

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده علوم فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد «M.Sc.»

گرایش : مهندسی محیط زیست

عنوان :

تصفیه پساب کارخانه قیر امولسیون

استاد راهنما :

دکتر افضل کریمی

استاد مشاور :

دکتر مجید علی آبادی

نگارش :

سید حامد گوداسیایی

زمستان ۱۳۹۱



**ISLAMIC AZAD UNIVERSITY**

**Shahrood Branch**

**Faculty of of Engineering - Department of Chemical Engineering**

**((M.Sc.)) Thesis on Environmental Engineering**

**Subject:**

**Refining of emulsion bitumen plant to remove**

**Thesis Advisor:**

**Afzal Karimi Ph.D.**

**Consulting Advisor:**

**Majid Aliabadi Ph.D.**

**By:**

**Seyed Hamed Goodasiae**

**Winter 2013**

## تشکر و قدردانی

---

سپاس خداوندگار حکیم را که با لطف بی کران خود، آدمی را زیور عقل آراست.

در آغاز وظیفه خود می دانم از زحمات بی دریغ استاد راهنمای خود، جناب دکتر افضل کریمی، صمیمانه تشکر و قدر دانی کنم که قطعاً بدون راهنمایی های ارزنده ایشان، این مجموعه به انجام نمی رسید.

از جناب آقای دکتر مجید علی آبادی که زحمت مطالعه و مشاوره این رساله را تقبل فرمودند و در آماده سازی این رساله، به نحو احسن اینجانب را مورد راهنمایی قرار دادند، کمال امتنان را دارم.

همچنین لازم بر خود می دانم از مسئول آزمایشگاه شیمی دانشگاه آزاد بیرجند، جناب آقای مهندس بنی اسدی به خاطر قرار دادن تجهیزات آزمایشگاهی، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

در پایان، بوسه می زنم بر دستان خداوندگاران مهر و مهربانی، پدر و مادر عزیزم و بعد از خدا، ستایش می کنم وجود مقدس شان را و تشکر می کنم از برادران و خواهران عزیزم به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان، که در این سردترین روزگاران، بهترین پشتیبان من بودند.

سید حامد گوداسیایی

اسفند ۹۱

## تقدیم به

خدایا...

به من زیستن عطا کن که در لحظه مرگ، بر بی ثمری لحظه ای که برای زیستن گذشته است، حسرت نخورم و مردنی عطا کن که بر بیهودگی، سوگوار نباشم. بگذار تا آن را، خود انتخاب کنم، اما آنچنان که تو دوست می داری.

تو می دانی و همه می دانند که شکنجه دیدن بخاطر تو، زندانی کشیدن بخاطر تو و رنج بردن به پایتو تنها لذت بزرگ زندگی من است، از شادی توست که من در دل می خندم، از امید رهایی توست که برق امید در چشمان خسته ام می درخشد و از خوشبختی توست که هوا پاک سعادت را در ریه هایم احساس می کنم. نمی توانم خوب حرف بزنم. نیروی شگفتی را که در زیر کلمات ساده و جمله ضعیف و افتاده، پنهان کرده ام دریاب، دریاب.

به من توفیق تلاش در شکست، صبر در نومیدی، رفتن بی همراه، جهاد بی سلاح، کار بی پاداش، فداکاری در سکوت، دین بی دنیا، مذهب بی عوام، عظمت بی نام، خدمت بی نان، ایمان بی ریا، خوبی بی نمونه، قناعت بی دروغ، عشق بی هوس، تنهایی در انبوه جمعیت و دوست داشتن بی آنکه دوست بداند، روزی کن.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	مقدمه
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۵	۱-۱- قیر امولسیون
۵	۱-۱-۱- تاریخچه امولسیون ها
۷	۲-۱-۱- تعریف قیر امولسیونی
۱۳	۳-۱-۱- ساخت قیرهای امولسیونی
۲۴	۲-۱- فاضلاب صنعتی
۲۴	۱-۲-۱- انواع و خواص فاضلاب ها
۲۶	۲-۲-۱- منشأ و خصوصیات فاضلاب های صنعتی
	<b>فصل دوم: روش شناسی</b>
۳۳	۱-۲- روش های اکسیداسیون پیشرفته
۳۵	۲-۲- انواع روشهای استفاده شده برای حذف آلاینده ها پساب کارخانه قیر امولسیون
۳۵	۱-۲-۲- جذب
۳۶	۲-۲-۲- عملیات انعقاد شیمیایی و لخته گذاری
۴۲	۳-۲-۲- اکسیداسیون پیشرفته فتوکاتالیست
۶۶	۴-۲-۲- اکسیداسیون پیشرفته فنتون
	<b>فصل سوم: مواد، تجهیزات و روش آزمایش</b>
۷۹	۱-۳- اهداف و ضرورت انجام پروژه
۸۰	۲-۳- مواد شیمیایی
۸۰	۳-۳- وسایل و تجهیزات مورد نیاز
۸۲	۴-۳- شرح عملکرد سیستم آزمایشگاهی

