثیر حتی در مقادیر کم اصلاح کننده تا ۱ درصد پلیمر در قیر برای برخی از پلیمرها مشهود است. این بجای خودش یک مزیت است (جدای از مزایایی که اصلاح کارایی به وسیله استفاده از قیر پلیمری دارد) زیرا باعث کاهش ۳۰ درصدی مقدار آبی می‌شود که باید به همراه قیر حمل شود تا بعد از کاربرد در

سطح جاده تبخیر شود. علت این امر تغییر توزیع اندازه ذرات امولسیون تهیه شده با قیر اصلاح شده نسبت به امولسیون معمولی است؛ که اولی نسبت به دومی توزیع اندازه ذرات بسیار وسیع تری دارد. سایر خواص امولسیون تهیه شده با قیر اصلاح شده همانند امولسیون های قیر معمولی است.

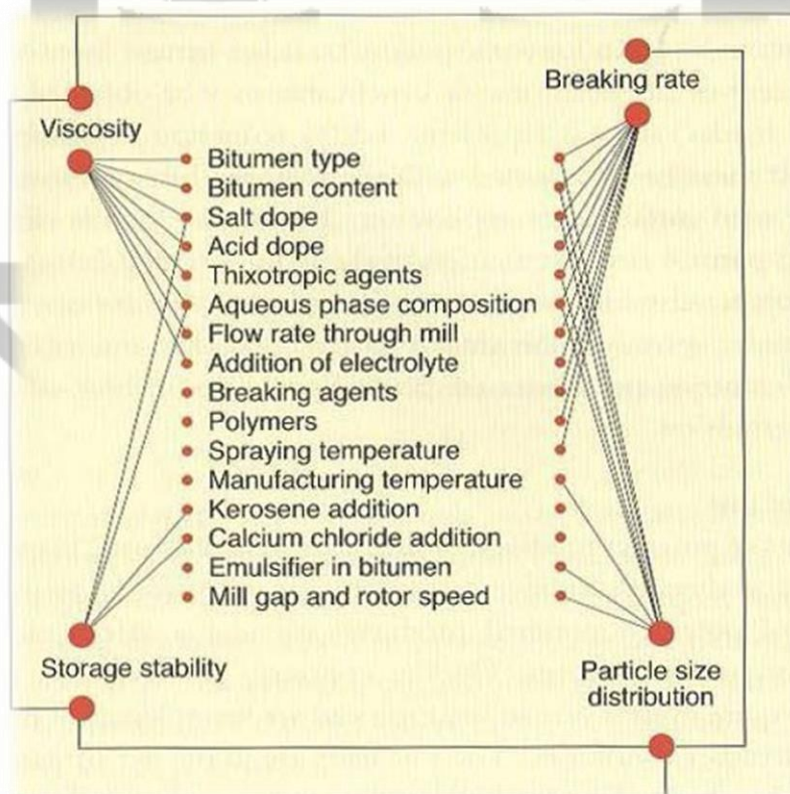
روش های استفاده

به طور کلی امولسیون های قیر های پلیمری اصلاح شده دقیقاً به روش مشابه امولسیون های قیر معمولی استفاده می شوند. نباید تصور کرد که استفاده از محصولات پلیمری اصلاح شده یک حاشیه امنیت برای روش های کار ضعیف ایجاد می کند. در مقابل، معمولاً محصولات اصلاح شده به دقت بیشتری در هنگام استفاده نیاز دارند و تحمل کمتری در سایت ها و شرایط آب و هوای ناپایدار دارند و مزیت آن ها در سطح، کارایی است که می توان در شرایط فشار ترافیک زیاد به دست آورد به شرطی که کار با کیفیت انجام شده باشد.

رابطه بین متغیرهای تولید و خواص امولسیون

در مباحث قبلی مروری داشتیم بر فاکتورهای تأثیرگذار در خواص امولسیون ها و تعدادی از روش های موجود برای تولید امولسیون و تعیین خواص آن. به هر حال واضح است که نمی توان یک خاصیت امولسیون را تنظیم کرد بدون اینکه خواص دیگر تحت تأثیر قرار بگیرند. ارتباط بین شرایط تولید خواص مختلف امولسیون در شکل نشان داده شده است.

