



شرکت ملی پالایش و پخش

گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی:



شرکت مهندسی ایده پردازان شریف

آذر ماه ۸۱ (بازنگری اسفندماه)

مطالعات امکان سنجی جهت بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور



کارفرما: امور تحقیق و توسعه شرکت ملی پخش و پالایش

مجری: باشگاه دانش پژوهان جوان با همکاری شرکت مهندسی ایده پردازان شریف

شناسنامه پروژه



مطالعه تطبیقی سیستمهای تصفیه پساب پالایشگاههای کشور
فهرست



هدف پروژه:

مدیر پروژه:

علیرضا کاظم پور

همکاران پروژه:

مهرک محمودی

محسن طاهری

علی یاری

علی ایزدبخش

استاد مشاور:

دکتر فرهادی - دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف

ناظر فنی:

مهندس خطاطی - شرکت ملی پخش و پالایش

تقدیر و تشکر:

با تشکر از جناب آقای مهندس امیری رئیس محترم تحقیق و توسعه شرکت ملی پخش و پالایش به جهت همکاری بی دریغ ایشان و با سپاسگذاری فراوان از جناب آقای مهندس خطاطی به خاطر کمک و راهنماییهای دلسوزانه ایشان.



فهرست

مقدمه

فصل اول: کلیات قیر

۱	۱-۱	تعریف قیر
۱	۲-۱	اصطلاحات مربوط به قیر
۲	۱-۲-۱	قیر روان
۲	۲-۲-۱	قیر محلول
۲	۳-۲-۱	قیر امولسیون
۳	۴-۲-۱	قیر درگیر
۳	۵-۲-۱	روغن جاده
۳	۳-۱	انواع قیر
۳	۱-۳-۱	قیرهای طبیعی
۵	۲-۳-۱	قیرهای نفتی
۱۱	۴-۱	مشخصات شیمیایی قیر
۱۱	۱-۴-۱	ترکیب ابتدایی
۱۳	۵-۱	مشخصه‌های فیزیکی قیر
۱۳	۱-۵-۱	خواص عمل‌کردی
۱۴	۲-۵-۱	خواص اندیسی
۱۴	۳-۵-۱	خواص مربوط به ساختار و ترکیب کردن
۱۵	۴-۵-۱	خواص کنترلی
۱۵	۶-۱	آزمایش‌های قیر
۱۶	۷-۱	طبقه‌بندی قیر
۱۶	۱-۷-۱	استانداردهای درجه‌بندی قیر
۱۶	۲-۷-۱	طبقه‌بندی قیرهای تولیدی کشور
۱۸	۸-۱	کاربرد قیر
۱۸	۱-۸-۱	کاربرد قیر بر حسب انواع آن
۲۰	۲-۸-۱	مصارف عمده قیر



۲۲	۹-۱ فرسودگی قیر
۲۲	۱-۹-۱ مکا نیزم های فرسودگی
۲۵	۲-۹-۱ تعیین مقاومت در برابر کهنه شدگی
۲۶	۳-۹-۱ تغییر در خواص و ترکیب قیر
۲۶	۴-۹-۱ نیازهای عملکرد برای مخلوطهای آسفالت و لایه های آسفالتی
۲۶	۵-۹-۱ تاثیر قیر بر عملکرد مخلوطهای آسفالت و لایه های آسفالتی
۲۷	۶-۹-۱ قیر و آسفالت ویژه آب وهوای گرم و خشک
۲۸	۷-۹-۱ بهبود خواص قیر
۳۲	فصل دوم: تولید قیر
۳۳	۱-۲ روشهای تولید قیر
۳۳	۱-۱-۲ تقطیر
۳۴	۲-۱-۲ دمیدن هوا
۳۷	۳-۱-۲ غلظت شکن
۳۸	۴-۱-۲ آسفالت گیری
۴۰	۲-۲ افزودنی های قیر
۴۰	۱-۲-۲ کاربرد اپوکسی ها در قیر
۴۲	۲-۲-۲ کاربرد قطران زغال سنگ
۴۲	۳-۲-۲ مواد مورد استفاده در تهیه پوشش قیری زیربندنه اتومبیل
۴۴	۴-۲-۲ مواد مورد استفاده در تهیه پوشش قیری زیربندنه واگن های راه آهن
۴۶	۵-۲-۲ افزودنی های قیر برای آسفالت جاده ها
۴۶	۶-۲-۲ افزودنی های قیر برای افزایش مقاومت و استحکام



فصل سوم: واحد قیر پالایشگاه‌های کشور و عوامل تولید ضایعات

۴۸	۱-۳ عوامل ایجاد ضایعات قیر در پالایشگاهها
۴۸	۱-۱-۳ نشتی پمپ‌های واحد قیر سازی
۴۸	۲-۱-۳ سوراخ بودن بشکه‌ها
۴۹	۳-۱-۳ محصول بینابینی واحدها هنگام تغییر محصول تولیدی
۴۹	۴-۱-۳ ریزش از بازوهای بارگیری قیر
۵۰	۵-۱-۳ نشتی از شیرآلات و فلنج‌ها
۵۰	۶-۱-۳ نشتی از مبدل‌ها
۵۰	۲-۳ مشکلات ناشی از ضایعات قیر
۵۱	۳-۳ پالایشگاه‌های تولیدکننده قیر
۵۱	۱-۳-۳ پالایشگاه اراک
۵۳	۲-۳-۳ پالایشگاه شیراز
۵۴	۳-۳-۳ پالایشگاه آبادان
۵۷	۴-۳-۳ پالایشگاه اصفهان
۵۸	۵-۳-۳ پالایشگاه تهران
۵۹	۶-۳-۳ پالایشگاه تبریز
۶۰	۷-۳-۳ پالایشگاه بندرعباس
۶۲	۴-۳ آمار و نرخ فروش قیر

فصل چهارم: راههای جلوگیری از ایجاد ضایعات قیر

۶۵	۱-۴ جلوگیری از نشتی پمپ‌ها
۶۷	۲-۴ جداکردن بشکه‌های معیوب از بشکه‌های سالم
۶۷	۳-۴ بازیافت قیر بینابینی
۷۰	۴-۴ جلوگیری از نشتی مبدل‌ها
۷۰	۵-۴ تعویض بازوهای بارگیری

فصل پنجم: طرح‌های پیشنهادی برای بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای

۷۲	۱-۵ مقایسه سیستم‌های پیوسته و ناپیوسته
----	--



۷۲	۲-۵ نحوه حرارت دادن قیرهای ضایعاتی
۷۳	۳-۵ استفاده از حلال در بازیافت ضایعات قیر بشکه ای
۷۳	۴-۵ ارائه و بررسی سیستم‌هایی برای بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای
۷۳	۱-۴-۵ طرح شماره یک
۷۵	۲-۴-۵ طرح شماره دو
۷۷	۳-۴-۵ طرح شماره سه
۷۷	۴-۴-۵ طرح شماره چهار
۸۱	۵-۴-۵ طرح شماره پنج
۸۱	۵-۵ استفاده از مخلوط حلال و قیر

فصل ششم: بررسی طرح‌های پیشنهادی برای بازیافت قیر ضایعاتی

۸۳	۱-۶ طرح شماره یک
۸۴	۲-۶ طرح شماره دو
۸۵	۳-۶ طرح شماره سه
۸۵	۴-۶ طرح شماره چهار
۸۶	۵-۶ طرح شماره پنج

فصل هفتم: پیشنهاد و انتخاب دو طرح جهت بازیافت قیر

۸۸	۱-۷ طرح انتخاب شده شماره یک
۸۹	۱-۱-۷ مشخصات خوراک و محصول
۸۹	۲-۱-۷ شرح فرایند
۹۱	۳-۱-۷ لیست تجهیزات
۹۱	۴-۱-۷ موازنه جرم و انرژی
۹۹	۵-۱-۷ جدول مصرف Utility و بار الکتریکی
۹۹	۶-۱-۷ فلسفه کنترل
۱۰۰	۷-۱-۷ شکل‌ها و نقشه‌های مربوط به طرح
۱۰۲	۸-۱-۷ برآورد اقتصادی طرح
۱۰۵	۲-۷ طرح نهایی شماره دو

۱۰۸

۱-۲-۷ برآورد اقتصادی طرح

۱۱۰

نتیجه‌گیری

۱۱۱

منابع

پیوست یک : آزمایش‌های قیر

پیوست دو : آب‌بندی پمپ‌ها

پیوست سه : برنامه‌های محاسباتی زمان مایع شدن قیر

پیوست چهار: نمودار فرایندی (PFD) واحد آسفالت پالایشگاه‌های اراک و شیراز

پیوست پنج : مدارک دریافتی از پالایشگاه‌ها



مقدمه

پروژه مطالعاتی امکان‌سنجی بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور در تاریخ ۸۰/۹/۱ توسط امور تحقیق و توسعه شرکت ملی پخش و پالایش به عنوان کارفرما به باشگاه دانش پژوهان جوان به عنوان مجری محول شد. هدف از تعریف این پروژه، رفع نیاز پالایشگاه‌های کشور خصوصاً پالایشگاه اصفهان و پالایشگاه تهران، جهت جلوگیری از ایجاد قیر ضایعاتی در صورت امکان و نیز بازیافت قیر ضایعاتی تولید شده، بوده است. علاوه بر سرمایه از دست‌رفته بابت ضایع شدن قیر، جمع‌آوری قیر ضایعاتی از سطح واحد هزینه‌زا می‌باشد. علاوه بر این مشکل، حجم ضایعات قیر در پالایشگاه‌ها بعضاً در حدی بوده که ناحیه وسیعی از پالایشگاه، جهت جمع‌آوری آنها اختصاص داده می‌شد. جهت انجام این پروژه از واحدهای قیر سازی و ضایعات قیر پالایشگاه‌های اصفهان، تهران، اراک، شیراز و آبادان بازدید به عمل آمده که نتایج حاصله در گزارش بیان شده است. همچنین مکاتبات رسمی در مورد ضایعات و بعضی پارامترهای عملیاتی صورت گرفت که کپی مدارک در پیوست پنج آمده است. از مهمترین عوامل ایجادکننده قیرهای ضایعاتی در واحدهای قیر سازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- معیوب بودن بشکه‌های پر شده قیر

- نشتی از پمپ‌ها، مبدلها، فلنج‌ها و شیرآلات

- نشتی از بازوهای بارگیری قیر

- محصول بینابینی ایجاد شده در واحد

در گزارش حاضر توضیحاتی در مورد انواع قیر، کاربردهای آن، روشهای تولید و افزودنی‌های آن آورده شده است. راه‌های جلوگیری از تولید ضایعات و نیز بهترین روش پیشنهادی برای بازیافت قیر ضایعاتی در انتهای گزارش آورده شده است.

فصل اول

کلیات قیر

۱ + تعریف قیر

قیر جسم سیاه و گرانبویی است که از شمار زیادی هیدروکربورسنگین که با سیستم کلوئیدی با یکدیگر مخلوط شده‌اند، تشکیل شده و دارای هیدروکربورهای گوگرددار و اکسیژن‌دار نیز می‌باشد. [۵] ASTM آسفالت را اینگونه تعریف می‌کند:

”ماده‌ای چسبنده با رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه که اجزاء عمده آن بیتومن‌ها^۱ بوده که بصورت طبیعی و یا با فرآیندهای نفتی بدست می‌آید.“

و قیر را به این ترتیب تعریف می‌کند:

”یک گروه^۲ از مواد چسبنده سیاه یا تیره رنگ (جامد، شبه جامد و یا ویسکوز)، طبیعی و یا سنتز شده، که عمدتاً از هیدروکربنهای با جرم ملکولی بالا مانند آسفالت‌ها، تارها، زفت‌ها^۳ و آسفالتیت‌ها^۴ تشکیل می‌شوند.



از خواص قیر می‌توان به

انحلال کامل آن در سولفورکربن اشاره کرد. البته قیرهایی که در راهسازی مصرف می‌شوند کمتر از یک دهم درصد مواد غیرمحلول در سولفورکربن دارند.

شکل ۱-۱ نمونه‌ای از ماده قیری

¹ Bitumens

² Class

³ Pitches

⁴ Asphaltites



نفت خام که قیر از آن بدست می‌آید از نقطه نظر شیمیایی بسیار متنوع و مختلف می‌باشد و آن هم بدلیل شرایط ژئولوژیک متفاوتی می‌باشد که تحت آن شرایط تشکیل می‌گردد. ساختمان شیمیایی قیر تصفیه شده با وجود فعل و انفعالاتی که ضمن تقطیر صورت می‌گیرد، کاملاً بستگی به منبع اولیه نفت خام مربوطه دارد.

۱-۴ اصطلاحات مربوط به قیر

جهت آشنایی بیشتر، در ذیل به شرح بعضی از اصطلاحات به کاربرده شده در گزارش پرداخته می‌شود:

۱-۲-۱ قیر روان^۱

نوعی قیر مایع است که برای نرم کردن دیگر مواد قیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲-۲ قیر محلول^۲

قیر با مخلوط شدن با حلال‌های نفتی^۳ که بعضاً رقیق‌کننده^۴ هم نامیده می‌شوند، مایع (روان) می‌شود. رقیق‌کننده‌ها در اثر مجاورت با اتمسفر تبخیر می‌شوند و در اثر آن قیر به خواص اولیه‌اش بر می‌گردد. عبارت حلال، رقیق‌کننده و روان‌کننده^۵ در تجارت، برای توضیح موادی که برای نرم کردن مواد قیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، بعضاً به جای هم به کار می‌روند. دو نوع عمده از قیرهای محلول که در راهسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند قیر زودگیر و کندگیر می‌باشند. قیر زودگیر (RC^۶) به نوعی قیر اتلاق اتلاق می‌شود که از ماده قیری و رقیق‌کننده از نوع بنزینی با فراریت زیاد تشکیل شده است. قیر کندگیر (MC^۷) هم به نوعی قیر اتلاق می‌شود که از ماده قیری و رقیق‌کننده از نوع کروزینی با فراریت فراریت متوسط تشکیل شده است.

۱-۲-۳ قیر امولسیون^۸

این نوع قیر، امولسیون از قیر و آب است که حاوی مقدار کمی از عامل امولسیون‌ساز می‌باشد، این ترکیب یک سیستم هتروژنی از دو فاز امتزاج‌ناپذیر (قیر و آب) است که آب در آن فاز پیوسته و دانه‌های ریز قیر فاز پراکنده را تشکیل می‌دهند. قیر امولسیونی ممکن است بسته به نوع عامل

¹ Flux

² Cutback Asphalt

³ Petroleum solvent

⁴ diluent

⁵ Solvent, diluent and flux

⁶ Rapid-Curing Asphalt

⁷ Medium-curing Asphalt

⁸ Emulsified Asphalt



امولسیون‌کننده، آنیونی (دانه‌های آسفالت دارای بار مثبت) و کاتیونی (دانه‌های آسفالت دارای بار منفی) باشد.

۱-۲-۴ قیر دیرگیر^۱

نوعی قیر مایع است که از ماده قیری و روغن‌های با فراریت پایین تشکیل شده است.

۱-۲-۵ روغن جاده^۲

نوعی روغن نفتی سنگین می‌باشد که معمولاً از مرتبه قیرهای مایع دیرگیر می‌باشد. توضیح آنکه عبارات قیر دیرگیر و روغن جاده اغلب به جای یکدیگر استفاده می‌شوند.

۱-۳ انواع قیر [۵]

به طور معمول، قیر به دو صورت قابل دستیابی است:

۱ - قیرهای طبیعی

۲ - قیرهای نفتی

که بیشتر قیر مصرفی در راه‌سازی و نیز عایق‌کاری رطوبتی ساختمانها، از نوع دوم فراهم می‌شود.

۱-۳-۱ قیرهای طبیعی

قیرهای طبیعی^۳ شامل دو دسته می‌باشند:

۱- قیرهای معدنی

۲- سنگ‌های قیری

در زیر شرح مختصری در مورد هر یک آورده شده است:

الف- قیرهای معدنی

قیر معدنی از تبخیر شدن روغن‌های نفت خام در زمان طولانی پدید آمده است. فعالیت‌های ساختمان‌سازی در زمان‌های قدیم بستگی به قیر معدنی داشته است. قیرهای معدنی از زمان‌های گذشته مورد استفاده انسان بوده‌اند. به عنوان مثال، مصری‌ها برای مومیایی کردن از قیر استفاده کرده‌اند. برای جلوگیری از حرکت مخلوط، روغن زیتون به عنوان رقیق‌کننده و ایاف در صورت نیاز اضافه می‌شده است. همچنین از قیرهای معدنی برای کف‌سازی و پیشگیری از نفوذ آب استفاده شده است.

¹ Slow Curing

² Road Oil

³ Native Asphalt

در زیر سه نوع قیر معدنی معرفی می‌شود:

۱- قیر معدنی ترینیداد

اولین بار در آمریکا حدود سال ۱۸۷۴ استفاده از قیر دریاچه ترینیداد برای راه‌سازی گزارش شده است. دریاچه ترینیداد در جزیره ترینیداد، نزدیک شمال شرقی خلیج ونزوئلا واقع شده است.

۲- قیر برمودا

در کنار خلیج پاریا^۱ در ونزوئلا از محیطی مرداب مانند به وسعت ۳۶۰ هکتار و عمق ۰/۶ تا ۲/۷ متر قیر برمودا برداشت می‌شود. قیر هنگام بیرون آمدن از چشمه، خمیری است و از آن گاز برمی‌خیزد ولی کم‌کم در اثر مجاورت با هوا سفت می‌شود.



شکل ۱-۲ دریاچه ترینیداد

۳- قیرهای معدنی ایران

در ایران قیر معدنی به وفور یافت می‌شود و این امر با توجه به نفت خیز بودن کشور ایران است. در چند منطقه در استان کرمانشاه (پاطاق، کشان و دیگر مناطق)، پسین کوه و پشت کوه لرستان (قلعه قیران)، نزدیکی بيله سوار مغان (قیر دره) و همچنین در بهبهان و دیگر مناطق معادن قیر پیدا شده است.

ب- سنگ‌های قیری [۵]

ذخایر سنگ‌های قیری حدود ۵ تا ۲۵٪ قیر دارند. با گذشت زمان در زمانهای دور نفت خام در سنگ‌های آهکی یا ماسه سنگ‌ها نفوذ کرده و روغن‌های معدنی آنها جدا شده، قیر در سنگ به جا مانده و سنگ‌های قیری شکل گرفته‌اند.

¹ Paria



پودر سنگ آهکی قیری آسیاب شده در ساختن رویه آسفالت کوبیده و بتن آسفالتی مصرف می‌شود. اگر پودر سنگ، کم قیر داشته باشد به آن قیر اضافه کرده در غیر این صورت به آن پودر سنگ اضافه می‌شود.

ماسه سنگ قیری را که نزدیک به ۱۰٪ وزنش قیر داشته باشد آسیاب کرده و برای رویه ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند. اگر قیر ماسه زیاد باشد، باعث می‌شود دانه‌های آن در انبار به همدیگر بچسبند. در روسازی چنانچه قیر ماسه کم باشد به آن قیر و چنانچه قیر زیادی داشته باشد، به آن ماسه اضافه می‌شود.

۲-۳-۱ قیرهای نفتی

قیر نفتی از پالایش نفت خام^۱ بدست می‌آید به نفت خام که مایع لزج بوده و رنگ آن از سیاه تا قهوه‌ای تغییر می‌کند، حرارت داده می‌شود تا پس از جدا شدن بنزین، نفت و روغن، قیر آن جدا شود. از پالایش نفت خام فرآورده‌های مختلف بدست می‌آید از قبیل:

- ۱- بنزین Light gasoline در دماهای تا ۱۰۰ درجه
- ۲- نفتا^۲ در دمای ۱۰۰ تا ۱۶۰°C درجه
- ۳- نفت چراغ^۳ در دمای ۱۶۰ تا ۲۵۰°C
- ۴- گازوئیل^۴ در دمای ۲۵۰ تا ۳۶۰°C
- ۵- نفت کوره^۵ در دمای بیش از ۳۶۰°C
- ۶- قیر نفتی^۶ در دمای بیش از ۳۸۰°C

شکل ۱-۳، به طور شماتیک تقطیر نفت خام را در برج اتمسفری و نیز خلاء نشان می‌دهد،

محصولات عمده حاصل از تقطیر نفت خام در شکل قابل مشاهده می‌باشد.

روغن‌های قیر طبیعی در حرارت پایین و در مدت زمان زیاد توسط تبخیر، جدا شده‌اند و به همین دلیل پایداری قیرهای طبیعی در رویه‌های سیاه آسفالت جاده و اندوهای آب‌بندی از قیرهای نفتی بیشتر است. قیر نفتی از پالایش نفت خام در حرارت زیاد و زمان کوتاه تولید می‌شود.

¹ Crude Oil

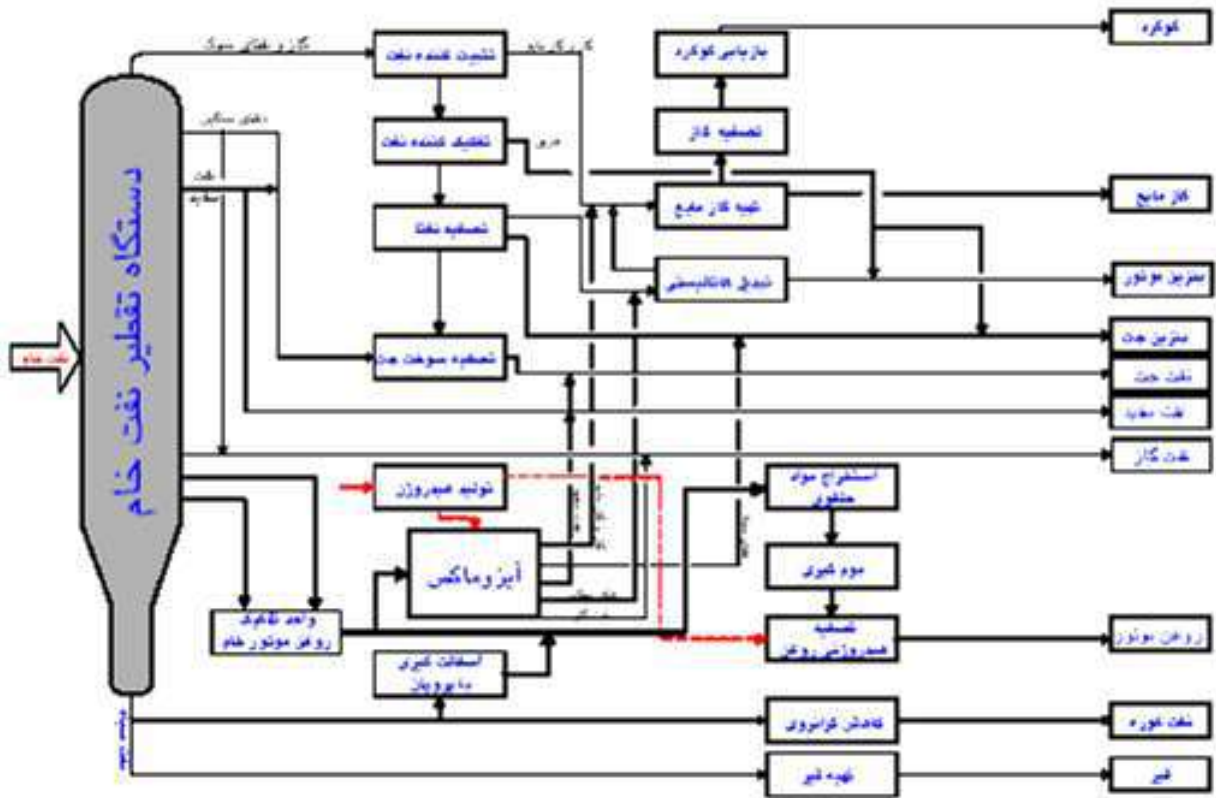
² Naphta

³ Kerosene

⁴ Gasoil

⁵ Fuel Oil

⁶ Solid Bitumen



شکل ۱-۳ فرایند پالایش نفت خام [۱۰]

AC^۱ در گرمای زیاد مایع بوده و با کم شدن گرما، لزج، خمیری، سفت و سخت می‌شود. حرارت دادن بیش از حد به قیر باعث تبخیر بیش از اندازه روغن‌های معدنی آن شده و چسبندگی قیر را کاهش می‌دهد.

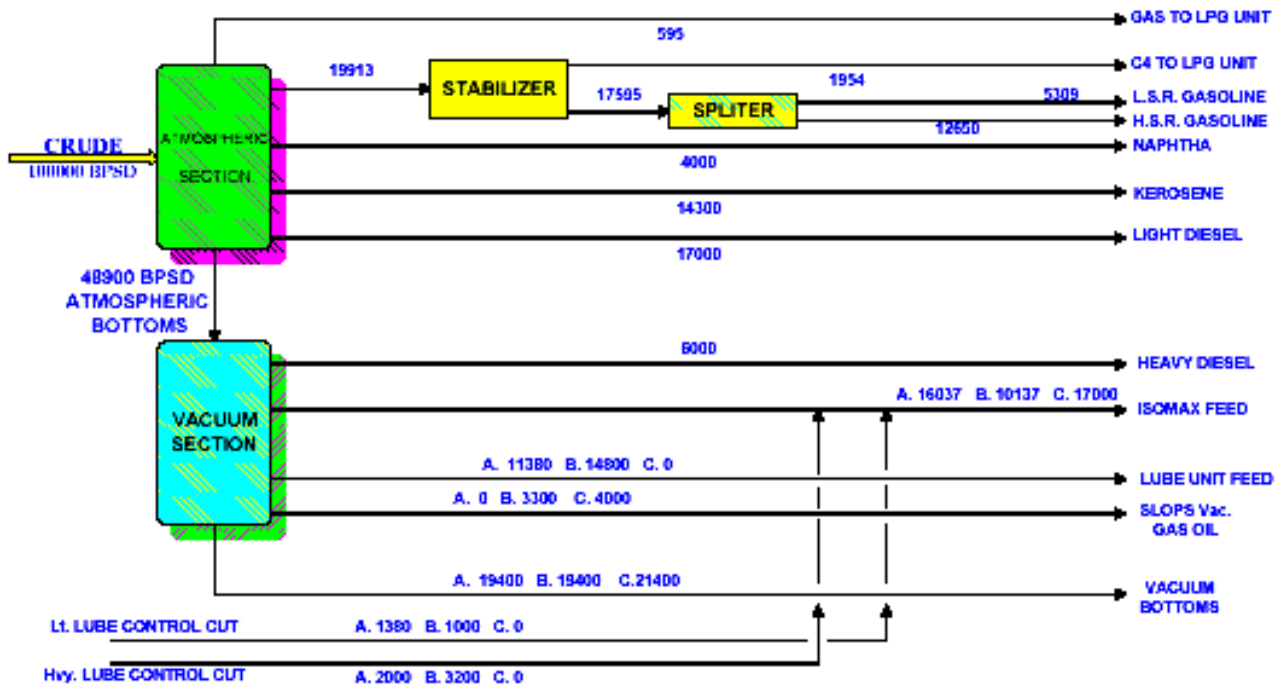
قیر موم‌دار برای ساختن رویه سیاه مناسب نیست زیرا موم خاصیت کشسانی قیر را کم می‌کند و باعث می‌شود رویه سیاه حالت فنری خود را از دست داده و شکننده شود. رویه سیاه در سرما جمع شده و در آن تنش کششی پیدا می‌شود. وقتی این تنش از حد تحمل رویه آسفالتی یخ زده زیادتر شود، رویه می‌ترکد. هرچه پارافین قیر نفتی کمتر باشد به قیر معدنی نزدیکتر و برای ساختن رویه سیاه بهتر است. همه پارافین را نمی‌توان از قیر نفتی جدا کرد زیرا تنها بخشی از پارافین که بلوری است، جدا می‌شود اما بخش غیر بلوری در قیر به حالت محلول کلوئیدی باقی می‌ماند. به غیر از پارافین، آسفالتین، اکسیژن و روغن‌های معدنی هم در کیفیت قیر تاثیر دارند.

در ادامه به شرح نحوه تولید و ترکیب انواع قیرهای نفتی پرداخته می‌شود.

¹ Asphalt Cement

الف- قیر خلاء

در پالایش نفت خام، ابتدا نفت خام وارد برج اتمسفریک شده و جداسازی اولیه در آن صورت می‌گیرد، سپس ته مانده برج اتمسفریک وارد برج خلاء شده و در آنجا روغن های معدنی سنگین بیشتری تحت خلاء جدا می‌شوند. از این رو قیری که باقی می‌ماند سخت تر می باشد. قیر خلاء برای مصارف ویژه تولید می‌شود. به علت اینکه این قیر، روغن کم دارد و خاصیت کشسانی آن کم می باشد، در سرما پایدار نیست در نتیجه در راه‌سازی مصرف نمی‌شود. با تنظیم درجه حرارت و فشار داخل برج‌های تقطیر می‌توان قیرهایی با درجه سختی متفاوت بدست آورد. توضیحات بیشتر در بند ۱-۱-۲ آورده شده است.



NOTE : ALL FIGURES ARE IN BARRELS PER STREAM DAY

CASE A: SAE 20/40 PRODUCTION MADE IN LUBE UNIT

CASE B: SAE 10/30 PRODUCTION MADE IN LUBE UNIT

CASE C: LUBE UNIT NOT OPERATION

شکل ۱-۴ تولید قیر با فرایند تقطیر خلاء نفت خام [۱۰]

ب- قیر هوا دمیده (قیر اکسید شده)

برای آنکه قیر نفتی با درجه نرمی بالا در سرما هم خاصیت کشسانی داشته باشد به آن هوا دمیده می‌شود تا اکسید شود. قیر خالص در روغن‌های معدنی حل می‌شود و آنقدر حرارت داده می‌شود تا به حالت مایع در آید. پس از دمیدن هوا، قیر اکسید شده و دارای خواص قیر معدنی می‌گردد. با دمیدن هوا



به قیر مایع گرم، روغن‌های آن جدا نمی‌شوند و به همین دلیل در سرما هم خاصیت کشسانی دارد. از مزایای قیر دمیده نسبت به قیر خالص می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- قیر دمیده دارای درجه نفوذ کمتری از قیر خالص اولیه است.
- نقطه نرمی قیر دمیده بیشتر از قیر خالص اولیه است.
- قیر دمیده حساسیت کمتری نسبت به تغییرات درجه حرارت داشته و لذا در درجه حرارت‌های بالاتر حالت سختی خود را از قیر اولیه خیلی بهتر حفظ می‌کند.
- اگر درجه نفوذ یک قیر اکسید شده و یک قیر اکسید نشده یکی باشد، درجه چکیدن و نقطه نرمی قیر اکسید شده بالاتر خواهد بود. فاصله میان درجه چکیدن و درجه شکستن قیر اکسید شده تا ۱۰۰ می‌رسد و به این دلیل در گرما از قیر اکسید نشده پایدارتر است.

قیر اکسید شده Rubbery Grade هم نامیده می‌شود و برای اندود کردن لوله‌ها، ساختن مقوا و گونی قه‌ری، آب‌بندی کردن زیر اتومبیل و پوشش پشت‌بام به کار می‌رود. مشخصات قیر R85-25 در جدول ۱-۳ آمده است.

ج- قیرهای محلول

قیرهای محلول که به آنها قیرهای کات‌بک^۱ یا قیرهای مخلوط نیز اطلاق می‌شود، از حل کردن قیرهای خالص در مواد نفتی نظیر بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و نظایر آنها بدست می‌آید. نوع و خصوصیات قیر محلول بستگی به نوع و نسبت ماده‌ای که به عنوان حلال استفاده می‌شود، دارد. هر اندازه مقدار ماده نفتی در قیر محلول بیشتر باشد روانی آن بیشتر و در نتیجه ویسکوزیته آن کمتر خواهد بود.

اگر از بنزین برای حل کردن قیر خالص استفاده شود، قیر محلول بدست آمده را قیر زودگیر (RC^۲) می‌نامند. زیرا پس از مصرف قیر، بنزین موجود در محلول تبخیر شده و قیر خالص بجا می‌ماند. اگر از نفت سفید برای حل کردن قیر استفاده شود به علت آنکه نفت سفید دیرتر از بنزین تبخیر می‌شود، قیر محلول را کندگیر (MC^۳) می‌نامند. هر گاه از فراورده‌های سنگین‌تر نظیر نفت گاز یا نفت کوره استفاده شود، قیر حاصل دیرگیر نامیده می‌شود. برخی از ویژگیهای قیر محلول عبارتند از:

- عدم نیاز به وسایل گرم کردن قیر
- تجزیه شدن قیر در حرارت بالا
- سرد شدن قیر در هنگام کار

¹ Cutback

² Rapid Curing

³ Medium Curing



- نفوذ مناسب در مواد معدنی متخلخل

- کاهش زمان عملیات در هنگام مصرف

بعضی از مشخصات قیر MC250 در جدول ۱-۱ آمده است.

د- قیرهای امولسیون

امولسیون، یک مخلوط دو فازی از دو مایع مخلوط نشدنی است که فاز داخلی به صورت ریز در داخل فاز خارجی پراکنده است. قطر ذرات در امولسیون بین ۰/۱ تا ۵ میکرون است. از این رو قطر ذرات از حالت‌های کلوئیدی و محلول حقیقی بزرگتر ولی از حالت سوسپانسیون کوچکتر است.

در حالت عادی و بدون استفاده از امولسیفایر، این تعلیق با ثبات نبوده و دو مایع مخلوط نشدنی (به عنوان مثال آب و روغن) به سرعت از یکدیگر جدا شده و دو فاز متمایز را تشکیل خواهند داد. علت این مسأله آن است که به سبب افزایش سطح تماس دو فاز و در نتیجه افزایش انرژی بین سطحی، سیستم حالت ناپایدار داشته و با جدایی دو فاز سیستم به حالت با ثبات می‌رسد. با افزایش موادی به آن امولسیفایر و ایجاد شرایط مناسب، تعلیق ذرات، حالت پایدار به خود گرفته و امولسیون با ثبات تشکیل خواهد شد.

امولسیونها با توجه به فاز داخلی آنها (آب یا روغن) به دو گروه کلی آب در روغن و یا روغن در آب تقسیم می‌شوند.

انواع امولسیون‌های قیری

امولسیون‌های متداول قیر از نوع روغن در آب می‌باشند. ذرات قیر در داخل آب پراکنده اند و به طور کلی شامل سه دسته آنیونیک، کاتیونیک و رسی می‌باشند. در امولسیون‌های کاتیونیک بار الکتریکی ذرات شناور قیر منفی و در امولسیون‌های آنیونیک عکس حالت قبل برقرار است. در امولسیون‌های رسی، بار ذرات قیر منفی است ولی به لحاظ تفاوت عمده‌ای که این گروه با امولسیون‌های آنیونیک دارند (گرانروی نسبتاً زیاد و استفاده از مواد طبیعی به عنوان امولسیفایر و pH نسبتاً کم) در گروه جداگانه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند.

امولسیفایرها موادی هستند که جهت حفظ تعادل تعلیق ذرات ریز یک مایع در داخل مایع دیگر به مخلوط دو مایع افزوده می‌شوند. امولسیفایرها مواد فعال سطحی می‌باشند که لایه‌های نازکی را در فصل مشترک دو فاز غیرقابل امتزاج تشکیل می‌دهند و با کاهش کشش سطحی بین دو فاز، باعث پایداری امولسیون می‌شوند. هر چه کشش سطحی بین دو فاز کاهش یابد تشکیل امولسیون تسریع می‌شود.

امولسیفایر باید با هر دو فاز سازگار باشد و این در صورتی امکان‌پذیر است که امولسیفایر دارای دو بخش قطبی و غیرقطبی باشد. قسمت غیرقطبی که معمولاً حجیم‌تر است در قیر و قسمت قطبی آن در آب



حل می‌شود اگر قسمتی که شامل جزء آلی (روغن دوست) است دارای بار مثبت باشد به عنوان امولسیفایر کاتیونیک معروف است و ذرات قیر موجود در امولسیون که به کمک این امولسیفایر ساخته می‌شوند دارای بار مثبت خواهند بود. تمام انواع امولسیفایرها از یک جهت مشابه هم می‌باشند و آن اینکه در دو سطح مایع غیرقابل امتزاج جذب می‌گردند. این ملکولها در سطح فعال می‌باشند و وقتی بین دو فاز قرار گرفتند به شکل خاصی آرایش می‌یابند که قسمت قطبی آنها بطرف آب و قسمت غیر قطبی آنها به سمت روغن جهت می‌گیرد.

الف- امولسیون‌های کاتیونیک قیری

بار ذرات شناور قیر که به وسیله امولسیفایر احاطه گردیده است مثبت می‌باشد. pH این امولسیونها اسیدی بوده (معمولاً بین ۲ تا ۵) و از اسید کلریدریک به عنوان تنظیم کننده pH استفاده می‌شود. مشهورترین امولسیفایرهای کاتیونیک نمک‌های آمونیوم کوارترنر مانند برموسیتیل تری متیل آمونیوم می‌باشد. امولسیون‌های کاتیونی قیر حتی در محیط‌های مرطوب به علت یونیزه شدن مواد معدنی که اکثراً با آزاد نمودن یون‌های منفی همراه است و بعلاوه جذب یون‌های مثبت امولسیون، شکسته شده و ذرات قیر به مواد معدنی می‌چسبند و آب آزاد می‌کنند. از این جهت در مواردی که به دلیل رطوبت زیاد نمی‌توان از قیر مذاب یا قیرهای مایع استفاده نمود، کاربرد امولسیون کاتیونی قیر مناسب خواهد بود.

ب- امولسیون‌های آنیونیک قیری

بار ذرات شناور قیر که به وسیله امولسیفایر احاطه شده‌اند منفی می‌باشد. pH این امولسیون‌ها بازی بوده (معمولاً بین ۹ تا ۱۱) و از سود سوز آور به عنوان تنظیم کننده pH استفاده می‌شود. امولسیفایرهای معروف آنیونیک شامل نمک سدیم اسیدهای چرب، نمک سدیم اسید نفتیک، نمک‌های روغن چوب و نمک‌های الکل‌های سولفات (مانند سدیم سولفات لوریل الکل) می‌باشد.

امولسیون آنیونی قیر پایدارتر از امولسیون کاتیونی بوده و دیرتر شکسته می‌شود. استفاده از امولسیون آنیونی قیر در نقاط خیلی مرطوب و در مجاورت آب موثر نیست زیرا امولسیون براحتی شکسته نمی‌شود.

ج- امولسیون‌های رسی

عامل اصلی شناوری ذرات قیر در این امولسیون‌ها، ذرات بنتونیت است که نوعی خاک رس می‌باشد. البته برای ثبات کافی امولسیون باید از مواد کمکی دیگری نظیر اسید سولفوریک استفاده نمود. این امولسیونها بین ۶ تا ۸ بوده و بار ذرات شناور منفی می‌باشد.

امولسیون رسی با دو نوع امولسیون فوق اختلاف دارد. این فرآورده آسفالتی با استفا ده از خاکهای رس موجود، قابل تولید است. این روش امکان می‌دهد که علاوه بر قیرهای نرمتری که در دو گروه قبلی



جهت ایجاد امولسیون به کار می‌روند، از قیرهای سخت‌تری که نقطه نرمی آنها نزدیک به نقطه جوش آب است نیز امولسیون مناسبی تهیه شود.

بعضی از مزایای امولسیون‌های رسی نسبت به انواع دیگر عبارتند از:

- کاربرد آسان
- قیمت مناسب
- عدم احتیاج به گرم کردن
- عدم وجود بوی نفتی
- عدم چسبندگی در سطح فیلم حاصله پس از تبخیر آب
- قابلیت رقیق شدن با آب

۴-۱ مشخصات شیمیایی قیر [۱]

هیدروکربن‌ها شامل طیف وسیعی از مواد می‌باشند که عمدتاً شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند. تقسیم‌بندی کلی مواد هیدروکربنی در مرجع شماره ۱۴ آورده شده است که در آن می‌توان جایگاه قیرهای معدنی و نیز قیرهای نفتی را مشاهده و بررسی کرد. در زیر پارامترهای معمول که جهت تعریف خواص فیزیکی و شیمیایی قیر بکار برده می‌شوند، ارائه می‌گردد.

۱-۴-۱ ترکیب ابتدایی^۱

قیر ترکیب پیچیده‌ای از مولکول‌ها می‌باشد که عمدتاً ماهیت هیدروکربنی دارند و در ترکیبشان تغییرات زیادی ایجاد می‌شود. هیدروکربنها شامل مقادیر جزئی از هیترواتم‌ها می‌باشند که شامل سولفور، نیتروژن، اکسیژن و مقادیر ناچیز فلزاتی مانند وانادیم، نیکل، آهن، منیزیم و کلسیم به شکل نمکهای معدنی و اکسیدها می‌باشند. ساختار شیمیایی قیر به نوع نفت خام و فرایندهای مورد استفاده در طول ساخت قیر وابسته است. به دلیل آنکه ساختار شیمیایی قیر، فوق‌العاده پیچیده و شامل تعداد نجومی مولکول با ساختار شیمیایی متفاوت است، عملاً غیرممکن است که تحلیل کاملی از قیر ارائه داده شود. به علاوه ترکیب عنصری قیر اطلاعات کمی راجع به ساختمان‌های مولکولی درون قیر ارائه می‌دهد.

۲-۴-۱ ترکیب کسری^۲

به طور عمده سه نوع مولکول در همه مواد هیدروکربنی از جمله قیر یافت می‌شود که عبارتند از:

- آلیفاتیک‌ها (پارافین‌ها)
- نفتنیک‌ها
- آروماتیک‌ها

¹ Elemental composition

² Fractional Composition



رفتار فیزیکی و شیمیای قیر با توجه به نوع فرآیند انجام گرفته، متفاوت می‌باشد. مولکولها به وسیله پیوندهای شیمیایی نسبتاً ضعیف در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. این پیوندها می‌توانند به وسیله گرما و یا نیروهای تنشی^۱ شکسته شوند.

به طور کلی ترکیب قیر را می‌توان به دو گروه عمده شیمیایی آسفالتن‌ها و مالتن‌ها تقسیم نمود. مالتن‌ها خود به آروماتیک‌ها، رزین‌ها و اشباع شده‌ها تقسیم می‌شوند اگر چه این گروه‌ها کاملاً معین نیستند و قدری همپوشانی دارند، ولی می‌توانند خواص قیر را با ترکیبات شیمیایی متنوع تطبیق دهند. تکنیک‌های مختلفی به منظور جداسازی اجزاء قیر بوجود آمده است. این تکنیک‌ها بر اساس تفاوت در اندازه مولکول، واکنش شیمیایی و یا قطبیت مولکولها می‌باشند. تکنیک‌های کروماتوگرافی معمول‌ترین این روشها می‌باشند. روش‌های کروماتوگرافی بر اساس تفاوت در واکنش شیمیایی و قطبیت مولکولی هستند. در ابتدا آسفالتن‌ها را با یک n-آلکان (معمولاً n-پنتان) ته نشین کرده و سپس با جداسازی کروماتوگرافی مالتن باقی‌مانده را جدا می‌نمایند. با این تکنیک مواد تشکیل دهنده قیر را می‌توان به چهار گروه کلی زیر جداسازی نمود:

۱- آسفالتن‌ها

۲- رزین‌ها

۳- آروماتیک‌ها

۴- اشباع شده‌ها

این گروهها اجزاء SARA نامیده می‌شوند که در زیر به شرح بیشتر آنها پرداخته می‌شود:

الف- آسفالتن‌ها

آسفالتن‌ها دارای مواد آروماتیکی پیچیده با قطبیت بالا هستند که تمایل به شرکت در واکنش‌ها دارند. این مواد وزن مولکولی نسبتاً بالایی دارند که در محدوده ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ تغییر می‌کند. آسفالتن‌ها اثر عمده‌ای روی خاصیت رئولوژیکی قیر دارند. افزایش مقدار آسفالتن در قیرها باعث ایجاد قیر سخت‌تری با قدرت نفوذ پایین‌تر، نقطه نرمی بالاتر و در نتیجه ویسکوزیته بیشتر می‌شود. به طور کلی ۲۰-۱۰٪ از ترکیب قیر، آسفالتن می‌باشد.

ب- رزین‌ها

رزین‌ها (آروماتیک‌های قطبی) قطبیت بالایی دارند که این خاصیت، آنها را قویاً چسبناک می‌کند. در واقع رزین‌ها عامل پراکندگی آسفالتن‌ها می‌باشند.

¹ Shear Force

ج- آروماتیک‌ها

آروماتیک‌ها (آروماتیک‌های نفتنی) قطبیت ضعیفی دارند و به عنوان واسطه‌های پراکندگی برای آسفالتن‌ها به کار می‌روند و ۷۵-۱۵٪ کل قیر را تشکیل می‌دهند. متوسط جرم مولکولی آروماتیک‌ها بین ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ تغییر می‌کند.

د- اشباع شده‌ها

اشباع شده‌ها (آلیفاتیک‌ها) روغن‌های چسبناک و غیرقطبی هستند که محدوده جرم مولکولی آنها تغییراتی شبیه آروماتیک‌ها دارد. اشباع شده‌ها شامل دو نوع واکسی و غیرواکسی می‌باشند که ۱۵-۵٪ قیر را تشکیل می‌دهند.

۵-۱ مشخصه‌های فیزیکی قیر [۱۱]

برخی از خواص قیر به فشار، دما و زمان بارگیری بستگی دارد. در دماهای پایین و یا زمان‌های بارگیری کوتاه رفتار قیر غالباً به صورت الاستیک می‌باشد ولی در دماهای بالا و یا زمان‌های بارگیری بلند، قیر شبیه یک مایع رفتار می‌کند (رفتار ویسکوز). اندازه‌گیری خواص فیزیکی قیر معمولاً با مشخصه‌های رفتار رئولوژیکی قیر ارتباط داده می‌شود. برای مشخص کردن خواص فیزیکی قیر روشهای آزمایشی متعددی پیشنهاد شده است. بیشتر این آزمایشات تجربی هستند و بر اساس آنها خواص فیزیکی قیر به چهار گروه کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- خواص عملکردی

۲- خواص اندیسی

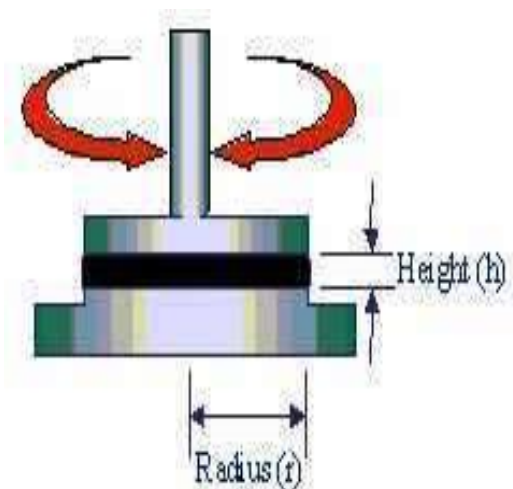
۳- خواص مربوط به ساختار و ترکیب کردن

۴- خواص کنترلی

۱-۵-۱ خواص عملکردی

خواص عملکردی، خواص حقیقی مواد هستند که مستقیماً به عملکرد مواد مربوط می‌شوند. به عنوان مثال سختی و استحکام قیر جزء خواص عملکردی می‌باشند.

