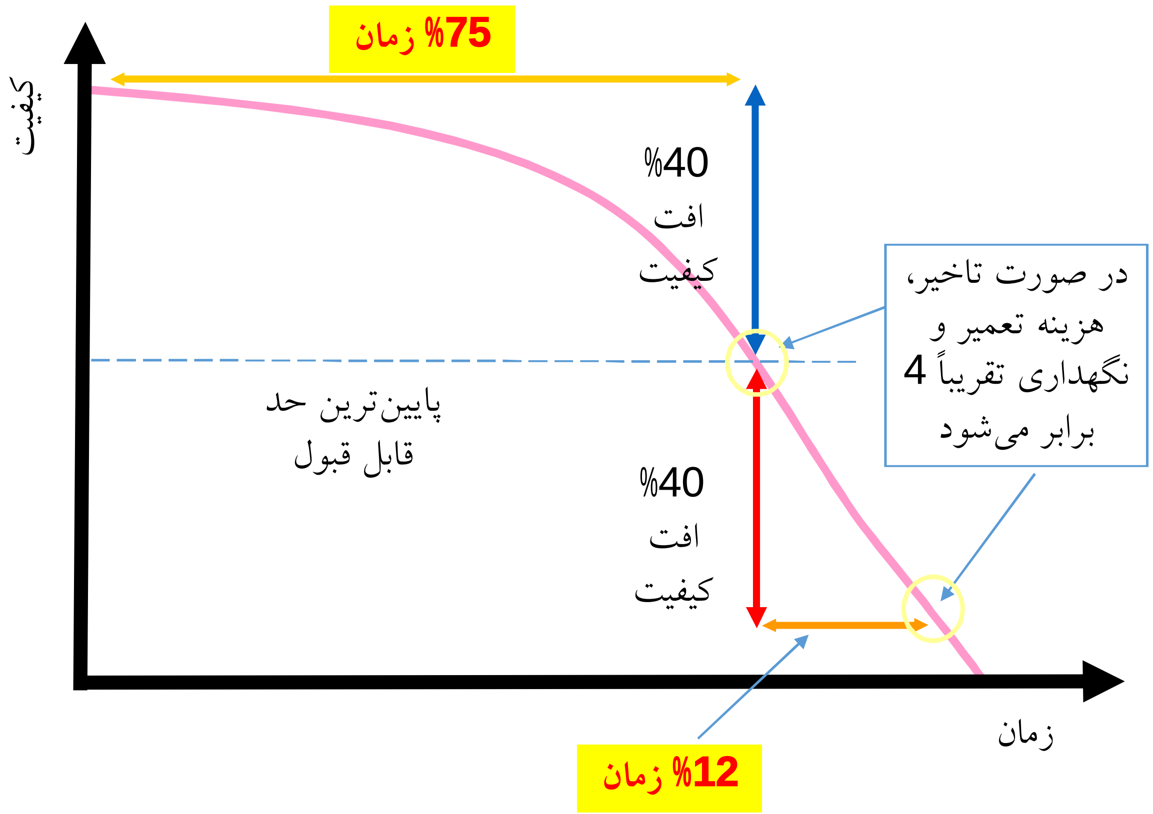
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

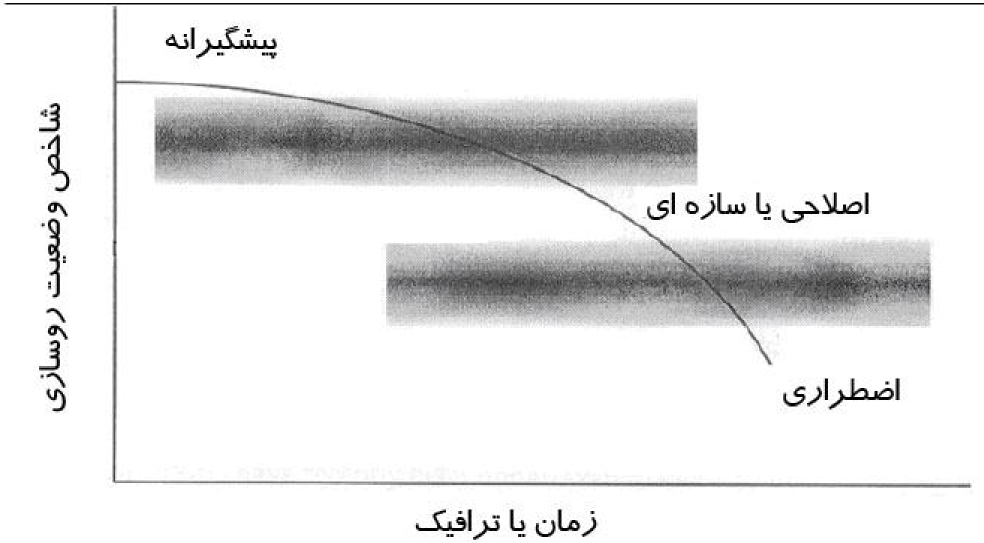
میکروسرفیسنگ

Micro surfacing

دکتر فریدون مقدس نژاد
دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک)

زمان بهینه تعمیر و نگهداری





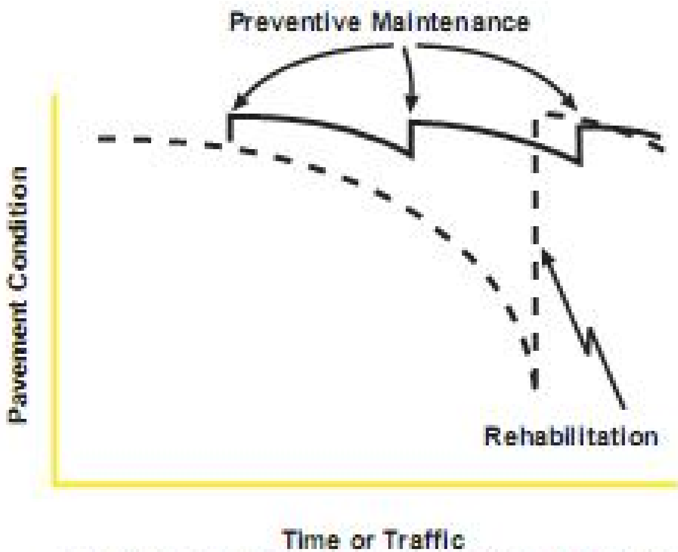


Figure 1.2 Performance of Preventive Maintenance Treatments

تاریخچه میکروسرفیسینگ

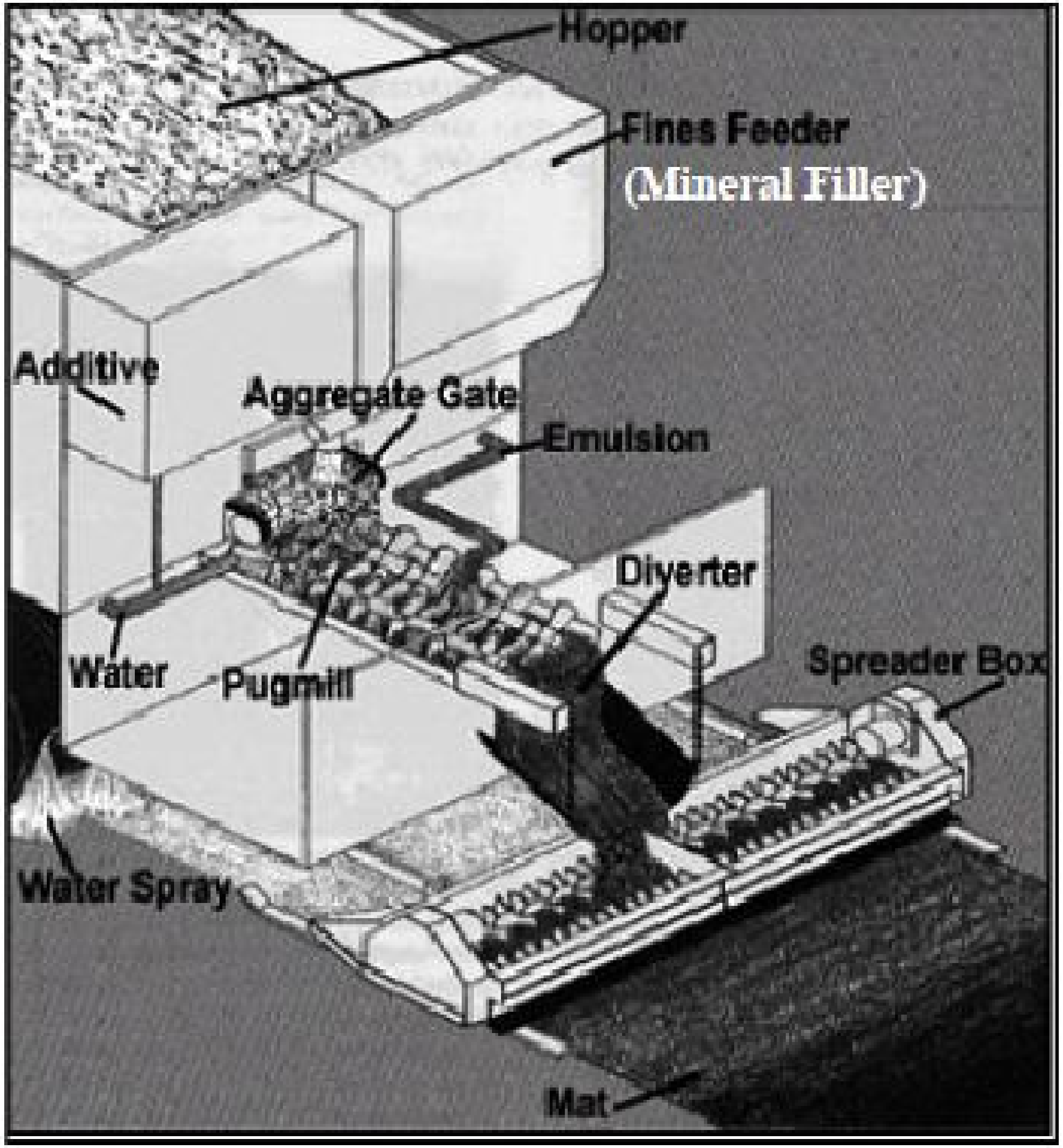
- اولین بار در اروپا در نیمه دهه 1970 تحت عنوان اسفالت میکرو توسط یک شرکت فرانسوی به نام Screg Route ابداع شد و بعدا توسط یک شرکت آلمانی به نام Raschigاصلاح گردیده و در آمریکا تحت عنوان Ralumac در اوایل دهه 1980معرفی شد.
- مجددا در اواسط دهه 80 یک شرکت اسپانیایی بنام Elsamex این رویه را تحت نام تجاری Macroseal معرفی کرد

میکرو سرفیسینگ چیست؟

لایه نازک از آسفالت جهت ترمیم و نگهداری روسازی

متشکل از:

- مصالح سنگی
- قیر امولسیون اصلاح شده با پلیمر
- فیلر معدنی
- آب
- افزودنی



Hopper
Fines Feeder
(Mineral Filler)
Additive
Aggregate Gate
Emulsion
Diverter
Water
Pugmill
Spreader Box
Water Spray
Mat

