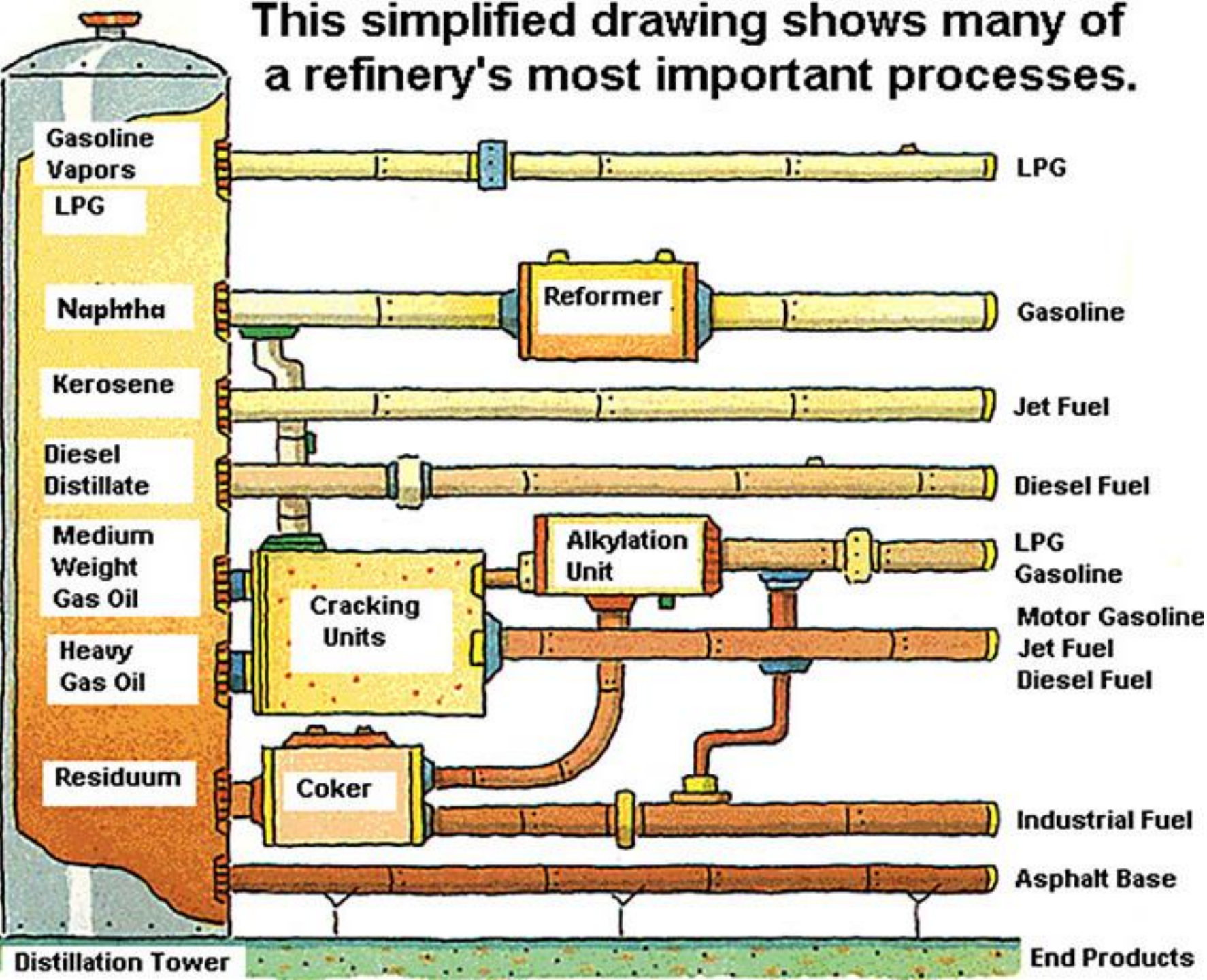
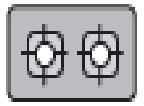
How produce the bitumen?

This simplified drawing shows many of a refinery's most important processes.



