

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

مشخصات فنی عمومی راه

نشریه شماره ۱۰۱

آخرین ویرایش: ۱۴۰۰-۱۱-۰۳

فهرست مطالب

۱۸-۱- کلیات.....	۱
۱۸-۲- مزایای آسفالت سرد.....	۱
۱۸-۳- موارد کاربرد آسفالت سرد.....	۱
۱۸-۴- انواع آسفالت سرد.....	۲
۱۸-۴-۱- آسفالت سرد کارخانه‌ای.....	۲
۱۸-۴-۲- آسفالت سرد مخلوط در محل.....	۲
۱۸-۴-۳- انتخاب روش تولید مخلوط آسفالت سرد.....	۲
۱۸-۵- مشخصات فنی مصالح سنگی آسفالت سرد.....	۳
۱۸-۵-۱- کلیات.....	۳
۱۸-۵-۲- دانه‌بندی مصالح سنگی.....	۴
۱۸-۵-۲-۱- آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی پیوسته.....	۶
۱۸-۵-۲-۲- آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی باز.....	۶
۱۸-۵-۲-۳- آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی ماسه‌ای.....	۷
۱۸-۶- انتخاب قیر.....	۸
۱۸-۶-۱- خواص قیر باقیمانده.....	۱۰
۱۸-۶-۲- بار ذره‌ای قیر امولسیون.....	۱۰
۱۸-۶-۳- مصالح سنگی آب‌دوست.....	۱۰
۱۸-۶-۴- کندروانی قیر.....	۱۱
۱۸-۶-۵- گیرش قیر.....	۱۱
۱۸-۶-۵-۱- گیرش قیر امولسیون.....	۱۱
۱۸-۶-۵-۲- گیرش قیر محلول.....	۱۲
۱۸-۶-۶- درجه حرارت قیر.....	۱۲

- ۱۸-۷- انتخاب فرمول کارگاهی طرح اختلاط..... ۱۳
- ۱۸-۸- طرح اختلاط آسفالت سرد..... ۱۴
- ۱۸-۹- مشخصات فنی آسفالت سرد..... ۱۴
- ۱۸-۱۰- ماشین آلات آسفالت سرد..... ۱۶
- ۱۸-۱۰-۱- ماشین آلات آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۱۶
- ۱۸-۱۰-۱-۱- ماشین آلات تهیه آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۱۶
- ۱۸-۱۰-۲- ماشین آلات حمل آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۱۷
- الف- کامیون‌های حمل..... ۱۷
- ۱۸-۱۰-۳- ماشین آلات پخش آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۱۸
- ۱۸-۱۰-۴- ماشین آلات تراکم آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۱۹
- ۱۸-۱۰-۲- ماشین آلات آسفالت سرد مخلوط در محل..... ۲۱
- ۱۸-۱۰-۲-۱- ماشین آلات اختلاط آسفالت سرد مخلوط در محل..... ۲۱
- ۱۸-۱۰-۲-۲- ماشین آلات پخش آسفالت سرد مخلوط در محل..... ۲۳
- ۱۸-۱۰-۳- ماشین آلات تراکم آسفالت سرد مخلوط در محل..... ۲۴
- ۱۸-۱۰-۱- مراحل اجرای آسفالت سرد..... ۲۴
- ۱۸-۱۰-۱- آماده کردن سطح راه..... ۲۴
- ۱۸-۱۰-۱-۱- راه شنی..... ۲۵
- ۱۸-۱۰-۲- راه آسفالتی..... ۲۵
- ۱۸-۱۰-۲- تولید مخلوط آسفالت سرد..... ۲۶
- ۱۸-۱۰-۲-۱- تولید آسفالت سرد کارخانه‌ای..... ۲۶
- ۱۸-۱۰-۲-۲- تولید آسفالت سرد مخلوط در محل..... ۲۷
- ۱۸-۱۰-۳- هوادهی مخلوط آسفالت سرد..... ۳۳
- ۱۸-۱۰-۴- پخش و تراکم مخلوط آسفالت سرد..... ۳۴
- ۱۸-۱۱- ملاحظات اجرایی آسفالت سرد..... ۳۷

- ۱۲-۱۸- کنترل کیفیت..... ۳۸
- ۱۲-۱۸-۱- کنترل تراکم قشرهای آسفالت سرد..... ۳۸
- ۱۲-۱۸-۲- کنترل سطح آسفالت..... ۳۹
- ۱۲-۱۸-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت..... ۳۹
- ۱۲-۱۸-۳-۱- قیر..... ۳۹
- ۱۲-۱۸-۳-۲- مصالح سنگی..... ۳۹
- ۱۲-۱۸-۳-۳- مخلوط آسفالتی..... ۳۹
- ۱۲-۱۸-۴- کنترل آسفالت کوبیده شده سطح راه و ضخامت لایه..... ۴۰

۱۸-۱- کلیات

آسفالت سرد^۱ مخلوطی از مصالح سنگی و قیرهای امولسیون یا محلول است که عمل اختلاط قیر و مصالح سنگی در دمای محیط انجام شده و در همین دما پخش و متراکم می‌گردد. به دلیل مسائل زیست محیطی، ایمنی و اقتصادی مربوط به قیرهای محلول، استفاده از قیرهای فوق جز در مواردی که مهندس مشاور ضروری بداند، مجاز نیست.

۱۸-۲- مزایای آسفالت سرد

مزایای استفاده از آسفالت سرد عبارتند از:

➤ تنوع زیاد

به منظور تهیه آسفالت سرد، انواع رده‌های قیرهای محلول و امولسیون برای انطباق با شرایط و نیازهای مربوط به آب و هوا و مصالح سنگی متفاوت موجود است.

➤ اقتصادی

از مزایای اقتصادی استفاده از آسفالت سرد می‌توان به حجم تولید بالا با استفاده از ماشین‌آلات و سرمایه اولیه کمتر، استفاده از مصالح سنگی در محل و حذف عملیات حمل و نیز بکارگیری ماشین‌آلات نسبتاً کم برای اجرای آسفالت سرد نام برد.

➤ عدم آلاینده‌گی

با توجه به عدم نیاز به واحد خشک‌کننده به منظور گرم کردن مصالح سنگی، گازهای آلاینده ایجاد نمی‌شوند و گرد و غبار بسیار کمی تولید می‌شود. همچنین هنگام استفاده از قیر امولسیون، بخار قیر و بوی بد به وجود نمی‌آید.

۱۸-۳- موارد کاربرد آسفالت سرد

آسفالت سرد برای لایه‌های رویه، آستر، اساس و زیر اساس به کار برده می‌شود. در لایه رویه برای ترافیک سبک و متوسط و در لایه‌های زیرین برای همه ترافیک‌ها مناسب است. اگرچه از مخلوط آسفالت سرد امولسیونی با دانه‌بندی باز به دلیل تجهیزات ساده کارخانه تولید آسفالت و نیز قابلیت نرخ تولید بالای مخلوط می‌توان به عنوان لایه رویه در راه‌های با ترافیک سنگین استفاده نمود. همچنین آسفالت‌های سرد در تعمیرات موضعی نظیر لکه‌گیری‌ها، پرکردن چاله‌ها، پرکردن ترک‌ها و ... به کار گرفته می‌شوند.

^۱ Cold Mix Asphalt

۴-۱۸- انواع آسفالت سرد

آسفالت سرد را بر حسب روش تهیه و اجرا می‌توان به دو نوع آسفالت سرد کارخانه‌ای^۱ و آسفالت سرد مخلوط در محل^۲ تقسیم کرد.

۱۸-۴-۱- آسفالت سرد کارخانه‌ای

آسفالت سرد کارخانه‌ای در کارخانه ثابت آسفالت تهیه شده و برای پخش به محل پروژه حمل می‌شود. در کارخانه آسفالت سرد، کنترل‌های لازم جهت تنظیم دانه‌بندی، توزین سنگدانه‌ها و اختلاط با قیر، مشابه آسفالت داغ انجام می‌شود. اگر رطوبت مصالح بیش از ۳ درصد نباشد، معمولاً مراحل گرم و خشک کردن سنگدانه‌ها از عملیات تولید حذف می‌گردد.

۱۸-۴-۲- آسفالت سرد مخلوط در محل

تولید مخلوط‌های آسفالت سرد مخلوط در محل در کنار راه و با وسایلی نظیر مخلوط‌کننده چرخشی^۳، مخلوط‌کن تیغه‌ای^۴ یا ماشین اختلاط سیار^۵ انجام می‌گیرد. سپس عملیات پخش با استفاده از ماشین‌آلات مختلف نظیر گریدر^۶ و یا وسایل نظیر آن انجام می‌شود. آسفالت سرد مخلوط در محل به روش مخلوط در کارگاه نیز تهیه می‌شود. در این روش عمل اختلاط قیر و سنگدانه در کارگاه‌های ثابت یا موقت انجام شده و مخلوط تهیه شده برای پخش به محل مصرف حمل می‌شود.

۱۸-۴-۳- انتخاب روش تولید مخلوط آسفالت سرد

در انتخاب نوع روش مناسب تولید مخلوط آسفالت سرد عوامل مختلفی نظیر محل و موقعیت پروژه، وسعت و اندازه پروژه، امکان کنترل ترافیک و یا مسدود کردن راه، لزوم استفاده از مصالح سنگی قرضه با کیفیت مناسب به منظور بهبود مشخصات مخلوط آسفالت سرد، نوع و ضخامت روسازی و شرایط آب و هوایی منطقه می‌بایست مد نظر قرار گیرد. با توجه به ظرفیت زیاد تولید و امکان کنترل کیفیت بهتر آسفالت سرد در کارخانه، تولید کارخانه‌ای آسفالت سرد نسبت به روش‌های اجرای آسفالت سرد در محل مناسب‌تر است. امتیاز اصلی آسفالت سرد مخلوط در محل، استفاده مصالح سنگی موجود بر روی جاده و یا منابع محلی نزدیک می‌باشد. استفاده از آسفالت سرد کارخانه‌ای حاوی قیر امولسیون مزایای زیر را نیز نسبت به آسفالت داغ دارد:

¹ Central Plant Mix

² Mixed-in-Place (Road Mix)

³ Rotary Mixer

⁴ Blade Mixer

⁵ Travel Plant

⁶ Motor Grader

- اقتصادی: مصرف سوخت کمتر و هزینه اولیه کمتر برای ماشین‌آلات
- محیط زیستی: آلودگی کمتر محیط در محل کارخانه و محل پروژه به دلیل دماهای کم تولید و اجرا
- ایمنی: افزایش ایمنی کارگران در کارخانه و محل پروژه به دلیل دمای پایین قیر و مصالح

۵-۱۸- مشخصات فنی مصالح سنگی آسفالت سرد

۵-۱۸-۱- کلیات

دامنه وسیعی از مصالح سنگی شامل مصالح کوهی شکسته، مصالح رودخانه‌ای، مصالح سرباره کوره آهن‌گدازی، خاک‌های دانه‌ای تا ماسه لای دار می‌توانند به منظور ساخت مخلوط‌های آسفالت سرد با قیر امولسیون و قیر محلول مورد استفاده قرار گیرند. سنگدانه‌های بکار رفته در مخلوط آسفالت سرد می‌بایست مشخصات ارائه شده در جدول (۱۸-۱) را برآورده سازند.

جدول ۱۸-۱- مشخصات سنگدانه‌های مخلوط آسفالت سرد

روش آزمایش		مشخصات	آزمایش
AASHTO	ASTM		
T96	C 131	۴۰٪	افت وزنی مصالح سنگی درشت‌دانه با آزمایش سایش لس آنجلس-حداکثر
T104	C 88	۱۲٪	افت وزنی مصالح سنگی درشت‌دانه با سولفات سدیم ^۱ -حداکثر
T104	C 88	۱۸٪	افت وزنی مصالح سنگی درشت‌دانه با سولفات منیزیم-حداکثر
T104	C 88	۱۵٪	افت وزنی مصالح سنگی ریزدانه با سولفات سدیم-حداکثر
T104	C 88	۲۰٪	افت وزنی مصالح سنگی ریزدانه با سولفات منیزیم-حداکثر
T19	C 29	۱۱۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب	وزن واحد حجم مصالح سنگی درشت‌دانه چنانچه از نوع سرباره کوره آهن‌گدازی باشد- حداقل
T176	D 2419	۳۵٪	ارزش ماسه‌ای برای خاک‌ها و مصالح سنگی ریزدانه به منظور تعیین ریزدانه‌های خمیری- حداقل
T90	D 4318	۴٪	دامنه خمیری (PI) مصالح عبوری از الک شماره ۴۰ در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک هیدراته - حداکثر
T335	D 5821	۶۵٪	شکستگی در حداقل یک جبهه سنگدانه‌ها- حداقل

^۱ به منظور ارزیابی دوام مصالح سنگی در برابر سیکل ذوب و یخبندان، افت وزنی در برابر سولفات سدیم یا منیزیم می‌تواند انجام گیرد.

علاوه بر مشخصات ارائه شده در جدول مذکور، خواص زیر نیز باید مد نظر قرار گیرد:

- وقتی از مصالح ریزدانه به منظور ساخت مخلوط آسفالت سرد استفاده شود (هنگام استفاده از آسفالت سرد ماسه‌ای یا ریزدانه)، اختلاط و هوادهی و تراکم آسفالت سرد با مشکلاتی همراه است. به منظور ارزیابی مناسب بودن مصالح فوق، حاصلضرب شاخص خمیری^۲ (PI) و درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ کمتر از ۷۲ باشد. همچنین درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ کمتر از ۲۵ باشد.
- در صورت بکارگیری آسفالت سرد به عنوان لایه رویه اصطکاکی با دانه‌بندی باز^۳، می‌بایست شکستگی در حداقل یک جبهه مصالح سنگی حداقل ۹۰٪ و شکستگی در حداقل دو جبهه مصالح سنگی حداقل ۷۵٪ باشد. همچنین مصالح درشت‌دانه می‌بایست مقاومت سایشی کافی داشته باشند.

۱۸-۵-۲- دانه‌بندی مصالح سنگی

دانه‌بندی مصالح سنگی آسفالت سرد مورد استفاده در ساخت راه‌ها برحسب این که پیوسته^۴ یا باز^۵ انتخاب شود، باید در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های پیوسته و یا باز ارائه شده در جدول ۱ استاندارد ASTM D 3515 باشند. این دانه‌بندی‌ها با توجه به ضخامت قشر آسفالتی، ترافیک و شرایط جوی - اقلیمی منطقه تعیین می‌شود. دانه‌بندی‌های اجزای درشت‌دانه و ریزدانه برای اختلاط و تأمین دانه‌بندی مشخصات با توجه به حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ها^۶ باید به ترتیب مطابق دانه‌بندی‌های مصالح درشت‌دانه بر اساس استاندارد ASTM D 448 و دانه‌بندی‌های مصالح ریزدانه بر اساس استاندارد ASTM D 1073 انتخاب شوند. انتخاب دانه‌بندی‌های درشت و ریز دیگر که بتوانند دانه‌بندی مشخصات را تأمین کند، قابل قبول خواهد بود. چنانچه برای تأمین دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها از فیلر استفاده شود، مشخصات آن باید با استاندارد ASTM D 242 مطابقت داشته باشد. مشخصات فوق در بند ۲۰-۳-۳-۱- ارائه شده است. در صورت استفاده از آسفالت سرد به منظور لکه‌گیری^۷، دانه‌بندی مصالح سنگی مطابق جدول (۲-۱۸) می‌باشد.

