ابنیه طراحان نصر www.ATNasr.ir

ISIRI
12505
1st.edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۱۲۵۰۵
چاپ اول

قیر و مواد قیری
مشخصات قیرهای راه‌سازی

Bitumen and bituminous materials-
Asphalts pavement construction characteristics

ICS:93.080.20

ابنیه طراحان نصر www.ATNasr.ir

به‌نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML) [3]است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC) [5]در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای‌عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عمل‌کرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

---

* مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1 - International organization for Standardization
2 - International Electro technical Commission
3 - International Organization of Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" قیر و مواد قیری مشخصات قیرهای راه‌سازی "

رئیس:	**سمت و / یا نمایندگی:**
اسماعیلی طاهری، محسن (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	مدیر کل دفتر پژوهش و تحقیقات علمی شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
دبیر:	
اسدی مهماندوستی، الهام (کارشناس ارشد زمین‌شناسی)	کارشناس دفتر پژوهش و تحقیقات علمی شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
اعضاء (اسامی به ترتیب حروف الفبا):	
پورشیرازی، محمدعلی (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	انجمن شرکت‌های ساختمانی
خانی، حامد (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری
شرقی، عبدالعلی (دکترای مهندسی عمران)	عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
عرب، جابر (کارشناس ارشد شیمی)	سرپرست آزمایشگاه شیمی و فیزیک شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
فروتن، سارا (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)	شرکت نفت پاسارگاد
فیروزی‌فر، سید حسن (دکترای شیمی پلیمر)	شرکت نفت پاسارگاد

کارگر، محمدحسن (کارشناس ارشد زمین‌شناسی)	کارشناس دفتر امور فنی شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
محمودی‌نیا، نادر (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	کارشناس آزمایشگاه مقاومت مصالح شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
مدرس، امیر (کارشناس ارشد مهندسی عمران)	دانشگاه تربیت مدرس
مصطفوی، بیتا (کارشناس ارشد شیمی)	مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
میرحسینی، سید محسن (کارشناس مدیریت)	سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد		ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		د
پیش‌گفتار		ز
۱	هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	قیرهای خالص	۵
۴	قیرهای محلول	۱۳
۵	قیرهای امولسیونی (قیرآبه‌ها)	۱۸
۶	انواع اصلاح کننده‌ها و افزودنی‌های قیر	۲۳

پیش‌گفتار

استاندارد"قیر و مواد قیری- مشخصات قیرهای راه‌سازی " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک (سهامی خاص) تهیه و تدوین شده و در دویست و شصت و سومین اجلاس کمیتهٔ ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۲ مورد تصویب قرار گرفت، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استاندارد ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

استانداردهای ملی ایران شمارهٔ ۱۲۴ سال ۱۳۷۰، قیر (کلیات و تقسیم بندی)، شمارهٔ ۱۲۵ سال ۱۳۷۵، قیر (مشخصات قیرهای مایع) و شماره ۱۲۶ سال ۱۳۷۰، قیر (مشخصات قیرهای جامد) باطل و این استاندارد جایگزین آنها می‌شود.

منابع و مآخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱- نشریهٔ شمارهٔ ۱۰۱- مشخصات فنی عمومی راه (تجدید نظر اول)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سال ۱۳۸۲، تهران.

۲- نشریهٔ شمارهٔ ۲۳۴ – آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سال ۱۳۸۱، تهران.

۳- طباطبایی، امیرمحمد، ۱۳۷۹، روسازی راه، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ هفتم، ۵۶۵ صفحه.

۴- مخلوط‌های آسفالتی و قیر، شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک، ۱۳۸۷، چاپ اول، ۷۳۵ صفحه.

5 - The Asphalt Hand Book, Asphalt Institute, Manual Series No. 4, 7th Edition, 2007.

6 - A Basic Asphalt Emulsion Manual, Manual Series, No. 19, 3th Edition.

7 - ASTM D244 – 04: 2005, Standard Test Methods and Practices for Emulsified Asphalts.

8 - ASTM D946 – 82: 2005, Standard Specification for Penetration-Graded - Asphalt Cement for Use in Pavement Construction.

9 - ASTM D977 – 05, Standard Specification for Emulsified Asphalt.

10 - ASTM D2026 – 97:2004, Standard Specification for Cutback Asphalt (Slow-Curing Type).

11 - ASTM D2027 – 97:2004, Standard Specification for Cutback Asphalt (Medium-Curing Type).

12 - ASTM D2028 – 97: 2004, Standard Specification for Cutback Asphalt (Rapid-Curing Type).

13 - ASTM D2397 – 05, Standard Specification for Cationic Emulsified Asphalt.

14 - ASTM D2399 – 83: 2005: Standard Practice for Selection of Cutback Asphalts.

15 - ASTM D6114 – 97: 2002, Standard Specification for Asphalt-Rubber Binder.

16 - ASTM D6154 – 04, Standard Specification for Chemically Modified Asphalt Cement for Use in Pavement Construction.

17 - ASTM D6373 – 07e1, Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder.

18 - AASHTO M20 – 70: 2004, Standard Specification for Penetration - Graded Asphalt Cement.

19 - AASHTO M81 – 92: 2004, Standard Specification for Cutback Asphalt (Rapid- Curing Type).

20 - AASHTO M82 – 75: 2004, Standard Specification for Cutback Asphalt (Medium-Curing Type).

21 - AASHTO M140 – 03, Standard Specification for Emulsified Asphalt.

22 - AASHTO M208 – 01: 2005, Standard Specification for Cationic Emulsified Asphalt.

23 - AASHTO M226 – 80: 2004, Standard Specification for Viscosity- Graded Asphalt Cement.

24 - AASHTO M320 – 05, Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder.

ابنیه طراحان نصر www.ATNasr.ir

قیر و مواد قیری – مشخصات قیرهای راه‌سازی

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات قیرهای راه‌سازی می‌باشد.

۱-۲ قیرهای نفتی از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر به دست می‌آید (شکل ۱) و نهایتاً آن‌چه که در ته برج تقطیر باقی‌می‌ماند قیر خالص نفتی است. قیرهای با درجه سفتی متفاوت برای مصارف مختلف راه‌سازی (در شرایط آب و هوایی و اقلیمی مختلف) را می‌توان با تنظیم درجهٔ حرارت و فشار داخل برج‌های تقطیر، به‌دست آورد.

۱-۳ به طور کلی خصوصیات قیرهای نفتی تابع نوع و جنس نفت خام، کمیت و کیفیت هیدروکربورهای تشکیل‌دهنده و روش تقطیر است. قیرهای مصرفی در صنعت راه‌سازی، با توجه به نوع و شرایط آن در راه‌سازی به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف- قیرهای خالص[1]

ب- قیرهای محلول[2]

ج- قیرهای امولسیونی[3]

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵۱۷: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری- مصالح راه‌ها و روسازی- واژه‌نامه.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۹۵۰: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری- تعیین درجهٔ نفوذ- روش آزمون.

۲-۳ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۹۵۳: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری- تعیین حلالیت مواد قیری در تری‌کلرواتیلن- روش آزمون.

---

1 -Asphalt cement
2 -Liquid Asphalt (Cutback)
3 - Emulsified Asphalt

۲-۴ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۹۵۴: سال ۱۳۸۷، قیر و مواد قیری- تعیین نقاط اشتعال و شعله‌وری با ظرف روباز کلیولند- روش آزمون.

۲-۵ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۹۵۷: سال ۱۳۸۷، قیر و مواد قیری- تاثیر گرما و هوا بر مواد قیری (آسفالتی) TFOT- روش آزمون.

۲-۶ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳۸۶۶: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری- تعیین کشش‌پذیری- روش آزمون.

۲-۷ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳۸۶۸: سال ۱۳۸۶، قیر و مواد قیری- تعیین نقطه نرمی (با ابزار حلقه وگلوله)- روش آزمون.

2-8 ASTM D93-05e1, Standard Test Method for Flash-Point by Pensky-Martens Closed Cup Test.

2-9 ASTM D95-05e1, Standard Test Method for Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation.

2-10 ASTM D140-01: 2007, Standard Practice for Sampling Bituminous Materials.

2-11 ASTM D243-08, Standard Test Method for Residue of Specified Penetration.

2-12 ASTM D402-08, Standard Test Method for Distillation of Cut-Back Asphaltic (Bituminous) Products.

2-13 ASTM D2170-07, Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Asphalts (Bitumens).

2-14 ASTM D2171-07, Standard Test Method for Viscosity of Asphalts by Vacuum Capillary Viscometer.

2-15 ASTM D2196, Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational (Brookfield Type) Viscometer.