Gasoline, Gas fraction
→LP gas


Fuel for gas range

Fuel for taxi

Gasoline, Naphtha fraction
→Gasoline
→Naphtha and etc

Fuel for car

Plastic, Synthetic fiber, Fertilizer, Paint, Synthetic rubber

Kerosene fraction
→Kerosene
→Jet fuel

Fuel for oil heater

Fuel for jet airplane

Light fraction
→Light oil

Fuel for truck

Bottom oil
→Heavy oil

Fuel for ship

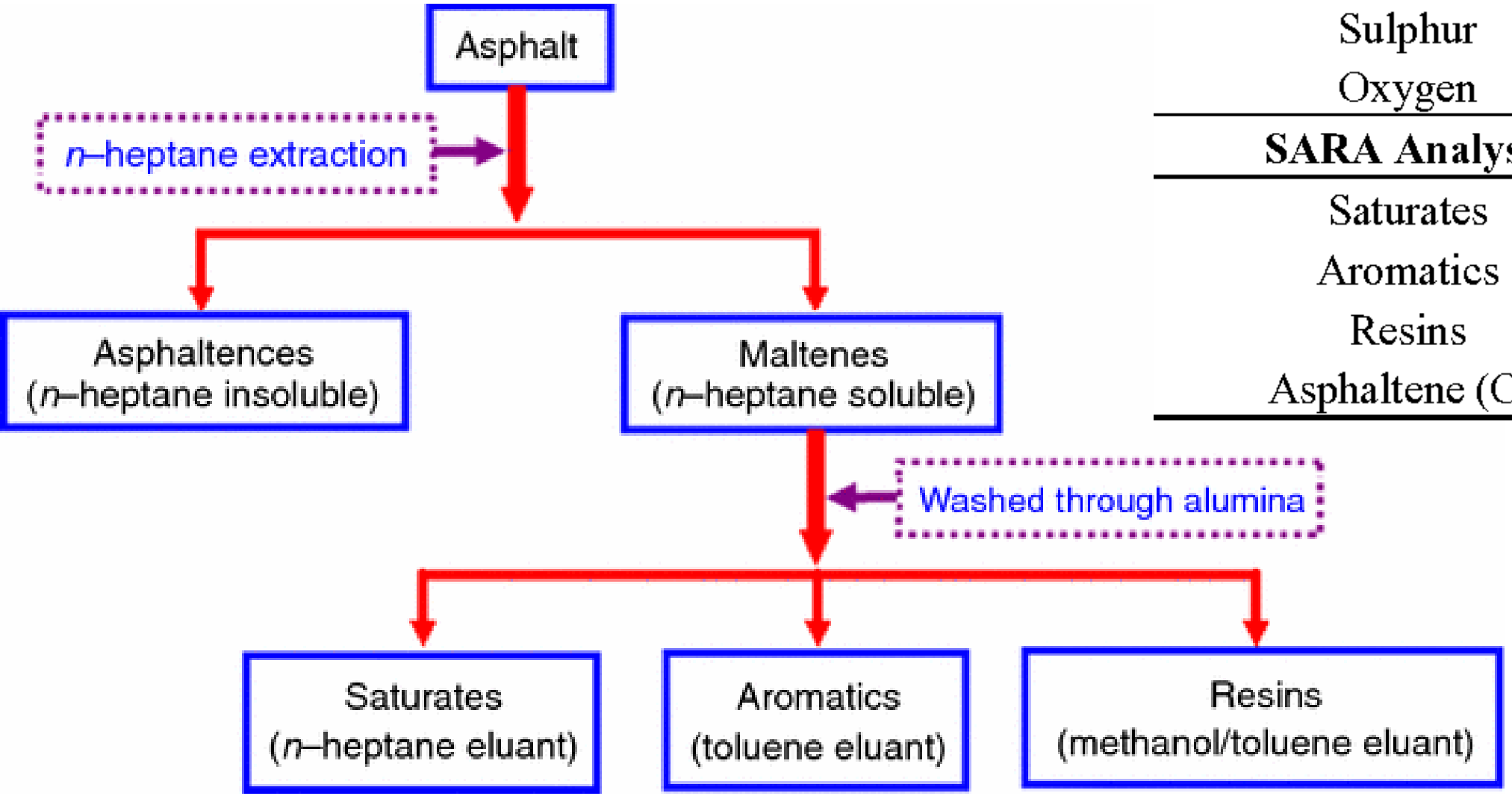
Fuel for power plant

→Asphalt

Road

Bitumen structure and analysis

Elemental Composition	Weight %
Carbon	83.2 ± 0.9
Hydrogen	9.7 ± 0.4
Nitrogen	0.4 ± 0.2
Sulphur	5.3 ± 0.2
Oxygen	1.7 ± 0.3
SARA Analysis	**Weight %**
Saturates	16.1 ± 2.1
Aromatics	48.5 ± 2.3
Resins	16.8 ± 1.2
Asphaltene (C_5)	18.6 ± 1.8

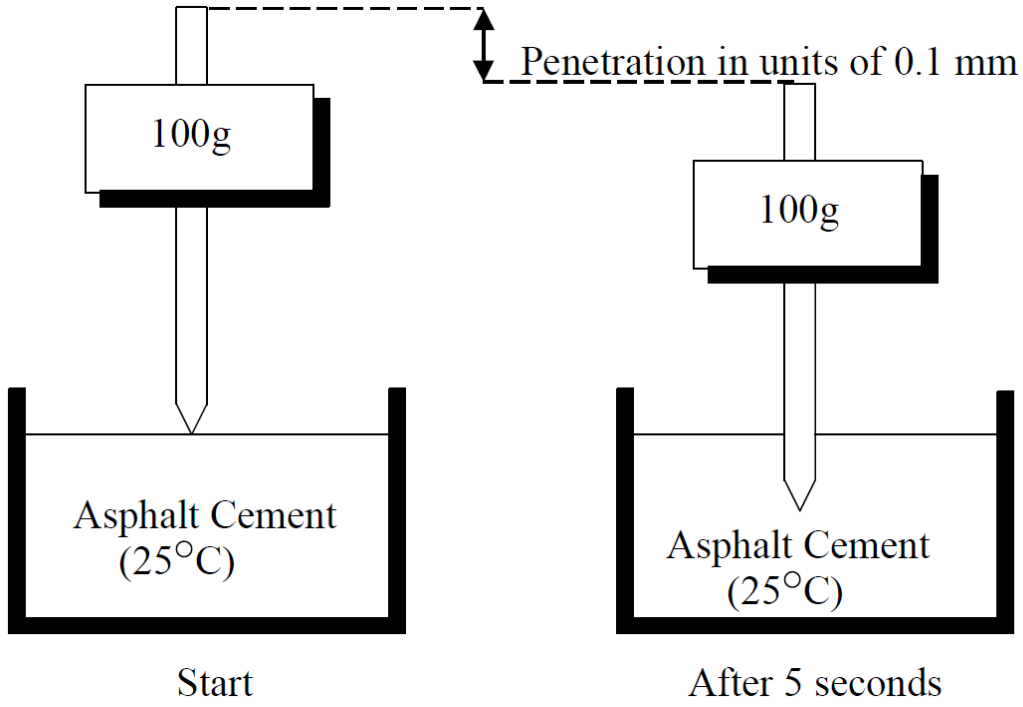


Tests of Bitumen (Penetration Grade)

Penetration test (ASTM D-5)

آزمایش درجه نفوذ قیر برای تعیین سختی نسبی قیرهای دمیده و قیرهای خالص استفاده می شود. یکی از کاربردهای درجه نفوذ در نامگذاری قیرهای خالص و قیرهای دمیده است. قیرهای خالص تنها بر این اساس نامگذاری می شوند اما معیار نامگذاری قیرهای دمیده علاوه بر درجه نفوذ قیر ، درجه نرمی قیر نیز می باشد.