چرا از میکرو سرفیسینگ استفاده می شود؟

- بهینه بودن هزینه
- طول عمر حدودا بین 5 تا 7 سال
- مزایا :

✓کاهش اکسیداسیون (پیرشدگی)
✓کاهش نفوذ آب
✓کاهش دانه دانه شدن و هوازدگی
✓مقاومت در برابر لغزندگی
✓جلوه زیبا
✓تصحیح شیارشدگی و کاهش ناهمواری سطح راه

Before

After

کجا از میکرو سرفیسینگ استفاده می شود؟

- مخلوط آسفالتی (HMA)

✓راه ها (با تمام سطح ترافیک)

✓باند فرودگاه و مسیرهای خروجی آن

✓پل ها و تقاطع ها

- مناطق مختلف جغرافیایی و شرایط آب و هوایی

چه موقع از میکرو سرفیسینگ استفاده می شود؟

- بهبود :

✓دانه دانه شدن و هوازدگی

✓مشخصات اصطکاکی

✓جلوه زیبایی

✓کاهش شیارشدگی و ناهمواری سطح راه

- جلوگیری :

✓پیرشدگی / اکسیداسیون بتن آسفالتی

✓نفوذ آب داخل سطح

چه موقع از میکرو سرفیسینگ استفاده نمی شود؟

- برای روسازی های با خرابی سازه ای :

✓ترک های پوست سوسماری
✓محل شیار شدگی در صورتی که ناشی از ضعف لایه اسفالت یا لایه های زیرین باش
✓برآمدگی و فرورفتگی
✓چاله ها

مصالح

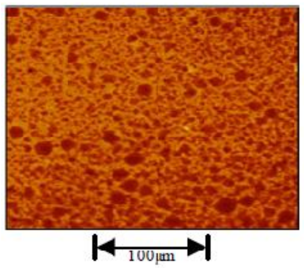
- امولسیون قیری اصلاح شده با پلیمر
- مصالح سنگی
- فیلر معدنی
- آب
- افزودنی

امولسیون

- PMSQS-1h
- PMQS-1h

- امولسیون کاتیونی بیشتر استفاده می شود
- استفاده از پلیمر باعث افزایش ضخامت لایه و امکان پر کردن شیارها می شود
- همچنین وجود پلیمر منجر به افزایش انعطاف پذیری، بهبود درجه نرمی و افزایش مقاومت به ترک خوردگی می گردد
- معمولا نوع پلیمر از جنس لاتکس است. به علت تفاوت دانسیته لاتکس

اگر جداشدگی اتفاق افتاد قبل ار استفاده مجددا در تانکر مخلوط شود



حدود مشخصات امولسیون

Tests on Emulsion	Typical Specification	Method
Viscosity, SSF @ 25°C, sec	15 – 90	AASHTO T 59
Settlement, 5 days, %	< 5	ASTM D 244
Storage Stability, 1 day, %	< 1	AASHTO T 59
Sieve Test, %	< 0.30	AASHTO T 59
Residue by Evaporation, %	> 62	California Test 331
Tests on Residue from Evaporation Test	**Typical Specification**	**Method**
Penetration, 25°C	40 – 90	AASHTO T 49
Softening Point, °C	> 57	AASHTO T 53
G* @ 20°C, 10 rad/sec, MPa	Report Only	AASHTO TP 5
Phase Angle @ 50°C, 10 rad/sec, PA(max) – PA base	Report Only	AASHTO TP 5
Stiffness @ -12°C, MPa M-Vlaue	Report Only	AASHTO TP 1
Torsional Recovery, %	> 18% (LMCQS-1h)	California Test 332
Polymer Content	> 2.5% (LMCQS-1h)	California Test 401

مصالح سنگی –دانه بندی

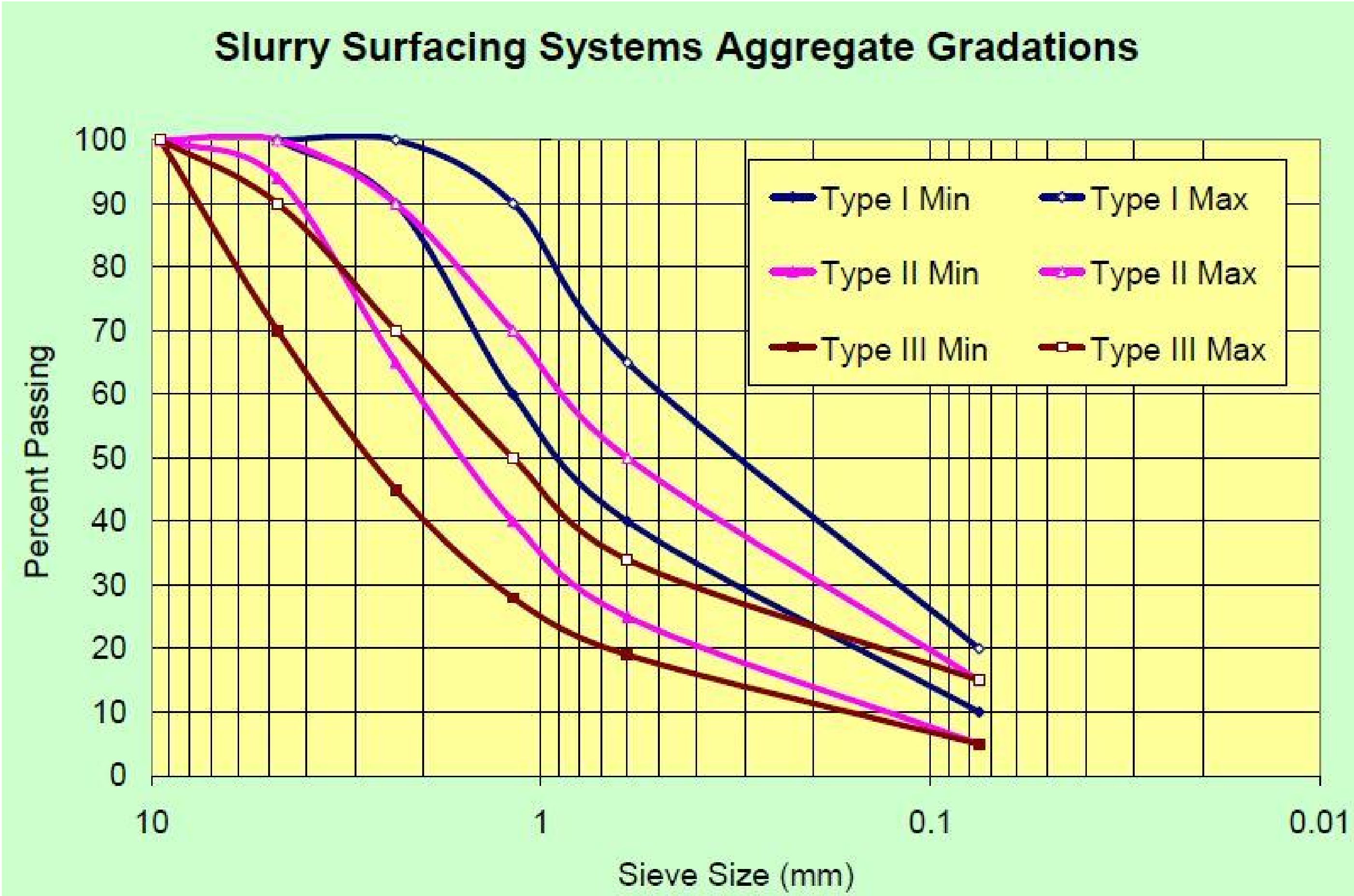
Sieve	Type II	Type III
3/8 in (9.5mm)	100	100
No. 4 (4.75 mm)	94-100	70-90
No. 8 (2.36 mm)	65-90	45-70
No. 16 (1.18 mm)	40-70	28-50
No. 30 (600-µm)	25-50	19-34
No. 200 (75-µm)	5-15	5-15

دیگر ویژگی ها:
کانی شناسی سنگ از منظر سازگاری با امولسیون
شکل: شگستگی ار نظر قفل شدکی دانه ها مهم است
بافت: زبری مصالح از منظر چسبیدن با امولسیون مهم است
سن: مصالح تازه شکسته بهتر است
تمیزی
دوام: مقاومت در مقابل سیکل های ذوب و یخبندان

- دانه بندی تیپ 2 برای خیا بان ها و باند پرواز فرودگاه ها بکار می رود
- دانه بندی تیپ 3 برای پر کردن شیارها و ناهمواری هاف اصلاح اکسیداسیون و هوازدگی، و احیاء اصطکاک سطح جاده و بطور کلی برای خیابان های شریانی و راهها بکار می رود

کاربردها

SIEVE SIZE		TYPE II PERCENT PASSING	TYPE III PERCENT PASSING	STOCKPILE TOLERANCE
3/8	(9.5 mm)	100	100	
# 4	(4.75 mm)	90 - 100	70 - 90	± 5%
# 8	(2.36 mm)	65 - 90	45 - 70	± 5%
# 16	(1.18 mm)	45 - 70	28 - 50	± 5%
# 30	(600 um)	30 - 50	19 - 34	± 5%
# 50	(330 um)	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100	(150 um)	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200	(75 um)	5 - 15	5 - 15	± 2%


Slurry Surfacing Systems Aggregate Gradations
Percent Passing
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
1
0.1
0.01
Sieve Size (mm)
Type I Min
Type I Max
Type II Min
Type II Max
Type III Min
Type III Max

مصالح سنگی – کیفیت

Test	Criteria	Test Method
Sand Equivalent (min)	> 65	CT 217
Durability Index (min)	> 55	CT 229
Abrasion (LA Rattler, 500 rev.)	< 35%	CT 211
Crushed Particles	100%	CT 205

TABLE 2. COMMONLY USED AGGREGATE TESTS FOR MICRO-SURFACING

Test	Standard			Significance of the Test	Commonly Used Values for Micro-surfacing
	ASTM	AASHTO	ISSA		
Soundness	C88	T104		Durability, Resistance to weathering disintegration	15-20% max. weight loss
LA Abrasion	C131	T96		Hardness, Resistance to abrasion under traffic	30% max. weight loss
Particle Shape and Texture	D3398 D4791			Workability, strength, and skid resistance	100 % crushed; good texture
Gradation	C136	T27		Calculation of AC content, maintain proper void content, affects surface texture, workability	ISSA Type II, III
Sand Equivalent	D2419	T176		Determine the amount of clay or plastic fines	60 min
Unit Weight	C29	T19		Determine change in unit weight of aggregate with change in moisture content	
Specific Gravity	C 127 C 128	T84		Determination of AC content	
Methylene Blue			TB 145	Determines fines reactivity	15 max*

* This value represents the maximum amount of methylene blue commonly allowed for the test. Only few laboratories run this test.