## فصل چهارم: نتایج و بحث

۹۳	۱-۴- جذب
۹۹	۲-۴- عملیات انعقاد شیمیایی و لخته گذاری
۱۰۴	۳-۴- اکسیداسیون پیشرفته فتوکاتالیست
۱۰۸	۴-۴- اکسیداسیون پیشرفته فنتون

## فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۱۱	۱-۵- نتیجه گیری
۱۱۲	۲-۵- پیشنهادات

## پیوست ها

۱۱۴	پ ۱ - روش تهیه ویالهای مخصوص اندازه گیری COD
۱۱۶	پ ۲ - کتابنامه

## منابع و ماخذ

۱۱۸	فهرست منابع غیر فارسی
-----	-----------------------

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۹	جدول ۱-۱ : خواص قیر امولسیون کاتیونی مطابق با استاندارد ASTM
۱۲	جدول ۲-۱ : دمای بهینه قیر و محلول امولسیفایر در ساخت امولسیونهای قیری با ۶۰٪ قیر
۳۱	جدول ۱-۲ : قدرت اکسندگی رادیکال هیدروکسیل و سایر اکسندها
۳۱	جدول ۲-۲ : مقایسه سرعت واکنش برای هیدروکسیل رادیکال و ازن برای برخی ترکیبات
۴۰	جدول ۳-۲ : مشخصات برخی مواد منعقدکننده در تصفیه آب و پساب
۴۳	جدول ۴-۲ : انواع تابش و انرژی های مربوط به آنها
۶۱	جدول ۵-۲ : آلاینده های آلی معدنی شده توسط فتوکاتالیز
۶۴	جدول ۶-۲ : مهمترین واکنش های مربوط به فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته
۷۴	جدول ۷-۲ : برخی از کاربردهای فرآیند فنتون
۷۵	جدول ۱-۳ : مواد شیمیایی مصرفی و شرکت تولید کننده
۷۶	جدول ۲-۳ : مشخصات مهمترین دستگاههای مورد استفاده
۷۷	جدول ۳-۳ : مشخصات مهمترین تجهیزات مورد استفاده در راکتور دوغابی
۷۷	جدول ۴-۳ : مشخصات پودر TIO2-Degussa P25



## فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

۷	شکل ۱-۱ : قیر امولسیون آبیونی و کاتیونی
۸	شکل ۲-۱ : نحوه چسبندگی قیر امولسیون و سنگدانه های سیلیسی و آهکی
۱۰	شکل ۳-۱ : مراحل شکست امولسیون روی مصالح سنگی
۱۰	شکل ۴-۱ : انعقاد ذرات قیر در امولسیون
۱۱	شکل ۵-۱ : نیروهای وارد بر ذره قیر در امولسیون
۱۲	شکل ۶-۱ : آسیاب کلونیدی
۱۳	شکل ۷-۱ : آسیاب کلونیدی نصب شده در پلنت
۱۳	شکل ۸-۱ : بخش گردنده آسیاب کلونیدی
۱۴	شکل ۹-۱ : بخش ثابت آسیاب کلونیدی
۱۴	شکل ۱۰-۱ : ورودی و خروجی آسیاب کلونیدی
۱۵	شکل ۱۱-۱ : فلودیگرام تولید قیر امولسیون به روش پیمانته ای
۱۶	شکل ۱۲-۱ : تولید قیر امولسیون به روش پیمانته ای
۱۷	شکل ۱۳-۱ : تولید قیر امولسیون به روش پیوسته
۱۹	شکل ۱۴-۱ : لکه گیری
۲۰	شکل ۱۵-۱ : لایه های روسازی پس از اجرای چپ سیل
۳۳	شکل ۱-۲ : شمای کلی فرآیند اکسیداسیون هوا مرطوب جهت تیمار OMW
۳۶	شکل ۲-۲ : شمای کلی عملیات انعقاد شیمیایی
۵۰	شکل ۳-۲ : مقایسه عملکرد فتوراکتور لوله ای پوشش داده شده توسط $TiO_2$ با فتوراکتور دوغابی
۷۰	شکل ۴-۲ : روند کاهش COD و Toxicity با افزایش هیدروژن پروکساید
۷۱	شکل ۵-۲ : اثر pH بر راندمان واکنش های فنتون
۷۳	شکل ۶-۲ : طرح شماتیک فرآیند اکسیداسیون پیشرفته فنتون
۸۱	شکل ۱-۳ : شمای کلی راکتور دوغابی
۸۳	شکل ۲-۳ : شمای کلی دستگاه سنجش COD
۸۳	شکل ۳-۳ : شمای کلی و پالهای COD
۸۹	شکل ۱-۴ : اثر مقدار جاذب (خاک اره) بر روی حذف COD پساب
۹۰	شکل ۲-۴ : اثر مقدار جاذب (موی انسان) بر روی حذف COD پساب
۹۱	شکل ۳-۴ : اثر مقدار جاذب (کربن فعال) بر روی حذف COD پساب
۹۲	شکل ۴-۴ : مقایسه مقادیر جاذب (خاک اره، موی انسان و کربن فعال) بر روی حذف COD پساب

- شکل ۴-۵ : مقایسه مقادیر جاذب (نانو دی اکسید تیتانیم و دی اکسید تیتانیم) بر روی حذف COD پساب
- شکل ۴-۶ : اثر مقدار منعقدکننده (بنتونیت) بر روی حذف COD پساب
- شکل ۴-۷ : اثر مقدار منعقدکننده (سولفات آهن) بر روی حذف COD پساب
- شکل ۴-۸ : اثر مقدار منعقدکننده (سولفات آلومینوم) بر روی حذف COD پساب
- شکل ۴-۹ : مقایسه مقادیر منعقد کننده ها (بنتونیت، سولفات آلومینوم و سولفات آهن) بر روی حذف COD پساب
- شکل ۴-۱۰ : سرعت واکنش تابش های (UV-C, UV-A) در تجزیه آلاینده
- شکل ۴-۱۱ : بررسی اثر زمان واکنش فتوکاتالیستی بر حذف آلاینده‌ی پساب
- شکل ۴-۱۲ : مقایسه اثر مقدار کاتالیست ها
- شکل ۴-۱۳ : تغییرات pH
- شکل ۴-۱۴ : مقایسه غلظت موثر سولفات آهن (۰/۰۲۲۳، ۰/۰۶۶۸ و ۰/۱۱۴ مولار)

## چکیده

طرح پیشنهادی با عنوان « تصفیه پساب کارخانه قیر امولسیون » با هدف حذف آلاینده ها از فاضلاب کارخانه قیر امولسیون تدوین گردیده است. قیر امولسیون<sup>۱</sup> ترکیبی از ذرات ریز میکروسکوپی تبدیل شده و قیر، به وسیله انرژی مکانیکی حاصله از یک آسیاب کلونیدی در فاز آبی و استفاده از مواد امولسیفایر<sup>۲</sup> (امولسیون ساز) به عنوان فعال کننده سطحی می باشد که این مواد ذرات قیر را احاطه می کنند و مانع از اتصال آنها به یکدیگر و لخته شدن قیر می گردد. کیفیت قیر امولسیون وابسته به عواملی مانند خواص شیمیایی قیر مورد استفاده، نوع امولسیفایر، مواد شیمیایی دیگری که در فرمولاسیون تولید و همچنین نحوه توزیع و پخش آن استفاده می گردد است. روشهای مورد استفاده در این پژوهش شامل: جذب، انعقاد، اکسیداسیون پیشرفته فتوکاتالیست و اکسیداسیون پیشرفته فنتون می باشد. از سوی دیگر پساب کارخانجات قیر امولسیون که به صنعت سبز شهرت دارند در اثر کمبود تقاضا و خاموش شدن خط تولید بوجود می آیند که در نتیجه آن پس از خاموش شدن خط تولید نیازمند شستشوی می باشند که باعث بوجود آمدن پساب با COD، ۲۰۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰ می شود. پسابهای به وجود آمده از این کارخانه، رنگی شفاف دارند و این پسابها به سبب داشتن آمین دارای خاصیت کف زای می باشند و همچنین به دلیل استفاده از اسید سولفوریک، حالت آنها اسیدی می باشند که باعث کاهش pH می شود pH بوجود آمده در حدود ۱/۵ تا ۲/۱ است.

