

Применение системы Superpave за пределами США. Адаптация системы в различных странах.

**Хусейн Бахия (Hussain U. Bahia)
Профессор и директор центра MARC
Висконсинский университет в Мэдисоне, США**

**Москва, Россия
10 декабря 2019 г.**

Мировой спрос на битум и технические условия

- В большинстве стран используется **классификация по пенетрации/вязкости**
- В Северной Америке, на Ближнем Востоке и в Африке применяются классификации **PG и PG+**

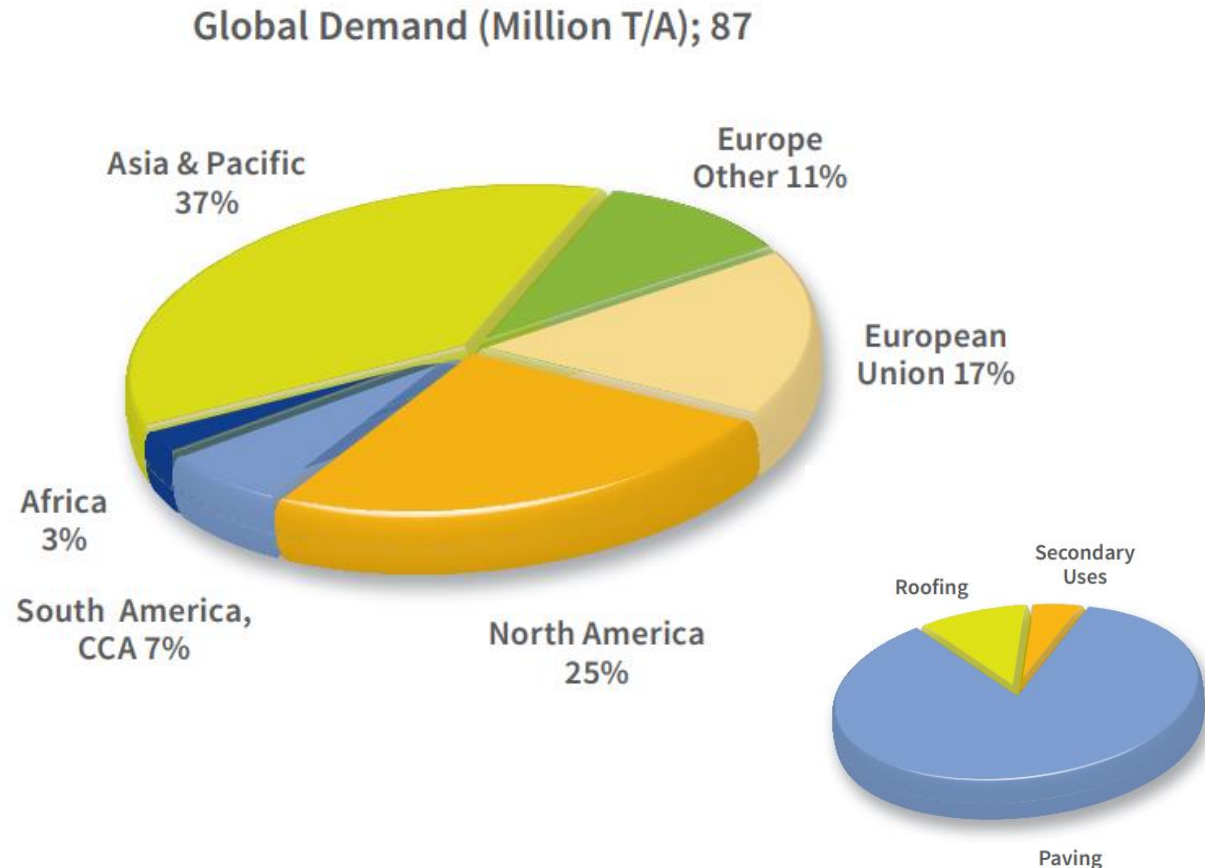


Figure 1. Global bitumen use (Source: Asphalt Institute & Eurobitume)

Технические условия на вяжущее Superpave

Две системы; расчет по скорости и интенсивности дорожного движения

AASHTO M320

- Указание более высокой марки вяжущего для высоких температур (HT PG), чем необходимо для данного климата с учетом низкой/ высокой интенсивности движения (повышение марки вяжущего)
 - Не влияет на вяжущие для низких температур

AASHTO M332

- Использование той же марки вяжущего для высоких температур (HT PG), какая необходима для данного климата, но с увеличением минимальной жесткости вяжущего
 - Не влияет на вяжущие для низких температур
- Интенсивность движения включается в формулу определения PG:

PG HT X - LT

X = интенсивность движения (S, H, V, E)

Traffic Volume ESALs	Traffic Speed		
	Standing	Slow	Standard
<0.3	PG 76-22	PG 64-22	PG 64-22
0.3 to < 3	PG 76-22	PG 70-22	PG 64-22
3 to <10	PG 76-22	PG 70-22	PG 64-22
10 to < 30	PG 82-22	PG 76-22	PG 70-22
> 30	PG 82-22	PG 76-22	PG 70-22

- S: Standard traffic levels: < 10M ESALS AND traffic > 70 km/hr
- H: Heavy traffic: 10M < ESALS < 30M OR 20 < traffic < 70 km/hr
- V: Very Heavy traffic : ESALS > 30M OR traffic < 20 km/hr
- E: Extremely heavy traffic: ESALS > 30M AND traffic < 20 km/hr

Необходимость в применении Supergravel вызвана климатом и высокой интенсивностью движения

- **Большинство стран Ближнего Востока и Африки относятся к быстроразвивающимся**
 - В этих странах существует крайняя необходимость в надежных и долговечных дорогах
- **Решением является система классификации марок вяжущих (PG):**
 - Усовершенствованные методы испытаний полимермодифицированного вяжущего (ПМВ)
 - Сейчас используются марки для чрезвычайно тяжелых дорожных условий
 - Внедрение выполняется очень быстро с использованием самых современных методов

Действующие дороги в ОАЭ и Катаре

Колееобразование в ОАЭ



Усталостное растрескивание в Катаре



Ближний Восток подает пример

- **За пределами США и Канады впервые система Supergrave была применена в Саудовской Аравии в 2006 г.**
 - **Переход от классификации по пенетрации к полной классификации PG (M320)**
 - **Смеси, разработанные по методу Маршалла, полностью заменены смесями Supergrave**
 - **В 2018 г. Саудовская Аравия перешла на испытания PG-MSCR (классификация M332)**
- **В 2012 г. Катар стал второй страной Ближнего Востока, полностью перешедшей на новую систему**
 - **Переход от классификации по пенетрации к модифицированной системе PG-MSCR (M332)**
 - **Смеси, разработанные по методу Маршалла, сохранились, но изменились требования ко всем минеральным заполнителям**

Министерство транспорта: технические условия, опубликованные в Саудовской Аравии в 2006 г.