^۱ Sand or Soil Cold Mix

^۲ Plasticity Index

^۳ Open- Graded Friction Course

^۴ Dense Graded Aggregates

^۵ Open-Graded Aggregates

^۶ Nominal Maximum Aggregate Size

^۷ Patching

جدول ۱۸-۲- دانه‌بندی آسفالت سرد لکه‌گیری برای مصارف غیرفوری^۱

درصد عبوری از الک			اندازه الک
۳	۲	۱	
-	-	۱۰۰	۲۵/۰ میلیمتر (۱ اینچ)
-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۹/۰ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۹۰-۱۰۰	-	۶۰-۸۰	۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۶۰-۸۰	۴۵-۷۰	۳۵-۶۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۳۵-۶۵	۲۵-۵۵	۲۰-۵۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۶-۲۵	۵-۲۰	۳-۲۰	۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)
۲-۱۰	۲-۹	۲-۸	۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)

مصالح سنگی شکسته با دانه‌بندی پیوسته دارای حداکثر اندازه ۵۰^۲ میلیمتر (یا دو سوم ضخامت لایه، هر کدام که کمتر باشد) و حداکثر مقدار عبوری از الک شماره ۲۰۰ برابر با ۱۰٪، معمولاً عملکرد بسیار مناسبی برای لایه اساس دارند. به منظور اقتصادی بودن، از خروجی سنگ شکن که حاوی مصالح سنگی با حداکثر اندازه کوچکتر از ۵۰ میلیمتر است، می‌توان برای لایه رویه استفاده کرد. مصالح سنگی شکسته و با دانه‌بندی پیوسته برای همه لایه‌های روسازی مناسب هستند، ولی مصالح با دانه‌بندی میان‌تهی^۳ یا یکنواخت‌اغلب برای لایه اساس توصیه می‌شود. چنانچه برای تهیه مخلوط‌های آسفالت سرد از قیر امولسیون استفاده شود می‌توان علاوه بر دانه‌بندی‌های مورد اشاره از دانه‌بندی‌های دیگری نیز استفاده کرد. مخلوط‌های آسفالت سرد با قیر امولسیون با توجه به نوع دانه‌بندی مصالح سنگی به سه دسته مخلوط‌های با دانه‌بندی پیوسته^۴، مخلوط‌های با دانه‌بندی باز^۵ و مخلوط‌های ماسه‌ای^۶ طبقه‌بندی می‌شوند.

^۱ Patching, Stockpile

^۲ Maximum Size

^۳ Gap-Graded Aggregates

^۴ Poorly-Graded Aggregates

^۵ Dense-Graded Cold Mixes Using Asphalt Emulsions

^۶ Open-Graded Cold Mixes Using Asphalt Emulsions

^۷ Sand Cold Mixes Using Asphalt Emulsions

۱۸-۵-۲-۱- آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی پیوسته

آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی پیوسته دامنه گسترده‌ای از دانه‌بندی‌ها را شامل می‌شود و برای لایه‌های اساس قیری، آستر و رویه قابل کاربرد می‌باشد. فضای خالی این آسفالت بلافاصله پس از پخش و تراکم، ۴ الی ۱۰ درصد است. دانه‌بندی‌های پیوسته آسفالت سرد امولسیون مطابق جدول (۱۸-۳) می‌باشند.

جدول ۱۸-۳- دانه‌بندی پیوسته مخلوط آسفالت سرد امولسیونی

درصد عبوری از الک					اندازه الک
۵	۴	۳	۲	۱	
-	-	-	-	۱۰۰	۵۰/۰ میلیمتر (۲ اینچ)
-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)
-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۵/۰ میلیمتر (۱ اینچ)
-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۶۰-۸۰	۱۹/۰ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۶۰-۸۰	-	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۹۰-۱۰۰	-	۶۰-۸۰	-	-	۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۶۰-۸۰	۴۵-۷۰	۳۵-۶۵	۲۵-۶۰	۲۰-۵۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۳۵-۶۵	۲۵-۵۵	۲۰-۵۰	۱۵-۴۵	۱۰-۴۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۶-۲۵	۵-۲۰	۳-۲۰	۳-۱۸	۲-۱۶	۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)
۲-۱۰	۲-۹	۲-۸	۱-۷	۰-۵	۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)

۱۸-۵-۲-۲- آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی باز

به منظور تهیه آسفالت سرد امولسیون با دانه‌بندی باز از مصالح سنگی درشت‌دانه‌تر (نسبت به آسفالت سرد امولسیونی با دانه‌بندی پیوسته) که ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰ آن کمتر از ۲ درصد باشد، استفاده می‌شود. لایه‌های اساس و آستر و رویه ضخیم دارای دانه‌بندی باز در ضخامت‌های ۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر پخش می‌شوند. این لایه‌ها از سنگدانه‌هایی با مقدار عبوری از الک شماره ۸ کمتر از ۱۰٪ ساخته شده و دارای ۲۰ الی ۳۰ درصد فضای خالی پس از تراکم می‌باشد. از آسفالت سرد امولسیونی با دانه‌بندی باز می‌توان به عنوان لایه رویه اصطکاکی در ضخامت‌های متراکم ۱۶ الی ۱۹ میلیمتر استفاده نمود. بدین منظور مصالح سنگی با حداکثر اندازه ۹/۵ میلیمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت بهتر است که فضای خالی پس از تراکم ۱۵٪ باشد. دانه‌بندی‌های باز آسفالت سرد امولسیونی مطابق جدول (۱۸-۴) می‌باشند.

جدول ۱۸-۴- دانه‌بندی باز مخلوط آسفالت سرد امولسیون

درصد عبوری از الک				اندازه الک
رویه اصطکاکی	اساس و آستر و رویه ضخیم			
۴	۳	۲	۱	
-	-	-	۱۰۰	۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)
-	-	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۲۵/۰ میلیمتر (۱ اینچ)
-	-	۹۰-۱۰۰	-	۱۹/۰ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)
-	۱۰۰	-	۲۵-۶۰	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۲۰-۵۵	-	۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۳۰-۵۰	-	۰-۱۰	۰-۱۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۵-۱۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۵	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
-	۰-۵	-	-	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
۰-۲	۰-۲	۰-۲	۰-۲	۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)

به کار بردن آسفالت (سرد یا گرم) با دانه‌بندی باز در لایه‌های روسازی افزایش انعطاف‌پذیری روسازی را در پی داشته و بدلیل استفاده از تجهیزات نسبتاً ساده و داشتن نرخ تولید بالا اقتصادی می‌باشد. همچنین استفاده از این نوع آسفالت به عنوان لایه رویه موجب بهبود مقاومت لغزشی در سرعت‌های بالا و هوای بارانی، بهبود همواری راه، انتقال سریع آب‌های سطحی و جلوگیری از پدیده هیدروپلانینگ (آب‌پیمایی)، افزایش وسعت دید رانندگان در شب و در هوای بارانی، کاهش شیارافتادگی جای چرخ و نیز کاهش تراز صدای تولید شده از سطح روسازی می‌شود.

۱۸-۵-۲-۳- آسفالت سرد امولسیونی با دانه‌بندی ماسه‌ای

آسفالت سرد امولسیونی با دانه‌بندی ماسه‌ای از اختلاط ماسه ریزدانه با دانه‌بندی‌های پیوسته (خوب دانه‌بندی شده) یا یکنواخت^۱ و یا ماسه لای‌دار^۲ با مقدار رس کم و قیر امولسیون تولید می‌شود. این مخلوط‌ها می‌توانند در تمامی

^۱ Well-Graded Fine Granular Sands

لایه‌های روسازی مورد استفاده قرار گیرند. دانه‌بندی‌های ماسه‌ای آسفالت سرد امولسیون مطابق جدول (۵-۱۸) می‌باشند.

جدول ۵-۱۸- دانه‌بندی ماسه‌ای مخلوط آسفالت سرد امولسیونی

درصد عبوری از الک			اندازه الک
ماسه لای دار	دانه‌بندی پیوسته	دانه‌بندی یکنواخت	
۳	۲	۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
۷۵-۱۰۰	۷۵-۱۰۰	۷۵-۱۰۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
-	۱۵-۳۰	-	۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)
۱۵-۶۵	-	-	۱۵۰ میکرومتر (شماره ۱۰۰)
۱۲-۲۰	۵-۱۲	۰-۱۲	۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)

۱۸-۶- انتخاب قیر

قیرهای مصرفی در آسفالت سرد با توجه به روش اختلاط مصالح سنگی و قیر (کارخانه‌ای یا مخلوط در محل)، نوع ماشین‌آلات موجود برای اختلاط و اجرای آسفالت سرد، شرایط آب و هوایی در مدت اجرای پروژه، نوع و دانه‌بندی مصالح سنگی و قابلیت دسترسی به مصالح، موقعیت پروژه، فواصل حمل و دسترسی به آب، شرایط زیست محیطی و توجه به آلودگی محیط زیست، امکان هدایت ترافیک از معابر انحرافی یا عبور ترافیک از کارگاه راهسازی، و نیز عمر طراحی و مدت زمان انبار کردن آسفالت قبل از مصرف (فوری، کوتاه‌مدت و یا میان‌مدت) تعیین می‌شوند. برای تولید آسفالت سرد فقط می‌توان از قیرهای امولسیون کندشکن^۲ و دیرشکن^۱ استفاده کرد. استفاده از قیرهای محلول کندگیر^۳ و دیرگیر^۴ تنها با نظر مهندس مشاور طرح مجاز است. مشخصات قیرهای مورد استفاده باید با مشخصات مندرج در فصل ۱۴ مطابقت داشته باشد. جدول (۶-۱۸) به عنوان راهنما برای انتخاب قیر به کار گرفته می‌شود.

^۱Poorly-Graded Fine granular Sands

^۲Silty Sands

^۳Medium-Setting

^۴Slow-Setting

^۵Medium-Curing

^۶Slow-Curing

جدول ۱۸-۶- قیرهای مناسب آسفالت سرد

قیرهای محلول							قیرهای امولسیون									نوع اجرا و کیفیت مصالح سنگی	
کندگیر (SC)			دیرگیر (MC)				کاتیونی				آنیونی						
۳۰۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۳۰۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۷۰	CSS-1h	CSS-1	CMS-2h	CMS-2	SS-1h	SS-1	HFMS-2s	HFMS-2h	MS-2h		HFMS-2 MS-2
																آسفالت سرد کارخانه‌ای	
																اساس و رویه روسازی	
									✓	✓				✓		✓	دانه‌بندی باز
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				دانه‌بندی پیوسته
			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓				مصالح ماسه‌ای
	✓			✓	✓		✓	✓				✓	✓				لکه‌گیری با مصرف فوری ^۱
	✓	✓		✓	✓												لکه‌گیری با مصرف غیر فوری ^۲
																آسفالت سرد مخلوط در محل	
																اساس و رویه روسازی	
✓	✓		✓	✓					✓	✓				✓		✓	دانه‌بندی باز
	✓	✓		✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				دانه‌بندی پیوسته
				✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓				مصالح ماسه‌ای
				✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				مصالح ماسه سیلتی
	✓			✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓				لکه‌گیری با مصرف فوری
																باز یافت سرد ^۳	

^۱ Patching, Immediate Use

^۲ Patching, Stockpile

^۳ Cold-Mix Recycling

							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	--

در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنما توجه به موارد ذیل ضروری است:

۱-۶-۱۸- خواص قیر باقیمانده

به طور کلی هرچه قیر باقیمانده (از قیر امولسیون یا قیر محلول) بتواند انسجام و پیوستگی بیشتری در مخلوط آسفالت سرد ایجاد کند، مطلوب است. اما نوع مصالح سنگی در دسترس و استحکام خاک بستر نیز در این خصوص تعیین کننده است. برای افزایش پیوستگی آسفالت سرد توصیه می‌شود از سفت‌ترین قیری که بتواند با توجه به شرایط تولید و اجرا کارپذیری لازم را ایجاد کند، استفاده شود. با توجه به موارد فوق، نوع ماشین‌آلات و روش اختلاط آسفالت سرد در انتخاب رده قیر مصرفی نقش مهمی دارد.

۲-۶-۱۸- بار ذره‌ای قیر امولسیون

افزایش پیوستگی آسفالت سرد امولسیونی به بار الکتریکی سطح ذرات قیر و مصالح سنگی بستگی دارد. اگر بارهای الکتریکی همنام باشند، احتمال ایجاد پیوستگی خوب کاهش می‌یابد و بالعکس اگر بارهای الکتریکی غیر همنام باشند، احتمال ایجاد پیوستگی خوب افزایش خواهد یافت. بنابراین بار الکتریکی غالب در سطح سنگدانه‌ها تا حدود زیادی برای انتخاب نوع قیر امولسیون آنیونی یا کاتیونی تعیین کننده است. سنگ‌های آهکی بار سطحی مثبت دارند و لذا با قیرهای امولسیون آنیونی و سنگهای سیلیسی بار سطحی منفی دارند و در نتیجه با قیرهای امولسیون کاتیونی سازگار هستند.

۳-۶-۱۸- مصالح سنگی آب‌دوست

برخی مصالح سنگی جاذبه بیشتری به آب نسبت به قیر دارند که به آن‌ها مصالح سنگی آب‌دوست^۱ گفته می‌شود. از آنجاکه مصالح سنگی آسفالت سرد به طور کامل خشک نمی‌شوند، بنابراین مصالح سنگی آب‌دوست قیر را دفع می‌کنند. بنابراین ایجاد پوشش قیری مناسب برای این مصالح با مشکل مواجه می‌شود. طولانی کردن زمان اختلاط به منظور ایجاد پوشش قیری در مصالح سنگی آب‌دوست کمکی به حل مشکل نمی‌کند و فقط باعث تبخیر آب یا حلال، سفت شدن آسفالت سرد و کاهش کارپذیری می‌شود. بهترین راه افزایش پوشش در مصالح سنگی آب‌دوست، تغییر بار یونی سطح سنگدانه‌ها یا قیر است. در صورت استفاده از قیرهای محلول یا قیرهای امولسیون آنیونی، با مصرف آهک هیدراته یا مواد ضدعریان‌شدگی می‌توان کیفیت پوشش قیری را بهبود داد. در برخی مصالح با تغییر امولسیون به کاتیونی می‌توان پوشش قیری را افزایش داد. همچنین در برخی دیگر از مصالح، با تغییر امولسیون به آنیونی می‌توان پوشش قیری را افزایش داد. در هر حال باید آزمایش‌های مورد نیاز برای انتخاب نوع قیر امولسیون و مقدار آن با هماهنگی مهندس مشاور انجام شود.

^۱ Hydrophilic Aggregates

۴-۶-۱۸- کندروانی قیر

قیر مصرفی در آسفالت سرد باید در حین اجرا کارپذیری و روانی کافی داشته باشد، لذا کندروانی قیر در دمای محیط اهمیت زیادی دارد. کندروانی قیر در دمای محیط باید چنان باشد که بتوان آسفالت یکنواخت با پوشش قیری کامل برای سنگدانه‌ها تولید کرد. به عنوان مثال برای تولید آسفالت سرد کارخانه‌ای، از قیر با کندروانی بیشتر (قیر غلیظ‌تر با کارپذیری کمتر) و برای آسفالت سرد تولید شده در محل از قیر با کندروانی کمتر (قیر رقیق‌تر با کارپذیری بیشتر) استفاده می‌شود.

دانه‌بندی مصالح سنگی عامل مهمی در انتخاب اندازه کندروانی قیر مصرفی است. به طور کلی، برای دانه‌بندی باز در مقایسه با دانه‌بندی پیوسته از قیر با کندروانی بیشتر استفاده می‌شود. هنگامی که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ مخلوط زیاد باشد، عمل اختلاط به سختی انجام می‌گیرد. در این حالت قیر با کندروانی متوسط و یا کم مناسب‌تر خواهد بود. بالعکس در شرایطی که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ کم باشد، عمل اختلاط آسان‌تر انجام می‌گیرد و لذا قیر با کندروانی بیشتر مناسب‌تر خواهد بود. بعلاوه کاربرد قیر با کندروانی بیشتر، احتمال ریزش قیر^۱ از سنگدانه‌های با دانه‌بندی باز را کاهش می‌دهد.