سنگ هایی که در استفاده موفق بوده اند

State	Rock Type
Ohio	limestone, furnace slag, silicate
Pennsylvania	limestone, silicate
Virginia	granite, diabase, silicate, basalt
Tennessee	granite, slag
Oklahoma	flint, granite, sandstone
Texas	granite, sandstone, basalt (traprock), rhyolite
Kansas	flint, limestone
Nebraska	flint, granite, crushed gravel, quartzite
Colorado	granite, silicate gravel, basalt, diabase

آب

- بین 4 تا 12 درصد وزن مصالح سنگی (حد پایین برای هموای سرد و حد بالا برای هوای گرم و خشک)
- مقدار کم آب باعث سخت شدن مخلوط و عدم چسباندن به سطح راه می شود
- و مقدار زیاد آب منجر به روان شدن مخلوط و جدا شدن مصالح از هم می گردد

پلیمر

- معمولا از لاتکس برای این منظور استفاده می شود ولی سایر پلیمر ها مثل SBS, SBR , EVA هم استفاده گردیده است
- مقدار پلیمر معمولا بین 4 تا 12 درصد وزنی قیر موجود در امولسیون است

فیلر معدنی

- فیلر معدنی: می تواند سیمان، آهک هیدراته و یا پودر سنگ آهک (عبور از الک 200) در ترکیب با امولسیون باشد واز منظر تشکیل ملات چسبناننده مصالح درشت تر، مهم است (ASTM D242)
- سیمان پرتلند باعث افزایش زمان تولید مخلوط یکنواخت می گردد. از طرف دیگر بعد از پخش، باعث جذب آب امولسیون و تسریع شکستن امولسیون می گردد.
- افزودنی های دیگری هم استفاده می شوند (کلراید الومنیوم، سولفات الومنیوم.....) تا باعث تاخیر در شکستن امولسیون گردد که در دمای بالای محیط مهم است. معمولا بین 0 تا 2 درصد حجم امولسیون می باشند
- مقدار فیبر معمولا این 0 تا 3 درصد وزنی مصالح سنگی است

هدف از طرح اختلاط

- مخلوط: آیا اجزای تشکیل دهنده منجر به یک مخلوط روان خواهد شد؟
- شکستن و دوام: ایا شکستن امولسیون تحت کنترل خواهد بود؟
- عملکرد: ایا میکرو سرفیسینگ تنش های حاصل از ترافیک را تحمل خواهد کرد؟

طرح اختلاط

- ممکن است اجزاء تشکیل دهنده بتنهایی مناسب باشند لیکن در ترکیب با هم ناسازگار باشند
- سوال های که مطرح هستند:
- تعیین مشخصات دو ماده اصلی یعنی امولسیون و مصالح سنگی از نظر قابلیت امتزاج (Compatibe)
- تعیین مقدار آّب، تعیین مقدار فیلر و افزودنی و
- تعیین درصد قیر بهینه

مراحل طرح

- مشخصات مصالح: رعایت حدود جداول ذکر شده قبلی
- تعیین فرمول کارگاهی
- آزمایشات نهایی

تعیین فرمول کارگاهی

- در این مرحله چند ترکیب از اجزاء تعیین شده و مدت مجاز اختلاط (بدون شکست امولسیون در ماشین پخش میکرو) تعیین می شود. در زمان مجاز، کف کردن آن و پوشش سنگدانه ها قابل مشاهده است. نسبت اجزاء باید بطوری تعیین شوند تا این زمان،حداقل 120 ثانیه در 25 درجه (یا دامنه رطوبت و دمای محل) پروژه گردد. همزمان میزان آب و افزودنی ها برای تولید یک مخلوط با کیفیت مشخص می شوند.

- ISSA TB 102 (Mixing Test)

آزمایش PH

- یک راه برای تعیین اینکه بین اجزای مخلوط واکنش صورت گرفته و گیرش (SET) انجام گرفته آزمایش PHاست
- در این آزمایش اگر مقدار PH اب موجود در امولسیون از مرحله شروع اختلاط تا گیرش (SET) بین 2 تا 10 تغییر کرد یعنی واکنش صورت گرفته است و شکستن Break و گیرش میکرو در محدوده زمان مطلوب صورت خواهد گرفت.

تعیین درصد قیر بهینه

- در روش ISSA از ترکیب نتایج دو آزمایش WET TRACK ABRASION TEST ISSA TB 100 و آزمایش LOADED WHELL TEST, TB 109 ، مقدار قیر بهینه بدست می اید
- در سه درصد (درصد امولسیون ار مرحله قبل، 2 درصد پایین تر و 2 درصد بالاتر)

WET TRACK ABRASION TEST (ISSA TB 100)

این ازمایش مقاومت مخلوط میکرو را به سایش (در محل های ترمز و چرخش وسایط نقلیه) بر حسب درصد قیر نشان می دهد

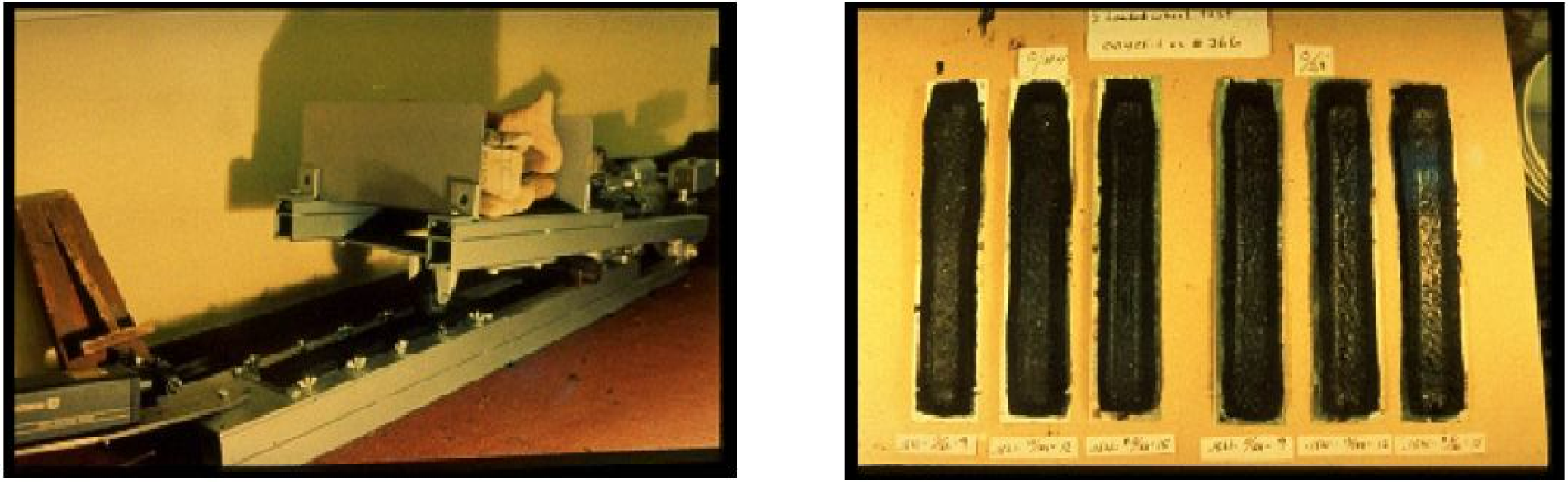
در این آزمایش یک نمونه به ضخامت 6 و قطر 280 میلیمتر به مدت یک ساعت و 6 روزه در آب 25 درجه مغروق می شوند. سپس یر روی نمونه خیس تحت وزن یک میله لاستیکی دوار به وزن 2.3 کیلوگرم به مدت 5 دقیقه تحت سایش قرار می گیرد.

سپس نمونه ساییده شده تحت دمای 60 درجه خشک شده و وزن می گردد. مقدار مجاز افت وزنی نمونه مغروق یک ساعته و 6 روزه می بایست به ترتیب حداکثر 0.54 و0.8 کیلوگرم بر متر مربع باشد. نمونه 6 روزه کمتر مورد استفاده قرار می گیرد

حداقل درصد قیر مجاز بر این اساس تعیین می شود

LOADED WHELL TEST (ISSA TB 109)

- این آزمایش را برای تعیین حداکثر درصد قیر بکار می رود. هدف جلوگیری ار قیرزدگی اسلاری سیل و میکرو سرفیسینگ است.
- در این ازمایش یک نمونه به عرض 50 وطول 375 میلیمتر و ضخامت مورد نظر (معمولا 1.25 برابر درشت ترین دانه) تحت تکرار 1000 سیکل وزن 57 کیلوگرمی متراکم می شود. سپس نمونه شسته و در دمای 60 درجه خشک وتوزین می گردد. در مرحله بعد مقداری ماسه بر روی نمونه ریخته شده و نمونه مجددا تحت 100 سیکل بارگذاری می شود و مقدار ماسه جذب شده به نمونه تعیین می گردد.
- ISSA حداکثر مقدارماسه چسبیده به نمونه را 0.54 گیلوگرم بر سانتی متر مربع برای ترافیک سنگین توصیه می کند.



a) Testing Apparatus   b) Tested Samples Showing Retained Sand

Figure 9-5 Loaded Wheel Test and Excess Asphalt Test Apparatus and Test Samples

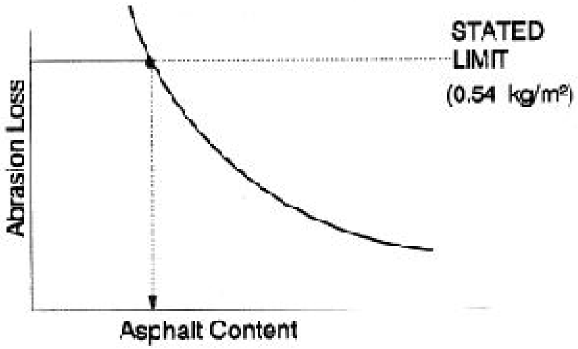


Fig. 3a Minimum asphalt content by wet track adrasion test.

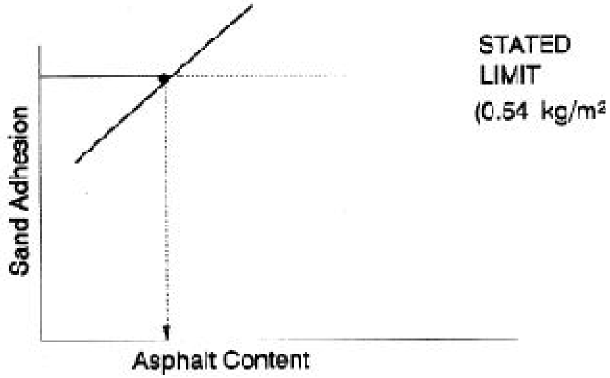


Fig. 3b Maximum asphalt content by loaded wheel test.