**کلمات کلیدی:** جذب، انعقاد، فتوکاتالیست، فنتون، محیط زیست، پساب قیر امولسیون

---

1- Bitumen Emulsion

2- Emulsifiers

## مقدمه

افزایش روز افزون تولیدات صنعتی، حضور ترکیبات مقاوم و ترکیبات تخریب ناپذیر زیستی در پساب صنایع گوناگون را به دنبال داشته است که بسیاری از این ترکیبات با فرایندهای معمول در پساب زدایی قابل تصفیه نیستند. تمرکز بر کاهش ضایعات و کاهش مصرف آب سالهای اخیر، ایجاد پسابهای غلیظ تر با حضور مواد سمی بیشتر را در پی داشته است از این رو دفع مناسب ضایعات و پسابهای صنعتی و کاهش آلاینده ها به منظور دستیابی به استانداردهای زیست محیطی روز به روز اهمیت بیشتری می یابد. تحقیقات جدید به منظور تبدیل مواد با ساختار مولکولی پیچیده و مقاوم در برابر تصفیه های متعارف بیولوژیک به موادی ساده تر، منجر به شناخت روشهای جدید در پساب زدایی صنعتی تحت عنوان فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته شده است. در این مهم مقابله با عوامل آلوده کننده آبهای سطحی و زیر زمینی بصورت گسترده مورد توجه قرار می گیرد [۱].

تنوع و گوناگونی کاربرد فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته<sup>۱</sup> در تیمار پسابهای صنعتی از جمله پساب کارخانجات تولید مواد شیمیایی، پالایشگاهها، صنایع پلاستیک، صنایع کاغذ سازی و بسیاری از صنایع دیگر، موفقیت کم، بیش نسبی مساله را نشانگر است ضمن آنکه افق هایی چند در تحقیقات را پیش رو گذارده است. در فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته از هیدروژن پروکساید، ازن یا هوا به عنوان اکسید کننده و از نور خورشید، طول موج های ماورای بنفش در طیف الکترومگنتیک به عنوان منبعی از انرژی خارجی استفاده می شود. کار بر مبنای تولید رادیکال های فعال هیدروکسیل با توان اکسیدکنندگی بالاست. از جمله فرایندهای پیشنهادی در اکسیداسیون پیشرفته، استفاده از فرآیند فنتون<sup>۲</sup> و فتوکاتالیست به دلیل سهولت اجرا، امکان به کارگیری آن در مقیاس های مختلف و ملاحظات اقتصادی تیمارهای مناسب شناخته شده است [۲ و ۳].

---

1- Advanced Oxidation Processes

2- Fenton Process

موفقیت روشهای متعدد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که غالباً به منظور کاهش بار آلاینده‌گی و حذف رنگ از پسابهای مختلف صنعتی به کار می‌روند، در حذف آلاینده‌گی این نوع پسابهای حاوی مواد تخریب‌ناپذیر زیستی اندک بوده است. تبخیر در حوضچه‌های سطحی در مناطقی که زمین کافی در اختیار است بیش از سایر روشها تصفیه مورد توجه قرار گرفته است که به دلیل پخش بو بد و خطر آلودگی آنها زیرزمینی به واقع روشهایی کنار گذاشته شده، منظور می‌شوند. روشهای تحقیقی و تجاری مختلف فیزیکی شیمیایی نظیر اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، تبادل یونی و جذب روی مواد مختلف نظیر کربن فعال، موی انسان، تراشه‌های چوب و سیلیکاژل، به منظور حذف رنگ و  $\text{COD}$  از پساب بکار گرفته شده است. با توجه به اینکه این روشها غالباً بر جابجایی و انتقال آلودگی از فاز آبی به شبکه جامد قرار دارد و فرآیندهای تخریبی و شکست دهنده ترکیبات مقاوم نیستند از کاربرد گسترده و موثری برخوردار نمی‌باشند. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته که همانگونه که اظهار شد بر مبنای تولید رادیکالهای فعال به ویژه  $\text{OH}$  متمرکز است با توجه قدرت بالای اکسندگی این رادیکالها با استقبال محافل علمی، تحقیقاتی و نیز تجاری روبرو شده است [۴].