۵-۶-۱۸- گیرش قیر

بر حسب نوع قیر انتخابی، عواملی در میزان کارایی و سرعت گیرش قیر^۲ حین اجرای کار مؤثر است. این عوامل برای قیرهای محلول و قیرهای امولسیون به شرح زیر می‌باشد:

۱-۵-۶-۱۸- گیرش قیر امولسیون

گیرش قیر امولسیون و ایجاد پیوستگی و مقاومت در آسفالت سرد امولسیونی به تبخیر آب امولسیون بستگی دارد. در شرایط آب و هوایی مناسب، نرخ تبخیر آب نسبتاً سریع است، ولی رطوبت زیاد و دمای پایین هوا و نیز بارندگی بلافاصله پس از اجرا، تبخیر آب را به تأخیر خواهد انداخت. تأثیر شرایط آب و هوایی بر گیرش قیر امولسیون، برای قیرهای آنیونی در مقایسه با قیرهای کاتیونی بیشتر است، ولی قیرهای کاتیونی نیز برای رسیدن به نتایج مطلوب به شرایط آب و هوایی وابسته هستند.

با توجه به تأثیر زیاد وضعیت هوا در قیرهای امولسیون، قانون کلی اینست که تا حد امکان از ماشین‌آلات با سرعت اجرایی بیشتر استفاده شود، لذا کارخانه آسفالت ثابت و سپس با اختلاف کم، کارخانه اختلاط سیار در محل ترجیح دارند. اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل با استفاده از ماشین‌آلاتی نظیر گریدر کمترین مطلوبیت را دارد. نرخ تولید بالا در شرایط آب و هوایی مناسب به دست می‌آید. همچنین پروژه در شرایط آب و هوایی بد می‌تواند به راحتی متوقف

^۱ Asphalt Drain off

^۲ Curing

شود. بارندگی می‌تواند رطوبت مصالح سنگی را به بالاتر از رطوبت بهینه افزایش دهد و لذا هوادهی^۱ مخلوط ضروری است.

قیرهای امولسیون‌کنندشکن معمولاً برای اختلاط با مصالح سنگی درشت دانه با مقدار کم ریزدانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجاکه شکست^۲ این نوع امولسیون در تماس با سنگدانه‌ها بلافاصله اتفاق نمی‌افتد، آسفالت سرد تا زمان کوتاهی کارپذیری خواهد داشت. در شرایط آب و هوایی بسیار گرم، استفاده از قیر امولسیون‌کنندشکن HFMS می‌تواند پوشش قیری بهتر و بادوامی را فراهم کند. این نوع قیر امولسیون برای استفاده با مصالح دارای دانه‌بندی پیوسته یا مصالح درشت‌دانه مناسب است. قیرهای امولسیون‌دیرشکن معمولاً برای اختلاط با مصالح سنگی دارای دانه‌بندی پیوسته با مقدار زیاد مصالح عبوری از الک شماره ۲۰۰ استفاده می‌شوند. تمامی رده‌های قیرهای امولسیون‌دیرشکن‌کنندروانی کمتری نسبت به سایر امولسیون‌ها دارند که اختلاط با مصالح ریزدانه را تسهیل می‌کند.

در صورت استفاده از قیرهای آنیونی در آسفالت سرد (MS و SS)، استفاده از مصالح با اندکی رطوبت سبب اختلاط سریع و پوشش بهتر سنگدانه‌ها می‌شود. در صورت استفاده از قیرهای کاتیونی (CMS و CSS) بدون حلال در آسفالت سرد، رطوبت مصالح سنگی باید بهینه و یا نزدیک به بهینه باشد تا اختلاط و پوشش مطلوب حاصل گردد. امولسیون‌های HFMS (به طور خاص HFMS-2s) و امولسیون‌های کاتیونی CMS-2 و CMS-2h به دلیل وجود مقداری حلال نفتی در ترکیب آن‌ها با مصالح خشک بهتر مخلوط می‌شوند.

در صورت استفاده از حلال نفتی در قیر امولسیون به منظور اختلاط و پوشش بهتر سنگدانه‌ها، از آنجاکه حلال به طور مستقیم در شکست قیر امولسیون وارد نمی‌شود، بنابراین باید اجازه داد تا حلال موجود در آسفالت سرد تبخیر و عمل آمدن آن کامل شود.

۱۸-۶-۵-۲- گیرش قیر محلول

سرعت گیرش و سخت شدن^۳ (پس از تبخیر حلال) قیر محلول تابع درصد قیر محلول در آسفالت سرد، نوع و رده قیر محلول، رطوبت و سرعت باد، مقدار بارندگی‌ها، محدوده دمای محیط در زمان اجرای آسفالت سرد و دمای اختلاط قیر با سنگدانه‌ها می‌باشد. هر چه حلال قیر محلول سبک‌تر باشد، زودتر تبخیر می‌شود و در نتیجه گیرش آسفالت سرد سریع‌تر صورت می‌گیرد. هر چه دمای محیط سردتر و رطوبت هوا بیشتر باشد، سرعت گیرش کندتر است.

۱۸-۶-۶- درجه حرارت قیر

محدوده‌های بالا و پائین درجه حرارت قیرهای امولسیون و قیرهای محلول مصرفی برای تهیه آسفالت سرد در جدول (۱۸-۷) ارائه شده است.

^۱ Aeration

^۲ Breaking

^۳ Hardening

جدول ۷-۱۸- درجه حرارت قیرهای مصرفی برای تهیه آسفالت سرد

نوع و رده قیر	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد کارخانه‌ای یا آسفالت سرد ساخته شده در کارخانه آسفالت سیار	درجه حرارت قیر برای پخش بر روی مصالح سنگی ریسه شده در راه
قیرهای امولسیون		
انواع قیرهای کندشکن و دیرشکن آنیونی و کاتیونی مورد استفاده	۷۰-۱۰ درجه سانتیگراد	۷۰-۲۰ درجه سانتیگراد
قیرهای محلول ^۱		
MC-70	-	حداقل ۲۰ درجه سانتیگراد ^۲
MC-250 و SC-250	۵۵-۸۰ درجه سانتیگراد ^۲	حداقل ۴۰ درجه سانتیگراد ^۳
MC-800 و SC-800	۷۵-۱۰۰ درجه سانتیگراد ^۲	حداقل ۵۵ درجه سانتیگراد ^۳
MC-3000 و SC-3000	۸۰-۱۱۵ درجه سانتیگراد ^۲	-

توضیحات:

^۱ چون نقطه اشتعال قیرهای محلول از ۲۷ تا حداکثر ۱۰۷ درجه سانتیگراد تغییر می‌کند، لذا باید هنگام اختلاط قیرهای محلول کلیه نکات ایمنی و احتیاط‌های لازم جهت جلوگیری از انفجار و آتش‌سوزی به عمل آید.

^۲ درجه حرارت مخلوط آسفالت سرد بلافاصله پس از اختلاط به جای درجه حرارت قیر محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

^۳ حداکثر درجه حرارت قیر باید به اندازه‌ای باشد که دود تیره رنگ از آن متصاعد نشود.

۷-۱۸- انتخاب فرمول کارگاهی طرح اختلاط

فرمول کارگاهی طرح اختلاط^۱ ضمن آنکه با اعمال رواداری مجاز می‌بایست در داخل محدوده مشخصات قرار گیرد، باتوجه به میزان ترافیک، شرایط جوی و وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی انتخاب می‌شود. انتخاب دانه‌بندی فرمول کارگاهی، اعم از اینکه آسفالت سرد از نوع کارخانه‌ای یا مخلوط در محل باشد، باید با توجه به دانه‌بندی‌های مورد اشاره در بند ۱۸-۵-۲ انجام گیرد. منحنی دانه‌بندی بعد از الک شماره ۸ می‌بایست به موازات دو محدوده بالا و پائین دانه‌بندی اصلی قرار گیرد. رواداری‌های قابل اعمال در فرمول کارگاهی آسفالت سرد برای دانه‌بندی و درصد قیر در جدول (۸-۱۸) نشان داده شده‌اند.

^۱ Job Mix Formula

جدول ۱۸-۸- رواداری‌های فرمول کارگاهی آسفالت سرد برای دانه‌بندی و درصد قیر

اندازه الک و درصد قیر	درصد رواداری
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{4}$ اینچ) و بزرگتر	± 8
۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	± 7
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	± 6
۶۰۰ میکرومتر (شماره ۳۰) و ۳۰۰ میکرومتر (شماره ۵۰)	± 5
۷۵ میکرومتر (شماره ۲۰۰)	± 3
درصد قیر بر حسب وزن مخلوط آسفالتی	± 0.5

۱۸-۸- طرح اختلاط آسفالت سرد

جزئیات طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد در آخرین ویرایش نشریه‌های MS14 و MS19 انستیتو آسفالت موجود است.

۱۸-۹- مشخصات فنی آسفالت سرد

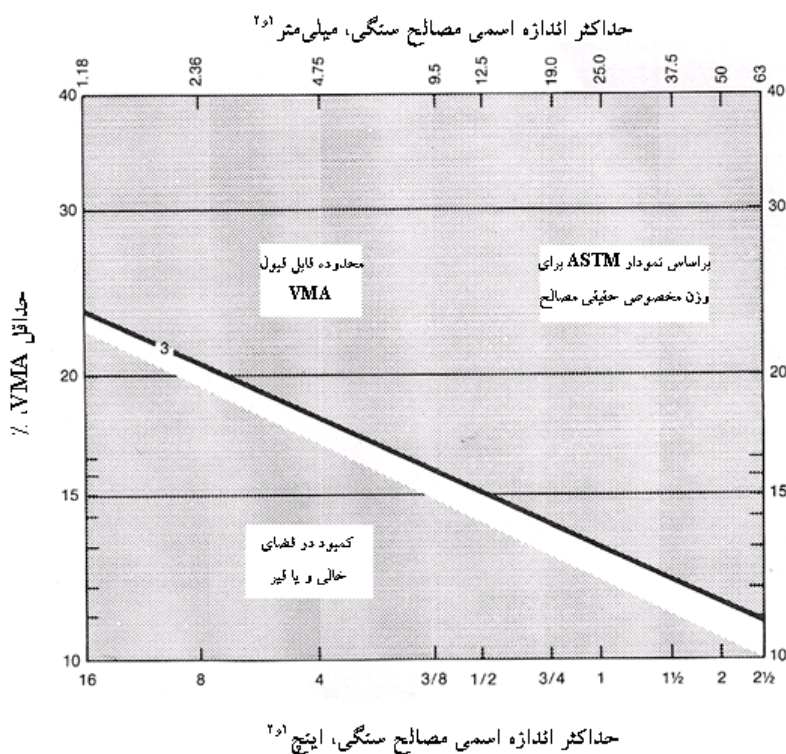
مشخصات فنی آسفالت سرد دارای دانه‌بندی پیوسته با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر یا کمتر حاوی قیر امولسیون یا قیر محلول مطابق جداول (۹-۱۸) و (۱۰-۱۸) و نیز شکل (۱-۱۸) می‌باشد. آزمایش‌های موضوع جداول فوق مطابق آخرین ویرایش نشریه MS14 انستیتو آسفالت انجام می‌گیرد.

جدول ۱۸-۹- مشخصات فنی آسفالت سرد دارای دانه‌بندی پیوسته حاوی قیر امولسیون

مشخصات فنی	حداقل	حداکثر
استحکام مارشال خشک در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد (N)	۲۲۲۴	-
درصد فضای خالی کل نمونه متراکم	۲	۸
درصد افت استحکام مارشال	-	۵۰
درصد پوشش قیری مصالح سنگی	۵۰	-

جدول ۱۸-۱۰- مشخصات فنی آسفالت سرد دارای دانه‌بندی پیوسته حاوی قیر محلول

خصوصیات آزمایش	حداقل	حداکثر
درجه عمل آوری (درصد حلال تبخیر شده) - مخلوط‌های آسفالت سرد جهت لکه‌گیری - مخلوط‌های آسفالت سرد جهت روکش	۲۵ ۵۰	
درصد فضای خالی در مخلوط متراکم آسفالت سرد	۳	۵
درصد فضای خالی مصالح سنگی در مخلوط آسفالت سرد	به شکل (۱۸-۱) مراجعه شود.	
استحکام مارشال (lb) N - مخلوط‌های آسفالت سرد جهت لکه‌گیری - مخلوط‌های آسفالت سرد جهت روکش	۲۲۲۴ (۵۰۰) ۳۳۷۶ (۷۵۰)	---
روانی مارشال بر حسب ۰/۲۵ mm (۰/۰۱ in)	۸	۱۶
نسبت استحکام مارشال اشباع به خشک در دمای ۲۵ °C	۷۵	---



- ۱- براساس استاندارد ASTM E11 (AASHTO M 92)
- ۲- حداکثر اندازه اسمی برای مصالح سنگی دانه‌بندی شده، عبارت است از قطر بزرگترین الک استاندارد که مقداری از مصالح سنگی روی آن باقی مانده است.
- ۳- مخلوط‌های آسفالتی که در محدوده ۱٪ رواداری نسبت به منحنی قرار می‌گیرند، در صورت وجود تجارب قبلی مبنی بر عملکرد مناسب آن‌ها و همچنین رعایت شدن سایر محدودیت‌ها، می‌توانند مورد قبول واقع شوند.

شکل ۱۸-۱- حداقل درصد فضای خالی مصالح سنگی در مخلوط آسفالت سرد دارای دانه‌بندی پیوسته حاوی قیر محلول

مشخصات فنی آسفالت سرد دارای دانه‌بندی باز حاوی قیر امولسیون مطابق جدول (۱۸-۱۱) می‌باشد. آزمایش‌های موضوع جداول فوق مطابق آخرین ویرایش نشریه MS19 انستیتو آسفالت انجام می‌گیرد.

جدول ۱۸-۱۱- مشخصات فنی آسفالت سرد دارای دانه‌بندی باز حاوی قیر امولسیون

مشخصات فنی	حداقل	حداکثر
ریزش قیر امولسیون باقیمانده ^۱ (gr)	۱۰	
درصد پوشش قیری مصالح سنگی	۸۵	۱۰۰
- لایه رویه		
- لایه‌های آستر و اساس	۶۰	۱۰۰
کارپذیری مخلوط ^۲	مطلوب (سفت یا شل نباشد)	

۱۸-۱۰- ماشین‌آلات آسفالت سرد

این وسایل بر حسب اینکه آسفالت سرد در کارخانه آسفالت یا با روش‌های مخلوط در محل تهیه شود به شرح زیر است:

۱۸-۱۰-۱- ماشین‌آلات آسفالت سرد کارخانه‌ای

۱۸-۱۰-۱-۱- ماشین‌آلات تهیه آسفالت سرد کارخانه‌ای

الف- کارخانه ثابت تولید آسفالت^۳

به طور کلی کارخانه ثابت تولید آسفالت در محلی مشخص که با محل پروژه فاصله دارد (به طور معمول در نزدیک منبع قرضه) مستقر می‌شود. کارخانه ثابت تولید آسفالت سرد شامل مخلوط‌کن^۴، تجهیزات گرم کردن قیر (در صورت نیاز) و تجهیزات تغذیه^۵ قیر، مصالح سنگی و افزودنی (در صورت نیاز) به مخلوط‌کن می‌باشد. کارخانه ثابت تولید آسفالت سرد از بسیاری جهات شبیه کارخانه ثابت تولید آسفالت داغ می‌باشد، با این تفاوت که فاقد خشک‌کن^۶ یا واحد سرند^۷ به جز سرند اول (سرند سطحی^۸ که سنگدانه‌های بزرگ را جدا کرده و از مجموعه کنار می‌گذارد)، می‌باشد. مشابه کارخانه

^۱ Asphalt Residue Runoff

^۲ Mix Workability

^۳ Stationary Plant

^۴ Mixer

^۵ Feeder

^۶ Dryer

^۷ Screen

^۸ Scalping Screen

ثابت تولید آسفالت داغ، کارخانه ثابت تولید آسفالت سرد از نظر روش تولید به دو دسته مرحله‌ای (منقطع) و مداوم (پیوسته)^۲ تقسیم می‌شوند. جزئیات بیشتر در مورد کارخانه آسفالت در بند ۲۰-۳-۴-۱- ارائه شده است.