- **Охватывают:**
 - Вяжущие Superpave
 - PG M320
 - Смеси Superpave
 - Только объемное прое

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارة النقل

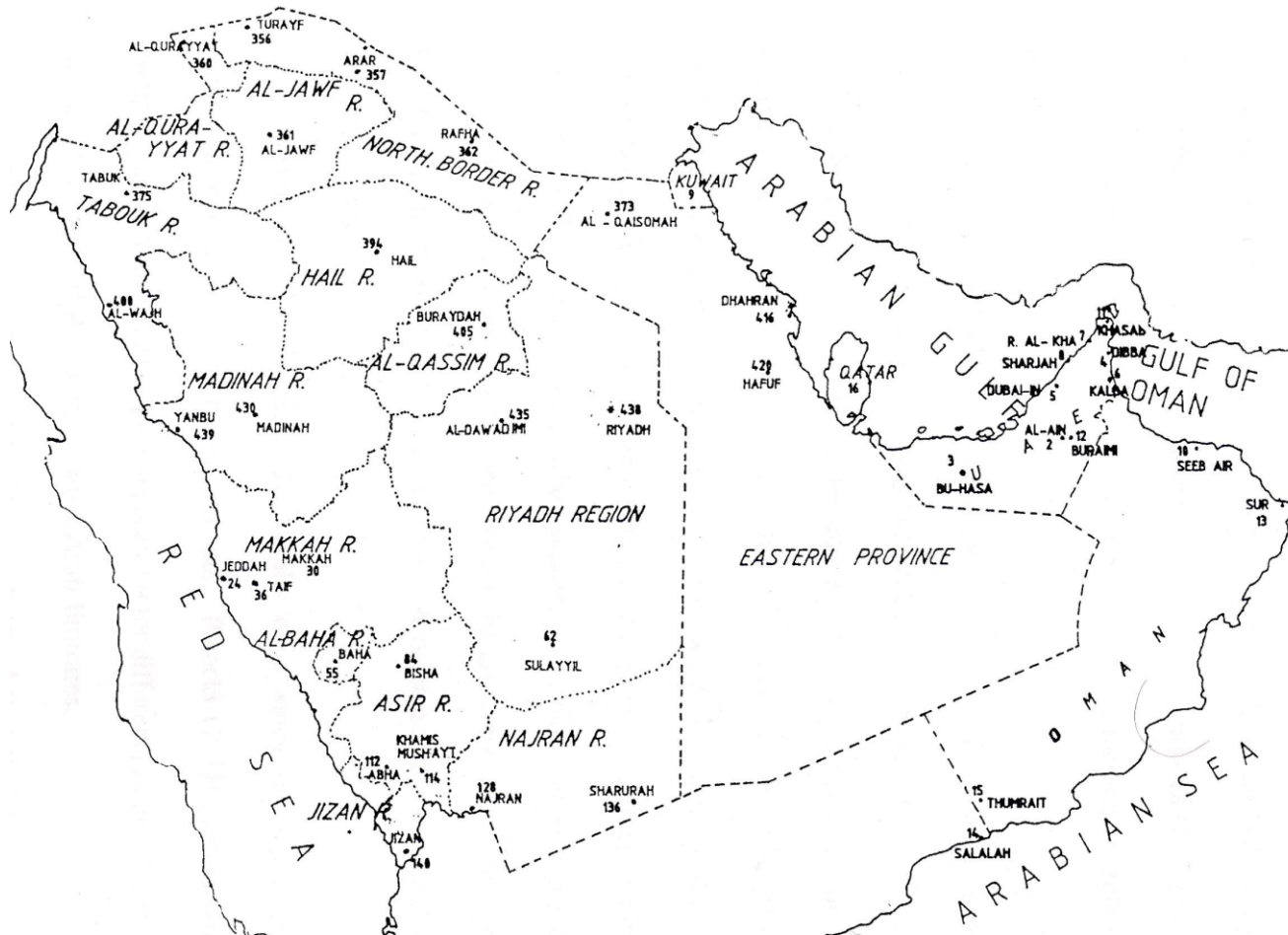