شکل ۱۰: رابطه بین متغیرهای تولید و خواص امولسیون قیر



۷. کاربردهای امولسیون‌های قیر:

بیشتر امولسیون‌های قیر برای پوشش دادن سطوح استفاده می‌شوند. به هر حال، تطبیق‌پذیری امولسیون‌ها، آن‌ها را برای کاربردهای مختلفی مناسب کرده است.

دوغاب‌های درزگیر Slurry Seals

دوغاب‌های درزگیر مخلوطی از قیر امولسیونی و سنگ‌دانه‌های درجه‌بندی‌شده از لحاظ درجه غلظت جاری شدن هستند. در عمل، به وسیله وسایل مخصوص مواد باهم مخلوط و به صورت یک لایه نازک پخش می‌شوند. این فرآیند اولین بار ۵۰ سال پیش برای تعمیر و نگهداری باندهای فرودگاه استفاده شد. در حال حاضر، امولسیون‌های آنیونی نیمه پایدار استفاده می‌شود که ضخامت به کاررفته ۳ میلی‌متر بوده و ساعت‌ها برای تبخیر شدن آب و سخت شدن لایه زمان لازم است. فرمولاسیون مخصوص و امولسیون‌های کاتیونی زمان کامل شدن فرایند را تا چند دقیقه کاهش می‌دهند، اگر لایه‌های نازک‌تر استفاده شود، یک درجه از بافت می‌تواند به دست آید که فرآیند را برای تعمیر و نگهداری جاده مناسب می‌کند.

استفاده از امولسیون قیر در مخلوط‌های جاده (آسفالت سرد):

افزایش نگرانی‌ها درباره صرفه‌جویی انرژی و حفاظت محیط‌زیست باعث ایجاد علاقه به تولید آسفالت سرد شده است. سازمان حفاظت محیط‌زیست انگلستان از سال ۱۹۹۰ تاکنون با افزایش سخت‌گیری نسبت به انتشار آلودگی از کارخانه‌های تولید آسفالت تأثیر فزاینده‌ای بر صنعت بزرگراه داشته است. قوانین مشابهی در برخی دیگر از کشورهای پیشرفته و نه همه آن‌ها اعمال شده است. اگرچه تولید آسفالت سرد در مقیاس بزرگ در کشورهایی مانند انگلستان ایده جدیدی است، اما چند سالی است که استفاده از آسفالت امولسیونی امری عادی است.

در کشور فرانسه از سال ۱۹۶۰ به منظور تقویت و بازسازی جاده‌های با ترافیک سبک و همکاری بین پیمانکاران و مقامات به منظور توسعه موادی با عنوان Grave Emulsion از مصالح سرد استفاده می‌شود. اگرچه به طور سنتی مواد با درجه‌بندی پیوسته ۲۰ میلی‌متر استفاده می‌شود، Grave Emulsion مدرن معمولاً شامل ذرات ۱۴ میلی‌متری با مقدار ۴ تا ۴٫۵ درصد قیر است. Grave Emulsion می‌تواند انباشته شود، به وسیله تجهیزات معمولی راه‌سازی یا تیغه‌گریدر به صورت یک لایه پخش بشود و در شرایط محیط فشرده شود. اگرچه این مواد در اصل برای تعمیرات جزئی استفاده می‌شود، اخیراً از آن در لایه‌های ساختاری جاده‌های با ترافیک متوسط هم استفاده شده است. در سال ۱۹۹۳ در کشور فرانسه یک استاندارد ملی برای Grave Emulsion معرفی شد.

پیشرفت‌های مشابهی در ایالات متحده آمریکا اتفاق افتاده است و مسائل زیست‌محیطی و دور بودن بعضی سایت‌ها از کارخانه‌های تولید آسفالت باعث ایجاد انگیزه برای استفاده از آسفالت سرد شده است. انستیتو آسفالت کتاب A Basic Emulsion Manual, MS-19 را در سال ۱۹۸۶ و ویرایش سوم آن Asphalt

Cold Mix Manual, MS-14 را در سال ۱۹۸۹ و Thickness Design Manual MS-1 شامل مخلوط آسفالت سرد بانام Emulsified Asphalt Materials (MAMs) را در سال ۱۹۹۱ منتشر کرد. در سال ۱۹۹۲ تقریباً ۵۰ میلیون تن آسفالت سرد در آمریکا مصرف شد که حدود ۱۰ درصد کل آسفالت تولیدی بود.