رفتار ویسکوالاستیک قیر را می‌توان با یک اندازه‌گیری کرد (شکل ۱-۵). برای این منظور یک



شکل ۱-۵ Dynamic shear Rheometer



نمونه کوچک قیر بین دو صفحه موازی قرار داده می‌شود و در معرض فشارهای برشی یا کششی اسیلاتور قرار می‌گیرد. از فشارها یا کشش‌های عکس‌العمل، مدول برشی^۱ G^* ماده قیر محاسبه می‌شود. مدول برشی ترکیب، نسبت فشار برشی کل به کشش برشی کل است که شامل دو مولفه است. زاویه فاز، شاخصی برای مقدار نسبی رفتار ویسکوزی و الاستیکی می‌باشد. برای مثال برای مواد کاملاً الاستیک، زاویه فاز صفر درجه است درحالی‌که برای مواد کاملاً ویسکوز (مانند آب) زاویه فاز ۹۰ درجه است، با انجام این آزمایشات در محدوده وسیعی از دما و زمانهای بارگذاری (فرکانس ها) یک تصویر کامل از رفتار رئولوژیک قیر بدست می‌آید.

نتایج آزمایشات فوق به چندین طریق قابل ارائه می‌باشند که معمول‌ترین آنها عبارتند از:

- ۱- نمودار ایزوکرونال^۲: بیانگر داده‌های ویسکوالاستیک بر حسب دما در فرکانس ثابت می‌باشد.
- ۲- نمودار هم دما^۳: بیانگر داده‌های ویسکوالاستیک بر حسب فرکانس در دمای ثابت می‌باشد.
- ۳- نمودارهای اصلی^۴: چند نمودار ایزوترمال که در طول محور فرکانس انتقال داده شده‌اند تا یک خم هموار تولید کنند.
- ۴- نمودارهای سیاه^۵: مدول برشی ترکیبی در مقابل زاویه فاز می‌باشد.

۲-۵-۱ خواص اندیسی

خواص اندیسی به خواص عملکردی مربوط می‌شوند ولی خواص واقعی مواد نیستند. به عنوان مثال الاستیسیته (فقط مناسب برای قیرهای اصلاح شده با پلیمر) و ویسکوزیته سینماتیکی (در ۶۰ درجه سانتیگراد) هر دو به مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی مربوط می‌شوند. بهبود الاستیسیته (فقط مناسب برای قیرهای اصلاح شده با پلیمر) و ویسکوزیته سینماتیکی (در ۶۰ درجه سانتیگراد) هر دو به مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی مربوط می‌شوند. ویسکوزیته بالا در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد ممکن است باعث مقاومت بالا در برابر تغییر شکل دائمی شود. بعضی مشخصات قیر بر اساس ویسکوزیته درجه‌بندی شده‌اند.

۳-۵-۱ خواص مربوط به ساختار و ترکیب کردن

در عمل ترکیب کردن^۱، نحوه ترکیب کردن و شرایط فیزیکی (دما، فشار و ...) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند و باعث تأثیر مستقیم روی خواص قیر می‌شوند. به منظور انتخاب بهترین درجه

¹ shear modulus

² Isochronal

³ Isothermal

⁴ Master

⁵ Black



حرارت و اختلاف دمایی برای ترکیب کردن و فشرده کردن^۲، ارتباط دما- ویسکوزیته قیر باید مشخص باشد. اگر ماده ایده‌ال در نظر گرفته شود، دمای ترکیب کردن کمترین دمایی است که در آن ویسکوزیته به حدی می‌رسد که سیال قابلیت روان‌شدگی را بدست می‌آورد. دماهای بالاتر فقط باعث فرسودگی بیشتر می‌شود.

۴-۵-۱- خواص کنترلی

خواص کنترلی قیر عبارتند از:

۱-درجه نفوذ

۲- نقطه نرمی

۳-نقطه شکست

۴-قابلیت لوله شدن

شرایط آزمایش که تحت آنها این خواص معین می‌شوند به طور عمده با شرایط بارگذاری در آسفالت^۳ فرق دارند. در نتیجه خواص کنترلی همگی تجربی بوده و مستقیماً به عملکرد قیر مربوط نمی‌شوند. این خواص به منظور کنترل کیفیت و درجه‌بندی قیر بکار می‌روند. بیشتر مشخصات قیر بر اساس نفوذ درجه بندی شده‌اند. بعضی از این مشخصات، خواص دیگر قیر را نیز در بر می‌گیرند (برای مثال: نقطه نرمی، نقطه شکست، تغییرات در نرمی و نفوذ به واسطه فرسودگی). انواع درجه‌بندی قیر در بخش ۱-۶ توضیح داده می‌شود.

۶-۱- آزمایش‌های قیر [۵]

به طور کلی در هر واحد صنعتی رعایت استانداردهای موجود جهت تولید محصولات با کیفیت بالا امری ضروری است. به همین جهت برای کنترل کیفیت محصولات تولید شده و رساندن آنها به شرایط استاندارد مورد نظر، بر روی آنها یک سری آزمایشات انجام می‌شود که قیر نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. آزمایش‌های قیر در آزمایشگاه و تحت شرایط خاصی که دقیقاً کنترل و استاندارد شده‌اند، انجام می‌شوند. آزمایش‌هایی که بر روی قیر انجام می‌شوند به طور خلاصه در پیوست ۱، آورده شده‌اند.

1 mixing
2 compaction
3 pavement



۱-۷ طبقه‌بندی قیر

۱-۷-۱ استانداردهای درجه‌بندی قیر

در استاندارد ASTM، قیرهای راهسازی به سه روش زیر درجه‌بندی شده‌اند:

۱- بر اساس درجه نفوذ^۱

این روش نسبت به روشهای دیگر کاربرد بیشتری دارد. از قیرهایی که به این روش (روش pen) نام‌گذاری شده‌اند، می‌توان به قیر ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ اشاره کرد که به ترتیب دارای درجه نفوذپذیری ما بین $pen < 70$ و $85 < pen < 100$ می‌باشند.

دسته بندی رده pen مربوط به راهسازی بوده و قیرهای رده pen فوق نیز بیشتر در مصارف راهسازی کاربرد دارند. در ایران این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- بر اساس ویسکوزیته^۲

در این روش قیرها بر اساس ویسکوزیته آنها طبقه بندی می‌شوند و معمولاً برای درجه بندی آسفالت راهسازی بکار می‌روند. در این روش ویسکوزیته قیر در دمای ۶۰ سانتیگراد اندازه گیری می‌شود. این روش به تازگی مرسوم شده است.

۳- روش PGE^۳

استاندارد PGE جدیدترین استاندارد برای طبقه بندی قیرها می‌باشد. در این روش نیز قیرها بر اساس پارامتر ویسکوزیته و دمای حداکثر - حداقل طراحی آسفالت طبقه بندی می‌شوند.

۱-۷-۲ طبقه‌بندی قیرهای تولیدی کشور

به طور کلی قیرهای تولیدی پالایشگاه‌های کشور به گروه‌های زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

۱- قیرهای محلول (cut back)

این نوع قیرها بر اساس پارامترهای مختلف نظیر ویسکوزیته سینماتیکی طبقه بندی شده‌اند. به عنوان نمونه می‌توان به قیر MC250 اشاره کرد.

۲- قیرهای penetration

به قیرهایی گفته می‌شود که بر اساس درجه نفوذپذیری طبقه بندی شده اند. این نوع قیرها بیشتر مصارف راهسازی دارند. همانطور که اشاره شد قیرهای ۸۵/۱۰۰ و ۶۰/۷۰ از این نوع می‌باشند، که به ترتیب دارای درجه نفوذپذیری ما بین $pen < 70$ و $85 < pen < 100$ می‌باشند.

¹ Penetration Grade

² Viscosity Grade

³ Performance Grading

۳- قیرهای دمیده^۱

قیرهای مایع یا نیمه جامدی همچون V.B، ۸۵/۱۰۰ و ۶۰/۷۰ را بر اثر دمیدن هوا، در شرایط فشار و درجه حرارت معین، تحت اثر یک سری واکنشهای تراکمی - دی‌هیدروژناسیون قرار داده و قیرهایی با pen (درجه نفوذ پذیری) کمتر و sp (نقطه نرمی) بالاتر ایجاد می‌نمایند.

چنین قیرهایی را به جهت افزایش خاصیت انعطاف پذیری از رده R نام گذاری می‌نمایند. در نام گذاری این قیرها ابتدا حرف R و به دنبال آن نقطه نرمی و درجه نفوذ پذیری قرار می‌گیرند: R(sp)-(pen). قیرهای ۲۵-۸۵ و ۱۵-۹۰ از این نوع اند.

جدول ۱-۱ مشخصات استاندارد قیر محلول MC-250

پارامتر	واحد	مقدار	روش آزمایش
ویسکوزیته سینماتیکی در ۶۰°C	Cst	۲۵۰-۵۰۰	D-2170
نقطه اشتعال	°C	۶۶ Min	D-3143
تقطیر تا دمای ۲۲۵ °C	% Vol.	۱۰ Max	D-402
تقطیر تا دمای ۲۶۰ °C	% Vol.	۱۵-۵۵	D-402
تقطیر تا دمای ۳۱۶ °C	% Vol.	۶۰-۸۷	D-402
باقیمانده تقطیر تا دمای ۳۶۰ °C	% Vol.	۶۷ Min	D-402
کشش روی باقیمانده از تقطیر در دمای ۲۵ °C	Cms	۱۰۰ Min	D-113
درجه نفوذ باقیمانده از تقطیر در دمای ۲۵ °C	۰/۱ mm	۱۲۰-۲۵۰	D-5
حلالیت در تری کلرو اتیلن	Wt%	۹۹Min	D-2042
میزان آب (Water content)	% Vol	۰/۲ Max	D-95

جدول ۲-۱ مقدار پارامترهای استاندارد قیرهای Pen

پارامتر	واحد	قیر ۸۵/۱۰۰	قیر ۶۰/۷۰	روش آزمایش
درجه نفوذ در ۲۵ °C	۰/۱mm	۸۵/۱۰۰	۶۰/۷۰	D-5
وزن مخصوص در ۲۵/۲۵ °C		۱/۰۰-۱/۰۵	۱/۰۱-۱/۰۶	D-70
نقطه نرمی	°C	۴۵-۵۲	۴۹-۵۶	D-36
کشش در ۲۵ °C	Cm	۱۰۰ Min	۱۰۰ min	D-113
افت حرارتی	Wt%	۰/۵ max	۰/۲ Max	D6 & D-5
نقطه اشتعال	°C	۲۲۵ min	۲۵۰ min	D92
حلالیت در CS2	Wt%	۹۹/۵ min	۹۹/۵ min	D4

¹ Air Blowing



جدول ۱-۳ مشخصات استاندارد قیرهای اکسیده

مشخصات	واحد	قیر ۹۰/۱۵	قیر ۸۵/۲۵	روش آزمایش
درجه نفوذ در ۲۵ °C	۰/۱mm	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	D-5
وزن مخصوص در ۲۵/۲۵ °C		۱/۰۵	۱/۰۵	D-70
نقطه نرمی	°C	۸۵-۹۵	۸۰-۹۰	D-36
کشش در ۲۵ °C	cms	۱/۵	۳ Min	D-113
افت حرارتی	Wt%	۰/۲	۰/۲ Max	D-6
نقطه اشتعال	°C	۲۲۵	۲۲۵ Min	D-92
حلالیت در CS ₂	Wt%	۹۹	۹۹ Min	D-4

۸-۱ کاربردهای قیر

قیر ماده اولیه‌ای است که در ساختمان مواد به عنوان صحاف^۱ و همچنین به عنوان یک پوسته عایق^۲ در پوشش سقف‌ها^۳ و کاربردهای ساختمانی به کار برده می‌شود. طبیعت ترموپلاستیکی، مقاومت در برابر آب و چسبندگی بیشتر نسبت به مواد دیگر، قیر را یک ماده ساختمانی منحصر به فرد کرده است.

۱-۸-۱ کاربرد قیر بر حسب انواع آن

الف- قیر دمیده

بیشترین کاربرد قیر دمیده در کشور به عایق کاری و آب‌بندی ساختمان‌ها مربوط می‌گردد. این نوع عایق کاری‌ها معمولاً به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت یا آب (برف و باران) به داخل ساختمان، بر روی سقف، کف و حتی دیوارها انجام می‌گیرد. در این نوع کاربرد، قیر یا محصولات تهیه شده از آن بصورت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند که بر حسب مکانی که مورد استفاده قرار می‌گیرد و نیز هدف از استفاده آن، انواع پوشش بکار رفته نیز متفاوت می‌باشند. اما عموماً از مخلوطی از قیر و الیاف گیاهی، پشم شیشه یا پنبه نسوز استفاده می‌گردد. علاوه بر این در تهیه ورقهای ایزولاسیون (انزوگام و ...) که آنها نیز برای عایق‌بندی ساختمان‌ها به کار برده می‌شوند از قیر بعنوان ماده اولیه استفاده می‌شود. علاوه بر مصارف عمده فوق، قیر دمیده در حجم کمتر برای برخی کاربردهای دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

¹ Binder

² Weather Proofing

³ Roofing

- ساخت باطری و کفش
- تایر سازی
- پر کردن نقاط کاغذهای آسفالتی جهت بسته‌بندی و روکش بخاری
- پوشش دهی لوله‌های زیرزمینی (انتقال آب، نفت، گاز...)
- اتصالی، سوئیچ‌ها، صفحات داخلی اتومبیل‌ها، مواد قالب‌زنی قطعات (مانند پریز برق)
- عایق‌های حرارتی
- خشت‌های آسفالتی
- تهیه الوار راه آهن
- قیرپاشی زیر اتومبیل
- رنگ‌های ضد آب و اندودکاری و ...



شکل ۱-۱۰ کاربرد قیر در سنگ فرش

ب - قیرهای محلول

از قیرهای محلول در ایجاد پوشش‌های اولیه بر روی زمین و به عنوان چسب بین دو لایه آسفالت استفاده می‌شود. قیر خالص برای ساختن رویه‌های سیاه گرم بکار می‌رود و رویه سیاه باید در هوای گرم و خشک ساخته شود چرا که در هوای سرد، قیر خالص داغ مایع دانه های سنگ را خوب اندود نمی‌کند و روی آنها سریع جامد شده، چسبندگی سنگ‌ها را به همدیگر کاهش می‌دهد. در نتیجه برای ساختن رویه سیاه در جای خشک و هوای سرد از قیرهای محلول استفاده می‌شود.

قیر محلول با از دست دادن حلال خود یک لایه قیری از خود به جا می‌گذارد. بنابراین به دلیل تبخیر حلال در هوا، کاربرد این قیر در پوشش دهی با مشکل آلودگی محیط زیست همراه می‌باشد. علاوه بر این با توجه به محدودیت منابع نفتی، استفاده از برشهای نفتی به این شکل نامناسب می‌باشد. عیب دیگر قیرهای محلول مشکل انفجار و آتش‌گیری آنها می‌باشد.

ج- قیرهای امولسیون

قیر امولسیون با مخلوط کردن قیر، آب و مقداری مواد شیمیایی مناسب در تجهیزات امولسیون‌سازی بدست می‌آید. قیرهای امولسیون در دمای پایین‌تر هنوز پوشش مناسبی را بر خلاف نوع اول از خود به جا می‌گذارند. در امولسیون قیر، آب به عنوان جزء حامل در مقابل حلال نفتی مورد استفاده در قیر محلول به کار گرفته می‌شود. امولسیون قیر همان اهداف مورد نظر برای استفاده از قیر محلول را برآورده کرده و مشکل‌های آلودگی محیط زیست و اتلاف برش‌های نفتی و همچنین خطر آتش‌سوزی را ندارد. به همین دلیل کاربرد قیرهای امولسیون به سرعت در حال افزایش است. همچنین در مواردی که به علت رطوبت زیاد نمی‌توان از قیر مذاب یا قیرهای مایع استفاده نمود، از قیر امولسیون از نوع کاتیونی استفاده می‌شود. تغییر بکارگیری قیرهای مذاب و محلول به قیرهای امولسیون به دلیل استفاده از تجهیزات مشابه در بیشتر موارد امری ساده می‌باشد.

۱-۸-۲ مصارف عمده قیر

از قیر در موارد مختلفی استفاده می‌شود، که بعضی از آنها در زیر شرح داده می‌شود.

الف- راه‌سازی

عمده‌ترین مصارف انواع قیر در کشور به دو زمینه عملیات راه‌سازی و عایق کاری ساختمان‌ها مربوط می‌باشد. در کاربردهای راه‌سازی جاده‌ها، خیابان‌ها، فرودگاه‌ها و غیره معمولاً از قیر شل و گرم استفاده می‌شود. البته در برخی موارد ممکن است جهت افزایش غلظت (ویسکوزیته و چسبندگی) قیر شل، در هنگام گرم کردن مقدار کمی قیر دمیده به آن اضافه نمایند. قیرهای مورد استفاده در راه‌سازی عبارتند از:

- قیر خالص

- قیر محلول^۱

- قیر امولسیون

- روغن‌های جاده

ب- منازل مسکونی

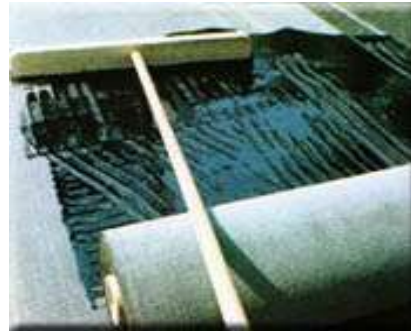
تقریباً می‌توان گفت که هر خانه، ساختمان و ناحیه ترافیکی از قیر به همین شکل یا شکل‌های دیگر استفاده می‌کند و این بخاطر قیمت مناسب و طبیعت چندگانه آن است. قیرهای مورد استفاده در



شکل ۱-۱۱ کاربرد قیر در راه‌سازی

¹ Cutback Asphalt

عایق‌کاری ساختمان‌ها^۱ شامل قیر خالص و روان و قیر امولسیون می‌باشند. توسعه مواد پوشش سقف تک لایه‌ای در سالهای اخیر منجر به تغییرات عمده‌ای در کاربرد آن شده‌است. این امر با طیف گسترده‌ای از مواد مرتبط است. موادی مانند: پلیمرها، پلاستیک‌ها و همچنین آنهایی



شکل ۱-۱۲ نمونه‌هایی از کاربرد قیر در عایق‌کاری

که شامل قیر یا آسفالت هستند. تقریباً ۷۵٪ از آسفالت عمدتاً در ساختمان جاده‌ها، فرودگاه‌ها و آبراه‌ها به عنوان binder به کار می‌رود و حدوداً ۲۰٪ به موادی برای سقف‌ها و کاربردهای مربوطه تبدیل



شکل ۱-۱۳ کاربرد قیر در پوشش بام ساختمان

می‌شود و باقیمانده برای تولید

- عایق‌های ساختمانی
- رنگها و روکش‌ها
- کاغذ
- محصولات لاستیکی
- کابل‌های الکتریکی

و دیگر محصولات صنعت الکتریکی به کار می‌رود.

ج- پوشش قیری زیر بدنه واگن‌های راه آهن و اتومبیل‌ها

با توجه به این مساله که سطح زیرین وسایل نقلیه همواره در معرض خوردگی‌های شیمیایی و سایش بوده و نیز به منظور کاهش ورود صدا به داخل بدنه، تهیه پوشش مناسب برای زیر بدنه وسایل نقلیه امری ضروری به نظر می‌رسد. این پوشش‌ها می‌توانند بر پایه واکس، پلیمرها و یا قیر باشند. که مخصوصاً محصولات بر پایه قیر نفتی، در کشور ما، به سبب فراوانی و ارزانی قیر مورد توجه خاص می‌باشند. پوشش‌های قیری به دو صورت حاوی حلال‌های نفتی و یا بر پایه امولسیون قیر تهیه می‌شوند و در صورتی که بر پایه امولسیون قیر تهیه شوند، برای ساخت و یا رقیق کردن محصول، به حلال نفتی نیازی نیست و به جای آن از آب استفاده می‌شود. برای ساخت قیر زیر بدنه واگن، امولسیون رسی مناسب

¹ Roofing products



فرموله و با افزودن پرکننده‌های معدنی و افزودنی‌های مناسب، مطابق با مشخصات مورد نیاز متقاضی ساخته می‌شود.

پوشش قیری زیر بدنه اتومبیل، مخلوط قیری است که در قسمت زیر بدنه برای جلوگیری از زنگ‌زدگی و برخورد مواد ساینده و تاثیر عوامل جوی و همچنین کاهش نفوذ صدا به داخل اتاق خودرو و بکار می‌رود. [۴۳]

۹ ۱ فرسودگی قیر [۱۱]

خواص رئولوژیکی قیر با زمان تغییر می‌کنند. (مثلاً قیر سفت‌تر و کشسانی‌تر می‌شود) این پدیده را فرسودگی می‌گویند.

میزان و سرعت فرسودگی به پارامترهای زیادی مانند دما، قرار گرفتن در معرض اکسیژن، ساختمان شیمیایی و ساختار قیر و غیره بستگی دارد.

۹ ۱ + مکانیزم‌های فرسودگی

به طور عمده چهار مکانیزم سخت‌شدن قیر وجود دارد که عبارتند از:

الف) اکسیداسیون

ب) کاهش فرارها

ج) سخت‌شدن فیزیکی

د) سخت‌شدن تراوشی

الف- اکسیداسیون

اکسیداسیون مهمترین عامل برای فرسودگی قیر به حساب می‌آید. مانند بسیاری از مواد آلی، قیر نیز وقتی که در تماس با هوا قرار می‌گیرد، به طور آهسته اکسید می‌شود. زیرا گروه‌های قطبی تشکیل می‌شوند که مایل به شرکت در گروه‌های با وزن مولکولی بالا^۱ می‌باشند. اندرکنش‌های قوی باعث می‌شوند که قیر ویسکوزتر شود. با وجود این، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که همه قیرها به یک اندازه سخت نمی‌شوند. این موضوع می‌تواند به وسیله اختلاف در ساختار قیرها توضیح داده شود.

قیرهایی که در آنها مقادیر زیادی رزین و آروماتیک با قدرت بالای حل‌کنندگی وجود دارد، آسفالتن‌ها کاملاً هضم^۲ شده و گروه‌های کوچک آسفالتی حاصله تحرک خوبی در قیر خواهند داشت.

¹ Micelles

² Peptized



این قیرها به عنوان قیرهای محلول یا سل^۱ شناخته شده‌اند. در صورتی که مقادیر رزین و آروماتیک‌های قیر برای خرد کردن زنجیرهای آسفالتی موجود در قیر کم و یا قدرت حل‌کنندگی کافی نداشته باشند، آسفالتن‌ها به هم چسبیده و کلوخ‌هایی بزرگ و یا حتی شبکه پیوسته سرتاسری در قیر تشکیل می‌دهند. این دسته از قیرها ژلاتینی^۲ و یا ژل^۳ نامیده می‌شوند. در عمل بیشتر قیرها مشخصه بینابینی دارند.

برای قیر نوع سل گروه‌های قطبی به خوبی هضم شده که باعث می‌شود در دسترس اکسیژن قرار نگیرند. بنابراین اکسیداسیون آسفالتن‌های با فعالیت بالا و رزین‌ها مشکل می‌باشد. برای قیر ژل، این حالت وجود ندارد. گروه‌های قطبی این قیرها با یک صفحه بزرگ یک شبکه پیوسته تشکیل می‌دهند، که باعث می‌شود به راحتی در دسترس اکسیژن قرار بگیرند. بعلاوه گروه‌های قطبی تازه تشکیل شده، احتمالاً سریع در قیر نوع سل پراکنده می‌شوند، بنابراین در قیر نوع ژل این گروه‌ها بیشتر فعال می‌باشند.

بعضی از خرده سنگ‌ها به عنوان کاتالیست برای واکنش اکسیداسیون عمل می‌کنند. در حالیکه بعضی دیگر اثرات بازدارنده دارند.

پرتوهای فرابنفش خورشید نیز به عنوان کاتالیست عمل می‌کنند. این موضوع مخصوصاً برای نواحی خیلی بالاتر از سطح دریا مناسب می‌باشد.

برای نواحی که تابش خورشید زیاد است (مانند خاورمیانه) و برای آسفالت‌هایی که راه‌های متخلخل^۴ را می‌پوشانند (مانند آسفالت prain)، عناصر موجود در قیر می‌توانند به عنوان کاتالیست عمل کنند. مانند وانادیل پورفین^۵. پر استفاده‌ترین بازدارنده هیدروکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ است. مقاومت یک ترکیب آسفالت در مقابل فرسایش معمولاً با کاربرد هیدروکسید کلسیم بهتر می‌شود. دلیل این امر معلوم نیست، بعلاوه هیدروکسید کلسیم اغلب برای بهتر کردن خواص چسبندگی قیر بکار می‌رود. هیدروکسید سدیم NaOH هم می‌تواند همان اثر مثبت را روی مقاومت در برابر فرسایش داشته باشد، اما اغلب یک اثر منفی هم روی خواص چسبندگی دارد. اکسید شدن باعث می‌شود ترکیب شیمیایی جزئی^۶ قیر تغییر کند. محتوای آسفالتن به طور مداوم به خاطر اکسید شدن رزین‌های قطبی افزایش می‌یابد. بخش آروماتیک‌ها نیز تغییر می‌کند به طوری که در تجزیه ترکیب به همراه رزین‌ها گنجانده می‌شوند.

به این دلیل که این “رزین‌های جدید” خواص طبیعی رزین‌ها را ندارند، ارزیابی از خواص غیر فرسوده با پایه کسرهای SARA می‌تواند گمراه‌کننده باشد. صرف نظر از مقاومت قیر در مقابل

¹ SOL

² Gelatinous

³ GEL

⁴ High Void Contents

⁵ Vanadyl Prophyrin

⁶ Fractional



فرسایش، درجه و نرخ اکسیدشدن به دما، زمان قرار گرفتن در معرض اکسیژن و ضخامت فیلم قیر بستگی دارد.

ترکیب، انتقال و ذخیره قیر به لحاظ ایجاد شرایط مناسب دمایی کار مشکل می باشد. وقتی قیر در دمای بالا ذخیره می شود معمولاً خیلی کم اکسید می شود و این بدین دلیل است که سطح قیر در معرض اکسیژن، نسبت به حجم خیلی کم است. با وجود این در طول گرما دادن باید مراقبت صورت بگیرد. وقتی که تفاوت دمایی بین قیر و نفت گرم شده زیاد شود (بیشتر از 30°C) عمل اکسیدشدن صورت می گیرد که اثر زیانباری روی قیر دارد در طول ترکیب در دمای بالا، ترکیب مولکولی قیر و چسبندگی به صورت قابل توجهی تغییر می کنند. جدای از دما، اکسیدشدن در طول ترکیب بستگی به زمان ترکیب، محتوای قیر، تفاوت دمایی بین خرده سنگ^۱ و قیر و نوع طرح ترکیب دارد. در طول ذخیره سازی و انتقال، اکسید شدن با نرخ آهسته تری ادامه می یابد. مهمترین عوامل اکسید شدن عبارتند از:

الف - فرآیند ذخیره سازی و انتقال

ب - دمای اولیه

ج - قرار گرفتن در معرض هوا (اکسیژن)

ب- کاهش فرارها

تبخیر اجزای فرار عمدتاً به دما و شرایط جو روی سطح بستگی دارد. قیرهای با درجه نفوذ (بالا یا پایین) نسبتاً غیر فرار هستند و براین میزان سخت شدن در نتیجه نبود اجزاء سبک نسبتاً کم می باشد.

ج- سخت شدن فیزیکی^۲

سخت شدن فیزیکی در طول سرد شدن و پیوسته در دمای سرویس رخ می دهد. این موضوع نسبت به تعیین موقعیت مجدد^۳ مولکولهای قیر و کریستالیزاسیون مومها^۴ نسبت داده می شود. سرد شدن آهسته، فرایندها را تند می کند در صورتیکه سرد شدن سریع در دمای پایین، واکنشها را کند می کند (به ویژه مناسب برای تست های آزمایشگاهی قیر).

بعضی وقتها در صورتی که قیر هنوز گرم باشد، بلافاصله بعد از سرد کردن نرمی قیر نمایان می شود. در صورتی که چند روز بعد، آسفالت تکمیل شده به نظر می رسد. این پدیده نصب^۵ نامیده می شود و به وسیله سخت شدن فیزیکی آهسته ایجاد شده است. حرارت دادن دوباره می تواند سخت شدن فیزیکی را وارونه کند.

1 Aggregate
2 service temperature
3 Reorientation
4 Waxes
5 setting



د- سخت‌شدن تراوشی^۱

اگر ساختمان قیر نامتوازن باشد، ممکن است هنگام تماس با خرده سنگ‌های خلل و فرج دار یک جزء نفتی (روغنی) به درون منافذ سطح سنگ‌ریزه‌ها تراوش کند و منجر به سخت‌شدن لایه قیر باقی‌مانده در سطح سنگ‌ریزه شود. تراوش در ابتدا یک تابع از نسبت بین میزان مؤلفه‌های پارافینی با جرم مولکولی کم و میزان و نوع آسفالتن‌ها است.

سخت‌شدن حاصل از تراوش زمانی می‌تواند حایز اهمیت باشد که تمایل قیر به تراوش بالا، و همچنین خلل و فرج سنگ‌ریزه زیاد باشد. در غیر این صورت سخت‌شدن تراوشی ناچیز خواهد بود.

۱-۹-۲ تعیین مقاومت در برابر کهنه‌شدگی

روش‌های مختلفی برای شبیه‌سازی کهنه‌شدگی در اثر اکسیداسیون دراز مدت و کوتاه مدت بوجود آمده است. دو مورد از روش‌هایی که برای شبیه‌سازی کهنه‌شدگی در اثر اکسیداسیون در زمان‌های اختلاط، انتقال و مصرف (فرسودگی کوتاه مدت) بیشتر استفاده می‌شوند، آزمایش‌های فیلم نازک در کوره (TFOT)^۲ و فیلم نازک چرخان در کوره (RTFOT)^۳ می‌باشند. در آزمایش فیلم نازک در کوره، یک مقدار معین از بیتومن در روی یک صفحه فولادی به ابعاد مشخص قرار گرفته و برای مدت ۵ ساعت در کوره با دمای 163°C قرار می‌گیرد. در آزمایش فیلم نازک چرخان در کوره بیتومن در یک استوانه شیشه‌ای با ابعاد مشخص قرار می‌گیرد. استوانه شیشه‌ای در یک محفظه گردان ثابت می‌شود. در طول آزمایش، بیتومن روی سطح داخلی شیشه‌ای جریان دارد و برای مدت ۸۵ دقیقه تحت تاثیر جریان هوا و حرارت قرار می‌گیرد. دمای آزمایش 163°C می‌باشد. در روش دیگری که به تازگی برای شبیه‌سازی کهنه‌شدگی زمان کارکرد (کهنه‌شدگی بلند مدت) ارائه شده، از یک ظرف تحت فشار فرایند برای کهنه‌شدن (PAV)^۴ استفاده می‌شود.

در این ظرف قیر برای مدت ۲۰ ساعت تحت فشار زیاد (2.1Mpa) و دمای بالا قرار می‌گیرد. مقاومت در برابر کهنه‌شدن را می‌توان با استفاده از اندیس کهنگی، که نسبت عدد یک خاصیت ویژه از بیتومن که نه شده و تازه می‌باشد، ارزیابی نمود.

¹ Exudative

² Thin Film Oven

³ Rotating Thin Film Oven

⁴ Pressure Ageing Vessel



۱-۹-۳ تغییر در خواص و ترکیب قیر

بطور کلی، کهنه شدن (اکسیده شدن) باعث افزایش سختی و الاستیسیته بیتومن شده، مقدار آسفالتن‌ها نیز افزایش می‌یابد. این موضوع باعث افزایش میزان کربونیلوسولفاکساید می‌شود. در مطالعه‌ای که سال ۱۹۹۰ در هلند بر روی تغییرات خواص بیتومن در اثر کهنه شدن انجام گرفت، مشخص شد که حدود ۲۴٪ از کل کاهش درجه نفوذ بیتومن در طی ۹ سال، در سال اول اتفاق می‌افتد. این امر نشان می‌دهد که بخش عمده کهنه شدن در زمان اختلاط، حمل و نقل و مصرف اتفاق می‌افتد. در طی مدت ۹ سال درجه نفوذ به طور پیوسته (اگرچه با سرعتی کم حدود ۲dmm/year) کاهش پیدا کرد.

۱-۹-۴ شرایط مورد نیاز برای کاربرد مخلوط‌های آسفالت و لایه‌های آسفالتی در مناطق گرم

در کارگاه ارویتوم^۱ در سال ۱۹۹۹ موارد ذیل به عنوان مهمترین شرایط مورد نیاز برای بکارگیری مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی در مناطق گرم مطرح شده است:

- ۱- اصطکاک (فقط برای لایه‌های سطحی)
- ۲- مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی (ضروری برای لایه‌های سطحی)
- ۳- مقاومت در برابر شکستگی سطح ناشی از کهنه‌شدگی (بویژه برای لایه‌های سطحی)
- ۴- مقاومت در برابر شکستگی بازتابی^۲ (لایه‌های سطحی و پایه بایندر)
- ۵- کمک به قدرت ساختاری (فقط برای لایه‌های پایه)

۱-۹-۵ تاثیر قیر بر کاربرد مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی

اهمیت قیر با توجه به شرایط مورد نیاز برای کاربرد مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی در کارگاه در ارویتوم بررسی شد. نتایج در جدول (۴-۱) آورده شده است.

در جدول (۱-۵) تعیین خواصی از قیر که مربوط به شرایط مورد نیاز برای کاربرد مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی می‌باشند، ارائه شده است. این خواص برای بیشتر شرایط مورد نیاز چندان مشخص نیستند.

انتخاب قیر براساس شرایط مورد نیاز برای کاربرد مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی و خواص قیر اهمیت بسیار دارد.

¹ Uro Bitumen Workshop

² Reflective Cracking



جدول ۱-۴ تاثیر قیر بر کاربرد مخلوط‌های آسفالتی و لایه‌های آسفالتی

اهمیت قیر		شرایط کاربردی مخلوط‌های آسفالتی
لایه‌های پایه	لایه سطحی	
-	کم	اصطکاک
زیاد	زیاد	تغییر شکل دائمی
متوسط	زیاد	شکستگی سطحی ناشی از کهنگی
کم	کم	باریک شدن / ریش ریش شدن
زیاد	کم تا متوسط	کمک به قدرت ساختاری
-	کم	انتقال صدا
زیاد	متوسط	دیگر شکستگی‌ها

جدول ۱-۵ خواص قیر مربوط به نیازهای کاربردی مخلوطها و لایه‌های آسفالتی

خواص قیر مربوطه (پیشنهاد شده)	نیازهای کاربردی مخلوط‌ها و لایه‌های آسفالتی
رئولوژی (ویسکوزیته)	تغییر شکل دائمی
کهنه شدن (RTFOT, PAV)	شکستگی سطحی ناشی از کهنگی
اندرکنش بایندر / اگر گیت ^۱	باریک شدن / ریش ریش شدن
رئولوژی	کمک به قدرت ساختار
تست واماندگی ^۲	شکستگی ناشی از خستگی ^۳
ویسکوزیته و پایداری انبارش	ساخت و گسترده ^۴

۱-۹-۶ قیر و آسفالت ویژه آب و هوای گرم و خشک^۵

قیر استفاده شده در آب و هوای گرم و خشک باید در دماهای خیلی زیاد، تغییرات دمایی زیاد شب و روز و مقدار زیاد تابش خورشید عملکرد خوبی داشته باشد.

^۱ Aggregate

^۲ Failure

^۳ Fatigue Cracking

^۴ Manufacturing and laying

^۵ Hot and arid climate



مشکل آسفالت راه‌سازی مربوط به دمای بالا، تغییر شکل دائمی می‌باشد. طراحی راه‌سازی، نوع یا انواع مخلوط آسفالت، طراحی مخلوط آسفالت و قیر، همگی نقش مهمی در مقاومت نسبت به تغییر شکل دائمی دارند. نیاز اصلی قیر عدم تغییر شکل آسان در حداکثر دمای راه‌سازی می‌باشد. بنابراین قیر در این دم‌ها باید سختی معینی از خود نشان دهد.

تغییرات زیاد دمای شب و روز باعث پیدایش تنش در قیر می‌شود. این پدیده در صورتی که بیتومن در مقابل این تنش‌ها مقاومت لازم را نداشته باشد، نهایتاً به ترک‌های سطحی می‌انجامد. پایین بودن سختی در دوره کاری بلند مدت و خصوصیت نرمی و انعطاف‌پذیری^۱ مقدار تنش را به حداقل می‌رساند. با رعایت محدودیت میزان سختی و یک حداقل برای نرمی و انعطاف‌پذیری قیر، می‌توان شکستگی حرارتی قیر را کاهش داد. بیتومن در طول سرویس بر اثر تابش داغ خورشید و اشعه ماوراء بنفش سخت‌تر و کشسان‌تر می‌شود. این موضوع از نظر مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی مشکلی ایجاد نمی‌کند ولی از نظر مساله شکستگی سطحی مشکل‌زا می‌باشد. بنابراین قیر در آب و هوای گرم و خشک باید نسبت به کهنه‌شدگی بسیار مقاوم باشد.

۷-۹-۱ بهبود خواص قیر

خواص و عملکرد قیر با بهبود ساختار و ترکیب آن (ارتقاء دادن)^۲ و یا با افزایش افزودنی‌ها^۳ بهبود (اصلاح)^۴ می‌یابد.

الف- ارتقاء بیتومن

برخی از شرکت‌های بزرگ نفتی، یک سری فرآیندهای پالایشی برای تولید قیر ارتقاء یافته طراحی کرده‌اند. این قیرها نسبت به قیر متعارف با درجه نفوذ برابر در دمای 25°C ، در دماهای بالاتر و در دماهای پایین، کمتر شکننده هستند (به عبارتی دیگر حساسیت دمایی کمتری دارند). قیر ارتقاء یافته بطور عمده برای بهبود مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی، به کار می‌رود. تنها تعداد کمی از شرکت‌های نفتی تجهیزات و دانش تولید این قیر را دارند.

شرکت Ooms Avenhorn Holding (OAH) روشی برای ارتقاء قیر ابداع کرده است که به تجهیزات گران‌قیمت نیاز ندارد. این روش، تکنولوژی ژلاسیون^۵ نامیده می‌شود. اصول کار اصلاح و یا بهبود توازن بین برش‌های شیمیایی قیر (بوئزه آسفالتن‌ها و رزین‌ها) می‌باشد. این امر با اضافه کردن

^۱ Relaxation behavior

^۲ Upgrading

^۳ Additives

^۴ Modification

^۵ Gelation Technology

افزودنی‌های ویژه به قیر حاصل می‌گردد. برای اختلاط کامل افزودنی‌ها با قیر می‌بایست افزودنی‌ها با قیر سازگار باشند. قیر ارتقاء یافته به این روش نسبت به قیر اولیه سخت‌تر، غیر حساس‌تر به دما و مقاوم‌تر در برابر کهنه شدن می‌باشد. میزان بهبود یافتگی بستگی به قیر اولیه دارد. [۱۱]

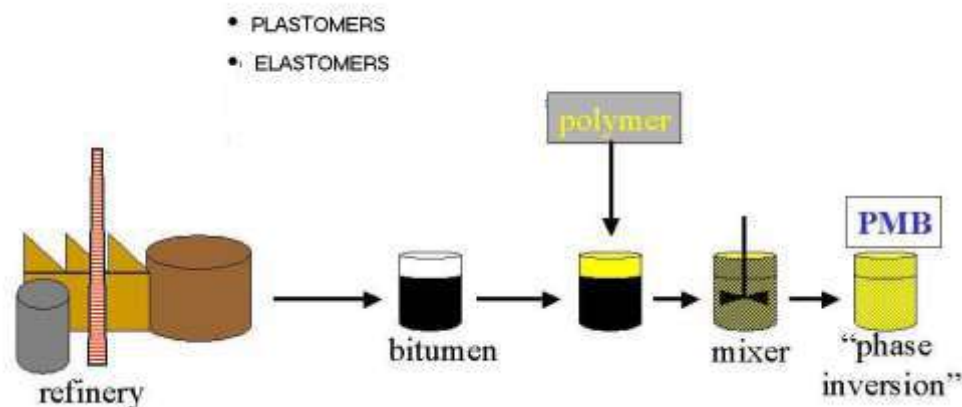
ب- اصلاح کیفیت قیر

کیفیت بیشتر قیرهای مورد استفاده در راه‌سازی، با پلیمر اصلاح می‌شوند. بنابراین در اینجا تنها قیرهای اصلاح شده با پلیمر PMB^۱ بررسی می‌شوند. اساساً دو نوع پلیمر برای اصلاح قیرها مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱- پلاستومرها

۲- الاستومرها

پلاستومرها سختی و ویسکوزیته قیر را افزایش می‌دهند. تاثیر پلاستومرها در دمای بالاتر از دمای کریستالیزاسیون این پلیمرها که بین ۵۰ تا ۸۰°C می‌باشد، کاهش می‌یابد. قیرهای اصلاح شده با پلاستومرها، عمدتاً برای افزایش مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی استفاده می‌شوند. از آنجاییکه مخلوط‌های پلیمر و قیر مستعد برای جداسازی فازی می‌باشند، لذا در زمان نگهداری این مخلوط‌ها در انبار می‌بایست آنها را به طور پیوسته به هم زد. به عنوان نمونه از پلاستومرها، می‌توان به EVA^۲ و PE^۳ اشاره کرد.



شکل ۱-۱۴ فرایند اصلاح پلیمری

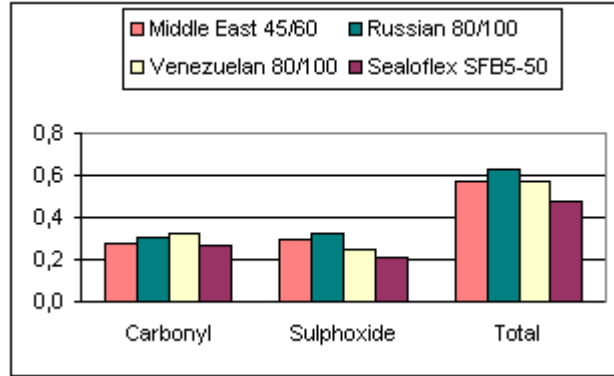
الاستومرها الاستیسیته قیر را افزایش و سختی آن را در دمای پایین کاهش می‌دهند. کوپلیمر استایرن-بوتادین-استایرن (SBS) مفیدترین الاستومر شناخته شده است. این ماده در قیر یک شبکه

^۱ Polymer Modified Bitumens

^۲ Ethylene-Vinyl Acetate

^۳ Polyethylene

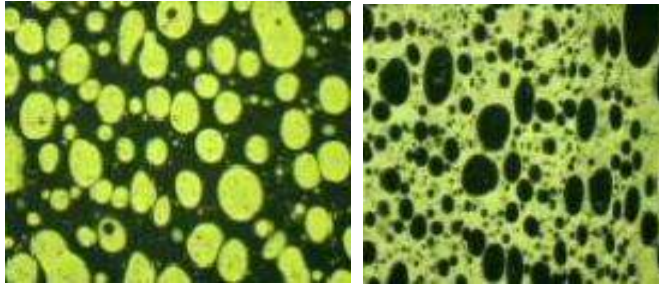
الاستیک تشکیل می‌دهد. که در دمای بیشتر از 100°C از بین می‌رود، ولی با سرد کردن دوباره شکل می‌گیرد. در ضمن SBS مقاومت در برابر کهنه شدگی را نیز افزایش می‌دهد. مقادیر محصولات اکسید شده در طول کهنه شدگی بلند مدت (RTFOT+PAV) برای سه نوع قیر استاندارد و یک قیر اصلاح شده در شکل ۱-۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۵ مقادیر محصولات اکسید شده در طول کهنه شدگی درازمدت (RTFOT+PAV)

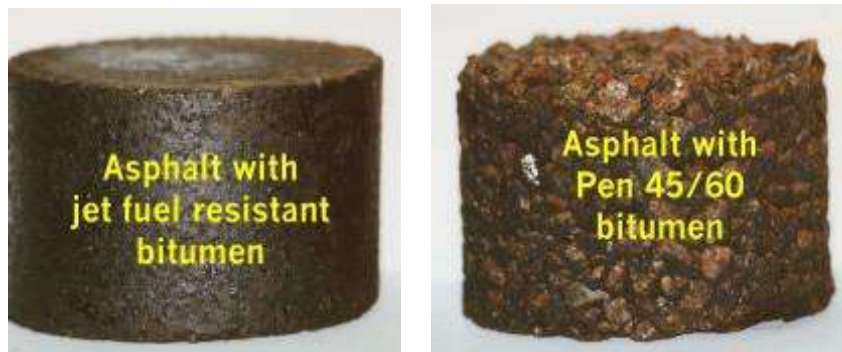
شایان ذکر است که کیفیت قیر با SBS اصلاح شده تا حدود زیادی به فرایند تولید آن وابسته است. قیر اصلاح شده با SBS نه تنها برای افزایش مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی به کار می‌آید بلکه مقاومت در برابر ترک خوردگی (ناشی از خستگی، درجه حرارت و تابش) را نیز بهبود می‌بخشد. تاثیر پلیمر نه تنها به نوع پلیمر، بلکه به مقدار آن نیز بستگی دارد. قیر اصلاح شده با پلیمر حداکثر ۹ برابر حجم اولیه افزایش حجم خواهد داشت. تا حدود ۴٪ وزنی پلیمر، قیر در فاز پیوسته می‌ماند. خواص این PMB ها نزدیک به قیر پایه می‌باشد. با وجود این پلیمر می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر خواص قیر داشته باشد. این موضوع با نتایج حاصل از یک مطالعه انجام گرفته توسط شرکت OAH در مورد بهبود خواص قیر تولیدی تعدادی از پالایشگاه‌های چین روشن شده است. ترکیب اجزاء این قیرها بر ارتقاء قیر تاثیر چندانی ندارد (کمتر از ۵٪ آسفالتن ها و تا حدود ۴۰٪ رزین ها). ولی افزودن ۲٪ پلیمر SBS، مقاومت در برابر تغییر شکل دائمی را با ضریبی بیش از ۱۰ بهبود می‌بخشد. فاز پیوسته شامل بیش از ۵٪ میزان پلیمر به کار رفته می‌باشد. خواص نهایی این PMB ها را پلیمر تعیین می‌کند. هر دو نوع PMB یعنی یکی با فاز پیوسته قیری و دیگری با فاز پیوسته پلیمری مورد استفاده قرار می‌گیرند شکل ۱-۱۶ فاز پیوسته پلیمری و قیری را نشان می‌دهد.

دو نمونه از پروژه‌های که در آنها PMB ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند، یکی نوسازی و ارتقاء باند راه‌های ماشین‌رو فرودگاه بین‌المللی کایرو در مصر و دیگری نوسازی باند فرودگاه در فرودگاه بین‌المللی عدن در یمن می‌باشند.



شکل ۱-۱۶ تصاویر میکروسکوپی از PMB زیر نور فلورسانس، سمت راست فاز پلیمری پیوسته و سمت چپ فاز قیری پیوسته

فرودگاه بین‌المللی کایرو و شلوغ‌ترین فرودگاه در خاورمیانه است. قیر پوشش دهنده راه‌های این فرودگاه شدیداً دچار کهنگی شده بود (درجه نفوذ ۱۰ تا ۲۰ دسی‌میلیمتر و نقطه نرم شدن ۷۰ تا ۸۰ °C) کیفیت پایین بیتومن (میزان خیلی زیاد واکس و میزان کم آسفالتن)، دمای بالا و مقدار زیاد تابش خورشید (تابش ماورا بنفش) باعث کهنه‌شدن شدید آن شده بودند لذا برای پوشش جدید مقاوم در برابر گازهای حاصل از سوخت جت، استفاده از PMB ضروری به نظر می‌رسید. شکل ۱-۱۷ تفاوت آسفالت مقاوم و غیرمقاوم در برابر سوخت جت را به‌وضوح نشان می‌دهد. هر دو نمونه برای مدت ۲۴ ساعت در مقابل گازهای حاصل از سوخت جت قرار داده شدند. نمونه مورد نظر مقاوم در برابر سوخت جت کاهش وزن کمتر از ۰/۵٪ داشت. نمونه با قیر استاندارد (نفوذ ۴۵/۶۰) کاهش وزنی حدود ۷٪ داشت.