بر حسب تعریف، درجه نفوذ قیر عبارت است از مقدار طولی (بر حسب میلیمتر) است که یک سوزن استاندارد با شکل معین تحت اثر باری معادل ۱۰۰ گرم در مدت ۵ ثانیه در قیری که در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد است ، نفوذ نماید.



Bitumen penetration grading

Test	Methodology	30-40	40-50	60-70	85-100	100-120
Density	ASTM D-7	1/01-1/06	1/01-1/06	1/01-1/06	1-1/0 5	1/01-1/04
Penetration Rate at 25ºC	ASTM D-5	30-40	40-50	60-70	85-100	100-120
Softening Point ºC	ASTM D-36	55 -63	52-60	49-56	45 -52	42-49
Ductility at 25 ºC (cm)	ASTM D-113	100 Min	100 Min	100 Min	100 Min	100 Min
Flash Point ºC	ASTM D-92	250 Min	250 Min	250 Min	250 Min	250 Min
Solubility in Disulfide %wt	ASTM D-4	99/5	99/5	99/5	99/5	99/5
Stain Test	AASHTO T 102	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
Weight Loss by Heating %wt	ASTM D-6	0/2 Max	0/2 Max	0/2 Max	0/2 Max	0/2 Max
Penetration Loss by Heating %	ASTM D-6-D-5	20 Max	20 Max	20 Max	20 Max	20 Max

Softening Point (ASTM D-36)

نقطه نرمی قیر عبارت است از درجه حرارتی که در آن قیر حالت نرمی پیدا می کند. به طور کلی می توان گفت که همه قیرها در این درجه حرارت به یک گرانروی مشخص می رسند. نقطه نرمی قیر به روش های مختلفی اندازه گیری می شود که یکی از این روشها، روشی به نام حلقه و گلوله است که در آن نقطه نرمی را درجه حرارتی که در آن گلوله ها از حلقه عبور نموده و به سطح برنجی تحتانی به فاصله ۲۵ میلیمتری برسد، تعریف می کنند.

جهت به کار بردن قیر در روسازی راه های جاده ها و باند پرواز هواپیما ، نیاز است از قیری با درجه نرمی به خصوص استفاده شود که مقدار آن به کاربرد ما و شرایط محیطی که قیر قرار است در آن به کار برده شود، بستگی دارد.

یکی از اهداف این آزمایش محاسبه مقدار مقاومت قیر خالص و مصالح ساخته شده با آن قیر نسبت به تغییرات درجه حرارت می باشد.

Penetration Index (PI)

$$PI = \frac{20(1-25A)}{(1+50A)}$$

$$A = \frac{\log(\text{pen at } T_1) - \log(\text{pen at } T_2)}{T_1 - T_2}$$

$$A = \frac{\log(\text{pen at } 25\ ^0C) - \log 800}{25 - \text{ASTM softening point}}$$

Bitumen type	**PI**
Blown Bitumen	>2
Conventional Paving Bitumen	-2 to +2
Temperature Susceptible Bitumen (Tars)	<-2

معایب قیرها با حساسیت حرارتی زیاد

۱- در واحد مخلوط کن موجب تولید مخلوط روان و با غلظت کم ، که گیرش آنها کند و تدریجی می باشد. پخش و کوبیدن این مخلوطها باعث تاخیر در زمان غلطک زنی (۳-۲ ساعت) بعد از پخش می شود.

۲- مخلوط آسفالت در حین حمل از نظر اندود قیری سنگدانه ها و ضخامت آنها تغییر حالت می دهد . قیر از سنگدانه ها جدا شده و بشکل آزاد در مخلوط جای می گیرد و آن را به حالت فیزیکی روان و خمیری در می آورد.

۳- لایه آسفالتی بعد از گذشت مدت نسبتا طولانی هم نمی تواند ترافیک سنگین را تحمل نماید.

۴- در سطح این آسفالتها بلافاصله بعد از پخش توسط فینیشر ترکهای موئی دیده می شود که با غلطک زدن اصلاح نمی گردد.

۵- معمولا درجه حرارت اختلاط قیر و سنگدانه برای تولید مخلوط آسفالت با کارائی لازم ، کاهش داده می شود ولی متعاقبا موجب خشک نشدن مصالح سنگی می گردد.

۶- آسفالت متراکم شده گرایش شدید به قیر زدگی و هر قدر حساسیت حرارتی بیشتر باشد قیر زدگی نیز افزایش می یابد.

۷- ایجاد ترکهای انقباضی در زمستان در رویه آسفالتی شکنندگی و سخت تر شدن که موجب گسیختگی برشی می شود.

۸- گرایش به واکنش های اکسیداسیون، فتواکسیداسیون ودر نهایت سخت شدن و فرسوده شدن و کاهش دوام قیر

Bitumen Viscosity (ASTM D-88)

مقاومت داخلی مایعات را که مانع حرکت و جریان آنها می شود ، ویسکوزیته یا گرانروی و یا کندروانی می نامند. این کندروانی برای مایعات برحسب پوآز سنجیده می شود که همان پاسکال- ثانیه ($Pa \times s$) می باشد. از آنجایی که قیرهایی که در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد دارای درجه نفوذ یکسانی هستند ، ممکن است سختی متفاوتی در دماهای بالاتر داشته باشند، ضرورت ایجاد می کند که آزمایشی انجام شود تا این تفاوت ها را به نمایش بکشد.