2-16 ASTM D2872-04, Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test).

2-17 ASTM D3143-08, Standard Test Method for Flash Point of Cutback Asphalt with Tag Open-Cup Apparatus.

2-18 ASTM D3381-05, Standard Specification for Viscosity-Graded Asphalt Cement for Use in Pavement Construction.

2-19 ASTM D3910-07, Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal.

2-20 ASTM D4402-06, Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer.

2-21 ASTM D4957-08, Standard Test Method for Apparent Viscosity of Asphalt Emulsion Residues and Non-Newtonian Bitumens by Vacuum Capillary Viscometer.

ابنیه طراحان نصر www.ATNasr.ir

2-22 ASTM D5329, Standard Test Methods for Sealants and Fillers, Hot-Applied, for Joints and Cracks in Asphaltic and Portland Cement Concrete Pavements.

2-23 ASTM D5546-01, Standard Test Method for Solubility of Asphalt Binders in Toluene by Centrifuge.

2-24 ASTM D6114-97: 2002, Standard Specification for Asphalt-Rubber Binder.

2-25 ASTM D6154-04, Standard Specification for Chemically Modified Asphalt Cement for Use in Pavement Construction.

2-26 AASHTO M323-04, Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design.

2-27 AASHTO PP42-07, Standard Practice for Determination of low-Temperature Performance Grade (PG) of Asphalt Binders.

2-28 AASHTO R28-06, Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV).

2-29 AASHTO R29-02: 2006, Standard Practice for Grading or Verifying the Performance Grade of an Asphalt Binder.

2-30 AASHTO R35-04, Standard Practice for Superpave Volumetric Design for Hot-Mix Asphalt (HMA).

2-31 AASHTO T55-02: 2006, Standard Method of Test for Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation.

2-32 AASHTO T78-05, Standard Method of Test for Distillation of CutBack Asphaltic (Bituminous) Products.

2-33 AASHTO T79-96: 2004, Standard Method of Test for Flash Point with Tag Open-Cup Apparatus for Use with Material Having a Flash Less Than 93.3ºC (200ºF).

2-34 AASHTO T201-03, Standard Method of Test for Kinematic Viscosity of Asphalts (Bitumens).

2-35 AASHTO T202-03, Standard Method of Test for Viscosity of Asphalts by Vacuum Capillary Viscometer.

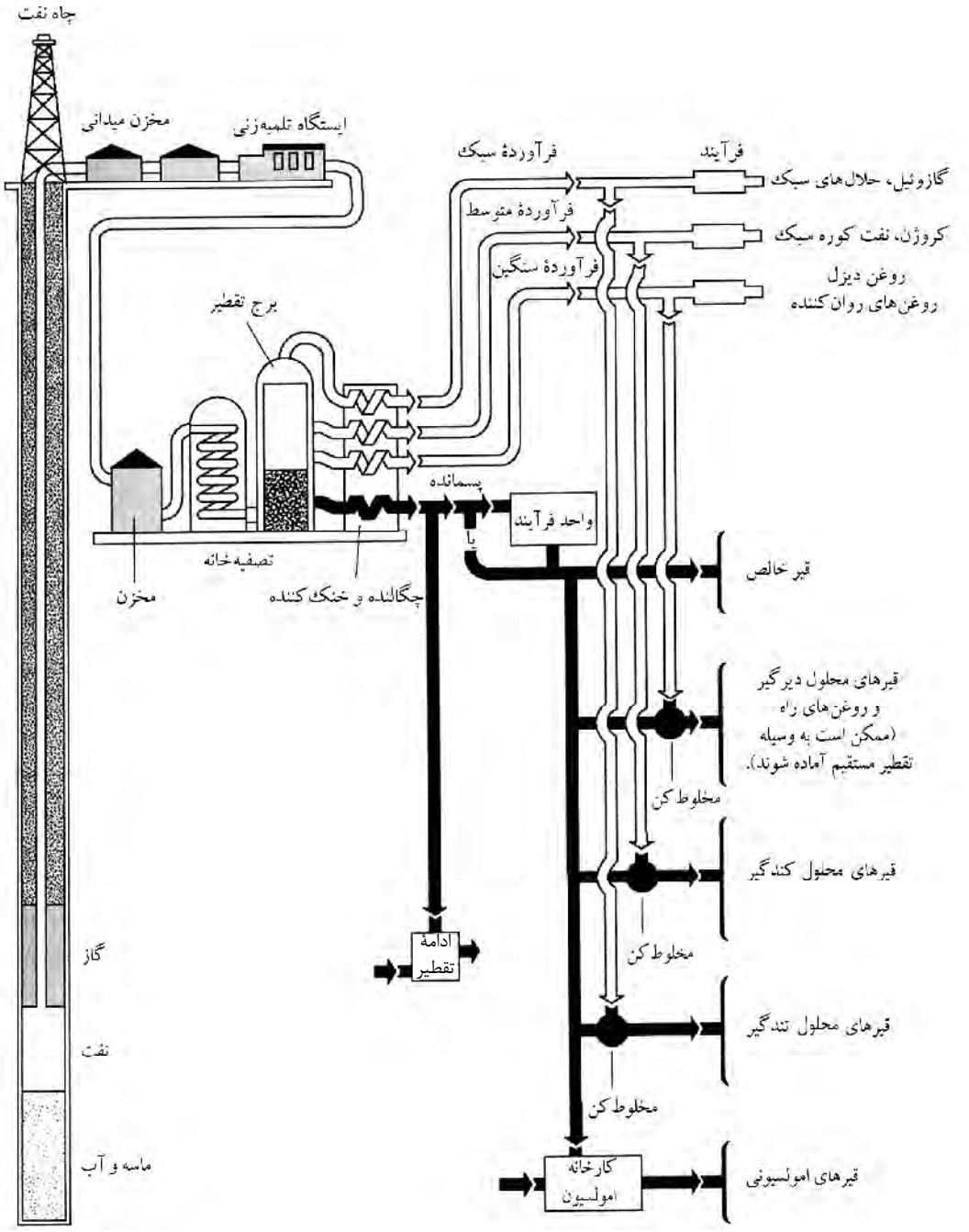
2-36 AASHTO T240-06, Standard Method of Test for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test).

2-37 AASHTO T313-06, Standard Method of Test for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR).

2-38 AASHTO T314-07, Standard Method of Test for Determining the Fracture Properties of Asphalt Binder in Direct Tension (DT).

2-39 AASHTO T315-06, Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder for Specification Purposes Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR).

2-40 AASHTO T316-06, Standard Method of Test for Viscosity Determination of Asphalt Binder Using Rotational Viscometer



شکل ۱ نمودار تولید قیرهای نفتی

۳ قیرهای خالص

۳ ۱ قیرهایی که مستقیماً از برج تقطیر در خلاء پالایشگاه به دست می‌آید و مختصری در جریان فرآیند هوادهی قرار می‌گیرند، قیرهای خالص نامیده می‌شود. قیرهای خالص در اثر فشار و حرارت به صورت مایع غلیظ و آب‌گون تغییرشکل می‌دهند و در دمای کم، حالات الاستیک و فنری دارد.

۳ ۲ قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی بر اساس درجهٔ نفوذ[۱]، گرانروی[۲] و عملکرد[۳] مطابق جدول ۱ تقسیم‌بندی می‌شوند. مشخصات فنی آن‌ها باید با جداول ۲ الی ۷ مطابقت داشته باشد.

۳ ۳ در طبقه‌بندی بر اساس درجهٔ نفوذ، قیر باید همگن و فاقد آب باشد. هم‌چنین زمانی که تا ۱۷۵ درجهٔ سلسیوس گرم می‌شود، نباید کف کند.

۳ ۴ مشخصات بیان شده در جداول ۳ الی ۵، طبقه‌بندی قیر بر اساس گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس را بیان می‌کند. سه مجموعه از محدودیت‌ها برای این مشخصات پیشنهاد شده است. کاربر باید جدول مدنظر را مشخص کند، در غیر این صورت از جدول ۳ باید استفاده شود.

۳ ۵ مشخصات بیان شده در جداول ۶ الی ۷، طبقه‌بندی قیر بر اساس عملکرد را بیان می‌کند. مشخصات طبقه‌بندی به میانگین هفت روز متوالی دماهای حداکثر و حداقل طرح روسازی وابسته است.

۳ ۶ جدول ۷ بر اساس استاندارد بند ۲ ۲۸ برای تعیین حداقل دمای شکست بحرانی[۴] با استفاده از ترکیب روش آزمون استانداردهای بند ۲ ۹ و ۲ ۲۹ است. در صورتی که متقاضی نوع جدول را مشخص نکند، جدول ۶ باید استفاده شود.