شکل ۱-۱۷ نمونه‌های مارشال بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدن در سوخت جت

در مورد فرودگاه بین‌المللی عدن مشخص شد که قیر محلی موجود برای اصلاح، میزان آسفالتن زیاد و رزین کمی دارد (بوئزه برای بیتومن با درجه نفوذ ۶۰/۷۰). ترکیب شیمیایی قیر با درجه نفوذ ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ در جدول ۱-۲ داده شده است. بطور کلی این قیر برای اصلاح با پلیمرها چندان مناسب نیستند. برای مثال اصلاح قیر ۶۰/۷۰ به یک PMB با ویسکوزیته خیلی زیاد که در مدت نگهداری در انبار بیشتر هم می‌شود (تا حدود ۲۹ Pa.s در دمای ۱۳۵ °C) می‌انجامد.

فصل دوم

تولید قیر

بیشتر قیر بکار رفته در آسفالت‌ها در طی فرآیند تقطیر نفت خام تولید می‌شود و تنها بخش کمی از آن از منابع طبیعی بدست می‌آید.

نفت‌های خام در خواص فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر تفاوت دارند. حالت فیزیکی نفت خام را می‌توان با گراویتی API توصیف نمود که مستقیماً به چگالی نفت خام مربوط می‌شود. نفت‌های خام با API پایین چسبناک هستند و عموماً درصد بالایی از قیر را شامل می‌شوند. محدوده عدد API قیر بین ۲ تا ۴ می‌باشد. نمونه‌هایی از نفت‌های خام با API، چگالی و درصد قیر آنها در جدول (۱-۲) آمده است.

جدول ۱-۲ مقایسه چند نوع نفت خام [۱۱]

Parameter	Boscan	Arabian Heavy	Nigerialight
API gravity	۱۰/۱	۲۸/۲	۳۸/۱
Density	۰/۹۹۹	۰/۸۸۶	۰/۸۳۴
Bitumen	%۵۸	%۲۷	%۱

از لحاظ شیمیایی، نفت خام ممکن است پارافینی، نفتنی یا آروماتیکی باشد. نفت خام پارافینی برای تولید قیر مناسب نیست.

پارامترهای مهم دیگر، حجم پارافین یا واکس می‌باشند. حجم پارافین یا واکس با در نظر گرفتن خواص چسبندگی و Rheological نفت خام مهم است و معمولاً باید کمتر از ۰/۵٪ باشد.

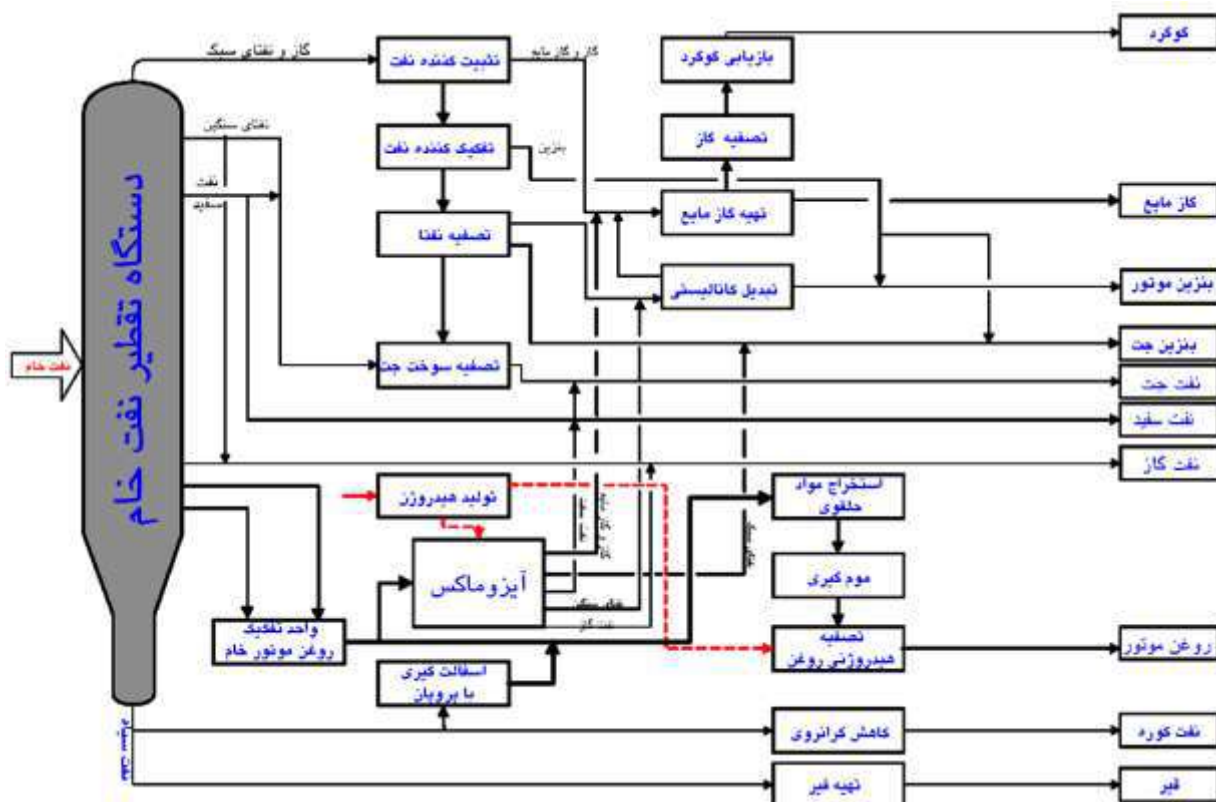
میزان وانادیم و نیکل برای هر نوع نفت خام با نوع دیگر متفاوت است به طوری که با اندازه گیری میزان وانادیم و نیکل هر نفت خامی می‌توان نوع آن را مشخص کرد. اصطلاحاً گفته می‌شود که می‌زان وانادیم و نیکل، اثر انگشت نفت‌های خام می‌باشند. [۱۱]

۲-۱ روشهای تولید قیر [۱۱]

در ادامه به بررسی روشهای تولید قیر در پالایشگاه پرداخته می‌شود:

۲-۱-۱ تقطیر

در این روش قیر به وسیله تقطیر جزئی نفت خام بدست می‌آید. تقطیر نفت خام شامل دو مرحله می‌باشد. ابتدا نفت خام تا دمای 350°C - 300°C گرم شده، سپس وارد برج تقطیر اتمسفریک می‌شود. جزءهای سبکتر نفت مانند نفتا، نفت سفید و گازوئیل در ارتفاع‌های بالاتر برج از نفت خام جدا می‌شوند. جزءهای سنگین از ته برج اتمسفریک خارج می‌شوند که به آنها باقیمانده^۱ اتمسفریک می‌گویند. این باقیمانده تا دمای 400°C - 350°C درجه سانتی‌گراد گرم شده و وارد برج تقطیری با فشاری کمتر از برج اتمسفریک می‌شود که به این برج، برج خلاء گویند. با اعمال شرایط خلاء، با توجه به اینکه دمای تعادلی (دمای زیر شرایط اتمسفریک) خیلی بالاست، امکان تقطیر بیشتر با باقیمانده اتمسفریک فراهم می‌شود.



شکل ۲-۱ تقطیر اتمسفری نفت خام [۱۰]

¹ Residue



اگر تقطیر تحت شرایط خلاء در دمای بالای 400°C انجام شود، تجزیه حرارتی باقیمانده اتمسفریک رخ خواهد داد. باقیمانده ته برج خلاء باقیمانده خلاء نامیده می‌شود که خوراک اولیه برای واحد قیرسازی می‌باشد. ویسکوزیته باقیمانده، به نوع نفت خام، دمای ته مانده برج اتمسفریک، دما و فشار در برج خلاء و زمان اقامت بستگی دارد.

معمولاً شرایط به گونه‌ای است که باقیمانده با درجه نفوذ بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ تولید می‌شود. تولید قیر توسط ته مانده برج خلاء اصطلاحاً مسیر مستقیم^۱ نامیده می‌شود. تفاوت در خواص قیرهای با درجه نفوذ بالا و درجه نفوذ پایین عمدتاً ناشی از مقادیر متفاوت ساختمانهای مولکولی با اندرکنش های قوی می‌باشد. قیر با درجه نفوذ کم از این ساختمانهای مولکولی بیشتر دارد. علت عمده این امر که ویسکوزیته و نقطه نرمی و ... مربوط به این نوع قیرها بسیار بالاتر از قیرهای با درجه نفوذ بالا می‌باشد نیز وجود همین ساختمانهای مولکولی است.

۲-۱-۲ دمیدن هوا^۲

یک راه برای سخت تر کردن قیر این است که از میان آن هوا دمیده شود. در این فرایند، در انتهای ستون دمیدن، هوا تا $150-250^{\circ}\text{C}$ گرم می‌شود، سپس این هوای گرم شده از میان قیر تا بالای ستون دمیده می‌شود. فرایند دمیدن هوا که یک واکنش شیمیایی است قیری با ترکیب تازه‌ای از ساختمان های مولکولی تولید می‌کند. کاتالیزورها نیز می‌توانند بر این فرآیند تاثیر بگذارند. قیر دمیده شده اندرکنش های مولکولی بیشتر و قویتری نسبت به قیر اولیه دارا می‌باشد و به همین دلیل چسبناک تر است. دمیدن هوا باعث می‌شود که نقطه نرمی افزایش و درجه نفوذ کاهش یابد. با این حال افزایش نقطه نرمی معمولاً بیشتر از کاهش میزان نفوذ است و این بدان معنی است که دمیدن هوا، حساسیت دمایی قیر را کاهش می‌دهد.

مؤثر بودن دمیدن هوا تا حد زیادی به قیر اولیه (یعنی ترکیب اولیه ساختمانهای مولکولی) بستگی دارد. عموماً مقدار اشباع شده‌ها در ترکیب قیر تغییر نمی‌کند ولی میزان آروماتیک‌ها کاهش می‌یابد. وقتی که قیر با شدت دمیده می‌شود خواص چسبندگی آن به شدت ضعیف می‌گردد به طوری که برای استفاده در آسفالت مناسب نمی‌باشد. بنابراین تنها قیر نیمه دمیده برای استفاده در آسفالت مناسب می‌باشد. قیر نیمه دمیده شده هم چسبندگی^۱ بهتر و هم پیوستگی^۲ مناسبتری دارد.

¹ Straight run

² Air Blowing

¹ Cohesion

² Adhesion

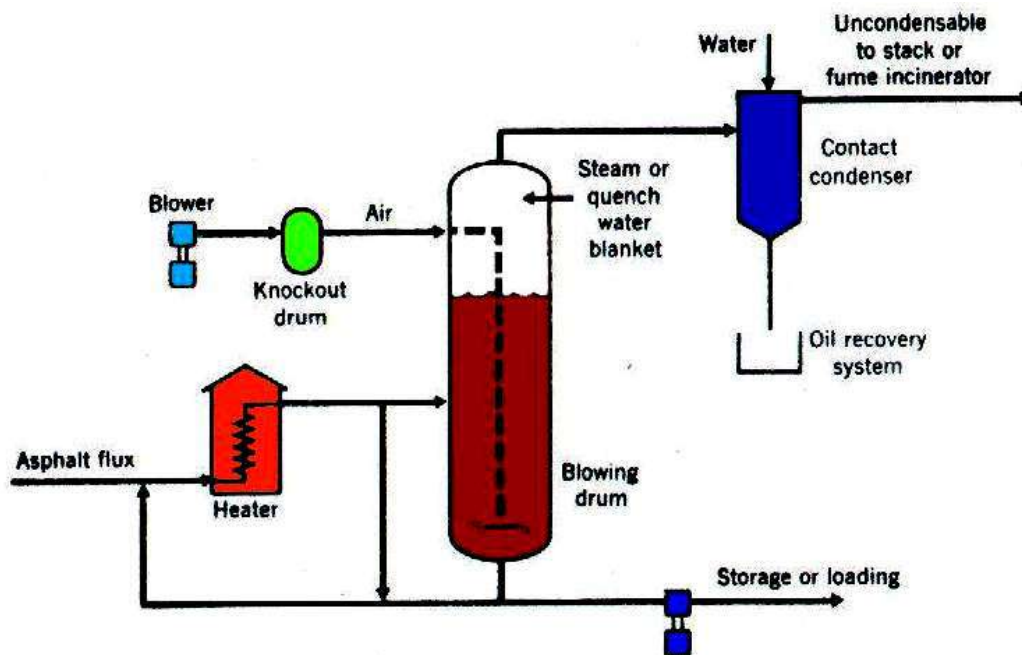
تولید قیر دمیده، فرآیند پیچیده‌ای نداشته به طوری که واحدهای خصوصی کوچک فراوانی با ظرفیت بسیار بلئین وجود دارند که انواع مختلف آن را تولید می‌کنند. کلیه فرآیندهای تولید این محصول هر چند بظاهر ممکن است اندکی متفاوت بنظر برسند، اما در عمل و از لحاظ اصول فرآیند کاملاً مشابه یکدیگر می‌باشند. تفاوت‌های جزئی در انجام برخی از مراحل فرآیند، عمدتاً ناشی از تفاوت شرایط عملکرد، پیشرفت‌های تکنولوژی و امثال آن می‌باشد. بطور کلی روشهای تولید قیر دمیده را عمدتاً می‌توان به دو نوع هوا دهی ناپیوسته و هوا دهی پیوسته تقسیم کرد.

الف- فرایند ناپیوسته هوا دهی

جزئیات فرآیند دمیدن هوا به روش ناپیوسته نسبت به روش پیوسته بیشتر انتشار یافته است، زیرا این نوع واحدها ساده‌تر و متداولتر می‌باشند. اجزای اصلی اینگونه واحدها به شرح ذیل می‌باشند:

- دستگاه دمیدن هوا
- پیش گرم کننده قیر
- بشکه، ظرف یا برج دمیدن هوا
- سیستم دفع بخارات

هر یک از قسمت‌های فوق از دستگاه‌ها یا تجهیزات خاصی بهره می‌گیرند که اساس عمل آنها برای کلیه واحدهای هوا دهی قیر یکسان است، اما بر حسب شرایط، تفاوت‌هایی در سادگی یا پیچیدگی آنها ممکن است وجود داشته باشد.



شکل ۲-۲ واحد هوا دهی ناپیوسته

ب- فرآیندهای پیوسته هوادهی

فرآیند پیوسته به دو صورت کاتالیستی و غیر کاتالیستی انجام پذیر می‌باشد.

۱- فرآیند پیوسته غیر کاتالیستی

شروع فرآیند پیوسته، مانند روش غیر پیوسته است. در این روش در حالیکه در اثر هوادهی قیر دمیده شده به مشخصات مورد نظر نزدیک می‌شود، خوراک جدید بطور مداوم و با کنترل جریان اضافه می‌گردد و آسفالت دمیده شده با کنترل سطح خارج می‌گردد. با کنترل متغیرهای سیستم، محصول با کیفیت ثابت بطور مداوم تولید می‌شود. در حین عملیات دما ثابت نگه داشته می‌شود و معمولاً در حدود ۵۵۰-۵۰۰ درجه فارنهایت می‌باشد.

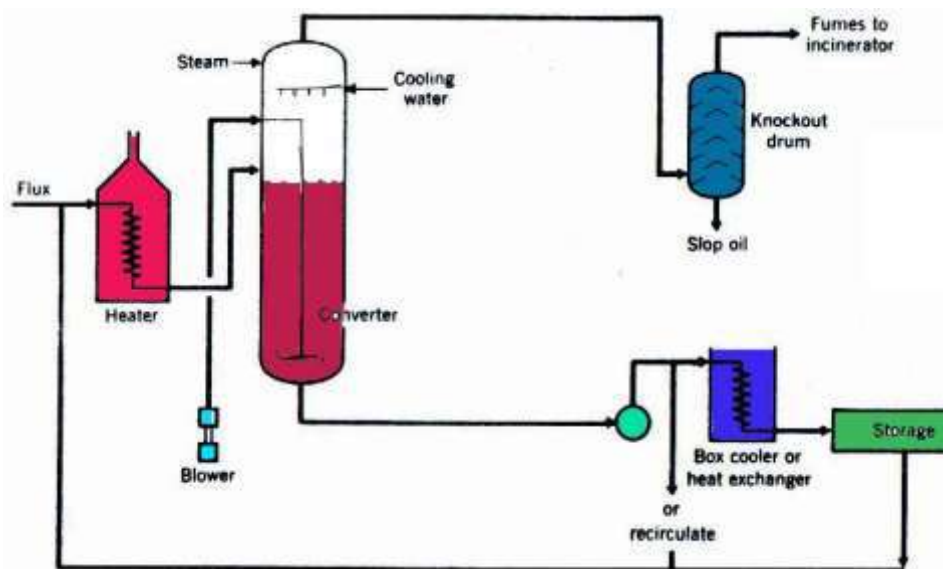
۲- فرآیند پیوسته کاتالیزوری

در این فرایند با افزودن یکسری مواد شیمیایی به قیر در طی فرآیند هوادهی از طریق تغییر رابطه بین درجه نرمی و درجه نفوذ قیر، زمان واکنش (هوادهی) را کاهش می‌دهند. این روش دارای دو مزیت زیر می‌باشد:

- کاهش زمان واکنش که انگیزه اقتصادی مناسبی است.

- تغییر خواص سیالیت که از طریق آن امکان تولید محصولات جدید با مشخصاتی که بدون

کاتالیزور ممکن نیست فراهم می‌گردد.



شکل ۲-۳ واحد هوادهی پیوسته



در این فرایند موادی که بعنوان کاتالیزور بکار می‌روند، قابل بازیابی نیستند و خود در داخل محصول باقی خواهند ماند. در این رابطه مواد بسیاری پیشنهاد و به ثبت رسیده‌اند که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سولفات مس
- کلرید روی
- کلرید آهن
- کلرید آلومینیوم
- اسید بریک
- پنتواکسید فسفر

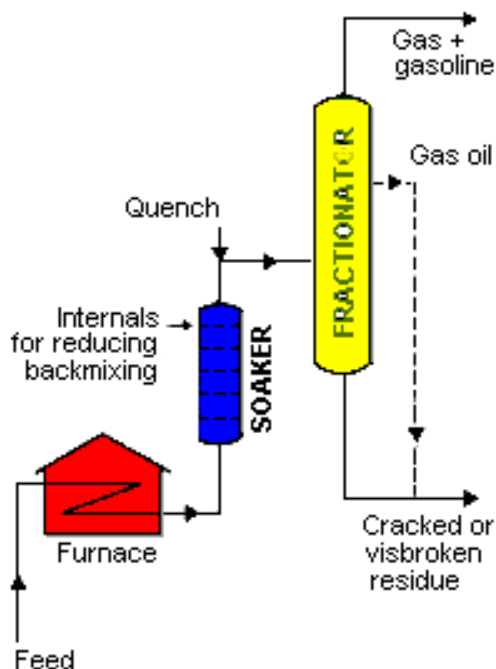
که از بین آنها کلرید آهن، کلرید روی و پنتواکسید فسفر بیش از بقیه بکار می‌روند.

۳-۱-۲ غلظت شکن^۱

فرایند غلظت‌شکن روشی برای شکستن محصولات سنگین (ته مانده تقطیر نفت خام یا حتی نفت‌های خام خیلی سنگین) به محصولات سبکتر است. برای این منظور به نفت خام یا باقی مانده تقطیر تا 450°C گرما داده می‌شود و در این دما برای مدت زمان معینی نگه داشته می‌شود. در طول این مدت تعداد زیادی از ساختمان‌های مولکولی به ساختمان‌های کوچکتر شکسته می‌شوند. محصول فرایند غلظت شکن به صورت معمولی تقطیر می‌شود. قیر تولید شده از محصولات غلظت‌شکن خیلی سریع فرسوده می‌شود. این بدین علت است که این محصولات دارای مؤلفه‌های واکنش دهنده فعال (الفین‌ها) هستند، حتی ترکیب قیر بدون مرحله غلظت‌شکن (Straight Run) با قیر گرفته شده از محصولات غلظت شکن نیز همان مشکلات فرسایش را دارند. این موضوع باعث می‌شود که این قیرها برای اکثر کاربردهای آسفالت مناسب نباشند.

ویژگی‌های این قیرها می‌تواند تا اندازه‌ای با فرآیند دمیدن هوا بهبود یابد. مقایسه بین ترکیبات قیر مسیر مستقیم با قیر گرفته شده از محصولات غلظت شکن در جدول ۲-۲ ارائه شده است.

¹ Visbreaking



شکل ۲-۴ واحد غلظت شکن (visbreaking)

جدول ۲-۲ خواص قیر Straight run و قیر حاصل از باقیمانده غلظت شکن (V.B)

Property	Straightrun bitument		Bitumen from V.B residue		
	Penetration@ 25°C[d _{mm}]	۱۱۹	۱۳۹	۱۲۲	۱۶۹
Softening point R&B[°C]	۴۲/۷	۴۲/۰	۴۳/۲	۴۱/۵	۴۲/۰
Penetration Index	-۱/۰	-۰/۷	-۰/۸	۰/۴	۰/۵
Retained Penetration @ 25°C[%]	۷۸	۷۳	۵۶	۵۳	۴۱
Increase in softening point R&B [°C]	۳/۶	۱/۸	۵/۰	۷/۸	۷/۹

۲-۱-۴ آسفالت‌گیری^۱ [۸]

آسفالت‌ها هیدروکربن‌های بسیار سنگین چند حلقه‌ای هستند که حاوی مقداری گوگرد، نیتروژن، اکسیژن و فلزاتی چون سدیم، کلسیم، آهن، نیکل و وانادیم می‌باشند. چون نمی‌توان این مواد را از طریق تقطیر از سایر هیدروکربن‌ها جدا کرد در نتیجه از روش استخراج با حلال استفاده می‌شود. در این روش می‌توان مواد آسفالتی را توسط هیدروکربن‌های سبک مایع شده، (از پروپان تا هپتان) رسوب داد و از برش روغنی جدا کرد.

¹ Solvent Deasphalting

برای رسوب مواد آسفالتی، پروپان نسبت به سایر حلالها وضعیت بهینه را داراست و به همین جهت در واحد آسفالت‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. از خصوصیات پروپان آنست که در بالاتر از 40°C بر عکس سایر حلالها عمل می‌کند به این صورت که افزایش دما قدرت حلالیت آن را نسبت به روغن کاهش می‌دهد.

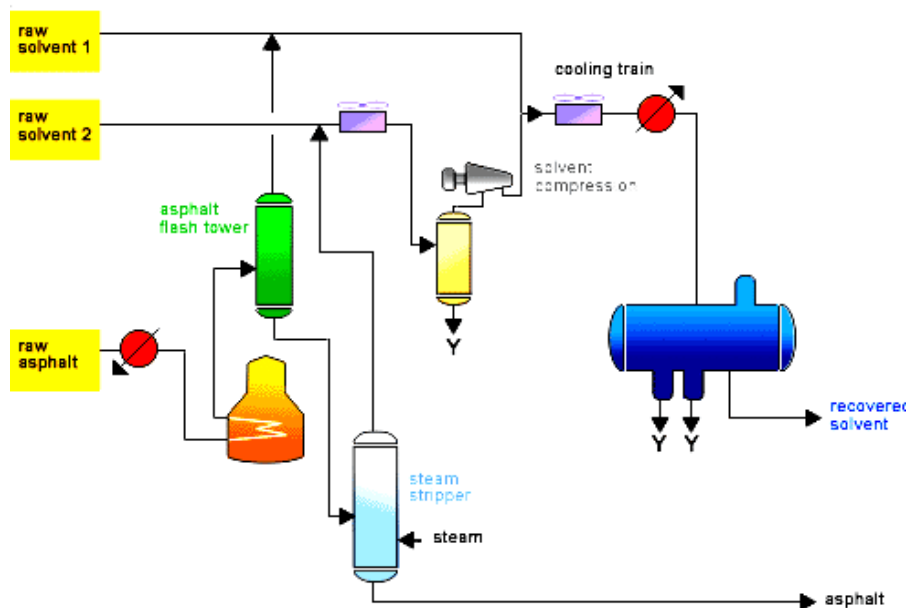
الف- واحد آسفالت‌گیری

واحد آسفالت‌گیری از دو بخش استخراج و بازیابی حلال تشکیل شده است. استخراج آسفالت در یک ستون تحت فشار ۳۰ تا ۴۰ اتمسفر انجام می‌شود. فشار بالا برای این است که حلال در فاز مایع باقی بماند. باقیمانده حلال هنگام ورود به ستون استخراج با پروپان تماس پیدا می‌کند و به دو فاز آسفالتی و فاز روغن - حلال تفکیک می‌شود.

فاز آسفالتی به طرف پایین ستون جریان می‌یابد که در آنجا کاهش دما باعث افزایش حلالیت روغن اکسیده شده توسط آسفالت، در جریان صعودی پروپان می‌شود.

فاز روغن - حلال هم که حاوی مقداری آسفالت است، به طرف بالای ستون می‌رود و در آنجا افزایش دما باعث کاهش حلالیت آسفالت شده، به طوری که آسفالت بتدریج رسوب می‌کند و روغن خروجی از بالای ستون به صورت شفاف بدست می‌آید.

افزایش نسبت حلال به خوراک باعث افزایش بازده عملیات می‌شود. معمولاً این نسبت بین ۱:۵ و ۱:۱۰ تغییر می‌کند و هرچه خوراک سنگین تر باشد مقدار آن باید بیشتر شود. بخش بازیابی حلال پیچیده‌تر از بخش استخراج است. برای بازیابی حلال از فازهای استخراج و تصفیه، از سیستم تبخیر ناگهانی دو مرحله‌ای استفاده می‌شود.



شکل ۲-۵ واحد آسفالت‌گیری بوسیله حلال پروپان



ب- متغیرهای عملیاتی

۱- نسبت حلال به خوراک

افزایش نسبت حلال به خوراک باعث افزایش بازده روغن، جرم ملکولی، چگالی و گرانشی روغن می‌شود ولی اندیس گرانشی اندکی کاهش می‌یابد.

بالا بردن این نسبت موجب انحلال بیش از پیش مواد غیرپارافینی شده و به این ترتیب نقطه نرمی آسفالت حاصل افزایش می‌یابد.

۲- دما

در ستون استخراج، با افزایش تدریجی دما مقدار آسفالت رسوب داده شده افزایش یافته، مقدار روغن کاهش می‌یابد. در ضمن آسفالت نرم‌تر می‌شود، زیرا قسمت‌های روغنی در آن افزایش می‌یابند. در نتیجه برای افزایش بازده، دما را نباید خیلی بالا برد. بنابراین ایجاد و حفظ یک گرادیان دمایی مناسب در طول ستون باعث بهبود و وضعیت استخراج می‌شود.

۳- فشار

تغییرات فشار اثر چندانی بر استخراج ندارد ولی اعمال فشار بالا برای حفظ پروپان در فاز مایع لازم است.

۲-۲ افزودنیهای قیر

مواد قیری با داشتن ویژگی‌های خاص به عنوان پوشش‌های حفاظتی برای سالیان متمادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این پوشش‌ها به تنهایی در تمام زمینه‌ها، قابل کاربرد نبوده خصوصاً در شرایط دمایی بالا و پایین و محیط‌های حلالی قابل کاربرد نیستند. لذا تلاش وسیعی برای بهبود و اصلاح خواص آنها با استفاده از انواع ترکیبات معدنی و پلیمری انجام گرفته است.

۱-۲-۲ کاربرد اپوکسی‌ها در قیر [۶]

پوشش‌هایی از ترکیب قیرهای مختلف و اپوکسی رزین‌های متنوع همراه با عوامل پخت، تهیه شده و خواص آنها نسبت به پوشش‌های قیری تنها بررسی شده است.

اپوکسی رزینها به ترکیباتی اطلاق می‌شود که به طور متوسط دو یا تعداد بیشتری گروه اپوکسی در ساختار خود داشته باشند.

مهمترین نوع اپوکسی رزین‌های تجارتي از ترکیب اپی کلروهیدرین و ترکیبات دارای هیدروژن فعال تولید می‌شوند. این ترکیبات از خانواده پلی فنولیکها، منو و دی آمینها، آمین و فنولها، هتروسیلیک اسیدها، آمیدها، دیولهای آلیفاتیک، پلی اولها و غیره می‌باشند. گفتنی است که اپوکسی رزین‌های مشتق



شده از اپی کلروهیدرین را گلیسریل رزین می‌نامند. تقریباً ۷۵٪ رزینهای اپوکسی که در حال حاضر در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند از مشتقات دی‌گل‌یسریل اتر بیس فنول A (DGEBA) می‌باشند. برجستگی بیشتر این نوع رزینها در بازارهای جهانی به خاطر ویژگیهای خاص آنها می‌باشد. این ویژگیها شامل موارد زیر می‌شوند:

- قیمت پایین

- کارآیی بالا

- مصارف کاربردی فراوان

ویژگیهای اساسی رزینهای اپوکسی شامل موارد زیر می‌باشد:

- گرانروی پایین

- پخت آسان

- چروکیدگی کم

- قدرت چسبندگی زیاد

- عایق الکتریکی

- مقاومت شیمیایی خوب

- گستردگی و تنوع زیاد

قیرهای نفتی اصولاً جامد هستند، لذا برای اختلاط با اپوکسی رزین‌های مایع بایستی گرانروی قیر کاهش یابد. این مساله با حرارت دادن به قیر قابل حل است، ولی بایستی توجه داشت که برای قیرهای سخت (مثل ۹۰/۱۵) حرارت مورد نیاز بسیار زیاد بوده و در صنعت نیاز به مصرف انرژی بالایی دارد و همچنین اختلاط در درجه حرارت بالا مشکل است. اصولاً رزینها در درجه حرارتهای بالا تجزیه می‌شوند.

روش دیگر برای کاهش گرانروی قیر تهیه محلول قیر با استفاده از حلالهای نفتی است که بسیار

آسانتر و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد. بطور کلی قیرهای نفتی زمانی قابل اختلاط با

حلال‌های نفتی می‌باشند که دمای آنها 25°C (و بیشتر) بالاتر از نقطه نرمی آنها باشند. لذا به میزان

حرارتی که دمای آنها رابه حداکثر 120°C برساند، نیاز دارند تا به صورت محلول درآمده و با حلال‌های

نفتی مخلوط شوند. این حلال‌ها بایستی در دمای 120°C تبخیر نشوند، لذا حلال‌های حاصل از نفتی که

که رنج جوشیدن آنها بین 15 تا 98°C است، برای این منظور مناسب می‌باشند.



پوشش‌های قیر - اپوکسی به صورت دو جزئی بوده، جزء اول شامل قیر، رزین اپوکسی، رنگ دانه و کمک رنگدانه و حلال‌های مربوط است. جزء دوم که اصولاً عامل پخت می‌باشد با حلال‌هایی مناسب، به ویژه حلال‌های آروماتیک مانند زایلن یا n - بوتانول به نسبت تعیین شده ای رقیق می‌شود و سپس بسته‌بندی می‌گردد.

شرایط دمایی برای کاربرد این نوع پوششها بسیار خوب بوده به طوری که پوشش‌های تهیه شده، از 20°C زیر صفر تا 180°C قابل استفاده‌اند، در صورتیکه برای پوشش‌های قیری تنها، حداکثر دمای قابل کاربرد نقطه نرمی قیر مورد مصرف می‌باشد.

همچنین از لحاظ غوطه‌وری در محیط‌های شیمیایی و حلالی نیز نتایج کاملاً رضایت بخشی حاصل شده‌است. پوشش‌های قیری اصلاح نشده در حلال‌های آلی به طور کامل تخریب می‌شوند، در صورتیکه پوشش‌های اصلاح شده با رزین‌های اپوکسی در مجاورت حلال‌های آلی تغییر چندانی نمی‌کنند و یا در بعضی موارد بدون تغییر می‌مانند. همچنین غوطه‌وری در محیط‌های مرطوب از ویژگی‌های مهم این پوشش‌ها است. این نوع پوششها در صنایع متعددی کاربرد دارند، به ویژه در موارد زیر قابل استفاده می‌باشند:

- صنایع دریایی
- بدنه، عرشه، سکان و کلیه تجهیزات کشتی
- اسکله بنادر
- دریچه‌های سدها
- خطوط لوله انتقال سیال در مجتمع شیمیایی
- بدنه تانک‌های ذخیره مواد شیمیایی
- سطح بتون و کلیه سطوحی که با محیط خورنده و مواد شیمیایی سر و کار دارند

۲-۲-۲ کاربرد قطران زغال سنگ [۱]

عمر مفید آسفالت راهها و خیابانها در ایران نسبت به اغلب کشورهای پیشرفته کمتر است، بیشتر خرابیها مربوط به آسفالت رویه آنها می‌باشد که اکثراً در اثر کم شدن چسبندگی بین قیر و مصالح راهسازی و در نتیجه از دست دادن مواد پرکننده و ذرات ریز و همچنین ملات ایجاد می‌شوند. در بعضی از موارد ایجاد ترکهای ناشی از ضعف زیرسازی و کیفیت پایین مخلوط آسفالتی نیز مزید بر علت می‌باشد.

برای کاهش مشکلات فوق تحقیقات دامنه داری صورت گرفته است. علاوه بر استفاده از مواد بالابرنده چسبندگی ساخت خارج که مصرف آنها در مخلوط‌های آسفالتی، در کشورهای پیشرفته متداول



شده است، کوشش اصلی متوجه کاربرد مواد داخلی شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که می‌توان با اضافه کردن مقداری قطران زغال سنگ چسبندگی و کیفیت مخلوط‌های آسفالتی را در موارد لازم تا حد دلخواه بهبود بخشید.

۳-۲-۲ مواد مورد استفاده در تهیه پوشش قیری زیر بدنه اتومبیل [۴]

الف- پلیمرها

انواع پلیمرهایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول (۳-۲) آمده است که اغلب آنها نظیر C.P.E, P.P, P.E., C.R, S.B.R., C.P.P در اینحالت خاص مناسب نمی‌باشند و کیفیت دلخواه را به محصول نمی‌دهند.

سه پلیمر با نامهای تجاری زیر نتایج نسبتاً بهتری به محصول داده‌اند:

۱- کوپلیمر اکریلیت و اتیلن LUCOBIT

۲- CARIFLEX(S.B.R)

۳- EUPLENE 50 (APP, IPP و کوپلیمر اتیلن- پروپیلن)

که از بین آنها نمونه سوم که از مخلوط سه پلیمر با وزنهای مولکولی $APP=190000-80000$ و $IPP=80000-200000$ تشکیل شده است بازدهی بالاتری دارد.

جدول ۳-۲ پلیمرهای مصرفی و علامت اختصاری بکار رفته

Poly Propylene	P.P
Poly Ethylene	P.E
Chlorinated Polypropylene	C.P.P
Chlorinated Polyethylene	C.P.E
Latex	L
Lucobl	L.U
Euplene	E
Cariplex	C
Attactic poly propylene	A.P.P
Isotactic poly propylene	I.P.P
Crep rubber	C.R

ب- پرکننده‌ها

جهت تهیه قیر زیر بدنه اتومبیل از پرکننده‌های مختلفی استفاده می‌شود که می‌توان به موارد زیر

اشاره کرد:

- تالک



- سنگ آهک

- گچ

- کائولن

- سیلیس

- پودر پوکه معدنی

- انواع پودر آزبست داخلی و خارجی با دانه‌بندی‌های مختلف به طور معمول در این محصول حدود (۳۰-۴۵ درصد) فیلر موجود می‌باشد.

عموماً پرکننده‌هایی که به صورت پودر و عاری از الیاف باشند در صورت دارا بودن مشخصات اصلی لازم، از عمل‌کردی کم و بیش یکسانی برخوردار می‌باشند. البته بعضی پرکننده‌ها مانند کائولن، گرانروی محصول را بالا می‌برند و در نتیجه برای رسیدن به رقت لازم، حلال بیشتری لازم است، از طرفی به دلیل کاهش سیالیت، مقاومت در مقابل شره را افزایش می‌دهد.

ج- حلال‌ها

یکی از پارامترهای مهم در کیفیت این محصول میزان حلال‌های مورد استفاده و نوع آنها می‌باشد. وجود حلال مناسب به ایجاد سطح صاف و یا خمش‌پذیری مناسب کمک می‌نماید. در ساخت این محصول حلال‌های مختلفی چون گازوئیل AW402، AW409، AW406، الکل، استن، هگزان و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

د- مواد افزودنی

بدلیل حساسیت زیاد محصول و لزوم حفظ کیفیت لازم در هوا و کوره و محدودیت موجود در مورد انواع پلیمرها و حلال‌های مناسب اجباراً از برخی مواد افزودنی نیز استفاده می‌شود. موادی تحت نام‌های اروزیل، بنتون و همچنین استئارات‌های کلسیم، آلومینیوم و روی به محصول گرانروی کاذب می‌دهند و خصوصاً از شره کردن آن در هوا تا حدودی جلوگیری می‌نمایند. در مورد این محصول استئارات کلسیم نسبتاً مناسبتر تشخیص داده شده است و محصول مطلوب‌تری بدست می‌آید. در برخی از موارد، مقدار بسیار جزئی اسانس نیز برای تعدیل بوی محصول استفاده می‌گردد که در مورد این محصول از روغن کاج استفاده می‌شود.

۲-۴ مواد مورد استفاده در تهیه پوشش قیری زیر بدنه واگن‌های راه آهن [۳]

از آنجا که این محصول بر پایه امولسیون رسی قیر تهیه شده است، کیفیت و پایداری امولسیون نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در کیفیت قیر زیر بدنه دارد.



امولسیون با ثبات و ذرات ریز قیر، توانایی خوبی در پذیرش پرکننده‌های (فیلرهای) معدنی و ایجاد ثبات کافی در محصول نهایی در موقع انبار کردن و پاشش دارند. مواد اولیه زیر در ساخت امولسیون به کار می‌روند:

الف- قیر پایه

چهار نوع قیر A4, A3, A2, A1 به عنوان قیر پایه در نظر گرفته شده‌اند که قیرهای A4, A3, A1 از اختلاط چند نوع قیر تولید شده‌اند.

ب- بتونیت

بتونیت جز گروه خاک رس بوده که در این امولسیون‌ها به عنوان "امولسیفایر" و پایدارکننده اصلی مصرف می‌شود. به منظور کارآیی بیشتر بتونیت به آن نمکهای سدیم از قبیل کربنات سدیم می‌افزایند.

ج- اسید سولفوریک

به صورت محلول ۱۰٪ وزنی برای پخش مناسب قیر و تنظیم pH افزوده می‌شود.

د- مواد افزودنی

شامل کربنات سدیم و CMC بوده که ماده اول به منظور تنظیم pH نهایی و همچنین یکنواختی بهتر امولسیون و ماده دوم به منظور غلظت دهندگی و پایداری امولسیون و جلوگیری از آب افتادگی آن در نظر گرفته شده است.

ه- افزایش مواد پرکننده جهت تهیه محصول نهایی

دو نوع ماده پرکننده مورد نظر می‌باشد، یکی آزبست تولید داخل و دیگری نوعی عایق وارداتی تحت عنوان تجارتي "Silca Insulation" که مخلوطی از کوارتز، کائولن، میکا، کلسیت و فلدسپار می باشد که الیاف موجود در آن کوتاهتر از آزبست می‌باشد. هر کدام از مواد پرکننده فوق مزایا و معایبی دارند. آزبست، پرکننده بسیار خوبی است که علاوه بر ارزانی و سهولت تهیه از منابع داخلی، خواص مراسپی به محصول داده و به علت نداشتن قلیائیت بالا، تغییر زیادی در pH امولسیون ایجاد نمی‌کند. در مقابل به سبب خطرات احتمالی آن باید آمادگی‌های لازم از جمله تهویه کافی و استفاده از ماسک‌های ایمنی رعایت شود. ماده عایق وارداتی به علت عاری بودن از آزبست خطرات کمتری دارد. ولی pH امولسیون را به شدت تغییر می‌دهد. در ضمن به علت ارزبری و وارداتی بودن، دسترسی به آن مشکلتر است. با توجه به موارد فوق فرمولاسیون‌های حاوی آزبست مورد توجه قرار گرفته است.



۵-۲-۲ افزودنی‌های قیر برای آسفالت جاده‌ها [۱۱]

افزودنی‌های آسفالت سبب می‌شود که خاصیت Anti stripping (جدا شدن آسفالت از سنگ‌ریزه در اثر عوامل طبیعی مثل باران) بهبود یابد. این اثر در صورت افزودن مواد مورد نظر بسرعت نمایان خواهد شد. این افزودنی‌ها معمولاً شامل دو جزء می‌باشند:

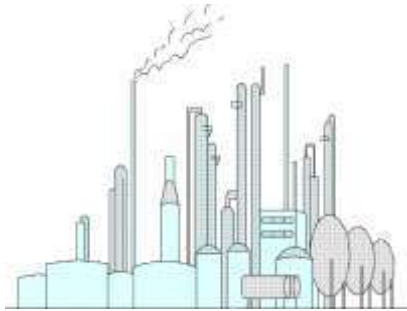
جزء A: اسید فسفریک

جزء B: حداقل یک جزء از گروهی که شامل روغن معدنی، الکی که ۸ تا ۱۸ اتم کربن دارد، کربوکسیلیک اسیدی که ۸ تا ۱۸ اتم کربن دارد و یا تری‌گلیسرید تهیه شده از آن. مقدار جزء B، ۲۰-۴۰ درصد وزنی جزء A می‌باشد.

درصد افزودنی مذکور ۳-۰/۰۵ درصد وزنی آسفالت می‌باشد.

۶-۲-۲ افزودنی‌های قیر برای افزایش مقاومت و استحکام

در صورتی که به آسفالت یک پلیمر که با حل شدن در آب رزین شود اضافه شود، دوام و استحکام آسفالت به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد. علاوه بر این، سرعت رزین‌سازی می‌تواند آزادانه توسط تاثیر یک شتاب‌دهنده رزین کنترل شود، از این رو، افزودنی برای تولید امولسیون قیر و ترکیبات آسفالت برای مخلوط کردن در دماهای پایین می‌تواند برای کاربردهای مختلفی مانند آسفالت جاده ها، عایق های ساختمان و چسبها بکار رود.



واحد قیر پالایشگاه‌های کشور و عوامل تولید ضایعات قیر

در ایران هفت پالایشگاه دارای واحد تولید قیر می باشند که در این فصل مورد مطالعه قرار می گیرند. اطلاعاتی که در این فصل آورده می شود طی مکاتبه از پالایشگاه‌های مربوطه دریافت شده است و البته بعضی از اطلاعات از بازدیدهای صورت گرفته می باشد که در متن ذکر شده است. [۹]

۱-۳ عوامل ایجاد ضایعات قیر در پالایشگاهها

نکته مهمی که ابتدا باید ذکر شود این است که کیفیت قیرهای ضایعاتی که در پالایشگاه‌های نفت وجود می‌آیند Off Spec نمی‌باشند، بلکه به دلایل مختلف قابل عرضه به بازار نمی‌باشند. به همین دلیل پس از بررسی‌های انجام شده، موضوع استفاده از قیرهای ضایعاتی در صنایعی همچون عایق‌های حرارتی که در پروپوزال ذکر شده بود موردنیاز نخواهد بود. علاوه بر آن باید گفت که این صنایع هم برای مایع کردن این بشکه‌ها مجبور هستند طرح مجزایی را ایجاد کنند که با توجه به کم بودن این ضایعات و نیز تنوع گریدهای این ضایعات امکان‌پذیر نمی‌باشد. از طرفی فروختن این ضایعات به مردم ممکن است به دلیل بعضی سوء استفاده‌ها مناسب نباشد.

بطور کلی مهمترین عوامل ایجاد ضایعات قیر در پالایشگاهها را می‌توان به موارد زیر تقسیم بندی کرد:

۳ + ۱ نشتی پمپ‌های واحد قیرسازی

از رایج‌ترین نوع تولید ضایعات قیر در پالایشگاهها نشتی از پمپ‌هایی با آب‌بندی پکینگی بوده



است. میزان این نوع ضایعات در پالایشگاههای مختلف متفاوت بوده است. یعنی برحسب نوع پمپ و نوع پکینگی که به کار می‌برند و نیز عمر پمپ متغیر می‌باشد.

شکل ۱-۳ نمایی از نشتی قیر از پمپ

۳ + ۲ سوراخ بودن بشکه‌ها

یکی دیگر از عوامل بسیار مهم در پالایشگاههایی که قیر را بصورت بشکه ارسال می‌کنند پارگی، سوراخ شدگی و نشتی از بشکه‌ها می‌باشد. تا حدود یکسال و نیم پیش همه پالایشگاهها بصورت بشکه‌ای هم قیر ارسال می‌کردند اما از آن زمان به بعد بمرور پالایشگاهها شروع به عرضه قیر بصورت تانکر ری نمودند. به همین دلیل حجم زیادی از بار تولید ضایعات قیر کاسته شد. بصورتی که بشکه‌های قیر ضایعاتی که در گوشه‌ای از پالایشگاه جمع می‌شد و فضای زیادی از پالایشگاه را اشغال می‌نمود کاهش



یافتند با وجود این، هم اکنون نیز در بعضی از پالایشگاه‌ها انبوه بشکه های قیر ضایعاتی وجود دارد. پیش‌بینی می‌گردد با اجرای طرح پیشنهادی جهت بازیافت قیر در پالایشگاه‌ها (فصل آخر گزارش) بتوان این معضل را تا حدود زیادی رفع کرد و ضمن سوددهی، نمای برخی از قسمتهای پالایشگاهها را بهتر



شکل ۲-۳ نمای از فضای اشغالی توسط بشکه‌های ضایعاتی قیر در پالایشگاهها

نمود.

۳ + ۳ محصول بینابین واحد‌ها هنگام تغییر محصول تولیدی

این مشکل تنها در دو پالایشگاه گزارش شده که در بازدید حضوری از پالایشگاهها فرستادن این محصول بینابین به عنوان Blend به یکی از محصولات طبق نظر مسئولین عملیاتی تغییری در کیفیت محصول نخواهد گذاشت.

۳ + ۴ ریزش از بازوهای بارگیری قیر

این مشکل در پالایشگاههایی دیده شد که دارای بازوهای متحرک (چرخان) هستند. بعضاً میزان این ضایعات با توجه به نوع قیر بسیار زیاد بوده‌است.





۳ + ۵ نشتی از شیرآلات و فلنجها

این مسئله هم یکی از عوامل ایجاد ضایعات بوده که البته حجم آن کم می‌باشد

۳ + ۶ نشتی مبدل‌ها

تنها در دو پالایشگاه نشتی از مبدل‌ها را شاهد بودیم که گفته شد پس از آچار کشی مبدل‌ها مشکل رفع می‌شود.

۲-۳ مشکلات ناشی از ضایعات قیر

ایجاد ضایعات قیر با توجه به عامل بوجود آورنده آن علاوه بر هدر دادن قیر تولیدی پالایشگاه، مشکلات دیگری را نیز بوجود می‌آورد که موجب صرف هزینه‌هایی برای برطرف کردن آنها می‌شود.