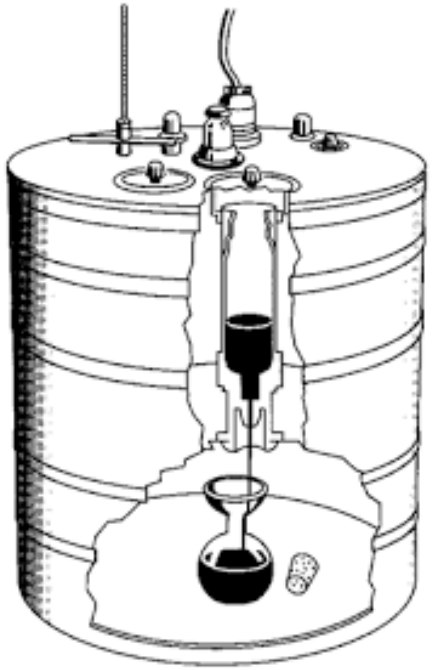
کندروانی قیر کمیتی است که خواص قیر را در درجه حرارت های بالا که معمولا درجه حرارت هایی است که در عمل مخلوط های قیری ساخته می شوند، مشخص می نماید. این کمیت در تعیین عملکرد قیر موثر است به طوری که هر اندازه قیر نسبت به گرما حساس تر باشد ، کندروانی آن در درجه حرارت های بالا کمتر خواهد بود. از جمله نکات اجرایی مهمی که می توان از کمیت کندروانی قیرها استخراج نمود، آن است که هر چه کندروانی قیر کمتر باشد، استفاده از آن قیر برای تولید و پخش آسفالت راحت تر خواهد بود و نیز جابجایی قیر از مخازن و اختلاط قیر با مصالح سنگی به سهولت انجام می شود.

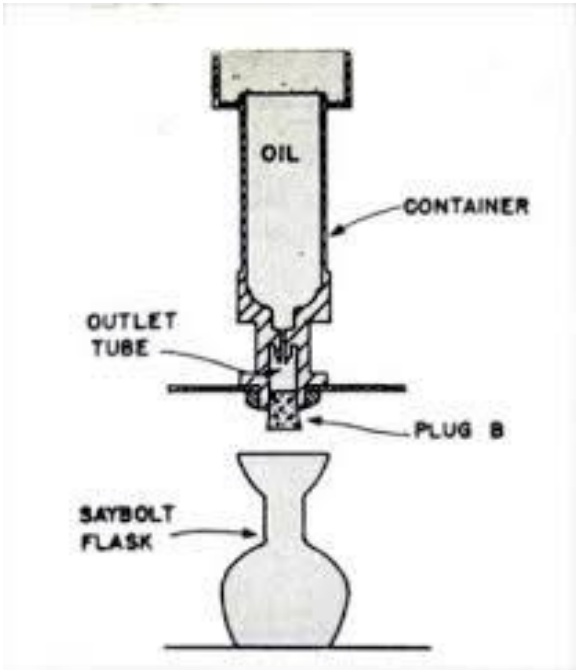
نکته قابل تامل دیگر آن است که کندروانی قیر با پایداری آسفالت با تغییرات دما رابطه مستقیم دارد. بدین معنا که اگر کندروانی کم باشد، قیر در گرمای تابستان حالت خمیری پیدا خواهد کرد و سبب مواج شدن آسفالت زیر بار ترافیک می شود و نیز پدیده قیرزدگی رخ خواهد داد. هم چنین اگر کندروانی قیر زیاد باشد در سرمای زمستان آسفالت ها دچار ترک خوردگی خواهند شد.

روش های مختلفی برای تعیین کندروانی قیرها موجود است که از جمله آنها می توان روش سی بولت- فورل، روش استاندارد تار ویسکومتر (S.T.V) ، روش ویسکومتر ردوود (Red Wood) و روش کینماتیکی را نام برد.