الإدارة العامة للمواد والبحوث

نظام تصميم الخلطات الأسفلتية الساخنة

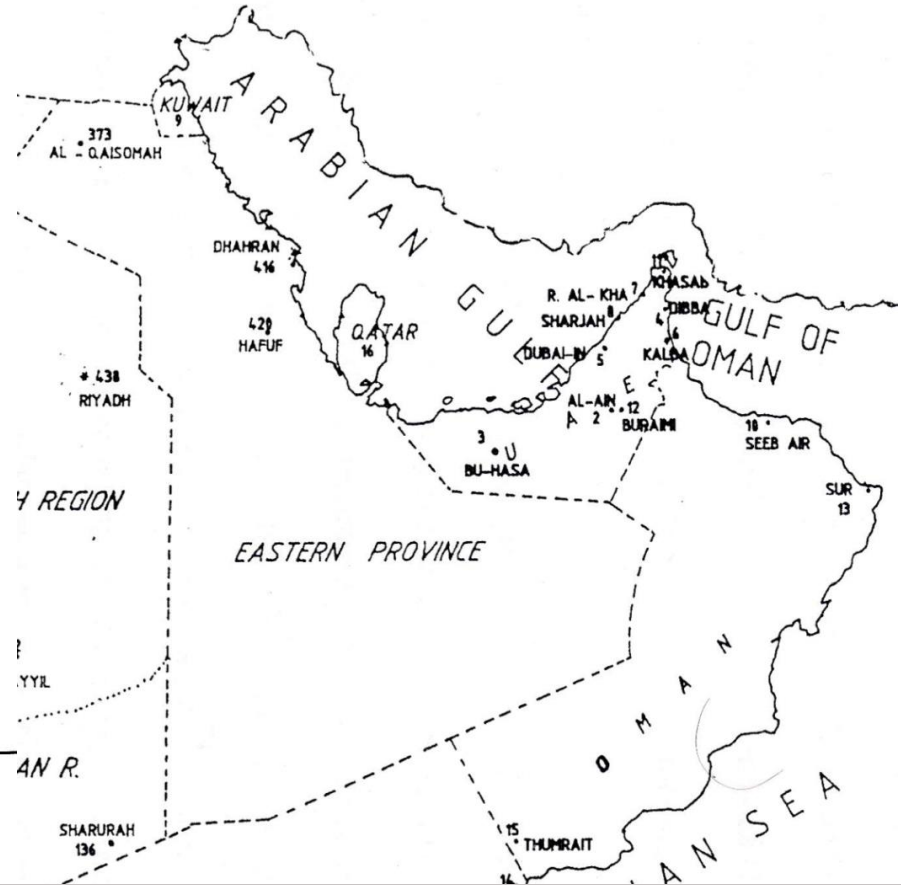
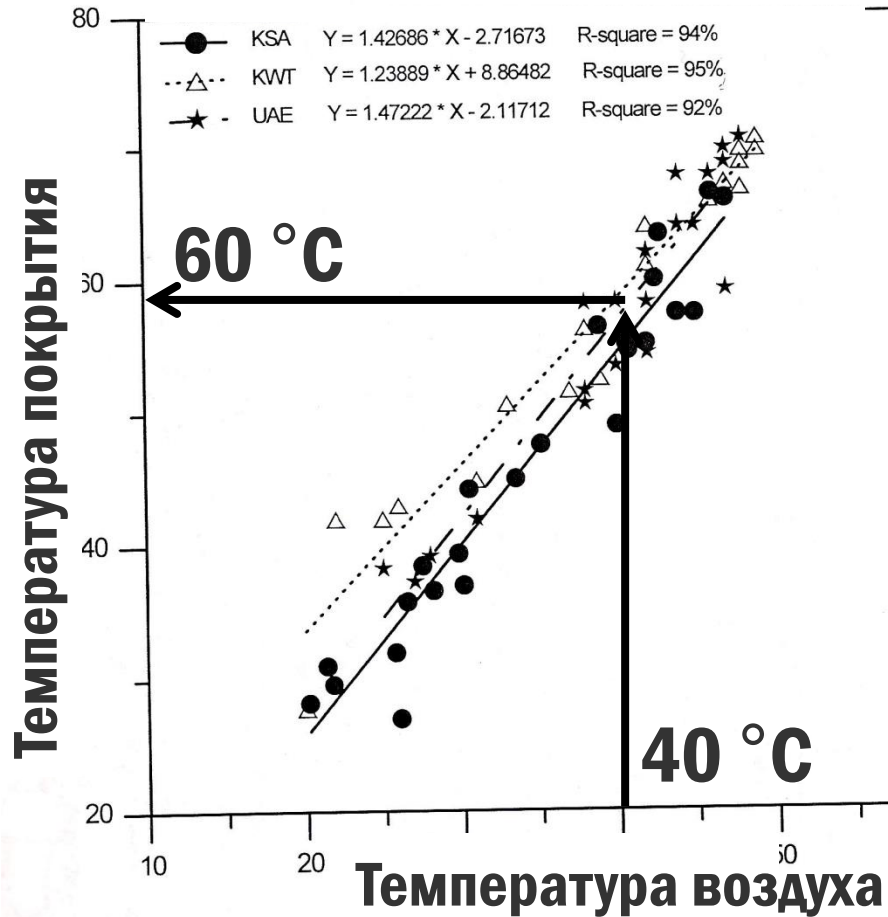
باستعمال تقنية السوبربيف™ الواردة في دليل معهد الإسفلت رقم SP-2 الصادر في عام