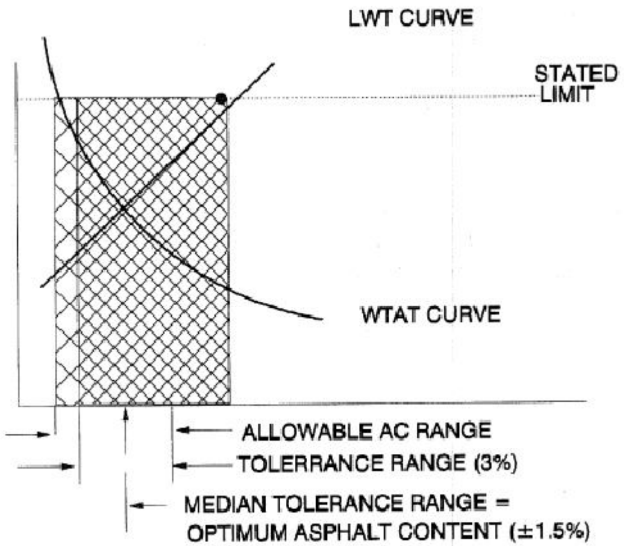


Fig. 3c Determination of optimum asphalt content. Combined WTAT and LWT curves. [6]

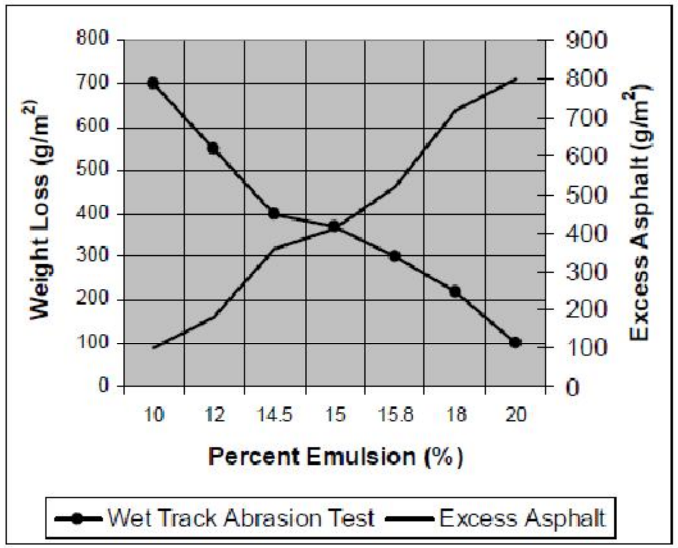
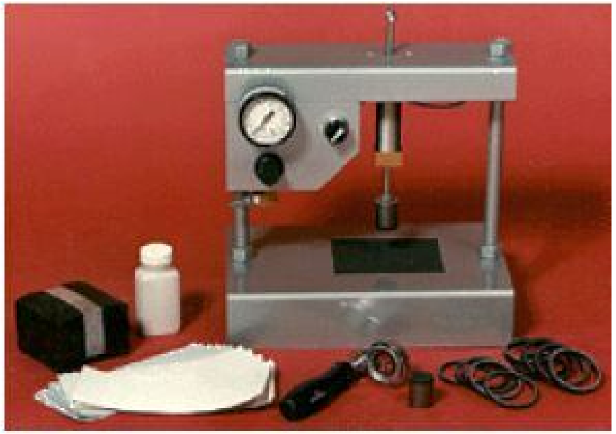


Figure 9-6 Determining Optimum Binder Content

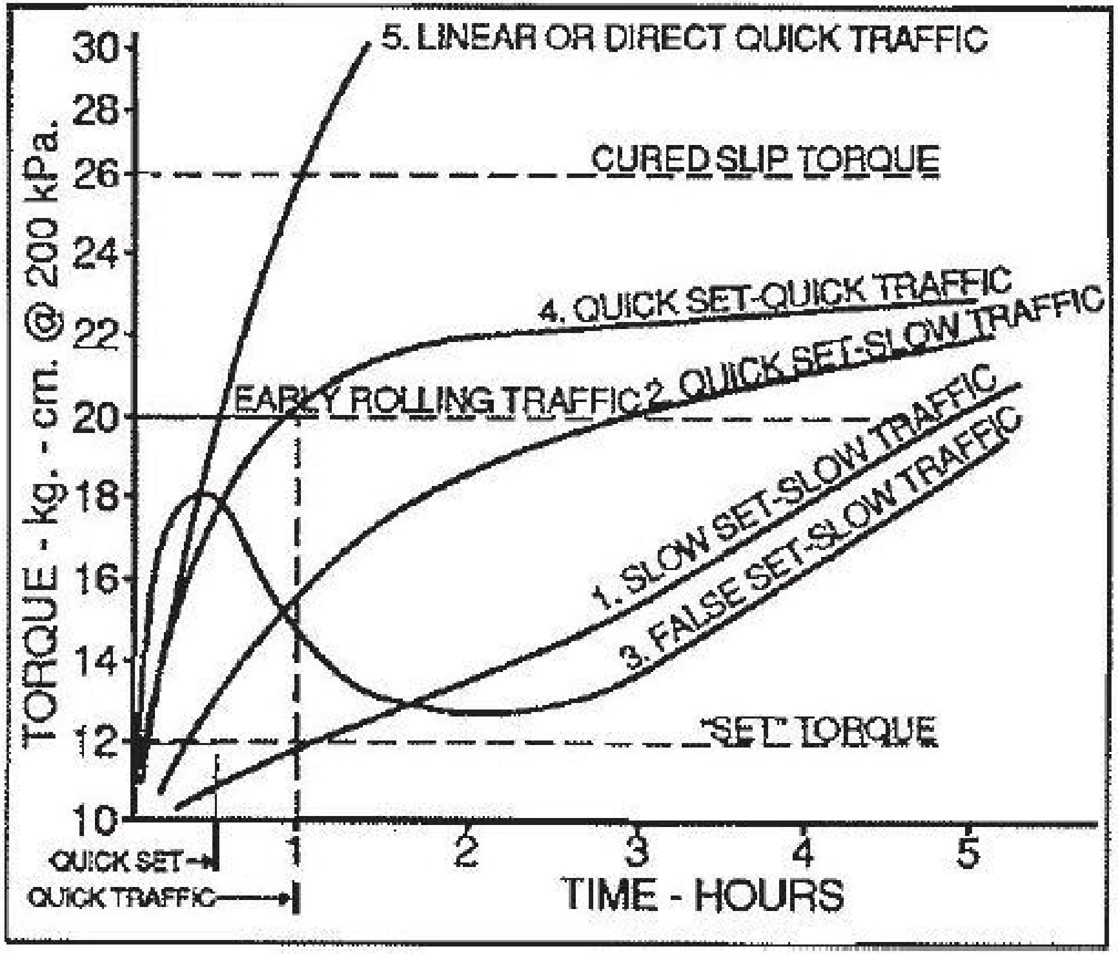
تعیین فرمول کارگاهی (ادامه)

- آزمایش Wet Cohesive Test:
- طبق استاندارد ISSA آزمایش TB 139، در دمای پیش بینی شده محل پروژه انجام می شود

- در این ازمایش یک قرص مخلوط با ضخامت 6 تا 8 میلیمتر و قطر 60 میلیمترقرارداده می شود و یک پایه لاستیکی با قطر 32 میلیمتر و فشار 200 Kpa بر روی ان قرارداده می شود
- سپس کوپل پیچشی لازم در فواصل زمانی 20-30-60-90-150-210-270 دقیقه ثبت می شود
- اگر کوپل لازم در فئاصب 20 تا 30 دقیقه 1.2 تیوتن متر ساشد مخلوط QUICK SET گفته می شود و این کوپل به معنی ان است که مخلوط گیرش لازم را پیدا گرده و قابل اختلاط مجدد نیست.
- اگر کوپل لازم در فاصله زمانی کمتر از 60 دقیقه ، 1.96 نیوتن متر باشد به ان QUICK TRAFFIC SYSTEM کفته می شود و مخلوط می تواند ترافیک عبوری را تحمل نماید



ISSA پنج سیستم برای اسلاری سیل و میکرو معرفی می کند که همه میکرو ها در دسته QUICK SET و QUICK TRAFFIC SYSTEM قرار دارند



5. LINEAR OR DIRECT QUICK TRAFFIC
CURED SLIP TORQUE
4. QUICK SET-QUICK TRAFFIC
2. QUICK SET-SLOW TRAFFIC
EARLY ROLLING TRAFFIC
1. SLOW SET-SLOW TRAFFIC
3. FALSE SET-SLOW TRAFFIC
"SET" TORQUE
TORQUE - kg. - cm. @ 200 kPa.
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
1
2
3
4
5
TIME - HOURS
QUICK SET
QUICK TRAFFIC

• بعضی از آزمایشگاه ها از گراف زیر برای تعیین مقدار بهینه فیلر معدنی استفاده می کنند و با افزایش فیلر ،مقدار کوپل را اندازه می گیرند. مقدار فیلر نظیر حداکثر کوپل را به عنوان مقدار بهینه تعیین می کنند. برای این منظور با افزایش تدریجی 0.25 در صورت استفاده اهک و 1 درصد درصورت استفاده از سیمان، مقدار کوپل را اندازه گیری می کنند.

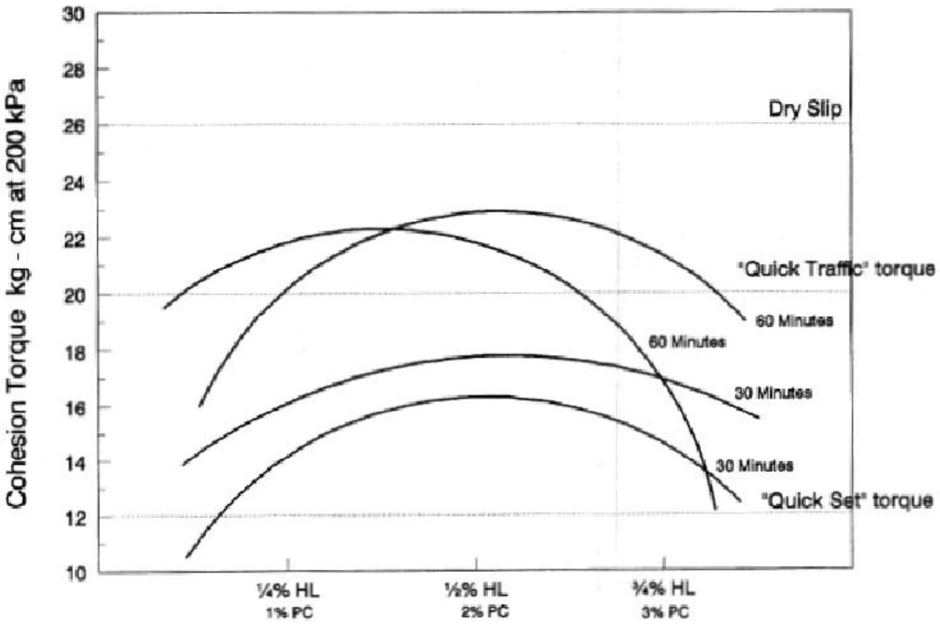


Fig. 2 Mineral filler content optimization "Benedict Curve."

آزمایش دیگر سازگاری Comatibility

- ازمایش (Wet Stripping Test (ISSA TB 114:

در این ازمایش نمونه بعد از 60 دقیقه عمل اوری به مدت 3 دقیقه، برای تعیین میزان چسبندگی قیر با مصالح ، در اب جوش قرارداده می شود. بعد از سرد شدن نمونه اگر 90 درصد نمونه مصالح دارای پوشش قیر بودند نتیجه رضایت بخش خواهد بود. بین 90 تا 75 درصد لب مرزی و زیر 75 درصد باشند نمونه رد خواهد بود

تست های شبیه ساز رفتار دراز مدت میکرو سرفیسینگ

مرجله اخر طرح تست های شبیه ساز دراز مدت است.