نشت کردن قیر از پمپ‌ها و مبدل‌های واحد قیرسازی هزینه‌های زیادی را به بار می‌آورد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- هزینه کاری تمیز کردن محیط واحد قیرسازی
- هزینه قیری که ضایع شده است
- هزینه آچار کشی مبدل‌ها
- چون نشت پمپ‌ها معمولاً ناشی از آسیب دیدگی در آب بندی آنهاست، در نتیجه تعویض آب بندی پمپ نیز هزینه دیگری به بار می‌آورد.
- تذکر: در صورتی که قیر ضایعاتی ایجاد شده در پالایشگاه به واسطه سوراخی بشکه‌ها باشد، هزینه‌های ایجاد شده عبارتند از:

- هزینه کاری^۱ جهت جمع‌آوری بشکف‌های سوراخ شده
 - هزینه بریدن در بشکه‌ها
 - هزینه‌های نقل و انتقال بشکه‌های قیر ضایعاتی
- برای بازیافت قیر ضایعاتی تولید شده نیز می‌بایست هزینه‌ای اختصاص داده شود که در این صورت هزینه نسبتاً بالایی خواهد بود. این هزینه با توجه به نوع طرح پیشنهادی برای بازیافت قیر متفاوت خواهد بود. به عنوان مثال گاهی قیر نشت کرده از پمپ‌های واحد قیرسازی را با بنزین حل کرده و جهت سوخت کوره‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند، که هزینه بنزین مصرفی یکی از هزینه‌های این روش می‌باشد.

¹ Labor working



از دیگر هزینه‌هایی که می‌توان به آن اشاره نمود، هزینه ای است که صرف کارهای اداری جهت هماهنگی‌های لازم برای خارج کردن قیرهای ضایعاتی از پالایشگاه می‌شود.

۳-۳ پالایشگاه‌های تولیدکننده قیر

در زیر به بیان گزارش دقیقتر عوامل ایجادکننده ضایعات قیر و میزان آنها به تفکیک پالایشگاه‌ها پرداخته می‌شود. [۹]

۳-۳-۱ پالایشگاه اراک

قیر تولیدی پالایشگاه اراک در واحد Asphalt Blowing تولید می‌شود. محصول این واحد قیر ۶۰/۷۰ می‌باشد. خوراک این واحد را ته‌مانده برج خلاء^۱ تامین می‌کند. در حالت عادی میزان تولید قیر در این واحد ۶۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد. اما این میزان تا ۱۲۰۰۰ بشکه در روز قابل افزایش است. ضمناً این پالایشگاه قادر است قیر ۸۵/۱۰۰ نیز تولید کند. قیر تولیدی از این واحد بوسیله تانکر به بازار عرضه می‌گردد.

در این پالایشگاه عواملی که باعث بوجود آمدن ضایعات قیر می‌شوند عبارتند از:

- نشتی از پمپ‌ها

- نشتی از شیرآلات

- نشتی از فلنجه‌ها

واحد تولید قیر پالایشگاه اراک (Asphalt blowing) حدود ۱۴۰-۱۵۰ بشکه در ماه ضایعات قیر دارد. مقداری از این ضایعات توسط گازوئیل که تقریباً برابر Lit/day ۲۰۰۰۰ می‌باشد شسته شده و مجدداً جهت مصرف سوخت کوره‌ها استفاده می‌گردد. این روش جهت بازیافت قیر تنها در این پالایشگاه دیده شده است و به نظر می‌رسد مقدار گازوئیلی که برای بازیافت قیر ضایعاتی مصرف می‌شود، بالا باشد.

هنگام تغییر شرایط عملیاتی واحد تولید قیر برای بدست آوردن محصولات متفاوت، قیری تولید می‌شود که فاقد شرایط استاندارد می‌باشد. این قیر کیفیت مطلوب نداشته و برای بکارگیری و عرضه به بازار مناسب نمی‌باشد. همچنین خارج کردن آن از سیستم خود باعث ایجاد قیر ضایعاتی می‌شود. در پالایشگاه اراک در مدت تغییر شرایط عملیاتی واحد تولید قیر، قیری به بیرون کشیده نمی‌شود. بلکه انواع

¹ Vaccum Bottom



آن با درجه متفاوت مخلوط شده و قیر مطلوب بدست می‌آید، و در مدت تغییر شرایط، تولید پیوسته قیر و ارسال آن به مخازن ادامه می‌یابد.

جدول ۱-۳ عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه اراک

میزان ضایعات barrel/month	عوامل ایجاد قیر ضایعاتی
۱۴۰-۱۵۰	نشستی از پمپ‌ها، شیرآلات و فلنج‌ها

همانطوری که ذکر شد یکی از عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه اراک نشستی از پمپ‌ها می‌باشد بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که پمپ‌های واحد آسفالت‌سازی مورد بررسی قرار گیرند. در واحد آسفالت‌سازی پالایشگاه اراک تعداد ۸ پمپ در سرویس می‌باشند. تمام این پمپ‌ها از نوع Screw Pump می‌باشند. این پمپ‌ها به طریقهٔ پکینگ آب‌بندی شده‌اند و ماده‌ای که برای آب‌بندی آنها مورد استفاده قرار گرفته از جنس تفلون^۱ می‌باشد.

لازم به ذکر است که اولین پکینگ که با قیر در تماس است از جنس سرب می‌باشد که نمی‌سوزد و ۳ حلقهٔ بعدی آن از جنس تفلون می‌باشد. پکینگ پمپ‌ها حداقل هر ۳ ماه تا ۹ ماه تعویض می‌شوند. اگر دورهٔ زمانی تعویض پکینگ پمپ‌ها را به ۴ قسمت تقسیم کنیم در ۱/۴ اول دورهٔ زمانی میزان نشستی از پمپ‌ها ۷۰۰ lit/day، در ۱/۴ دوم میزان نشستی ۷۵۰ lit/day، در ۱/۴ سوم میزان نشستی ۸۰۰ lit/day و در ۱/۴ پایانی میزان نشستی ۹۰۰ lit/day خواهد بود، مشاهده می‌شود که هرچه زمان بیشتری از عمل پکینگ می‌گذرد میزان نشستی نیز افزایش می‌یابد. اطلاعات فوق در جداول (۲-۳) و (۳-۳) خلاصه شده‌اند:

جدول ۲-۳ مشخصات پمپ‌های واحد قیر سازی پالایشگاه اراک

نام پمپ	نوع پمپ	تعداد	نوع آب‌بندی	ماده مورد استفاده در آب‌بندی
۱۰۰۱/A&B&C	Screw	۳	پکینگ	تفلون
۱۰۰۲/A&B	Screw	۲	پکینگ	تفلون
۱۰۰۳/A&B	Screw	۲	پکینگ	تفلون

جدول ۳-۳ تغییرات نشستی پمپ‌ها در دوره مصرف پکینگ‌ها

فاصله زمانی استفاده از پکینگ	۱/۴ اول	۱/۴ دوم	۱/۴ سوم	۱/۴ چهارم
میزان نشستی lit/day	۷۰۰	۷۵۰	۸۰۰	۹۰۰

¹ Teflon



۳-۳-۲ پالایشگاه شیراز

در پالایشگاه شیراز به دو طریق قیر تولید می‌شود. یکی در واحد تقطیر در خلاء جهت تولید قیرهای ۶۰/۷۰ و MC-۲۵۰ و دیگری واحد دمیدن هواست که قیر ۹۰/۱۵ تولید می‌کند. ظرفیت تولید قیر ۶۰/۷۰ در حالت عادی ۳۰۰۰ بشکه در روز و حداکثر تولید ۳۵۰۰ بشکه در روز می‌باشد.

ظرفیت تولید قیر MC-۲۵۰ در حالت عادی ۲۰۰۰ بشکه در روز و حداکثر تولید ۲۵۰۰ بشکه در روز می‌باشد.

ظرفیت تولید قیر ۹۰/۱۵ در حالت عادی ۷۰۰ و حداکثر تولید ۹۰۰ بشکه در روز می‌باشد. قابل توجه است که میزان تولید قیر ۶۰/۷۰ و MC-۲۵۰ و نیز قیر ۹۰/۱۵ با توجه به نیاز منطقه قابل تغییر می‌باشد. محصولات قیر پالایشگاه شیراز به ۳ طریق به بازار عرضه می‌گردند که عبارتند از:

۱- از طریق تانکر

۲- از طریق بشکه

۳- به صورت کارتنی

البته در زمان بازدید از پالایشگاه تنها از طریق تانکر عرضه قیر انجام می‌شد. عواملی که در واحد آسفالت‌سازی پالایشگاه شیراز باعث بوجود آمدن قیر ضایعاتی می‌شوند عبارتند از:

- نامناسب بودن ظروف بارگیری و نشستی هنگام پر کردن

- نشستی پمپ‌های واحد

- نشستی از بازوهای بارگیری

سهمی که هر یک از عوامل فوق در ایجاد قیر ضایعاتی دارند در جدول ۳-۴ آمده است:

جدول ۳-۴ عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه شیراز

میزان ضایعات barrel/month	عامل ایجاد قیر ضایعاتی
۱۰	خرابی ظروف خالی و نشستی هنگام پر کردن
۲	پوسیدگی تدریجی ظروف پر شده به دلیل عدم برداشت
۱	نشستی پمپ‌های واحد یا بارگیری
۱۳	مجموع

البته میزان نشستی از بازوها بسیار کم گزارش شده زیرا طی بازدیدی که انجام شد میزان این ضایعات حدوداً ۶۰ بشکه در ماه برآورد گردید. طبق مستندات ارسالی در واحد قیرسازی در مدت تغییر شرایط



عملیاتی برای بدست آوردن محصولات متفاوت با توجه به اینکه قیری که در این مدت تولید می‌شود فاقد شرایط استاندارد می‌باشد به بیرون کشیده می‌شود که این خود یکی از عوامل ایجاد ضایعات قیر می‌باشد. اما طی بازدید انجام شده ذکر گردید که معمولاً قیر بین‌نابینی به مخازن فرستاده می‌شود.

پمپ‌های واحد قیرسازی

بر اساس اطلاعاتی که از پالایشگاه شیراز در عطف شده است در واحد قیر دمیده تعداد ۳ پمپ در سرویس می‌باشند که هر ۳ از نوع Rotary Gear Pump می‌باشند. آب‌بندی این پمپ ها از نوع مکانیکال سیل^۱ می‌باشد. در واحد تقطیر در خلاء، قیر ۶۰/۷۰ توسط ۲ پمپ که از نوع سانتریفوژ می‌باشند در سرویس قرار گرفته‌اند. این پمپها به طریقهٔ پکینگ و به وسیلهٔ ماده‌ای از جنس کتان^۱ آب‌بندی شده‌اند. در واحد بارگیری ۳ پمپ در سرویس می‌باشند. این پمپ‌ها برای بارگیری قیر دمیدهٔ ۹۰/۱۵، قیر ۶۰/۷۰ و قیر MC-۲۵۰ می‌باشند. جنس هر ۳ پمپ از نوع Gear Pump می‌باشد که به طریقهٔ پکینگ و به وسیلهٔ ماده‌ای از جنس کتان آب‌بندی شده‌اند. مدت زمان تعویض پکینگ پمپ‌ها هر ۷ روز می‌باشد. اطلاعات مربوط به پمپ‌های واحد قیرسازی پالایشگاه شیراز در جدول (۳-۵) خلاصه شده است:

جدول ۳-۵ مشخصات پمپ‌های واحد قیر سازی پالایشگاه شیراز

نام واحد	تعداد پمپ	نوع پمپ	نوع آب‌بندی	مادهٔ آب‌بندی
قیردمیدهٔ ۹۰/۱۵	۳	Rotary Gear pump	Mechanical seal	-
تقطیر در خلاء ۶۰/۷۰	۲	Centrifugal	Packing seal	Cotton
بارگیری	۳	Gear Pump	Packing seal	Cotton

۳-۳-۳ پالایشگاه آبادان

واحدهایی که در پالایشگاه آبادان قیر تولید می‌کنند عبارتند از:

- واحد تقطیر در خلاء ۵۵
- واحد تقطیر در خلاء ۷۰
- واحد تقطیر در خلاء ۷۵

¹ mechanical seal

¹ Cotton



واحدهای تقطیر فوق در حال حاضر قیر ۶۰/۷۰ تولید می‌کنند که در واقع از برج تقطیر در خلاء به دست می‌آید و در واحد قیر و بارگیری به همان شکل قیر ۶۰/۷۰ ذخیره می‌شود و یا تبدیل به دیگر انواع قیر می‌نمایند. ظرفیت تولید قیر واحد VB55 در حالت عادی ۱۱۶۵ و حداکثر تولید ۱۷۵۰ بشکه در روز می‌باشد.

ظرفیت تولید واحد VB 70 در حالت عادی ۷۶۵۰ و حداکثر ۸۶۹۲ بشکه در روز می‌باشد. همچنین ظرفیت تولید واحد VB 55 در حالت عادی ۷۰۵۰ و حداکثر تولید ۹۰۰۰ بشکه می‌باشد. محصولات قیر پالایشگاه آبادان به دو طریق به بازار عرضه می‌گردند که عبارتند از:

- تانکری

- بشکه‌ای

این پالایشگاه دارای کارگاه بشکه‌سازی می‌باشد و طبق اطلاعات دریافت شده تست هوا برای کنترل بشکه‌ها از نظر سوراخ بودن انجام می‌شود. البته این واحد به بخش خصوصی واگذار شده‌است. عواملی که باعث تولید قیر ضایعاتی در پالایشگاه آبادان می‌شوند عبارتند از:

- نشستی از پمپ‌ها

- نشستی از برجها

- هنگام تخلیه

- نشستی از بشکه‌ها

در مورد نشستی از برجها باید گفت که برجهای هوادهی این واحد بعضاً اتفاق افتاده فوران نماید و مقدار زیادی قیر را به بیرون پاشد. و یا اتفاق افتاده که به دلیل مشکلات فنی مجبور به تخلیه یک مخزن در مدت زمان کوتاهی شوند. البته در این پالایشگاه ایده جالبی را بعنوان طرح بازیافت اجرا نموده‌اند و همین طرح توانسته ضایعات ایجاد شده را بازیافت نماید.

مقدار قیر ضایعاتی که هر یک از عوامل فوق تولید می‌کنند در جدول ۳-۶ ارائه شده‌است.

البته طی بازدیدی که انجام گرفت تعداد حدوداً ۳ بشکه در روز ضایعات مشاهده و تخمین زده شد که البته با سیستم ابتدایی اشاره شد بازیافت می‌گردید. ضمناً این پالایشگاه ضایعات قیر از طریق بازوهای بارگیری نداشته و این امر به علت وجود بازوهای نوع ثابت در این پالایشگاه می‌باشد.



جدول ۳-۶ عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه آبادان

میزان ضایعات barrel/month	عوامل ایجاد قیر ضایعاتی
۷	نشتی از پمپ‌ها
۲	نشتی از برجها
۱	هنگام تخلیه
۱۰-۱۵	بشکه‌ها
۲۰-۲۵	مجموع

پمپ‌های واحد قیر سازی



در واحد قیر سازی پالایشگاه آبادان (B.B.P) ۵ پمپ کار انتقال قیرهای تولیدی را بر عهده دارند . پمپ‌های CB101 و CB102 قیر MC-250 را انتقال می دهند. این پمپ‌ها از نوع wercS می‌باشند که بوسیله پکینگ آب بندی شده اند. پمپ CB103 هم قیر MC-250 را انتقال می دهد و از نوع پمپ با جابجایی مثبت می باشد. این پمپ نیز به طریقه پکینگی آب بندی شده‌است.

پمپ‌های SB-1 و SB-2 مسئولیت انتقال قیر 60/70 را بر عهده دارند. این پمپ‌ها نیز از نوع پمپ با جابجایی مثبت می باشند و به طریقه پکینگی آب بندی شده‌اند.

آکنه‌ای (پکینگی) که برای آب بندی پمپ‌های واحد B.B.P به کار رفته است به THISTLE معروف می‌باشد که نام تجاری کارخانه سازنده و از جنس نخ آزیست آمیخته با گرافیت بوده و برای حداکثر درجه حرارت ۸۰۰ °F مورد استفاده قرار می گیرد.

مدت زمان تعویض پکینگ پمپ‌ها به طور متوسط هر ۳۰ روز می‌باشد. اگر دوره زمانی تعویض پکینگ پمپ‌ها را به دو قسمت تقسیم کنیم، در نیمه اول حدود ۱/۶ بشکه در ماه و در نیمه دوم حدود ۳ بشکه در ماه پمپ‌ها نشتی خواهند داشت. البته طبق گفته مسئول واحد بعضاً پکینگ‌ها ظرف یک هفته عوض می‌شوند. همچنین در واحد دو پمپ وجود داشته که به جهت ایجاد ضایعات فراوان از سرویس خارج شده‌اند. در مورد تعویض آب بندی پمپ‌ها از نوع پکینگی به نوع مکانیکال سیل با مسئول مربوطه صحبت شد، همچنین اشاره شد که چند پمپ جدید سفارش داده شده‌است.

پمپ	نوع پمپ	نوع آب بندی	ماده مورد استفاده در آب بندی
CB101	Screw Pump	Packing	THISTLE
CB102	Screw Pump	Packing	THISTLE
CB103	Centerifugal Pump	Packing	THISTLE

 <p>شرکت ملی پالایش و پخش</p>	<p>مطالعات امکان‌سنجی جهت بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور فصل سوم: واحد قیر پالایشگاه‌های کشور و عوامل تولید ضایعات قیر</p>	 <p>شرکت مهندسی ایده پردازان شریف</p>
--	--	--

THISTLE	Packing	Centerifugal Pump	SB-1
THISTLE	Packing	Centerifugal Pump	SB-2

جدول ۳-۷ مشخصات پمپ‌های واحد قیرسازی پالایشگاه آبادان

جدول ۳-۸ تغییرات ناشی پمپ‌ها در دوره مصرف پکینگ‌ها

۱/۲ دوم	۱/۲ اول	فاصله زمانی استفاده از packing
۳ Barrel/month	۱/۶ Barrel/month	میزان ناشی

۴-۳-۳ پالایشگاه اصفهان

متأسفانه مسئولین مربوطه در پالایشگاه اصفهان نسبت به تکمیل و ارسال پرسشنامه تهیه شده، اقدام ننمودند ولی طی بازدیدی که از این پالایشگاه انجام شد، اطلاعات زیر بدست آمده است.

محصول قیر پالایشگاه در حدود ۳۰۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ بشکه در روز برای صادرات می‌باشد. قبلاً قیرها به صورت بشکه‌ای صادر می‌شد اما از شهریورماه ۱۳۸۰ قیر کلاً به صورت تانکری از پالایشگاه خارج می‌شود. در پالایشگاه اصفهان انواع قیرها از جمله ۶۰/۷۰، ۸۵/۲۵ و ... تولید می‌شود.

بر اساس اطلاعات بدست آمده از بازدید پالایشگاه اصفهان، مشکل قیر ضایعاتی در این پالایشگاه از سه منبع می‌باشد: در درجه اول وجود مشکل در بشکه‌های قیر، باعث ناشی از آنها و در پی آن خارج کردن آنها می‌شود. مقدار این ضایعات در حدود ۴۰ تا ۵۰ بشکه در ماه است. در درجه دوم ایجاد قیر بینابین طی تغییر محصول واحد قیرسازی می‌باشد که مجبور به خارج کردن آن به دلیل غیر استاندارد بودن می‌شوند. مقدار این ضایعات هم در حدود ۱۰ تا ۱۵ بشکه در ماه است. و در نهایت ناشی از پمپ‌های واحد می‌باشد که مقدار آن در حدود ۵ تا ۱۰ بشکه در ماه است.

آب‌بندی پمپ‌ها از نوع پکینگ بوده که تحمل فشار و دمای بالا را نداشته و قسمت آب بندی آن ناشی دارد. جهت حل این مشکل مکانیکال سیل سفارش داده شده که طبق اطلاعات قبلی در مراحل خرید می‌باشد.

۵-۳-۳ پالایشگاه تهران

در پالایشگاه تهران ۳ واحد قیر تولید می‌کنند که علی‌تند از:

۱- واحد Roofing Asphalt (1)



۲- واحد Paving Asphalt (2)

۳- واحد Paving Asphalt (3)

محصول واحد Roofing Asphalt آسفالت پشت‌بامها و واحدهای Paving Asphalt، آسفالت جهت راهسازی است. خوراک واحدهای (۲) و (۳) Vacuum Bottom و خوراک واحد (۱) Paving Asphalt می‌باشد. میزان تولید محصول Paving Asp. در حالت عادی ۵۱۷۵ بشکه در روز و حداکثر ۷۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد و میزان تولید محصول Roofing Asp. در حالت عادی ۱۱۷۵ بشکه در روز و حداکثر ۱۵۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد.

در پالایشگاه تهران قیر از طریق تانکر بارگیری و به بازار انتقال می‌یابد. سیستم بشکه برای این کار مورد استفاده قرار می‌گرفت ولی به علت ضایعات زیاد دیگر از این سیستم استفاده نمی‌شود و سیستم بارگیری از طریق تانکر جایگزین آن شده است.

عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه تهران عبارتند از:

- نشتی از پمپ‌های واحد آسفالت

- نشتی از مبدل‌ها

سهمی که هر یک از عوامل فوق در ایجاد قیر ضایعاتی دارند عبارتند از:

جدول ۳-۹ عوامل ایجاد قیر ضایعاتی در پالایشگاه تهران

میزان تولید barrel/month	عوامل ایجاد قیر ضایعاتی
۱	نشتی از پمپ‌ها
متغیر تا ۲۰	نشتی از مبدل‌ها
حدود ۲۱	مجموع

در هنگام تغییر شرایط عملیاتی برای تغییر محصول واحد، قیر بینایی که در این حین بوجود می‌آید به مخازن ارسال می‌شود و قیر به طور پیوسته تولید می‌شود و قیری از سیستم خارج نمی‌شود.

پمپ‌های واحد قیرسازی

در واحد قیرسازی پالایشگاه تهران ۴ پمپ برای انتقال قیر در سرویس می‌باشند که یک پمپ در واحد Roofing ASP(1)، یک پمپ در واحد Paving ASP(2) و دو پمپ در واحد Paving ASP(2) موجود می‌باشند.



این پمپ‌ها از نوع Screw می‌باشند که به طریقهٔ پکینگ آب‌بندی شده‌اند. طبق گزارش مسئولین پالایشگاه جنس ماده‌ای که برای پکینگ پمپ‌ها استفاده شده است به صورت زیر معرفی شده است:
Molded hard non-graphit, flexible metallic and soft plated asbestos.
ولی طبق گفتهٔ مسئولین پالایشگاه مکانیکال سیل نمودن تلمبه‌ها انجام شده است.
مدت زمان تعویض پکینگ پمپ‌ها هر ۹۰ روز یکبار می‌باشد (با توجه به اطلاعات ارسالی پالایشگاه‌ها موجود در پیوست چهار).

۳-۶ پالایشگاه تبریز

در این پالایشگاه واحد تقطیر و واحد Asphalt oxidizing قیر تولید می‌کنند. طبق اطلاعات دریافت شده، میزان تولید قیر ۸۵/۱۰۰ در حالت عادی ۵۵۰۰ بشکه در روز و در حالت حداکثر ۷۵۰۰ بشکه در روز می‌باشد و میزان تولید قیر ۸۵/۲۵، در حالت حداکثر ۱۰۰۰ بشکه در روز می‌باشد. در این پالایشگاه قیر به دو طریقه بارگیری و انتقال می‌یابد:
- قیر ۸۵/۱۰۰ که از طریق تانکر بارگیری می‌شود.
- قیر ۸۵/۲۵ که از طریق کارتنی توزیع می‌شود.
بر اساس اطلاعات دریافت شده از مسئولین پالایشگاه تبریز تنها عاملی که باعث ایجاد قیر ضایعاتی در واحد‌های قیرسازی این پالایشگاه می‌شود، نشستی از پمپ‌های واحد می‌باشند که به طور مساوی چهار لیتر یا چهار کیلوگرم در روز نشستی دارند که این مقدار نشستی در ماه کمتر از دو بشکه ضایعات می‌شود. جهت اطمینان از میزان ضایعات قیر، تماس تلفنی با مسئولین مربوطه در پالایشگاه تبریز برقرار شد که عدم مشکل قیر ضایعاتی در این پالایشگاه خاطر نشان شد.
ضمناً در این پالایشگاه در طول تغییر شرایط برای تغییر محصول، تولید پیوسته قیر (محصول بینابین) ادامه می‌یابد و به مخازن ارسال می‌شود. یعنی در این مدت قیری از سیستم خارج نمی‌شود.

پمپ‌های واحد قیر سازی

در واحدهای قیرسازی پالایشگاه تبریز دو پمپ قیر ۸۵/۱۰۰ و دو پمپ قیر ۸۵/۲۵ را منتقل می‌کنند. پمپی که قیر ۸۵/۱۰۰ را منتقل می‌کند از نوع چرخشی (Rotary) می‌باشد که نوع آب‌بندی آن مکانیکی می‌باشد. پمپی که قیر ۸۵/۲۵ را منتقل می‌کند از نوع سانتریفوژ (lagufirtneC) می‌باشد که نوع آب‌بندی آن نیز مکانیکی می‌باشد.



۷-۳-۳ پالایشگاه بندرعباس

پالایشگاه بندرعباس هشتمین پالایشگاه کشور می باشد که اطلاعات دریافتی حاکی از آن است که واحد تولید قیر این پالایشگاه در حال حاضر فعال نمی باشد. اطلاعات ارائه شده فوق در مورد پالایشگاه های کشور در جدول (۳-۱۰) به صورت یکجا جمع آوری گردیده است.



مطالعات امکان‌سنجی جهت بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور
فصل سوم: واحد قیر پالایشگاه‌های کشور و عوامل تولید ضایعات قیر



جدول ۳-۱۰ اطلاعات واحدهای قیر پالایشگاه‌های کشور

هزینه ضایعات قیر در سال (ریال)	ضایعات (بشکه در ماه)			ظرفیت (بشکه در روز)		محصول	نام واحد	پالایشگاه
	سایر موارد	نشتی از پمپ	نشتی از بشکه	حداکثر	نرمال			
۲۵۷۴۰۰۰۰	۱۲	۱	-	۳۵۰۰	۳۰۰۰	قیر ۶۰/۷۰	تقطیر در خلاء	شیراز
				۲۵۰۰	۲۰۰۰	MC-۲۵۰	تقطیر در خلاء	
				۹۰۰	۷۰۰	قیر ۹۰/۱۵	Air Blowing	
۴۹۵۰۰۰۰۰	۳	۷	۱۵	۱۷۵۰	۱۱۶۵	قیر ۶۰/۷۰	واحد تقطیر در خلاء 55	آبادان
				۸۶۹۲	۷۶۵۰	قیر ۶۰/۷۰	واحد تقطیر در خلاء 70	
				۹۰۰۰	۷۰۵۰	قیر ۶۰/۷۰	واحد تقطیر در خلاء 75	
۴۱۵۸۰۰۰۰	۲۰	۱	-	۱۵۰۰	۱۱۷۵	قیر ۹۰/۱۵	Roofing Asphalt(1)	تهران
				۵۱۷۵	۵۱۷۵	قیر ۶۰/۷۰	Paving Asphalt(2)	
				۵۱۷۵	۵۱۷۵	قیر ۶۰/۷۰	Paving Asphalt(3)	
۱۴۸۵۰۰۰۰۰	۱۵	۱۰	۵۰	۲۰۰۰۰		قیر ۶۰/۷۰	آسفالت‌سازی قدیم	اصفهان
				۴۵۰۰		MC-۲۵۰	واحد MC	
				۸۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰/۷۰	آسفالت‌سازی جدید	
				۲۵۰۰		۸۵/۱۰۰	آسفالت‌سازی جدید	
۳۹۶۰۰۰۰	-	۱	-	۷۵۰۰	۵۵۰۰	۸۵/۱۰۰	Asphalt Oxidizing	تبریز
	-	۱	-	۱۰۰۰	-	۸۵/۲۵	Asphalt Oxidizing	
۲۹۷۰۰۰۰۰۰		۱۵۰		۱۲۰۰۰	۶۰۰۰	قیر ۶۰/۷۰	Asphalt Blowing	اراک
۵۶۶۲۸۰۰۰۰	۱۲۵	۹۶	۶۵	مجموع				



طبق آمار فوق میزان کل ضایعات قیر در پالایشگاه‌های کشور حدود ۲۸۶ بشکه در ماه معادل ۳۴۳۲ بشکه در سال و حدود ۵۷۳۰۰۰ کیلوگرم در سال می‌باشد برای محاسبه میزان هزینه ضایعات هر پالایشگاه در سال از جدول ۳-۱۲ می‌توان استفاده کرد. اما از آنجایی که ضایعات قیر در پالایشگاه قابل تفکیک نمی‌باشد لذا برای محاسبه میزان هزینه قیر ضایعاتی (قیر تلف شده) در پالایشگاه از متوسط قیمت برای یک کیلو قیر معادل حدود ۱۰۰۰ ریال استفاده شده است. همانطور که در جدول آمده است کل هزینه ۵۶۶۲۸۰۰۰۰ ریال بابت ضایعات سالیانه قیر به کل پالایشگاه‌های کشور تحمیل می‌شود. البته بهتر است بجای هزینه از لغت سرمایه از دست رفته استفاده شود. البته باید این نکته را در نظر داشت که بشکه‌های قیر ضایعاتی در پالایشگاهها فضای زیادی را اشغال می‌کنند اما نمی‌توان برای فضای اشغالی در پالایشگاهها هزینه دقیقی در نظر گرفت. همچنین هزینه‌های دیگری از جمله هزینه جمع‌آوری قیرها در واحد، هزینه انتقال بشکه‌ها به بیرون از پالایشگاه، هزینه حلالی که برای پاک کردن کف واحد استفاده می‌شود و ... نیز وجود دارد که برآورد آنها نمی‌تواند دقیق باشد اما به هر حال این هزینه‌ها به صورت واقعی وجود دارد. با تقریب نسبتاً خوبی می‌توان این هزینه‌ها را با درآمد احتمالی که پالایشگاهها از منبع فروش زیر قیمت این ضایعات حاصل می‌شود، برابر دانست. در جدول (۳-۱۱) آمار فروش قیرهای عمده تولیدی کشور مشتمل بر قیرهای ۶۰/۷۰، ۸۵/۱۰۰ و MC-250 به تفکیک مصرف‌کنندگان عمده داخلی بر حسب تن در سال آورده شده است.

۳-۴ آمار و نرخ فروش قیر

جدول ۳-۱۱ آمارفروش داخلی انواع قیر (تن در سال) در سالهای ۷۵ لغایت ۷۹ به تفکیک مصرف‌کنندگان عمده

نوع قیر	مصرف کننده	سال ۷۵	سال ۷۶	سال ۷۷	سال ۷۸	سال ۷۹
۶۰/۷۰	وزارت راه	۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۲۸۰۰۰	۱۲۷۶۰۰	۲۰۹۰۰۰
۶۰/۷۰	وزارت جهاد	۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰	۲۹۳۰۰	۳۰۳۰۰	۶۸۶۰۰
۶۰/۷۰	وزارت کشور	۷۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۱۵۱۳۰۰	۱۱۶۷۰۰	۲۳۹۴۰۰
۶۰/۷۰	متفرقه	۱۴۴۶۰۰	۱۴۵۲۰۰	۱۴۲۹۰۰۰	۱۰۲۱۰۰۰	۱۰۸۱۵۰۰
۸۵/۱۰۰	وزارت راه	۱۳۵۶۰۰	۱۱۴۰۰۰	۸۲۶۰۰	۶۴۷۰۰	۸۹۴۰۰
۸۵/۱۰۰	وزارت جهاد	۴۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۳۱۴۰۰	۲۹۳۰۰	۲۴۷۰۰
۸۵/۱۰۰	وزارت کشور	۶۵۰۰۰	۷۰۰۰۰	۳۵۷۰۰	۳۰۲۰۰	۲۲۱۰۰
۸۵/۱۰۰	متفرقه	۵۰۴۰۰	۷۴۰۰۰	۱۳۳۶۰۰	۲۳۶۶۰۰	۱۷۱۶۰۰
MC250	وزارت راه	۱۳۵۰۰۰	۱۲۷۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۱۱۲۹۰۰	۱۳۰۰۰۰
MC250	وزارت جهاد	۸۰۳۰۰	۸۰۰۰۰	۶۳۹۰۰	۸۲۹۰۰	۸۲۹۰۰
MC250	وزارت کشور	۱۶۶۰۰	۴۶۰۰۰	۲۶۹۰۰	۲۳۶۰۰	۳۸۷۰۰
MC250	متفرقه	۱۵۱۰۰	۷۰۰۰	۱۰۷۰۰	۱۲۶۰۰	۱۶۰۰۰



جدول ۳-۱۲ نرخ فروش فرآورده‌ها طی سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ و برآورد ۸۱

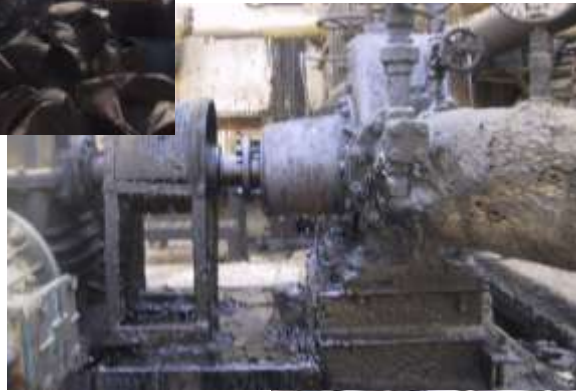
ارقام: به ریال

ردیف	نام فرآورده	واحد فروش	نرخ فروش سال ۱۳۷۹	نرخ فروش سال ۱۳۸۰	نرخ فروش سه ماهه اول ۱۳۸۱	نرخ فروش سه ماهه دوم ۱۳۸۱
۱	اسلاک واکس سبک	کیلو	۳۶۳	۳۹۹	۹۰۰	۱۵۰۷
۲	ته مانده خلاء	کیلو	۸۸	۹۷	۷۳۰	۸۳۲
۳	قیر امولسیون	کیلو	۸۳	۹۱	۸۳۰	۸۷۶
۴	قیر MC-250	کیلو	۱۲۱	۱۳۳	۱۲۵۰	۱۳۱۴
۵	قیر ۶۰/۷۰	کیلو	۷۷	۸۵	۸۳۰	۸۷۶
۶	قیر ۸۵/۱۰۰	کیلو	۷۷	۸۵	۸۳۰	۸۷۶
۷	قیر ۸۵/۲۵	کیلو	۱۳۸	۱۵۲	۱۰۰۰	۱۰۵۱
۸	قیر ۹۰/۱۵	کیلو	۱۳۸	۱۵۲	۱۰۰۰	۱۰۵۱
۹	قیر ۲۰/۳۰	کیلو	۱۱۰	۱۲۱	۸۸۰	۹۲۰
۱۰	قیر ۲۰۰/۳۰۰	کیلو	۹۹	۱۰۹	۱۴۰۰	۱۴۸۸
۱۱	قیر ۴۰/۵۰	کیلو	۱۱۰	۱۲۱	۸۸۰	۹۲۰
۱۲	قیر ۸۵/۴۰	کیلو	۱۷۶	۱۹۴	۸۵۰	۸۹۰
۱۳	وکیوم سلاپس (V-S)	کیلو	۴۱۸	۴۶۰	۷۷۰	۱۰۲۰
۱۴	P.D.A Tar	کیلو	۷۷	۸۵	۷۷۰	۱۰۲۰

از مقایسه نرخ فروش قیر در سه سال اخیر می‌توان به اهمیت بازیافت قیر توجه نمود. (اطلاعات جداول 3-11 و 3-12 از برنامه ریزی تلفیقی شرکت ملی پالایش و پخش بدست آمده اند.)



راه‌های جلوگیری از ایجاد ضایعات قیر



در این فصل به ذکر روش‌های جلوگیری از نشتی قیر و ایجاد ضایعات قیر می‌پردازیم.



مقدمه

همانطور که قبلاً گفته شد یکی از بزرگترین منشاء های ضایعات قیر بشکه‌های قیر هستند که بر اثر پاره‌شدگی و سوراخ شدن باعث نشستی قیر شده و به این علت تبدیل به قیر ضایعاتی می‌شوند. با تغییر سیستم عرضه قیر به صورت تانکری شاید بتوان گفت این مشکل تا حد زیادی برای پالایشگاه‌ها رفع شده‌است. برای اینکه مردم بتوانند قیر را برای ساختمان سازی یا عایق کاری خریداری کنند، می‌بایست از بخش خصوصی که بصورت تانکری قیر را از پالایشگاه خریداری می‌کند و سپس آنرا به بشکه تبدیل می‌نماید، قیر تهیه نمایند. لذا بخش خصوصی خود ضایعات بشکه ای خواهد داشت. در واقع مشکل به نوعی جابجا شده با این تفاوت که بخش خصوصی بشکه های ناقص و پاره را به همان شکل به مردم عرضه می‌نماید و یا اینکه به روش غیر اصولی آنها را مایع (حرارت بالا دادن) و سپس در بشکه های جدید به مردم عرضه می‌نماید.

۴-۱ جلوگیری از نشستی از پمپ‌ها

یکی از عواملی که باعث ایجاد ضایعات قیر در پالایشگاه می‌شود، نشت قیر از پمپ های واحد قیرسازی می‌باشد. نشستی پمپ‌ها علاوه بر ضایع شدن قیر تولیدی، باعث آلوده شدن محیط واحدها شده و هزینه‌ای را هم جهت پاکیزه کردن محیط واحدها به همراه دارد. جهت جلوگیری از ایجاد این ضایعات می‌بایست مسیر نشت قیر را مسدود نمود. این امر با بررسی آب‌بندی پمپ‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. چرا که میزان نشستی پمپ‌ها با نوع شیوه آب‌بندی آنها ارتباط دارد. پمپ های صنعتی معمولاً به دو صورت آب‌بندی می‌شوند:

الف- آب‌بندی به کمک پکینگ

ب- آب‌بندی به روش مکانیکل سیل

در اکثر پالایشگاه‌های کشور پمپ‌ها به کمک پکینگ آب‌بندی شده‌اند. اما نوع پکینگ که هر پالایشگاه برای آب‌بندی مورد استفاده قرار داده است، متفاوت می‌باشد. انتخاب جنس پکینگ معمولاً به چند پارامتر بستگی دارد که عبارتند از:

۱- فشار عملیاتی پمپ‌ها

۲- دمای سیال

۳- حداکثر سرعت دورانی شفت^۱ پمپ

¹ Shaft



۴- خواص فیزیکی و شیمیایی سیال

۵- به صرفه بودن آن از نظر اقتصادی

مواد مختلفی در تهیه و ساخت پکینگ‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در ذیل به برخی از آنها

اشاره شده است:

۱- گرافیت

۲- کتان

۳- تفلون

۴- مواد پلیمری مختلف

۵- پکینگ THISTLE (نام تجاری پکینگ بوده که جنس آن نخ آزرست آمیخته با گرافیت

می‌باشد).

پالایشگاه‌های تولید کننده قیر با توجه به شرایط عملیاتی خود و یا طبق طراحی سازنده و با توجه به

هزینه، از مواد مختلفی استفاده کرده‌اند که در ذیل به آنها اشاره می‌شود:

جدول ۴-۱ پکینگ مصرفی پالایشگاه‌های کشور

پالایشگاه	پکینگ مصرفی
اراک	Teflon
شیراز	Cotton
آبادان	THISTLE
تهران	Molded hard non-graphit; metallic and soft plated asbostos

طبق بازدیدهای انجام شده از چند پالایشگاه کشور، پکینگ کتانی و ماده‌ای که پالایشگاه تهران از آن به عنوان پکینگ پمپ استفاده کرده است، نسبت به انواع دیگر ذکر شده، بازدهی بهتری دارند. در پیوست شماره دو به آب‌بندی پمپ‌های سانتریفوژ اشاره شده و چند نوع پکینگ مناسب برای فرایندهای پالایشگاهی آورده شده است.

اما شیوه دیگر آب‌بندی پمپ‌ها، آب‌بندی مکانیکی می‌باشد. واحد قیر پالایشگاه‌های اصفهان و تهران و تبریز دارای پمپ‌های با آب‌بندی مکانیکی می‌باشند. البته بعضاً آب‌بندی پمپ را از نوع پکینگ به نوع مکانیکی تعویض کرده‌اند و طبق اطلاعات دریافتی و مشاهدات عینی، نتیجه خوبی هم داشته است. به طوری که طبق گزارش‌های مسئولین پالایشگاه‌های اصفهان و تبریز و مشاهدات انجام شده طی بازدیدها، پمپ‌های با آب‌بندی مکانیکی نشتی قیر ندارند.



البته هر یک از روش‌های آب‌بندی مکانیکی و پکینگی مزایا و معایب خود را دارند بعنوان مثال در پالایشگاه شیراز وجود کک در سیستم را باعث کاهش راندمان آب‌بندی مکانیکی می‌دانستند. این مشکل با تعویض صافی قبل از مکش پمپ و یا حتی اضافه کردن یک صافی با مش ریزتر قابل حل می‌باشد.

طبق تحقیق انجام شده تبدیل نوع آب‌بندی یک پمپ به مکانیکی کاملاً امکان‌پذیر می‌باشد و حداکثر هزینه‌ای معادل ۳۵۰۰۰۰۰ ریال در بر خواهد داشت. متأسفانه در برخی از پالایشگاه‌ها بجای تبدیل نوع آب‌بندی پمپ به نوع مکانیکی، پمپ جدید با آب‌بندی مکانیکی یا حتی پکینگی خریداری نموده‌اند. با توجه به مطالب فوق تأکید می‌شود که کلیه پمپ‌های واحدهای قیرسازی که آب‌بندی آنها از نوع پکینگی می‌باشد باید به نوع مکانیکی تبدیل شوند.

۴-۴ جدا کردن بشکه‌های معیوب از بشکه‌های سالم

همانطور که قبلاً نیز اشاره شده است، یکی از عوامل ایجاد قیر ضایعاتی و به هدر رفتن محصول قیر واحدهای قیرسازی، سوراخ بودن بشکه‌های قیر است. بنابراین بهتر است که قبل از پر کردن بشکه‌ها، به نحوی از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود.

با توجه به اینکه سوراخ‌های بزرگ به راحتی قابل تشخیص می‌باشند، مسئله اساسی آسیب دیدگی‌ها و سوراخ‌های کوچک می‌باشند، بنابراین باید طریقی برای تشخیص این آسیب دیدگی‌ها اجرا کرد تا بشکه‌های سالم از ناسالم جدا شوند.

در ضمن در سیستم بارگیری قیر به روش بشکه‌ای احتمال ریختن قیر به بیرون از بشکه زیاد است. به هر حال انتقال قیر به بشکه حلقه آخر زنجیر تولید و توزیع قیر می‌باشد و نمی‌توان مشکل ایجاد ضایعات قیر توسط بشکه‌ها را حتی اگر در خارج از محیط پالایشگاه هم اتفاق بیافتد نادیده گرفت. جهت حل این مشکل می‌توان به انجام تست هوا برای تشخیص سوراخ یا احتمال پارگی در بشکه اشاره نمود. البته در پالایشگاه آبادان این آزمایش در واحد بشکه‌سازی انجام می‌شود.

۳-۴ بازیافت قیر بینابینی

قیرهای مورد استفاده در مصارف مختلف باید ویژگی‌های خاص همان مصرف را داشته باشد. اسلنداردهای مختلفی در این مورد تعریف شده و رعایت می‌شود. مهمترین ویژگی‌های قیر که برای مصارف مختلف باید دارای میزان مشخصی باشد عبارتند از:

- نقطه نرم شدن^۱

^۱ Softening Point

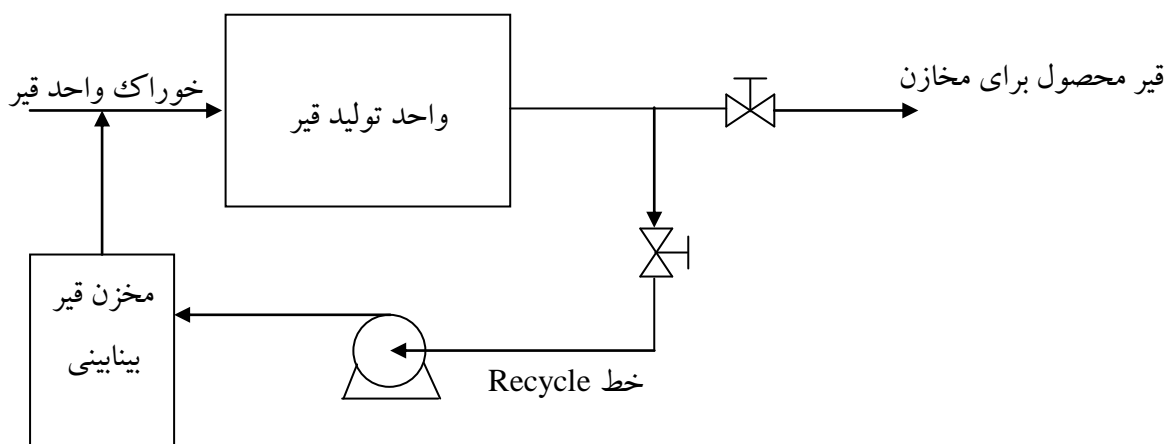
- درجه نفوذ^۱

- گرانروی

وقتی بخواهند محصول تولیدی واحد را عوض کنند، مدتی طول می‌کشد تا قیر بدست آمده به شرایط محصول جدید برسد. در این مدت قیر بدست آمده که همان قیر بینابین است، دارای ویژگی‌هایی بین دو محصول بوده و نمی‌توان آن را به بازار عرضه کرد. وجود چنین قیری در پالایشگاه‌های اصفهان و شیراز گزارش شده است ولی در پالایشگاه‌های دیگر مستقیماً^۱ به مخازن فرستاده می‌شوند که طبق گفته مسئولین آن پالایشگاه‌ها تأثیری در کیفیت قیر در مجموع نخواهند داشت.

برای جلوگیری از تولید این نوع ضایعات قیر، دو راه پیشنهاد می‌شود:

۱- در مدتی که قیر هنوز به شرایط محصول جدید نرسیده، آن را به مخازن جداگانه فرستاد. پس از آنکه محصول جدید قیر به ثبات رسید از این مخزن قیر به ابتدای پروسس با دبی معین (در طراحی تفصیلی قابل محاسبه و ارائه می‌باشد) تزریق شود (شکل ۴-۱). اصولاً از چنین تکنیکی در صنایع مختلف، خصوصاً در صنعت نفت برای محصولات و حتی ضایعات استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱ نمایی از طرح پیشنهادی برای تزریق قیر بینابینی به ابتدای فرایند

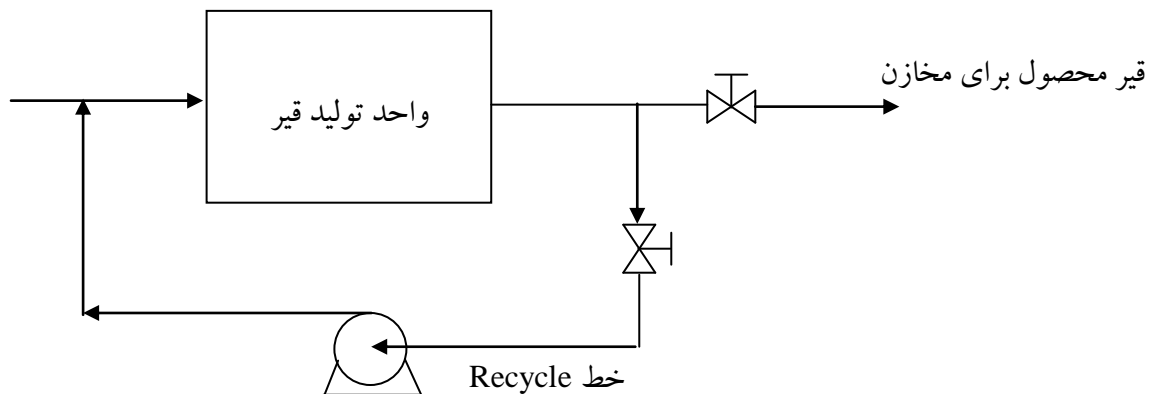
۲- روش دیگر آن است که به هنگام تغییر شرایط سیستم برای رسیدن به محصول جدید، از یک خط بازگشت جریان^۱ برای برگرداندن محصول بینابین برای پروسس مجدد استفاده کرد. در این روش، برای تغییر محصول، خط محصول را به مقدار معینی می‌بندند و خط بازگشت جریان را باز می‌کنند. در فاصله‌ای که در حال تغییر محصول می‌باشند باید نیمی از محصول را که از واحد خارج می‌شود به

¹ Penetration Degree

¹ Recycle

مخازن محصول قبلی و نیمی دیگر را به مخازن محصول جدید فرستاد. توجه شود که در این مدت میزان دبی محصول واحد کم و در حدود درصدی از دبی عادی واحد می باشد. درصد بازگشت باید بصورت تجربی بر حسب عدم تغییر دادن کیفیت قیر مخازن توسط قیر محصول و نیز حداکثر زمانی که از نظر اقتصادی مناسب باشد، تعیین گردد.