هر نوع کارخانه آسفالت که توانایی تولید مخلوط آسفالت سرد منطبق با مشخصات را داشته باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه کارخانه‌های آسفالت می‌بایست حداقل مجهز به ابزارهای کنترل دمایی به منظور کنترل دمای قیر و مخلوط آسفالت سرد، ابزارهای اندازه‌گیری به منظور کنترل مقدار قیر اضافه شده به مصالح و نیز سامانه کنترل شده تغذیه مصالح سنگی^۳ به منظور نسبت‌دهی و ترکیب دقیق و یکنواخت مصالح سنگی و افزودنی‌ها باشند. همچنین در صورت مجهز بودن کارخانه آسفالت سرد به سیلوی ذخیره^۴ عملیات اختلاط پیوسته‌تر و در نتیجه یکنواختی بهتر مخلوط حاصل می‌شود.

۱۸-۱۰-۱-۲- ماشین‌آلات حمل آسفالت سرد کارخانه‌ای

الف- کامیون‌های حمل^۵

بسته به نوع ماشین پخش مخلوط آسفالت سرد، انواع مختلفی از کامیون‌های حمل نظیر کامیون‌های باز شو عقب^۶، باز شو پایین^۷ و تخلیه افقی^۸ می‌توانند به منظور انتقال مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای به محل عملیات ساخت روسازی مورد استفاده قرار گیرند.

کامیون کمپرسی باز شو عقب آسفالت را مستقیماً به داخل قیف^۹ ماشین پخش تخلیه می‌کند و می‌تواند ۳ تا ۶ محور و ۱۲۰ تا ۲۰ تن ظرفیت داشته باشد. هرچه تعداد محور بیشتر باشد، ظرفیت کامیون بیشتر است. کامیون‌های باز شو پایین هنگامی استفاده می‌شوند که اجرای روسازی با ریسه کردن آسفالت انجام شود. اجرای روسازی به روش ریسه کردن روندی است که در آن آسفالت سرد به طور مستقیم روی سطح جاده و در جلوی ماشین پخش ریخته می‌شود. یک ماشین برداشت که در جلوی ماشین پخش کار می‌کند، آسفالت را برداشته و درون قیف می‌ریزد. کامیون‌های تخلیه افقی یک نوار نقاله دارد که بدون نیاز به بالا بردن اتاق کامیون، مصالح را از ماشین حمل به قیف ماشین پخش منتقل می‌کند. به منظور کنترل حمل می‌بایست چک لیست شماره ۲ فصل آسفالت داغ به صورت روزانه و برای همه کامیون‌ها تکمیل گردد.

^۱ Batch Plant

^۲ Drum Mix Plant

^۳ Controlled Feeders

^۴ Storage Silo

^۵ Hual Trucks

^۶ Bottom Dump Trucks

^۷ End Dump Trucks

^۸ Horizontal Discharge Trucks

^۹ Hopper

۱۸-۱۰-۱-۳- ماشین آلات پخش آسفالت سرد کارخانه‌ای

الف- گریدر^۱

برای پخش مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای که در طول راه ریشه شده باشد، می‌توان از گریدر استفاده می‌شود. قبل از استفاده از گریدر به منظور پخش مخلوط آسفالت سرد باید آن را به طور کامل و با دقت کنترل کرد.

به منظور ایجاد مقطع عرضی مورد نیاز، لبه تیغه^۲ گریدر باید از ابتدا تا انتها مستقیم و تیز باشد. همچنین به منظور اجرای مقطع عرضی راه به صورت یکپارچه و در محدوده رواداری‌های مجاز می‌بایست تیغه به اندازه کافی طویل باشد. به طور معمول از یک تیغه به طول ۳/۷ یا ۴ متر استفاده می‌شود. وزن گریدر باید به میزان کافی باشد تا هنگام پخش مخلوط آسفالت سرد تیغه را محکم و به طور یکنواخت بر روی سطح نگه دارد. محورهای گریدر^۳ باید به اندازه کافی طویل باشد تا اجازه هر گونه مانور را به راننده بدهد. هنگام پخش لایه رویه باید از گریدر با چرخ‌های بدون آج استفاده شود تا رد چرخ بر روی روسازی باقی نماند. موتور دستگاه باید قدرتمند باشد تا هنگام پخش مخلوط، ماشین را بدون فشار اضافی به حرکت در آورد. جزئیات پخش آسفالت با گریدر در بند ۲۰-۳-۶-۴ ارائه شده است.

ب- فینیشر^۴

اگر شرایط آب و هوایی و دانه‌بندی مصالح امکان تبخیر رطوبت یا تصعید حلال موجود در آسفالت سرد را بدون هوادهی فراهم سازد، می‌توان آسفالت سرد کارخانه‌ای را مشابه مخلوط‌های آسفالت داغ با فینیشرهای معمولی خودمحرکه^۵ پخش کرد. در صورتی که کارخانه تولید آسفالت بتواند مخلوط کافی را به منظور حفظ حرکت فینیشر بدون توقف تامین کند، می‌توان از فینیشر تمام عرض استفاده نمود. جزئیات پخش آسفالت با فینیشر در بند ۲۰-۳-۶-۳ ارائه شده است.

ت- پخش‌کننده^۶

برای پخش مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای که عموماً توسط کامیون‌های بازشو عقب به محل مصرف حمل می‌شوند، می‌توان از پخش‌کننده استفاده کرد. پخش‌کننده‌ها به عقب کامیون حمل متصل می‌شود. مخلوط آسفالت سرد داخل قیف پخش‌کننده تخلیه شده و به طور مستقیم بر روی سطح راه سقوط می‌کند. با حرکت کامیون به سمت جلو، مخلوط پخش شده به وسیله میله جمع‌کننده^۷ یا اتو^۸ مسطح شده و یک رویه هموار به وجود می‌آید.

اجرای روسازی آسفالت سرد بدون توقف و با سرعت یکنواخت پخش‌کننده به منظور یکنواختی ضخامت پخش، لازم است. تغییر سرعت پخش‌کننده باعث بر هم خوردن تعادل نیروهای وارده به اتو یا ابزار تنظیم ضخامت شده و در نتیجه

^۱ Motor Grader

^۲ Cutting Edge

^۳ Wheelbase

^۴ Paver

^۵ Conventional Self-Propelled Asphalt Paver

^۶ Spreader

^۷ Cutter Bar

^۸ Screed

موجب تغییر ضخامت پخش می‌شود. شروع و توقف مکرر عملیات پخش موجب نشست اتو یا ابزار تنظیم ضخامت شده و منجر به ایجاد برآمدگی در روسازی می‌شود. اگر عملیات پخش نیاز به توقف پخش‌کننده داشته باشد، باید از روش‌های سریع برای توقف و شروع مجدد استفاده شود تا بلند شدن و پایین آمدن اتو به دلیل تغییرات سرعت پخش‌کننده محدود شود.

۱۸-۱۰-۱-۴- ماشین‌آلات تراکم آسفالت سرد کارخانه‌ای

تراکم لایه آسفالت سرد با غلتک خودرو انجام می‌شود، به استثنای نقاط غیر قابل دسترس که با غلتک دستی^۱، متراکم‌کننده صفحه‌ای^۲ و متراکم‌کننده ضربه‌ای دستی^۳ متراکم می‌شوند. انواعی از غلتک‌ها با پیکربندی‌های مختلف وجود دارد که بسته به شرایط خاص کارایی خاص خود را دارند. به طور معمول غلتک‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

➤ غلتک چرخ فولادی^۴

➤ غلتک چرخ لاستیکی^۵

➤ غلتک ارتعاشی^۶

الف- غلتک چرخ فولادی

این غلتک‌ها دارای استوانه‌های فولادی با دو پیکربندی مختلف هستند: غلتک چرخ فولادی جفت^۷ و غلتک چرخ فولادی سه‌چرخ^۸.

وزن غلتک‌های چرخ فولادی جفت (دواستوانه‌ای) از ۳ تا ۱۵ تن یا بیشتر متغیر است. در بیشتر مواقع به منظور افزایش وزن، مخازن ماسه مرطوب به عنوان سربار به چرخ اضافه می‌شود. اگرچه غلتک فلزی دو چرخ قابل حمل با وزن ۳ تا ۶ تن نیز موجود است، در بیشتر پروژه‌ها نیاز به غلتک‌های با وزن حداقل ۸ تن می‌باشد. به طور کلی بهتر است که بار خطی اعمال شده چرخ عقب این غلتک‌ها در مراحل غلتک‌زنی از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر کمتر نشود.

غلتک‌های استاتیکی سه‌چرخ دارای دو چرخ با قطر بزرگ در عقب و یک چرخ پهن در جلو هستند. دو چرخ محرکه عقب معمولاً ۱۸۰ سانتیمتر قطر و ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر عرض دارد. وزن غلتک‌های فلزی سه‌چرخ از ۸ تا ۱۶ تن متغیر است.

¹ Walk Behind Roller

² Vibrating Plate Compactor

³ Hand Tamper

⁴ Steel-Wheeled Roller

⁵ Pneumatic-Tired Roller

⁶ Vibratory Roller

⁷ Tandem Roller

⁸ Three-Wheel Roller

ب- غلتک چرخ لاستیکی

غلتک‌های چرخ لاستیکی دارای ۲ تا ۷ چرخ صاف در جلو و ۴ تا ۸ چرخ در عقب می‌باشند. وزن غلتک‌های چرخ لاستیکی در حالت خالی ۳ تن و با اضافه نمودن مخازن ماسه مرطوب به عنوان سربار تا ۳۵ تن متغیر است. علاوه بر وزن غلتک چرخ لاستیکی عوامل دیگری نظیر سرعت غلتک و فشار تماسی^۱ در تنظیم نیروی تراکم مؤثر است. سرعت غلتک بر زمان اعمال فشار به آسفالت تاثیر می‌گذارد.

غلتک‌های چرخ لاستیکی برای غلتک‌زنی اولیه^۲ مخلوط آسفالت سرد، علی‌الخصوص برای مخلوط‌های پخش شده در ضخامت کم، بسیار تاثیرگذار است. غلتک‌زنی نهایی^۳ نیز با غلتک‌های فولادی بهتر انجام می‌شود، زیرا رد چرخ به وجود آمده از مراحل قبلی غلتک‌زنی توسط سطح صاف استوانه فولادی از بین رفته و سطح روسازی صاف می‌شود.

ت- غلتک ارتعاشی

غلتک‌های ارتعاشی عمل تراکم را با ترکیب اثر وزن و ارتعاش استوانه فولادی خود انجام می‌دهند. دو مدل غلتک ارتعاشی وجود دارد: غلتک‌های ارتعاشی یک استوانه‌ای^۴ (تک) و دو استوانه‌ای^۵ (جفت). معمولاً هر دو استوانه فولادی غلتک نیروی پیشران ایجاد می‌کنند. قطر استوانه‌ها از ۰/۹ تا ۱/۵ متر و عرض آن‌ها ۱/۲ تا ۲/۴ متر متغیر است. غلتک‌های ارتعاشی تک برای تراکم خاک بستر یا اساس دانه‌ای و غلتک‌های ارتعاشی جفت برای تراکم آسفالت مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر وزن ثابت غلتک ارتعاشی عوامل دیگری نظیر نیروی دینامیکی، دامنه و فرکانس ارتعاش در تنظیم نیروی تراکم مؤثر است:

وزن ثابت غلتک‌های ارتعاشی از ۲/۳ تا ۱۶/۴ تن و عرض آن‌ها از ۱۰۲ تا ۲۱۴ سانتی‌متر متغیر است. بار خطی ثابت بدون ارتعاش این غلتک‌ها معمولاً در محدوده ۲۹-۳۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر است. فرکانس و دامنه ارتعاش غلتک ارتعاشی به سرعت حرکت غلتک بستگی دارند. عواملی که باید هنگام انتخاب فرکانس و دامنه ارتعاش مناسب مورد توجه قرار گیرد عبارتند از ضخامت لایه، ویژگی‌های مصالح سنگی و تراکم‌پذیری آسفالت. معمولاً فرکانس و دامنه ارتعاش غلتک در کاتالوگ آن مشخص شده است، در غیر این صورت، فرکانس ۲۵۰۰-۴۰۰۰ ارتعاش در دقیقه و دامنه ارتعاش ۴/۸-۰/۱۰ میلی‌متر مناسب است. در بسیاری از مواقع، بهترین ترکیب پارامترهای فوق قبل از اجرای مخلوط آسفالت سرد بر روی مقطع آزمایشی تعیین می‌شود.

¹ Contact Pressure

² Initial Rolling

³ Final Rolling

⁴ Single Drum Vibratory Roller

⁵ Double Drum Vibratory Roller

۱۸-۱۰-۲- ماشین آلات آسفالت سرد مخلوط در محل

۱۸-۱۰-۲-۱- ماشین آلات اختلاط آسفالت سرد مخلوط در محل

الف- مخلوط‌کننده چرخشی^۱

این دستگاه شامل یک محفظه اختلاط سیار است که به یک ماشین خودمحرکه متصل می‌شود. در داخل محفظه اختلاط که عرض آن ۲ متر است و از پایین باز است، یک یا چند محور عمود بر محور راه وجود دارد که با سرعت بالا می‌چرخد و بر روی آن دندانه‌ها یا تیغه‌های برنده نصب شده است. مصالح سطح راه توسط تیغه‌های دستگاه از پایین به داخل مخلوط‌کن کشیده شده و با قیر مخلوط می‌شود. در حالی که دستگاه به سمت جلو حرکت می‌کند، یک لایه مخلوط آسفالت سرد با ضخامت یکنواخت و به صورت مسطح پخش می‌شود. برخی مخلوط‌کننده‌های چرخشی دارای سیستمی هستند که با حرکت ماشین به سمت جلو، پاشش قیر به داخل محفظه اختلاط را انجام می‌دهد. مقدار پاشش قیر با سرعت حرکت دستگاه هماهنگ می‌شود. نوع دیگر مخلوط‌کننده‌های چرخشی همراه با ماشین قیرپاش مورد استفاده قرار می‌گیرد و پاشش قیر بر روی مصالح سنگی را بلافاصله قبل از آنکه مصالح سنگی وارد محفظه اختلاط گردد انجام می‌دهد.

هر دو نوع از مخلوط‌کننده‌های چرخشی به طور معمول قابلیت تراش سطح راه به طور یکنواخت و سپس اختلاط مصالح برداشت شده و قیر برای تولید مخلوط آسفالت سرد در محدوده مشخصات را دارد. اما هر یک از آن‌ها با اجزا و ویژگی‌های مشخص شناخته می‌شوند که بر اساس آن عمل می‌کنند. دستگاه‌های دارای سیستم تغذیه قیر تعبیه شده در داخل محفظه اختلاط می‌بایست قابلیت پاشش مقدار دقیق قیر بر روی مصالح سنگی و اختلاط قیر و مصالح سنگی را همزمان با حرکت دستگاه به سمت جلو داشته باشد. بنابراین دستگاه‌های فوق می‌بایست مجهز به لوله پاشش قیر باشند که بتوانند قیر سیال را به طور یکنواخت در تمامی عرض محفظه اختلاط پخش کنند. همچنین می‌بایست مجهز به ابزار کنترل عمق برداشت و اختلاط و نیز مجهز به ابزار کنترل برای پخش مخلوط آسفالت سرد با ضخامت یکنواخت در پشت محفظه اختلاط باشد.

مخلوط‌کننده‌های چرخشی فاقد تجهیزات پاشش قیر به طور معمول مجهز به ابزار کنترلی هستند که امکان تنظیم عمق برداشت تا حداقل ۲۵۰ میلیمتر، امکان تنظیم تخته عقب محفظه پخش و امکان تنظیم روکش یا چادر مخصوص جریان ورود هوا به محفظه اختلاط به منظور هوادهی را فراهم می‌کند.