٢٠٠١ و مواصفات الآشتو الصادرة في عام ٢٠٠٥

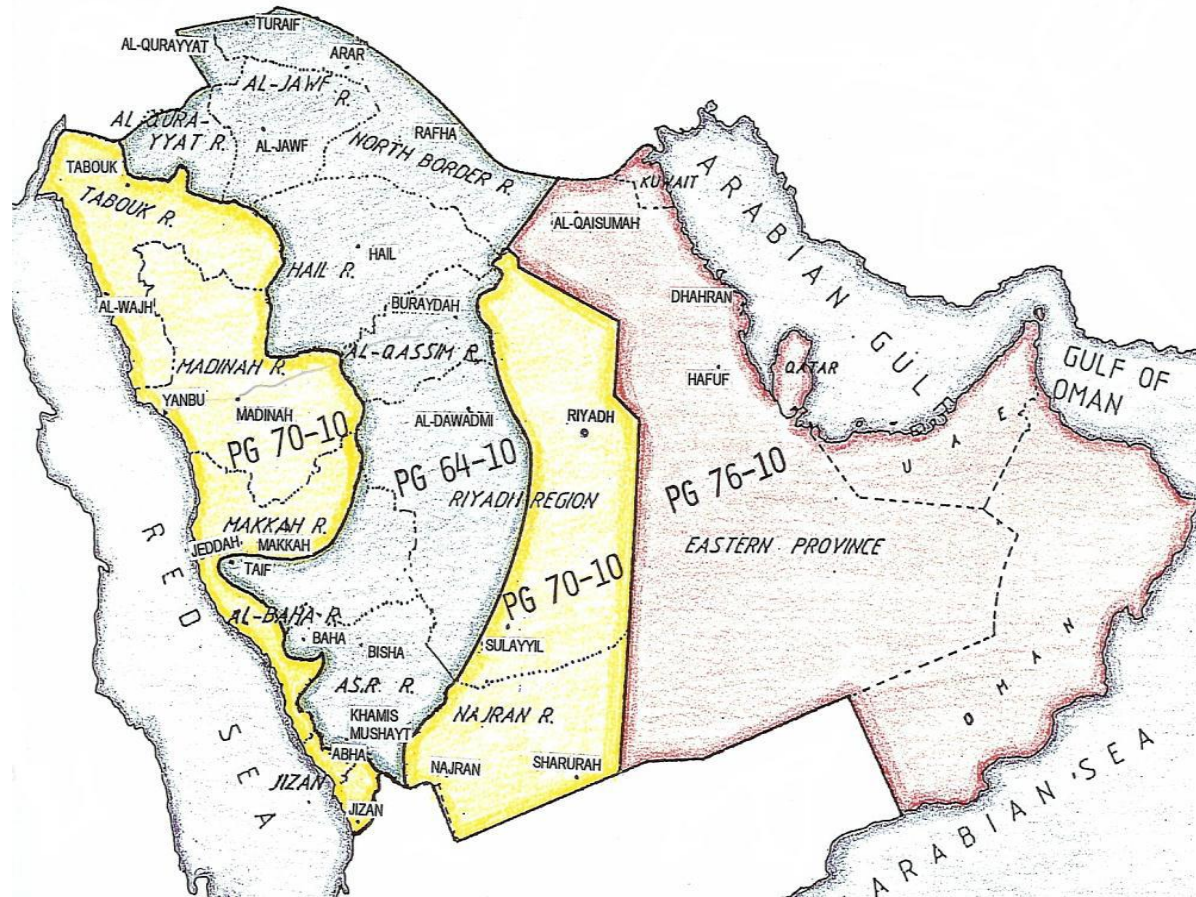
Климатические данные от метеостанций



Пересчет температур воздуха в температуры дорожного покрытия



Королевство Саудовская Аравия — одно из первых государств, внедривших классификацию PG за пределами Северной Америки



Источник: Eng. M. S. Azzam, MOT-KSA

Саудовская Аравия выбрала 4 марки

الجدول رقم أ - ١: متطلبات الأداء لأصناف الرابطة الأسفلتي السائدة في المملكة العربية السعودية

صنف الأداء PG 82	صنف الأداء PG 76	صنف الأداء PG 70	صنف الأداء PG 64	الخاصية
-10	-10	-10	-10	
أقل من ٨٢ م°	أقل من ٧٦ م°	أقل من ٧٠ م°	أقل من ٦٤ م°	متوسط درجة الحرارة العليا لسبع أيام متوالية للموقع المناسب للصنف ، م°
أكبر من ١٠-	أكبر من ١٠-	أكبر من ١٠-	أكبر من ١٠-	درجة الحرارة الدنيا للموقع المناسب للصنف ، م°
المرحلة الأولى: العينة الطازجة : الخصائص المطلوبة للعينة الطازجة (قبل التعتيق)				
230				درجة حرارة الوميض (T48) الحد الأدنى ، م°
135				اللزوجة الدورانية (T 312) يجب أن لا تزيد عن ٢ Pa.s (أي ٢٠٠٠ cP) عند درجة حرارة ، م°
82	76	70	64	القص الديناميكي (T 316): قيمة $G^*/\sin(\delta)$ يجب أن لا تقل عن ١.٠ kPa عند تردد ١٠ rad/s ، م°
المرحلة الثانية: العينة المعتقة جزئياً: الخصائص المطلوبة للعينة المعتقة جزئياً باستخدام فرن الطبقة الرقيقة الدوارة (T240 - RTFOT)				
1.0				الافتقار في الوزن - الحد الأعلى ، %
82	76	70	64	القص الديناميكي (T 316): قيمة $G^*/\sin(\delta)$ يجب أن لا تقل عن ٢.٢ kPa عند تردد ١٠ rad/s ، وعند درجة حرارة ... م°
المرحلة الأخيرة: العينة المعتقة كلياً : الخصائص المطلوبة للعينة المعتقة كلياً باستخدام اسطوانة الضغط (PAV - T360)				
110.0				درجة حرارة التعتيق للمناطق الصحراوية ، م°
40	37	34	31	القص الديناميكي (T 316): قيمة $G^*x\sin(\delta)$ يجب أن لا تزيد عن ٥٠٠٠ kPa عند تردد ١٠ rad/s ودرجة حرارة ... م°
0	0	0	0	إنشاء العينة المستطيلة (T313): لا يزيد معامل الزحف (S) عن ٢٠٠ MPa ولا يقل معامل الميل (m-value) عند ٦٠ ثانية عن ٠.٢٠٠ عند درجة حرارة م°.
0	0	0	0	الشد المباشر (T 314): يجب أن لا يقل الانفعال عند الكسر عن ١.٠% عند ١.٠ ملم/الثانية عند درجة حرارة ... م°

- **Четыре марки:**
 - PG 64-10
 - PG 70-10
 - PG 76-10
 - PG 82-10
- **Все марки, кроме одной, не модифицированы**
- **Влияние дорожного движения на изменение марки**

Сертификация поставщиков вяжущих PG

- **Требуются сведения о производстве модифицированных вяжущих, включая план контроля качества и данные оборудования**
- **Должна быть организована полностью оснащенная лаборатория, доступная для инспекции представителями министерства транспорта**
- **Состав отсылается в лабораторию министерства транспорта на проверку**
- **Утверждение осуществляется по марке и по составу**
- **В отношении типов добавок применяются ограничения**

الرقم: ٧٠٤٧/١
التاريخ: ٢٠١٤/١١/١١
المرقات: ج



الجمهورية العربية السورية
وزارة النقل
٢٨١
الإدارة العامة للمواد والبحوث

تعميم لكافة مصانع إنتاج الرابطة الأسفلتي المحسن

المحترم / المكرم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته ، ،

نظرا لما لوحظ من خلال الزيارات على مصانع إنتاج الرابطة الاسفلتي المحسن من تعدد واختلاف في انظمة وخطوط الانتاج وتكرار لعدد من الملاحظات التي تؤثر سلبا على جودة المنتج. لذا فانه يلزم ان تكون مصانع إنتاج الرابطة الاسفلتي المحسن المعتمدة للتوريد لمشاريع الوزارة على النحو التالي :

نظام الاضافة والخلط يجب ان يكون اتوماتيكي بشكل كامل وبحيث يحتوي على التالي :

(١) درجة حرارة الخلط .

(٢) زمن الخلط .

(٣) نسبة المادة المحسنة .

(٤) كمية الإسفلت المحسن

(٥) خلاط عالي القص (High Shear Mill) .

(٦) يجب ان تكون الاوزان الفعلية للمواد متطابقة تماما مع الاوزان الظاهرة في شاشة التحكم

على ان لا تزيد نسبة الخطأ في مجموع الوزن والتحكم عن ١٪ من كمية كل مادة .

1.Уважаемый

Дата: 6 ноября 2014 г.

Здравствуйте!