یادآوری در مواردی که استانداردهای ASTM، ASHTO و ملی در کنار هم آمده‌اند، ملاک عمل استاندارد ملی است.

---

1 - Penetration
2 - Viscosity
3 - Performance
4 - The critical low temperature

جدول ۱ طبقه‌بندی قیرهای خالص

انواع قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی بر اساس درجهٔ نفوذ، گرانروی و عملکرد			
درجهٔ نفوذ	گرانروی		عملکرد
	قیر اولیه	قیر باقی مانده	
۴۰ ۵۰	AC ۲٫۵	AR ۱۰	PG ۴۶
۶۰ ۷۰	AC ۵	AR ۲۰	PG ۵۲
۸۵ ۱۰۰	AC ۱۰	AR ۴۰	PG ۵۸
۱۲۰ ۱۵۰	AC ۴۰	AR ۸۰	PG ۶۴
۲۰۰ ۳۰۰	AC ۲۰	AR ۱۶۰	PG ۷۰
			PG ۷۶
			PG ۸۲

جدول ۲- مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که بر اساس درجهٔ نفوذ طبقه‌بندی شده‌اند.

آزمون	استاندارد			درجهٔ نفوذ									
				۴۰ ۵۰		۶۰ ۷۰		۸۵ ۱۰۰		۱۲۰ ۱۵۰		۲۰۰ ۳۰۰	
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم
درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز کلیولند)، °C	۲۹۵۴	D۹۲	T۴۸	۲۳۲	–	۲۳۲	–	۲۳۲	–	۲۱۸	–	۱۷۷	–
کشش‌پذیری در ۲۵درجهٔ سلسیوس، ۵ cm/min، cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–
آزمون گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک، ۳٫۲ mm، ۱۶۳ °C، به مدت ۵ ساعت:													
تغییرات جرم، ٪ (کاهش یا افزایش)	۲۹۵۷	D۱۷۵۴	T۱۷۹	–	۰٫۸	–	۰٫۸	–	۱٫۰	–	۱٫۳	–	۱٫۵
نسبت درجهٔ نفوذ قیر باقی‌مانده به درجهٔ‌نفوذ قیر اولیه، ٪	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۵۸	–	۵۴	–	۵۰	–	۴۶	–	۴۰	–
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۵ cm/min، cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	–	–	۵۰	–	۷۵	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
آزمون لکه (هنگامی که انجام و حلال آن مشخص شده باشد)[الف]:													
حلال نفتای استاندارد	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									
حلال زایلن- نفتا، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									
حلال زایلن- هپتان، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									

الف استفاده از آزمون لکه، اختیاری است. زمانی که این آزمون درخواست شده باشد، کارشناس متقاضی باید مشخص کند که از حلال نفتای استاندارد، حلال زایلن- نفتا، یا حلال زایلن- هپتان برای مطابقت با الزامات درخواستی استفاده شود و هم‌چنین در صورت استفاده از حلال‌های زایلن، درصد آن مشخص شود.

جدول ۳ (اختیاری) مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که بر اساس گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس طبقه‌بندی شده‌اند.

(طبقه‌بندی بر اساس قیر اولیه)

آزمون	استاندارد			درجهٔ گرانروی				
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	AC ۲٫۵	AC ۵	AC ۱۰	AC ۲۰	AC ۴۰
گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، پاسکال ثانیه 1) ($\frac{N.S}{m^2}$)	–	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۲۵ ± ۵	۵۰ ± ۱۰	۱۰۰ ± ۲۰	۲۰۰ ± ۴۰	۴۰۰ ± ۸۰
حداقل گرانروی کنیماتیک در ۱۳۵ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s	–	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۸۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۱۰	۳۰۰
حداقل درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۲۰۰	۱۲۰	۷۰	۴۰	۲۰
حداقل نقطهٔ اشتعال COC، °C	۲۹۵۴	D۹۲	T۴۸	۱۶۳	۱۷۷	۲۱۹	۲۳۲	۲۳۲
حداقل حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰
آزمون‌ها بر روی باقی‌مانده آزمون گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک:								
حداکثر گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، پاسکال ثانیه 1) ($\frac{N.S}{m^2}$)	–	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰
حداقل کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، cm ،۵ cm/min	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰ الف	۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰
آزمون لکه (هنگامی که انجام و حلال آن مشخص شده باشد)ب:								
حلال نفتای استاندارد	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.				
حلال زایلن نفتا، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.				
حلال زایلن هپتان، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.				

الف اگر کشش‌پذیری کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر این که کشش‌پذیری در ۱۵٫۶ درجهٔ سلسیوس حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

ب استفاده از آزمون لکه، اختیاری است. زمانی که این آزمون درخواست شده باشد، کاربر باید مشخص کند که از حلال نفتای استاندارد، حلال زایلن نفتا، یا حلال زایلن- هپتان برای مطابقت با الزامات درخواستی استفاده شود و هم‌چنین در صورت استفاده از حلال‌های زایلن، درصد آن مشخص شود.

یادآوری برای استفاده از این جدول به بند ۳ ۴ مراجعه شود.

جدول ۴ (اختیاری) مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که بر اساس گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس طبقه‌بندی شده‌اند.

(طبقه‌بندی بر اساس قیر اولیه)

آزمون	استاندارد			درجهٔ گرانروی					
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	AC ۲/۵	AC ۵	AC ۱۰	AC ۲۰	AC ۳۰	AC ۴۰
گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، پاسکال ثانیه 1) $\frac{N.S}{m^2}$)	-	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۲۵ ± ۵	۵۰ ± ۱۰	۱۰۰ ± ۲۰	۲۰۰ ± ۴۰	۳۰۰ ± ۶۰	۴۰۰ ± ۸۰
حداقل گرانروی کنیماتیک در ۱۳۵ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s	-	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۱۲۵	۱۷۵	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰
حداقل درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۲۲۰	۱۴۰	۸۰	۶۰	۵۰	۴۰
حداقل نقطهٔ اشتعال COC، °C	۲۹۵۴	D۹۲	T۴۸	۱۶۳	۱۷۷	۲۱۹	۲۳۲	۲۳۲	۲۳۲
حداقل حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰
آزمون‌ها بر روی باقی‌مانده آزمون گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک:									
تغییرات جرم، ٪ (کاهش یا افزایش)[الف]	۲۹۵۷	D۱۷۵۴	T۱۷۹	-	۱/۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
حداکثر گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، پاسکال ثانیه 1) $\frac{N.S}{m^2}$)	-	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۱۶۰۰
حداقل کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۵ cm/min، cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰[ب]	۱۰۰	۷۵	۵۰	۴۰	۲۵
آزمون لکه (هنگامی که انجام و حلال آن مشخص شده باشد)[ج]:									
حلال نفتای استاندارد	۲۹۴۹	-	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.					
حلال زایلن نفتا، درصد زایلن	۲۹۴۹	-	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.					
حلال زایلن هپتان، درصد زایلن	۲۹۴۹	-	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.					

الف استفاده از الزامات افت حرارتی، اختیاری است.

ب اگر کشش‌پذیری کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر این که کشش‌پذیری در ۱۵/۶ درجهٔ سلسیوس حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

ج استفاده از آزمون لکه، اختیاری است. زمانی که این آزمون درخواست شده باشد، کاربر باید مشخص کند که از حلال نفتای استاندارد، حلال زایلن نفتا، یا حلال زایلن- هپتان برای مطابقت با الزامات درخواستی استفاده شود و هم‌چنین در صورت استفاده از حلال‌های زایلن، درصد آن مشخص شود.

یادآوری برای استفاده از این جدول به بند ۳ ۴ مراجعه شود.

جدول ۵ (اختیاری) مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که بر اساس گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس طبقه‌بندی شده‌اند.

(طبقه‌بندی بر اساس قیر باقی‌مانده از آزمون گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک متحرک)

آزمون طبق استاندارد بند ۲ ۳۶[الف]	استاندارد			درجهٔ گرانروی				
	ایران	ASTM	AASHTO	AR ۱۰	AR ۲۰	AR ۴۱	AR ۸۰	AR ۱۶۰
گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، پاسکال ثانیه 1) $(\frac{N.S}{m^2})$	-	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۱۰۰ ± ۲۵	۲۰۰ ± ۵۰	۴۰۰ ± ۱۰۰	۸۰۰ ± ۲۰۰	۱۶۰۰ ± ۴۰۰
حداقل گرانروی کنیماتیک در ۱۳۵ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s،	-	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۱۴۰	۲۰۰	۲۷۵	۴۰۰	۵۵۰
حداقل درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۶۵	۴۰	۲۵	۲۰	۲۰
حداقل نفوذ باقی‌مانده به اولیه در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ٪	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	-	۴۰	۴۵	۵۰	۵۲
حداقل کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، cm ،۵ cm/min	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰[ب]	۱۰۰[ب]	۷۵	۷۵	۷۵
آزمون‌ها بر روی قیر اولیه:								
حداقل نقطهٔ اشتعال، COC، °C	۲۹۵۴	D۹۲	T۴۸	۲۰۵	۲۱۹	۲۲۷	۲۳۲	۲۳۸
حداقل حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰	۹۹٫۰

الف آزمون گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک طبق استاندارد بند ۲ ۵ نیز ممکن است استفاده شود اما استاندارد بند ۲ ۳۶ باید روش مرجع باشد.