برخی از ماشین‌های تراش آسفالت^۲ می‌توانند به سیستم پاشش قیر مجهز شده و به عنوان مخلوط‌کننده‌های چرخشی مورد استفاده قرار گیرند. سیستم فوق به منظور پخش دقیق قیر می‌بایست کالیبره شود. این ماشین‌ها می‌توانند قیر را با مصالح موجود در سطح راه یا مصالح سنگی قرصه که بر روی سطح راه پخش شده‌اند، مخلوط کنند. مخلوط

^۱ Rotary Mixer

^۲ Milling/Planing Machine

نهایی آسفالت سرد تشکیل شده را می‌توان به شکل ریشه در مسیر تخلیه کرد و یا اینکه مستقیماً به یک ماشین پخش یا فینیشر خودمحرکه منتقل کرد تا عملیات پخش انجام گیرد. کاربرد دیگر ماشین‌های تراش آسفالت، تراشیدن و خرد کردن رویه آسفالتی موجود به منظور استفاده در بازیافت سرد است. تراشه‌رو سازی توسط یک مخلوط‌کننده چرخشی برداشت شده و با قیر مخلوط می‌شود. سپس مخلوط آسفالت سرد حاصل در سطح راه پخش می‌شود.

ب- مخلوط‌کن تیغه‌ای^۱

در مخلوط‌کن تیغه‌ای (اختلاط با گریدر)، قیر توسط یک قیرپاش که جلوتر از گریدر حرکت کرده به طور مستقیم بر روی مصالح ریشه شده پخش می‌شود و گریدر بلافاصله عملیات اختلاط را شروع می‌کند. به منظور دستیابی به حداکثر بازدهی در عملیات اختلاط، گریدر می‌بایست دارای تیغه‌ای به طول حداقل ۳ متر بوده و فاصله محورهای آن حداقل ۴/۵ متر باشد. گریدرهای مورد استفاده برای پخش نهایی و تسطیح لایه می‌بایست مجهز به چرخ‌های لاستیکی بدون آج باشد. در این حالت می‌توان از یک برف‌روب^۲ یا شیارزن^۳ در قبل یا پشت تیغه اصلی گریدر استفاده کرد.

ت- ماشین اختلاط سیار^۴

ماشین‌های اختلاط سیار از نوع دستگاه‌های خودمحرکه هستند که ضمن حرکت در مسیر راه، مصالح سنگی را با نسبت‌های مشخص و با درصد معینی از قیر مخلوط می‌کنند. در یکی از انواع این ماشین‌ها، مصالح سنگی توسط کامیون حمل به درون قیف تخلیه می‌شود. سپس قیر به مصالح سنگی اضافه و در داخل مخلوط‌کن^۵ با آن مخلوط می‌شود. در نهایت با حرکت ماشین در مسیر راه مخلوط آسفالت تولید شده، در پشت ماشین پخش می‌شود. در نوع دیگر، ماشین اختلاط سیار مصالح ریشه شده را برداشت کرده و در حالیکه قیر به آن می‌افزاید، مصالح سنگی و قیر را در داخل مخلوط‌کن با یکدیگر مخلوط کرده و مخلوط آسفالت سرد آماده شده را پشت ماشین به شکل ریشه برای پخش باقی می‌گذارد. ماشین‌های اختلاط سیار دارای قیف و در برخی موارد ماشین‌هایی که مصالح ریشه شده را برداشت می‌نمایند به ابزاری برای کنترل دقیق جریان مصالح سنگی از داخل قیف به مخلوط‌کن نیاز دارند تا نسبت‌های اختلاط صحیح اعمال شود. ماشین‌های اختلاط می‌تواند مخزن ذخیره قیر داشته باشد و یا از یک تانکر قیر مجزا تغذیه شود. تغذیه قیر به مخلوط‌کن نیز به واسنجی دقیق نیاز دارد. عموماً یک پمپ از نوع جابجایی مثبت^۶ برای تخلیه قیر به محفظه اختلاط از مسیر لوله پاشش قیر باشد.

برخی ویژگی‌ها و قابلیت‌های عملیاتی در همه ماشین‌های اختلاط سیار متعارف هستند که موجب عملکرد موثر دستگاه شده و امکان تولید مخلوط آسفالت سرد مطابق با طرح اختلاط و الزامات استاندارد را فراهم می‌نماید. چرخ‌ها یا

^۱ Blade Mixer

^۲ Plow Attachment

^۳ Scarifier

^۴ Travel Plant

^۵ Pugmill

^۶ Positive Displacement Pump

سیستم محرکه زنجیری باید به نحوی طراحی و نصب شوند تا در هنگامی که ماشین اختلاط سیار در حالت کاملاً پر عمل می‌کند، موجب خرابی یا شیارافتادگی سطح مسیر راه نشود.

هدف اصلی ماشین‌های اختلاط سیار، اختلاط قیر و مصالح سنگی است. برخی از این ماشین‌ها مجهز به ابزاری هستند که نسبت‌های مناسب اختلاط را به طور خودکار اعمال می‌نمایند. اما برخی دیگر نیازمند حفظ سرعت یکنواخت ماشین به منظور ثابت ماندن نسبت‌های اختلاط می‌باشند. صرف نظر از نوع ماشین اختلاط سیار، توصیه‌های سازنده ماشین به منظور واسنجی و کارکرد آن می‌بایست به دقت رعایت شود. نتیجتاً یک ماشین اختلاط سیار کارآمد می‌بایست قادر به اختلاط کامل قیر و مصالح سنگی، پخش یکنواخت قیر در بین سنگدانه‌ها، اندود کافی مصالح سنگی و در نتیجه قادر به تولید مخلوط آسفالت سرد با ظاهری یکنواخت و همگن باشد.

ث- آب‌پاش^۱

اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل می‌تواند مستلزم پیش رطوبت دهی مصالح سنگی جهت اندود کافی آن و تسهیل در عملیات تراکم می‌باشد. در نتیجه یک تانکر آب‌پاش که توانایی پاشش میزان کنترل شده آب را داشته باشد، مورد نیاز است.

ج- قیرپاش^۲

یکی از اجزای کلیدی تجهیزات اجرای آسفالت سرد به ویژه هنگامی که از مخلوط‌کننده چرخشی که به سیستم پاشش قیر مجهز نباشد و یا از گریدر جهت اختلاط استفاده شوند، قیرپاش است. قیرپاش‌ها از یک مخزن عایق‌بندی شده با ظرفیت ۳۰۰۰ تا ۲۰۸۰۰ لیتر نصب شده بر روی کامیون یا یدک‌کش تشکیل می‌شوند. قیرپاش‌ها شامل دستگاه گرم‌کننده، پمپ، لوله پاشش قیر و نازل‌ها (که از طریق آن‌ها قیرهای محلول یا امولسیون با فشار بر روی مصالح سنگی آماده شده پخش شوند)، می‌باشد. مشخصات قیرپاش در فصل پانزدهم موجود است.

برخی از انواع قیرپاش‌ها توانایی پخش قیر تا عرض ۵ متر و با نرخ‌های کنترل شده تا ۱۳/۵ لیتر بر دقیقه را دارا هستند.

ذخیره قیر به مقدار کافی در محل پروژه و یا در محدوده نزدیک به آن به منظور جلوگیری از تأخیر در عملیات اجرایی لازم است. در مناطق بین شهری توصیه می‌شود که از کامیون ذخیره قیر در محل پروژه استفاده شود. کامیون‌های فوق باید از نوع سرپوشیده بوده و از آلوده شدن قیر به گردوغبار، آب و دیگر آلاینده‌ها شدیداً ممانعت نماید.

۱۸-۱۰-۲- ماشین‌آلات پخش آسفالت سرد مخلوط در محل

الف- گریدر

جزئیات مربوط به گریدر به عنوان ماشین‌آلات پخش آسفالت سرد در بند ۱۸-۱۰-۳- بیان شده است.

^۱ Water Distributor

^۲ Asphalt Distributor

ب- پخش کننده

برخی مخلوط‌های آسفالت سرد مخلوط در محل می‌توانند بدون نیاز به هوادهی تا عمق مورد نظر پخش شوند. به طور کلی، مخلوط‌های با دانه‌بندی باز که در شرایط آب و هوایی خاص (شرایط آب و هوایی که امکان خروج رطوبت یا حلال در زمان معقول را فراهم آورد) پخش شوند، از این دسته می‌باشند. مخلوط‌های فوق می‌توانند توسط مخلوط‌کننده چرخشی پخش شوند. همچنین مخلوط‌های ریسه شده می‌توانند توسط گریدر یا ماشین‌آلات چندکاره بزرگ^۱ پخش شود. یک ماشین برداشت آسفالت می‌تواند به منظور انتقال مخلوط آسفالت سرد ریسه شده به درون فینیشر خود محرکه استفاده شود.

۱۸-۱۰-۲-۳- ماشین‌آلات تراکم آسفالت سرد مخلوط در محل

ماشین‌آلات تراکم آسفالت سرد در بند ۱۸-۱۰-۱-۴- بیان شده است.

۱۸-۱۰-۱-۱۸- مراحل اجرای آسفالت سرد

به طور کلی اجرای آسفالت سرد کارخانه‌ای و آسفالت سرد مخلوط در محل شامل مراحل زیر است:

۱۸-۱۰-۱-۱۸- آماده کردن سطح راه

در صورتی که مصالح سنگی رویه آسفالت سرد مخلوط در محل از مصالح سنگی راه شنی موجود تامین شود، سطح راه موجود باید توسط تجهیزات مناسب تا عمق ۵ سانتیمتر بیش از ضخامت رویه مورد نظر و تا عرض ۶۰ سانتیمتر بیش از لبه‌های روسازی شخم زده شود. سپس مصالح سست^۲ حاصل می‌بایست توسط ماشین‌آلات مناسب خرد شود. تمامی ذرات خارجی و دانه‌های درشت مصالح با اندازه بیش از ۶/۳ سانتیمتر می‌بایست از سطح راه برداشته شود. در صورت نیاز مصالح موجود باید با مصالح قرضه مناسب مخلوط شود.

به منظور اجرای آسفالت سرد مخلوط در محلی که تمامی مصالح سنگی با عنوان مصالح سنگی جدید به محل مصرف حمل شود و یا به منظور اجرای آسفالت سرد کارخانه‌ای، آماده کردن سطح راه شنی یا آسفالتی موجود به شرح زیر انجام می‌شود:

^۱ Large Multi-Purpose Equipement

^۲ Pick-up Machine

^۳ Loose Material

۱۸-۱۰-۱-۱-راه شنی

- سطحی راه می‌بایست کاملاً پروفیل‌شده تا تراز ارتفاعی و شیب طولی و عرضی آن اصلاح شود. قبل از اجرای رویه آسفالت سرد، می‌بایست برآمدگی‌ها، امواج و ناهمواری‌های سطحی که بر کیفیت سواری تاثیر می‌گذارد تسطیح گردد.
- کوبیدگی و تراکم نسبی سطحی راه می‌بایست براساس مشخصات تأمین شود.
- چاله‌ها یا نشست‌ها در رویه شنی موجود می‌بایست از طریق برداشتن مصالح محل‌هایی که مضمحل شده و یا دارای خرابی باشد و جایگزینی آن با مصالح دانه‌ای مناسب^۱ بهسازی شود. مکان‌های فوق می‌بایست تا حد مشخصات متراکم شود به طوری که قسمت‌های وصله‌شده سطح همترازی با سطوح مجاور داشته باشد.
- بسته به شرایط یا نوع سطح شنی راه، اندودهای نفوذی MC-30، MC-70، یا MC-250 به منظور آماده‌سازی سطح جهت پخش لایه آسفالت سرد می‌تواند مورد استفاده قرار می‌گیرد. قیرهای محلول به دلیل ویژگی نفوذ زیاد آن‌ها در سطح راه، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. در صورتی که به دلیل محدودیت‌های محیط زیستی نتوان از قیر محلول استفاده کرد، می‌توان از قیرهای امولسیون SS-1، CSS-1، SS-1h، CSS-1h یا MS-2 که توسط یک گریدر با مصالح دانه‌ای راه موجود مخلوط شده‌اند، استفاده کرد.
- اگر از قیر محلول‌کنندگیر برای اندود نفوذی استفاده شود، میزان پخش در محدوده ۲/۳-۰/۹ لیتر بر مترمربع است. در صورت استفاده از قیرهای امولسیون، قیرهای فوق می‌بایست به نسبت برابر با آب رقیق می‌شود. میزان پخش در بازه ۰/۵ تا ۱/۴ لیتر در مترمربع به ازای ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر عمق نفوذ در لایه اساس شخم زده است.
- اندود نفوذی می‌بایست به طور کامل جذب سطح راه شده و قبل از پخش لایه آسفالتی عمل‌آوری شوند. چنانچه به هر دلیل اندود نفوذی بعد از ۲۴ ساعت جذب سطح راه نشود می‌بایست با پخش ماسه تمیز روی اندود نفوذی، قیر اضافی جذب شود.
- قبل از اجرای اندود نفوذی سطح راه با جاروی مکانیکی از مواد خارجی و مواد سست پاک شود. در صورت وجود گرد و غبار سطح راه می‌بایست توسط آب مرطوب شود.

۱۸-۱۰-۱-۲- راه آسفالتی،

- چاله‌ها یا نشست‌ها در رویه آسفالتی موجود می‌بایست از طریق برداشتن مصالح محل‌هایی که مضمحل شده و یا دارای خرابی باشد و جایگزینی آن با مخلوط آسفالت لکه‌گیری^۱ بهسازی شود. مخلوط لکه‌گیری می‌بایست تا حد مشخصات متراکم شود به طوری که قسمت‌های لکه‌گیری شده سطح هم‌ترازی با سطوح مجاور داشته باشد.

¹ Granular Patching Material² Asphalt Aggregate Patching Mixture

- قیر اضافی وصله‌ها و درزها می‌بایست تنها از طریق روش‌های پذیرفته شده توسط بخش نظارت از سطح راه برداشته شود.
- سطوح جداول، سطوح قائم روسازی موجود و تمامی سازه‌هایی که قرار است در تماس یا مخلوط آسفالتی قرار گیرد می‌بایست با یک لایه نازک از قیر پوشش داده شوند. قیرهای محلول و امولسیون مورد استفاده در اندود نفوذی را می‌توان بدین منظور مورد استفاده قرار داد. از پخش کردن قیر بر روی سطوحی که قرار نیست در تماس با مخلوط آسفالتی قرار گیرند اجتناب شود.
- قیرهای امولسیون نوع SS-1، CSS-1، SS-1h یا CSS-1h که با نسبت برابر با آب رقیق می‌شوند می‌بایست به منظور اندود سطحی مورد استفاده قرار گیرند. اندود سطحی با هدف ایجاد چسبندگی بین لایه‌های آسفالتی بر روی سطح آسفالت موجود قبل از اجرای آسفالت سرد و یا بین لایه‌های آسفالت سرد اجرا می‌شود. بسته به شرایط رویه موجود، میزان پخش اندود سطحی در محدوده ۰/۶۸-۰/۲۳ لیتر بر مترمربع است. اندود سطحی می‌بایست قبل از پخش لایه بعدی عمل‌آوری شود. همچنین اندود سطحی باید در همان روزی که قرار است لایه بعدی اجرا شود، پخش گردد.
- هنگام پخش اندود سطحی، سطح راه باید کاملاً تمیز و خشک باشد تا چسبندگی لایه‌ها به خوبی صورت پذیرد. آشفال، آلودگی، گرد و غبار و مواد سست باید با جاروی مکانیکی یا هوای فشرده از سطح کار برداشته شود.

۱۸-۱۰-۲- تولید مخلوط آسفالت سرد

۱۸-۱۰-۲-۱- تولید آسفالت سرد کارخانه‌ای

در مورد تولید مخلوط‌های آسفالت سرد کارخانه‌ای توجه به نکات زیر ضروری است:

- تغذیه یکنواخت مصالح سنگی به سیلوها برای پیوستگی و یکنواختی عملیات تولید آسفالت سرد بسیار مهم است.
- در صورت لزوم می‌بایست قیر در کارخانه‌های آسفالت سرد تا دمای مناسب حرارت داده شود تا بتوان آن را بطور یکنواخت با مصالح سنگی مخلوط کرد.
- یکی از مواردی که برای مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای حاوی قیر امولسیون بسیار حائز اهمیت است، زمان اختلاط است. به طور معمول مخلوط‌های آسفالت سرد امولسیونی به زمان اختلاط کمتری نسبت به مخلوط‌های آسفالت داغ نیاز دارند. بنابراین غالباً اختلاط بیش از حد قیر امولسیون و مصالح سنگی انجام می‌شود. اختلاط بیش از حد موجب جدا شدن قیر از مصالح سنگی درشت‌دانه و گلوله شدن ذرات قیر در مصالح سنگی ریزدانه می‌شود. این امر ممکن است منجر به شکست زودهنگام قیر امولسیون و در نتیجه تولید مخلوط بیش از حد سفت می‌باشد.