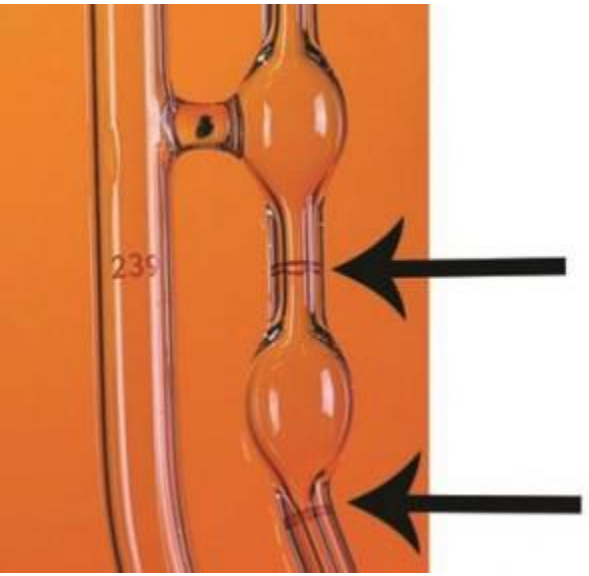
Saybolt Viscosity

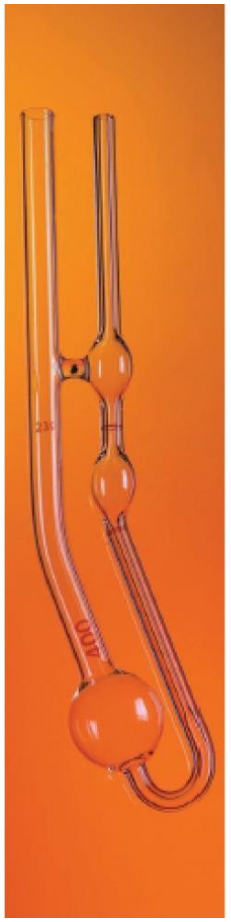
قبل از شروع آزمایش، ابتدا باید دستگاه سی بولت- فورل را با حلال تتراکلرید کربن یا نفت سفید شست و خشک نمود. حال قیر را تا دمای حدود ۱۳۸ درجه سانتیگراد حرارت می دهیم و از الک نمره ۲۰۰ عبور می دهیم تا ناخالصی های آن گرفته شود. دستگاه سی بولت- فورل را روشن می کنیم تا دمای روغن پیرامون مخزن قیر، به حدود ۱۳۵ درجه سانتیگراد برسد. این دما را باید با دماسنج پیوسته اندازه گیری نماییم. حال قیر را در داخل مخزن دستگاه می ریزیم و میله روی نازل را بالا می کشیم و زمانی را که طی آن ظرف شیشه ای زیر نازل به اندازه ۶۰ سانتیمتر مکعب از قیر پر شود را محاسبه می کنیم. این زمان بر حسب ثانیه، همان کندروانی قیر خواهد بود.

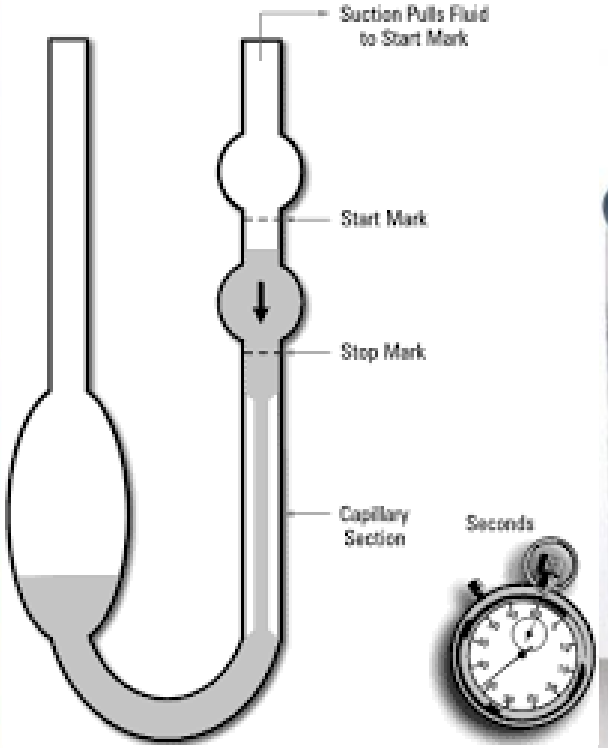




Kinematic Viscosity







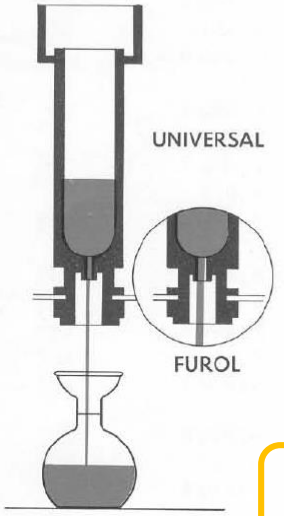
Viscosity by Different Instruments

VISCOSITY CONVERSION TABLES

Viscosity is the physical property of a fluid that offers internal resistance to flow. There are various instruments, called viscometers, for measuring viscosity. The most widely used viscometers in the United States are the kinematic and the Saybolt Universal. The Engler viscometer is generally used in continental Europe and the Redwood viscometers are commonly used in England.

Because of these differences, interchange of technical information makes it necessary to provide tables for converting viscosities from one type to another.

SAYBOLT UNIVERSAL VISCOSITY
SAYBOLT FUROL VISCOSITY



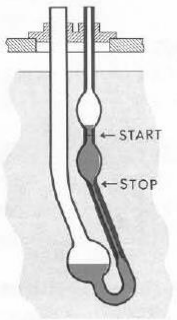
The Saybolt Viscometer consists essentially of a cylindrical brass cup in the bottom of which is an orifice of specified dimensions. Surrounding the brass cup is a constant temperature bath. When the sample in the cup reaches test temperature the time required for 60 ml of the liquid to run through the orifice is measured. A calibrated standard flask collects the liquid sample.

The unit of measure is time in seconds; it is reported as Saybolt Universal Seconds (SUS); for example, 350 SUS at 100 F.

The Saybolt Furol Viscometer is the same in principle as the Universal Viscometer with the exception that it is designed with a larger orifice to accommodate more viscous fluids.

The unit of measure is also time in seconds required for 60 ml of fluid to flow through the orifice at a given temperature.