هدف از اجرای پروژه حاضر، مطالعه نقش تیمارهای فیزیکی شیمیایی نظیر انعقاد شیمیایی، جذب و اکسیداسیون پیشرفته فنتون، فتوکاتالیست بر تصفیه پساب کارخانه قیر امولسیون است.

فصل اول

کلیات

## فصل اول- کلیات

### ۱-۱- قیری امولسیون

قیرهای امولسیون دستاوردهای نو برای جایگزینی قیرهای محلول یا برگشتی می باشند. در این شیوه ذرات قیر درون آب بصورت معلق در می آیند. امولسیون قابلیت استفاده با مصالح سرد و مرطوب را نیز دارا می باشد. مقاومت نهایی مصالح بکار گرفته شده در سازه راه همزمان با شکستن امولسیون، یکپارچه شدن ذرات توزیع شده قیر و حذف آب از سیستم بهبود می یابد. در بسیاری از موارد کاربرد قیرها در راهسازی، قیرهای امولسیون از قیرهای محلول یا برگشتی ایمن تر و از نظر زیست محیطی مناسب تر می باشد از آنجا که احتمال آتش سوزی و تصائد گازهای زیان آور بسیار کمتر بوده و اجرای آن نیز به مصرف انرژی کمتری نیاز دارد.

### ۱-۱-۱- تاریخچه امولسیون ها

امولسیون ها برای نخستین بار در سال ۱۹۰۰ میلادی تولید شدند و ۲۰ سال طول کشید تا وارد چرخه پروژه های عمرانی و راهسازی شوند. ۳۰ سال پیش نخستین تجهیزات تولید و کاربری قیر های امولسیون به کشور ما وارد شده است. بهره گیری و کاربرد جدی آنها از ۹ سال قبل یعنی سال ۱۳۸۲ مورد توجه قرار گرفت. بهره گیری از این نوع آسفالت علاوه بر فواید زیست محیطی، صرفه جویی اقتصادی قابل توجهی نیز به همراه دارد. کشورهای توسعه یافته از قیرهای امولسیون برای آزاد راهها، بزرگ راهها و راههای اصلی و فرعی بین شهری و روستایی استفاده می کنند. امکان استفاده به روش آسفالت سرد، انواع آسفالت حفاظتی (سطحی، دوغاب، آب بندی امولسیون قیری،...) اندود سطحی، مصرف در مرمت و

نگهداری آسفالت های انجام شده، لکه گیری و بهسازی و تثبیت خاکها و فرو نشانیدن گرد و غبار دلایل مبرهنی بر برتری این محصول هستند.

امولسیون ها چه نوع محصولاتی هستند؟

امولسیون شامل سه عنصر تشکیل دهنده است: قیر، آب و امولسینماید. در برخی مواقع عناصر دیگری نیز همانند پایدار کننده ها، اصلاح کننده های پوشش و عوامل مانع شکست به این سه عنصر افزوده می شود. از این سه عنصر اصلی ۷۰ تا ۷۵ درصد امولسیون به قیر اختصاص دارد. که خواص آن در ترکیب امولسیون تاثیر مشخصی دارد. تاثیر مقدار آب به عنوان دومین عنصر اصلی در کیفیت و خاصیت امولسیون ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. عنصر سوم یعنی امولسینماید ها<sup>۱</sup> در حقیقت تعیین کننده خاصیت و کیفیت امولسیون هستند که به نسبت مقدار و کیفیت و چگونگی ترکیب می توانند ارزش محصول نهایی را تعیین کنند.