- Multilayer Loaded Wheel Test (ISSA TB 147B)
- Schulze-Breuer and Ruck Test, ISSA TB 144

Multilayer Loaded Wheel Test (ISSA TB 147B)

نمونه های از مصالح 6-0 یا 8-0 با ضخامت 13 یا 18 میلیمتر و 50 میلیمتر عرض و 380 میلیمتر طول ساخته می شود.

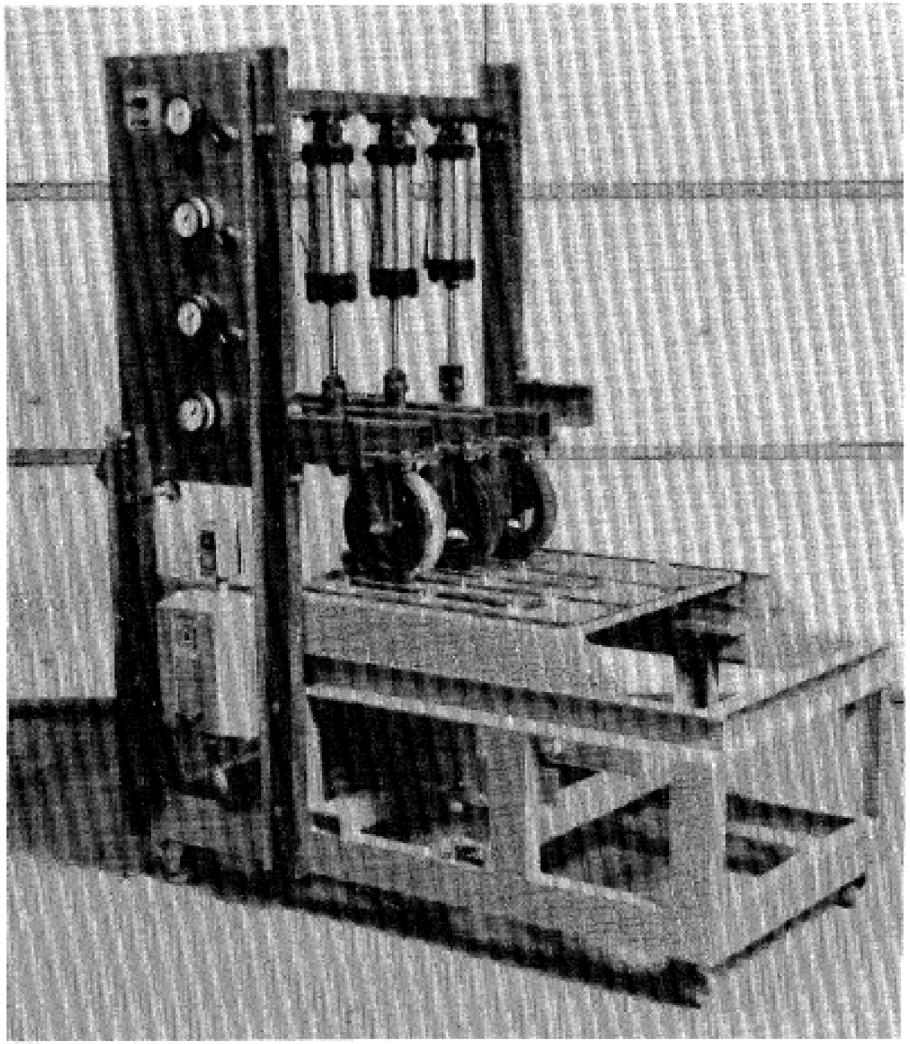
سپس نمونه بعد از 24 ساعت عمل اوری در دمای محیط ، به مدت 18 یا 20 ساعت در دمای 60 درجه خشک میشود. انگاه نمونه به مدت 2 ساعت سرد شده و تحت بار 57 کیلوگرم و هزار سیکل در دمای 21 درجه متراکم می شود.

در انتها مقدار کاهش ضخامت نمونه، تغیر شکل جانبی و تغییر دانسیته اندازه گیری می شود.

نمونه قابل پذیرش دانسیته باید به مقدار با ثباتی برسد در حالیکه نمونه غیر قابل قبول به کاهش دانسیته ادامه می دهد.

مقدار حداقل 2.1 برای وزن مخصوص پیشنهاد می شود .

این آزمایش برای تعیین ضخامت لازم برای پر کردن شیارها و یا مقدار اضافه ضخامت لازم برای تراکم ناشی از ترافیک می تواند مورد استفاده قرار گیرد



Schulze - Breuer and Ruck Test, ISSA TB 144

این تست برای کنترل نهایی سازگاری Compatibility مخلوط، بین مصالح 2-0 میلیمتر و قیر موجود در امولسیون استفاده می شود

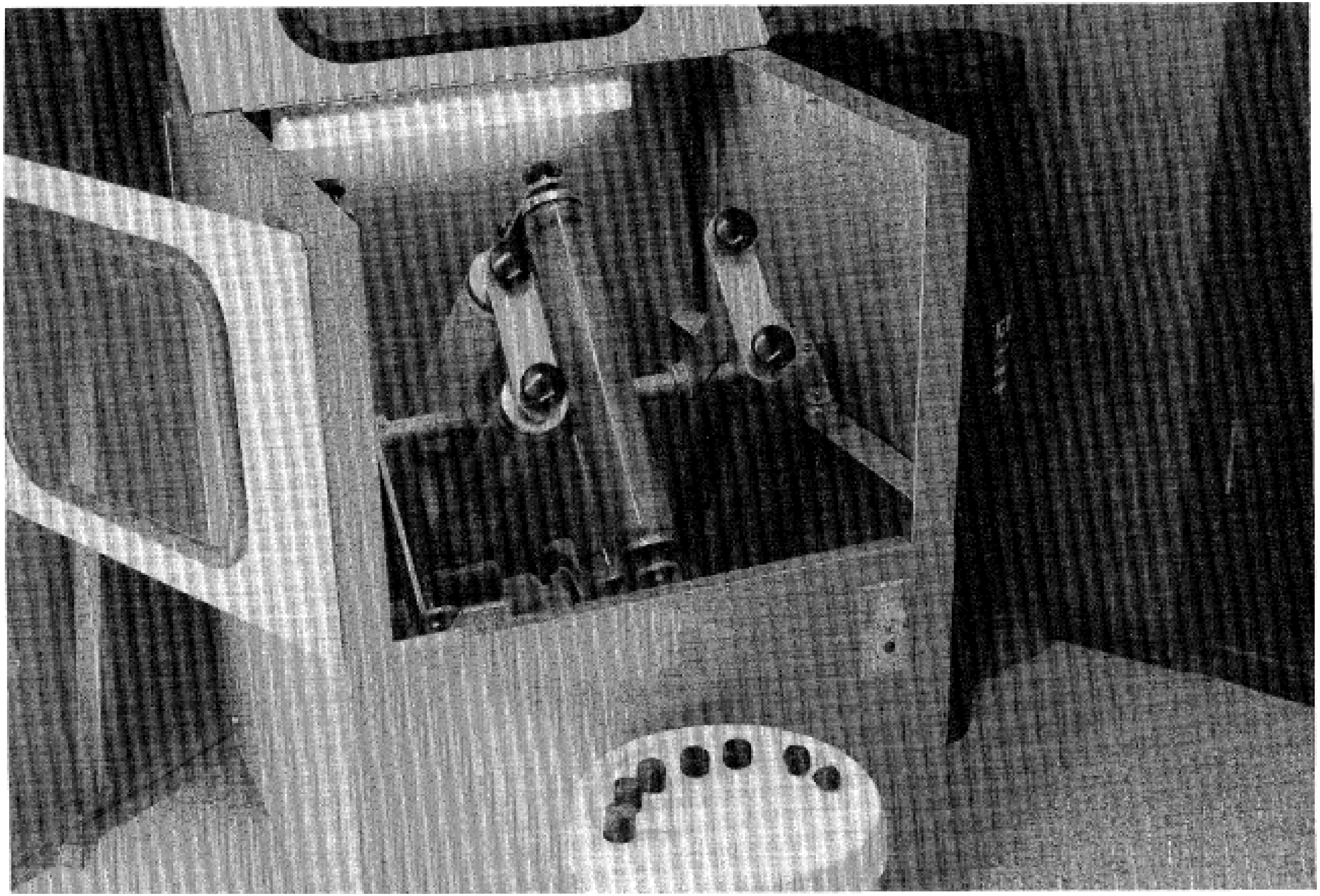
در این آزمایش 40 گرم مخلوط به 8.2 درصد قیر در قرص های به قطر و ضخامت 30 میلیمتر متراکم می شود

نمونه به مدت 6 روز در اب قوطه ور می شود و وزن اب جذب شده تعیین می گردد.

سپس در دستگاه دوار به تعداد 3600 دور تحت سایش قرار می گیرد و وزن کاهش یافته ان محاسبه می شود

در مرحله بعد نمونه ساییده شده به مدت 30 دقیقه در اب جوش قرار گرفته و وزن آن بر حسب درصد مقدار نمونه اشباع اولیه تعیین می شود. در انتها بعد از 24 ساعت خشک شدن در هوا مقدار مصالح پوشیده مانده با قیر بر حسب درصد تعیین می گردد

به هر یک از مقادیر فوق یک امتیاز تعلق گرفته و برایتعیین بهترین درصد قیر باید حداقل 11 امتیاز حاصل شود



اجرای نوار آزمایشی

- توصیه می شود یک نوار آزمایشی Strip test برای کنترل نهایی اجرا گردد

جدول حدود مجاز طرح اختلاط

TEST	ISSA TB NO.	SPECIFICATION
Mix Time @ 77°F (25°C)	TB 113	Controllable to 120 Seconds Minimum
Wet Cohesion @ 30 Minutes Minimum (Set) @ 60 Minutes Minimum (Traffic)	TB 139	12 kg-cm Minimum 20 kg-cm or Near Spin Minimum
Wet Stripping	TB 114	Pass (90% Minimum)
Wet-Track Abrasion Loss One-hour Soak Six-day Soak	TB 100	50 g/ft^2 (538 g/m^2) Maximum 75 g/ft^2 (807 g/m^2) Maximum
Lateral Displacement Specific Gravity after 1,000 Cycles of 125 lb (56.71 kg)	TB 147	5% Maximum 2.10 Maximum
Excess Asphalt by LWT Sand Adhesion	TB 109	50 g/ft^2 (538 g/m^2) Maximum
Classification Compatibility	TB 144	11 Grade Points Minimum (AAA, BAA)