آسفالت سرد یک چالش جدیدی را برای مهندس‌هایی که به‌طور سنتی روی آسفالت داغ کار می‌کردند ایجاد کرده است. درحالی‌که مخلوط‌های داغ وابسته به خواص ویسکوالاستیک قیر هستند، مخلوط‌های امولسیون‌ی یک سری جدید از شرایط را معرفی می‌کنند که باید در نظر گرفته شود تا مواد با موفقیت تولید و استفاده شوند. شیمی سطح سنگ‌دانه‌ها نقش مهمی خواهد داشت و امولسیون باید با مینرالوژی (Mineralogy) انواع مختلف سنگ‌ها طراحی شده باشد.

تئوری مخلوط‌های سرد

تصور کلاسیک درباره روش کار مخلوط سرد این است که امولسیون در زمان اختلاط یا فشردگی می‌شکند، سنگ‌دانه‌ها پوشش داده می‌شوند و استحکام باگذشت زمان افزایش می‌یابد. افزایش استحکام به دلیل فرار آب از مخلوط و لخته شدن و در نتیجه چسبیدن ذرات قیر است.

به‌هرحال، ویژگی‌های کارایی اولیه یا قابلیت ذخیره‌سازی مواد و در نتیجه افزایش استحکام مکانیکی در شکل درجا باهم در تضاد هستند. به‌وسیله طراحی امولسیون برای تولید مخلوطی که بتواند روزها یا هفته‌ها قابل استفاده باقی بماند، افزایش چسبندگی در مخلوط فشرده، در نتیجه، استحکام به‌دست‌آمده از مخلوط به تعویق می‌افتد. اگر امولسیون برای تولید یک شکست سریع طراحی شده باشد بنابراین سختی مخلوط به سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه، مدت کمی قابل ذخیره‌سازی و استفاده خواهد بود؛ بنابراین، این پتانسیل برای اختراع فناوری‌های جدید به‌منظور رفع چنین مشکلاتی وجود دارد به‌طوری‌که مخلوط آسفالت سرد نیز بتواند کارایی شبیه به آسفالت داغ داشته باشد.

مشخصات HAUC (The Highway Authorities and Utilities Committee):

از اوایل قرن بیستم از یک نوع آسفالت آماده سرد به نام Cold Lay Macadam در انگلستان برای پوشش و تعمیر جاده‌ها استفاده می‌شود. چنین موادی به‌وسیله روان کردن (Fluxing) قیر با روغن‌های سبک تولید می‌شود که باعث کاهش ویسکوزیته بایندر می‌گردد. این امر باعث می‌شود مواد برای مدت نامحدودی قابل استفاده باشند که بستگی به مقدار Flux oil اضافه‌شده به مخلوط دارد. ضعف‌های کارایی این نوع مواد کات بک استفاده اولیه آن‌ها برای تعمیر ترانشه‌ها را محدود می‌کند؛ که در آن‌ها Fluxed Macadam به‌عنوان مواد موقت اولیه برای جایگزین شدن با آسفالت داغ معمولی وقتی لایه‌های پایینی ترانشه به‌طور کامل تثبیت‌شده، پخش می‌شوند.

در سال ۱۹۹۲ HAUC خصوصیتی را معرفی کرد که این خصوصیت به بازسازی فوری حفاری جاده نیاز دارد. به دلیل مقدار کم مواد موردنیاز و دوری برخی سایت‌ها، معمولاً استفاده از آسفالت داغ غیرممکن

است؛ بنابراین HAUC تقاضایی برای استفاده از مواد سرد جهت پوشش دائمی (PCSMs: Permanent Cold lay Surfacing Materials) ایجاد کرد و استفاده آن‌ها را به لحاظ شاخص کارایی بر اساس مشخصات آسفالت‌های داغ بررسی کرد.

آسفالت داغ معادل به‌وسیله اندازه‌گیری سختی و مقاومت به تغییر شکل دائمی ه‌سته‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر استخراج‌شده از آزمایش مخلوط‌های موردنظر مشخص می‌شود. همان‌طور که PCSM ها در طول زمان کامل می‌شوند (Cure)، انتظار نمی‌رود آسفالت داغ معادل را تا دو سال بتوان به دست آورد. معیارهایی که باید بعد از دو سال برای PCSM ها به دست آورد در جدول ۱ و جدول ۲ آمده است.