امولسیون های قیری انواع متفاوتی دارند که هر کدام از نظر سرعت شکستن و بار الکتریکی برای محیطی ویژه در نظر گرفته شده اند.

-امولسیون های تند شکن(ناپایدار): برای واکنش سریع با مصالح و برگشت سریع از حالت امولسیون به قیر طراحی شده اند. این نوع امولسیون روی سطح مصالح به سرعت تغییر شکل داده و تنها یک لایه بسیار نازک قیر را به جای می گذارند. این نوع امولسیون برای اموری از قبیل پاشش، چیبسیل، اندود آب بند ماسه ای و عملیات بهبود سطحی استفاده می شود.

-امولسیون های کند شکن(نیمه پایدار): برای مخلوط کردن با مصالح دانه بندی شده طراحی شده است. زیرا این نوع امولسیون ها برای شکست فوری در مواجهه با مصالح فرمول بندی نمی شوند بلکه می تواند محدوده وسیعی از مصالح را پوشش دهند. محصولات فرمول بندی شده امولسیون های نیمه پایدار می توانند از چند دقیقه تا چند ماه بر اساس نیاز کاربری مورد استفاده و اجرا قرار گیرند و خاصیت اولیه خود را از دست نمی دهند. این نوع امولسیون ها را می توان در میکسر های ثابت، متحرک و حتی در محل پروژه آماده نمود. این گونه ی امولسیون در سال های اخیر بیشتر به صورت آسفالت های سرد مورد استفاده قرار گرفته است.



امولسیون های قیری دیر شکن(پایدار): این نوع برای امکان اختلاط طولانی در نظر گرفته شده است که با دانه بندی متشکل از ریزدانه های زیاد و یا دانه بندی های پیوسته استفاده می شوند. زمان طولانی مدت اختلاط این نوع امولسیون موجب اطمینان از ترکیب مناسب و عمل آوری مخلوطی خوب را در پی دارد. این نوع مخلوط برای اموری مانند اندود سطحی، آب بندی سطح و روسازی بدون سنگدانه و فرونشاندن گرد و غبار طراحی شده است.

امولسیون های آنی شکن و میکروسوزفیسینگ: برای زمان هایی طراحی شده اند که به دوغاب های آب بندی با عمل آوری سریع نیاز داشته باشیم. تفاوت این نوع امولسیون با نمونه ی دیر شکن آن است که می توان به سرعت تولید و اجرا نمود و در نتیجه ترافیک را در مسیر پروژه کنترل نمود. یعنی محصولات جدید این نوع امولسیون قادرند پس از یک ساعت آماده تحمل بار عبور و مرور شده و جاده را از حالت انسداد به مسیری آماده تغییر دهند.

امولسیون ها همچنین از نظر بار الکتریکی نیز در رده بندی متفاوتی قرار می گیرند که مشتمل است: کاتیونیک، آنیونیک و غیر یونی که هر کدام با امولسیون سازه های ویژه ای تولید می شوند.

اکنون با توجه به ویژگی ها و دلایل برتری این محصول به نظر می رسد به سبب حذف یارانه از قیرهای ام سی و در نتیجه با صرفه بودن امولسیون ها کاربرد این محصول گسترش بیشتری پیدا کند. دستگاه چیسیرینگ<sup>1</sup> یک ماشین تمام اتوماتیک است که به صورت مال بند به یک کشنه متصل می شود و قادر است ابتدا قیر را روی سطوح مورد نظر پاشیده و بلافاصله مصالح ریز دانه را روی آن پخش کند. این دستگاه برای ترمیم ترک های جاده، آسیب دیدگی ها و چاله های موجود در مسیر، کارایی ویژه دارد. با دستگاه چیسیرینگ می توان لایه نازک و پایداری را روی آسفالت های قدیمی و مخدوش تعبیه نمود. که منجر به بهسازی جاده ها می شود.