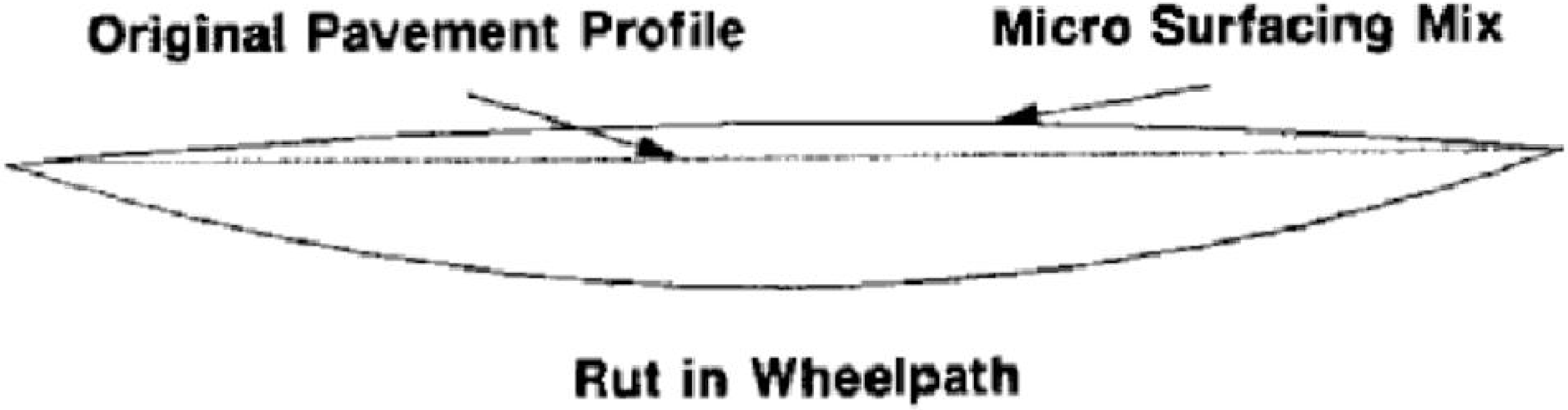
برای تامین حدود جدول فوق باید توجه داشت که مصالح سنگی و مقدار امولسیون ثابت بوده و مقدار آب، سیمان و افزودنی می تواند تفییر کند

حدود پیشنهادی اجزاء مخلوط

COMPONENT MATERIALS	SUGGESTED LIMITS
Residual Asphalt	5.5 - 10.5% by dry weight of aggregate
Mineral Filler	0.0 - 3.0% by dry weight of aggregate
Polymer Content	Minimum of 3.0% solids based on bitumen weight content
Additives	As needed
Water	As required to produce proper mix consistency

میزان و کاربرد پیشنهادی پخش بر اساس نوع دانه بندی

AGGREGATE TYPE	LOCATION	SUGGESTED APPLICATION RATE
Type II	Urban and Residential Streets Airport Runways Scratch or Leveling Course	10 - 20 lb/yd^2 (5.4 - 10.8 kg/m^2) As Required
Type III	Primary and Interstate Routes Wheel Ruts Scratch or Leveling Course	15 - 30 lb/yd^2 (8.1 - 16.3 kg/m^2) As Required (See Appendix B) As Required



Rut Depth		Micro Surfacing Quantity Needed	
0.5 - 0.75"	(12.7 - 19.1 mm)	20 - 30 lb/yd^2	(10.8 - 16.3 kg/m^2)
0.75 - 1.00"	(19.1 - 25.4 mm)	25 - 35 lb/yd^2	(13.6 - 19.0 kg/m^2)
1.00 - 1.25"	(25.4 - 31.75 mm)	28 - 38 lb/yd^2	(15.2 - 20.6 kg/m^2)
1.25 - 1.50"	(31.75 - 38.1 mm)	32 - 40 lb/yd^2	(17.4 - 21.7 kg/m^2)

Pavement Distress	Slurry	Micro surfacing
Surface cracking	•	•
Full depth cracking	-	-
Corrugation or Shoving	-	•
Rutting		•
Raveling	•	•
Bleeding	-	•
Polishing (loss of skid resistance)	•	•
Patched pothole Pavement patch only	-	-
Patched pothole Base repaired patch	•	•
Loss of profile (crown, edge, etc.)	-	•

شرایط اب و هوایی

- در شرایط زیر نباید اجرا شود

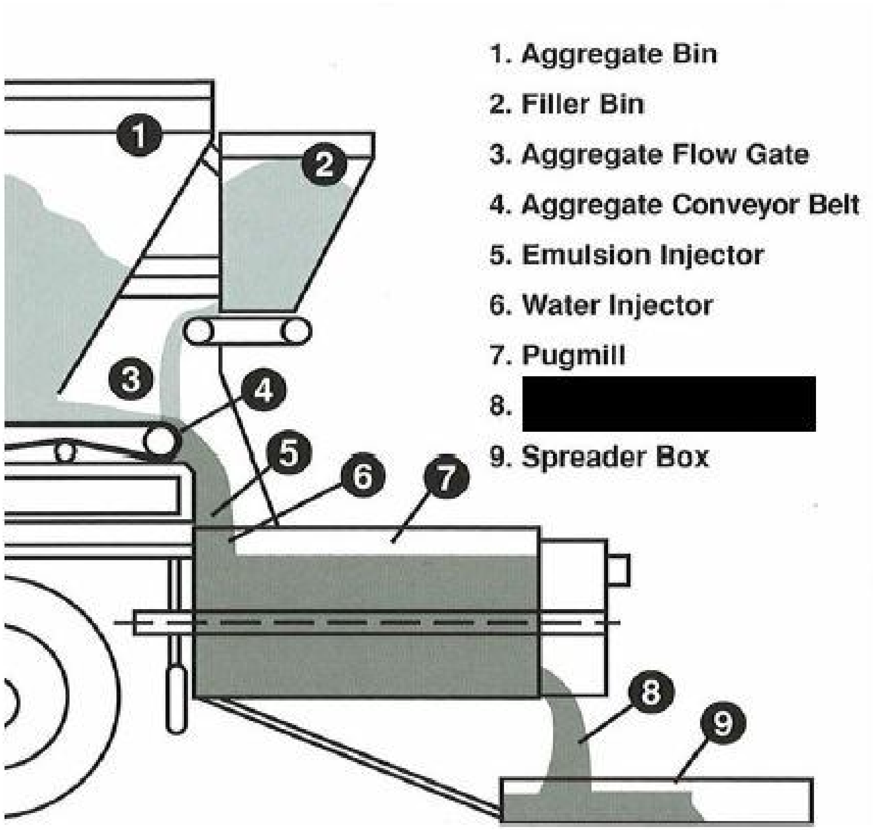
✓هوای زیر صفر. (استاندارد کالیفرنیا 8 درجه را پیشنهاد می کند)

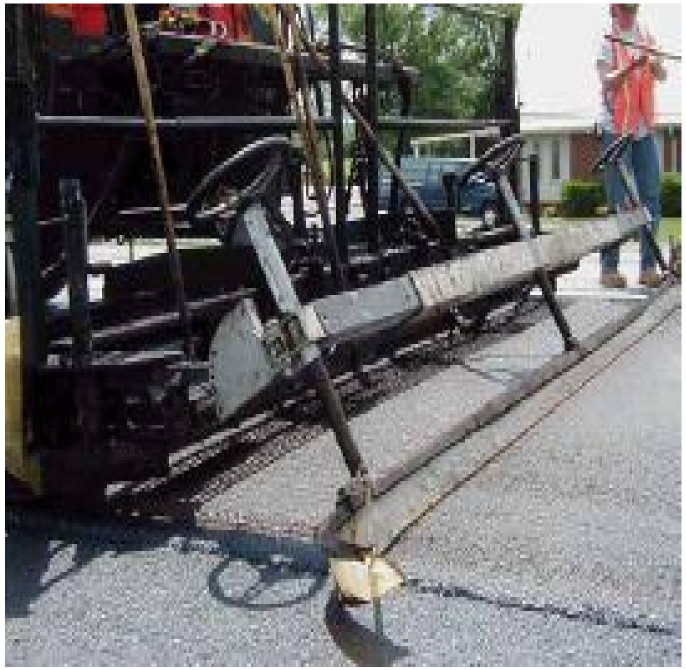
✓هوای بارانی

✓عدم پیش بینی هوای زیر صفر در 24 ساعت اینده(استاندارد کالیفرنیا 2 درجه را پیشنهاد می کند)

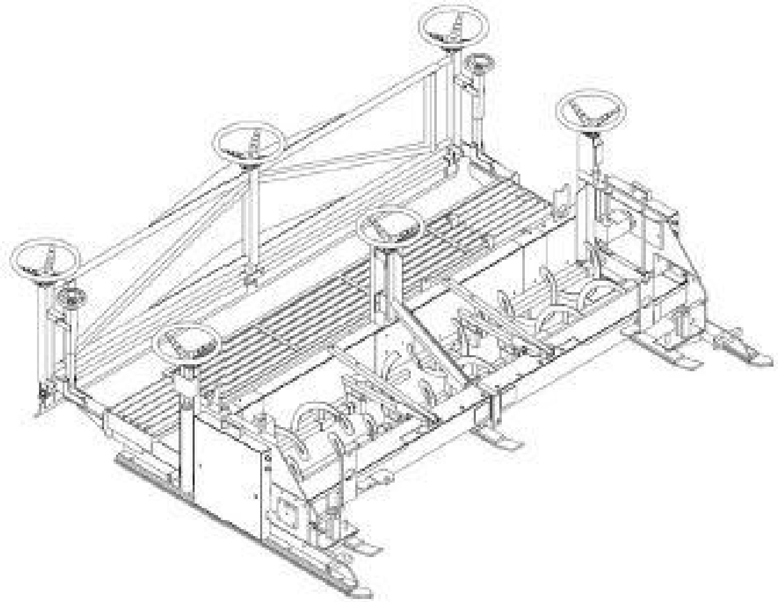
ماشین اختلاط

- سرعت 1 تا 4 کیلومتر در ساعت
- قابلیت اجرا 450 تن میکرو در روز


1. Aggregate Bin
2. Filler Bin
3. Aggregate Flow Gate
4. Aggregate Conveyor Belt
5. Emulsion Injector
6. Water Injector
7. Pugmill
8. [redacted]
9. Spreader Box
1
2
3
4
5
6
7
8
9