KINEMATIC VISCOSITY



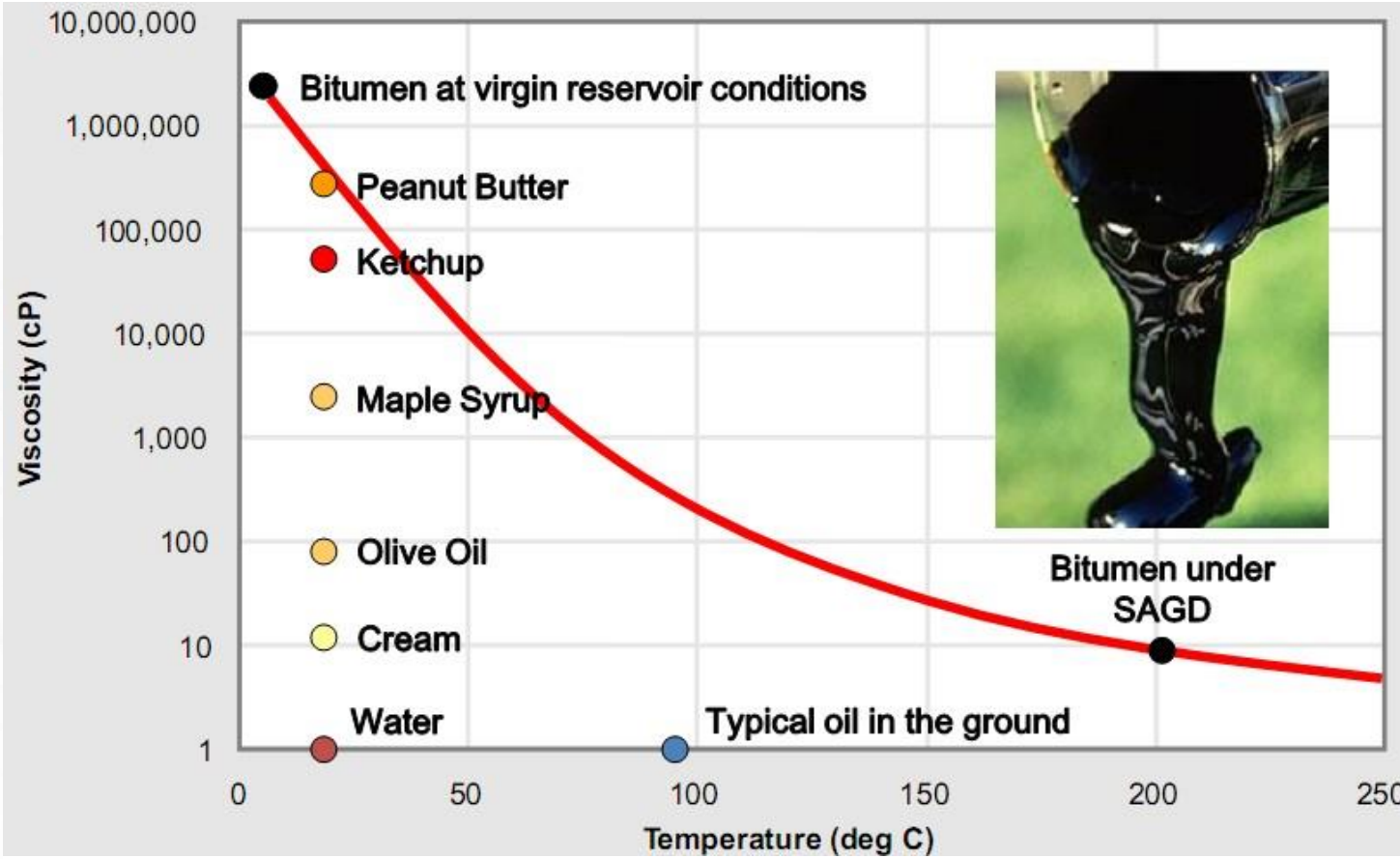
The time is measured for a fixed volume of sample, contained in a glass viscometer, to flow through a calibrated capillary under an accurately reproducible head of liquid and at a closely controlled temperature. The kinematic viscosity is calculated from the measured efflux time.

The unit of kinematic viscosity is the centistoke (cs). The measurement in seconds is taken and then converted by the viscometer constant for the final answer.