ب اگر کشش‌پذیری کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر این که کشش‌پذیری در ۱۵٫۶ درجهٔ سلسیوس حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

ابنیه طراحان نصر www.ATNasr.ir

جدول ۶ مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که بر اساس عملکرد طبقه‌بندی شده‌اند.

درجه عملکرد	PG ۴۶			PG ۵۲							PG ۵۸					PG ۶۴						PG ۷۰						PG ۷۶					PG ۸۲				
	۴۶	۴۰	۳۴	۴۶	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰
حداکثر دمای طرح روسازی (میانگین ۷ روزه)، C° [الف]	<۴۶			<۵۲							<۵۸					<۶۴						<۷۰						<۷۶					<۸۲				
حداقل دمای طرح روسازی، C° [الف]	> ۴۶	> ۴۰	> ۳۴	> ۴۶	> ۴۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۱۰	> ۴۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۴۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۱۰	> ۴۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۱۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۱۰	> ۳۴	> ۲۸	> ۲۲	> ۱۶	> ۱۰
قیر اولیه																																					
حداقل نقطهٔ اشتعال(طبق استاندارد بند ۲ ۴)، C°	۲۳۰																																				
گرانروی با استفاده از ویسکومتر چرخشی (طبق استاندارد بند ۲ ۴۰) [ب]: حداکثر Pa.s ۳: دمای آزمون، C°	۱۳۵																																				
برش دینامیکی (DSR) (طبق استاندارد بند ۲ ۳۹) [پ]: G*/Sinδ ≤ ۱٫۰۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، C°	۴۶			۵۲							۵۸					۶۴						۷۰						۷۶					۸۲				
پسماند گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک چرخشی RTFOT (طبق استاندارد بند ۲ ۳۶)																																					
حداکثر تغییرات جرم، ٪ (کاهش یا افزایش) [ت]:	۱٫۰۰																																				
برش دینامیکی (DSR) (طبق استاندارد بند ۲ ۳۹): G*/Sinδ [ث] ≥ ۲٫۲۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، C°	۴۶			۵۲							۵۸					۶۴						۷۰						۷۶					۸۲				
پسماند پیرشدگی تحت فشار PAV (طبق استاندارد بند ۲ ۲۸)																																					
دمای پیرشدگی تحت فشار، C° [ج]:	۹۰			۹۰							۱۰۰					۱۰۰						۱۰۰						۱۰۰					۱۰۰				
برش دینامیکی (DSR) (طبق استاندارد بند ۲ ۳۹): G*/Sinδ ≥ ۵۰۰۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، C°	۴	۷	۱۰	۷	۱۰	۱۳	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۲۸	۱۹	۲۲	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۲۲	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۴۰
سفتی خزشی (BBR) (طبق استاندارد بند ۲ ۳۷) [چ]: S ≥ ۳۰۰ MPa مقدار m حداقل ۰٫۳۰۰ دمای آزمون در ۶۰s، C°	۳۶	۳۰	۲۴	۳۶	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰
کشش مستقیم (DT) (طبق استاندارد بند ۲ ۳۸) [چ]: حداقل کرنش گسیختگی ≤ ٪ ۱٫۰ دمای آزمون در ۱۰ mm/min، C°	۳۶	۳۰	۲۴	۳۶	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۳۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰	۲۴	۱۸	۱۲	۶	۰

الف دماهای روسازی بر اساس دمای هوا با استفاده از روندهای بیان شده در استانداردهای بند ۲ ۲۶ و بند ۲ ۳۰ تخمین زده می‌شوند.[۱۲]

ب این الزامات در صورت صلاح‌دید کارفرما و در صورتی که تولیدکننده تضمین نماید که قیر تحویل داده شده می‌تواند در دماهایی که تمامی استانداردهای ایمنی را برآورده می‌سازد به اندازهٔ کافی پمپ و مخلوط شود، چشم پوشی شود.

پ برای کنترل کیفی قیرهای اصلاح نشده، اندازه‌گیری گرانروی قیر اولیه برای اندازه‌گیری‌های برش دینامیک G*/Sinδ در دمای آزمون جایی که قیر یک سیال نیوتنی است، قابل جای‌گزینی است.

ت G*/Sinδ = بیشترین دمای سفتی و G*/Sinδ = متوسط دمای سفتی می‌باشند.

ث تغییرات جرم برای هر تغییر مثبت (افزایش جرم) یا منفی (کاهش جرم) کمتر از ۱٫۰۰ باشد.

ج پیرشدگی تحت فشار بر اساس شرایط دمایی تشبیه شده است و یکی از سه دمای ۹۰° C، ۱۰۰° C یا ۱۱۰° C است. معمولاً پیرشدگی تحت فشار برای PG ۵۸ xx و بیشتر، ۱۰۰° C است، در شرایط آب هوای بیابانی این دما برای PG ۷۰ xx و بیشتر، ۱۱۰° C تعیین شده است.

چ اگر سفتی خزشی کمتر از ۳۰۰Mpa باشد، آزمون کشش مستقیم مورد نیاز نیست. اگر سفتی خزشی بین ۳۰۰ Mpa تا ۶۰۰ Mpa باشد، الزامات کرنش گسیختگی کشش مستقیم می‌تواند به جای الزامات سفتی خزشی به‌کار برده شود. الزامات مقدار m باید در هر دو مورد، متقاعدکننده باشد.

---

۱ در صورت وجود نرم افزار رایانه‌ای مانند **LTPP Bind** نیز می‌توان از آن‌ها برای تعیین دماهای روسازی بر اساس دمای هوای استفاده کرد.

جدول ۷ مشخصات فنی قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی که براساس عملکرد طبقه‌بندی شده‌اند.

درجه عملکرد	PG ۴۶			PG ۵۲						PG ۵۸					PG ۶۴						PG ۷۰						PG ۷۶					PG ۸۲				
	۴۶	۴۰	۳۴	۴۶	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۴۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰	۳۴	۲۸	۲۲	۱۶	۱۰
حداکثر دمای طرح روسازی (میانگین ۷ روزه)، °C [الف]	<۴۶			<۵۲						<۵۸					<۶۴						<۷۰						<۷۶					<۸۲				
حداقل دمای طرح روسازی، °C [الف]	۴۶ <	۴۰ <	۳۴ <	۴۶ <	۴۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۴۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۴۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۱۰ <	۴۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۱۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۱۰ <	۳۴ <	۲۸ <	۲۲ <	۱۶ <	۱۰ <
قیر اولیه																																				
حداقل نقطهٔ اشتعال(طبق استاندارد بند ۲ ۴)، °C	۲۳۰																																			
گرانروی با استفاده از ویسکومتر چرخشی (طبق استاندارد بند ۲ ۴۰) [ب]: حداکثر ۳ Pa.s: دمای آزمون، °C	۱۳۵																																			
برش دینامیکی (طبق استاندارد بند ۲ ۴۰) [پ]: $G^*/\sin\delta \geq$ ۱٫۰۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، °C	۴۶			۵۲						۵۸					۶۴						۷۰						۷۶					۸۲				
پسماند گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک چرخشی RTFOT (طبق استاندارد بند ۲ ۳۶)																																				
حداکثر تغییرات جرم، ٪ (کاهش یا افزایش) [ت]:	۱٫۰۰																																			
برش دینامیکی (DSR) (طبق استاندارد بند ۲ ۴۰): $G^*/\sin\delta$ [ث] ≤ ۲٫۲۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، °C	۴۶			۵۲						۵۸					۶۴						۷۰						۷۶					۸۲				
پسماند پیرشدگی تحت فشار PAV (طبق استاندارد بند ۲ ۲۸)																																				
دمای پیرشدگی تحت فشار، °C [ج]:	۹۰			۹۰						۱۰۰					۱۰۰						۱۰۰						۱۰۰					۱۰۰				
برش دینامیکی (DSR) (طبق استاندارد بند ۲ ۴۰): $G^*/\sin\delta \geq$ ۵۰۰۰ kPa دمای آزمون در سرعت دورانی ۱۰ rad/s، °C	۴	۷	۱۰	۷	۱۰	۱۳	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۱۳	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۲۸	۱۶	۱۹	۲۲	۲۵	۲۸	۳۱	۱۹	۲۲	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۲۲	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۲۵	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۴۰	۲۸	۳۱	۳۴	۳۷	۴۰
حداقل دمای شکست بحرانی (طبق استاندارد بند ۲ ۲۷) [چ]: دمای آزمون، °C	۲۴	۳۰	۳۶	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۰	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰

الف دماهای روسازی بر اساس دمای هوا با استفاده از روندهای بیان شده در استانداردهای بند ۲ ۲۶ و بند ۲ ۳۰ تخمین زده می‌شوند.[۱۴]

ب این الزامات در صورت صلاح‌دید کارفرما و در صورتی که تولیدکننده تضمین نماید که قیر تحویل داده شده می‌تواند در دماهایی که تمامی استانداردهای ایمنی را برآورده می‌سازد به اندازهٔ کافی پمپ و مخلوط شود، چشم پوشی گردد.