جهت پیشنهاد دقیق‌تر احتیاج به بررسی‌ها و مطالعات بیشتری می‌باشد که برای هر واحد قیرسازی بصورت مجزا بررسی گردد تا در صورت لزوم از آن بهره‌گیری شود. (شکل ۴-۲)



شکل ۴-۲ استفاده از خط Recycle

مشابه چنین طرحی در PFD واحد قیر دریافتی از پالایشگاه اصفهان مشاهده شده است. ولی بر اساس گفته‌های یکی از مسئولین این پالایشگاه در حال حاضر این خط بازگشت جریان در سرویس نمی‌باشد و قیر بینابین حاصل را به مخازن قیرهای استاندارد می‌فرستند (تولید بیشتر محصول بدون تغییر در کیفیت). در پالایشگاه آبادان نیز قیر بینابین را به مخازن می‌فرستند.

همچنین بر اساس اطلاعاتی از پالایشگاه شیراز، واحد قیر این پالایشگاه قیر بینابین را با توجه به اینکه مشخصات این قیر به کدام قیر استاندارد (۶۰/۷۰ یا ۹۰/۱۵) نزدیکتر است به مخازن این قیرها ارسال می‌کنند. البته در بازدید انجام شده گفته شد به مخازن ۶۰/۷۰ فرستاده می‌شود.

با توجه به اینکه قیر بینابین باعث کاهش کیفیت قیرهای استاندارد می‌شود، لذا ارسال این قیر به مخازن قیرهای استاندارد کار صحیحی به نظر نمی‌رسد. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که با استفاده از خط بازگشت جریان قیر بینابین را به خوراک واحد قیر اضافه کرده تا هم از هدر رفتن قیر جلوگیری شود و هم محصول قیر مطلوبتری بدست آید.

۴-۴ جلوگیری از نشتی مبدل‌ها

یکی از عوامل ایجاد کننده قیر ضایعاتی، نشتی از مبدل‌های واحد قیرسازی می‌باشد. البته میزان این نشتی بسیار کم بوده و می‌توان از نظر اقتصادی از آن صرف‌نظر کرد. اما همین نشتی کم نیز باعث ایجاد مشکلاتی می‌شود که رفع آنها مستلزم صرف هزینه‌هایی است. یکی از مهمترین مشکلاتی که ایجاد می‌شود، آلودگی محیط واحد می‌باشد.

از آنجایی که قیر ماده‌ای چسبناک است، هنگامی که روی زمین ریخته شود، جمع آوری آن و تمیزکاری محیط به سختی امکان‌پذیر بوده و گاه‌ا‌ا احتیاج به نیروی کارگری زیاد و حلال مناسب می‌باشد. برای جلوگیری از نشتی این مبدل‌ها بهتر است در هنگام تعمیرات از واشرهای مرغوب ترین gasket و بدنه مبدل استفاده شود.

معمولاً جهت حل این مشکل به هنگام کار واحد مبدل را آچارکشی می‌کنند.

۴-۵ تعویض بازوهای بارگیری

همانطور که در فصل قبل ذکر شد بعضی از پالایشگاه‌ها مانند پالایشگاه شیراز دارای بازوهای متحرک و چرخان به طرفین می‌باشد. این بازوها دارای نشتی می‌باشد. در طی بازدیدهای انجام شده از



بعضی پالایشگاه‌ها مانند پالایشگاه اراک و پالایشگاه آبادان بازوهای بارگیری را به نوع ثابت تغییر داده‌اند. این امر باعث شده که هیچ‌گونه ضایعاتی از این منبع ایجاد نگردد.

البته این مسئله مورد ارزیابی دقیقتر توسط نظر سنجی از رانندگان بارکش‌ها قرار گرفت. طی این نظر سنجی انجام شده، ایمنی بالاتر بازوهای ثابت و تمیز بودن آنها مورد تأکید بود.

شکل ۴-۳ نمایی از بارگیری قیر با بازوهای ثابت

طرح‌های پیشنهادی برای بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای

با توجه به آنچه که در فصل های پیش در مورد ضایعات قیر گفته شد و نیز با توجه به اهمیت ضایعات قیر بشکه‌ای در این بین، در این فصل سعی شده است تا راه های ممکن و عملی برای بازیافت این نوع از ضایعات مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد

نکته‌ای که اهمیت ضایعات قیر بشکه‌ای را بیشتر می کند این است که این قیرها از نظر کیفیت تفاوتی با قیرهای بشکه‌ای که در بازار توزیع می شوند، ندارند و غالباً معیوب بودن بشکه‌هاست که مانع از صدور آنها به بازار مصرف می شود. به همین دلیل این قیرها نیاز به پروسس مجدد نداشته و مستقیماً پس از مایع شدن می توانند به مخازن فرستاده شوند.

در بررسی و تحلیل سیستم های پیشنهادی برای بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای، نکاتی چند حائز اهمیت است که برخی از آنها عبارتند از:

- پیوسته یا ناپیوسته بودن سیستم
- میزان تجهیزات مورد نیاز
- نیاز به حرارت دادن و نکات ایمنی در این مورد
- بازیافت با استفاده از حلال‌ها یا بدون استفاده از آنها
- میزان کار کارگری مورد نیاز سیستم



۱-۵ مقایسه سیستم‌های پیوسته و ناپیوسته

همانند بسیاری دیگر از فرآیندهای شیمیایی، در نگاه اول به نظر می‌رسد سیستم‌های پیوسته از جهات بسیاری از قبیل:

- راحتی و سادگی پروسس
- مکانیزه بودن بیشتر و نیاز کمتر به کار کارگری
- استفاده بهینه از زمان و نبود زمان مرده

...

نسبت به سیستم‌های ناپیوسته^۱ دارای ارجحیت باشند ولی با در نظر گرفتن بعضی از فاکتورهای دیگر مانند:

- میزان تجهیزات مورد نیاز
 - قابلیت سیستم برای استفاده مقطعی از آن
 - هزینه‌بری و اینکه طراحی و ساخت سیستم چقدر از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد
- اهمیت سیستم‌های ناپیوسته بیشتر نمایان می‌شود به خصوص اینکه، میزان ضایعات قیر بشکه ای که باید در این سیستمها مورد پروسس قرار گیرند زیاد نبوده و شاید نیازی به استفاده از یک سیستم دائمی نباشد. با توجه به این نکته، استفاده از سیستمهای ناپیوسته بیشتر مد نظر قرار می‌گیرد و از نظر اقتصادی نیز توجیه پذیرتر می‌باشند.

۲-۵ نحوه حرارت دادن قیرهای ضایعاتی

باتوجه به جامد بودن قیر در شرایط معمولی و شکل خاص بشکه‌های قیر، حرارت دادن بشکه‌ها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. این حرارت دادن می‌تواند در محیط بسته یا باز صورت گیرد. مشکل حرارت دادن در محیط باز، ورود بخارات حاصل از حرارت دادن قیر به فضای پالایشگاه و آلودگی حاصل از آن، اتلاف حرارتی و غیره است. در مورد سیستمهای بسته نیز، تجمع بخارات قیر در محیط بسته و قابلیت اشتعال آنها قابل تامل است.

گزینه دیگری که در این میان به نظر می‌رسد، استفاده از سیستم بسته و گرما دادن در محیط بسته با تزریق گاز خنثی برای خارج کردن هوا از سیستم و جلوگیری از اشتعال بخارات قیر می‌باشد. به نظر می‌رسد این روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد چرا که تهیه گاز خنثی و طراحی سیستم تزریق آن به سیستم مورد نظر خود هزینه و زمان زیادی را احتیاج دارد. به هر حال این عوامل در کنار توجیه پذیری

¹ Batch



اقتصادی، باید در انتخاب سیستم‌های بسته یا باز مورد بررسی بیشتر قرار گرفته و در طراحی سیستم مد نظر قرار گیرد که این امر در قسمت دوم پروژه انجام گرفت. از طرفی طرز حرارت دادن قیر بطوری که منتج به ایجاد نقاط داغ^۱ نگردد و کیفیت قیر را در اثر تجزیه خراب نکند نیز مهم می‌باشد.

۳-۵ استفاده از حلال در بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای

عدم استفاده از حلال در مایع کردن قیر و استفاده از حرارت دادن تنها، هر چند به سختی کار می‌افزاید ولی دارای این مزیت می‌باشد که قیر مایع حاصل از آن عاری از ناخالصی بوده و مستقیماً می‌تواند به عنوان محصول به مخازن ارسال شود.

چنانچه استفاده مجدد از قیر بازیافت شده با حلال در پروسس و ارائه آن به صورت قیر به عنوان محصول و با کیفیت مطلوب مورد نظر باشد، طراحی و ساخت سیستمی برای جداسازی قیر از حلال در کنار این سیستم لازم به نظر می‌رسد که از نظر هزینه‌بری مقرون به صرفه نمی‌باشد. می‌توان مخلوط قیر و حلال را برای موارد استفاده دیگری مانند سوخت کوره بکار برد که در این مورد، استفاده از حلال مناسب و ارزان باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اطلاعات دریافتی از پالایشگاه‌های مختلف، حلال‌هایی که در این فرایند می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از:

- گازوییل

- نفت سفید

- Slops

- بنزین

در انتخاب حلال مناسب باید میزان حلالیت هر یک از Grade های قیر در حلال، قیمت حلال و نیز در دسترس بودن آن، مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

۴-۵ ارائه و بررسی سیستم‌هایی برای بازیافت ضایعات قیر بشکه‌ای

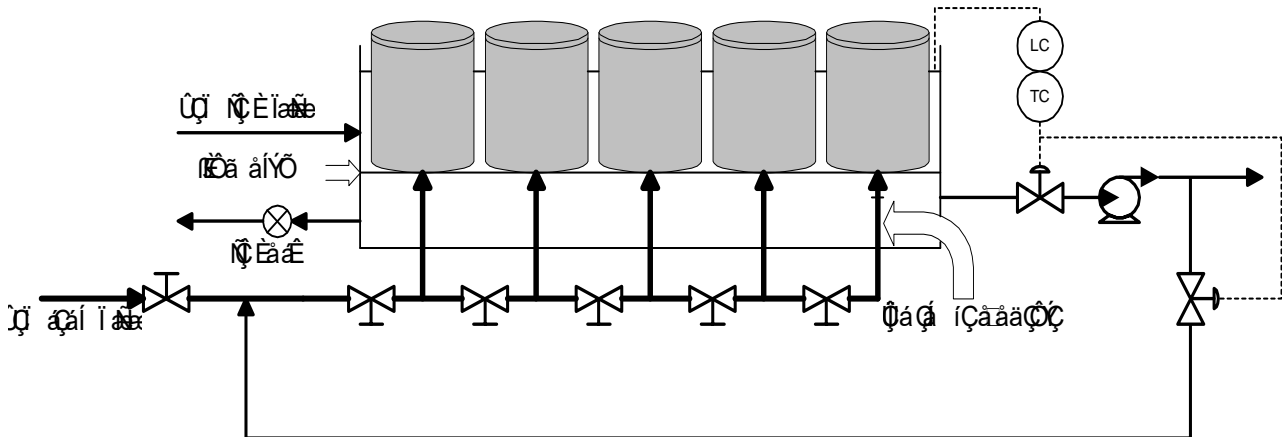
در این قسمت به بررسی چند پیشنهاد برای بازیافت قیر ضایعاتی پرداخته می‌شود.

۱-۴-۵ طرح شماره یک

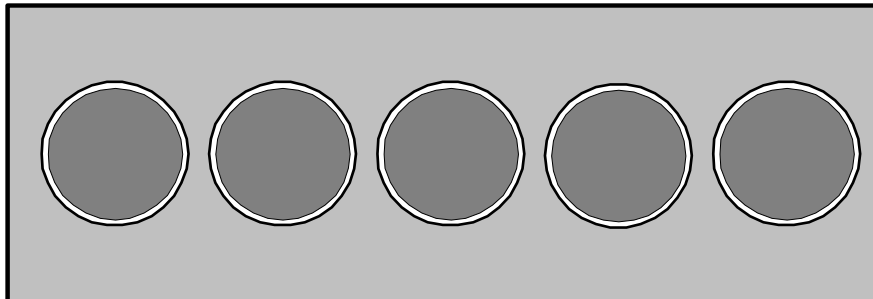
در این سیستم برای ذوب قیر و جداسازی آن از بشکه، از حلال مناسب استفاده می‌شود و قسمتی از حلال مورد استفاده، تا ذوب شدن تمام قیرها، در سیستم به صورت چرخشی جریان می‌یابد (شکل (۵-۱-الف)).

¹ Hot Spot

نحوه کار بدین ترتیب است که ابتدا بشکه‌های قیر توسط کارگر به صورت وارونه در قسمت بالای مخزن قرار داده می‌شوند و توسط صفحه مشبکی که در شکل (۵-۱) نشان داده شده است، نگه داشته می‌شوند. صفحه فوقانی دستگاه مانع از اتلاف حرارت سیستم شده و از پاشیدن محلول به بیرون نیز جلوگیری می‌کند (شکل (۵-۲)).



شکل ۵-۱ شمای کلی طرح شماره یک



شکل ۵-۲ صفحه بالایی مخزن که مانع اتلاف حرارت و پاشیدن حلال به بیرون می‌شود.

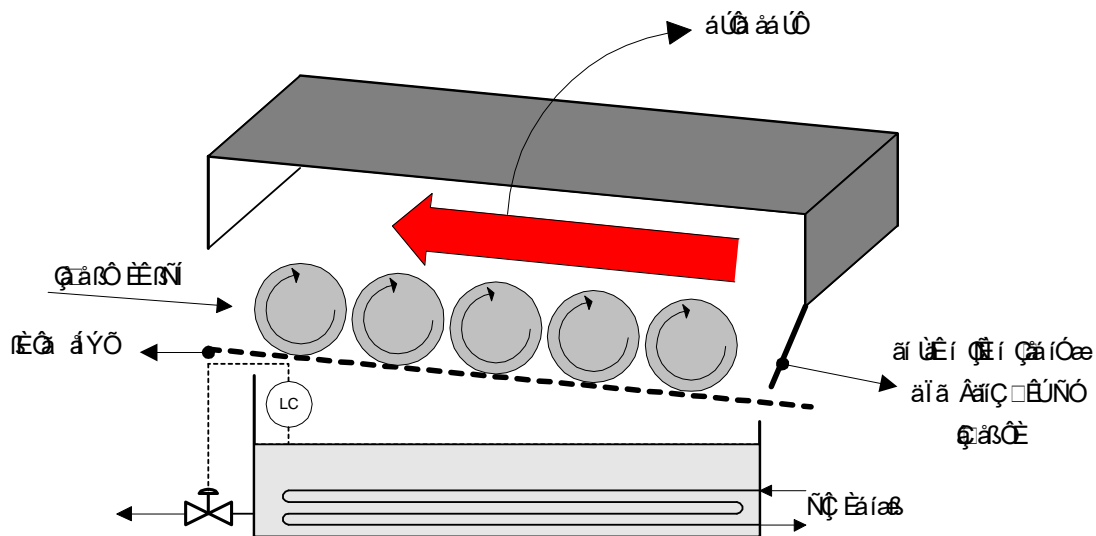
در این طرح بشکه‌های قیر توسط حلال داغ احاطه شده و انتقال حرارت از دیواره بشکه صورت می‌گیرد. علاوه بر این، تماس حلال داغ به قسمتی از قیر جامد در پایین بشکه با حل شدن تدریجی قیر در حلال به فرآیند مایع شدن و جداسازی قیر از بشکه‌ها کمک می‌کند. مسئله‌ای که احاطه شدن کامل بشکه‌ها بوسیله حلال را با مشکل مواجه می‌سازد این است که بشکه‌ها بعد از مایع شدن قیر داخل آنها، باید توسط کارگر از مخزن خارج شوند و اگر تمام حجم بشکه در درون حلال قرار گیرد، این کار امکان پذیر نیست. به همین دلیل سطح حلال مقداری پایین تر از سطح بالایی بشکه‌ها قرار می‌گیرد. خط جریان حلال داغ که در سیستم گردش می‌کند، به چندین انشعاب تقسیم شده که هر انشعاب شامل یک

نازل جهت خروج جت حلال داغ می‌باشد. این انشعاب‌ها در قسمت پایین ظرف و زیر بشکه‌ها قرار دارند. مشکلی که در این بین وجود دارد این است که حلال خروجی از نازلها در برخورد با مخلوط داخل مخزن سرعت خود را از دست داده و نمی‌تواند وظیفه خود را به خوبی انجام دهد.

با راه اندازی سیستم، ضمن احاطه شدن بشکه‌ها توسط حلال گرم، حلال داغ با فشار به قیر بشکه‌ها پاشیده می‌شود. در نتیجه قیرها به تدریج ذوب شده و در حلال داغ حل می‌شوند. پس از طی مدت زمان کافی تمام قیرها در حلال حل شده و از طریق شیر خروجی، قیر بازیافت شده توسط پمپ به مخازن ارسال می‌گردد.

۲-۴-۵ طرح شماره دو

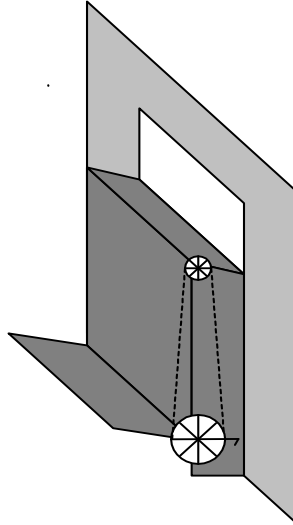
شمای کلی این طرح در شکل (۳-۵) نشان داده شده است. اساس این طرح مایع کردن قیرهای ضایعاتی توسط حرارت مشعل می‌باشد. در این سیستم، بشکه‌های حاوی قیر بر روی سطح شیبدار مشکی غلت می‌خورند و توسط شعله مشعلی که در بالای این سطح تعبیه می‌شوند، حرارت داده شده و قیر آنها مایع می‌شود. در زیر سطح شیبدار کانالی تعبیه شده است که قیرهای مذاب را به مخزن جمع آوری قیر هدایت می‌کند. این مخزن دارای یک کویل بخار است تا از جامد شدن مجدد قیر جلوگیری کند.



شکل ۳-۵ شمای کلی سیستم شماره دو

مخزن همراه با سطح شیبدار آن درون یک محفظه فلزی قرار می‌گیرند و مشعل نیز روی دیواره انتهایی محفظه و بالای سطح شیبدار قرار داده می‌شود به نحوی که شعله آن به سمت بالای سطح شیبدار باشد. در صورت امکان برای گذاشتن بشکه‌ها روی سطح شیبدار می‌توان از نیروی کارگری استفاده کرد ولی در صورت

سختی کار، می‌توان از یک بالابر ساده استفاده نمود که از طریق یک سیستم چرخ و دنده و توسط کارگر بشکه را تا ابتدای سطح شیب‌دار بالا می‌برد (شکل 5-4).

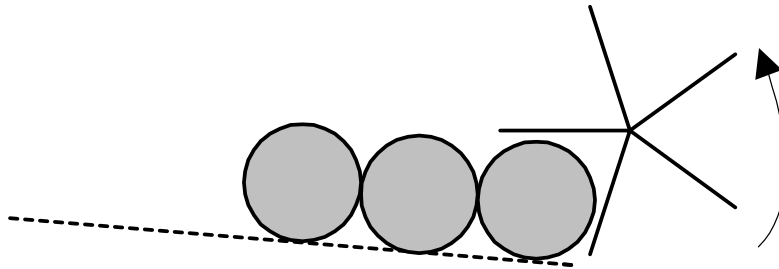


شکل 5-4 بالابر بشکه‌ها

برای خارج کردن بشکه‌ها از محفظه به دو طریق می‌توان عمل کرد:

1- روش منقطع: در این روش تیغه ای در انتهای سطح شیب‌دار تعبیه می‌شود که از خروج بشکه‌ها جلوگیری کرده و می‌تواند توسط کارگر حرکت کرده و اجازه دهد که بشکه‌ها از محفظه خارج شوند. روش کار به این ترتیب است که تعداد مشخصی بشکه که بستگی به طول سطح شیب‌دار دارد، روی سطح قرار داده می‌شوند و پس از مدت زمان خاصی که با توجه به ابعاد سطح شیب‌دار و دمای محفظه قابل تعیین است، تمام قیرهای درون بشکه‌ها مایع شده و به درون کانال منتهی به مخزن جمع‌آوری می‌ریزند. پس از این زمان مشخص تیغه توسط کارگر کنار کشیده شده و همه بشکه‌ها از محفظه بیرون می‌آیند و سیکل دوباره تکرار می‌شود.

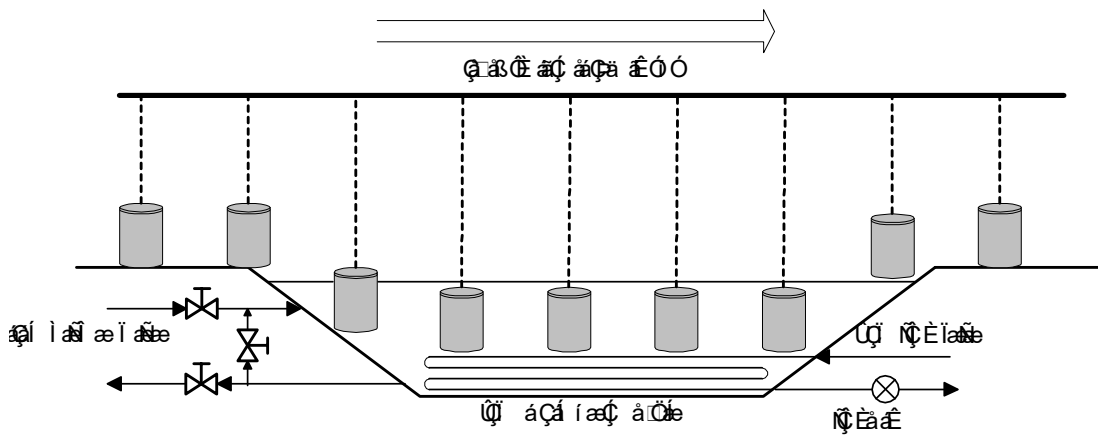
2- روش پیوسته: در این روش، در انتهای سطح شیب‌دار، پره‌ای مطابق شکل 5-5 تعبیه می‌شود که با فاصله زمانی مشخصی که برای مایع شدن قیر هر بشکه لازم است، به اندازه ای می‌چرخد که یک بشکه از محفظه بیرون بیاید. با خروج هر بشکه از انتهای سطح شیب‌دار، یک بشکه قیر در ورودی این سطح قرار داده می‌شود. این روش نسبت به روش منقطع هزینه بیشتری نیاز دارد و لی بازدهی بهتری نیز دارد.



شکل 5-5 روش پیوسته برای خروج بشکه‌ها

۳-۴-۵ طرح شماره سه

این طرح متشکل از یک مخزن حلال داغ است که بشکه‌ها به طور وارونه وارد حلال شده و ضمن حرکت، قیر داخل آنها در حلال حل شده و سپس بشکه‌های خالی از ظرف حلال خارج شده و به بیرون انتقال داده می‌شود. در این سیستم نیز برای گرم کردن حلال از کویل بخار استفاده می‌شود. برای انتقال بشکه‌ها، از آویزهایی استفاده می‌شود که از بالا به سیستم نقاله وصل بوده و از پایین نیز توسط چنگک‌هایی بشکه‌های وارونه را حمل می‌کنند. شمای کلی این طرح در شکل ۶-۵ آمده است. از ویژگی‌های این سیستم هزینه زیاد و نیروی کارگری کم می‌باشد.



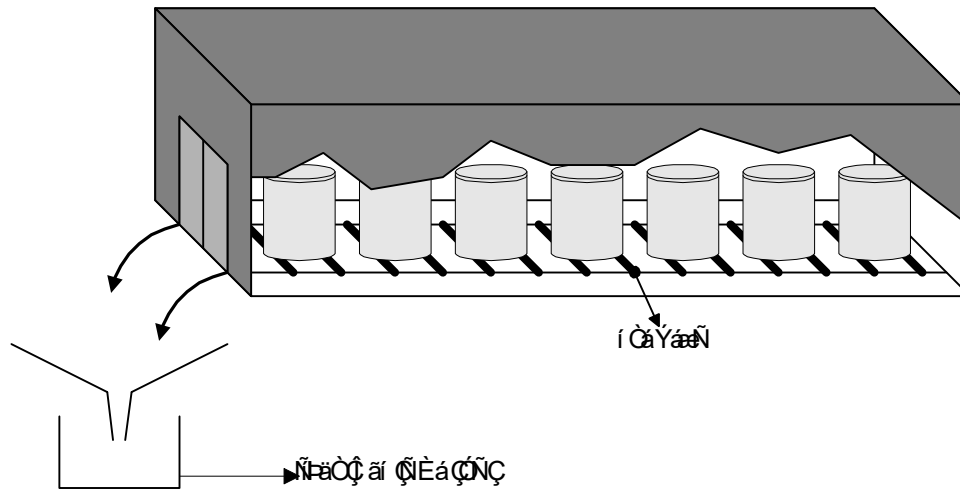
شکل ۶-۵ شمای کلی طرح شماره سه

۴-۴-۵ طرح شماره چهار

در این طرح، بشکه‌ها روی سیستم نقاله ای از رول‌های فلزی قرار گرفته و وارد محفظه بسته‌ای می‌شوند. در این محفظه، بشکه‌های قیر به اندازه کافی حرارت می‌بینند تا قیر آنها کاملاً به حالت مایع درآید. زمان ماند بشکه‌ها در محفظه، ابعاد محفظه و نیز سرعت حرکت نقاله بستگی به مسائل طراحی دارد. برای حرارت دادن بشکه‌ها می‌توان از مشعل که شعله آن به دیواره میانی برخورد می‌کند، استفاده کرد. ولی با توجه به لزوم حفظ کیفیت قیر و

اشتعال‌پذیری بخارات حاصل، لازم است از تماس مستقیم شعله با بشکه‌ها جلوگیری شود. همچنین می‌توان از کویل بخار در دیواره‌های گرم‌خانه برای تامین حرارت استفاده نمود.

بشکه‌ها را به دو طریق می‌توان روی رول فلزی قرارداد. اول آنکه سر بشکه‌ها به سمت بالا باشد و ته بشکه روی رول قرار گیرد و دیگر اینکه بشکه‌ها به صورت وارونه و سرته روی رول قرار گیرند. در روش اول، بشکه‌ها تمام طول گرم‌خانه را طی کرده و حرارت می‌بینند و قیر آنها به مایع تبدیل می‌شود. این بشکه‌ها از دری که در انتهای گرم‌خانه تعبیه شده است از گرم‌خانه خارج شده و به طریقی وارونه شده تا قیر آنها به درون مجرای قیفی شکل ریخته شود و به مخزن قیر ارسال گردد (شکل 5-7).



شکل 5-7 شمای کلی طرح

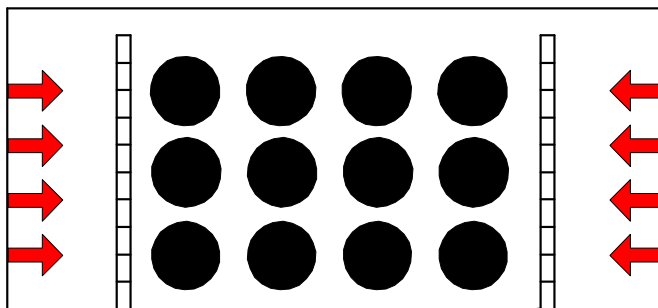
در روش دوم که بشکه‌ها به صورت وارونه قرار می‌گیرند، قیر درون بشکه‌ها در حین گرم‌شدن، مایع شده و از درون بشکه‌ها به داخل کانالی که در زیر گرم‌خانه تعبیه شده است جاری می‌گردد. این کانال به مخزن جمع‌آوری قیر مذاب متصل بوده که قیرهای مایع را به درون آن هدایت می‌کند. قیرها پس از جمع‌آوری به مخزن قیر ارسال می‌گردند.

به دو دلیل زیر استفا ده از روش دوم بر روش اول ترجیح داده می‌شود:

1 در روش اول بشکه‌ها پس از خروج از گرم‌خانه، باید به نحوی برگردانده شوند تا قیر درون آنها به درون مخزن تخلیه شود که این کار چندان آسان به نظر نمی‌رسد و به نیروی کارگر نیاز دارد. علاوه بر این به علت دمایی بالای بشکه ممکن است برای کارگر خطراتی داشته

باشد. درحالی‌که در روش دوم قیر بشکه‌ها تا رسیدن به انتهای گرم‌خانه خالی شده و بشکه‌ها پس از خروج به خارج از گرم‌خانه منتقل می‌شوند.

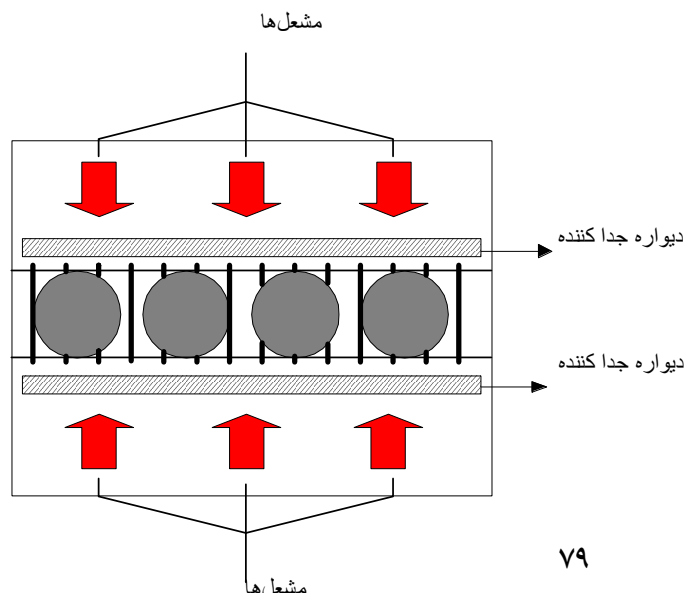
2 با توجه به احتمال سوراخ بودن بعضی از بشکه‌ها، درحین گرم کردن ممکن است قیر از بشکه‌ها نشت کرده و روی رول فلزی ریخته شود که باعث بروز مشکلاتی خواهد شد. همچنین طراحی سیستمی برای جمع‌آوری این قیر و یا شستن آنها خود هزینه‌ای اضافی می‌طلبد. برای جمع کردن این قیر می‌بایست در زیر گرم‌خانه کانالی تعبیه شود. در این سیستم به دو طریق می‌توان به بشکه‌های قیر حرارت داد:



شکل ۵-۸ نمای فوقانی طرح

بشکه‌ها را تأمین‌کند از طرف دیگر استفاده از مشعل در هر دو طرف مستلزم صرف هزینه بیشتر است. با توجه به اشتعال‌پذیر بودن بخارات قیر، بین بشکه‌های قیر و مشعل‌ها، دیواری از آجر نسوز تعبیه می‌شود و بشکه‌ها به صورت غیر مستقیم حرارت می‌بینند.

در صورت استفاده از مشعل، برای استفاده بهینه از انرژی گازهای احتراق، تیغه‌ای در سقف گرم‌خانه تعبیه

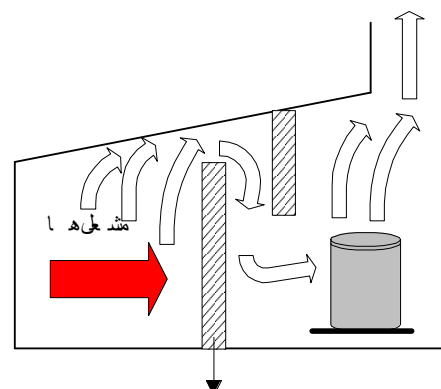


شکل ۵-۱۰ استفاده از مشعل در دو طرف بشکه‌ها

1. استفاده از

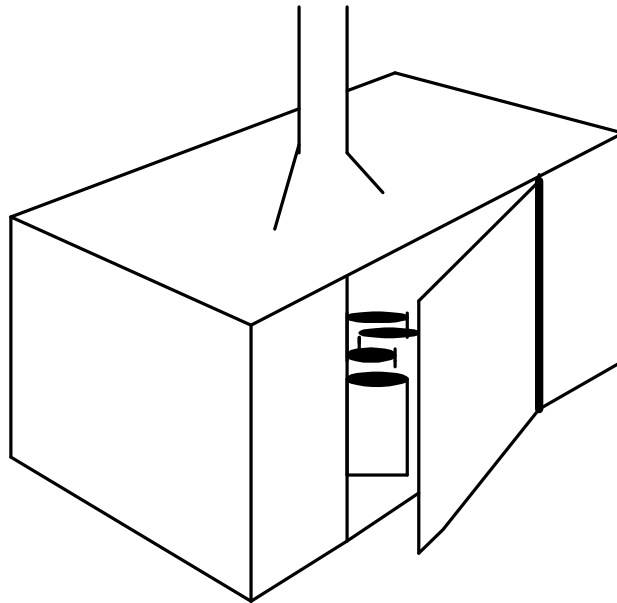
مشعل

برای حرارت دادن بشکه‌ها می‌توان در یک یا هر دو طرف کانال عبور بشکه‌ها مشعل تعبیه کرد که استفاده از مشعل در یک طرف در صورت زیاد بودن تعداد ردیف بشکه‌ها نمی‌تواند گرمایی کافی و یکنواخت برای حرارت دادن



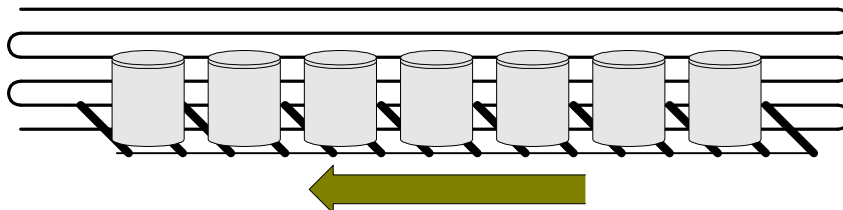
شکل ۵-۹ مسیر حرکت گازهای احتراق

می‌شود که باعث می‌شود گازهای احتراق قبل از خارج شدن از طریق دودکش با بشکه‌ها به انتقال حرارت بپردازند. نمایی از این تیغه و مسیر حرکت گازهای احتراق در شکل (5-9 و 5-10) و همچنین نمای خارجی کوره در شکل 5-11 آمده است.



شکل 5-11 نمای خارجی طرح

2. استفاده از کویل بخار داغ برای این منظور کویل بخار را روی دیواره گرم‌خانه تعبیه می‌کنند (شکل 5-12). این روش نسبت به روش قبل و استفاده از مشعل هزینه کمتری داشته ولی در عین حال بازدهی کمتری نیز دارد. البته ایمنی این فرایند بالاتر می‌باشد.



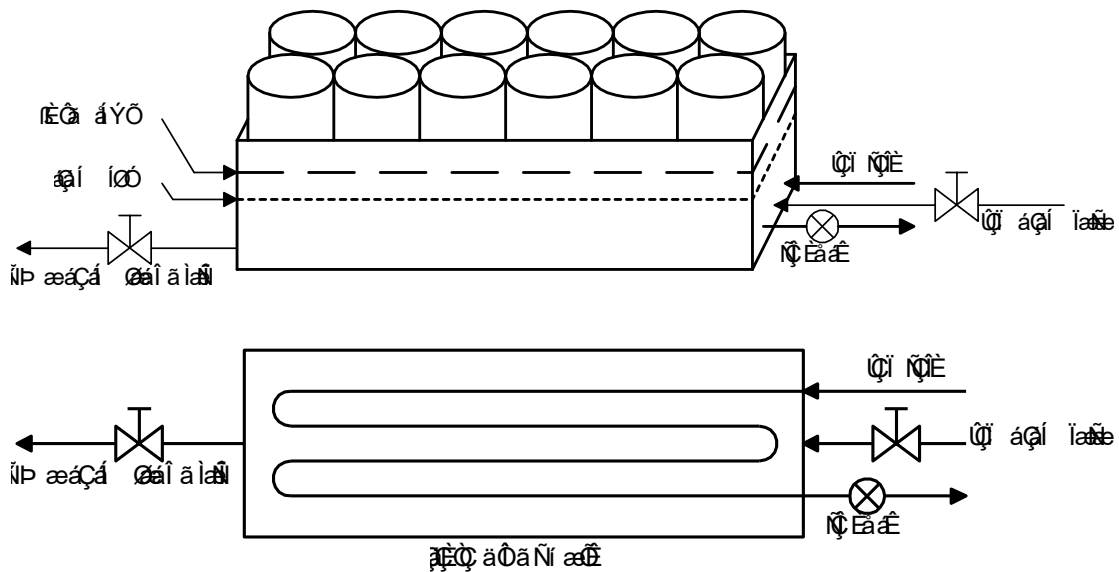
شکل 5-12 استفاده از کویل بخار برای حرارت دادن بشکه‌ها

از ویژگیهای بارز دو طرح فوق می‌توان به این موارد اشاره کرد: کیفیت مطلوب قیر بازیافت شده، حجم زیاد طراحی و احتیاج به سوخت مشعل.

۵-۴-۵ طرح شماره پنج

شکل (۵-۱۳) شمای کلی این طرح را نشان می‌دهد. این سیستم متشکل از یک مخزن است که در قسمت بالایی آن یک صفحه مشبک قرار گرفته است. در قسمت پایینی مخزن حلال مناسب به میزان کافی قرار گرفته و برای گرم کردن و گرم نگه داشتن آن از کویل بخار استفاده شده است. سیستم دارای یک شیر تخلیه در قسمت پایینی مخزن است. قسمتی از مخزن در داخل زمین دفن شده تا کارگر راحت‌تر بتواند بشکه‌ها را در داخل مخزن قرار دهد.

در ابتدا حلال به اندازه کافی به مخزن وارد می‌شود، سپس بشکه‌ها به تعداد کافی و مناسب، روی صفحه مشبک چیده می‌شوند. سطح حلال به اندازه‌ای خواهد بود که با قرار دادن بشکه‌ها در داخل مخزن به بیرون ریخته نشود. وقتی بشکه‌ها به مدت زمان کافی در این حالت قرار گرفتند، قیرهای داخل آنها در حلال حل شده و از بشکه‌ها خارج می‌شوند. در انتها پس از خالی شدن بشکه‌ها، آنها توسط کارگر از داخل محفظه بیرون کشیده می‌شوند. سپس، بعد از خارج نمودن مخلوط قیر و حلال از شیر خروجی، سیستم برای Batch بعدی آماده می‌شود.



شکل 5-13 شمای کلی طرح شماره پنج

از مشخصات این طرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

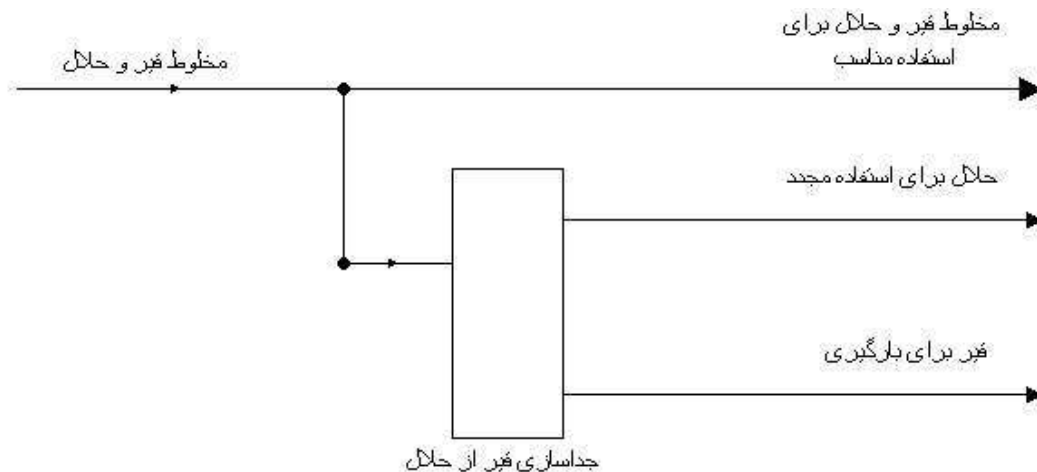
- عدم استفاده از شعله مستقیم برای حرارت دادن
- کم بودن تجهیزات مورد نیاز سیستم
- Batch بودن سیستم

- عدم حصول قیر خالص و نامناسب بودن آن برای برگرداندن به خط اصلی
- نیاز به کار کارگری نسبتاً زیاد
- نیاز به حلال مناسب و مصرف آن

۵-۵ استفاده از مخلوط حلال و قیر

مطابق شکل (۵-۱۴) مخلوط قیر و حلال بدست آمده از فرآیند بازیابی قیر ضایعاتی بکمک حلال را به دو طریق می‌توان مورد استفاده قرار داد:

- جدا سازی حلال از قیر و بارگیری قیر به عنوان محصول با کیفیت مطلوب و نیز باز گرداندن حلال برای استفاده مجدد
- استفاده مستقیم از مخلوط قیر و حلال (مثلاً به عنوان سوخت)



شکل ۵-۱۴ پروسس مخلوط قیر و حلال

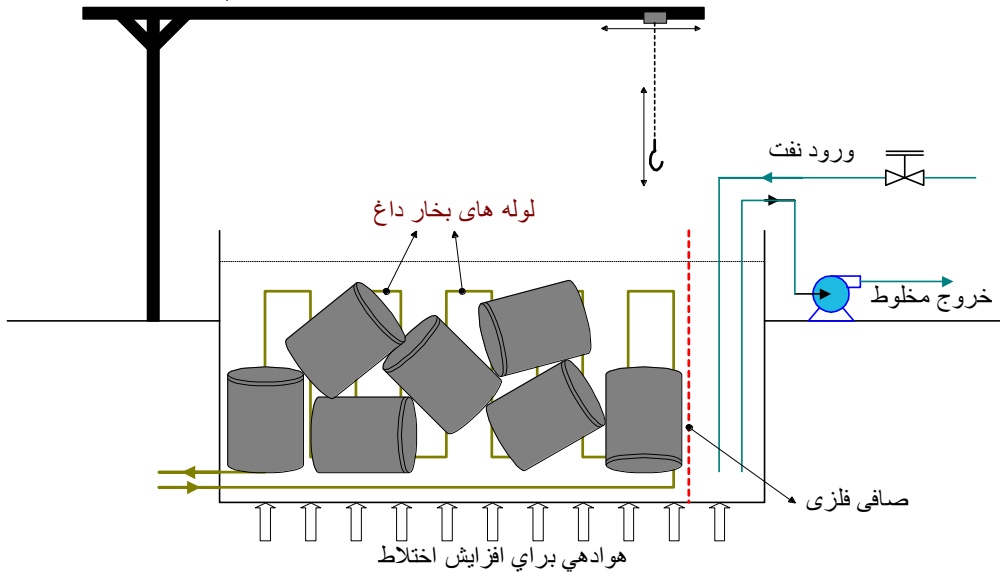
برای انتخاب سیستم مناسب برای بازیابی ضایعات قیر بشکه ای، باید سیستم های فوق به همراه سیستم‌های احتمالی دیگر به طور دقیق تری مورد بررسی قرار گیرند و در این پروسس باید میزان تجهیزات لازم، میزان کار کارگری مورد نیاز، حلال مورد نیاز، سوخت مورد نیاز برای مشعل‌ها، ملاحظات ایمنی و جنبه‌های فنی و اقتصادی دیگر مورد توجه قرار گیرند.

در فصل‌های آینده جزئیات طرح‌های پیشنهادی فوق و امکان‌سنجی آنها مورد مطالعه قرار گرفته و بهینه‌ترین طرح از لحاظ فنی و اقتصادی پیشنهاد شده است.



بررسی طرح‌های پیشنهادی جهت بازیافت قیر

در فصل قبل، پنج طرح جهت بازیافت قیر پیشنهاد شد. در این فصل طرح‌ها مورد ارزیابی و امکان‌سنجی قرار گرفتند که نتایج آن به‌مراه نظرات کارشناسی گروه مجری پروژۀ ذکر شده است. با توجه به اینکه در برخی از پالایشگاه‌ها طرح‌های بازیافت قیر ضایعاتی مشاهده شده و مشابه با بعضی از طرح‌های مذکور است لذا در بررسی این طرح‌ها نکات مربوطه که در بازدیدها مشاهده گردیده، لحاظ شده است. مثلاً سیستم بازیافت قیر که در پالایشگاه شیراز و آبادان مشاهده شد مورد خوبی برای ارزیابی طرح‌های پیشنهادی بود. همانطور که قبلاً ذکر شد، برای بازیافت قیر ضایعاتی احتیاج به استفاده از انرژی حرارتی می‌باشد. در کلیه طرح‌های پیشنهادی و نیز سیستم‌های بازیافت قیر، این نکته دیده شده است. استفاده از کویل و محفظه‌ای که بشکه‌های قیر و حلال را در بر بگیرد تجهیزاتی هستند که در طرح‌های یک و سه و پنج و در طرح‌های دو و چهار بطور ترکیبی با مشعل بکار رفته‌اند. طرح مشاهده شده در شیراز با کمی تفاوت ترکیبی از طرح‌های یک و سه و پنج بوده است. البته قسمت بیشتر محفظه طرح موجود در این پالایشگاه، در داخل زمین حفر شده است. نمای طرح این پالایشگاه در شکل ۶-۱ آمده است. جهت بازیافت قیر داخل بشکه‌ها، این بشکه‌ها توسط کارگر به صورت نامنظم بر روی صفحه مشبک قرار گرفته در محفظه، ریخته می‌شود (شکل ۶-۱). جهت گرمایش بشکه‌ها و نیز سهولت پمپاژ و نیز پهای اینکه از دمای پایین تری برای سیستم استفاده شود از حلال گازی استفاده می‌شود، که توسط یک خط لوله به محفظه تزریق می‌شود و با استفاده از کویل حرارتی کف محفظه گرم می‌شود.