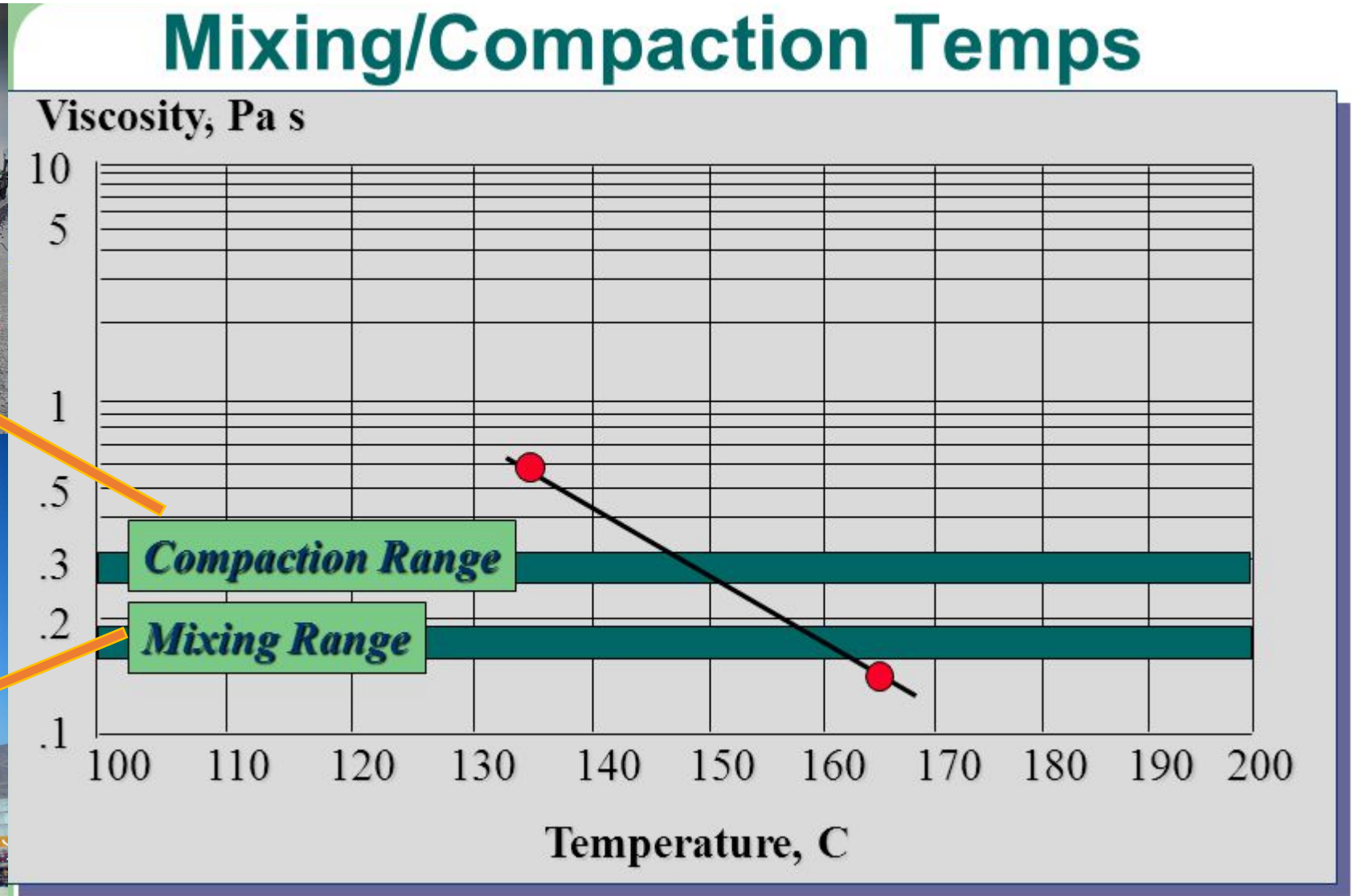
Kinematic Viscosity = Ct

C = viscometer constant

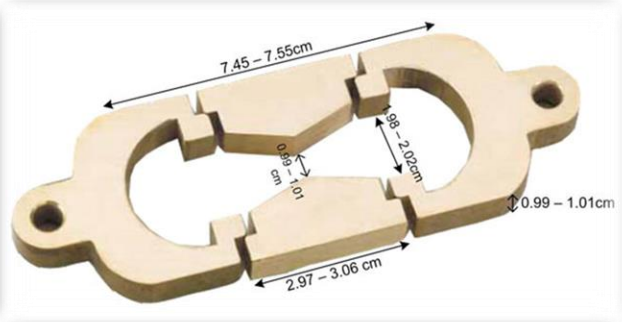
t = observed flow time in seconds



- Recommended laboratory mixing and compaction temperature ranges for Marshall mix design based on viscosity (Saybolt Furol) is **170 ± 20** centistokes for **mixing** and **280 ± 30** centistokes for **compaction**.



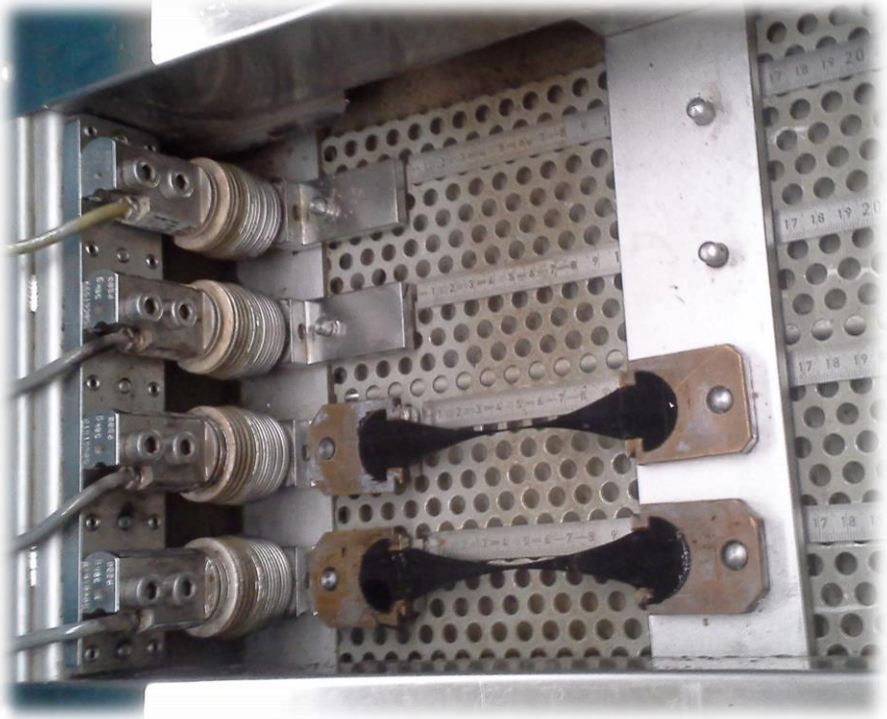
Ductility (ASTM D-113)