#### ۱-۱-۲- تعریف قیر امولسیونی

آب و قیر با یکدیگر مخلوط نمی شوند اما تکنولوژی ساخت امولسیون این فرآیند را امکان پذیر ساخته است که درصد متنابهی از قیر در فاز پیوسته آب پراکنده شود. ترکیبی به نام امولسیفایر، ذرات قیر را به صورت باردار (بار الکتریکی) در فاز پیوسته آب معلق و پایدار نگه می دارد. در این مخلوط، قیر در آب حل نشده بلکه بصورت گلبولهایی بسیار ریز در آب

---

1-Chypsyryng

شناور می‌شود. در بعضی موارد ممکن است همراه با امولسیفایر، ماده پایدار کننده نیز استفاده گردد. امولسیونهای قیری عمدتاً از نوع امولسیونهای روغن در آب هستند که قیر در فاز آب پراکنده می‌باشد. در این نوع امولسیونهای قیری، مقدار قیر بستگی به کاربرد آن دارد که معمولاً از حداقل ۵۵ درصد تا حداکثر ۶۵ درصد تغییر می‌کند.

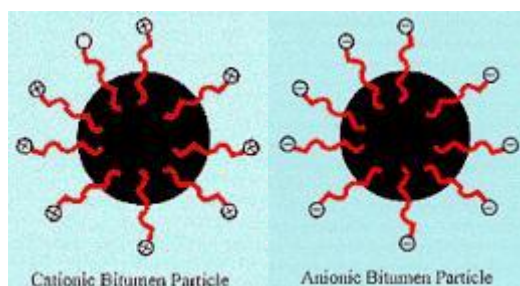
مزایای امولسیونهای قیر نسبت به قیرهای محلول عبارتند از:

- ۱- عدم نیاز به فرآیند گرمادهی هنگام استفاده،
- ۲- عدم نیاز به حلالهای نفتی،
- ۳- عدم آتشگیری هنگام نگهداری و حمل و اجرا،
- ۴- عدم آلودگی محیط زیست،
- ۵- امکان کاربرد در شرایط مرطوب،
- ۶- کاربردهای گسترده در راهسازی و راهداری.

امولسیونهای قیری از نظر سرعت شکسته شدن به سه دسته تندشکن (RS)، کندشکن (MS)، دیرشکن (SS) و از نظر بارالکتریکی ذرات معلق قیر به سه نوع کاتیونیک، آنیونیک و غیریونی طبقه‌بندی می‌گردند. از آنجاییکه امولسیفایرها مواد شیمیایی با سطح فعال هستند پس بار الکتریکی امولسیون را مشخص می‌نمایند. در تهیه امولسیون قیری، مقدار جزئی از این ماده شیمیایی به منظور تسهیل در تشکیل گلبولهای قیر و تعلیق پایدار به آن اضافه می‌شود.

اکثر بیندراهای مورد استفاده در آسفالتهای سطحی که از امولسیون در آنها استفاده شده است کاتیونیک می‌باشند، بدین معنی که ذرات قیر در این امولسیونها دارای بار مثبت می‌باشند.

یونهای مثبت که در این امولسیون ذرات قیر را احاطه کرده‌اند در تماس با مصالح سنگی به آنها چسبیده و ذرات قیر را به مصالح می‌چسبانند، شروع جذب قیر آغاز شکست امولسیون می‌باشد. با شروع شکست، ذرات قیر به مصالح و به یکدیگر چسبیده و بزرگ و بزرگتر می‌شوند. این فرآیند با تراکم مصالح و یا استفاده از مواد تسریع‌کننده شکست سریعتر روی می‌دهد.



شکل ۱-۱- قیر امولسیون آنیونی و کاتیونی

در آسفالت‌های سطحی باید در نظر داشت که فرآیند شکست و گیرش مخلوط برای رسیدن به چسبندگی مناسب بسیار حائز اهمیت است. در نتیجه کنترل ترافیک جهت تراکم و گیرش نهایی بعد از قرار گرفتن لایه چپ سیل ضروری می‌باشد. عوامل دیگر که باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از: فصل کاری (که باید در تولید امولسیون مد نظر قرار داد)، مخازن حمل و اسپری امولسیون.

پس از پخش مصالح و تماس امولسیون با مصالح سنگی، آب از قیر جدا می‌شود (فرآیند شکست امولسیون آغاز می‌گردد) و فیلمی از قیر بر روی سنگدانه‌ها و بین مصالح با سطح روسازی باقی می‌گذارد این فرآیند بسته به عواملی چون درجه حرارت محیط، رطوبت، ظرفیت جذب مصالح، سرعت باد و فاصله زمانی بین اجرا و باز کردن ترافیک با فرض ثابت بودن مختصات قیر امولسیون بین ۱ تا ۱/۵ ساعت تغییر می‌کند.