شکل ۶-۱ طرح سیستم بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه شیراز

مشکلات این طرح که در عمل هم مشاهده شد، عبارتند از:

- استفاده از حلال: که خود دو مشکل عمده ایجاد می‌کند. اولاً خلوص قیر از بین می‌رود و کیفیت آن تغییر می‌کند و دوم اینکه هزینه اضافی به سیستم تحمیل می‌شود.
- قرار دادن بشکه‌ها: قرار گرفتن و خارج ساختن بشکه‌ها در داخل محفظه توسط کارگر کمی دشوار می‌باشد. این امر به دلیل عدم دسترسی آسان کارگر به همه نقاط محفظه، سنگین بودن بشکه‌های قیر (که معمولاً حدود ۱۵۰ کیلوگرم وزن دارند) و حرارت بالای محفظه می‌باشد.
- هوادهی برای افزایش اختلاط نیز موجب تغییر کیفیت قیر اولیه می‌شود.
- آب‌بندی ناقص و اتلاف حرارتی بالا: برای این طرح هیچ‌گونه عایق کاری و حفاظت حرارتی در نظر گرفته نشده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود روی مخزن هیچگونه سرپوشی قرار ندارد و این موجب اتلاف حرارتی بسیار بالایی می‌شود.

۶ + طرح شماره یک

تفاوت عمده طرح پالایشگاه شیراز با طرح پیشنهادی شماره یک در استفاده از افشانه‌ها در طرح پیشنهادی می‌باشد. در این طرح علاوه بر مشکلات قرارگیری بشکه‌ها و استفاده از حلال که در بالا ذکر شد، مشکل افشانه‌ها هم وجود دارد چرا که حلال خروجی از نازل افشانه‌ها در برخورد با مخلوط داخل مخزن سرعت خود را از دست داده و نمی‌تواند وظیفه خود را به خوبی انجام دهد. همچنین ریختن قیرهای مایع شده روی این نازلها باعث گرفتگی و مسدود شدن این نازلها می‌شود و پس از مدتی کارایی



خود را از دست می‌دهند. در مورد طرح پیشنهادی باید گفت که مشکل آب بندی به علت در نظر گرفتن سرپوش کمتر وجود دارد.

با توجه به اشکالات ذکر شده برای این طرح و نیز طبق نظر سنجی و صحبتی که با مسئولین پالایشگاه انجام شد بازدهی این طرح پایین تشخیص داده شده است و لذا این طرح از نظر اقتصادی و فنی توجیه نمی‌شود.

۶ ۴ طرح شماره دو

در طرح پیشنهاد شده شماره دو مشکلاتی وجود دارد که آنرا از نظر فنی و اقتصادی مردود می‌نماید. از جمله این مشکلات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- گذاشتن بشکه‌ها روی سطح شیب‌دار و تنظیم آنها جهت غلتیدن مستقیم کار مشکلی می‌باشد.
 - ۲- نحوه خارج شدن بشکه‌ها بطوریکه دقیقاً بعد از مایع شدن قیرها و نیز تخلیه کامل آنها باشد چندان مطمئن و اجراپذیر نمی‌باشد.
 - ۳- قرارگیری مشعل‌ها بطوریکه تماس مستقیم با قیرها نداشته باشد، بسیار مشکل است. بعلاوه اینکه تعدادی از بشکه‌ها سوراخ می‌باشند که بعضاً محل نشستی در پایین بشکه‌ها قرار دارد و لذا قرارگیری مشعل‌ها به هر شکلی باشد امکان شعله‌ور شدن قیر نشسته روی بشکه‌ها وجود دارد. این امر ایمنی سیستم فرایندی را می‌کاهد.
 - ۴- محاسبات طراحی این طرح بسیار مشکل است از جمله محاسبه دقیق شیب جهت غلتیدن بشکه‌ها، نیز زاویه مشعل‌ها و طول شعله مشعل و از همه مهمتر سیستم جلوگیری از اتلاف حرارتی زیاد این طرح از موارد مهم و حساس طراحی است.
- با توجه به توضیحات و دلایل که ذکر شد این طرح از نظر فنی مشکل و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد.

3-6 طرح شماره سه

این طرح مانند طرح شماره یک دارای مشکلاتی از قبیل استفاده از حلال و در نتیجه تغییر کیفیت قیر و نیز اتلاف حرارتی بالایی که به سبب باز بودن فضای بالایی این سیستم بوجود می‌آید، می‌باشد. همچنین برخی از مشکلات دیگر هم می‌توان ذکر کرد:

همانطور که در شکل 5-6 مشاهده می‌شود این طرح احتیاج به فضای زیادی دارد و برای اجرای آن احتیاج به امکانات و لوازم جانبی متعددی است.



+ استفاده از نوار نقاله برای حمل بشکه ها به داخل حوض و نیز خارج ساختن آنها دارای مشکلاتی می باشد از جمله نحوه متصل ساختن بشکه ها به گیره ها، نحوه پایین آمدن بشکه ها و قرار گرفتن در داخل حلال (مانند گازوئیل یا Slops) و سنگین ب ودن بشکه ها در نتیجه اعمال نیروی زیاد به نوار نقاله، همگی می تواند مشکلاتی را در اجرای این طرح بوجود آورد. با توجه به معایب و مشکلات مذکور، این طرح دارای توجیه فنی و اقتصادی نمی‌باشد.

۶ ۴ طرح شماره چهار

طرح گرمخانه با رول فلزی و با سیستم گرمایشی مشعل یا سیستم حرارتی کویل بخار، از نظر اینکه قیر خالص بازیافت می‌شود و نیز سرعت بازیافت بیشتر می‌باشد، دارای مزیت می‌باشد، ولی دارای معایبی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- به جهت وجود رول فلزی در این پروژه، اولاً سرمایه اولیه بیشتری را تحمیل می‌کند، ثانیاً نگهداری و تمیزکاری آن باعث اعمال هزینه و صرف نیروی کارگری زیاد می‌شود

۲- نحوه تخلیه شدن بشکه‌ها به جهت وارونه شدن آنها در انتهای مسیر گرمخانه اولاً چندان ایمن نمی‌باشد و ثانیاً باعث پاشیدن قیر به اطراف و آلوده ساختن محیط می‌شود.

۳- بارگذاری بشکه روی رول فلزی دشوار می‌باشد. همچنین جهت اطمینان می‌بایست یک کویل بخار در داخل مخزن انتهایی وجود داشته‌باشد.

۴- از آنجایی که کوره فضای زیادی را اشغال می‌کند و از نظر ایمنی می‌بایست در مکان خاصی در واحد قرار گیرد. به همین دلیل شاید نتوان چنین سیستمی را در کنار واحد قیرسازی قرار داد و لازم شود در مکان دیگری در پالایشگاه قرار گیرد. در این حال می‌بایست لوله کشی مجزا جهت انتقال قیر به مخزن انجام داد و از پمپ مناسب جهت پمپاژ استفاده نمود.

۵- استفاده از کوره با مشعل، امکان‌پذیر می‌باشد و حتی طبق محاسبات انجام شده سرعت مایع شدن بسیار زیاد می‌باشد، اما مشکل اصلی در کنترل دمای سیستم و میزان انتقال حرارت به بشکه ها می‌باشد. چراکه اگر بشکه‌ها بیش از مدت زمان لازم که طبق محاسبات انجام شده (در حالت دیواره با دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد و یک ردیف لوله) حدود ۳ دقیقه می‌باشد در کوره قرار گیرند، دمای قیر داخل بشکه‌ها زیاد شده و امکان تغییر کیفیت قیر وجود دارد.

۶- این طرح از نظر بازیافت و آب‌بندی حرارتی چندان کارآمد نمی‌باشد.



۷- همچنین در صورت استفاده از مشعل، طراحی و ساخت دودکش و تاثیر آن روی پیریزی^۱ طرح می‌بایست مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به مطالب فوق که پس از بررسی‌های دقیق‌تر روی طرح پیشنهادی اولیه صورت پذیرفت، این طرح برای پالایشگاه‌ها که حدود ۱۵۰ الی ۳۰۰ بشکه قیر در ماه ضایعات دارند طرح مناسبی نمی‌باشد. همانطور که ذکر شد از مشکلات اصلی این طرح وجود رول فلزی و مشکلات استفاده از آن و نیز جمع‌آوری قیر و ارسال آن به مخازن می‌باشد. پس از بررسی‌های اقتصادی و فنی انجام شده روی این پیشنهاد، در طرح دوم پیشنهادی که در فصل بعد خواهد آمد، گرمخانه‌ای با کویل حرارتی که در تماس با بشکه‌ها می‌باشند، مد نظر قرار گرفت که به جای انتقال بشکه‌ها توسط رول فلزی، از سیستم گیره و قرقره با شیب طبیعی استفاده می‌شود.

۶ ۵ طرح شماره پنج

در این طرح سعی شده است از وسائل ساده استفاده شود. از آنجائیکه وزن هریک از بشکه‌ها در حدود ۱۵۰ کیلوگرم می‌باشد بلند کردن آنها توسط کارگر کمی مشکل می‌باشد. به همین جهت در بررسی‌های صورت گرفته که در فصل بعد بطور کامل تر بحث خواهد شد، این کار به صورت مکانیکی انجام می‌گیرد. همچنین امکان استفاده از قیر به عنوان حلال و استفاده از همد محصول خروجی واحد قیرسازی، از دیگر نتایج این بررسی‌ها بوده است. جزئیات بیشتر این طرح و طراحی مقدماتی آن در فصل بعد آورده شده است.

با توجه به مطالب ارائه شده، در نهایت دو طرح به عنوان طرح بهینه انتخاب شد که در فصل آینده مورد بررسی دقیق‌تر قرار می‌گیرند.

¹ Foundation



پیشنهاد و انتخاب دو طرح جهت بازیافت قیر

در این فصل به بررسی دقیق‌تر و طراحی اولیه^۱ دو طرح پیشنهادی که م‌ورد تایید ابتدایی ناظر پروژه قرار گرفت پرداخته می‌شود. انتخاب این دو طرح از میان طرح‌های پیشنهادی بر اساس نظرسنجی و بحث‌های تخصصی و امکان‌سنجی‌های اقتصادی و فنی صورت پذیرفت.

شاید از نقطه نظر اقتصادی و مدت زمان برگشت سرمایه، ساخت و اجرای این دو طرح بصورت

مستقیم سودزا نباشند، اما نکته مهم آن است که با بازیافت قیرهای ضایعاتی، پالایشگاه‌ها از مشکلات

مبتلا به که خود هزینه زا هستند رهایی می‌یابند. همانطور که در جدول ۳-۱۰ مشخص است بیشترین

ضایعات مربوط به پالایشگاه‌های اراک و اصفهان می‌باشد. به همین دلیل طراحی طرح اول برای این دو

پالایشگاه و نیز برای پالایشگاه تهران انجام شد. برای بقیه پالایشگاه‌ها اجرای این طرح به صرفه نمی‌باشد

و شاید بهتر باشد ضایعات خود را به این دو پالایشگاه منتقل کرده تا بازیافت شوند. از نظر اقتصادی طرح

اول احتیاج به سرمایه اولیه کمتر داشته و امکان اجرای آن محتمل‌تر می‌باشد. مسائل جزئی‌تر مربوط به هر

یک از این دو طرح، با توجه به شرایط هر پالایشگاه از نقطه نظر فرآیند و نیز میزان ضایعات و دیگر

شرایط تا حدی که امکان دسترسی به آنها بوده، جمع‌آوری و در محاسبات وارد شده است.

¹ Preliminary Design



۱-۷ طرح انتخاب شده شماره یک

همانطور که در طرح‌های پیشنهادی اشاره شد یکی از راه‌های بازیافت قیر ضایعاتی، استفاده از Slops و یا قیر برای حل کردن و جدا کردن قیر از بشکه می‌باشد. استفاده از Slops تقریباً در همه شرایط امکان‌پذیر است، چرا که Slops یک برش نفتی سنگین و ارزان قیمت نسبت به برش‌های سبکتر است و معمولاً قسمتی از آن برای سوخت در پالایشگاه‌ها بکار برده می‌شود. همانطور که قبلاً بیان شد قیرهای ضایعاتی از نظر کیفیت با قیر محصول برابر می‌باشند (درصد کمی از بشکه‌های قیر از روی سطح واحد جمع می‌شود که همراه با خاک و ناخالصی می‌باشند)، و از آنجاییکه اختلاط قیر ضایعاتی بازیافت شده قیر ذخیره شده در مخزن، لطمه‌ای به کیفیت قیر در مخازن ذخیره قیر نمی‌زند، می‌توان از قیر محصول واحد قیرسازی جهت حرارت دادن به قیر ضایعاتی و حل نمودن آن و بازیافت آن استفاده کرد. حسن این روش آن است که دیگر نیازی به جداسازی قیر از حلال خاصی نمی‌باشد و قیر ضایعاتی تبدیل به قیر محصول می‌شود، لذا از صرف هزینه مربوطه جلوگیری می‌شود.

۱-۱-۷ مشخصات خوراک و محصول

خوراک این طرح، قیر خروجی از واحد قیرسازی پالایشگاه می‌باشد که به مخازن ذخیره قیر فرستاده می‌شود. این امکان وجود دارد که قسمتی از قیر محصول را قبل از مبدل پیش‌گرمایش (Pre-heater) یا کولر آبی انتهای فرایند واحد جدا و برای بازیافت ضایعات استفاده شود. این امر استفاده از دمای بالاتر قیر تولیدی واحد قیرسازی را ممکن می‌سازد. اما در محاسبات انجام شده از دمای بعد از مبدل پیش‌گرمایش یا کولر آبی استفاده شد. در صورت اجرای طراحی پایه برای این طرح (برای هر پالایشگاه) به طور دقیق این موضوع تعیین می‌گردد.

محصول این واحد هم قیر ترکیب شده با قیر ضایعات بازیافت شده می‌باشد. قیر خوراک به طور پیوسته وارد این سیستم شده و با مقدار قیر ضایعاتی که مایع شده مخلوط و از سیستم خارج و به سمت مخازن فرستاده می‌شود. دبی ورودی قیر محصول به این طرح در ادامه محاسبه می‌گردد.

۲-۱-۷ شرح فرایند

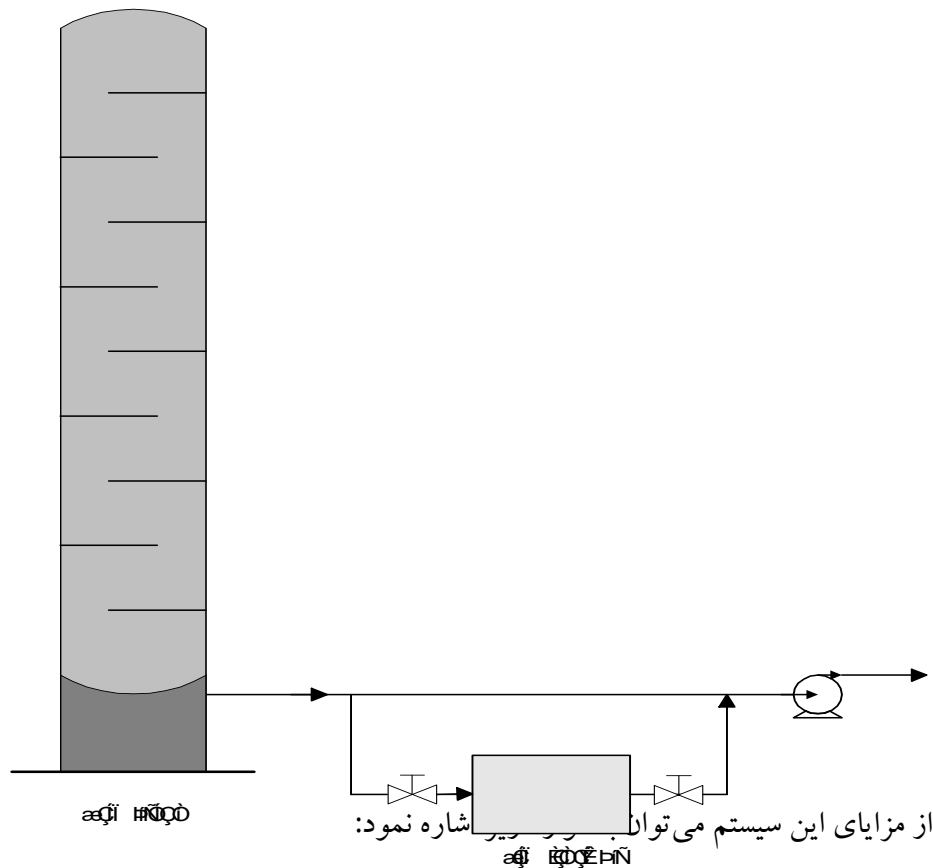
اساس این طرح بدین گونه است که بشکه‌های قیر به نحوی درون ظرفی حاوی قیر خروجی (محصول) از واحد قیرسازی قرار می‌گیرند و پس از مدت زمان معینی که قابل محاسبه و تخمین می‌باشد (در ادامه محاسبه شده)، ضایعات قیر در قیر محصول واحد قیرسازی حل شده و از بشکه‌ها جدا می‌شوند. در فصل قبل (مربوط به گزارش اول پروژه) بیان شد که بشکه‌ها روی سطح مشبکی که قابلیت حرکت به سمت بالا و پایین را دارد قرار می‌گیرند. پس از بررسی‌های بیشتر این نتیجه حاصل شد که صفحه مشبک



برای این منظور مناسب نمی باشد چراکه حرکت دادن (بالا و پایین بردن) صفحه مشبک کار مشکلی است و احتیاج به یک سیستم مکانیکی خاص می باشد. لذا پیشنهاد می شود از قفسه فلزی جهت سهولت و سادگی عملیاتی استفاده شود. این قفسه دارای کف مشبک و سقف فلزی بوده، که با کابل‌های فلزی که به چهار ستون قفسه از بالای ورق فلزی متصل می شود و به کمک این سیم کابلها قفسه توسط جرثقیل جابجا می شود. کف قفسه همانطور که در شکل ۷-۵ مشخص است از تعدادی تیر آهن که به یک چارچوب فلزی جوش داده شده است، تشکیل شده است. روی این تیر آهنها، توری‌ای فلزی قرار گرفته تا از کج شدن بشکه‌ها جلوگیری کند. این قفسه از یکی از وجوه کناری طویل باز می شود تا بتوان بشکه‌ها را در قفسه قرار داد. محیط صفحه بالایی قفسه از محیط مخزن بزرگتر بوده و کاملاً آنرا می پوشاند (به نحوی موجب آب بندی حرارتی آن می شود) و همچنین باعث نگهداشتن قفسه در داخل مخزن می شود (شکل ۷-۴).

مخزن مورد نظر یک مکعب مستطیل فلزی می باشد که از وجه بالایی باز می باشد. ابعاد این مکعب $3 \text{ m} * 1/2 \text{ m} * 0/9 \text{ m}$ می باشد. با پر شدن مخزن گرمایش توسط خط قیر ورودی به مخزن، به نحوی که سطح آن بالاتر از سطح بالایی بشکه‌ها قرار گیرد، قیرهای داخل بشکه‌ها بخاطر جذب حرارت از قیر داخل مخزن، مایع شده و در قیر داخل مخزن حل می شوند. جهت انتقال قیر به مخزن آن یک لوله ورودی در قسمت بالایی مخزن تعبیه شده است که درصدی از خروجی واحد را به سیستم وارد می کند. یک لوله خروجی نیز در انتهای مخزن وجود دارد که مکان دقیق آن در قسمت فلسفه کنترل، محاسبه می شود. یک خط خروجی قطور در بالای مخزن وجود دارد که به خط ورودی پمپ سریز می کند. خروجی این سیستم به پمپ انتهای واحد که قیر را به مخازن ذخیره قیر می فرستد، متصل می شود.

تنها دو پالایشگاه اراک و تهران اطلاعات درخواستی (Data sheet، PFD) پمپ‌ها و پرسشنامه‌ها را بطور کامل تهیه و ارسال کردند. با توجه به اطلاعات Data sheet پمپ‌های P-1001 پالایشگاه تهران (واحد ۶۰/۷۰)، P-1001 و یا P-1002 پالایشگاه اراک (اطلاعات فوق در پیوست پنج آمده است) مقدار پارامتر $NPSH_A$ حدود ۲/۵ الی ۴ متر بیش از $NPSH_R$ می باشد. با توجه به شکل ۷-۶ سیستم پیشنهادی حداکثر ۱/۶۰ متر می تواند پایین تر از خروجی تحتانی برج قرار گیرد. همچنین مقدار افزایش افت فشار خط لوله به علت کوتاه بودن مسیر اضافه شده، ناچیز است. لذا امکان استفاده از پمپ واحد در این طرح برای پالایشگاه تهران و اراک وجود دارد. شکل ۷-۱ فرایند گرفتن خوراک از واحد را به صورت شماتیک نشان می دهد.



عدم استفاده از شعله جهت گرم کردن خوراک از واحد قیرسازی برای طرح بازیافت قیر
استفاده از قیر و دست‌یابی به قیر خالص (بدون استفاده از ماده دیگر)

تسهولت طراحی و اجرای سیستم

صرف نیروی کارگری کم

با توجه به اینکه میزان قیر بازیافت شده ای که از بشکه‌های قیر ضایعاتی در این طرح بدست می‌آید، همراه با محصول واحد به مخازن قیر فرستاده می‌شود، تغییر خاصی در کیفیت قیر (حتی اگر نوع قیر متفاوت باشد) در مخازن بوجود نمی‌آید.

۳-۱-۷ لیست تجهیزات

تجهیزاتی که برای راه‌اندازی این سیستم لازم است، بسیار ساده و اندک است. یکی از دلایل انتخاب این طرح نیز همین امر می‌باشد تا امکان ساخت و اجرای این طرح بیشتر محتمل گردد. چراکه همانطور



که در جدول ۳-۱۰ آمده است میزان ضایعات پالایشگاه‌ها در حدی نمی‌باشد که لازم باشد طرح بزرگی برای بازیافت آنها اجرا گردد. خصوصاً اینکه مقداری از این ضایعات قابل پیشگیری می‌باشد. تجهیزاتی که برای این طرح لازم می‌باشند شامل:

- مخزن گرمایش قیر
- سه عدد شیر فلنجی و یک عدد شیر On-Off
- قفسه مشبک برای انتقال بشکه‌ها

۴ + ۷ موازنه جرم و انرژی

پارامترهای زیر جزء متغیرهایی هستند که در مورد هر پالایشگاه متفاوت می‌باشند:

دمای قیر داغ ورودی

دمای نقطه نرمی قیر

خواص شیمیایی و فیزیکی قیر

این پارامترها از پالایشگاه‌ها جهت اجرای محاسبات درخواست شد که اطلاعات دریافتی به پیوست پنج می‌باشد. در محاسبات مورد نظر پارامترهای همچون میزان ضایعات قیر، جنس فلز بشکه ها، حجم مخزن پیشنهادی و مؤثر می‌باشند که در ادامه ذکر می‌شوند. بر اساس این داده ها می‌توان دیگر پارامترها مربوط به طرح را از قبیل دبی قیر ورودی، قطر لوله‌ها، انتخاب فلزات (جنس، اندازه و ضخامت) بکار گرفته و... تعیین نمود.

در حال حاضر در کشور قیرهای ۶۰/۷۰، ۸۵/۲۵، ۸۵/۱۰۰، ۹۰/۱۵ و MC-250 در حال تولید است. میزان تولید قیر ۶۰/۷۰ بیشتر می‌باشد به همین دلیل سیستم بازیافت قیر ضایعاتی در کنار این واحد قرار می‌گیرد و طراحی سیستم با توجه به اطلاعات سه پالایشگاه اراک، اصفهان و تهران انجام خواهد شد. از مقادیر متوسط برای خواص فیزیکی و شیمیایی قیر استفاده شده است. این مقادیر به علاوه ابعاد بشکه در جدول ۷-۱ آمده است.

جدول ۷-۱ مقادیر پارامترهای مورد استفاده در طراحی

$\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$	چگالی قیر
$C_p = 1680 \text{ J/kg} \cdot \text{C}$	گرمای ویژه قیر
$k = 0.69 \text{ W/m} \cdot \text{C}$	ضریب هدایت گرمایی قیر
$v = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}^*$	ویسکوزیته سینماتیکی قیر
$L = 80 \text{ cm}$	ارتفاع
$d = 48.5 \text{ cm}$	قطر
	ابعاد بشکه‌های قیر

*برگرفته از اطلاعات کسب شده از پالایشگاه‌ها (پیوست چهار)



از آنجائیکه قیر ترکیبی از هیدروکربن های سنگین است، دارای گرمای نهان ذوب مشخصی نمی‌باشد. با توجه به این مسأله امکان وارد نمودن این پارامتر در محاسبات وجود نداشته است. برای تعیین اینکه بشکه‌ها چه مدت باید در مخزن و تحت فرایند قرار داشته باشند، فرض می‌شود که بشکه‌ها در دمای یکسان که همان دمای خروجی واحد قبل از ارسال به مخازن می‌باشد، قرار می‌گیرند. با توجه به این فرض بشکه‌ها در تمام مدت فرایند به طور کامل در داخل مخزن قیر قرار می‌گیرند. با استناد به مدارک دریافتی از پالایشگاه‌ها (پیوست پنج)، بطور کلی دو رنج دمایی برای مایع شدن انواع قیر وجود دارد به همین دلیل شبیه‌سازی جهت تعیین زمان مایع شدن در متوسط دمایی هر دو رنج انجام می‌شود. برای قیرهای ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ دمای متوسط مایع شدن 65°C و برای قیرهای ۹۰/۱۵ و ۸۵/۲۵ حداکثر دمای 110°C برای مایع شدن در نظر گرفته می‌شود. این اعداد تقریباً ۵ الی ۱۵ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای نرمی این نوع قیرها می‌باشد. قیر MC-250 از ترکیب قیر ۶۰/۷۰ با نفت سفید حاصل می‌شود و دمای Softening برای آن اندازه‌گیری نمی‌شود.

با توجه به قطر خط لوله قیر داغ ورودی و مقایسهٔ نسبی آن با ابعاد مخزن گرمایش، این نتیجه حاصل می‌شود که سرعت قیر داغ در داخل مخزن بسیار کم و قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد. بنابراین می‌توان از تغییرات نرخ انتقال حرارت ناشی از اغتشاش نسبت به حالت سکون آن چشم‌پوشی کرد. به این معنی که سیستم انتقال حرارت جابجایی اجباری نیست و جهت طراحی از محاسبات مربوط به انتقال حرارت جابجایی آزاد استفاده می‌شود.

جهت تعیین ضریب انتقال حرارت جابجایی h ، از معادلهٔ زیر که برای انتقال حرارت به طریق جابجایی آزاد از استوانه‌های عمودی (با توجه به نحوهٔ قرار گرفتن بشکه‌ها در طرح) صادق است، استفاده می‌شود [۱۵]:

$$Nu = C(Gr.Pr)^m$$

در این رابطه Nu عدد ناسلت است که مطابق زیر تعریف می‌شود و C و m اعداد ثابتی هستند:

$$Nu = h.L/k$$

پارامتر k ضریب انتقال حرارت و پارامتر L طول بشکه و پارامترهای Gr و Pr به ترتیب اعداد

گراشوف و پراندل هستند که بصورت زیر تعریف می‌شوند:

$$Gr = \frac{g\beta(T_s - T_b)L^3}{\nu^2}$$

$$Pr = \frac{\mu C_p}{k}$$



در این روابط، g شتاب ثقلی، β وارون دمای مطلق فیلم، ν ویسکوزیته سینماتیکی و μ ویسکوزیته است. T_s دمای قیر خروجی از واحد قیر است که برای سه پالایشگاه اصفهان، تهران و اراک که ضایعات قیر بیشتری داشته‌اند، در جدول زیر آمده است (پیوست پنج).

جدول ۷-۲ دمای خروجی قیر از واحد قیرسازی پالایشگاهها

دمای خروجی در واحد قیرسازی °C		پالایشگاه
۲۸۷ و ۲۱۵		آبادان
۲۰۴		تهران
۱۶۵-۱۸۵		اراک
۱۵۵-۲۱۰	قیر ۶۰/۷۰ قدیم	اصفهان
۱۷۰-۱۹۵	قیر ۶۰/۷۰ جدید	
۱۶۰-۱۷۰	قیر ۸۵/۱۰۰	
۶۵-۷۵	قیر MC-250	

T_b دمای جداره بشکه است که مطابق توضیحاتی که در ادامه خواهد آمد مقادیر صفر و بیست و پنج درجه سانتی‌گراد برای آن لحاظ می‌شود.

با جایگذاری پلوامترها در معادلات بالا، مقدار $Pr = 1278$ حاصل می‌شود. مقدار Gr تابعی است از T_s و در نتیجه مقدار آن برای هر پالایشگاه متفاوت می‌باشد. با محاسبه مقدار $(Gr \cdot Pr)$ و با استفاده از جداول مرجع ۱۵، مقادیر ۰/۵۹ و ۰/۲۵ به ترتیب برای C و m حاصل می‌شود و نهایتاً مقدار متوسط زیر برای ضریب انتقال حرارت جابجایی هر یک از سه پالایشگاه بدست می‌آید:

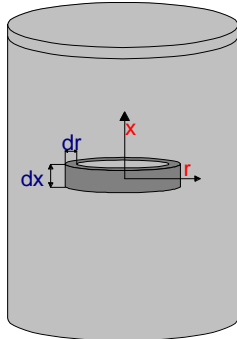
جدول ۷-۳ مقدار ضریب انتقال حرارت

ضریب انتقال حرارت $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	پالایشگاه
۱۵۵	اراک
۱۷۶	اصفهان
۱۶۷	تهران

برای بدست آوردن زمان لازم جهت مایع شدن قیر از روش حل عددی y ، بشکه‌های قیر در یک محیط مملو از قیر فرض می‌شوند. برای شبیه‌سازی این فرایند از یک مدل استوانه‌ای دو بعدی (در جهت شعاعی و طولی) مطابق شکل ۷-۴ برای بشکه‌ها استفاده شده است.

در انجام مدل‌سازی فرضیات زیر در نظر گرفته شده است:

۱ - بشکه قیر به عنوان یک جسم جامد در نظر گرفته شده است که انتقال حرارت داخل آن بصورت هدایتی انجام می‌گیرد.



۲ - جهت انتقال حرارت جابجایی فرض شده است که سطح انتقال حرارت (سطح بالایی و جانبی) در طول گرمایش ثابت می‌باشد.

۳ - از انتقال حرارت جابجایی بین قیر مایع شده در داخل بشکه صرف نظر شده است.

۴ - همانطور که در بالا ذکر شده در این گرمایش شکل ۲-۷ المان مدل استوانه‌ای برای بشکه فرض شده است که انتقال حرارت بصورت جابجایی اجباری وجود نداشته باشد.

روش حل به این ترتیب است که یک المان استوانه‌ای دو بعدی به شعاع dr و ضخامت dx در نظر گرفته می‌شود و سپس برای آن موازنه انرژی نوشته می‌شود. این موازنه انرژی شامل سه ترم انتقال حرارت هدایتی در جهت شعاعی (q_r) و انتقال حرارت هدایتی در جهت طولی (q_x) و نرخ تجمع انرژی در داخل المان (\dot{q}) می‌باشد:

$$q_r + q_x = \dot{q}$$

q_x و q_r مطابق قانون فوریه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$q_x = -k(2\pi r dr) \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$q_r = -k(2\pi r dx) \frac{\partial T}{\partial r}$$

T درجه حرارت در هر نقطه داخل بشکه است. \dot{q} از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\dot{q} = \rho dV C_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

که dV المان حجمی است و برابر است با:

$$dV = 2\pi r dr dx$$

جایگزینی روابط فوق در معادله اصلی موازنه انرژی و تعریف $\alpha = \frac{k}{\rho \times C_p}$ (که پارامترها و مقادیر

مورد استفاده در تعریف آن در جدول ۷-۱ آمده است) رابطه زیر را نتیجه می‌دهد:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$



در این مدل شرایط مرزی زیر اعمال شده است:

در جهت طولی:

۱- به علت تقارن محوری در شکل ۷-۲ می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$x = 0 : \frac{\partial T(0, r, t)}{\partial x} = 0$$

۲- با توجه به اینکه سطح خارجی بشکه در معرض محیط که همان قیر مذاب است، قرار دارد لذا

انتقال حرارت از سطح بشکه به صورت جابجایی با ضریب انتقال حرارت h بین قیر داخل بشکه و قیر محیط بیرون صورت می‌گیرد:

$$x = l/2 : k \frac{\partial T(l/2, r, t)}{\partial t} = h(T(l/2, r, t) - T_s)$$

در این رابطه، l طول بشکه است که معادل 80 سانتی‌متر می‌باشد. T_s دمای قیر خروجی از واحد قیر است.

در جهت شعاعی:

۱- در این جهت نیز به علت تقارن محوری، می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$r = 0 : \frac{\partial T(x, 0, t)}{\partial r} = 0$$

۲- در این بعد نیز با توجه به توضیحات ذکر شده در جهت طولی:

$$r = d/2 : k \frac{\partial T(x, d/2, t)}{\partial t} = h(T(x, d/2, t) - T_s)$$

شرایط اولیه این مدل عبارت است از:

$$t = 0 : T(x, r, 0) = T_{Ti}$$

T_{Ti} دمای بشکه‌ها در زمان شروع پروسس است که در تمام نقاط داخل بشکه دمای یکسانی فرض می‌شود. این دما، با توجه به اختلاف شرایط آب و هوایی پالایشگاه‌های کشور و اختلاف دمایی فصول مختلف سال، مقادیر متفاوتی دارد. در سردترین شرایط، دمای بشکه‌ها صفر درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود و در مدلسازی وارد می‌شود. برای اینکه بتوان شهود بهتری از شرایط مختلف آب و هوایی در هنگام اجرای فرایند طرح را مورد بررسی قرار داد، دمای میانگین 25 درجه سانتیگراد نیز مورد محاسبه قرار گرفته است.

جهت حل عددی، برنامه‌ای نوشته شده که در پیوست ۳ آورده شده است. زمان بدست آمده از این برنامه جهت مایع شدن تمام قیر داخل بشکه، در حالات متفاوت دمایی برای پالایشگاه های اراک، اصفهان و تهران در جداول ۷-۴ تا ۷-۶ آورده شده است. برای پالایشگاه اراک دمای متوسط $175^\circ C$ برای قیر داغ ورودی در نظر گرفته شد. دمای متوسط قیر داغ ورودی برای پالایشگاه تهران $200^\circ C$ لحاظ



شد. در مورد پالایشگاه تهران چون دو واحد قیر ۶۰/۷۰ دارند و یک واحد ۹۰/۱۵، پیشنهاد می‌شود طرح بازیافت قیر ضایعاتی در کنار یکی از این دو واحد قرار گیرد.

برای پالایشگاه اصفهان با توجه به چهار نوع محصول با دماهای نرمی مختلف که دارای دماهای خروجی (از واحدهای) متفاوتی هستند، می‌بایست یک دما را انتخاب نمود. از آنجایی که بیشترین میزان تولید مربوط به واحد قیر ۶۰/۷۰ می‌باشد که تا ۲۰۰۰۰ بشکه در روز هم ظرفیت تولید دارد و نیز با توجه به اینکه در تولید قیر MC-250 هم قیر ۶۰/۷۰ استفاده می‌شود و نیز قیر ۸۵/۱۰۰ هم از نوع قیر Penetration می‌باشد، می‌توان ضایعات قیرهای ۸۵/۱۰۰ و MC-250 همراه با قیر ۶۰/۷۰ را به مخازن این نوع قیر فرستاد. به همین دلیل طرح بازیافت قیر ضایعاتی را می‌توان برای واحد آسفالت قدیم که تنها قیر ۶۰/۷۰ تولید می‌کند، در نظر گرفت و دمای خروجی این واحد حدوداً به طور متوسط برابر 210°C در نظر گرفته و در محاسبات استفاده نمود.

جدول ۴-۷ زمان مایع شدن (برحسب ساعت) ده بشکه قیر در طرح اول برای پالایشگاه اراک

۶۵	دمای مایع شدن قیر ($^{\circ}\text{C}$)	
	دمای اولیه بشکه ($^{\circ}\text{C}$)	
۵	۰	
۴/۱	۲۵	

جدول ۵-۷ زمان مایع شدن (برحسب ساعت) ده بشکه قیر در طرح اول برای پالایشگاه اصفهان

۶۵	۱۱۰	دمای مایع شدن قیر ($^{\circ}\text{C}$)	
		دمای اولیه بشکه ($^{\circ}\text{C}$)	
۴/۴	۵/۹	۰	
۳/۷	۵/۵	۲۵	

جدول ۶-۷ زمان مایع شدن (برحسب ساعت) ده بشکه قیر در طرح اول برای پالایشگاه تهران

۶۵	۱۱۰	دمای مایع شدن قیر ($^{\circ}\text{C}$)	
		دمای اولیه بشکه ($^{\circ}\text{C}$)	
۴/۶	۶/۸	۰	
۳/۸	۵/۳	۲۵	

در ادامه محاسبات، از زمان‌های بدست آمده در هر یک از جداول که از بالاترین زمان (Worse Case) برای هر پالایشگاه بدست آمده‌اند، استفاده خواهد شد. در نتیجه برای پالایشگاه اراک زمان ۵ ساعت، پالایشگاه اصفهان،



5/9 ساعت و برای پالایشگاه تهران زمان 6/8 ساعت جهت مایع شدن قیرهای داخل بشکه‌ها لازم می‌باشد. این زمان، مدت زمانی است که از محاسبات عددی مدلسازی انجام شده برای حالتیکه قیر داخل بشکه‌ها بر اثر دریافت حرارت، مایع شوند، حاصل شده است. اما در واقعیت بعد از گذشت مدت زمان کمی از شروع فرایند، لایه قیر مجاور بدنه بشکه مایع می‌شود و در نتیجه قالب قیر باقی مانده داخلی می‌تواند آزادانه از درون بشکه‌ها شود و در مخزن قیر داغ در تماس مستقیم با سیال قرار گیرد که این امر باعث تسریع انتقال حرارت و کاهش زمان مورد نیاز فرایند می‌شود.

با توجه به زمان مورد نیاز برای مایع شدن قیر یک بشکه و با در نظر گرفتن تعداد بشکه‌هایی که در هر سیکل باید پروسس شوند، می‌توان دبی حلال مورد نیاز را بدست آورد. همانطور که فرضیات محاسبات آمده است دمای مخزن قیر به صورت همگن و برابر با دمای قیر خروجی از واحد فرض شده است. مقدار انرژی حرارتی که بشکه‌ها در طول فرایند دریافت می‌دارند از آنتالپی قیر در جریان داخل مخزن می‌باشد. چراکه منبع تولید کننده انرژی در داخل مخزن وجود ندارد. با کاهش آنتالپی از دمای سیال داخل مخزن کاهش می‌یابد. این کاهش دما باید در حد 1-2 درجه سانتیگراد باشد تا فرض یک‌دما بودن مخزن تغییر نکند. با توجه به این‌که سیستم ایزوله نیست 25% از انرژی مورد نیاز برای مایع شدن قیر ضایعاتی داخل بشکه‌ها را به عنوان اتلاف حرارتی در نظر می‌گیریم. همینطور اختلاف دمایی 2 درجه برای قیر ورودی در نظر گرفته می‌شود تا بدین وسیله با برابر قرار دادن میزان انرژی حرارتی مورد نیاز بشکه جهت مایع شدن (با منظور کردن اتلاف انرژی) با انرژی از دست رفته قیر همساز گردد. تاکید می‌شود این روش حل با در نظر گرفتن مخزن همدمایی است که بشکه‌ها در آن دما پس از مدت زمان معین مایع می‌شوند.

انرژی حرارتی لازم برای مایع کردن قیر یک بشکه از رابطه $q = m.C_p.\Delta T$ بدست می‌آید. در این رابطه m جرم قیر داخل بشکه و C_p گرمای ویژه قیر و ΔT اختلاف دمای بین دمای مایع شدن قیر و دمای اولیه بشکه می‌باشد.

با توجه به ابعاد بشکه قیر حجم آن برابر است با:

$$V = \pi r^2 l = \pi (0.2425)^2 \text{ m}^2 \times (0.8) \text{ m} = 0.148 \text{ m}^3$$

لذا جرم یک بشکه قیر برابر است با:

$$m = \rho.V = 1050 \text{ Kg/m}^3 \times 0.148 \text{ m}^3 = 155.4 \text{ Kg}$$



لیدر توجه داشت یک بشکه در شمارش محصولات نفتی برابر ۱۵۹ لیتر می‌باشد و بشکه‌های قیر در ایران ۱۵۰ کیلوگرمی می‌باشند. با این حال عدد فوق جهت محاسبه دقیق‌تر و بر حسب طول و قطر بشکه در محاسبات بکار گرفته شده است. حال می‌توان انرژی حرارتی لازم برای مایع شدن قیر یک بشکه را از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

با در نظر گرفتن ۱۰ بشکه در قفس فلزی در هر سیکل، بار حرارتی هر سیکل بدست می‌آید که با توجه به اینکه چهار حالت تغییر دما (صفر به ۱۱۰، صفر به ۶۵، ۶۵ به ۲۵ و ۲۵ به ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد) برای بشکه‌ها در نظر گرفته شده است لذا چهار عدد متفاوت برای Q بدست می‌آید. محاسبات برای دو حد تغییر دمایی صفر به ۶۵ (Q_1) و صفر به ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد (Q_2) انجام می‌شود. لذا:

$$Q_1 = 169696800 \text{ J}$$

$$Q_2 = 287179200 \text{ J}$$

در نتیجه میزان قیر داغ ورودی به سیستم برای تامین بار حرارتی لازم از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$m_T = \frac{Q}{C_p(\Delta T)}$$

که در این رابطه ΔT تغییرات دمای قیر داغ ورودی در حین عبور از سیستم است که با توجه به توضیحات بالا برابر ۲ درجه سانتی‌گراد فرض می‌گردد. با توجه به اینکه این مقدار قیر داغ ورودی باید در طول مدت زمان بدست آمده (time) در هر سیکل با بشکه‌ها تبادل حرارت نماید، دبی جرمی و حجمی مصرفی آن از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$\dot{m} = \frac{m_T}{\text{time}} \quad \text{دبی جرمی قیر داغ ورودی}$$

$$\dot{Q} = \frac{\dot{m}}{\rho} \quad \text{دبی حجمی قیر داغ ورودی}$$

جدول ۷-۸ میزان دبی جرمی و حجمی قیر داغ ورودی را برای شرایط تغییر دمای بشکه‌ها از صفر تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد برای پالایشگاه اصفهان و تهران و از صفر تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد برای پالایشگاه اراک نشان می‌دهد. همچنین با توجه به مقادیر دبی جرمی و با بکارگیری رابطه زیر قطر لوله ورودی قیر به مخزن بدست می‌آید که در جدول آمده است:

$$\dot{m} = \rho A v \quad \text{و} \quad A = \pi d^2 / 4$$

که در آن A سطح مقطع لوله ورودی قیر، d قطر لوله و v سرعت ورود قیر است که مقدار ۲ m/s برای آن در نظر گرفته می‌شود.



جدول ۷-۸ دبی جرمی و قطر لوله ورودی قیر داغ مورد نیاز در طرح اول

پالایشگاه	دبی جرمی (kg/hr)	دبی حجمی (bbl/day)	قطر اسمی لوله (in)
اراک	۱۱۱۶۰	۱۶۰۴	Sch۸۰: ۱/۲۵
اصفهان	۱۴۴۸۶	۲۰۸۳	Sch۴۰: ۱/۵
تهران	۱۴۰۴۰	۲۱۱۸	Sch۴۰: ۱/۵

۷ + ۵ جدول مصرف Utility و بار الکتریکی

همانطور که توضیح داده شد در این طرح از Utility استفاده نمی‌شود و تنها از انرژی حرارتی محصول قیر واحد قیرسازی استفاده می‌شود. تنها بار الکتریکی مصرفی مربوط به شیر On-Off می‌باشد.

۷ + ۶ فلسفه کنترل و دستور العمل راه‌اندازی (Start up) و بستن (Shut down) واحد

نحوه راه‌اندازی این سیستم به شرح زیر می‌باشد:

کلیه شیرها قبل از راه‌اندازی بسته می‌باشد. برای راه‌اندازی سیستم ابتدا در حالی که قفسه بیرون مخزن قرار دارد، اپراتور شیر ورودی به مخزن (V-1) را باز می‌کند. هنگامیکه سطح قیر در مخزن از سطح خط لوله L-4 بالاتر رفت (شکل V-7)، شیر V-4 را باز می‌کند تا قیر ضمن عبور از فیلتر تعبیه شده، وارد قسمت مکش پمپ شود. قطر لوله L-5 و L-4 برابر قطر لوله L-1 می‌باشد. لذا سطح قیر در مخزن بالاتر از مکان قرارگیری لوله L-4 بر این اساس است که با قرارگیری قفسه حاوی بشکه‌های قیر در مخزن، قیر داغ داخل مخزن سرریز نکند که محاسبات مربوط به آن در بخش V-1-7 آمده است.

جهت بالا بردن ایمنی فرایند یک خط لوله ۵ in که با نام L-3 نمایش داده شده است به همراه شیر مربوطه در بالای مخزن تعبیه شده تا در صورت بالا آمدن سطح، قیر از طریق این لوله به ورودی پمپ مرتبط گردد (شکل V-7).

شیر On-Off که با شماره V-2 نشان داده شده است به یک LC متصل است، پس از بالا آمدن قیر در مخزن (بالاتر از LC)، به طور کامل باز می‌کند. اما شیر V-3 بسته می‌ماند.

برای از کار اندازی واحد لازم است ابتدا شیر V-1 بسته شود سپس شیر V-3 باز و شیرهای V-6 و V-4 بسته می‌شوند. تا زمانی که سطح در مخزن به سنسور LC نرسیده شیر V-2 باز می‌باشد اما بعد از رسیدن سطح به سنسور LC شیر V-2 بسته می‌شود و سیستم به طور کامل از سرویس خارج شود و واحد قیر به صورت عادی به کار خود ادامه دهد. همانطور که واضح است این طرح احتیاج به هیچ گونه کنترل سیستماتیک ندارد.

۷ + ۷ شکل‌ها و نقشه‌های مربوط به طرح

برای قرارگیری بشکه‌ها در قفسه، ۱۰ سانتیمتر بین بشکه‌ها و بین بشکه و چهارچوب قفسه ۱۵ سانتیمتر فاصله در نظر گرفته شده‌است (شکل ۷-۵). به این ترتیب:

$$\text{طول قفسه} = 4 * 10 + 2 * 15 + 5 * 48/5 = 312/5 \text{ Cm}$$

$$\text{عرض قفسه} = 2 * 48/5 + 10 + 2 * 15 = 137 \text{ Cm}$$

با در نظر گرفتن اعداد بالا، طول قفسه را ۳۱۵ و عرض آن ۱۴۰ سانتیمتر انتخاب می‌شود. صفحه بالای در طول و عرض ۲۰ سانتیمتر بزرگتر می‌باشد (۱۴۰ Cm * ۳۳۵ Cm) تا به این شکل از اتلاف حرارت از داخل مخزن جلوگیری شود. ارتفاع قفسه ۳۰ سانتیمتر بیشتر از ارتفاع بشکه در نظر گرفته می‌شود تا بشکه‌ها کاملاً در قیر قرار گیرند و از روی آن جریان قیر عبور نماید.

جهت آنکه قفسه بتواند به راحتی در داخل مخزن وارد و خارج شود طول و عرض و ارتفاع مخزن را ۱۰ سانتیمتر بیشتر از ابعاد قفسه و به ترتیب برابر ۱۳۰ Cm * ۱۵۰ Cm * ۳۲۵ Cm انتخاب می‌شود. در چهار گوش مخزن چهار پایه به دیواره جوش داده می‌شود تا وزن قفسه روی آنها قرار گیرد. ارتفاع این پایه‌ها ۲۰ سانتیمتر می‌باشد (شکل ۷-۶).