В ходе наблюдений во время посещений заводов по производству модифицированных битумных вяжущих (МВ) были выявлены разнородные системы и производственные линии, что негативно влияет на качество продукции. Вследствие этого было решено, что все заводы, производящие модифицированные битумные вяжущие для проектов министерства транспорта, должны соответствовать перечисленным ниже требованиям:

Системы добавления компонентов и смешивания должны быть полностью автоматизированными и иметь следующие характеристики:

Температура смешивания

Время смешивания

Процент модификатора

Количество модифицированного асфальта

Мешалка с высоким усилием сдвига

Фактические массы материалов должны точно

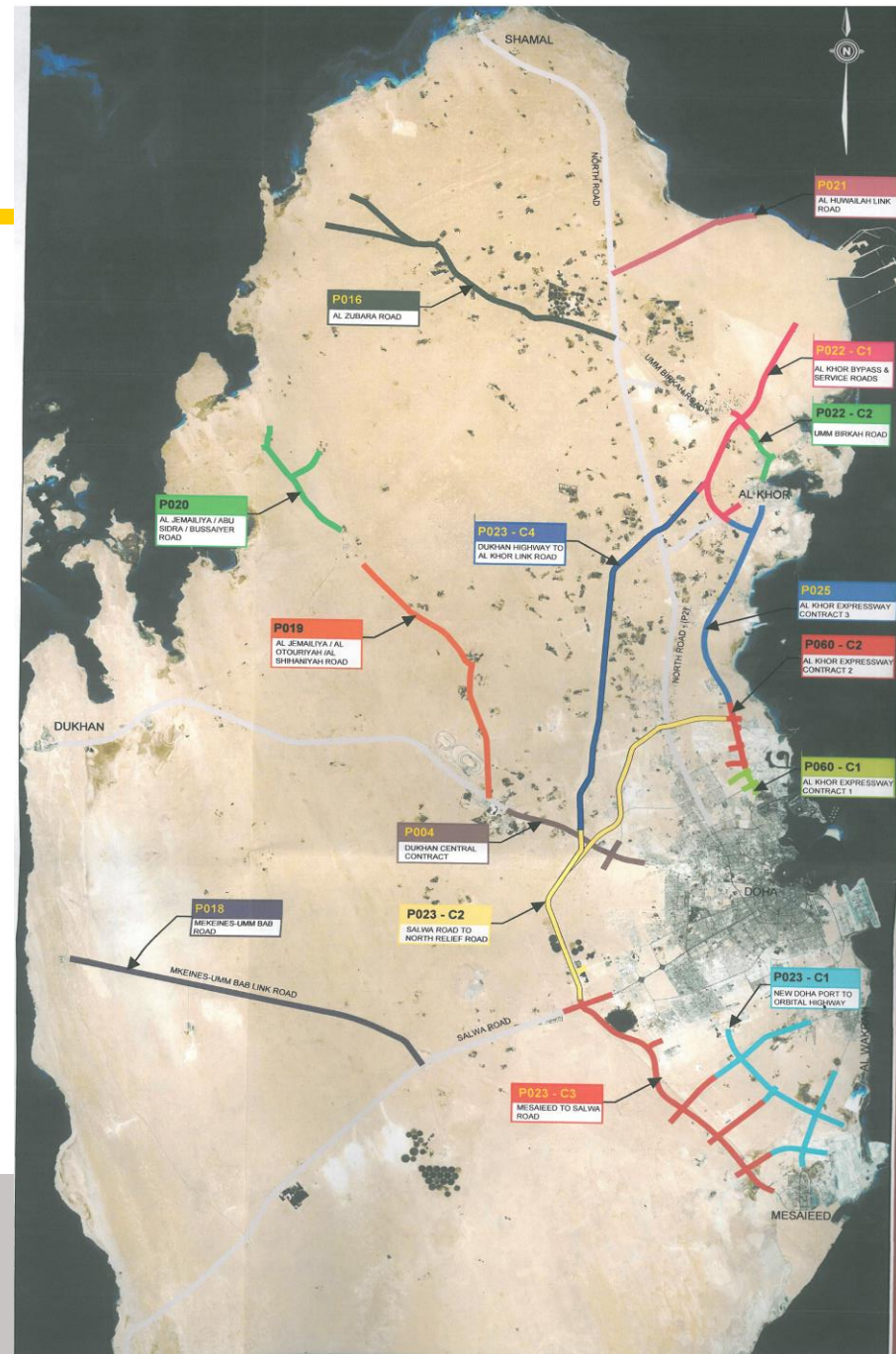
соответствовать показаниям на контрольных экранах с отклонением не более 1,0 % для каждого материала.

Переход Саудовской Аравии с классификации M320 на M332 в 2018 г.

- Марки для дорожных покрытий, соответствующие AASHTO M332, были внедрены в 2017 г.
- PG 64 H-10, PG 64 V-10
- PG 70 H-10, PG 70 V-10
- PG 76 H-10 и PG 76 V-10
- PG 76 E-10 находится на рассмотрении

Катар начал переход в 2012 г.