پ برای کنترل کیفی قیرهای اصلاح نشده، اندازه‌گیری گرانروی قیر اولیه برای اندازه‌گیری‌های برش دینامیک $G^*/\sin\delta$ در دمای آزمون جایی که قیر یک سیال نیوتنی است، قابل جای‌گزینی است.

ت $G^*/\sin\delta$ = بیشترین دمای سفتی و $G^*/\sin\delta$ = متوسط دمای سفتی می‌باشند.

ث تغییرات جرم برای هر تغییر مثبت (افزایش جرم) یا منفی (کاهش جرم) کمتر از ۱٫۰۰ باشد.

ج پیرشدگی تحت فشار بر اساس شرایط دمایی تشبیه شده است و یکی از سه دمای ۹۰° C، ۱۰۰° C یا ۱۱۰° C است. معمولاً پیرشدگی تحت فشار برای PG ۵۸ xx و بیشتر، ۱۰۰° C است، در شرایط آب هوای بیابانی این دما برای PG ۷۰ xx و بیشتر، ۱۱۰° C تعیین شده است.

چ برای تایید طبقه‌بندی، حداقل یک آزمون در شش درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای آزمون مطابق استانداردهای بند ۲ ۳۷ و بند ۲ ۳۸ انجام شود. اگر سفتی خمشی در دو آزمون اولیه برابر نیست، انجام آزمون بند ۲ ۳۷ در دماهای بیشتر ممکن است احتیاج باشد. مقایسه کنید تنش شکست از استاندارد بند ۲ ۳۸ را در برابر تنش دمایی محاسبه شده بر اساس استاندارد بند۲ ۲۷. اگر تنش شکست بیشتر از تنش دمایی محاسبه شد، قیر خالص ویژگی دمایی را دارا می‌باشد.

---

۱ در صورت وجود نرم افزار رایانه‌ای مانند **LTPP Bind** نیز می‌توان از آن‌ها برای تعیین دماهای روسازی بر اساس دمای هوای استفاده کرد.

۴ قیرهای محلول

۴ ۱ قیرهای محلول از حل کردن قیرهای خالص در حلال‌ها و یا روغن‌های نفتی به دست می‌آید. نوع و کیفیت قیرهای محلول به کیفیت قیرهای خالص اصلی، نوع و مقدار حلال بستگی دارد. هر اندازه مقدار حلال‌های نفتی در قیر محلول زیادتر باشد، روانی آن بیشتر است. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول پنج درصد تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند.

۴ ۲ قیرهای محلول در ساخت و اصلاح روسازی کاربرد دارد. قیرهای محلول برحسب سرعت گیرش و نوع حلال مطابق جدول ۸ به سه گروه قیرهای محلول زودگیر، قیرهای محلول کندگیر و قیرهای محلول دیرگیر تقسیم می‌شود.

جدول ۸ انواع قیر محلول

طبقه‌بندی قیرهای محلول برحسب سرعت گیرش و نوع حلال		
زودگیر	**کندگیر**	**دیرگیر**
RC ۷۰	MC ۳۰	SC ۷۰
RC ۲۵۰	MC ۷۰	SC ۲۵۰
RC ۸۰۰	MC ۲۵۰	SC ۸۰۰
RC ۳۰۰۰	MC ۸۰۰	SC ۳۰۰۰
	MC ۳۰۰۰	
یادآوری اعداد پسوند نشانگر حداقل گرانروی قیر محلول برحسب سانتی‌استکس است.		

۴ ۲ ۱ قیرهای محلول زودگیر

۴ ۲ ۱ ۱ اگر از حلال‌های نفتی سبک برای حل کردن قیر خالص استفاده شود قیر محلول را زودگیر می‌نامند، زیرا حلال موجود در قیر، در مدت کمی بعد از مصرف قیر محلول تبخیر شده، قیر اصلی بر جای می‌ماند. مشخصات فنی قیرهای محلول زودگیر برای مصرف در راه‌سازی باید با مشخصات فنی جدول ۹ مطابقت داشته باشد.

جدول ۹ مشخصات فنی قیرهای محلول نوع زودگیر برای مصرف در راه‌سازی

آزمون	استاندارد			RC-۷۰		RC-۲۵۰		RC-۸۰۰		RC-۳۰۰۰	
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم
گرانروی کینیماتیک در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s	–	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز، تگ)، $^\circ C$	–	D۳۱۴۳	T۷۹	–	–	۲۷	–	۲۷	–	۲۷	–
آزمون تقطیر:											
درصد حجمی مواد تقطیرشده دردماهای زیر به کل مواد تقطیرشده در دمای ۳۶۰ درجهٔ سلسیوس											
تا ۱۹۰ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۱۰	–	–	–	–	–	–	–
تا ۲۲۵ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۵۰	–	۳۵	–	۱۵	–	–	–
تا ۲۶۰ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۷۰	–	۶۰	–	۴۵	–	۲۵	–
تا ۳۱۶ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۸۵	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–
پسماند تقطیر در ۳۶۰ درجهٔ سلسیوس، درصد حجمی	–	D۴۰۲	T۷۸	۵۵	–	۶۵	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمون‌ها روی پسماند تقطیر:											
گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، **پاسکال ثانیه 1)** $\left(\frac{N.S}{m^2}\right)$ [الف]	–	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، Cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	
آزمون لکه (هنگامی که انجام و حلال آن مشخص شده باشد)[ب]:											
حلال نفتای استاندارد	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.							
حلال زایلن- نفتا، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.							
حلال زایلن- هپتان، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.							
آب، ٪	–	D۹۵	T۵۵	–	۰٫۲	–	۰٫۲	–	۰٫۲	–	۰٫۲

الف به‌جای آزمون گرانروی قیر باقی‌مانده، می‌توان از آزمون درجهٔ نفوذ باقی‌مانده در ۲۵ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰ گرم و ۵ ثانیه) با میزان حداقل ۸۰ تا حداکثر ۱۲۰ برای RC ۷۰، RC ۲۵۰، RC ۸۰۰ و RC ۳۰۰۰ استفاده کرد. انجام هر دو آزمون در هیچ شرایطی ضرورت ندارد.

ب استفاده از آزمون لکه، اختیاری است. زمانی که این آزمون درخواست شده باشد، کاربر باید مشخص کند که از حلال نفتای استاندارد، حلال زایلن- نفتا، یا حلال زایلن- هپتان برای مطابقت با الزامات درخواستی استفاده شود و هم‌چنین در صورت استفاده از حلال‌های زایلن، درصد آن مشخص شود.

یادآوری اگر کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر آن‌که کشش‌پذیری آن‌ها در ۱۵٫۶ درجهٔ سلسیوس بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

۴ ۲ ۲ قیرهای محلول کندگیر

۴ ۲ ۲ ۱ اگر از حلال‌های نفتی متوسط برای حل کردن قیر خالص استفاده شود قیر محلول را کندگیر می‌نامند. مشخصات فنی قیرهای محلول کندگیر باید با مشخصات جدول ۱۰ مطابقت داشته باشد.

۴ ۲ ۳ قیرهای محلول دیرگیر

۴ ۲ ۳ ۱ اگر از حلال‌های نفتی سنگین برای حل کردن قیر خالص استفاده شود قیر محلول را دیرگیر می‌نامند. قیرهای دیرگیر در شرایط آب و هوایی عادی تبخیر نمی‌شوند بلکه تغییر شکل مولکولی در آنها به‌وجود می‌آید که نسبتاً تدریجی و طولانی است. مشخصات فنی قیرهای محلول کندگیر باید با مشخصات جدول ۱۱ مطابقت داشته باشد.