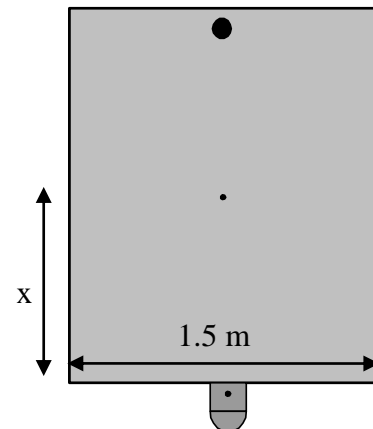
مکان قرارگیری لوله L-4 باید در ارتفاعی قرار گیرد که با قرارگیری قفسه در مخزن، سطح قیر تا حد مشخصی در مخزن بالا بیاید. به این ترتیب ۱۰ سانتیمتر تا ورودی به لوله ۵ اینچی ضریب اطمینان نیز در نظر گرفته می‌شود. حجم کل قفسه و بشکه‌ها معادل ۱/۲۵ برابر حجم بشکه‌های پر از قیر در نظر گرفته می‌شود

$$\text{حجم } 10 \text{ بشکه قیر} = 1.48 \text{ m}^3$$

$$\text{حجم مخزن} = 1.2 * 1.6 * 3 = 5.76 \text{ m}^3$$

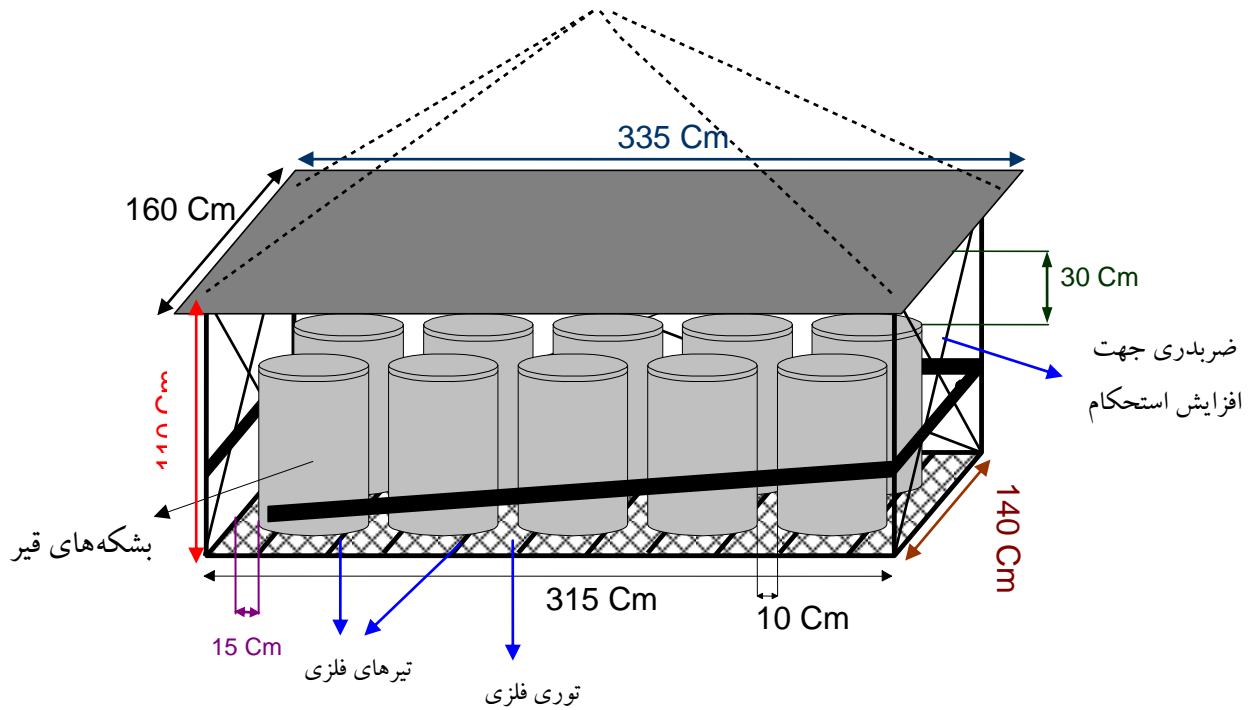
$$\text{حجم اشغالی} = 1.48 * 1.25 = 1.85$$

$$x * 1.5 * 3.25 + 1.85 = 1.5 * 3.25 * (1.3 - 0.3) \Rightarrow x = 0.52 \text{ m}$$



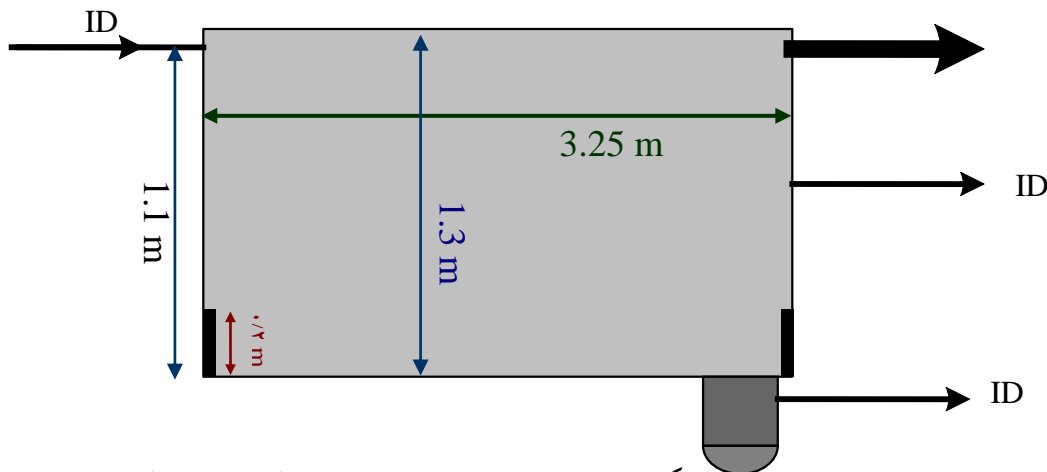
شکل ۷-۳ نمای جانبی طرح

شکل ۷-۴ و ۷-۵ مربوط به مخزن و قفسه سیستم پیشنهادی می‌باشد. شکل ۷-۶ نمای جانبی مخزن را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۷ قفسه فلزی حاوی بشکه‌ها

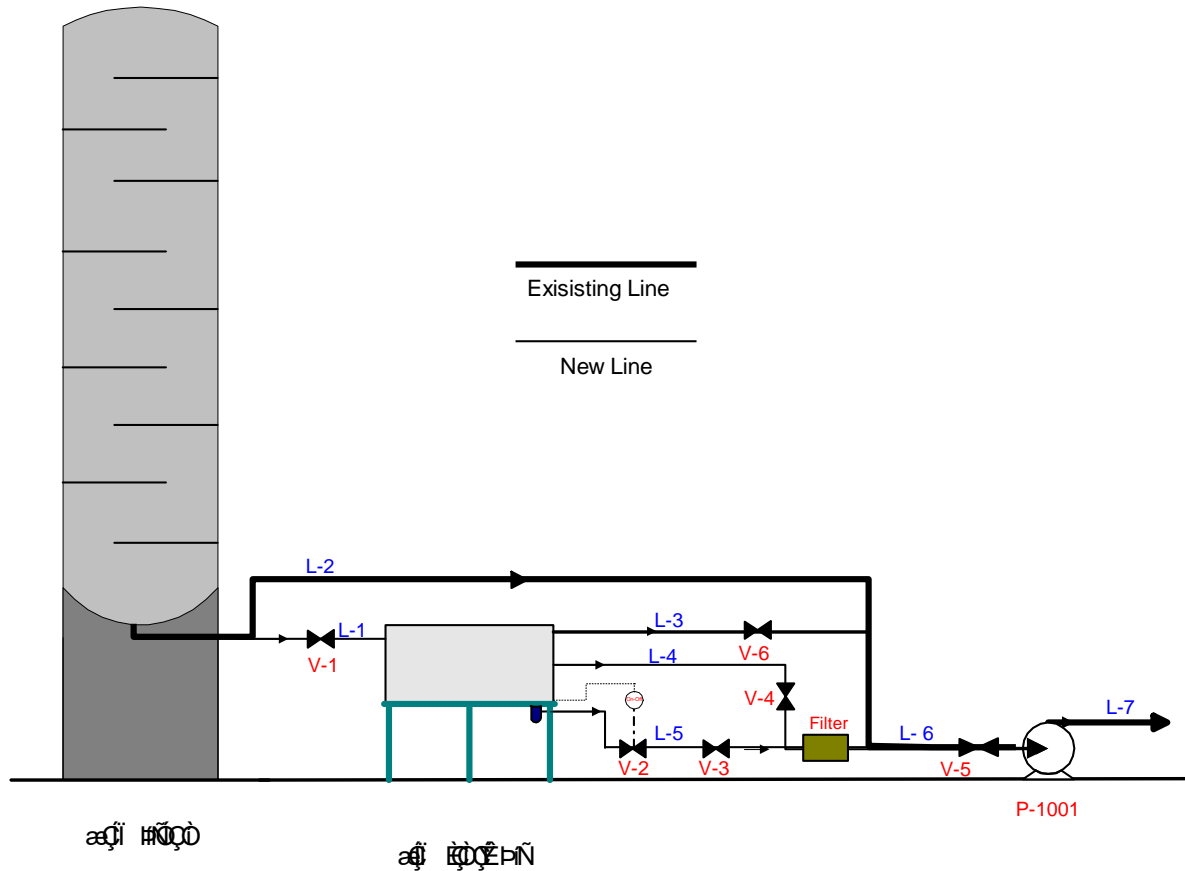
منظور از ID قطر اسمی محاسبه شده در جدول ۷-۸ می‌باشد.



شکل ۶-۷ نمای جانبی و ابعاد مخزن طرح مورد نظر

شکل ۷-۷، PFD مربوط به این سیستم را در کنار واحد قیرسازی نشان می‌دهد. پمپ P-1001 در

هر سه پالایشگاه پمپ انتقال قیر به مخازن می‌باشد که البته قبل از ارسال به مخازن از یک مبدل که معمولاً کولر آبی است می‌گذرد.



شکل ۷-۷ PFD واحد بازیافت قیر

معمولاً قبل از مکش پمپ یک فیلتر وجود دارد. از آنجا که ضایعات قیر ممکن است حاوی خاک و ناخالصی‌هایی باشد، بهتر است یک فیلتر با مش ریزتر در خروجی این سیستم قرار گیرد تا از ورود خرده‌آشغال و مواد زائد دیگر جلوگیری کند.

خط L-5 از یک boot در پایین مخزن جدا شده است. علت تعبیه این boot، کنترل سطح در انتهای عمق مخزن و تخلیه مواد زائد احتمالی (drain) در خاتمه کار می‌باشد.

۷ + A برآورد اقتصادی طرح

پارامترهای مربوط به هزینه مستقیم تولید، هزینه ثابت، هزینه‌های بالاسری، هزینه‌های دفتری، هزینه‌های توزیع، هزینه تحقیقات و توسعه و... که در مراجع ذکر می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت که عمده‌ترین آنها مربوط به خرید تجهیزات و هزینه ساخت و راه‌اندازی سیستم می‌باشد و برای هزینه در جریان که بیشتر هزینه کارگاری (Labor Working) می‌باشد، به شکل زیر محاسبه می‌شود:



با فرض کاهش ۲۵٪ از میزان ضایعات قیر پس از اعمال روش‌های کاهش ضایعات، میزان ضایعات در worse case (پالایشگاه اراک) حدود ۱۱۲ بشکه در ماه می‌شود و با در نظر گرفتن اینکه حدود ۵ ساعت برای مایع شدن قیر داخل ۱۰ بشکه مورد نیاز است و با توجه به زمان مربوط به جاگذاری بشکه‌ها و دیگر اقدامات لازم جهت راه‌اندازی، فرض می‌کنیم دو بار در روز بازیافت انجام می‌شود که معادل ۲۰ بشکه در روز می‌باشد. لذا با حدود ۶ روز کاری، میزان ۱۲۰ بشکه در ماه بازیافت می‌شود. با در نظر گرفتن روز کاری ۱۲ ساعته، ۷۲ روز (۱۲ * ۶) برای بازیافت ضایعات بشکه‌ها لازم است.

اگر هزینه ۲ کارگر با بالاسری ۴۰۰۰،۰۰۰ ریال در ماه در نظر گرفته شود، هزینه جاری سالانه برای هر سه پالایشگاه حدود ۳ برابر این مقدار فرض می‌شود و برابر با ۱۲۰۰۰،۰۰۰ ریال در سال است. پالایشگاه تهران ۲۵۲ بشکه در سال ضایعات دارد که با اجرای روش‌های جلوگیری از ضایعات این مقدار به ۱۸۹ بشکه در سال می‌رسد. برای بازیافت این مقدار ضایعات احتیاج به ۱۰ روز کاری می‌باشد. هزینه کارگری این طرح برای این پالایشگاه حدود ۱۳۴۰۰۰۰ ریال می‌باشد.

پالایشگاه اصفهان ۹۰۰ بشکه در سال ضایعات دارد که با اجرای روش‌های جلوگیری از ضایعات این مقدار به ۶۷۵ بشکه در سال می‌رسد. برای بازیافت این مقدار ضایعات احتیاج به ۳۴ روز کاری می‌باشد. هزینه کارگری این طرح برای این پالایشگاه حدود ۴۵۳۴۰۰۰ ریال می‌باشد.

پالایشگاه اراک ۱۸۰۰ بشکه در سال ضایعات دارد که با اجرای روش‌های جلوگیری از ضایعات این مقدار به ۱۳۵۰ بشکه در سال می‌رسد. برای بازیافت این مقدار ضایعات احتیاج به ۶۸ روز کاری می‌باشد. هزینه کارگری این طرح برای این پالایشگاه حدود ۹۰۷۰۰۰۰ ریال می‌باشد.

در همه پالایشگاه‌ها جرثقیل موجود می‌باشد که در مالکیت پالایشگاه می‌باشد و لذا هزینه آن در لیست هزینه‌ها در این برآورد عنوان نشده است. در زیر لیست تجهیزات و قیمت آنها بر اساس مرجع شماره ۱۶ ذکر شده است (ضریب Cost Index اعمال شده است).

- ورق فلز به مساحت ۲۶/۸۲ با در نظر گرفتن ۳۰٪ اضافه (با در نظر گرفتن ضخامت ۵ میلیمتر) معادل ۱۰۵۵ کیلوگرم و اگر به ازاء هر کیلوگرم آهن ۳۰۰۰ ریال تخمین بزنیم برابر ۳۱۶۶۱۰۰ ریال می‌شود.

- ۷۰ متر تیر آهن با سطح مقطع $1/67 \text{ in}^2$ برابر با ۱۷۸۰۶۴۰ ریال

- سه عدد شیر فلنجی دو اینچی هر یک برابر با ۱۲۳ دلار و در مجموع برابر با ۲۹۵۲۰۰۰ ریال

- یک عدد شیر فلنجی ۵ اینچی برابر ۳۰۲ دلار و معادل ۲۴۱۶۰۰۰

- یک عدد شیر On-Off دو اینچی با سنسور سطح برابر با ۱۰۰۰ دلار معادل ۸۹۶۱۷۹۰ ریال



هزینه‌های فوق برابر ۱۹۲۷۶۵۳۰ ریال می‌باشد. با توجه به شرایط و خصوصیات این طرح، کل سرمایه‌گذاری اولیه با توجه به ماخذ [16] برابر با ضرب هزینه مربوط به کل خرید (۱۵۴۱۱۲۸۰ ریال) در ضریب ۳/۲۷ می‌باشد. لذا کل سرمایه‌گذاری اولیه برابر با ۶۳۰۳۴۲۵۰ ریال می‌باشد.

برای محاسبه سرمایه از دست رفته آتی، هزینه جاری سالانه از سرمایه از دست رفته موجود در جدول ۳-۱۰ (برای هر یک از پالایشگاه‌های اصفهان، اراک و تهران) کم می‌شود. با فرض کاهش ۲۵٪ از میزان ضایعات قیر پس از اعمال روش‌های کاهش ضایعات، سرمایه از دست رفته آتی معادل ۰/۷۵ سرمایه از دست رفته می‌باشد. که این مقدار برای پالایشگاه اراک معادل ۲۱۳۷۵۰۰۰۰ ریال، برای پالایشگاه تهران ۳۱۱۸۵۰۰۰ ریال و برای پالایشگاه اصفهان برابر است با ۱۰۲۳۷۵۰۰۰ ریال.

با توجه به این موضوع، مدت بازگشت سرمایه برای پالایشگاه‌های اراک و اصفهان کمتر از یک سال و برای پالایشگاه تهران کمتر از دو سال می‌باشد.

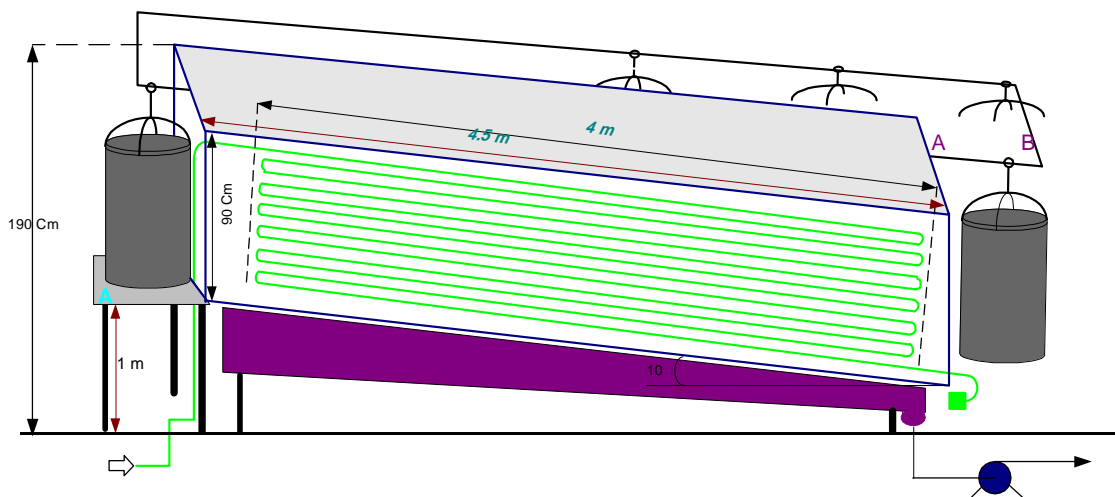
۲-۷ طرح نهایی شماره دو

همانطور که گفته شد یک روش دیگر برای گرم کردن و مایع کردن قیر داخل بشکه‌ها، استفاده از نوعی گرمخانه و کویل بخار می‌باشد. شاید بتوان گفت هزینه این طرح بیش از طرح اول است. اما مجزا بودن این طرح از واحد قیرسازی و امکان بنا نمودن آن در قسمت دیگری از پالایشگاه از مزایای اصلی این طرح می‌باشد.

اجزای اصلی این طرح عبارتند از:

- گرمخانه (شامل دیواره فلزی با جداره داخلی آجرنسوز)
- قرقره، ریل و گیره‌های مخصوص
- کانال هدایت قیر به مخزن
- پمپ جهت انتقال قیر به مخازن

گرمخانه به صورت شیب دار و با شیب ۱۰ درجه قرار می‌گیرد. علت شیب دار بودن گرمخانه به خاطر حرکت بشکه‌های آویزان شده به قلاب با نیروی وزن خودشان می‌باشد، لذا هیچ گونه نیروی محرکه‌ای برای حرکت بشکه‌ها در طول گرمخانه نیاز نمی‌باشد. ابتدای این طرح مطابق شکل ۷-۸ در ارتفاع یک متری سطح زمین قرار دارد و انتهای آن به ۳۰ سانتیمتری زمین می‌رسد. یک ریل مستطیلی که یک ضلع آن در داخل گرمخانه و روی سقف قرار دارد، جهت تسهیل قلاب‌های در برگیرنده بشکه‌ها تعبیه شده است.



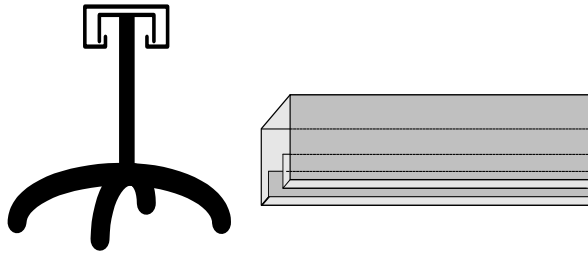
شکل ۷-۸ نمای جانبی طرح شماره دو

در کف گرمخانه کانال مثلی شکی تعبیه شده است که به سمت انتهای طرح، شیب دار می‌باشد. این امر بخاطر جریان یافتن قیرهای مایع شده می‌باشد تا در انتهای کانال توسط پمپ به مخازن قیر انتقال یابد.



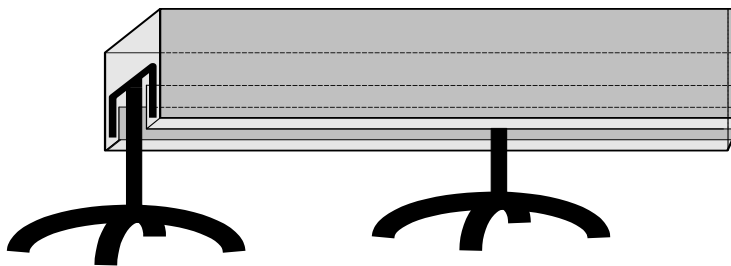
در شکل ۷-۹ گیره و ریل مربوطه دیده می‌شود. کارگر بشکه‌های قیر را به صورت وارونه روی سطح A قرار می‌دهد و آنها را به گیره مخصوص متحرک بر روی ریل وصل می‌کند، سپس به داخل گرمخانه رها می‌کند.

این نوع گیره‌ها به این شکل عمل می‌کنند که بازوهای آن را دور بشکه قرار می‌دهند و در اثر رها کردن بشکه، بازوها به بدنه بشکه فشار آورده و آنرا محکم در بر می‌گیرد.



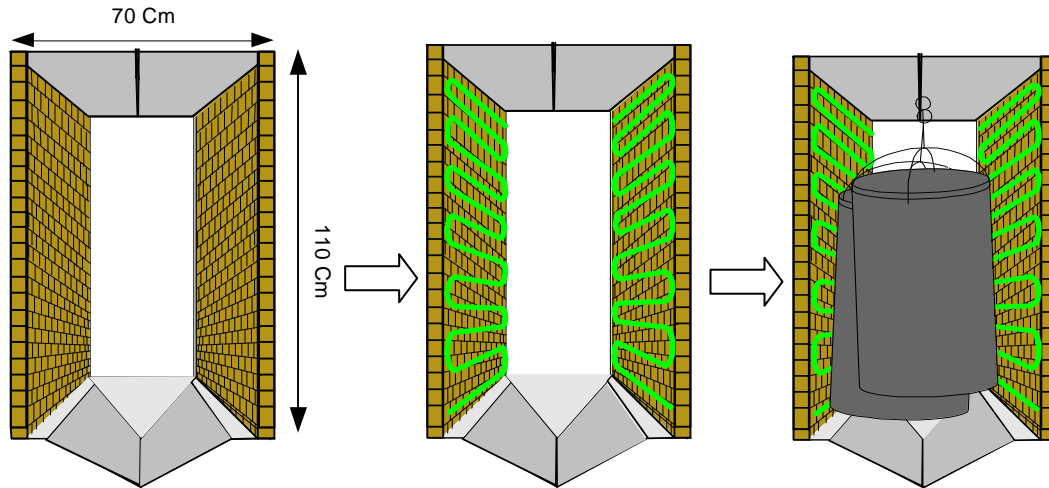
شکل ۷-۹ نمای از گیره و ریل پیشنهادی

در شکل زیر نحوه قرارگیری گیره در داخل ریل نشان داده شده‌است. این نوع گیره‌ها در بازار قابل تهیه هستند. نوع دیگری از قلاب‌ها وجود دارد که دور بدنه بشکه قفل می‌شوند که از این نوع در پالایشگاه بندرعباس در واحد بشکه پرکنی موجود است. به جهت سادگی ریل مربوطه، می‌توان آنرا در کارگاه ساخت. این ریل در داخل گرمخانه به سقف محکم می‌شود و در بیرون گرمخانه به وسیله بازوهای به سقف گرمخانه متصل می‌شود.



در طول گرمخانه ۱۳ ردیف لوله در دو طرف با قطر خارجی یک اینچ و طول ۴ متر قرار دارد. داخل لوله‌ها بخار داغ ۶۵۰ Psia یا ۳۰۰ Psia جریان خواهد یافت. معمولاً در پالایشگاه‌های نفت این دو نوع بخار وجود دارند. دمای این دو بخار در پالایشگاه تهران حدود ۷۰۰ و ۵۳۰ درجه فارنهایت می‌باشد. برای محاسبات از این دو عدد به عنوان نمونه استفاده شده است. دیواره بیرونی گرمخانه ورقهای فلزی معمولی بوده و جدار داخلی آن آجر چیده شده است تا از اتلاف حرارت جلوگیری شود. طول کل گرمخانه ۴/۵ متر می‌باشد. پس از مدت زمان مشخص که در ادامه محاسبه می‌شود، کارگر در جلوی

گرمخانه را باز می‌کند تا اولین بشکه با توجه به فاصله کمی (AB) که تا انتهای ریل وجود دارد از گرمخانه بیرون آید و در نقطه B متوقف شود (شکل ۷-۸). به این ترتیب بشکه‌های یکی پس از دیگری با نیروی طبیعی وزن خود بیرون می‌آیند. سپس گیره‌هایی که توسط کارگر از بشکه‌ها جدا شده‌اند، به ابتدای ریل حمل می‌شوند. نمای داخلی طرح را می‌توان در شکل ۷-۱۰ مشاهده نمود.



شکل ۷-۱۰ نمای داخلی گرمخانه و کویل‌های درون

در این طرح بشکه‌ها برای مدت زمان خاصی که از محاسبات بدست خواهد آمد، در معرض بخار داغ قرار می‌گیرند تا قیر داخل آنها مایع و خارج شود. در این مدت کویل بخار نصب شده در دو طرف دیواره، مطابق شکل ۷-۱۰، به بشکه‌ها حرارت می‌دهد.

برای محاسبه مدت زمان لازم جهت مایع شدن قیر همانند طرح شماره یک بشکه قیر بصورت یک استوانه در دو بعد مدل شده است. تفاوت این مدل با مدل قبلی این است که در شرایط مرزی روی جداره بشکه علاوه بر انتقال حرارت به طریق جابجایی جمله انتقال حرارت تابشی هم افزوده می‌شود که علت آن دمای بالای جداره لوله‌های کویل می‌باشد.

برای محاسبه میزان انتقال حرارت به طریق جابجایی روی جداره بشکه باید ضریب انتقال حرارت هوای اطراف بشکه با بشکه را بدست آورد. برای این منظور به طریق زیر عمل می‌شود:

رابطه زیر میزان این انتقال حرارت را نشان می‌دهد:

$$Q_{\text{Conv}} = \bar{h}_{\text{Air}} A (T_{\text{Air}} - T_{\text{b,s}})$$

$T_{\text{b,s}}$ دمای جداره بشکه‌هاست. و T_{Air} دمای هوای اطراف بشکه‌ها می‌باشد. A سطح انتقال حرارت

می‌باشد که همان سطح کل بشکه است:

$$A = \pi dL$$



در این رابطه L طول بشکه و d قطر خارجی بشکه هاست. \bar{h}_{Air} ضریب متوسط انتقال حرارت جابجایی از هوای اطراف بشکه به بشکه می‌باشد. با توجه به تعریف عدد ناسلت متوسط (\bar{Nu}_d) می‌توان این ضریب انتقال حرارت را بدست آورد:

$$\bar{h} = \frac{k \cdot \bar{Nu}_d}{d}$$

که k ضریب انتقال حرارت هدایتی هوا می‌باشد.

در مورد \bar{Nu}_d باید گفت چون هوای اطراف بشکه‌ها را می‌توان ساکن فرض کرد، لذا برای محاسبه آن باید از روابط جابجایی آزاد استفاده کرد:

$$\bar{Nu}_d = \left\{ 0.6 + \frac{0.387 Re_d^{1/6}}{[1 + (0.559 / Pr)^{9/16}]^{6/27}} \right\}^2$$

که Re_d عدد رینولدز است که بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$Re_d = \frac{g\beta(T_{Air} - T_{b,s})L^3}{\nu\alpha}$$

پارامترهای استفاده شده در روابط بالا بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha}, \quad \alpha = \frac{k}{\rho C_p}, \quad \nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad \beta = \frac{1}{T_{\infty} (^{\circ}K)}, \quad g = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

در این پارامترها خواص مربوط به هوا می‌باشد.

برای محاسبه مقدار حرارت منتقل شده به بشکه‌ها به طریق تابش از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Q_{rad.} = \varepsilon A \sigma (T_s^4 - T_{b,s}^4)$$

در این رابطه ε ضریب تشعشع لوله‌های کویل است که مقدار ۰/۸۵ برای آن مناسب می‌باشد. [۱۵]

پارامتر T_s دمای جداره لوله‌های کویل است که می‌توان با دمای بخار داخل لوله های کویل یکسان

گرفت. پارامتر σ ثابت بولتزمن است که مقدار آن برابر است با:

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

محاسبات بالا برای بخار 650 Psia انجام شده است و جهت حل عددی آن، برنامه‌ای نوشته شده که

در پیوست سه آورده شده است. نتیجه حاصل از این مدل‌سازی برای worse case عبارت است از زمان

حدود سه ساعت جهت مایع شدن قیر داخل بشکه‌ها.

در مورد ابعاد کویل پیشنهاد می‌شود که از لوله‌های فولاد ضد زنگ با قطر خارجی ی ک اینچ و

با فاصله مرکز تا مرکز ۱۰ سانتی متر، استفاده شود و با توجه به طول محفظه جهت چیدن لوله‌ها، تعداد

ردیف لوله‌های کویل سیزده عدد به دست می‌آید. در مورد طول لوله باید گفت که در مقابل هر متر از

طول لوله‌های کویل، با توجه به قطر بشکه (۴۸/۵ سانتیمتر) دو بشکه قرار می‌گیرد. برای بهینه بودن



هزینه ساخت با در نظر گرفتن طول 4 متر برای لوله های کویل، در هر 8 batch بشکه تحت پروسس قرار می‌گیرد.

۱-۲-۷ برآورد اقتصادی طرح

عمده‌ترین هزینه این طرح تجهیزات زیر و هزینه نصب و راه‌اندازی سیستم می‌باشد:
 بلتوجه به اینکه قی مت هر فوت لوله فولاد ضد زنگ با قطر خارجی یک اینچ و Sch No. ۴۰،
 Mechanical Seal, 1 stage, 2 in.) اسرت و قیمت تقریبی پمپ (stainless steal.316 مورد نیاز ۶۲۴۰۰۰۰۰ ریال (معادل ۷۸۰۰ دلار) است
 [www.matche.com]، در نتیجه هزینه مربوط به این پارامترها معادل ۱۲۳۵۴۴۳۶۰ ریال است.

هزینه مربوط به ورقه فلزی ۵ میل در برگیرنده طرح با توجه به سطح و وزن آن بدست می‌آید:

$$A = 2 \times 1/1 \times 4/5 + 2 \times 0/7 \times 4/5 = 16/2 \text{ m}^2$$

$$w = 16/2 \times 7870 \times 0/005 = 637/5 \text{ kg}$$

که با داشتن وزن هر کیلو آهن که معادل ۳۰۰۰ ریال است، نهایتاً هزینه ورقه فل ری ۱۹۱۲۴۱۰ ریال بدست می‌آید.

کل هزینه با تقریب بالا، سه برابر مجموع فوق که مساوی با ۳۷۶۳۷۰۰۰۰ ریال می‌باشد فرض می‌گردد. با توجه به جدول ۳-۱۰ از نظر اقتصادی این طرح نسبت به طرح شماره یک از اولویت اجرایی بالایی برخوردار نیست. با توجه به این مسأله و وجود بعضی از پیچیدگی‌ها در این طرح، محاسبات دقیق طراحی و اقتصادی انجام نگردید.



نتیجه‌گیری:

پالایشگاه‌های نفت، قیر را که محصول با ارزشی است و کاربرد زیادی در راه‌سازی و عایق‌کاری دارد، بصورت تانکری، کارتنی و بشکه‌ای به بازار عرضه می‌کنند. منابع تولید ضایعات به صورت عمده شامل نشتی از پمپ‌ها، مبدل‌ها، بازوهای بارگیری قیر، بشکه‌های معیوب و کارتنهای قیر پاره شده یا خرد شده می‌باشد. در طی یک سال اخیر اغلب پالایشگاه‌ها تصمیم به ارسال محصول قیر بصورت تانکری گرفته‌اند و این امر باعث کاهش حدود ۷۰٪ ضایعات قیر شده است. هم‌اکنون سرمایه از دست‌رفته به جهت ایجاد ضایعات قیر معادل ۵۶۶.۲۸۰.۰۰۰ ریال در سال در کل شش پالایشگاه تولید کننده قیر می‌باشد.

تحقیقات انجام شده در این پروژه، دو نتیجه عمده زیر را شامل می‌شود:

۱- کاهش تولید ضایعات با روش‌های زیر:

الف- تعویض نوع آب‌بندی پمپ‌های پکینگی با نوع مکانیکال سیل

ب- تعویض بازوهای دورانی بارگیری قیر با نوع ثابت

۲- اجرای طرح پیشنهادی بازیافت قیر ضایعاتی با حداکثر سرمایه‌گذاری اولیه ۶۳۰۳۴۲۵۰ ریال، که بنا به نیاز پالایشگاه‌های اراک، تهران و اصفهان (حجم تولید ضایعات قیر) بصورت ناپیوسته و به مدت طمان محدودی در سال مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

ضمناً طرح بازیافت قیر ضایعاتی برای این سه پالایشگاه، امکان‌سنجی فنی و اقتصادی شده است و برای پالایشگاه‌های آبادان و شیراز با توجه به وجود طرح‌هایی جهت بازیافت ضایعات قیر پیشنهاد طرحی لازم نمی‌باشد و با انجام پیشنهادات مربوط به جلوگیری از ایجاد ضایعات، میزان تولید ضایعات کاهش خواهد یافت.

خاطر نشان می‌گردد میزان ضایعات قیر پالایشگاه تبریز طبق اعلام این پالایشگاه ناچیز بوده و لذا طرح بازیافت قیر ضایعاتی برای آن پیشنهاد نگردید.



منابع فارسی :

- ۱- مجله علمی، پژوهشی تحقیق، فصلنامه پژوهشگاه صنعت نفت سال نهم، شماره ۳۲/۱۵، بهار ۱۳۷۸، حسن نوروز زاده و داراب سلاجقه
- ۲- مجله علمی، پژوهشی تحقیق - فصلنامه پژوهشگاه صنعت نفت ضمیمه کاربردی شماره ۲۴/۱۱، بهار ۱۳۷۶، محمد حقیقی، محمد عصار، علی تاجیک خاوه و فیروز بهار لویی (پژوهشگاه پالایش، پژوهشگاه صنعت نفت)
- ۳- مجله علمی، پژوهشی تحقیق - فصلنامه پژوهشگاه صنعت نفت ضمیمه کاربردی شماره ۲۴/۱۱، بهار ۱۳۷۶، محمد حقیقی، محمد عصار، علیرضا صانعی و فیروز بهار لویی
- ۴- مجله علمی، پژوهشی تحقیق ضمیمه کاربردی شماره ۵ تابستان ۱۳۷۳ - حسن ن و روززاده و داراب سلاجقه، محمد حقیقی، علی احسان نظریگی (پژوهش قیر و راهسازی - پژوهشگاه صنعت نفت)
- ۵- چسبنده‌های سیاه: قیر و قطران - طرح انواع آسفالت، کتابخانه وزارت صنایع
- ۶- تهیه پوشش‌های مناسب از مخلوط اپوکسی رزینها با قیرهای قطرانی و نفتی، حسین خراسانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی شریف
- ۷- امکان اختلاط قیرهای پایه ایران با پلیمرهای خانواده SBS و بررسی خواص فیزیکی - مکانیکی و رئولوژیکی آنها جهت مصارف راهسازی، داریوش بهرام نژاد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی شریف
- ۸- کتاب مبانی پالایش نفت، خانم دکتر گیتی ابوالحمد، بهار ۱۳۷۵، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
- ۹- اطلاعات دریافتی از پالایشگاه‌ها
- ۱۰- جزوه راهنمای کارآموزی پالایشگاه تهران

منابع انگلیسی :

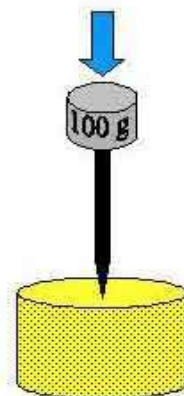
- 11- Bitumen performance in hot and arid climates, By Anil Srivastava and Ronald van Rooijen, 24-26 October 2000, Amman, Jordan
- 12- "Asphalt additive composition" Mizunma, etal (February 24,1998)
- 13- James walker _ Highper formance Sealing Technology_ packing for centrifugal pumps
- 14- Amyx, Bass, Whiting , Petrum Reseruoir Engineering Mc Gro- Hill, Inc, 1976
- 15- J.P.Holman,Heat Transfer, Salekan press,1989
- 16- Max S.Peters-Klaus D.Timmerhaus, Plant Design & Economics For Chemical Engineers,4Th Edition, McGraw Hill Inc.,1991

آزمایش‌های قیر

پ ۱-۱ آزمایش درجه نفوذ (Penetration Point)

این آزمایش برای تعیین سختی نسبی قیرهای شل و قیرهای دمیده بکار می‌رود. طبق تعریف درجه نفوذ یک قیر مقدار طولی (بر حسب دهم میلی متر) است که سوزن استاندارد با شکل معین در مدت زمان ۵ ثانیه در اثر نیروی یک وزنه ۱۰۰ گرمی در قیر مورد آزمایش که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است فرو می‌رود. درجه نفوذ کمتر، نشانه قیر سخت‌تر و درجه نفوذ بیشتر نشانه قیر نرم‌تر است.

Penetration



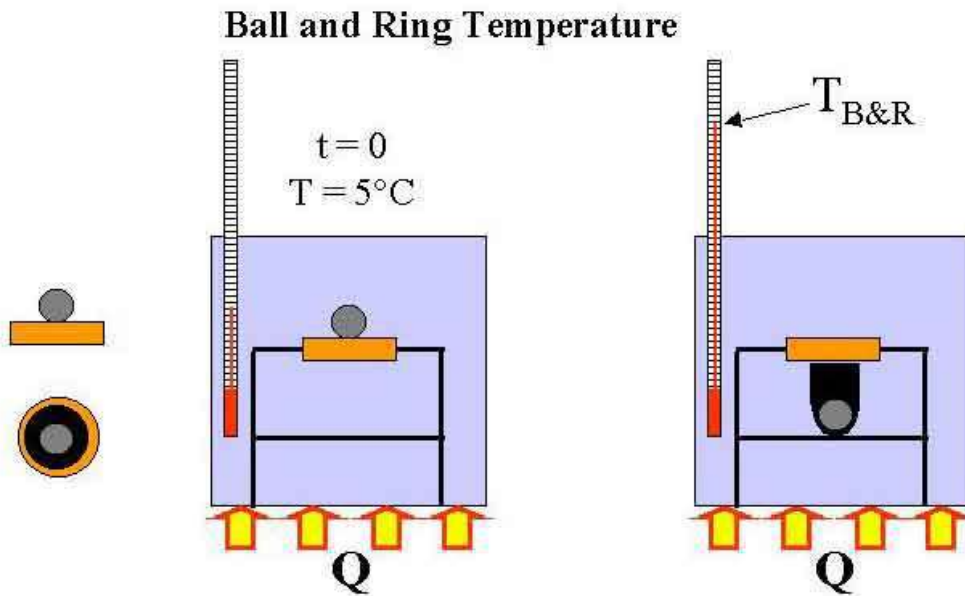
25 °C

5 seconds

شکل پ ۱-۱ طرح شماتیک آزمایش درجه نفوذ

پ ۱-۲ آزمایش درجه نرمی قیر (Softening Point)

طبق تعریف درجه نرمی قیر، درجه حرارتی است که در آن قیر از حالت جامد به حالت مایع در می‌آید. قیری که درجه نرمی‌اش بیشتر باشد، کمتر در مقابل تغییرات درجه حرارت حساس بوده و درجه نفوذ یا کندروانی آن کمتر تغییر می‌کند. آزمایش تعیین درجه نرمی قیر معمولاً با استفاده از روش حلقه و گلوله انجام می‌شود.



شکل پ ۱-۱ طرح شماتیک آزمایش نقطه نرمی به روش توپ و حلقه

پ ۱-۳ آزمایش قابلیت شکل پذیری (Ductility)

برای تعیین میزان چسبندگی قیرها مقدار قابلیت شکل پذیری آنها اندازه‌گیری می‌شود، زیرا هر اندازه قیر چسبنده‌تر باشد، دارای قابلیت شکل‌پذیری بیشتری خواهد بود. طبق تعریف قابلیت شکل‌پذیری یک قیر عبارت است از میزان افزایش طولی که نمونه قیر با شکل و ابعاد معین، می‌تواند کش بیاید تا پاره شود.

پ ۱-۴ آزمایش درجه خلوص قیر

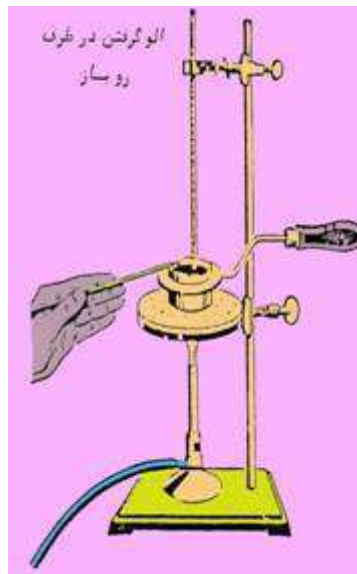
ناخالصی قیرها معمولاً نمک، کربن و مواد معدنی است. برای تعیین میزان ناخالصی قیرها از خاصیت حل شدن قیر در سولفور کربن و یا تتراکلروکربن استفاده می‌شود. اجزای قیر محلول در سولفور کربن به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- الف - کربن: جزء محلول در تتراکلروکربن
- ب - آسفالتین: جزء غیر محلول در حلال‌هایی نظیر هیدروکربن‌های آلیفاتیک سبک مانند اتر
- ج - مالتن: جزء محلول در حلال‌های سبک هیدروکربن‌های آلیفاتیک مانند هپتان

مالتن‌ها خود به دو دسته رزین‌ها و روغن‌ها تقسیم می‌شوند. رزین‌ها مواد نیمه سخت و قهوه‌ای رنگ بوده که چسبندگی و قابلیت انعطاف قیر را تامین می‌نمایند. روغن‌های سنگین نیز باعث نرمی قیر شده و هر چه مقدار آنها بیشتر باشد، قیر به سمت مایع بودن متمایل می‌گردد.

پ ۱-۵ آزمایش درجه اشتعال (Flash Point)

درجه اشتعال قیر درجه حرارتی است که اگر قیر به آن درجه حرارت برسد، با نزدیک کردن شعله به سطح آزاد آن، شعله‌ای در یک نقطه از سطح قیر تشکیل می‌شود. انجام این آزمایش از آن جهت دارای اهمیت است که با تعیین درجه اشتعال یک قیر حداکثر درجه حرارتی را که بدون خطر آتش سوزی می‌توان قیر را گرم کرد، بدست آورد.

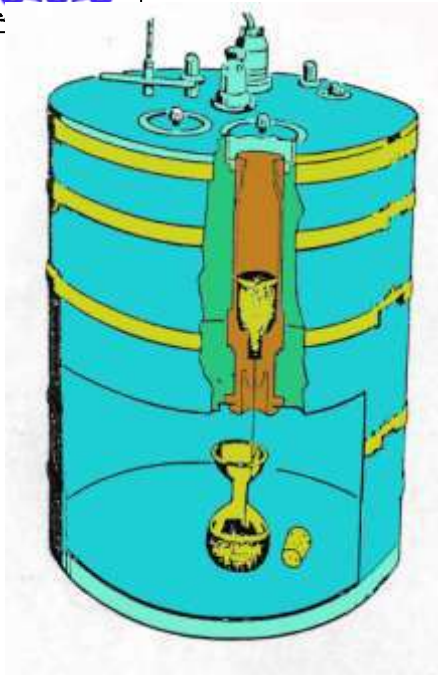


شکل پ ۱-۲ طرح شماتیک آزمایش درجه اشتعال

پ ۱-۶ آزمایش چگالی

طبق تعریف، چگالی قیر نسبت وزن حجم مشخصی از قیر به وزن آب هم حجم آن در درجه حرارت معینی است.

داشتن اطلاعاتی در مورد چگالی قیر و رابطه آن با درجه حرارت از آن جهت اهمیت دارد که چون در عمل مقدار قیر بصورت حجمی اندازه‌گیری می‌شود، لذا با در دست داشتن حجم و چگالی قیر در درجه حرارت مورد نظر وزن قیر مربوطه بدست می‌آید. همچنین چگالی قیر یکی از پارامترهایی است که در طرح مخلوط‌های آسفالتی مورد نیاز است.



پ ۱-۷ آزمایش گرانروی (Viscosity)

آزمایش گرانروی برای تعیین خاصیت سیالیت قیرها در دماهای بالا که معمولاً مخلوط‌های قیری در آن دماها ساخته شده و بکار می‌روند انجام می‌گیرد. آزمایش تعیین گرانروی با استفاده از روش‌های مختلفی که معمول‌ترین آنها استفاده از وسیله اندازه‌گیری گرانروی سینماتیکی یا سیبولت فوروفول (Saybolt-furol) است، انجام می‌شود. درجه گرانروی زمانی است که در آن ۶۰ سانتیمتر ماده قیری با درجه حرارت معین از سوراخ کف دستگاه Saybolt فروریزد.

شکل پ ۱-۳ طرح شماتیک آزمایش گرانروی (Saybolt)

پ ۱-۸ آزمایش درجه چکیدن قیر

درجه چکیدن درجه حرارتی است که در آن از قیر مورد آزمایش با شکل معین یک قطره بیچ کد. برای اندازه‌گیری درجه چکیدن قیر در ته لوله شیشه‌ای دستگاه اوبل اد (Ubbelohde)، کمی قیر ریخته و درون ظرف آزمایش قرار می‌دهند. در ظرف آب ریخته و از زیر به آن حرارت می‌دهند تا قیر نرم و شل شود و یک قطره از آن بچکد. درجه حرارت مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود.

پ ۱-۹ آزمایش درجه شکستن قیر

درجه شکستن قیر با دستگاه فراس (Frass) اندازه‌گیری می‌شود. ابتدا قیر را روی یک تیغه فنری از جنس فولاد اندود کرده، سپس تیغه فولادی را خم می‌کنند، درجه حرارتی که در آن قیر اندود شده ترک می‌خورد، درجه شکستن قیر می‌باشد.



آب‌بندی پمپ‌ها

در این قسمت به بررسی آب‌بندی پمپ‌های سانتریفوژ به عنوان نمونه می‌پردازیم. آب‌بندی دیگر پمپ‌ها تقریباً مشابه آب‌بندی پمپ‌های سانتریفوژ هستند. برای جلوگیری از نشتی سیال از محفظه آب‌بندی از دو روش استفاده می‌شود که در زیر به طور خلاصه شرح داده می‌شوند:

پ ۱-۲ نوار آب‌بندی (Packing)

حلقه‌های packing دارای انواع مختلفی فشاری، خودکار و معلق هستند، که از میان آنها نوع فشاری دارای کاربرد بیشتری می‌باشد. در این نوع ماده packing بین انتهای داخلی محفظه آب‌بندی و gland به صورت فشرده قرار می‌گیرد.