➤ یکی دیگر از مسائل مربوط به قیر امولسیون که کمتر مشاهده می‌شود، پوشش نامناسب مصالح سنگی ناشی از زمان اختلاط کم می‌باشد. زمان اختلاط در کارخانه‌های پیوسته آسفالت سرد می‌تواند با تغییر آرایش پدال‌ها، تغییر ارتفاع دریچه خروجی مخلوط‌کن پیوسته یا تغییر در مکان نازل پاشش قیر تغییر یابد. در کارخانه‌های پیوسته با درام میکسر، با تغییر شیب استوانه (درام) یا با تغییر مکان لوله ورودی قیر به درام میکسر می‌توان زمان اختلاط را کنترل نمود.

➤ زمان اختلاط آسفالت سرد امولسیونی باید کمترین مقداری باشد که امولسیون به طور یکنواخت در مخلوط پراکنده شود. باید توجه داشت که در مخلوط آسفالت سرد امولسیونی با هر روش تولید و اختلاط معمولاً پوشش کامل سنگدانه‌های درشت حاصل نمی‌شود و ضرورتی هم ندارد. پوشش کامل این سنگدانه‌ها هم در حین عملیات پخش و غلتک‌زنی اتفاق خواهد افتاد. برخی مصالح به سختی با قیر امولسیون اندود می‌شوند که در پروسه طرح اختلاط باید مشهود شده و گزارش گردد. عملیات اختلاط می‌بایست با هدف پخش یکنواخت قیر امولسیون درون مخلوط و پوشش کامل بخش ریزدانه مصالح انجام شود.

۱۸-۱۰-۲- تولید آسفالت سرد مخلوط در محل

تولید آسفالت سرد مخلوط در محل شامل مراحل زیر است:

الف - آماده‌سازی مصالح سنگی

اکثر روش‌های اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل مستلزم ریشه نمودن مصالح سنگی قبل از اختلاط با قیر و پخش مخلوط آسفالت سرد است. در صورتی که اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل به روش ریشه کردن مصالح انجام شود، موارد زیر می‌بایست مورد توجه قرار گیرد:

سطح راه باید به عرضی که برای ریشه کردن و عبور ترافیک در حین عمل‌آوری مخلوط مورد نیاز است از پوشش گیاهی پاکسازی شود. از آنجا که ضخامت روسازی جدید به طور مستقیم به مقدار مصالح ریشه بستگی دارد، کنترل و پایش دقیق حجم مصالح ریشه ضروری است. مصالح سنگی مصرفی به منظور تولید آسفالت سرد می‌تواند مخلوطی از دو یا چند مصالح سنگی مختلف باشد که دانه‌بندی ترکیبی آن‌ها در محدوده مشخصات طرح قرار گیرد. آزمایش‌های آزمایشگاهی نیاز به مصالح قرضه را برای بهبود مشخصات مخلوط آسفالت سرد مشخص می‌کند. در صورتی که نیاز باشد دو یا چند مصالح در سطح راه با هم نسبت‌دهی شوند، ترجیحاً هر کدام می‌بایست کنار هم و جداگانه ریشه شوند. سپس ریشه‌ها قبل از اضافه کردن قیر به وسیله گریدر یا ماشین‌های اختلاط با هم مخلوط می‌شوند.

معمولاً در سطح راه مصالح سنگی سست کافی به منظور مصرف در آسفالت سرد مخلوط در محل وجود ندارد. در این حالت به جای انجام عملیاتی که مستلزم اختلاط مصالح موجود و مصالح حمل شده از منابع دیگر است، بهتر است که تنها از مصالح قرضه استفاده کرد و مصالح سست را با تیغه زدن سطح راه به شانه هدایت کرد. مصالح سنگی درشت‌دانه و

^۱ Drum

ریزدانه حمل شده از منابع قرضه می‌بایست در یک یا چند ریشه انباشته شود. مقدار مصالح ریشه‌های جدید و نسبت‌های آن‌ها باید به اندازه‌ای باشد که دانه‌بندی مخلوط حاصل مطابق مشخصات استاندارد شده و لایه متراکم با ضخامت طرح اجرا شود.

در صورتی که مصالح سنگی راه موجود دارای مشخصات یکنواخت بوده و به میزان کافی در سطح راه موجود باشد، استفاده از آن به منظور تولید آسفالت سرد مخلوط در محل عملیاتی است. در صورتی که همه مصالح سنگی از سطح راه موجود برداشت شود، به منظور کنترل حجم مصالح ریشه و نمونه‌برداری، مصالح سست می‌بایست در یک یا چندین نوبت تیغه زده شود و در یک یا چند ریشه انباشته شود. اگر در مناطقی از راه برای اصلاح دانه‌بندی مصالح موجود به مصالح قرضه نیاز باشد، ابتدا باید مصالح موجود با تیغه زدن ریشه شده و مقدار آن اندازه‌گیری شود. سپس مصالح سنگی درشت‌دانه و ریزدانه جدید به مقادیر و نسبت‌های مناسب در در یک یا چند ریشه کنار ریشه مصالح موجود انباشته شود به نحوی که دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی مطابق مشخصات استاندارد باشد و لایه متراکم با ضخامت طرح اجرا شود.

پس از تنظیم نسبت‌های مصالح سنگی ریزدانه و درشت‌دانه، مصالح ریشه‌های مختلف به طور کامل با یکدیگر مخلوط می‌شود. به منظور کنترل نهایی حجم مصالح ریشه، مخلوط آماده شده در ریشه‌ای با مقطع عرضی دوزنقه‌ای یکنواخت انباشته شود.

اگر عملیات اختلاط آسفالت سرد مخلوط در محل توسط دستگاه مخلوط‌کن چرخشی انجام شود، ریشه نمودن مصالح سنگی قبل از اختلاط با قیر انجام نمی‌شود. در این صورت مصالح قرضه مورد استفاده می‌بایست بلافاصله پس از شخم زدن راه موجود به طور یکنواخت بر روی آن پخش شود، به نحوی که دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی مطابق مشخصات استاندارد باشد و لایه متراکم با ضخامت طرح اجرا شود. در صورتی که تمامی مصالح سنگی از مصالح قرضه تامین شود، مصالح فوق بر روی سطح آماده شده راه پخش می‌شود، به نحوی که دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی مطابق مشخصات استاندارد باشد و لایه متراکم با ضخامت طرح اجرا شود.

ب- تعیین مقدار قیر برای مصالح ریشه شده

افزودن قیر به مصالح سنگی توسط یک قیرپاش که جلوتر از مخلوط‌کن حرکت می‌کند، یا توسط مخلوط‌کن مجهز به سیستم پاشش قیر توکار صورت می‌گیرد. در هر دو حالت، به منظور اختلاط صحیح قیر و مصالح سنگی، کنترل دقیق نرخ پاشش قیر و کندروانی آن ضروری است. قبل از شروع فرآیند اختلاط می‌بایست مقدار مناسب نرخ پاشش قیر و سرعت پیشروی قیرپاش یا مخلوط‌کن مجهز به سیستم پاشش قیر تعیین گردد. همچنین هنگام استفاده از قیر امولسیون، در صورتی که پیش رطوبت دهی مصالح سنگی قبل از اختلاط با قیر امولسیون مورد نیاز است، می‌بایست مقدار مناسب نرخ پاشش آب و سرعت پیشروی آب‌پاش تعیین گردد. روابطی که در ادامه بیان می‌شود می‌توانند به منظور تعیین نرخ پاشش قیر به روی مصالح ریشه شده و سرعت پیشروی مخلوط‌کن یا قیرپاش مورد استفاده قرار گیرند. با جایگزینی آب به جای قیر می‌توان از روابط فوق به منظور تعیین نرخ پاشش آب برای مصالح ریشه شده و سرعت پیشروی آب‌پاش برای مصالح ریشه شده استفاده کرد.

قبل از تعیین مقدار مناسب پاشش قیر، تعیین مقدار مصالح سنگی ریشه شده ضروری است. با در نظر گرفتن مصالح ریشه با مقطع عرضی ثابت و یکنواخت نشان داده شده در شکل (۱۸-۲)، مقدار مصالح ریشه شده در هر متر طول بر اساس روابط (۱۸-۱) و (۱۸-۲) محاسبه می‌شود:

$$V = \frac{(A + B) \times C}{2} \quad (18-1)$$

$$W_f = W_1 \times V \quad (18-2)$$

V : حجم مصالح ریشه در هر متر طول (مترمربع به ازای هر متر طول)

A , B و C : ابعاد ریشه بر حسب متر مطابق شکل (۱۸-۶)

W_f : وزن مصالح ریشه در هر متر طول (کیلوگرم بر متر)

W_1 : وزن مخصوص غیرمتراکم مصالح سنگی خشک بر اساس AASHTO T19 (کیلوگرم بر متر مکعب)

نرخ مناسب پاشش قیر در امتداد ریشه از طریق رابطه (۱۸-۳) به دست می‌آید:

$$A_b = \frac{W_f \times P}{100 \times G} \quad (18-3)$$

A_b : نرخ مناسب پاشش قیر در هر متر طول ریشه (لیتر بر متر)

P : درصد قیر موردنیاز بر اساس طرح اختلاط (نسبت به وزن مصالح سنگی خشک)

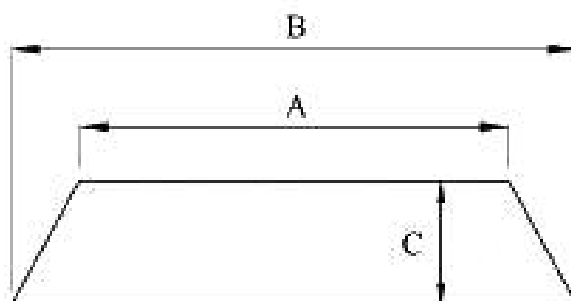
G : وزن مخصوص قیر به طور تقریبی یک کیلوگرم بر لیتر

سرعت پیشروی مخلوط‌کن یا قیرپاش از رابطه (۱۸-۴) به دست می‌آید:

$$S = \frac{D_p}{A_b} \quad (18-4)$$

S : سرعت پیشروی مخلوط‌کن یا قیرپاش (متر بر دقیقه)

D_p : نرخ تخلیه پمپ (لیتر بر دقیقه)



شکل ۱۸-۲- ابعاد ریشه

ت- کنترل قیر

افزودن قیر به مصالح سنگی توسط قیرپاش یا مخلوط کن مجهز به سیستم پاشش قیر صورت می‌گیرد. در هر دو حالت کنترل دقیق مقدار قیر و ویسکوزیته آن به منظور اختلاط صحیح ضروری است. قیر مورد استفاده در آسفالت سرد می‌بایست به به اندازه کافی روان باشد تا به راحتی از طریق لوله قیرپاش جریان یابد و اندود کافی بر روی مصالح سنگی به وجود آورد. قیرهای محلول اگرچه همیشه روان هستند، اما نیاز به کمی گرما دارند تا کندروانی آن‌ها به هنگام پاشش بر روی مصالح سنگی بین ۲۰ تا ۱۲۰ سانتی‌استوکس قرار گیرد. اختلاط قیر محلول و مصالح سنگی باید بلافاصله انجام گیرد تا قبل از رسیدن قیر محلول به کندروانی ۱۵۰ تا ۳۰۰ سانتی‌استوکس، عملیات اختلاط تکمیل گردد. در این صورت، حلال موجود در قیر محلول موجب می‌شود که قیر به مدت کافی و تا تکمیل فرآیند اختلاط روان باشد. با این حال، دمای مصالح سنگی در سایه و در حین اختلاط نباید کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.

دماهای مناسب به منظور پاشش و اختلاط قیرهای امولسیون و محلول مورد استفاده در آسفالت سرد مخلوط در محل در جدول (۷-۱۸) ارائه شده است.

ث- اختلاط قیر و مصالح سنگی

جزئیات اختلاط قیر و مصالح سنگی در آسفالت سرد مخلوط در محل بسته به نوع ماشین‌آلات اختلاط مورد استفاده به شرح ذیل است:

۱- اختلاط با مخلوط‌کننده چرخشی

در مخلوط‌کننده‌های چرخشی مجهز به سیستم پاشش قیر توکار (تعبیه شده در داخل محفظه اختلاط) نرخ پخش قیر به طور دقیق با توجه به سرعت پیشروی دستگاه، عرض و ضخامت لایه و دانسیته مصالح سنگی موجود در محل هماهنگ می‌شود. در نوع دیگر مخلوط‌کننده‌های چرخشی، یک ماشین قیرپاش که جلوتر از دستگاه مخلوط‌کن حرکت می‌کند، قیر را روی مصالح سنگی پخش می‌کند. به طور معمول در این نوع مخلوط‌کن به چندین مرحله پخش قیر و عبور تناوبی مخلوط‌کن به منظور تولید آسفالت سرد مطابق با مشخصات نیاز است باشد. بیشتر مخلوط‌کننده‌های چرخشی مجهز به سیستم پخش قیر توکار می‌باشند. مراحل تولید آسفالت سرد مخلوط در محل در هنگام استفاده از این نوع از مخلوط‌کننده‌های چرخشی به صورت زیر می‌باشد:

- مصالح سنگی با شیب طولی و مقطع عرضی یکنواخت توسط گریدر پخش شوند.
- مصالح سنگی با یک یا چند مرتبه عبور مخلوط‌کن مخلوط شوند. (هنگام استفاده از قیر محلول، رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر نباید بیش از ۳ درصد باشد. تنها در صورتی که آزمون‌های آزمایشگاهی درصد‌های بالاتر رطوبت را مضر نداند رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر محلول می‌تواند از سه درصد تجاوز کند.)

- با هر مرتبه عبور مخلوط‌کن، مقدار ۲/۲۵ لیتر بر مترمربع قیرپاشی انجام شود تا در نهایت کل قیر مورد نیاز پخش و با مصالح سنگی مخلوط شود. عموماً مقدار ۰/۷ تا ۱/۱ لیتر بر متر مربع قیر به ازای هر ۱۰ میلیمتر ضخامت لایه متراکم آسفالت سرد مورد نیاز است. اگر مخلوط‌کن به لوله پاشش قیر مجهز نباشد، ماشین قیرپاش قیر را روی مصالح سنگی پخش می‌کند.
- در صورت نیاز و به منظور حصول اطمینان از اختلاط کامل قیر و مصالح سنگی، پس از هر مرحله قیرپاشی عمل اختلاط با یک یا چند مرتبه عبور مخلوط‌کن انجام شود.
- پس از هر مرتبه عبور مخلوط‌کن (در طی فرآیند اختلاط)، شیب طولی و مقطع عرضی آسفالت سرد مخلوط در محل توسط گریدر اصلاح شود.
- در صورت لزوم، با زیر و رو کردن بیشتر آسفالت سرد مخلوط در محل، عملیات هوادهی انجام گیرد.

۲- اختلاط با گریدر

در اختلاط با گریدر، مصالح سنگی موجود در سطح راه یا مصالحی که به محل مصرف حمل شده‌اند، به مقدار لازم در سطح راه، ریشه می‌شوند. سپس ریشه توسط تیغه گریدر به عرض لوله پخش قیرپاش مسطح می‌شود. قیر به طور یکنواخت و در دمای مشخص با عبورهای متوالی ماشین قیرپاش بر روی ریشه مسطح پخش می‌شود. در مرتبه اول عبور قیرپاش، نرخ پخش قیر ۲/۳ الی ۴/۵ لیتر بر مترمربع می‌باشد. قیرپاشی در عبورهای بعدی می‌بایست با نرخ پخش کمتر از ۴/۵ لیتر بر مترمربع انجام گیرد.