یک شناساگر وضعیت کلی مواد، اندازه‌گیری مقدار باطله (Void Content) هسته‌ها است. مواد پایدار برای استفاده در جاده باید دارای مقدار باطله بین ۲ تا ۱۰ درصد در پایان یک دوره ارزیابی دوساله باشد.

معرفی مشخصات HAUC انگیزه‌ای برای توسعه مخلوط‌های سرد در انگلستان به وجود آورد که تا قبل از آن وجود نداشت. یک نتیجه کارهای توسعه انجام‌شده، توسعه فناوری خواهد بود که اجازه خواهد داد اطلاعات و تجربیات به دیگر بخش‌ها نظیر پایه، بایندر و سطح انتقال یابد و در نهایت امکان ساخت جاده فقط با آسفالت سرد به‌تنهایی ممکن خواهد بود.

جدول ۱: نیازهای PCSM برای سختی

PCSM requirements for stiffness			
Permanent cold lay surfacing material	Minimum property requirement at 20°C for equivalence to:		
	50 pen hot laid stiffness: MPa	100 pen hot laid stiffness: MPa	200 pen hot laid stiffness: MPa
20 mm nom. size binder course	4600	2400	900
10 mm nom. size binder course	3800	1900	800
6 mm nom. size binder course	2800	1400	600

جدول ۲: نیازهای PCSM برای مقاومت به تغییر شکل دائم

PCSM requirements for resistance to permanent deformation	
All materials	Resistance to permanent deformation at 30°C
	Repeated load uniaxial creep resistance when tested in accordance with BS DD 185* shall not exceed:
	either: 16 000 microstrain for 1800 load applications
	or: 20 000 microstrain for 3600 load applications

Note: this is now BS 598-111: 1995.

۸. سایر استفاده‌های امولسیون قیر در جاده

پر کردن ترک‌ها

امولسیون قیر، ترجیحاً محتوی لاستیک، تقریباً یک روش ارزان و مؤثر برای پر کردن ترک‌های آسفالت است که به‌منظور جلوگیری از ورود آب به درون لایه‌های ساختاری جاده استفاده می‌شود. مهم است که ترک‌ها در اولین فرصت به‌منظور محدود کردن آسیب‌های بعدی، ترمیم شود. این امر بخصوص در نواحی با بارش باران زیاد یا در طول زمستان که آب مرتب یخ‌زده و ذوب می‌شود نیاز است، زیرا این شرایط آب و هوایی می‌تواند باعث افزایش ترک‌ها و در نتیجه تخریب جدی سطح جاده گردد.

تزریق (Grouting):

تزریق یک فرآیند شامل ساخت و پایدارسازی سطح جاده و پیاده‌رو است. امولسیون برای فشرده کردن سنگ‌دانه‌های خشک یا مرطوب استفاده می‌شود، ویسکوزیته کم امولسیون اجازه نفوذ در ساختار خالی سنگ‌دانه‌ها را می‌دهد. این روش شامل ساخت ترکیب پایه/ سطح از ضخامت ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر برای یک دوره یا بیش از ۱۰۰ میلی‌متر برای دو دوره ممکن است تعیین شود. امولسیون‌های مناسب برای کاربردهای مختلف در جدول ۳ بیان شده است:

جدول ۳: قیر امولسیونی مناسب برای کاربردهای مختلف

Surface dressing	K1-70, K1-60
Bond coats	K1-40, K2-40
Slurry seals	K3-60
Open graded macadams	K2-60, K2-70
Retreading	K2-60
Mist spraying	K1-40, K2-40
Concrete curing	K1-40, K2-40

رویه / پوشش‌های (Tack/bond coats)

این یک روش منتشر شده برای اطمینان از چسبندگی و انسجام توسعه باند بین لایه‌ها در پوشش جاده است. ممکن است از چنین پوشش‌هایی در بعضی سطوح برای اطمینان از موفقیت فرآیند استفاده شود. پوشش‌های رویه معمولاً درجایی که پایه یا بایندر تحت ترافیک قرار گرفته، احتمالاً در سایت ساخت‌وساز، استفاده می‌شود. به‌علاوه استفاده آن‌ها به‌طور قابل‌توجهی برای ارزیابی ارزش زمان باقی‌مانده بازپایی شده به‌وسیله روش‌های انحرافی (Deflection Techniques) کاربرد دارد.