دو نوع آب‌بندی در این فرایند حاصل می‌شود: یکی آب‌بندی استاتیک بین انتهای حلقه packing و قطر داخلی محفظه آب‌بندی و دیگری آب‌بندی دینامیک بین packing و محور چرخان. به هنگام کار کردن پمپ، packing با تغییر شکل متناسب با حرکت محور، نشت سیال از محفظه آب‌بندی را کنترل می‌کند. البته مقدار کمی نشتی برای خنک کردن و روانکاری packing لازم است که مقدار این نشتی به مواد به کار رفته در ساختمان packing، شرایط عملیاتی مانند دما و فشار و موقعیت تجهیزات بستگی دارد.

packing های فشاری، عناصر تائیده با سطح مقطع دایره ای یا مربعی هستند که شکل مربعی آن رواج بیشتری دارد.

برای انتخاب ماده مناسب برای packing باید مقاومت شیمیایی سیال پمپ شونده، دما، فشار و سرعت گردش محور مورد توجه قرار گیرد. فهرست کاملی از مواد مورد استفاده در ساختمان packing ها، روانکاری packing ها و بایندها در جداول پ ۱-۲ و پ ۲-۲ داده شده است.

جدول پ ۱-۲ مواد تشکیل دهنده ساختمان Packing ها

Fibers		Metals
Mineral	Animal	Lead
Asbestos	Wool	Copper
Metal	Hair	Brass
Graphite	Leather	P-bronze
Vegetables	Synthetic	Aluminum
Flax	Nylon	Iron
Ramie	Rayon	Stainless steel
Jute	TFE	Nickel
Cotton	Carbon	Monel
Paper	Aramid	Inconel
		Zinc

جدول پ ۲-۲ روانکارها و بایندهای معمول برای Packing ها

Lubricants		Dry lubricants	Binders
Mineral	Animal	Graphite	Grease
Lube oil	Tallow	Moly	Waxes
Paraffin	Glycerol	Mica	Elastomers
Petrolatum	Beeswax	Talc	TFE
Waxes	Lard oil	Teflon	Other resins
Greases	Fish oil	Carbon	
Vegetables	Soap		
Caster oil	Synthetic		
Palm oil	Oils		
Cottonseed oil	Waxes		
Linseed oil			
Carnauba wax	Fluorolubes		
	Silicones		

پ ۱-۱-۲ مواد ساختمان

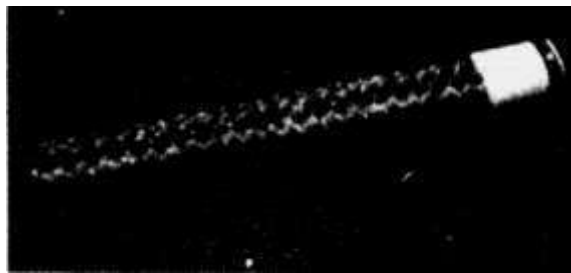
اساساً، محفظه آب‌بندی وسیله‌ای برای شکستن فشار است. برای اینکه محفظه آب‌بندی به درستی کار کند، باید Packing مناسب و طراحی صحیح مورد استفاده قرار گیرد. تعداد زیادی از مواد مورد استفاده در Packing ها در دسترس هستند که هر کدام از آنها برای استفاده خاصی مناسب هستند. می‌توان سه گروه کلی برای مواد به کار رفته در Packing در نظر گرفت.

الف - Packing‌های آزبستی^۱

آزبستی که با گرافیت، گریس یا روغن خنثی اشباع شده باشد، یک ماده عالی برای استفاده عمومی است. همچنین این ماده نرم، برای آب گرم و سرد مناسب است. فشارهای بالای 200 lb/in^2 (1380 kpa) برای این ماده، سرعت سطح را به حدود 1000 ft/s (5 m/s) محدود می‌کند.

ب - Packing‌های غیر آزبستی^۲

از آنجا که آزبست به عنوان یک ماده سرطان‌زا شناخته شده است، تمایل‌ها برای استفاده از انواع دیگر مواد Packing افزایش یافته است. این مواد شامل کتان، نوار TFE فیبر aramid، نخ گرافیت و گرافویل^۳ می‌شوند که هر کدام از آنها می‌توانند با یک روانکار اشباع شوند. این مواد به استثناء گرافویل، برای افزایش انعطاف‌پذیری دارای ساختمان به هم بافته شده هستند (شکل ۱). Packing‌هایی که دارای ساختمان به این شکل هستند، حتی در صورت پاره شدن نخ‌های درون Packing دست نخورده باقی می‌مانند و هنوز قابل استفاده هستند.



شکل پ ۱-۲ Packing

ج - Packing‌های فلزی^۴

در این Packing‌ها مواد اصلی به کار رفته در ساختمان، سرب، آلومینیوم و مس هستند. Packing‌های فلزی که به شکل سیم یا ورقه هستند دارای هسته از جنس آزبست یا پلاستیک می‌باشند. با استفاده از گرافیت یا روغن‌های نفتی، Packing را اشباع می‌کنند. (شکل پ ۲-۲ و پ ۳-۲).

¹ Asbestos Packings

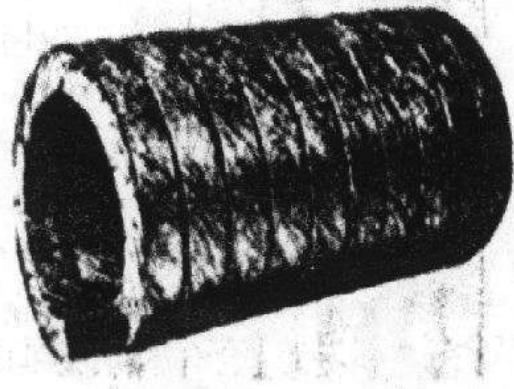
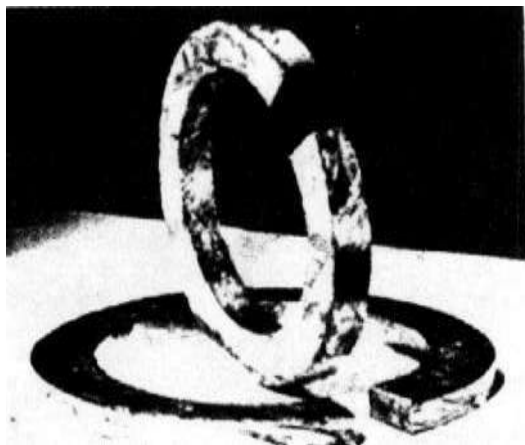
² Nonasbestos Packings

^۳ - Grafoil یک نشان تجاری ثبت شده برای شرکت Union Carbide است.

⁴ Metallic Packings



ورقه مس برای آب و مایعات نفتی دارای سولفور پایین و آلومینیم برای مایعات نفتی و سیالات ناقل



شکل پ ۲-۲ Packing فلزی با ساختار مارپیچی شکل پ ۲-۳ Packing فلزی با ساختار حلقه‌ای حرارت مناسب هستند. هم آلومینیم و هم مس دارای محدوده دمایی تا 1000°F و فشار تا 250 lb/in^2 هستند. جدول پ ۲-۳ انواع Packingها را با محدوده دما و فشار و PH توضیح می‌دهد.

جدول پ ۲-۳ محدوده‌های عملیاتی Packing های مختلف

ماده سازنده Packing	بیشترین فشار قابل تحمل $\text{lb/in}^2(\text{kPa})$	بیشترین دمای قابل تحمل $^{\circ}\text{F} (^{\circ}\text{C})$	محدوده PH
Cotton	100 (689)	150 (65.6)	5-7
Flax/ramie	100 (689)	150 (65.6)	5-7
Plastic	100 (689)	600 (315.5)	4-8
	250 (1723)	150 (65.6)	
Asbestos, grease or oil impregnated	100 (689)	750 (398.8)	4-8
	250 (1723)	500 (260)	
Asbestos, TFE-impregnated	250 (1723)	500 (260)	2-10
Lead	250 (1723)	450 (232.2)	2-10
Aluminum or Copper	250 (1723)	750 (398.8)	3-10
TFE filament	250 (1723)	500 (260)	0-14
Aramid fiber	250 (1723)	500 (260)	3-10
Graphite/carbon filament	250 (1723)	750 (398.8)	0-14
Grafoil	250 (1723)	750 (398.8)	0-14

پ ۲-۲ آب‌بندهای مکانیکی^۱

در شرایط دما و فشار بالا و نیز خلاء بالا، Packing‌های نرم به اندازه کافی برای آب‌بندی کارآمد نیستند. به علاوه، در برخی موارد مانند پمپاژ مواد سمی یا قابل انفجار، مشکل نشست جدی بوده و به طور کامل باید از آن جلوگیری گردد. در چنین مواردی اشکال مختلفی از آب‌بندهای مکانیکی می‌توانند مفید واقع شوند. اساساً آب‌بندها مکانیکی از دو حلقه از جنس‌های متفاوت تشکیل می‌شوند که یکی از آنها ساکن است و به قسمت ثابت پمپ متصل شده و آب‌بندی می‌کند. حلقه دوم در تماس خیلی نزدیک با محور گردنده پمپ بوده و از نشست سیال در این قسمت جلوگیری می‌کند. آب‌بندهای مکانیکی به دو طریق طبقه‌بندی می‌شوند که به طور خلاصه تشریح می‌شوند:

پ ۱-۲-۲ طبقه‌بندی آب‌بندهای مکانیکی از طریق نحوه ترتیب یافتن

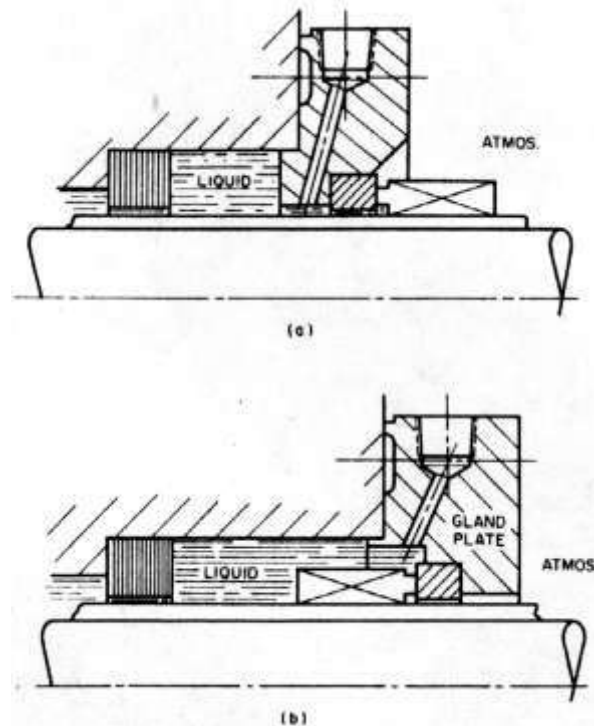
ترتیب آب‌بندی ممکن است در دو گروه تقسیم‌بندی شود:

الف - آب‌بندهای یگانه که خود خود بر دو قسم هستند:

- آب‌بندهای یگانه با گیر داخلی

- آب‌بندهای یگانه با گیر خارجی

در بیشتر کاربردها از آب‌بندهای یگانه استفاده می‌شود. این آب‌بند، ساده‌ترین نوع آرایش با کمترین



شکل پ ۲-۴ آب‌بند یگانه (a) با گیر خارجی (b) با گیر داخلی

^۱Mechanical Seals

تعداد اجزاست. با توجه به نحوه نصب آب‌بند می‌توانیم آب‌بند با گیر داخلی و خارجی داشته باشیم که نمایی از این دو نوع آب‌بند در شکل پ ۲-۴ نمایش داده شده است. رایج‌ترین نوع آب‌بند، آب‌بند یگانه با گیر داخلی می‌باشد و در آن مایع تحت فشار در تعامل با فشار فنر تماس سطوح آب‌بندی را تأمین می‌کند. آب‌بندهای با گیر خارجی برای کاربردهای فشار پایین توصیه می‌شوند و برای کاهش خوردگی اجزای فلزی مناسب هستند.

ب- آب بندهای چندگانه

- آب بندهای چندگانه

- آب بندهای متوالی

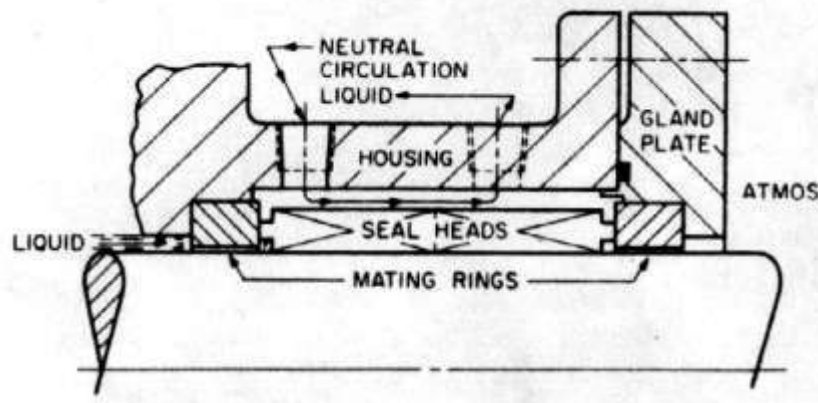
آب بندهای چندگانه در کاربردهایی که موارد زیر، مورد نیاز باشد استفاده می‌شوند:

۱. یک سیال خنثی برای روانکاری

۲. مقاومت خوردگی بهبود یافته

۳. یک ناحیه ضربه گیر برای افزایش امنیت طراح

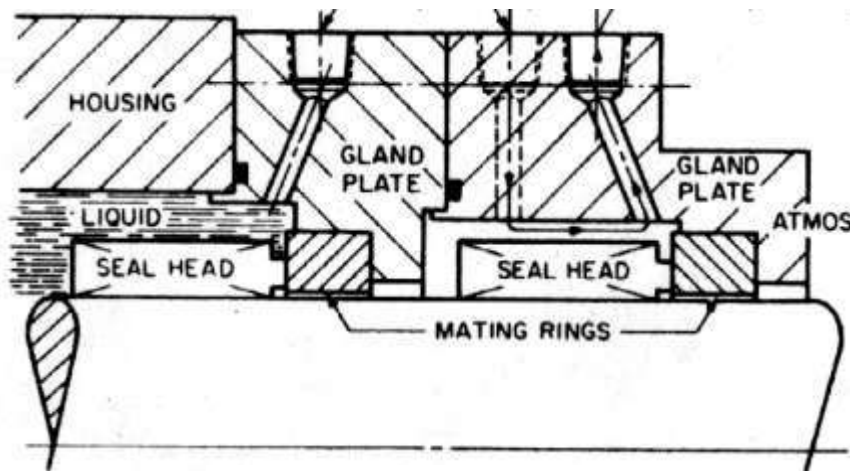
آب بندهای دوگانه شامل دو آب‌بند یگانه پشت به پشت است. یک سیال خنثی در فشاری بالاتر از فشاری که سیال پمپ می‌شود سطح آب‌بندی را روغن کاری می‌کند. (شکل پ ۲-۵)



شکل پ ۲-۵ آب‌بند دوگانه

آب‌بند داخلی از ورود سیال پمپ شونده به محفظه آب‌بندی جلوگیری می‌کند و هر دو آب‌بند داخلی و خارجی، از نشست سیال روانکار ممانعت می‌کنند.

آب‌بندهای متوالی از دو آب‌بند یگانه هم جهت تشکیل می‌شوند (شکل پ ۲-۶). آب‌بند خا رچی و سیال خنثی یک فضای ضربه گیر بین سیال پمپ شونده و جو ایجاد می‌کند. این نوع آب‌بندها برای سیالات سمی یا انفجارپذیر که نیاز به یک فضای ضربه گیر^۱ و ایمن دارند. استفاده می‌شوند.



شکل پ ۲-۶ آب‌بند متوالی

پ ۲-۲-۲ تقسیم‌بندی آب‌بندها از روی نحوه طراحی

آب‌بندها از لحاظ طراحی به چهار روش دسته‌بندی می‌شوند:

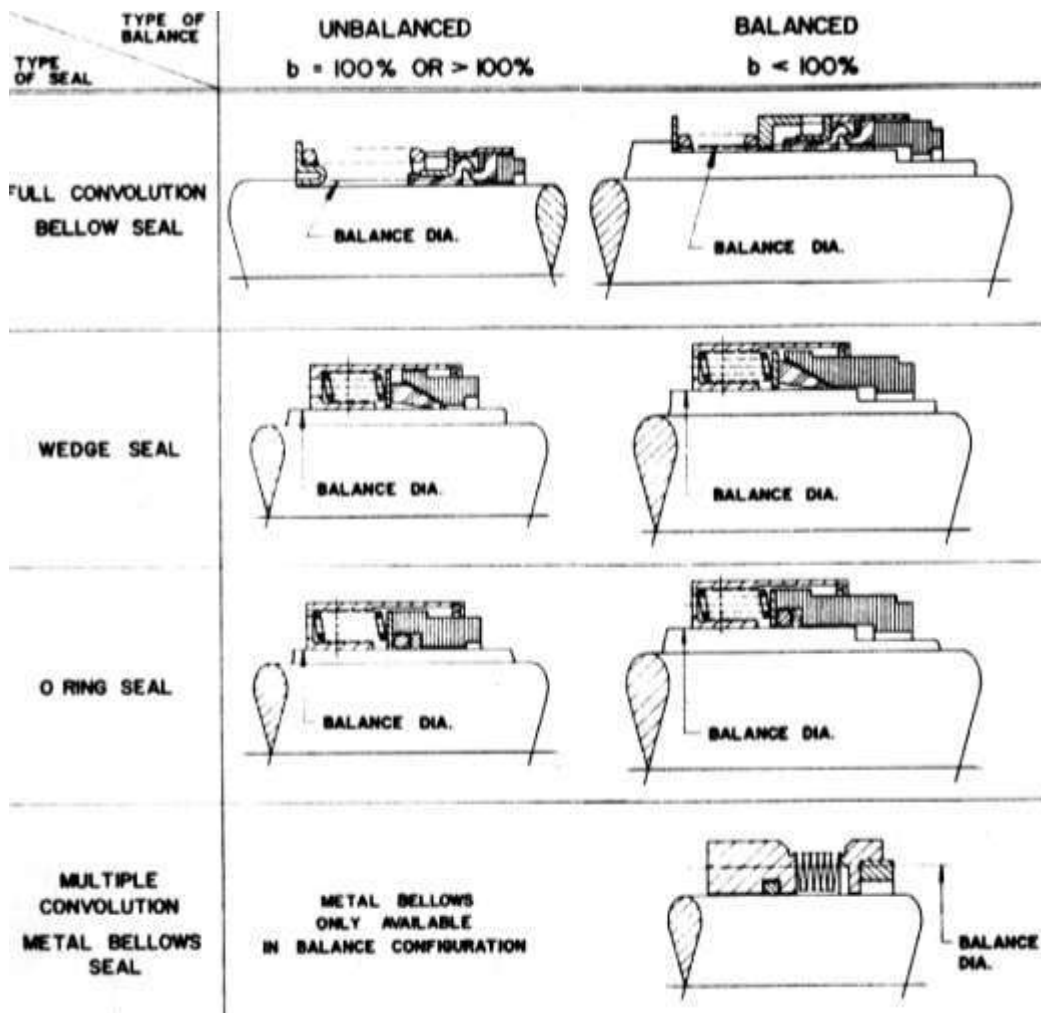
۱. متعادل یا نامتعادل
۲. آب‌بند با Head ثابت یا گردنده
۳. ساختمان یک یا چند فتری
۴. طرح آب‌بند ثانویه فشارنده یا غیر فشارنده

انتخاب آب‌بند متعادل یا نامتعادل با در نظر گرفتن فشار محفظه آب‌بندی پمپ انجام می‌شود تعادل، روشی برای کنترل فشار تماس سطوح آب‌بندی و توان تولیدی آب‌بند است. وقتی درصد تعادل یعنی پارامتر b (نسبت سطح نزدیکی هیدرولیکی به مساحت سطح آب‌بند) بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ باشد، آب‌بند به عنوان نامتعادل در نظر گرفته می‌شود و اگر این درصد کمتر از ۱۰۰ باشد آب‌بند متعادل است. شکل پ ۲-۷ آب‌بندهای متعادل و نامتعادل معمول را نمایش می‌دهد.

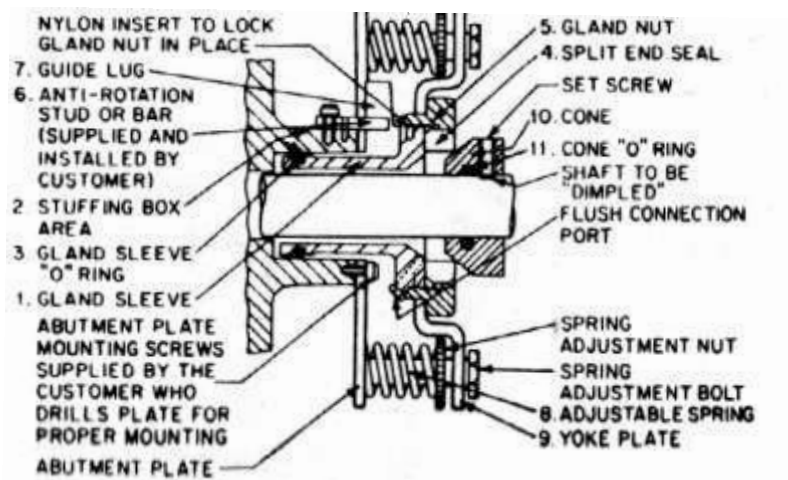
انتخاب آب‌بند ساکن یا گردنده، با توجه به سرعت محور پمپ صورت می‌گیرد. به عنوان یک قاعده سرانگشتی، هنگامی سرعت محور از ۵۰۰۰ lt/min (۲۵/۴m/s) تجاوز کند، آب‌بندهای ساکن مورد نیاز

¹ Buffer zone

هستند. استفاده از ساختمان یک یا چند فتری آب‌بند را محدودیت فضا و نیز سیال پمپ شونده تعیین می‌کنند.



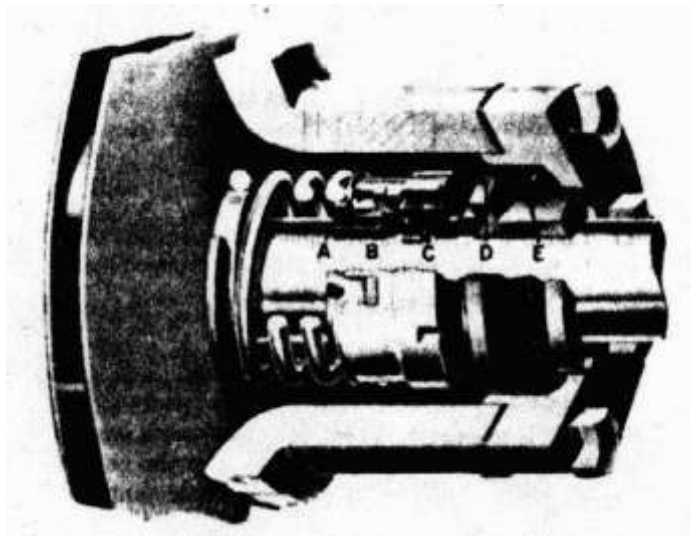
شکل پ ۲-۷ آب‌بندهای متعادل و نامتعادل معمول



شکل پ ۲-۸ آب‌بند نوع فشارنده

در آب‌بندهای نوع فشارنده، آب‌بند ثانویه بوسیله بار مکانیکی آب‌بند و فشار هیدروکیلی محفظه آب‌بندی می‌تواند در طول محمور حرکت کند. یک ساختار نمونه این نوع آب‌بند در شکل پ ۲-۸ نشان داده شده است.

در آب‌بندهای نوع غیر فشارنده، آب‌بند ثانویه نمی‌تواند در طول محور حرکت کند و در عوض، حرکت مورد نیاز از طریق ساختمان فانوسی امکان پذیر می‌گردد. این نوع آب‌بندها از فانوسی‌های نیمه‌حلقه‌ای، تمام حلقه‌ای و چندحلقه‌ای به عنوان آب‌بند ثانویه استفاده می‌کنند. در شکل پ ۲-۹ یک آب‌بند با فانوس تمام حلقه نشان داده شده است.



شکل پ ۲-۹ آب‌بند با فانوس تمام حلقه

پ ۲-۳ مواد سازنده

همه اجزاء آب‌بند مکانیک با لحاظ کردن مقاومت جزء، در برابر خوردگی بوسیله سیال پمپ شونده انتخاب می‌شوند. هندبوک خوردگی NACE میزان خوردگی بسیاری از مواد مورد استفاده در ساختمان آب‌بندهای مکانیکی را ارائه کرده است. هنگامی که میزان خوردگی 0.5 میلی‌متر در سال بیشتر باشد، باید برای کاهش خوردگی، آب‌بندهای دوگانه انتخاب شوند. موادی که معمولاً در ساخت اجزاء آب‌بندهای مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول پ ۲-۴ داده شده‌اند.

جدول پ ۲-۴ مواد مورد استفاده در ساخت اجزاء آب‌بندی مکانیکی

Component	Material of construction
Secondary seals	
O ring	Nitrile, ethylene, propylene, chloroprene
Bellows	Nitrile, ethylene, propylene, chloroprene
Wedge	Fluorocarbon resin, Grafoil
Metal bellows	Stainless steel, nickel-based alloy
Primary ring	Carbon, metal-filled carbon, tungsten carbide, silicon carbide, siliconized carbon, bronze
Hardware (retainers, disk, snap ring, set screws, springs)	18-8 stainless steel, 316 stainless steel, nickel based alloy, titanium
Mating ring	Ceramic, cast iron, tungsten carbide, silicon carbide

پ ۲-۳ معرفی چند ماده پکینگ مورد استفاده در پمپ‌های سانتریفوژ و دورانی

۱- Aquagraf : قبل استفاده در صنایع شیمیایی و آب آشامیدنی



- نخ روغن کاری شده PTFE و گرافیت تابیده حول یک هسته

استوانه ای از لاستیک سیلیکون

- مقاوم در برابر اکثر اسیدها، بازها، سوخت ها و روغن ها

- محدوده دمای کاری بین ۵۰- تا ۲۶۰ سانتی گراد

- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s

- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۱۰ bar

۲- Duramid : پکینگ (packing) مستحکم برای شرایط دشوار



- نخ آرامید (aramhd) بافته شده

- آغشته شده با PTFE و روغن داغ

- مناسب برای آب آشامیدنی و محیط‌های ساینده

- محدوده دمای کاری بین ۵۰- تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد

- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s

- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۵ bar



۳- Flexment A type M : مورد استفاده در دماهای بالا

- رویه های آلومینیومی پوشش داده شده با روغن‌ها و گرافیت

- تاییده شده دور یک هسته گرافیتی روغن کاری شده و رشته های شیشه ای
- محدوده دمای کاری بین ۷۰- تا ۵۴۰ درجه سانتی گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۷/۵m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar

۴- Fluograf: برای محیطهای شیمیایی قوی - نخ تاییده شده از جنس PTFE و گرافیت

- محدوده PH قابل تحمل محیط ۱۴-۰ ، به غیر از عامل اکسید کننده قوی



- محدوده دمای کاری بین ۱۰۰- تا ۲۶۰ درجه سانتی گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۲ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۱۰ bar
- قابل استفاده برای فرایندهای غذایی و آب آشامیدنی

۵- Fluolion Emulsion XA-P: کاربرد های شیمیایی همه منظوره

- فیبر مصنوعی با عملکرد بالا ، چگال شده با ذرات و تاییده شده روی هسته الاستومری PTFE



- محدوده PH ۱۴-۱ ، شامل اسیدها و بازهای قوی
- مقاومت بسیار خوب در برابر محیطهای ساینده
- محدوده دمای کاری بین ۵۰- تا ۲۷۰ درجه سانتی گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۵ bar

۶- Fluolion Emulsion 2XA: قابل استفاده برای آب آشامیدنی ، آب دریا و صنایع شیمیایی

- PTFE- نخ تاییده شده از جنس شیشه و ۳ فیبر آغشته با - قیمت مناسب و عملکرد بالا



- محدوده دمای کاری بین ۵۰- تا ۲۹۰ درجه سانتی گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۱۲ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۵ bar

۷- Fluolion Filament : پکینگ PTFE (- نخ تاییده شده از جنس فیبر) با عملکرد بالا

- دوره کارکرد طولانی با حداقل هزینه نگهداری

- محدوده گسترده PH، ۱۴-۰

- محدوده دمای کاری بین ۱۰۰- تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد

- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۱۰ m/s

- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۵ bar



۸- Fluolion SEQUEL : مورد استفاده در فرایندهای دارو سازی و غذایی

- محصولی برجسته بدون ایجاد آلودگی

- غیر آلوده کننده برای فرایندهای غذایی، دارویی و تولید کاغذ

- مواد تأیید شده توسط FDA

- توصیه شده برای فرایندهای شکر و شکلات

- محدوده دمای کاری بین ۱۰۰- تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد

- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s

- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar



۹- Fluolion Sturmtite : پکینگ مناسب برای مصارف در طبیی

- محصول نخ‌بی با کتان آغشته با PTFE نرم کننده

- برای پمپ‌های تخلیه آب ته مانده (در ظرف، کشتی و ...)

- نشستی کم، عمر زیاد، کاهش فرسودگی محور پمپ

- محدوده دمای کاری بین ۴۰- تا ۹۵ درجه سانتی‌گراد

- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۵ bar



۱۰- Supagraf Moulded Rings : برای دماها و سرعت‌های بالا

- گرافیت ورقه ورقه شده به شکل حلقه‌های مجزا

- مقاوم در برابر دمای بالای بخار، اسیدها، محصولات نفتی و حلالها



- محدوده دمای کاری بین ۲۰۰- تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد
- در شرایط اکسایدگی، ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد در مجاورت بخار، ۲۵۰۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط غیر اکسایدگی
- تولید شده برای فرآیندهای غذایی و آب آشامیدنی
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۵ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۱۰ bar

۱۱- Supagraf Ribbonpak : برای سرعت‌های بالا



- نوارهای بلند گرافیتی تابیده شده
- کاربردهای گسترده در فرایندهای کاغذسازی
- محدوده دمای کاری بین ۲۰۰- تا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد
- در شرایط اکسایدگی و تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۵ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۱۰ bar

۱۲- Super Flexment XA : پکینگ فلزی با عملکرد بالا



- ورقه سربی عمل آورده شده (treated) با روغن گرافیت
- و تابیده شده دور هسته‌ای از رشته شیشه‌ای گرافیتی
- بطور استثنایی قابل اطمینان به عنوان پکینگ پمپ
- مناسب برای PH های بین ۴ تا ۱۰
- محدوده دمای کاری بین ۷۰- تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar

۱۳- Supeta XA : پکینگ به صرفه از نظر اقتصادی برای کاربردهای مختلف



- بافته شده از رشته‌های فیبر شیشه‌ای، هر فیبر برای دوام در برابر سائیدگی با گرافیت پوشش داده شده است
- مناسب برای PH های بین ۴ تا ۱۰

- محدوده دمای کاری بین ۴۰- تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۱۰۰ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۱۰ bar

۱۴- Hornet: برای محیط‌های دو غابی و ساینده



- فایبر آرامیدی در گوشه‌ها، رشته‌های گرافیتی / PTFE
- در قسمت‌های درونی، قرار گرفته روی یک هسته الاستومری مقاوم در برابر حرارت
- طول عمر طولانی در محیط‌های ساینده و آشفته
- پذیرفته شده برای کاربردهای غذایی و آب آشامیدنی
- محدوده دمای کاری بین ۵۰- تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۲۰ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar

۱۵- Liongraf: پکینگی اقتصادی و جهانی



- رشته گرافیتی و PTFE تاییده شده
- با دوام، قدرت زیاد و اصطکاک پایین
- مناسب برای PH های ۱۴-۰
- مقاوم در برابر بخار، سوخت‌ها، روغن‌ها، اسیدها، بازها و حلال‌ها
- محدوده دمای کاری بین ۱۰۰- تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۱۷/۵ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar

۱۶- Ramix: ساخته شده از فیبر طبیعی (رامی Ramie) بافته شده و مجاور شده با PTFE



- توصیه شده برای آب حاوی جامدات معلق
- استفاده گسترده در صنایع معدن
- محدوده دمای کاری بین ۳۰- تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد
- حداکثر سرعت محور (shaft) پمپ ۱۷/۵ m/s
- حداکثر فشار کاری قابل تحمل ۲۰ bar
- مقاوم در برابر پوسیدگی



برنامه محاسباتی زمان مایع شدن

در این قسمت برنامه نوشته شده به زبان فرترن جهت محاسبه زمان مایع شدن قیر درون بشکه در طرح اول را ارائه شده است.

```

c      STACKsize : reserve[,commit]
      program Tar
      Integer(4) tmax,xmax,rmax
c      STACKsize : reserve[,commit]
      tmax=125000
      xmax=150
      rmax=100
      call main(tmax,xmax,rmax)
      END
C-----
      subroutine main(tmax,xmax,rmax)
      Integer(4) tmax,xmax,rmax,n
      real dt,dx,Tc(tmax),t1,t2,dr

      t1=0.0
      t2=36000 ! sec
      dt=(t2-t1)/tmax
      dx=.40/xmax
      dr=.24/rmax
      call Temp(Tc,xmax,rmax,tmax,dt,dx,dr)
      open(1,file='Tc.txt')
      do n=1, tmax
         write(1,100) (n-1)*dt/3600, Tc(n)
      enddo
      close(Unit=1)
100  Format (1x,F15.8,1x,F15.8)

      return
      end
C-----
      subroutine Temp(Tc,xmax,rmax,tmax,dt,dx,dr)
      Integer(4) i,xmax,rmax,tmax,n,r,z
      Real T(xmax,rmax),T_pre(xmax,rmax),Tc(tmax),al,dx,dr,dt,hk,Ts

      Ts=115.0
      al=0.74/(1050*924)
      hk=25./0.74

      z=1
      ! Initial condition
      do i=1,xmax
         do r=1, rmax

```



```
T_pre(i,r)=25.0
enddo
enddo
Tc(1)=T_pre(1,1)
! Time loop
do n=1,tmax-1 ! Begining of main loop
! Internal points
do i=2,xmax-1
do r=2,rmax-1
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))
enddo
enddo
c1 ! r-boundary points: center of cylinder
r=1
do i=1,xmax
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(2*T_pre(i,r+1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
enddo
c2 ! x-boundary points: center of cylinder
i=1
do r=2, rmax-1
c T(i,r)=(1-hk*dx)*(T(i+1,r)-hk*dx*Ts)
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))
enddo
c3 ! r-boundary points: side surface
r=rmax
do i=1,xmax
c T(i,r)=(1-hk*dr)*(T(i,r-1)-hk*dr*Ts)
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(hk*dr*(Ts-T_pre(i,r))
& -T_pre(i,r)+T_pre(i,r-1))/(dr*dr)+hk*(Ts-T_pre(i,r))
& /((r-1)*dr))
enddo
c4 ! x-boundary points: end plate
i=xmax
do r=2, rmax-1
c T(i,r)=(1-hk*dx)*(T(i-1,r)-hk*dx*Ts)
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk*dx*(Ts-T_pre(i,r))+T_pre(i-1,r)
& -T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))
enddo
!node(xmax,1)
i=xmax
r=1
```



```
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk*dx*(Ts-T_pre(i,r))+T_pre(i-1,r)
& -T_pre(i,r))/(dx*dx)+(2*T_pre(i,r+1)-2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
!node(1,1)
i=1
r=1
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)-2*T_pre(i,r))/(dx*dx)
& +(2*T_pre(i,r+1)-2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
!node(1,rmax)
i=1
r=rmax
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)-2*T_pre(i,r))/(dx*dx)
& +(hk*dr*(Ts-T_pre(i,r))-T_pre(i,r)+T_pre(i,r-1))/(dr*dr)
& +hk*(Ts-T(i,r))/((r-1)*dr))
!node(xmax,rmax)
i=xmax
r=rmax
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk*dx*(Ts-T_pre(i,r))+T_pre(i-1,r)
& -T_pre(i,r))/(dx*dx)+(hk*dr*(Ts-T_pre(i,r)-T_pre(i,r)
& +T_pre(i,r-1))/(dr*dr)+hk*(Ts-T(i,r))/((r-1)*dr))
! Set variables on time: t-1
do i=1, xmax
do r=1, rmax
T_pre(i,r)=T(i,r)
enddo
enddo
! Temp. of center
Tc(n+1)=T(1,1)
if( (Tc(n+1))>=85).and.(z==1) )then
open(4,file='Time.txt')
write(4,110) (n-1)*dt/3600
z=2
close(Unit=4)
endif
if (n==10000) then
open(2,file='Tr.txt')
do r=1, rmax
write(2,100) (r-1)*dr, T(1,r)
enddo
close(Unit=2)
endif
if (n==90000) then
open(3,file='Tre.txt')
do r=1, rmax
write(3,100) (r-1)*dr, T(1,r)
enddo
close(Unit=3)
endif
enddo
100 Format (1x,F15.8,1x,F15.8)
110 Format (1x,'t= ',F15.8,1x,'hr')
return
End
```

برنامه محاسباتی (به زبان فرترن) برای طرح دوم نیز در زیر آورده شده است:

```
c      STACKsize : reserve[,commit]
      program Tar
      Integer(4) tmax,xmax,rmax
c      STACKsize : reserve[,commit]
      tmax=38000
      xmax=80
      rmax=50
      call main(tmax,xmax,rmax)
      END
C-----
      subroutine main(tmax,xmax,rmax)
      Integer(4) tmax,xmax,rmax,n
      real dt,dx,Tc(tmax),t1,t2,dr

      t1=0.0
      t2=10800 ! sec
      dt=(t2-t1)/tmax
      dx=.45/xmax
      dr=.275/rmax
      call Temp(Tc,xmax,rmax,tmax,dt,dx,dr)
      open(1,file='Tc_air.txt')
      do n=1, tmax
         write(1,100) (n-1)*dt/3600, Tc(n)
      enddo
      close(Unit=1)
100  Format (1x,F15.8,1x,F15.8)

      return
      end
C-----
      subroutine Temp(Tc,xmax,rmax,tmax,dt,dx,dr)
      Integer(4) i,xmax,rmax,tmax,n,r,z
      Real T(xmax,rmax),T_pre(xmax,rmax),Tc(tmax),al,dx,dr,dt,hk,Ts,be
      & ,Tair,hk_air,rad_k

      Ts=370.0
      TsK=370.+273.0
      Tair=330.0
      al=0.74/(1050*924)
      hk=25.0/0.74
      hk_air=20.0/0.74
      be=25.0/(1050*924)
      rad_k=0.85*5.67*10.E-8/0.74 !sigma*epsilon*alpha*A
      z=1
      ! Initial condition
      do i=1,xmax
         do r=1, rmax
            T_pre(i,r)=25.0
         enddo
      enddo
```



```

enddo
Tc(1)=T_pre(1,1)
! time loop
do n=1,tmax-1 ! Begining of main loop
! internal points
do i=xmax-1,2,-1
do r=rmax-1,2,-1
    if( (T_pre(i-1,r))>=85.) )then
    T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))+be*(T_pre(i-1,r)-T_pre(i,r))
    else
    if( (T_pre(i,r-1))>=85.) )then
    T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))+be*(T_pre(i,r-1)-T_pre(i,r))
    else
    T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))
    endif
    endif
enddo
enddo
c1 ! r-boundary points: center line of cylinder
r=1
do i=1,xmax
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(2*T_pre(i,r+1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
enddo
c2 ! x-boundary points: center line of cylinder
i=1
do r=2, rmax-1
c T(i,r)=(1-hk*dx)*(T(i+1,r)-hk*dx*Ts)
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
& -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
& -T_pre(i,r))/((r-1)*dr*dr))
enddo
c3 ! r-boundary points: side surface
r=rmax
do i=1,xmax
c T(i,r)=(1-hk*dr)*(T(i,r-1)-hk*dr*Ts)
T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((T_pre(i+1,r)+T_pre(i-1,r)
& -2*T_pre(i,r))/(dx*dx)+(hk_air*dr*(Tair-T_pre(i,r))
& +rad_k*dr*(TsK*TsK*TsK*TsK-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
& *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
& -T_pre(i,r)+T_pre(i,r-1))/(dr*dr)
& +(hk_air*(Tair-T_pre(i,r))+rad_k*(TsK*TsK*TsK*TsK-

```



```

&      (T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)))/((r-1)*dr))
&      enddo
c4    ! x-boundary points: end plate
      i=xmax
      do r=2, rmax-1
c      T(i,r)=(1-hk*dx)*(T(i-1,r)-hk*dx*Ts)
      T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk_air*dx*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*dx*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      +T_pre(i-1,r)-T_pre(i,r))/(dx*dx)+(T_pre(i,r+1)+T_pre(i,r-1)
&      -2*T_pre(i,r))/(dr*dr)+(T_pre(i,r+1)
&      -T_pre(i,r))/(r-1)*dr*dr))
&      enddo
      !node(xmax,1)
      i=xmax
      r=1
      T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk_air*dx*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*dx*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      +T_pre(i-1,r)-T_pre(i,r))/(dx*dx)+
&      (2*T_pre(i,r+1)-2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
      !node(1,1)
      i=1
      r=1
      T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)-2*T_pre(i,r))/(dx*dx)
&      +(2*T_pre(i,r+1)-2*T_pre(i,r))/(dr*dr))
      !node(1,rmax)
      i=1
      r=rmax
      T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((2*T_pre(i+1,r)-2*T_pre(i,r))/(dx*dx)
&      +(hk_air*dr*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*dr*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      -T_pre(i,r)+T_pre(i,r-1))/(dr*dr)
&      +(hk_air*(Tair-T_pre(i,r))+rad_k*(TsK*TsK*TsK*Tsk-
&      (T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)))/((r-1)*dr))
&      !node(xmax,rmax)
      i=xmax
      r=rmax
      T(i,r)=T_pre(i,r)+dt*al*((hk_air*dx*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*dx*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      +T_pre(i-1,r)-T_pre(i,r))/(dx*dx)+
&      (hk_air*dr*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*dr*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      -T_pre(i,r)
&      +T_pre(i,r-1))/(dr*dr)+(hk_air*(Tair-T_pre(i,r))
&      +rad_k*(TsK*TsK*TsK*Tsk-(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.)
&      *(T(i,r)+273.)*(T(i,r)+273.))
&      /((r-1)*dr))

```




! set variables on time: t-1

```
do i=1, xmax
  do r=1, rmax
    T_pre(i,r)=T(i,r)
  enddo
enddo
! Temp. of center
Tc(n+1)=T(1,1)
if( (Tc(n+1))>=85.).and.(z==1) then
open(4,file='Time_air.txt')
  write(4,110) (n-1)*dt/3600
  z=2
close(Unit=4)
open(2,file='Tr_air.txt')
do r=1, rmax
  write(2,100) (r-1)*dr, T(1,r)
enddo
close(Unit=2)
open(3,file='Tre_air.txt')
do r=1, rmax
  write(3,100) (r-1)*dr, T(xmax,r)
enddo
close(Unit=3)
endif
enddo
100 Format (1x,F15.8,1x,F15.8)
110 Format (1x,'t= ',F15.8,1x,'hr')
return
End
```



شرکت ملی پالایش و پخش

مطالعات امکان‌سنجی جهت بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور

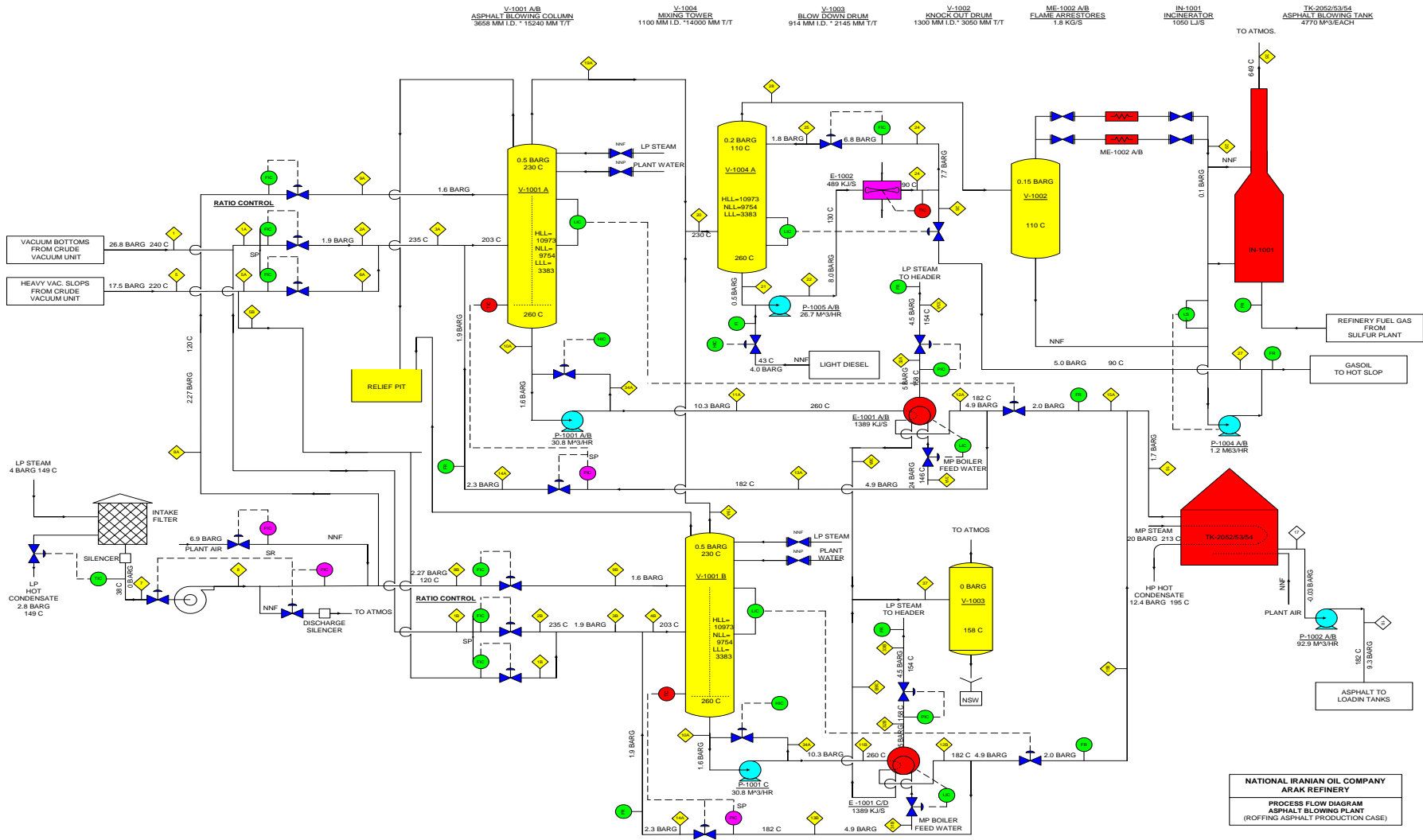
پیوست ۴



شرکت مهندسی ایله پردازان شریف

پیوست چهار

نمودار فرایندی (PFD) واحدهای قیرسازی پالایشگاه‌های اراک و شیراز



NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY
 ARAK REFINERY
 PROCESS FLOW DIAGRAM
 ASPHALT BLOWING PLANT
 (ROFFING ASPHALT PRODUCTION CASE)



مطالعات امکان‌سنجی جهت بازیافت قیر ضایعاتی پالایشگاه‌های کشور

پیوست ۴



شرکت مهندسی ایده پردازان شریف