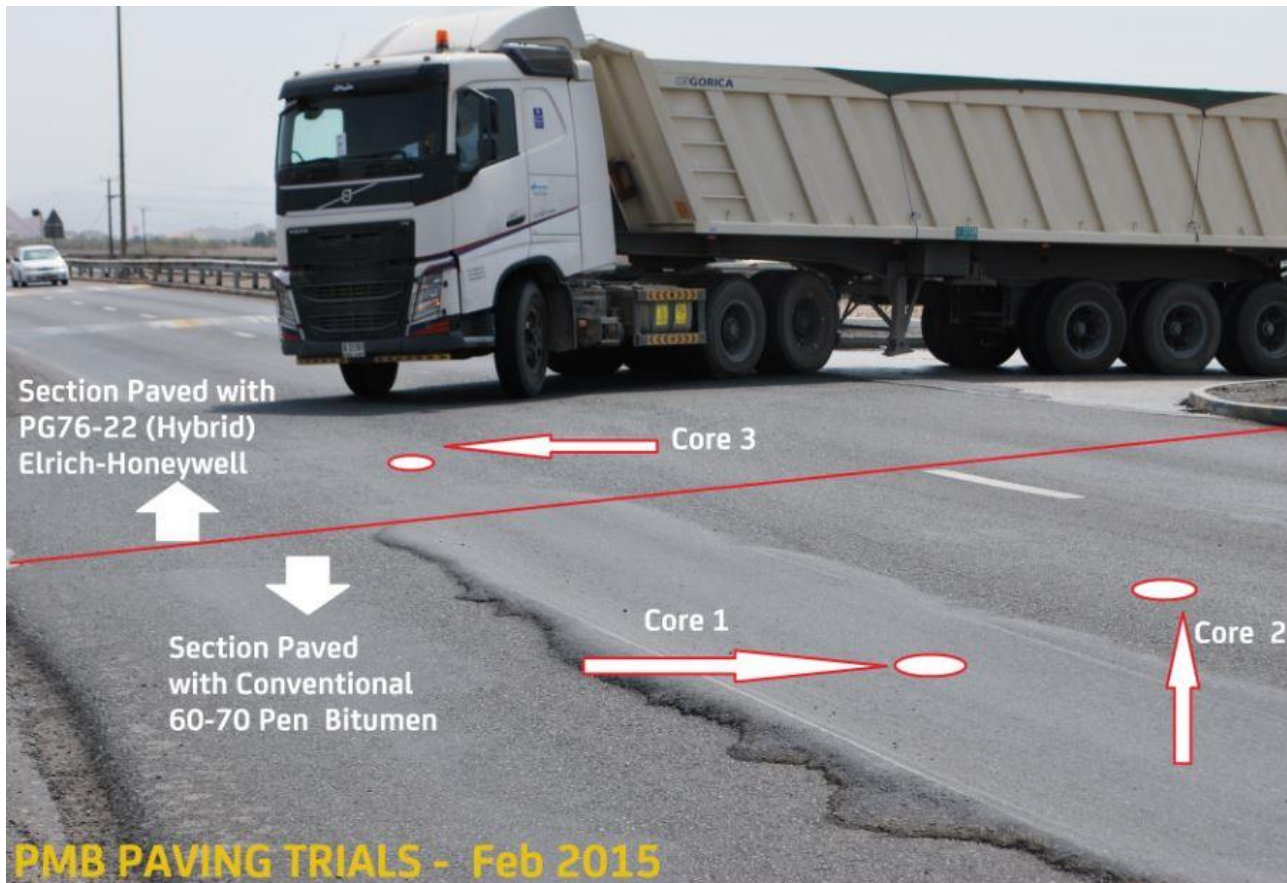
- Органы, ответственные за объекты общественного пользования
 - Нормативы внедрены в 2012 г.
 - Непосредственное использование марок для дорожных покрытий
 - M332
- Разработка смесей
 - Минеральные заполнители, соответствующие Superpave
 - Подбор состава смеси по методу Маршалла
- Строительные технические условия Катара (QCS 2014)
- Резиновая крошка в Superpave



Катар: четыре марки для испытаний ПМВ и других испытаний

Пункт	Показатель	Методика испытания	Критерии			
			PG76S-10	PG76H-10	PG76V-10	PG76E-10
1	Проектная ЭООН на 20 лет, млн ^(g)		< 10	10–20	20–50	≥ 50
2	Если скорость движения менее 20 км/ч (места остановки или перекрестки) ^(g)		Использовать PG76H-10	Использовать PG76V-10	Использовать PG76E-10	Использовать PG76E-10
6	Испытание на разделение: абсолютная разность между комплексным модулем (G^*) верхнего и нижнего образцов при температуре 76 °С и частоте 10 рад/с, макс., % ^(h)	ASTM D7173 ^(h)	20	20	20	20
7	Стабильность во времени: средние значения G^* по результатам испытания на разделение (п. 6), разделенные на начальное значение G^* , измеренное в п. 5, диапазон ⁽ⁱ⁾		0,8–1,2	0,8–1,2	0,8–1,2	0,8–1,2
8	Сохранившиеся частицы по ситовому анализу, % ^(j)	PWA 100	0	0	0	0
10	Содержание полимера , мин., % по массе ^(k)	Сертификат поставщика	2,0	2,0	3,0	3,0

Позволит ли новая классификация решить проблемы? Да!



Ближний Восток и Северная Африка



Технические условия Омана

- **AASHTO M20 для**
 - марок, разработанных согласно классификации по пенетрации
- **PG Plus для ПМВ**
 - M320 + упругое восстановление
 - Возможность применения СБС и ПЭ
- **Сейчас используются на**
 - основных магистралях
 - перекрестках



Классификация PG

- Ливан



Суперраве в Африке



MODIFIED
ASPHALT
RESEARCH
CENTER

africaguide.com



Новые марки вяжущих в ЮАР — технические условия 2018

• PG-MSCR (модифицированные)

- Только Jnr
- Стабильность свойств при хранении
- Соотношение при старении
- ΔT_c
- G^* и δ при IT

Property	Proposed Classification							
	58S	64S	58H	64H	58V	64V	58E	64E
	-22	-16	-22	-16	-22	-16	-22	-16
Maximum pavement design temperature, T_{max} (°C)	58	64	58	64	58	64	58	64
Minimum grading temperature, T_{min} (°C)	-22	-16	-22	-16	-22	-16	-22	-16
Original binder								
$G^*/\sin\delta$, 10rads/sec at T_{max} , minimum	1.0	1.0	N/A					
G^* , δ , @ 0.05 to 20 rads/sec, at $([(T_{max}-T_{min})/2]+4)$ °C	Report							
Viscosity Pa.s, 135°C, Pa.s, maximum	3.0							
Flash Point (°C), minimum	230							
Storage stability, Max % difference, G^*_T and G^*_B @ T_{high}	10							
RTFO binder								
Maximum Mass Change (m/m %)	1.0							
J_{nr} (ASTM D7405) @ T_{high} , maximum	4.5	4.5	2.0	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5
G^* , δ , @ 0.05 to 20 rads/sec, at $([(T_{max}-T_{min})/2]+4)$ °C	Report							
Ageing Ratio, $G^*_{RTFOT}/G^*_{Original}$, maximum (10rads/sec)	3.0							
PAV binder								
S(60s) at $T_{min} + 10$ °C, MPa, maximum	300							
m(60s) at $T_{min} + 10$ °C, minimum	0.300							
$\Delta T(c)$, minimum	-5							
G^* , δ , @ 0.05 to 20 rads/sec, at $([(T_{max}-T_{min})/2]+4)$ °C	Report							
Ageing Ratio, $G^*_{PAV}/G^*_{Original}$, maximum (10rads/sec)	6.0							

Внедрение PG-MSCR в ЮАР

Table 8: Binder grade selection on the basis of traffic speed and volume

Design traffic (million E80)	Traffic Speed (km/h)			Asphalt mix design level
	< 20	20 - 80	>80	
< 0.3	S	S	S	IA
0.3 - 3	H	S	S	IB
> 3 - 10	V	H	S	II
> 10 - 30	E	V	H	
> 30 - 100	E	E	V	III
> 100	E	E	E	

ЮАР: смеси по методу Маршалла и смеси Superpave

Mix design levels for traffic volumes over service life of the pavement

Design traffic [E80]	Description	Mix design level	
< 0.3 million	Low / Light	Level IA	Уплотнение по Маршаллу 75/45 ударов
0.3 to 3 million	Medium	Level IB	Superpave 75 об. гиратора
>3 to 30 million	Heavy	Level II	100 об. гиратора
> 30 million	Very heavy – to Extreme	Level III	125 об. гиратора

Внедрение Superpave в Танзании – 2018 г.