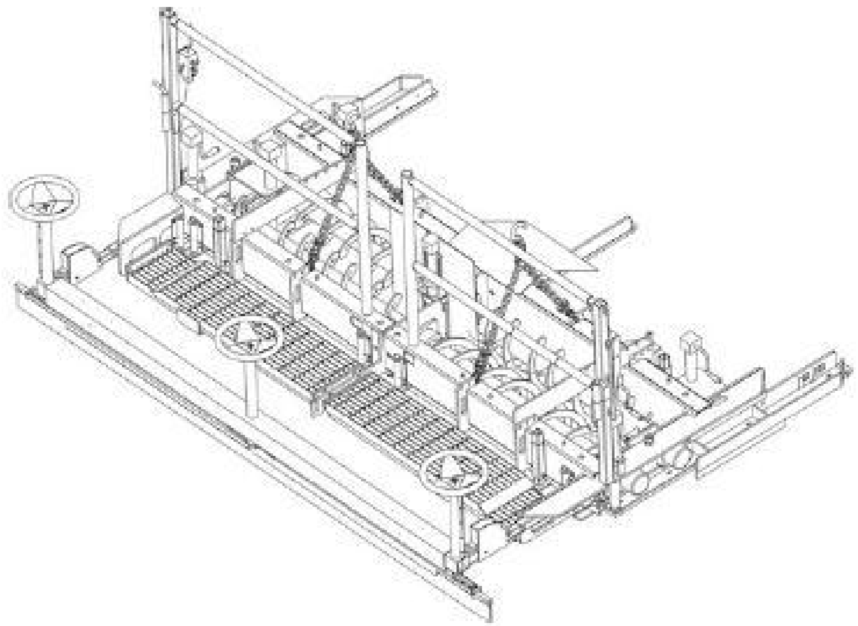


جعبه های پخش کننده برای میکرو سرفیسنگ



Microsurfacing spreader box with augers and secondary strike-off

Variable width spreader box for shoulders and longitudinal joints



کالیبراسیون

- کالیبره کردن همه اجزاء اندازه گیری وزنی بخش های مخلوط هفته ای یکبار

مخلوط کن

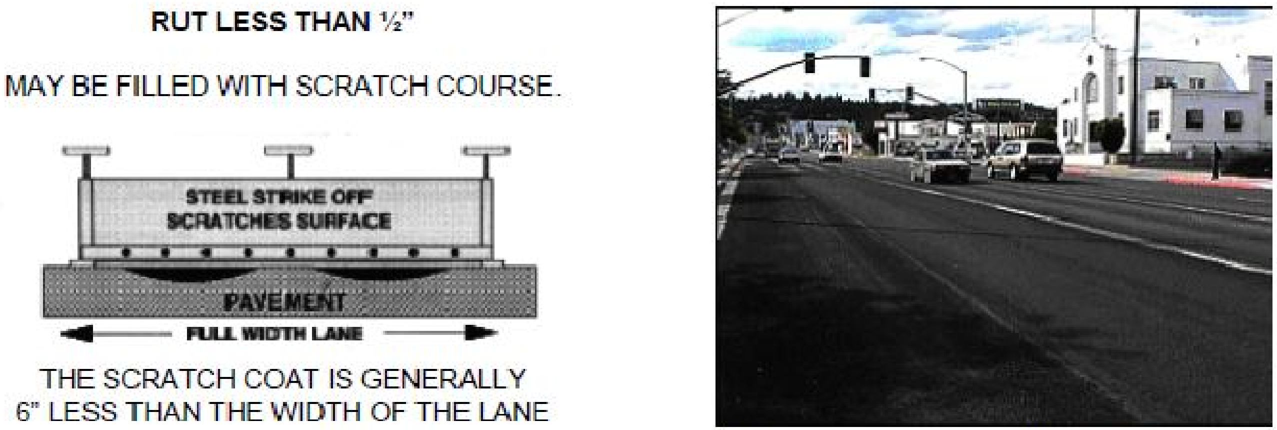
- طول مخلوط کن بین 1 تا 1.3 متر و دارای شفت دوبل حاوی چند تیغه و یا حلزونی می باشد
- مدت زمان اختلاط بین 5 تا 10 ثانیه با دور 300 دور در دقیقه می باشد
- فیلر معدنی به مصالح سنگی قبل از اختلاط اضافه می شوند. در هنگام سقوط مصالح به میکسر آب اضافه می شود
- سپس مواد حاصل مخلوط می شوند
- در یک سوم زمان اختلاط،امولسیون به میکسر اضافه می گردد

آب بندی تمام عرض

- برای اجرای میکرو و ابندی تمام عرض در سطوح فاقد ناهمواری و شیار از جعبه پخش استاندارد Spreader Box استفاده می شود.
- در این حالت برای یک پوشش کامل یک راه دوخطه سه بار عبور با overlap 75 میلیمتر صورت می گیرد

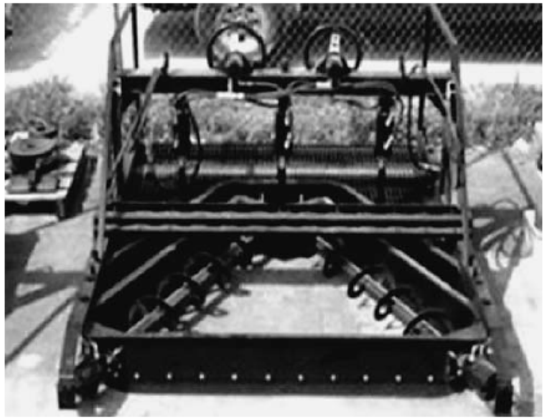
جعبه های پخش کننده برای میکرو سرفیسینگ

- Steel strike-off قابل کاربرد برای لایه روسازی که دچار شیارشدگی با عمق کمتر از 12 میلیمتر
- Rut box قابل کاربرد برای لایه روسازی که دچار شیارشدگی با عمق بیشتر از 12 میلیمتر (برای عمق بیش از 38 میلیمتر در چند لایه)



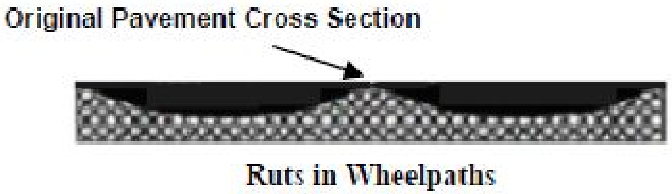
a) Scratch Coat Principle b) Example of a Scratch Coat Treatment

Figure 9-15 Scratch Coat Principles and Treatment



REPROFILING
RUTTED WHEELS
WITH
MICRO-SURFACING

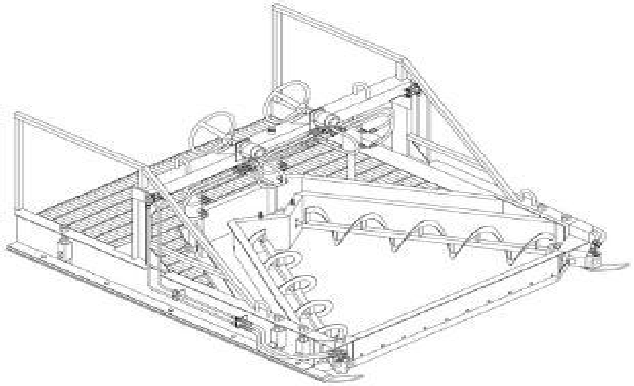
For each inch of applied micro-surface mix add 1/8" to 1/4" crown to each rutfill to compensate for return traffic compaction.



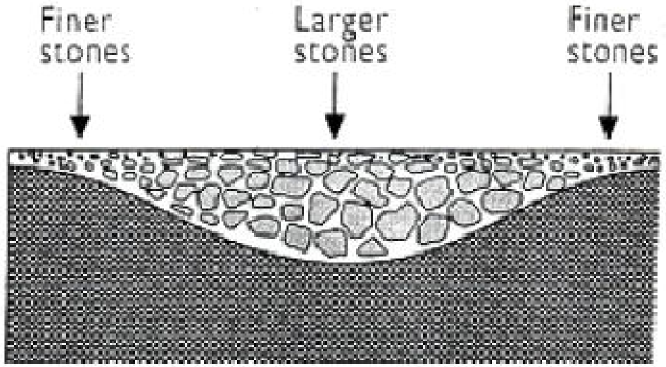
RUTS ½" & OVER MUST USE THE RUT BOX

a) Principle of Rut Filling (Holleran, 2002)

Rut Box



Cross Section of a Rut



b) Cross Section of a Filled Rut (Holleran, 2001)

پرکردن شیار

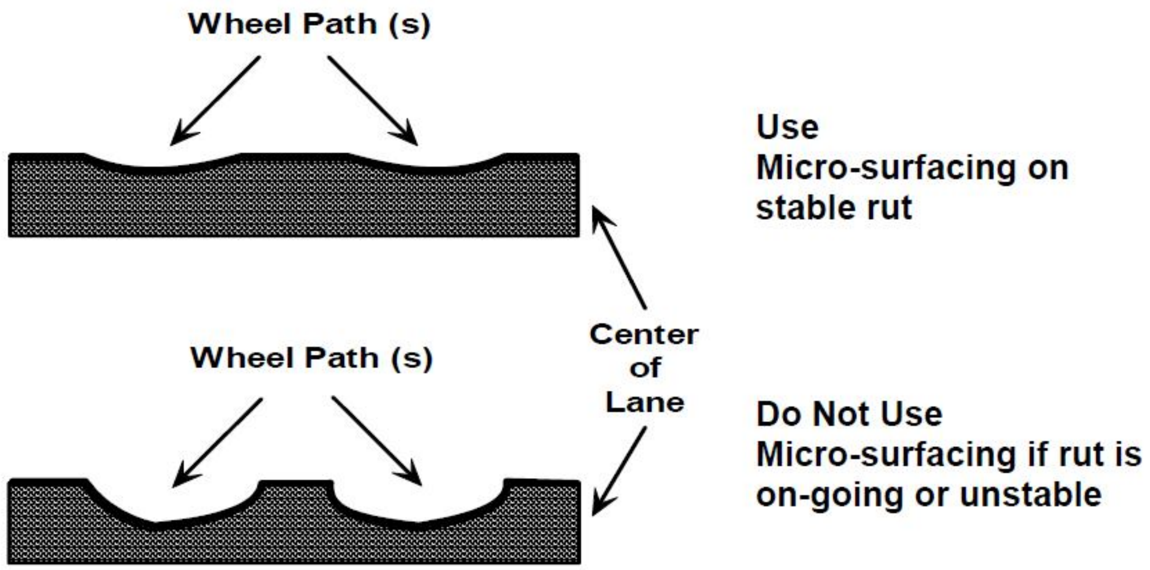


Figure 9-17 Suitable and Unsuitable Surfaces to Use Micro-surfacing as a Rut Filler

تفاوت بین ماشین میکروسرفیسینگ و اسلاری سیل

- تفاوت بین این دو در جعبه پخش Spreader boxاست.
- در اسلاری جعبه بوسیله دو زنجیر کشیده می شود. جعبه می تواند حلزونی داشته باشد یا نداشته باشد..
- در میکرو چون باید مصالح سفت تری حمل کند و قبل از شکستن پخش شود لذا باید دو حلزونی داشته و یک لاستیک پخش کننده پشت جعبه نصب باشد. بعلاوه جعبه به صورت صلب به ماشین وصل بوده و قابلیت تنظیم ضخامت دارد
- توان میکسر میکروسرفیسینگ 90 اسب بخاراست در مقایسه با اسلاری سیل که 30 اسب بخار است