قیرهای محلول دیرگیر را می‌توان نظیر قیرهای خالص، از تقطیر نفت خام نیز به‌دست آورد. این نوع قیرها که به روغن راه[1] موسوم است، همان پسماند تقطیر نفت خام است که هنوز روغن موتور نفت خام از آن جدا نشده است.

1 - Road oil

جدول ۱۰ مشخصات فنی قیرهای محلول نوع کندگیر برای مصرف در راه‌سازی

آزمون	استاندارد			MC ۳۰		MC ۷۰		MC ۲۵۰		MC ۸۰۰		MC ۳۰۰۰	
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم
گرانروی کینیماتیک در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s [الف]	–	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۳۰	۶۰	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز، تگ)، $^\circ C$	–	D۳۱۴۳	T۷۹	۳۸	–	۳۸	–	۶۶	–	۶۶	–	۶۶	–
آزمون تقطیر:													
درصد حجمی مواد تقطیرشده دردماهای زیر به کل مواد تقطیرشده در دمای ۳۶۰ درجهٔ سلسیوس													
تا ۲۲۵ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	–	۲۵	–	۲۰	–	۱۰	–	–	–	–
تا ۲۶۰ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۴۰	۷۰	۲۰	۶۰	۱۵	۵۵	–	۳۵	–	۱۵
تا ۳۱۶ درجهٔ سلسیوس	–	D۴۰۲	T۷۸	۷۵	۹۳	۶۵	۹۰	۶۰	۸۷	۴۵	۸۰	۱۵	۷۵
پسماند تقطیر تا ۳۶۰ درجهٔ سلسیوس درصد حجمی از نمونهٔ متفاوت	–	D۴۰۲	T۷۸	۵۰	–	۵۵	–	۶۷	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمون‌ها روی پسماند تقطیر:													
گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، **پاسکال ثانیه 1)** $\frac{N.S}{m^2}$ [الف]	–	D۲۱۷۱	T۲۰۲	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، Cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–
آزمون لکه (هنگامی که انجام و حلال آن مشخص شده باشد)[ب]:													
حلال نفتای استاندارد	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									
حلال زایلن- نفتا، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									
حلال زایلن- هپتان، درصد زایلن	۲۹۴۹	–	T۱۰۲	برای تمام قیرها منفی است.									
آب، ٪	–	D۹۵	T۵۵	–	۰٫۲	–	۰٫۲	–	۰٫۲	–	۰٫۲	–	۰٫۲

الف به‌جای آزمون گرانروی قیر باقی‌مانده، می‌توان از آزمون درجهٔ نفوذ باقیمانده در ۲۵ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰ گرم و ۵ ثانیه) با میزان حداقل ۸۰ تا حداکثر ۱۲۰ برای RC ۷۰، RC ۲۵۰، RC ۸۰۰ و RC ۳۰۰۰– استفاده کرد؛ انجام هر دو آزمون در هیچ شرایطی ضرورت ندارد.

ب استفاده از آزمون لکه، اختیاری است. زمانی که این آزمون درخواست شده باشد، کاربر باید مشخص کند که از حلال نفتای استاندارد، حلال زایلن- نفتا، یا حلال زایلن- هپتان برای مطابقت با الزامات درخواستی استفاده شود و هم‌چنین در صورت استفاده از حلال‌های زایلن، درصد آن مشخص شود.

یادآوری اگر کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر آن‌که کشش‌پذیری آن‌ها در ۱۵٫۶ درجهٔ سلسیوس بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

جدول ۱۱ مشخصات فنی قیرهای محلول نوع دیرگیر برای مصرف در راهسازی

آزمون	استاندارد			SC ۷۰		SC ۲۵۰		SC ۸۰۰		SC ۳۰۰۰	
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم
گرانروی کینیماتیک در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s	–	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز، کلیولند)، $^{\circ}C$	–	D۳۱۴۳	T۷۹	۶۶	–	۷۹	–	۹۳	–	۱۰۷	–
آزمون تقطیر:											
تقطیر کل تا ۳۶۰ درجهٔ سلسیوس، حجم ٪	–	D۴۰۲	T۷۸	۱۰	۳۰	۴	۲۰	۲	۱۲	–	۵
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–	۹۹٫۰	–
گرانروی کینیماتیک در پسماند تقطیر در ۶۰ درجهٔ سلسیوس، mm^2/s	–	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۴۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰۰	۴۰۰۰	۳۵۰
آزمون‌ها روی پسماند تقطیر:											
پسماند درجهٔ نفوذ ۱۰۰، ٪	–	D۲۴۳	-	۵۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۸۰	–
کشش‌پذیری پسماندهٔ درجهٔ نفوذ ۱۰۰ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، cm	۳۸۶۶	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
آب، ٪	–	D۹۵	T۵۵	–	۰٫۵	–	۰٫۵	–	۰٫۵	–	۰٫۵

یادآوری اگر کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، مشروط بر آن‌که کشش‌پذیری آن‌ها در ۱۵٫۶ درجهٔ سلسیوس بیشتر از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، قیر قابل قبول است.

قیرهای امولسیونی (قیرآبه‌ها)

۵ ۱ از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده امولسیون‌ساز[1]، قیرهای امولسیونی به‌دست می‌آید. در این مخلوط قیر با ابعاد از یک تا ۱۰ میکرون (۰/۰۰۱ میلی‌متر تا ۰/۰۱ میلی‌متر)، در آب شناور است. آب، فاز پیوسته و قیر فاز معلق و ناپیوسته این مخلوط را تشکیل می‌دهد. امولسیون‌سازها موجب ایجاد بارالکتریکی هم‌نام (مثبت یا منفی) در سطح ذرات قیر می‌شود. نیروی دافعه ناشی از این بار مانع به‌هم پیوستن ذرات قیر در امولسیون می‌شود.

۵ ۲ مقدار قیر در قیرهای امولسیونی ۵۰ درصد تا ۷۵ درصد است. مقدار امولسیون‌ساز نسبت به وزن کل امولسیون حداکثر ۰/۵ درصد می‌باشد. از قیرهای امولسیونی برای تهیهٔ انواع مخلوط‌های آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل، آسفالت حفاظتی اندودهای قیری، درزگیری و لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی، تثبیت خاک، ماسه و غبارنشانی می‌توان استفاده کرد. برای مصرف قیرهای امولسیونی معمولاً نیازی به حرارت دادن آن‌ها نیست. بنابراین از نظر اقتصادی و ایمنی بر انواع دیگر قیرها برتری دارند. اختلاط قیرهای امولسیونی با سنگدانه‌های مرطوب و یا پخش قیرهای امولسیونی روی بستر مرطوب شنی و یا آسفالتی راه در عملکرد قیرهای امولسیونی تأثیر منفی ندارد.

۵ ۳ قیرهای امولسیونی برحسب نوع بار ذره‌ای ایجاد شده در سطح ذرات شناور قیر، به دو گروه اصلی و زیرگروه‌های دیگر به شرح جدول ۱۲ تقسیم می‌شود.

---

1 - Emulsifier

جدول ۱۲ انواع قیرهای امولسیونی

طبقه‌بندی قیرهای امولسیونی برحسب نوع بار ذره‌ای		
نوع	**آنیونیک**	**کاتیونیک**
تندشکن	RS ۱ RS ۲ HFRS ۲	CRS ۱ CRS ۲
کندشکن	MS ۱ MS ۲ MS ۲h HFMS ۱ HFMS ۲ HFMS ۲h HFMS ۲S	CMS ۲ CMS ۲H
دیرشکن	SS ۱ SS ۱h	CSS ۱ CSS ۱h
سریع‌شکن	QS ۱H	CQS ۱CH

۵ ۳ ۱ قیرهای امولسیونی آنیونیک

۵ ۳ ۱ ۱ با استفاده از امولسیون‌سازهای نوع نمک‌های قلیایی اسیدهای آلی، سطح ذرات قیر، دارای بار منفی می‌شود. این قیرهای امولسیونی را آنیونیک می‌نامند. قیرهای امولسیونی آنیونیک به چهار نوع تندشکن[1]، کندشکن[2]، دیرشکن[3] و سریع‌شکن[4] که هر یک زیر بخش‌هایی به شرح جدول ۱۳ دارند، تقسیم می‌شود.