بلافاصله پس از قیرپاشی مرتبه اول، با زیر و رو کردن مخلوط مصالح سنگی و قیر توسط تیغه گریدر، عملیات اختلاط شروع می‌شود. در بعضی مواقع ماشین‌آلات اختلاط کمکی به این عملیات کمک می‌نماید. عملیات اختلاط باید تا زمانی که قیر به طور یکنواخت درون مصالح توزیع شود انجام گیرد. قبل از قیرپاشی مرتبه دوم، مخلوط به شکل مسطح ریشه مسطح می‌شود و یا بر روی خط عبوری (که قرار است روکش شود) به ضخامت یکنواخت پخش می‌شود. به منظور پخش کامل قیر در مخلوط و ایجاد پوشش کامل مصالح سنگی، مخلوط حاصل به دفعات لازم تحت عملیات اختلاط، پخش، ریشه کردن و هموار سازی قرار می‌گیرد. این مراحل باید تا زمانی که مقدار قیر مشخص شده طرح به طور یکنواخت با مصالح سنگی مخلوط شوند، ادامه می‌یابد. به منظور راحتی پخش، پس از تکمیل اختلاط و هوادهی، آسفالت سرد ریشه شده در یک سمت مسیر راه جمع می‌شود تا برای پخش آماده باشد. در صورتی که ریشه تا مدتی در سطح مسیر باقی بماند باید در زمان‌های مدون برش‌هایی در امتداد ریشه ایجاد شود تا امکان عبور آب باران به کناره راه فراهم شود.

هنگام استفاده از گریدر به منظور اختلاط توجه به نکات زیر حائز اهمیت است:

- این روش کمترین دقت را دارد. کیفیت کار به تجربه و توانایی اپراتور گریدر بستگی دارد و معمولاً زمانی که حجم عملیات کم باشد، اجرا می‌شود.

- اگر برای افزایش کیفیت اختلاط و تراکم آسفالت سرد حاوی قیر امولسیون نیاز به آب باشد، آب قبل از قیر امولسیون به مصالح افزوده می‌شود.
- اختلاط تا پوشش کامل سنگدانه‌ها ادامه یافته و باید از اختلاط اضافی که باعث جداشدگی قیر از سنگدانه‌ها می‌شود، پرهیز شود.
- به منظور ایجاد ریسه با مقطع عرضی ثابت و یکنواخت از قالب ریسه^۱ یا جعبه پخش^۲ استفاده می‌شود. مقدار مناسب نرخ پاشش قیر بر روی مصالح ریسه می‌بایست محاسبه شده و کنترل گردد.
- در حین اختلاط قیر و سنگدانه‌ها باید توجه شود که مصالح نامناسب اضافی از سطح راه کنده نشده و به مصالح ریسه افزوده نشود. همچنین باید دقت شود که مصالح ریسه بدون اختلاط با قیر در کنار راه باقی نمانند.
- هنگام استفاده از قیر محلول، رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر نباید بیش از ۳ درصد باشد. تنها در صورتی که آزمایش‌های آزمایشگاهی درصد‌های بالاتر رطوبت را مضر نداند رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر محلول می‌تواند از ۳ درصد تجاوز کند.
- گاهی اوقات در هنگام استفاده از قیرهای محلول، تشکیل گلوله‌های پرقیر^۳ به صورت مخلوطی از مصالح ریزدانه اشباع شده و اندود شده با قیر زیاد می‌تواند موجب دشواری پخش و تراکم مخلوط آسفالت سرد گردد. این وضعیت را می‌توان با ایجاد ریسه‌های فشرده‌تر و عمل‌آوری آن‌ها به مدت چند روز برطرف نمود.

۳- اختلاط با ماشین اختلاط سیار

ماشین اختلاط سیار دارای قیف، مقدار مناسب قیر را با مصالح سنگی که مستقیماً از کامیون حمل به درون قیف تخلیه شده است، مخلوط کرده و مخلوط آسفالت سرد آماده شده را پشت ماشین به شکل ریسه برای پخش باقی می‌گذارد. برخلاف مخلوط‌های آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه‌بندی باز که می‌توان آن‌ها را بلافاصله پس از پخش متراکم نمود، در مخلوط‌های با دانه‌بندی پیوسته، مراقبت‌های لازم به منظور خروج کافی آب یا حلال از مخلوط قبل از عملیات تراکم می‌بایست صورت گیرد. مزیت ماشین اختلاط سیار نسبت به گریدر کنترل دقیق‌تر عملیات اختلاط است. هنگام استفاده از قیر محلول، رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر نباید بیش از ۳ درصد باشد. تنها در صورتی که آزمایش‌های آزمایشگاهی درصد‌های بالاتر رطوبت را مضر نداند رطوبت مصالح سنگی در حین اختلاط با قیر محلول می‌تواند از ۳ درصد تجاوز کند. مخازن ذخیره قیر می‌بایست به گونه‌ای طراحی شوند که همه محتویات آن‌ها به طور یکنواخت گرم شوند. پیمانکار می‌بایست ابزار مورد نیاز برای تعیین دمای قیر در حین گرم شدن و قبل از قیرپاشی را تهیه کند.

^۱ Windrow Sizer

^۲ Spreader Box

^۳ Oil Balls

۱۸-۱۰-۳- هوادهی مخلوط آسفالت سرد

قبل از تراکم مخلوط‌های آسفالت سرد ضرورت دارد که بخش عمده‌ای از حلال قیرهای محلول و یا آب قیرهای امولسیون و سنگدانه‌ها که جهت افزایش کارپذیری مخلوط برای سهولت و تکمیل عملیات اختلاط مصرف شده، به اندازه کافی تصعید یا تبخیر شود. در بیشتر موارد این فرآیند در طی مراحل اختلاط و پخش مخلوط آسفالت سرد روی می‌دهد. اما در صورت پخش آسفالت سرد در لایه‌های ضخیم لازم است که زیر و رو کردن^۱ مخلوط بر روی سطح راه به منظور افزایش سرعت فرآیند فوق انجام شود. تا زمانی که مخلوط آسفالت سرد به میزان کافی هوادهی نشود، نمی‌تواند وزن غلتک را بدون جابجایی و حرکت‌های جانبی (موج‌افتادگی)^۲ تحمل کند. به طور کلی هنگامی که مخلوط حالت چسبنده^۳ پیدا کند به میزان کافی هوادهی شده است.

متغیرهای زیادی در تعیین زمان هوادهی مخلوط‌های آسفالت سرد موثرند. برای مثال طول مدت زمان هوادهی برای دانه‌بندی‌های پیوسته و با بافت ریز، وقتی که سایر شرایط ثابت باشد در مقایسه با دانه‌بندی‌های باز و با بافت درشت بیشتر است. همچنین موقعی که آسفالت سرد پس از چند روز با لایه دیگری روکش می‌شود، هوادهی لایه اولیه قبل از تراکم باید بیشتر از وقتی باشد که آسفالت سرد روکش نمی‌شود، زیرا لایه روکش، تبخیر مواد فرار از لایه زیرین را به تاخیر می‌اندازد.

در زمینه هوادهی مخلوط آسفالت سرد توجه به نکات ذیل حائز اهمیت است:

- به طور کلی مخلوط‌های آسفالت سرد کارخانه‌ای که به صورت ریسه روی سطح راه تخلیه شده سپس پخش می‌شوند، نیاز به هوادهی دارند. پخش مخلوط‌های فوق توسط گریدر انجام شده و عملیات هوادهی با زیر و رو کردن مخلوط توسط تیغه گریدر یا تجهیزات اختلاط چرخشی انجام می‌شود.
- در مخلوط‌های آسفالت سرد مخلوط در محل، صرف نظر از روش عملیات اختلاط، می‌بایست عملیات هوادهی با زیر و رو کردن مخلوط توسط گریدر تا خروج مقدار لازم آب و یا مواد حلال ادامه یابد.
- برای مخلوط آسفالت سرد تهیه شده با قیر محلول، هوادهی صحیح زمانی انجام می‌گیرد که حلال موجود در قیر به ۵۰ درصد حلال موجود در قیر اولیه و مقدار رطوبت به کمتر از ۳٪ وزن مخلوط کاهش یابد. اندازه‌گیری کاهش حلال‌های نفتی و یا رطوبت یا مخلوط‌های آسفالت سرد مطابق با روش استاندارد ASTM D 1461 انجام می‌شود.
- برای مخلوط‌های آسفالت سرد تهیه شده با قیر امولسیون، عملیات غلتک‌زنی اولیه باید بلافاصله قبل یا در لحظه شروع شکست^۴ قیر امولسیون آغاز شود. شکست قیر امولسیون با تغییر رنگ امولسیون از قهوه‌ای به سیاه

^۱ Manipulation

^۲ Shoving

^۳ Tacky

^۴ Break

مشخص می‌گردد. در این شرایط، رطوبت مخلوط آسفالت سرد برای آنکه نقش روانکاری بین سنگدانه‌ها را ایفا کند کافی است. اما رطوبت به حدی کم شده است که تمام حفرات خالی مخلوط را پر نمی‌کند. بنابراین در اثر نیروهای تراکم ناشی از غلتک‌زنی مقدار حفرات خالی کم می‌شود. همچنین در این شرایط، مخلوط آسفالت سرد می‌تواند بدون جابجایی زیاد وزن غلتک را تحمل کند.

۱۸-۱۰-۴- پخش و تراکم مخلوط آسفالت سرد

پس از انجام مراحل اختلاط و هوادهی، عملیات پخش و تراکم به عنوان مراحل نهایی اجرای آسفالت سرد انجام می‌گیرد. شکل‌گیری نهایی مقطع عرضی راه و ایجاد سطح صاف برای رانندگی از اهداف مراحل فوق می‌باشد. به طور کلی در زمینه پخش و تراکم مخلوط‌های آسفالت سرد توجه به نکات زیر ضروری است:

- پخش آسفالت سرد می‌بایست در یک یا چندین لایه به ضخامت یکنواخت انجام شود. پس از پخش هر لایه عملیات تراکم انجام می‌شود.
 - پس از آنکه لایه زیرین به صورت کامل متراکم و عمل‌آوری شود، پخش لایه بعدی بر روی آن انجام می‌گیرد. منظور از عمل‌آوری خروج کامل آب و حلال از آسفالت سرد می‌باشد. عملیات فوق می‌بایست به دفعات لازم تا دستیابی به مقطع عرضی مورد نظر تکرار شود.
 - گاهی اوقات رویه تکمیل شده آسفالت سرد قبل از عمل‌آوری کامل موقتاً بر روی ترافیک باز می‌شود. در چنین مواقعی، به منظور پیشگیری از بلندشدن آسفالت در اثر چسبیدن آن به چرخ خودروها، توصیه می‌شود که با پخش قیر امولسیون دیرشکن رقیق شده با مقدار برابر آب به نرخ ۰/۴۵ لیتر بر مترمربع سطح رویه آب‌بند شود. پس از قیرپاشی می‌بایست تا زمانی که آسفالت به چرخ خودروها نچسبد، اجازه گیرش به قیر امولسیون داده شود. برای عبور زودتر ترافیک می‌توان از ماسه‌پاشی به منظور جلوگیری از چسبیدن آسفالت به چرخ خودروها کرد.
 - اگر مقدار رطوبت آسفالت سرد را بتوان با دقت کنترل کرد به نحوی که نیاز به هوادهی نباشد، یا اگر شرایط آب و هوایی و دانه‌بندی مصالح امکان خروج رطوبت یا حلال را بدون هوادهی فراهم سازد، می‌توان آسفالت سرد را با فینیش‌های معمولی خودمحرکه و یا پخش‌کننده خودمحرکه پخش کرد.
 - اجرای آسفالت سرد کارخانه‌ای با فینیش‌های معمولی خودمحرکه مشابه اجرای آسفالت داغ است. استفاده از فینیش به منظور پخش مخلوط آسفالت سرد کارخانه‌ای لایه رویه توصیه می‌شود. اگرچه به منظور پخش لایه اساس می‌توان از پخش‌کننده خودمحرکه یا حتی گریدر استفاده کرد.
- به منظور پخش و تراکم مخلوط آسفالت سرد که توسط فینیش‌های معمولی خودمحرکه و یا پخش‌کننده خودمحرکه پخش می‌شوند، توجه به نکات زیر ضروری است:

- پخش مخلوط‌های فوق می‌بایست به طور پیوسته انجام شود و از هرگونه وقفه در طول آن جلوگیری شود. کارکرد مناسب ماشین پخش به منظور اجرای لایه یکنواخت و هموار تعیین کننده است. این امر با ثابت نگه داشتن سرعت پیشروی و نیز ثابت نگه داشتن سطح آسفالت داخل ناحیه حلزونی‌ها تامین می‌شود. هرگونه غیریکنواختی یا ناهم‌واری در پخش می‌بایست قبل از تراکم نهایی مخلوط اصلاح شود.
- مخلوط‌های فوق می‌بایست در لایه‌های با ضخامت یکنواخت پخش شود، به‌طوری‌که ضخامت هر لایه پس از تراکم کمتر از دو برابر حداکثر اندازه سنگدانه‌ای نباشد. حداکثر ضخامت پخش باید به اندازه‌ای باشد که در صورت پخش در یک لایه دانسیته یکنواخت و هم‌واری سطح لایه تامین شود.
- به طور معمول ضخامت پخش هر لایه مخلوط آسفالت سرد امولسیون‌ی کارخانه‌ای پس از تراکم ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر می‌باشد. مخلوط‌های فوق را می‌توان در لایه‌های با ضخامت تا ۱۰۰ میلیمتر نیز اجرا کرد.
- مشابه سایر مخلوط‌های آسفالت سرد، مقاومت مطلوب مخلوط‌های فوق به منظور تحمل وزن غلتک بدون موج‌افتادگی با تبخیر رطوبت و مواد حلال اضافی حاصل می‌شود. به دلیل عدم هوادهی مخلوط‌های فوق، حداکثر ضخامت مجاز با توجه به نرخ کاهش رطوبت و مواد حلال اضافی تعیین می‌شود. مهمترین عوامل تاثیرگذار بر کاهش رطوبت و مواد حلال اضافی شامل نوع قیر، مقدار رطوبت یا حلال، دانه‌بندی و دمای مصالح سنگی، سرعت باد، دما و رطوبت محیط می‌شود. با توجه به متغیرهای فوق، تجربیات محلی به عنوان بهترین راهنما برای تعیین حداکثر ضخامت مجاز پخش مخلوط آسفالت سرد در نظر گرفته می‌شود.
- پخش مخلوط‌های فوق بر روی سطح راه می‌بایست از دورترین نقطه نسبت به کارخانه آسفالت شروع شود. حرکت ماشین‌آلات حمل بر روی آسفالت تازه پخش شده مجاز نیست، مگر آنکه برای تکمیل کار لازم باشد.
- پس از پخش هر لایه غلتک‌زنی اولیه توسط غلتک‌های چرخ‌فولادی جفت یا سه‌چرخ، غلتک‌های ارتعاشی یا غلتک‌های چرخ‌لاستیکی انجام می‌شود. وزن غلتک‌ها در این مرحله از تراکم حداقل ۹ تن و فشار تماسی لاستیک چرخ‌ها حداکثر ۶۲۰ کیلوپاسکال توصیه می‌شود. در صورت لزوم، غلتک‌زنی میانی توسط غلتک‌های چرخ‌لاستیکی بلافاصله پس از غلتک‌زنی اولیه انجام می‌شود. پس از شکل‌گیری نهایی مقطع عرضی راه، غلتک‌زنی نهایی به منظور از بین رفتن رد چرخ‌های غلتک‌های دو مرحله پیشین و بهبود هم‌واری لایه آسفالت سرد انجام می‌شود. استفاده از یک غلتک چرخ فولادی جفت با حداقل وزن هشت تن به منظور غلتک‌زنی نهایی توصیه می‌شود. در مکان‌های بسیار کوچک که عملیات تراکم با غلتک‌های فوق با مشکل مواجه می‌شود می‌توان با متراکم‌کننده صفحه‌ای یا متراکم‌کننده ضربه‌ای دستی به تراکم مورد نظر دست یافت.
- برای غلتک‌زنی اولیه آسفالت سرد با دانه‌بندی باز از غلتک چرخ فولادی و برای دانه‌بندی پیوسته از غلتک‌های ارتعاشی یا چرخ‌لاستیکی استفاده می‌شود. استفاده از غلتک ارتعاشی برای دانه‌بندی باز توصیه نمی‌شود چون باعث شکستن سنگدانه‌ها و گسستگی در آسفالت می‌شود.