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MINISTRY OF WORKS, TRANSPORT AND
COMMUNICATION



Interim Guidelines for the Design of Hot-Mix Asphalt

Prepared as part of the development of a substantive asphalt design manual and
performance-based specifications

2018

Танзания: Технические условия на PG – 2018 г.

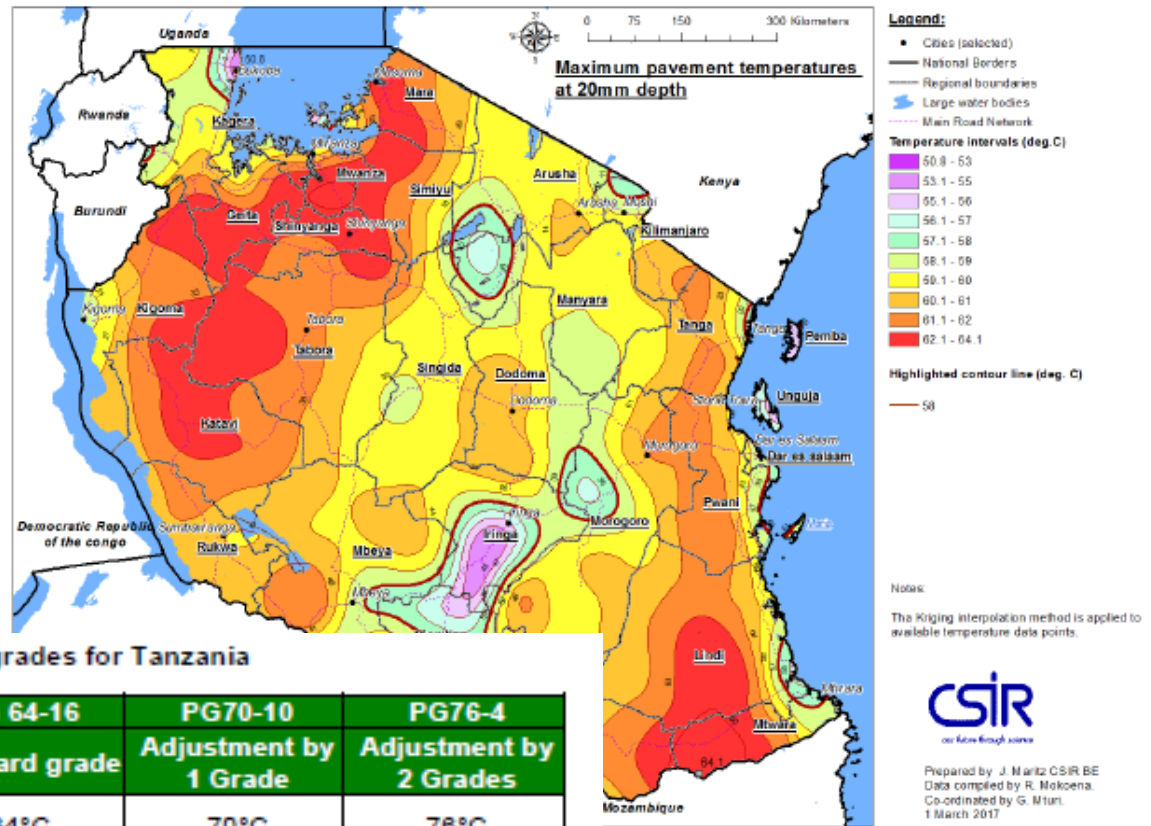


Table 3-2: Proposed Binder grades for Tanzania

Performance grade	PG 64-16	PG70-10	PG76-4
	Standard grade	Adjustment by 1 Grade	Adjustment by 2 Grades
Maximum 7-day Average Design Temperature (T_{max})	64°C	70°C	76°C
Minimum Design Temperature (T_{min})	-16°C	-10°C	-4°C
Original Binder			

Flash Point Temperature, °C, ASTM D 92b	≥ 230
Viscosity @135°C, Pa.s, ASTM D 4402	
G/Sin δ @ 10 rad/s, kPa, ASTM D7175	
After RT	
Mass Loss, %	
G/Sin δ @ 10 rad/s, kPa, ASTM D7175	
After PA	
G*Sin δ @ 10 rad/s, kPa, ASTM D7175	
Creep stiffness @ $T_{min} + 10$, MPa, ASTM D6648	
m-Value at -16°C, ASTM D6648	

Table 3-3: Specified binder grade based on loading and speed

20-year design E80 [millions]	Adjustment to PG binder specification ¹		
	Traffic speed		
	Standing (Ave. speed < 20 km/hr)	Slow (Ave. speed 20 – 70 km/hr)	Standard (Ave speed > 70 km/hr)
< 0.3	PG64-16 ¹	PG64-16	PG64-16
0.3 to < 3	PG76-4	PG70-10	PG64-16
3 to <10	PG76-4	PG70-10	PG64-16
10 to < 30	PG76-4	PG70-10	PG64-16 ¹
≥ 30	PG76-4	PG70-10	PG70-10

Разработка смесей в Танзании

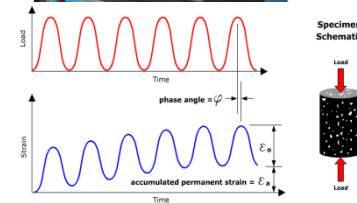
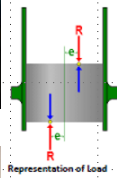
- Объемное проектирование Superpave + испытание на колееустойчивость

20-year design E80 [millions]	N_{design}
< 0.3	50
0.3 to 3	75
3 to 30	100
≥ 30	125

Table 6-4: Flow number requirements¹

20-year design E80 [millions]	Minimum flow number, cycles
< 3	---
3 to < 10	53
10 to < 30	190
≥ 30	740

¹Source: NCHRP 673, 2011 (Based on USA dense-graded mixes that might be different from Tanzania mixes. It is suggested that the country set its own minimum numbers after this Guideline has been fully validated.)