۵ ۳ ۲ قیرهای امولسیونی کاتیونیک

۵ ۳ ۲ ۱ با استفاده از امولسیون‌سازهایی از نوع ترکیبات آلی نمک‌های آمونیوم و یا آمین‌ها، سطح دانه‌های قیر دارای بار مثبت می‌شود. این قیرهای امولسیونی را کاتیونیک می‌نامند. قیرهای امولسیونی کاتیونیک به چهار نوع تندشکن، کندشکن، دیرشکن و سریع‌شکن که هر یک زیر بخش‌هایی به شرح جدول ۱۴ دارند، تقسیم می‌شود.

---

1 - Rapid Setting
2 - Medium Setting
3 -Slow Setting
4 -Quick Setting

جدول ۱۳ مشخصات فنی قیرهای امولسیونی آنیونیک برای مصرف در راه‌سازی

نوع	تندشکن						کندشکن					
	RS-۱		RS-۲		HFRS-۲		MS-۱		MS-۲		MS-۲h	
درجه	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم
آزمون بر روی امولسیون‌ها:												
گرانروی، سیبولت فورل در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، S	۲۰	۱۰۰	–	–	–	–	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–
گرانروی، سیبولت فورل در ۵۰ درجهٔ سلسیوس، S	–	–	۷۵	۴۰۰	۷۵	۴۰۰	–	–	–	–	–	–
آزمون پایداری ذخیره‌سازی (انبارش)، ۲۴ ساعت، ٪[الف]	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱
قابلیت دو فازی شدن ml ۳۵، $N\ CaCl_2$ ۰٫۰۲، ٪	۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	–	–	–	–	–	–
قابلیت اندود و میزان مقاومت در برابر آب:												
اندود، مصالح سنگی خشک	–		–		–		خوب		خوب		خوب	
اندود، پس از پاشش	–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط	
اندود، مصالح سنگی مرطوب	–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط	
اندود، پس از پاشش	–				–		متوسط		متوسط		متوسط	
آزمون اختلاط با سیمان، ٪	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
آزمون الک، ٪[الف]	-	۰٫۱۰	-	۰٫۱۰	-	۰٫۱۰	-	۰٫۱۰	-	۰٫۱۰	-	۰٫۱۰
پسماند حاصل از تقطیر، ٪	۵۵	–	۶۳	–	۶۳	–	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–
حلال‌های نفتی در حجم امولسیون، ٪	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
آزمون‌ها بر روی پسماند تقطیر:												
درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، cm/min ۵، cm	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–
آزمون شناوری، ۶۰ درجهٔ سلسیوس، s	–	–	–	–	۱۲۰۰	–	–	–	–	–	–	–

الف اگر کاربرد امولسیون در عملیات میدانی مناسب بود، الزامات این آزمون حذف می‌شود.

یادآوری- کلیهٔ آزمون‌ها مندرج در جدول طبق استاندارد بند ۲ ۱۲ می‌باشد.

ادامهٔ جدول ۱۳ مشخصات فنی قیرهای امولسیونی آنیونیک برای مصرف در راه‌سازی

نوع	کند شکن								دیر شکن				سریع شکن	
	HFMS-۱		HFMS-۲		HFMS-۲ h		HFMS-۲ s		SS-۱		SS-۱ h		QS-۱ H	
درجه	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم
آزمون بر روی امولسیون‌ها:														
گرانروی، سیبولت فورل در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، S	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۵۰	–	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
گرانروی، سیبولت فورل در ۵۰ درجهٔ سلسیوس، S	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
آزمون پایداری ذخیره‌سازی (انبارش)، ۲۴ ساعت، ٪[الف]	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱		۱	–	۱		
قابلیت دو فازی شدن ۳۵ ml، ۰٫۰۲ N $CaCl_2$، ٪	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
قابلیت اندود و میزان مقاومت در برابر آب:														
اندود، مصالح سنگی خشک	خوب		خوب		خوب		خوب		–		–			
اندود، پس از پاشش	متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–			
اندود، مصالح سنگی مرطوب	متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–			
اندود، پس از پاشش	متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–			
آزمون اختلاط با سیمان، ٪	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲٫۰		۲٫۰		N/A
آزمون الک، ٪[الف]	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰	–	۰٫۱۰
پسماند حاصل از تقطیر، ٪	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۷	–	۵۷	–	۵۷	
حلال‌های نفتی در حجم امولسیون، ٪	–	–	–	–	–	–	۱	۷	–	–	–	–		
آزمون‌ها بر روی پسماند تقطیر:														
درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۲۰۰	–	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۴۰	۹۲۰
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۵ cm/min، cm	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–	۹۷٫۵	–
آزمون شناوری، ۶۰ درجهٔ سلسیوس، s	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰		–	–	–	–	–	–

الف اگر کاربرد امولسیون در عملیات میدانی مناسب بود، الزامات این آزمون حذف می‌شود

یادآوری : کلیهٔ آزمون‌ها مندرج در جدول طبق استاندارد بند ۲ ۱۲ می‌باشد.

جدول ۱۴ مشخصات فنی قیرهای امولسیونی کاتیونیک برای مصرف در راهسازی

نوع	تندشکن				کندشکن				دیرشکن				سریع شکن	
درجه	CRS-۱		CRS-۲		CMS-۲		CMS-۲ h		CSS-۱		CSS-۱ h		CQS-۱ h	
	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم	مینیمم	ماکسیمم
آزمون بر روی امولسیون‌ها:														
گرانروی، سیبولت فورل در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، S									۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
گرانروی، سیبولت فورل در ۵۰ درجهٔ سلسیوس، S	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۵۰						
آزمون پایداری ذخیره‌سازی (انبارش)، ۲۴ ساعت، ٪[الف]		۱		۱		۱		۱		۱		۱		۱
قابلیت دو فازی شدن ، ml ۳۵ ،٪ ۰٫۸ دی‌اکتیل سدیم سولفوسوکسینات، ٪	۴۰	–	۴۰	–										
قابلیت اندود و میزان مقاومت در برابر آب:														
اندود، مصالح سنگی خشک					خوب		متوسط							
اندود، پس از پاشش					متوسط		متوسط							
اندود، مصالح سنگی مرطوب					متوسط		متوسط							
اندود، پس از پاشش					متوسط		متوسط							
آزمون تعیین بار اندازه	مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت	
آزمون الک، ٪[الف]		۰٫۱۰		۰٫۱۰		۰٫۱۰		۰٫۱۰		۰٫۱۰		۰٫۱۰		۰٫۱۰
آزمون اختلاط با سیمان، ٪									۲٫۰		۲٫۰		N/A	
تقطیر:														
حلال‌های نفتی در حجم امولسیون، ٪		۳		۳		۱۲		۱۲						
پسماند	۶۰		۶۵		۶۵		۶۵		۵۷		۵۷		۵۷	
آزمون‌ها بر روی پسماند تقطیر:														
درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه	۱۰۰	۲۵	۱۰۰	۲۵	۱۰۰	۲۵	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۵	۴۰	۹۰	۴۰	۹۰
کشش‌پذیری در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، cm/min ۵، cm	۴۰		۴۰		۴۰		۴۰		۴۰		۴۰		۴۰	
حلالیت در تری‌کلرواتیلن، ٪	۹۷٫۵		۹۷٫۵		۹۷٫۵		۹۷٫۵		۹۷٫۵		۹۷٫۵		۹۷٫۵	

الف اگر کاربرد امولسیون در عملیات میدانی مناسب بود، الزامات این آزمون حذف می‌شود.

یادآوری کلیهٔ آزمون‌ها مندرج در جدول طبق استاندارد بند ۲ ۱۲ می‌باشد.

۶ انواع اصلاح کننده‌ها و افزودنی‌های قیر

به منظور اصلاح برخی از خواص قیر از افزودنی‌ها و یا اصلاح کننده‌های قیر[1] استفاده می‌شود. این ترکیبات طیف وسیعی از مواد معدنی، آلی، طبیعی و صنعتی را در بر می‌گیرند. قیرهای اصلاح شده برحسب نوع افزودنی و یا اصلاح‌کننده‌های قیر به سه گروه اصلی زیر تقسیم می‌شوند:

الف قیرهای اصلاح‌شده پلیمری (Polymer Modified Aasphalts, PMAs)

ب قیرهای اصلاح‌شده با لاستیک (Asphalt Rubber Binder)

ج قیرهای اصلاح‌شده با مواد شیمیایی (Chemically Modified Asphalt Cements)

۶ ۱ قیرهای اصلاح‌شده پلیمری

ساخت روسازی‌های بتن آسفالتی با استفاده از قیرهای خالص اصلاح شده با پلیمرهای مناسب توسعه یافته است. از آن‌جایی که آزمون‌ها، مشخصات عملکردی قیرهای اصلاح شده با پلیمر را نشان نمی‌دهند، بنابراین بر اساس خصوصیات فیزیکی پلیمرها و مشخصات عملکردی مدنظر، پلیمر مناسب انتخاب می‌شود.