Figure 9-7 Slurry Surfacing Machine

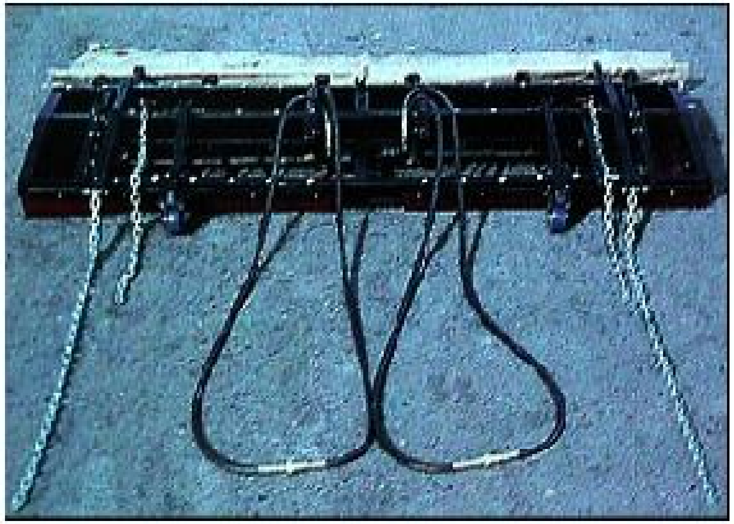
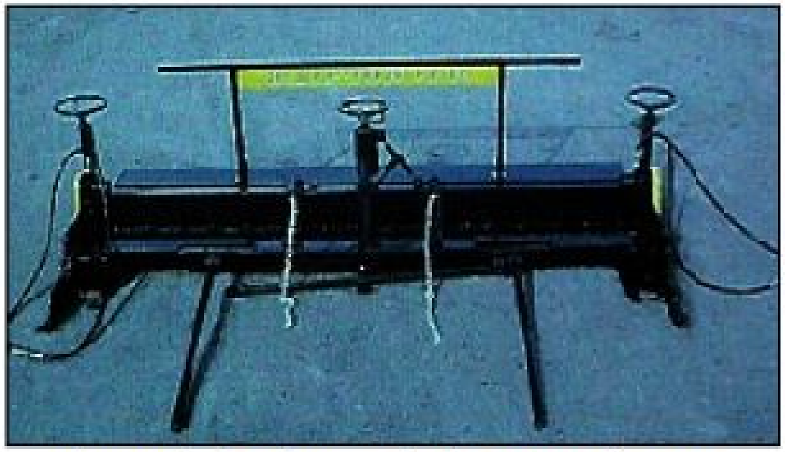


Figure 9-8 Slurry Seal Box with Augers



a) Typical Micro-surfacing Spreader Box

b) Outrigger Texture Flap

مهیا کردن سطح

- ✓تمام ترک های بیش از 6 میلیمتر باید قبلا درز گیری شوند
- ✓سطح درزگیری باید پایین تر از سطح اسفالت باشد
- ✓فاصله بین درگیری ها و لکه گیری ها و اجرای میکرو باید بین 1 تا 6 ماه باشد
- ✓معمولا نیازی به تک کت نیست مگر اینکه سطح شدیدا خشک، هوا زده و یا بتنی باشد
- ✓ISSA نسبت حجمی 1 به 3 امولسیون و اب را برای تک کت توصیه می کند.
- ✓در شرایط مناسب باید بین اجرای تک کت و میکرو 1.5 تا دو ساعت فاصله باشد
- ✓میزان تک کت توصیه شده بین 0.16 تا 0.32 لیتر بر متر مربع است
- ✓اگر بخواهید در حین اجرا تغییری در مقدار مصالح بدهید می تواند در سیمان، افزودنی ها و آب باشد

- معمولا پرسنل مورد نیاز شامل 5 نفر است. راننده دستگاه که وظیفه ان فقط هدایت دستگاه است. یک اپراتور که کنترل پخش و کنترل نسبت ها در پشت دستگاه به عهده دارد و سه کارگر که وظیفه کنترل ترافیک و نظافت و کارهای دستی را انجام می دهند

- سفت بودن بیش از حد مخلوط منجر به کشیدن مخلوط زیر تیغه جعبه پخش می شود و اگر بیش از حد شل باشد باعث جدا شدن مصالح و ایجاد کانال های متفاوت در زیر جعیه پخش می شود و همچنین موجب بالا امدن ریزدانه ها به سطح می گردد

- ضخامت لایه میکرو بین 10 تا 15 میلیمتر می باشد. برای ضخامت 6 تا 13 میلیمتر در یک لایه بین 8 تا 16 کیلوگرم بر متر مربع مصالح لازم است

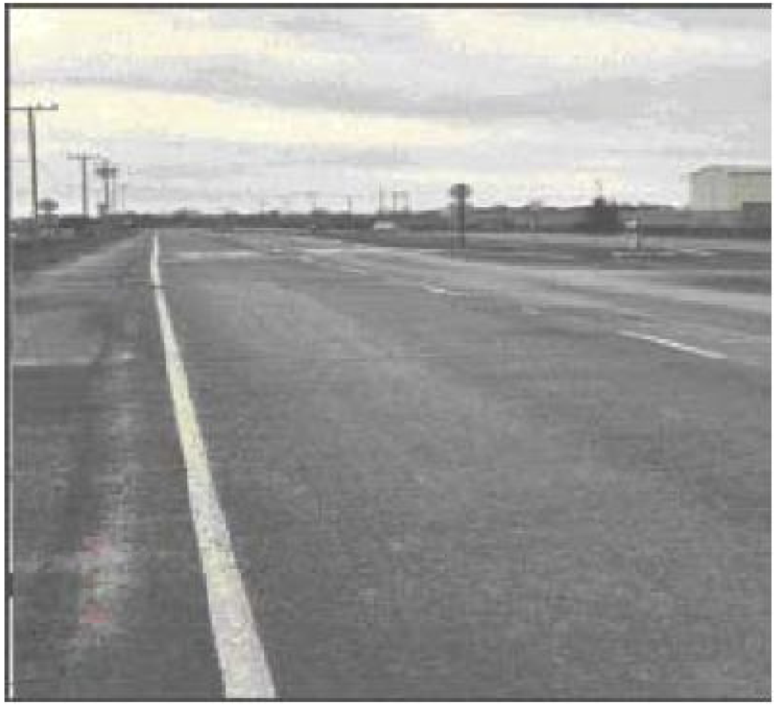
- اگرسطح روسازی یکنواخت باشد یک لایه میکرو کافی است. اما اگر سطح رویه ناصاف بوده و عمق شیارها بین 6 تا 13 میلیمتر باشد دو لایه میکرو نیاز است

- میکرو در صورتی که شیارها ناشی ار عدم پایداری روسازی و یا ضعف لایه های پایین باشد پاسخگو نیست
- اگر شیارها ناشی از تراکم لایه ها باشد (معمولا بین 6 تا 13 میلیمتر) میکرو قابل استفاده است
- اکر میزان شیارشدگی بعد از 10 سال بین 10 تا 20 میلیمتر باشد می توان روسازی را پایدار در نظر گرفت
- اگر شیارافتادگی به همراه ترک پوست سوسماری باشد میکرو گزینه خوبی نیست

کیفیت اجرا

- درز های طولی نباید بیش از 75 میلیمتر همپوشانی داشته باشند

a) High Quality Longitudinal Joint



b) Poor Quality Longitudinal Joints

درز عرضی

- درز های عرضی اجتناب ناپذیرند. حرکت روی درز ها باید ارام و بی ضربه باشد
- کار مشکلی است چون ماشین در هر درز شروع می کند و یک موج ایجاد می سود بویزه برای میکرو که زود گیرش پیدا می کند
- یک راه حل لب به لب کردن در نوار متوالی است
- یا یک ورق روی نوار قبلی قرارداده شود. بعضی پیمانکارها اب زیاد به مخلوط می زنند که باعث کیفیت پایین مخلوط می شود

a) High Quality Transverse Joint

b) Low Quality Transverse Joint

مخلوط غیر یکنواخت و جدا شدن اجزاء

- درمخلوط های با درصد سیمان کم یا آب زیاد ممکن است مصالح سنگی از هم جدا شوند و منجر به بافت ضعیف و لکه های سیاه رنگ در سطح می گردد
- این مخلوط ها غیر یکنواخت بوده و گیرش انها طولانی خواهد بود

a) Segregation

b) Delamination from a False Slurry

لبه و شانه

- اجرا در لبه ها ممکن است ضعیف اجرا گردد. سعی شود انتهای جعبه پخش خارج از لبه باشد و اگر شانه روسازی داشته باشد از جعبه Edge box استفاده شود که عرض آن قابل تنظیم است

a) High Quality Edges and Shoulder

b) Poor Quality Edges and Shoulder

ناهمواری

- گاها اگر جعبه پخش خوب تنظیم نشده باشد، چون مخلوط میکرو خشک تر از اسلاری سیل است باعث ایجاد موج در مسیر می گردد
- در این صورت باید اقداماتی از قبیل استفاده از مخلوط دیر گیر تر، افزودن وزنه به پشت جعبه پخش و تنظیم لاستیک روی جعبه را انجام داد

ترافیک عبوری زود هنگام

اسلاری سیل و میکرو قبل از عبور ترافیک می بایست به چسبندگی و گیرش کافی برسند

در صورت عبور ترافیک قبل ار این امر، بویژه در محل های با تنش بالا منجر به کنده شدن دانه ها و کرمو شدن سطح میکرو می شود

زمان مناسب عبور ترافیک بسیار بستگی به تجربه دارد ولی به عنوان یک قاعده کلی اگر رنگ اسلاری به مشکی تبدیل شود و یا از میکروسرفیسینگ آب تمیز خارج شود این گیرش صورت گرفته است

شرایط بعد از اجرا

- از دست دادن کامل آب در امولسیون ها ممکن است چند هفته به طول بکشد. البته بعد از چند ساعت اول به آب مقاوم خواهند بود لیکن اگر اب یخ بزند باعث شکستن پوشش قیری خواهد شد و نهایتا برهنه شدن مصالح. لذا باید اجرا دو هفته قبل از هوای یخبندان تمام شود.
- در مناطق با ترافیک سنگین (محل های چرخش وسلیط نقلیه) همزمان با محل های تجمع اب، احتمال پراکنده شدن مصالح خرد شده و بدون پوشش کامل قیری وجود دارد

غلطک زدن

- برای نواحی که میکرو برای پرکردن شیارها استفاده می شود غلطک زدن همواره توصیه می شود. علطک ار نوع چرخ لاستیکی و وزن 6 تا 7 تن باشد. ی تا دو بار عبور با سرعت کم کافی است. این امو موجب بالا امدن آب به سطح و تسریع تبخیر آن و تسریع در عمل اوری و می گردد. جا گیری درشت دانه ها بهتر و از دانه دانه شدن زودرس جلوگیری می شود.

- در مواردی که احتمال سست بودن دانه ها در اوایل

باز شدن ترافیک می رود نیز غلطک زنی مفید است

نحوه پرداخت به پیمانکار

- برای پروژه های کوچک (کمتر از 42000 متر مربع) براساس سطح (مترمربع)
- و برای پروژه های بزرگ بر اساس وزن مصالح سنگی (تن) و حجم امولسیون (لیتر) به پیمانکار پرداخت می گردد

با تشکر از توجه شما

به جمع ما در کانال ساخت و نگهداری راه بپیوندید: @bsgroup