۹. کاربردهای متفرقه امولسیون قیر:

جزئیات استفاده‌های متفرقه از امولسیون به‌وسیله انجمن امولسیون منتشر شده است.^۱ کاربردهای صنعتی قیر امولسیونی در هندبوک قیرهای صنعتی شل بحث شده است. همچنین از امولسیون قیر در سایر کاربردهای مهندسی عمران، زراعت و باغبانی استفاده شده است. در زیر بعضی از مثال‌های آن آمده است:

پایداری خاک:

سطح خاک مکان‌های خاک‌ریزی شده یا زمین‌های کشاورزی شخم زده شده، به فرسایش و افت حساس است؛ بنابراین ضروری است سطح را با عوامل پیونددهنده پایدار کرد یا یک پوشش سبز به وجود آورد. امولسیون قیر بر سطح خاک پاشیده می‌شود و سطح را به یکدیگر متصل کرده و با نگهداشتن رطوبت خاک به جوانه زدن دانه‌ها کمک می‌کند. به علاوه عایق حرارتی را بهبود می‌بخشد و از دانه‌ها در برابر پرندگان و محیط محافظت می‌کند.

لایه‌های روکش و پخت بتن:

از امولسیون‌های قیر برای به وجود آوردن یک غشا بین لایه‌های بتن استفاده می‌شود. هدف حفظ مقاومت لایه‌های بالایی به‌وسیله جلوگیری از نفوذ آب به لایه‌های پایینی است. این کار از چسبندگی سخت بین لایه‌ها با عمر و مقاومت متفاوت جلوگیری می‌کند و به‌وسیله جلوگیری از جذب آب در لایه‌های زیری به تولید لایه بالایی قوی‌تر کمک می‌کند. همچنین امولسیون قیر به سطح بتن تازه ریخته می‌شود تا از بخار شدن آب جلوگیری کند.

پوشش‌های محافظ:

امولسیون‌های قیر برای محافظت از بتن دفن شده، خطوط لوله و آهن‌آلات استفاده می‌شود. برای افزایش خصوصیات چسبندگی و پیوستگی لایه‌های بایندر پخت شده معمولاً یک امولسیون اصلاح شده پلیمری استفاده می‌شود.

۱۰. کتاب‌شناسی:

برای کسب اطلاعات بیشتر درباره امولسیون‌های قیر می‌توانید کتاب زیر را مطالعه کنید. این کتاب به دو زبان انگلیسی و فرانسوی به چاپ رسیده است.

SYNDICAT DES FABRICANTS DEMULSIONS ROUTERES DE BITUMEN. Bitumen Emulsions: General Information and Application, 1991, SFERB, Paris.

¹ ROAD EMULSION ASSOCIATION LTD. Miscellaneous uses of bitumen road emulsion, Technical Data Sheet no 12, Mar 1998. REAL, Clacton-On-Sea.

شرکت فیدار یکی از اعضای اتحادیه صادرکنندگان نفت، گاز و مواد پتروشیمی است و تحت نظارت اتاق بازرگانی ایران فعالیت می‌نماید. گروه فیدار در ابتدا فعالیت خود را از سال هزار و سیصد و هفتاد و هفت و تحت عنوان شرکت فیدار ثنا شروع کرد و در طی سال‌های گذشته و با کسب تجربیات فراوان متخصصین گروه فیدار گام‌های بلندی در زمینه صادرات قیر به سراسر جهان برداشتند. و گروه فیدار به وسیله استفاده از امکانات مدرن بسته‌بندی قیر موجود در کارخانه فیدار اصفهان توانسته به یکی از بزرگ‌ترین و مطرح‌ترین صادرکنندگان قیر ایران در عرصه بین‌الملل تبدیل بشود. ارائه خدمات متنوع در زمینه صادرات مواد نفتی و بخصوص قیر از جمله استفاده از بسته‌بندی بشکه فلزی و پلی بگ و همچنین اظهار کالا در گمرکات باعث شده تا نام فیدار به عنوان یک نام معتبر در بازار بین‌المللی تلقی گردد.



آدرس: دفتر مرکزی تهران - خیابان آفریقا نرسیده به مدرسه مجتمع اداری الهیه پلاک ۲۴۴ طبقه هفتم واحد ۷۰۸

تلفن: ۰۹-۲۶۲۱۳۰۶۸ ۰۷-۲۶۲۱۲۹۳۶