پلیمرها برمبنای خصوصیات فیزیکی خود به دو دسته پلاستومرها[2] (پلاستیک‌ها) و الاستومرها[3] (لاستیک‌ها) تقسیم می‌شوند. زمانی که پلیمری کشیده می‌شود، اگر با برداشته شدن بار در موقعیت کشیده شده باقی بماند، پلاستومر و اگر به شکل اولیه خود بازگردد، الاستومر است. متناسب با خصوصیات مدنظر برای قیر از یکی از فرآورده‌های الاستومری یا پلاستومری استفاده می‌شود.

۶ ۲ قیرهای اصلاح شده با لاستیک

این قیرها از اختلاط پودر لاستیک‌های بازیافتی[4] و در صورت لزوم افزودنی‌های معدنی و یا مواد الیافی دیگر، با قیر خالص تهیه می‌شوند. پودر مصرفی باید با قیر داغ آن‌چنان مخلوط شده، واکنش نشان دهد که ذرات لاستیک قبل از مصرف قیر به اندازهٔ کافی متورم و منبسط شده باشند. قیرهایی که به این طریق اصلاح می‌شوند از نظر گرانروی به سه گروه ۱، ۲ و۳ به ترتیب با غلظت زیاد تا کم تقسیم می‌شوند. مشخصات پودر لاستیک مصرفی برای تهیهٔ این قیرها باید مطابق مشخصات استاندارد بند ۲ ۲۴ باشد. مشخصات فنی این نوع قیرها باید مطابق جدول ۱۵ باشد.

---

1 - Modifier
2 - Plastomers
3 - Elastomers
4 - Ground Recycled Tire

جدول ۱۵ الزامات فیزیکی برای قیرهای اصلاح شده با لاستیک

آزمون [الف]	استاندارد				نام قیر		
	ملی ایران	ASTM	AASHTO		نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳
گرانروی ظاهری، ۱۷۵ درجهٔ سلسیوس: cP [ب و ج]	–	D۲۱۹۶	–	مینیمم	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰
				ماکسیمم	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
درجهٔ نفوذ در ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم و ۵ ثانیه: ۰٫۱ میلی متر	۲۹۵۰	D۵	T49	مینیمم	۲۵	۲۵	۵۰
				ماکسیمم	۷۵	۷۵	۱۰۰
درجهٔ نفوذ در ۴ درجهٔ سلسیوس، ۲۰۰ گرم و ۶۰ ثانیه: ۰٫۱ میلی متر	۲۹۵۰	D۵	T49	مینیمم	۱۰	۱۵	۲۵
نقطه نرمی، °C	۳۸۶۸	D۳۶	T53	مینیمم	۵۷٫۲	۵۴٫۴	۵۱٫۷
برگشت‌پذیری، ۲۵ درجهٔ سلسیوس: ٪	–	D۵۳۲۹	–	مینیمم	۲۵	۲۰	۱۰
نقطهٔ اشتعال با ظرف آزمون پنساکی- مارتنز، °C	–	D۹۳	–	مینیمم	۲۳۲٫۲	۲۳۲٫۲	۲۳۲٫۲
نسبت درجه نفوذ در ۴ °C بر روی پسماند قیر از آزمون گرمخانهٔ لایهٔ نازک [د] (استاندارد ملی ۲۹۵۷) به درجه نفوذ اولیه در ۴ °C بر حسب درصد	۲۹۵۰	D۵	T49	مینیمم	۷۵	۷۵	۷۵

الف برای اطلاعات بیشتر به ضمیمه استاندارد بند ۲ ۲۴ مراجعه شود.

ب از هر دو ویسکومتر بروک فیلد (Brookfield) تحلیلی و رقومی می‌توان استفاده کرد. اندازهٔ نقطهٔ ماکسیمم را ثبت کنید.

برای مدل‌های سری LV از اسپیندل ۳ در rpm ۱۲ و برای مدل‌های سری RV و HV از اسپیندل ۳ در rpm ۲۰ استفاده شود.

ج ویسکومترهای چرخشی با سرعت زیاد نوع هاکی و ریون نیز اگر با اندازهٔ بروک فیلد هم‌خوانی داشته باشند ممکن است استفاده شوند. اما ویسکومتر بروک فیلد به عنوان مرجع است.

د پسماند RTFOT (روش آزمون مطابق استاندارد بند ۲ ۱۶) ممکن است جانشین پسماند TFOT شود، مگر اینکه TOFT به عنوان روش مرجع ذکر شود.

۳ ۶ قیرهای اصلاح‌شده با مواد شیمیایی

قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی از افزودن مواد شیمیایی تثبیت‌کننده به قیرهای خالص تهیه می‌شوند و باید مطابق مشخصات استاندارد بند ۲ ۲۵ باشد. قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی به چهار گروه CM ۵ ۱۰، CM ۱۰ ۲۰، CM ۲۰ ۳۰ و CM ۳۰ ۴۰ تقسیم شده که دارای مشخصات فنی مطابق جدول ۱۶ می‌باشند.

جدول ۱۶ مشخصات فنی برای قیرهای اصلاح‌شده با مواد شیمیایی

آزمون	استاندارد			گروه			
	ملی ایران	ASTM	AASHTO	CM ۵ ۱۰	CM ۱۰ ۲۰	CM ۲۰ ۳۰	CM ۳۰ ۴۰
حداقل گرانروی در ۶۰ درجهٔ سلسیوس[ب، ج و د]، Pa.s، $1\ S^{-1}$	–	D۴۹۵۷	–	۵۰/۰	۱۰۰/۰	۲۰۰	۳۰۰
حداقل گرانروی در ۱۳۵ درجهٔ سلسیوس، Pa.s، $10\ S^{-1}$	–	D۴۹۵۷	–	۰/۲ تا ۲/۰	۰/۴ تا ۴/۰	۰/۷ تا ۶/۰	۱/۰ تا ۸/۰
درجهٔ نفوذ، ۴ درجهٔ سلسیوس، ۲۰۰ گرم، ۶۰ ثانیه، یک‌دهم میلی‌متر	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۴۰ تا ۱۰۰	۳۰ تا ۶۵	۲۰ تا ۴۵	۱۲ تا ۳۵
درجهٔ نفوذ، ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۱۰۰ گرم، ۵ ثانیه، یک‌دهم میلی‌متر	۲۹۵۰	D۵	T۴۹	۱۴۰ تا ۱۸۵	۱۰۰ تا ۱۴۰	۶۵ تا ۱۰۰	۳۵ تا ۶۵
حداقل نقطهٔ اشتعال ظرف روباز کلیولند، °C	۲۹۵۴	D۹۲	T۴۸	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶
حداقل نقطهٔ نرمی، °C	۳۸۶۸	D۳۶	T۵۳	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
حداقل حلالیت در تری کلرو اتیلن، درصد	۲۹۵۳	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰	۹۹/۰
آزمون‌ها بر روی پسماند گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک:							
حداکثر شاخص پیرشدگی، نسبت گرانروی پس از گرم‌خانهٔ لایهٔ نازک به بعد از گرمخانهٔ لایهٔ نازک (ATFOT/BTFOT)	۲۹۵۷	D۱۷۵۴	T۱۷۹	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵

الف جابجایی تمام نمونه‌ها برای آزمون باید مطابق بند ۲ ۷ استاندارد بند ۲ ۲۱ باشد. گرم کردن نمونه‌ها در یک گرم‌خانه با دمای ۲ ± ۱۹۵ درجهٔ سلسیوس صورت می‌پذیرد. نمونه‌ها را در صورت لزوم تا زمانی که همگن شوند به هم بزنید و در یک ظرف آزمون مناسب بریزید. دمای آزمون در تمام آزمون‌ها باید ۵ ± ۸۰ درجهٔ سلسیوس باشد.

ب اغلب از لوله ویسکومتر کوپر (Kooper) اصلاح شده شمارهٔ ۲۰۰ با مکش ۳۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شود.

ج اغلب از لوله ویسکومتر کوپر اصلاح شده شمارهٔ ۵۰ با مکش ۱۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شود.

د در برخی روش‌های آزمون از پوآز به جای پاسکال ثانیه استفاده می‌کنند. برای تبدیل پوآز به پاسکال ثانیه، باید عدد پوآز در ۰/۱ ضرب شود.

ه انتخاب اندازه لوله و مکش باید متنوع باشد تا اندازه‌گیری نزدیک به سرعت برش جهت اجتناب از برون‌یابی داده‌ها داشته باشیم.