- پخش یکنواخت مقدار کمی ماسه زبر خشک یا مصالح رد شده از الک ۲ میلی‌متر (شماره ۱۰) حاصل از سنگدانه‌های با دانه‌بندی باز، با نرخ ۳/۳ تا ۶/۶ کیلوگرم بر مترمربع، قبل یا پس از مرحله اولیه غلتک‌زنی از چسبیدن آسفالت سرد به ماشین‌آلات اجرایی و غلتک‌های بعدی جلوگیری می‌کند.
- در آسفالت سرد با دانه‌بندی باز شکست قیر امولسیون یا تبخیر حلال نسبتاً سریع روی می‌دهد و غلتک‌زنی این آسفالت را می‌توان بلافاصله پس از پخش (پشت فینیشر) شروع کرد. شکست قیر امولسیون یا تبخیر حلال در آسفالت سرد با دانه‌بندی پیوسته بر خلاف آسفالت سرد با دانه‌بندی باز، مدتی پس از پخش اتفاق می‌افتد. از آنجاکه رطوبت و یا حلال زیادی به منظور اختلاط آسفالت با دانه‌بندی پیوسته به کار می‌رود غلتک‌زنی اولیه تا کسب مقاومت کافی آسفالت به تأخیر می‌افتد. مقدار تأخیر به ضخامت پخش، شرایط عمل‌آوری نظیر دمای هوا، رطوبت و سرعت باد دارد.
- برای پخش مطلوب آسفالت سرد با فینیشرهای معمولی خودمحرکه نیاز است که سیال کافی درون فینیشر وجود داشته باشد. آسفالت خیلی خشک زیر ماله^۱ یا اتوی فینیشر معمولاً گسسته می‌شوند. افزایش مقدار آب آسفالت سرد می‌تواند مشکل را برطرف کند. گرم کردن اتوی فینیشر باعث رفع مشکل نمی‌گردد، بلکه با تسریع تبخیر آب باعث کاهش کارپذیری آسفالت می‌شود.
- به منظور پخش و تراکم آسفالت سرد که توسط گریدر پخش می‌شوند توجه به نکات زیر ضروری است:
- مخلوط‌های فوق می‌بایست در یک لایه یا چندین لایه نازک با ضخامت یکنواخت پخش شود، به طوریکه ضخامت هر لایه پخش شده پس از تراکم کمتر از ۲ برابر حداکثر اندازه سنگدانه‌ای مصالح و بیشتر از ۷۵ میلیمتر (۳ اینچ) نباشد. بهتر است که ضخامت لایه‌های پخش شده از ۶ برابر حداکثر اندازه سنگدانه‌ای کمتر باشد تا تراکم لازم حاصل گردد. پس از پخش هر لایه، عملیات تراکم توسط غلتک چرخ‌لاستیکی انجام می‌شود. برای غلتک‌زنی اولیه آسفالت با دانه‌بندی پیوسته در لایه‌های ضخیم می‌توان از غلتک پاچه‌بزی^۲ هم استفاده کرد.
- هنگام استفاده از گریدر به منظور پخش مخلوط آسفالت سرد، چرخ‌های گریدر لایه تازه پخش شده را تا حدودی متراکم می‌کنند و رد خود را بر روی آن باقی می‌گذارند. به منظور از بین رفتن رد چرخ گریدر، آسفالت سرد می‌بایست در چند لایه پخش شده و قبل از پخش لایه بعدی به اندازه کافی غلتک‌زنی گردد. غلتک می‌بایست مستقیماً پشت گریدر حرکت کند تا اثر رد چرخ‌های گریدر به حداقل برسد.
- اگر در هر زمانی حین عملیات تراکم، مخلوط آسفالت سرد دچار تغییرشکل‌های ماندگار زیاد یا موج‌افتادگی شود، غلتک‌زنی می‌بایست باید تا کاهش مناسب رطوبت یا مواد حلال به صورت طبیعی (در طی فرآیند اختلاط و پخش) یا در اثر هوادهی متوقف گردد.

¹ Strike-off² Padfoot Roller

- تمامی ناهمواری‌های سطحی می‌بایست همزمان با تکمیل عملیات تراکم و تا هنگامی که آسفالت همچنان نرم است از طریق تیغه زدن اصلاح گردد. عملیات تیغه زدن و تراکم می‌بایست تا زمانی که مقطع عرضی و شیب طولی مناسب حاصل گردد، ادامه یابد.
- پس از شکل‌گیری مقطع عرضی نهایی راه باید با استفاده از یک غلتک مناسب، ترجیحاً غلتک استاتیکی چرخ فولادی، تمامی رد غلتک‌ها را از بین برد.
- تجربه نشان داده که بهتر است آسفالت سرد ماسه‌ای در لایه‌های با ضخامت حداکثر ۵ سانتیمتر اجرا شود. لازم به ذکر است که استفاده از آسفالت سرد فوق عموماً برای لایه اساس مناسب‌تر است، اما گاهی اوقات به دلیل کمبود مصالح و ملاحظات اقتصادی می‌توان از آن در لایه رویه نیز استفاده کرد.
- به محض اینکه گیرش لایه آسفالت سرد ماسه‌ای کامل شود قیرهای امولسیون زودشکن از نوع RS-1، RS-2، CRS-1 و CRS-2 باید به طور یکنواخت پاشیده شود و بلافاصله با سنگریزه پوشیده شود. روند اجرا می‌بایست مطابق با آخرین ویرایش نشریه ES-12 انستیتو آسفالت باشد.

۱۸-۱۱- ملاحظات اجرایی آسفالت سرد

- در عملیات اجرای آسفالت سرد ملاحظات زیر می‌بایست در نظر گرفته شود:
- اجرای آسفالت سرد می‌بایست در دمای محیط حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد انجام شود. با توجه به گرم نشدن مصالح سنگی در آسفالت سرد، دمای مصالح حداکثر به دمای محیط می‌رسد. بلافاصله پس از افزودن قیر، دمای مخلوط به سرعت به دمای مصالح سنگی می‌رسد. در نتیجه، اگر هوا خیلی خنک باشد، عملیات اختلاط به سختی انجام می‌شود.
 - پخش آسفالت سرد کارخانه‌ای می‌بایست هنگامی انجام شود که بتوان به دانسیته مد نظر دست یافت. آسفالت سرد کارخانه‌ای نباید در سطوح خیس و یا شرایط آب و هوایی که حمل، پخش و تراکم با مشکل مواجه شود، پخش شود. آسفالت سرد لایه رویه می‌بایست هنگامی پخش شود که دمای سطح لایه زیرین حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد باشد.
 - پخش قیر بر روی مصالح سنگی آسفالت سرد مخلوط در محل باید هنگامی انجام شود که دمای هوا در سایه حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. عملیات فوق می‌بایست در طی بارندگی و پس از آن تا زمان خشک شدن مصالح سنگی متوقف شود.
 - مقدار آب زمان اختلاط برای آسفالت سرد امولسیونی باید کمترین مقداری باشد که امولسیون به طور یکنواخت در مخلوط پراکنده شود و کارایی مناسب را تأمین نماید. مصرف بیش از اندازه آب باعث تأخیر در عمل‌آمدن و عملیات غلتک‌زنی می‌گردد.

- زمان اختلاط آسفالت سرد امولسیون باید کمترین مقداری باشد که امولسیون به طور یکنواخت در مخلوط پراکنده شود. اختلاط بیش از اندازه موجب شکست کامل و جدا شدن امولسیون از سطح سنگدانه‌ها می‌گردد. زمان اختلاط مورد نیاز آسفالت سرد امولسیونی در کارخانه آسفالت کمتر از آسفالت داغ است.
- برای عمل‌آوری سریعتر، به جای اجرای یک لایه ضخیم، آسفالت سرد باید در چند لایه نازک اجرا گردد.
- اجرای قشرهای متوالی مشروط به آن است که لایه زیرین عمل آمده و آب و مواد فرار آن و تبخیر و متصاعد شده باشد. اگر آب و حلال‌های نفتی در اثر آب‌بندی سطح لایه متراکم محبوس گردد، مشکلاتی برای روسازی ایجاد می‌شود.
- در صورتی که شن‌زدگی اتفاق افتاد، باید هر چه زودتر و برای جلوگیری از خسارت بیشتر، مصالح کنده شده در سطح راه جارو شود. اگر شن‌زدگی ادامه یافت، باید اندود آب‌بندی با استفاده از امولسیون دیرشکن رقیق‌شده روی آن اجرا کرد. میزان رقیق کردن امولسیون بستگی به شدت شن‌زدگی و همچنین پیشگیری از چسبیدن لایه امولسیونی به چرخ خودروها دارد.
- رطوبت مصالح سنگی برای اختلاط با قیر امولسیون و تراکم آسفالت سرد باید حداکثر ۳٪ باشد. رطوبت بیشتر از ۳٪ موجب اشکال در اختلاط و تراکم و پوشش سنگدانه‌ها توسط قیر امولسیون می‌شود. در صورت استفاده از قیر محلول، باید مقدار رطوبت سطحی کمتر از ۳٪ باشد. قیرهای امولسیون آنیونی (MS و SS) و قیرهای امولسیون کاتیونی (CMS و CSS) بدون حلال نیاز به رطوبت به منظور اختلاط دارند. امولسیون‌های HFMS (به طور خاص HFMS-2s) و امولسیون‌های کاتیونی CMS-2 و CMS-2h به دلیل وجود مقداری حلال نفتی در ترکیب آن‌ها با مصالح خشک بهتر مخلوط می‌شوند.
- در صورت عبور جریان ترافیک در حین اجرای پروژه، می‌بایست تردد وسایل نقلیه با استفاده از علائم، موانع، تجهیزات، پرچم‌ها و خودروهای هشدار دهنده به نحوی هدایت شود که حداکثر ایمنی برای کاربران و کارگران تامین گردد و اجرای کار و عبور ترافیک با حداقل تداخل مواجه شود.
- عبور ترافیک بر روی مخلوط آسفالت سرد تازه پخش شده ممنوع است. در صورتی که عبور ترافیک در حین عملیات غلتک‌زنی اجتناب ناپذیر باشد، می‌بایست تا زمان تکمیل عملیات تراکم و عمل‌آوری مخلوط آسفالت سرد، سرعت وسایل نقلیه به کمتر از ۴۰ کیلومتر بر ساعت محدود شود.

۱۸-۱۲- کنترل کیفیت

۱۸-۱۲-۱- کنترل تراکم قشرهای آسفالت سرد

متوسط تراکم نسبی (متوسط دانسیته خشک) هریک از قشرهای آسفالت سرد به ازای هر پنج آزمایش (در پنج محل) باید حداقل ۹۵ درصد متوسط دانسیته خشک شش نمونه آزمایشگاهی مارشال (اخذ شده از کامیون‌های حمل)

باشد. همچنین در هیچ محلی تراکم نسبی کمتر از ۹۲ درصد دانسیته متوسط نمونه‌های آزمایشگاهی نباشد. دانسیته نمونه‌های آزمایشگاهی مخلوط آسفالت سردی که با قیرهای محلول تهیه می‌شود، بعد از تصعید ۵۰ درصد مواد فرار و حلال‌های نفتی آسفالت اندازه‌گیری می‌شود.

۱۸-۱۲-۲- کنترل سطح آسفالت

ضخامت و یکنواختی سطح قشرهای آسفالت سرد باید با مندرجات نقشه‌های اجرایی منطبق باشد. میزان اختلاف مجاز، باید از قبل در مشخصات خصوصی تصریح شده باشد که در هر حال، نباید از حدود زیر تجاوز کند:

✎ میانگین ضخامت آسفالت کوبیده شده نباید در کل پروژه کمتر از ضخامت طراحی (نقشه) و در هر نمونه‌برداری به تنهایی بیش از ۱۳ میلیمتر از ضخامت طراحی کمتر باشد.

➤ یکنواختی سطح نهایی روسازی در راستای موازی با محور و یا عمود بر محور می‌بایست از طریق شمشه سه متری کنترل شده و به ترتیب بیش از ± 5 و ± 8 میلیمتر نباشد.

هرگونه ناهمواری خارج از رواداری فوق و کلیه معایب موجود در سطح روسازی باید با هزینه پیمانکار و طبق نظر مهندس مشاور اصلاح گردد.

۱۸-۱۲-۳- آزمایش‌های کنترل کیفیت

مصالص مصرفی در مخلوط آسفالت سرد را در حین کار باید مورد آزمایش قرار داد تا نواقص و انحراف‌های آن نسبت به مشخصات فنی مورد نیاز، به سرعت اصلاح شود. به منظور کنترل کیفیت ابتدا باید نمونه‌برداری از مصالح انجام و سپس آزمایش شود. توضیحات بیشتر در این زمینه در بند ۲۰-۴-۴- ارائه شده است.

۱۸-۱۲-۳-۱- قیر

قیر مصرفی برای آسفالت سرد باید با انجام آزمایش‌هایی به شرح مشخصات فصل چهارم و بر اساس تواتر بیان شده در جدول (۲۷-۲۰) کنترل گردد.

۱۸-۱۲-۳-۲- مصالح سنگی

مصالح سنگی باید با انجام آزمایش‌های دانه‌بندی، ارزش ماسه‌ای، دامنه خمیری، شکستگی، وزن مخصوص و رطوبت، بر اساس تواتر بیان شده در جدول (۲۷-۲۰) کنترل گردد.

۱۸-۱۲-۳-۳- مخلوط آسفالتی

کیفیت آسفالت سرد تولیدی کارخانه بابد مطابق آزمایش‌های جدول (۱۲-۱۸) کنترل شود. چنانچه نتایج هر کدام از آزمایش‌ها مطابق با مشخصات تعیین شده نباشد، باید اقدام فوری برای رفع نقص انجام شود. اگر در چهار نوبت متوالی،

نتایج یک آزمایش خارج از مشخصات باشد، باید عملیات آسفالتی متوقف و بعد از حصول اطمینان نسبت به رفع نواقص، کار مجدداً شروع شود.

جدول ۱۸-۱۲- کنترل کیفیت آسفالت تولیدی^۱

گروه	عنوان آزمایش‌ها	تناوب	محل نمونه‌گیری
سری کامل آزمایش‌ها	مشخصات ارائه شده در جداول (۹-۱۸) الی (۱۱-۱۸)	ارائه شده در جدول (۲۸-۲۰)	ارائه شده در جدول (۲۸-۲۰)
آزمایش‌های جزئی	درصد قیر، دانه‌بندی		

^۱ هرگاه که مهندس مشاور تشخیص دهد به تعداد آزمایش‌های دوره‌ای مذکور افزوده می‌شود.

پیش از انجام آزمایش تجزیه مخلوط به روش مکانیکی (اکستراکشن) به منظور تعیین درصد قیر و دانه‌بندی، مخلوط آسفالت سرد که ضخامت نکوبیده و غیر متراکم آن از ۳۸ میلیمتر تجاوز نکند در یک ظرف فلزی قرار می‌گیرد و سه نوبت و هر نوبت یک ساعت در اون (گرمخانه) با دمای 121 ± 3 درجه سانتیگراد حرارت داده می‌شود. هر بار بعد از یک ساعت، نمونه از اون خارج شده و یک دقیقه کاملاً هم زده می‌شود. سپس نمونه در دمای اتاق سرد شده و مطابق با روش استاندارد ASTM D 2172 یا AASHTO T 164 مورد آزمایش اکستراکشن قرار گیرد.

۱۸-۱۲-۳-۴- کنترل آسفالت کوبیده شده سطح راه و ضخامت لایه

جزئیات مربوط به آزمایش‌های کنترل میزان کوبیدگی و ضخامت لایه آسفالتی کوبیده شده در بند ۲۰-۴-۵- ارائه شده است.