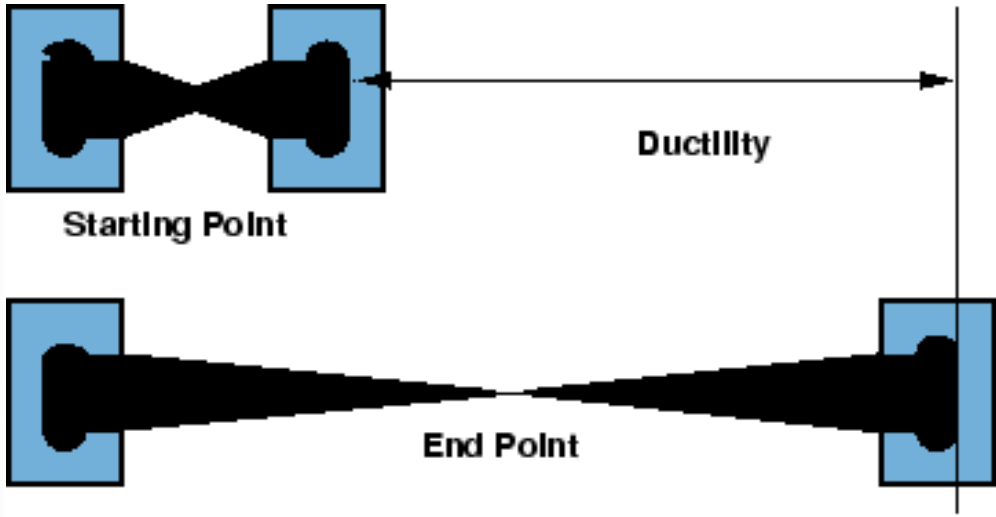


در رابطه با علت استفاده از قیر در راهسازی مواردی چون نفوذ ناپذیری در برابر آب، ارزان قیمت بودن، خاصیت چسبندگی و غیره مطرح شده است. بنابراین چسبندگی قیرها که بارزترین ویژگی مثبت آنها به شمار می آید، باید برای انواع قیرها تعیین شود و حداقل میزان این چسبندگی کنترل شود تا اطمینان حاصل شود که قیر مصرفی در آسفالت توانایی چسباندن سنگدانه ها به یکدیگر را داشته و می تواند مصالح را به خوبی اندود نماید.

خاصیت شکل پذیری قیر عبارتند از مقدار ازدیاد طول یک نمونه قیر بر حسب سانتیمتر که به صورت استاندارد کشیده شده (با سرعت معین و در دمای مشخص) تا به طول پارگی یا انقطاع برسد. طول نمونه درست قبل از پاره شدن بر حسب سانتیمتر به خاصیت شکل پذیری یا انگمی موسوم است.

استانداردهای ذکر شده به طور کلی مشابه یکدیگرند با این تفاوت که در برخی استانداردها، آزمایش در دمای ۱۵ درجه سیلسیوس و نمونه با سرعت ۱ سانتیمتر بر دقیقه کشیده می شود اما در اکثر استانداردها، نمونه در دمای ۲۵ درجه سیلسیوس با سرعت ۵ سانتیمتر بر دقیقه کشیده می شود.





Flash point (ASTM D-95)

درجه اشتعال قیر به درجه حرارتی اطلاق می شود که وقتی دمای قیر به آن می رسد، با نزدیک نمودن شعله به سطح آزاد آن ، جرقه ای در سطح آن دیده شود. همان طور که می دانید قیرهای خالص، قطران و مخلوط آنها آتشگیر می باشند؛ لذا باید بدانیم که قیرهایی را که با آنها کار می کنیم را تا چه دمایی می توانیم گرم نماییم، بدون آنکه قیر دچار اشتعال و یا سوختن شود. این مطلب از لحاظ ایمنی در کارگاه و آزمایشگاه بسیار حائز اهمیت است و در صورت عدم توجه به این مطلب می تواند خطرساز باشد!

ابتدا درجه اشتعال قیر را به صورت تقریبی بدست می آوریم تا از نتیجه آن در آزمایش اصلی بتوانیم استفاده نماییم. پس در این مرحله بدون توجه به سرعت گرمادهی با سرعت ثابت حدود ۱۲ درجه سانتیگراد در دقیقه قیر را گرم می نماییم و با عبور دادن شعله از روی قیر در دمای بالای ۲۵۰ درجه سانتیگراد ، دمایی را که به ازای آن در سطح قیر جرقه ایجاد می شود ، را به عنوان درجه اشتعال تخمینی در نظر می گیریم.

حال آزمایش اصلی را با تنظیم درجه حرارت به طوری که در هر دقیقه ۱۶.۷ درجه سانتیگراد تغییر نماید ، شروع می کنیم. هنگامی که درجه حرارت قیر به ۵۶ درجه سانتیگراد رسید، سرعت گرم شدن قیر را به ۵ درجه سانتیگراد بر دقیقه کاهش می دهیم. زمانی که دمای قیر به ۲۸ درجه سانتیگراد مانده به درجه اشتعال تخمینی قیر رسید ، به ازای هر سه درجه یکبار شعله را از روی قیر عبور می دهیم. این کار را تا زمانی ادامه می دهیم که هنگام عبور شعله، جرقه ای در سطح قیر نمایان شود. این درجه را به عنوان درجه اشتعال قیر ثبت می نماییم.

Thin Film Oven Test (ASTM D-6)

افت وزنی قیر عبارت است از درصد افت وزنی نمونه قیری که در مدت ۵ ساعت در درجه حرارت ۱۶۳ درجه سانتیگراد در دستگاه مجهز به تهویه قرار می گیرد. این آزمایش به آزمایش لعاب نازک نیز معروف است. در حقیقت آزمایش افت وزنی قیر، یک نوع تقطیر قیر می باشد که نتیجه آن معیاری است که فراریت نسبی حلال های قیر را در ۱۶۳ درجه سانتیگراد نشان می دهد. علت انتخاب دمای ۱۶۳ درجه آن است که در این دما، عمل اختلاط قیر و مصالح سنگی برای تهیه آسفالت در این دما صورت می پذیرد.

افت وزنی قیرهای خالصی که در راهسازی به کار می روند پس از انجام این آزمایش، کمتر از یک درصد می باشند؛ و معمولا برای پی بردن به خواص قیری که روی آن آزمایش لعاب نازک انجام شده، پس از پایان آزمایش تحت آزمایش های قابلیت نفوذ و نقطه نرمی قرار می دهند. توجه نمایید که هر چه قیر نرم تر باشد یعنی درجه نفوذ آن بیشتر باشد، افت وزنی آن نیز بیشتر خواهد بود. از جمله پدیده های مورد ذکر در مورد آسفالت، پدیده پیر شدگی است که علت آن کاهش وزن قیر در اثر حرارت، اکسیداسیون و اشعه uv و تبدیل روغن به رزین و رزین به آسفالتین می باشد که آزمایش افت وزنی قیر می تواند معیاری خوب برای پیش بینی این پدیده باشد.

Thank you