امولسیفایرهای کاتیونیک عموماً ترکیبات هیدروکربن ازت دار نظیر الکیل آمین‌ها می‌باشند که ترکیباتی با فعالیت سطحی بسیار قوی هستند و اثر زیادی روی کشش سطحی دارند. این امولسیفایرها بایستی قبل از مصرف با یک اسید مانند اسید کلریدریک واکنش دهند. در رابطه (۱) واکنش اسید کلریدریک و آمین نشان داده شده است. R معرف زنجیر هیدروکربن طویل با ۸ تا ۲۲ اتم کربن است.



یون آمونیوم علاوه بر دارا بودن بار الکتریکی مثبت، کشش سطحی بالایی نیز دارد. همچنین درجه اسیدی محلول، با افزودن اسید تا رسیدن به درجه موردنظر کنترل می‌شود.

امولسیفایرهای آنیونیک را معمولاً اسیدهای چرب تشکیل می‌دهند. مولکول اسید چرب شامل یک زنجیر طویل هیدروکربنی است که در سر قطبی آن عامل اسیدی (گروه کربوکسیل<sup>۱</sup>)

1-Carboxyl

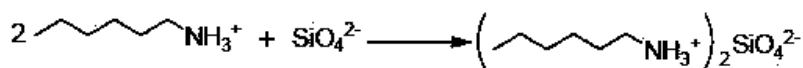
قرار گرفته است. محلول امولسیفایر از واکنش امولسیفایرهای آنیونیک با هیدروکسید سدیم تهیه می‌شود که به این واکنش، صابونی شدن اطلاق می‌گردد. در رابطه (۲-۱) نمونه‌ای از این واکنش آورده شده است.



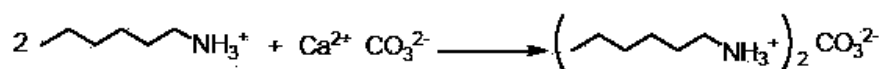
R-COO بخش سطح فعال و R زنجیر هیدروکربن طویل با ۹ تا ۲۱ اتم کربن می‌باشد.

بین امولسیونهای کاتیونی و مصالح دارای بار مثبت (مصالح آهکی)، واکنش خنثی‌سازی صورت می‌گیرد در حالیکه مصالح با بار منفی (مصالح سیلیسی)، این‌گونه امولسیونها را فقط جذب می‌نمایند. بنابراین امولسیونهای کاتیونی در راهسازی که اغلب مصالح آهکی هستند، مناسب‌تر است. شکل (۲-۱) مراحل شکست امولسیون را روی مصالح سنگی نشان می‌دهد.

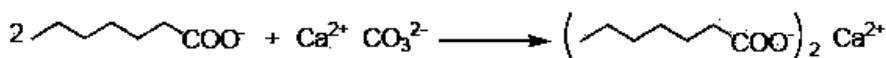
الف- مکانیسم چسبندگی امولسیونهای قیری کاتیونیک به مصالح سیلیسی:



ب- مکانیسم چسبندگی امولسیونهای قیری کاتیونیک به مصالح آهکی:



ب- مکانیسم چسبندگی امولسیونهای قیری آنیونیک به مصالح آهکی:



ت- امولسیونهای قیری آنیونیک به مصالح سیلیسی چسبندگی ندارد

شکل (۲-۱) نحوه چسبندگی قیر امولسیون و سنگدانه‌های سیلیسی و آهکی

در تهیه امولسیونهای قیری برای مصارف راهسازی، مقدار امولسیفایر نسبت به وزن کل امولسیون معمولاً بین ۰/۵ تا ۱٪ می‌باشد. این مقدار امولسیفایر، برای جلوگیری از بهم پیوستن و لخته شدن قیر کفایست ولی در بعضی موارد لازم است که پایداری امولسیون قیری را نیز افزایش داد. برای این منظور ماده دیگری به نام پایدارکننده به امولسیون اضافه می‌شود که از انواع متداول آن می‌توان از کازئین<sup>۱</sup>، صابونهای پتاسیم و رزین وینسول نام برد.

1 -Casein