Европа: Superpave не используется

Рассматриваются различные испытания PG – проект BitVal

- Научная основа системы Superpave является общепризнанной, но ее интерпретация с учетом методик испытаний требует особой адаптации к договорным отношениям, действующим в странах Европы.
- Представители асфальтовой промышленности намерены в инициативном порядке рассмотреть концепцию требуемой системы. Технический комитет Европейской ассоциации асфальтовых покрытий (EAPA) постоянно работает над данной проблемой, занимаясь в том числе разработкой рекомендаций, касающихся работоспособной системы управления качеством продукции.



Analysis of Available Data for
Validation of Bitumen Tests

Внедрение Superpave в Европе

- В базе данных ViTVal был проведен поиск соответствий между испытаниями и указанными ниже основными эксплуатационными показателями, определенными при испытаниях асфальтобетонных смесей и/или при оценке характеристик дорожного покрытия:
 - постоянная деформация;
 - жесткость;
 - низкотемпературное растрескивание;
 - усталостное растрескивание;
 - адгезия.
- Новые технические условия необходимы только **для вяжущих со сложным реологическим поведением**, таких как полимермодифицированные вяжущие и твердые битумы для дорожных покрытий.

Внедрение Superpave в Европе

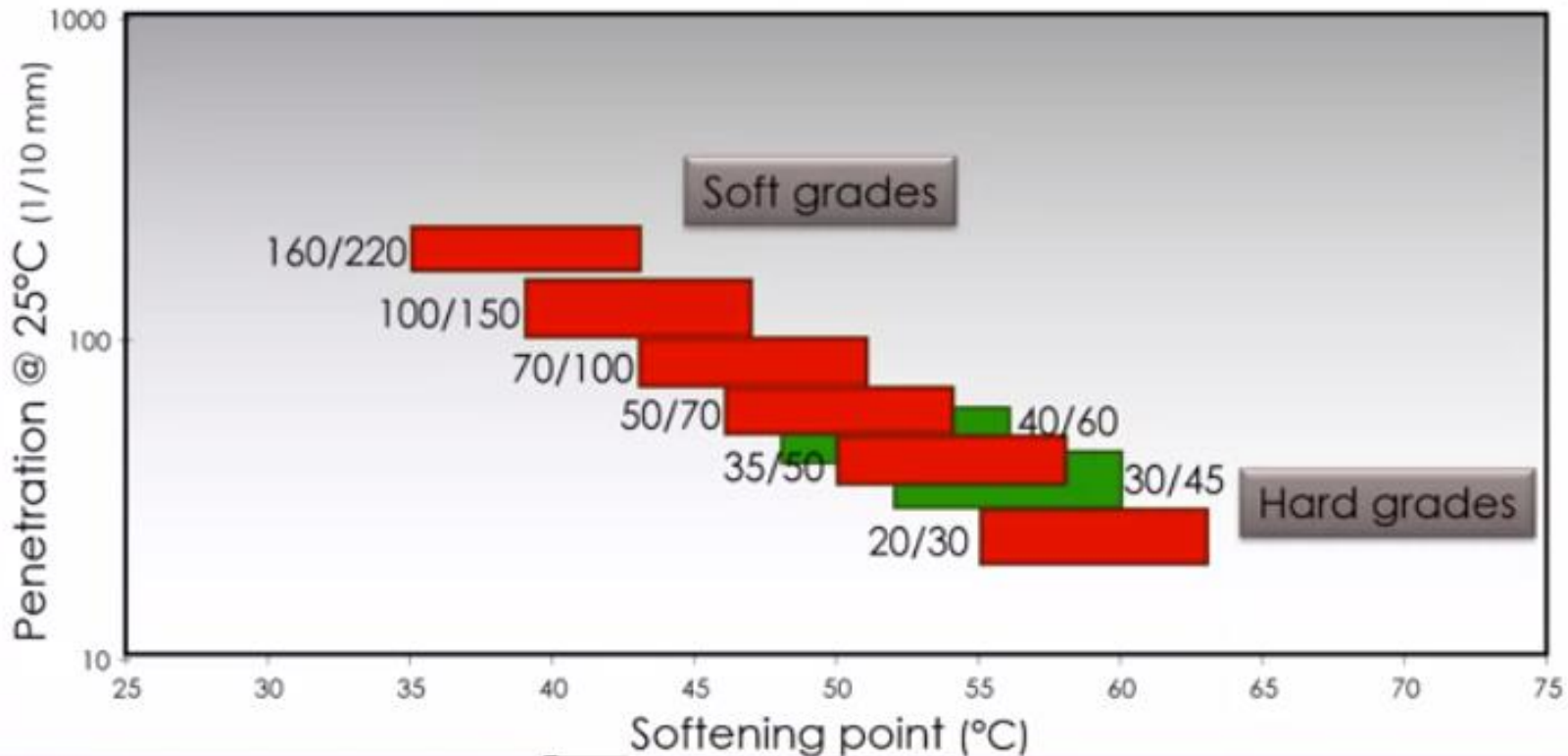
- **Вязущие с простым реологическим поведением**, описываемые в EN 12591, не требуют применения новых методик испытаний, так как существующие методики считаются в достаточной мере связанными с эксплуатационными характеристиками.

Table 2.7 – Correlations between various bitumen tests for unmodified binders [2.27]

Linear correlation coefficients	Logarithmic (tests after 1 day storage)					Temperature		
	ZSV oscillation 0,001 Hz	G*/sin(δ)		RCT		Static Creep Test 25 Pa	PG grading (°C)	R&B (°C)
		0,001 Hz	1,59 Hz	25 Pa	300 Pa			
Log(pen @ 25°C)	0,94	0,94	0,96	0,94	0,95	0,94	0,94	0,96
R&B (°C)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,95	1,00
PG grading (°C)	0,97	0,97	0,99	0,98	1,00	1,00	1,00	0,95

Европейская классификация вяжущих

EN 12591: GRADES FROM 20/30 TO 160/220



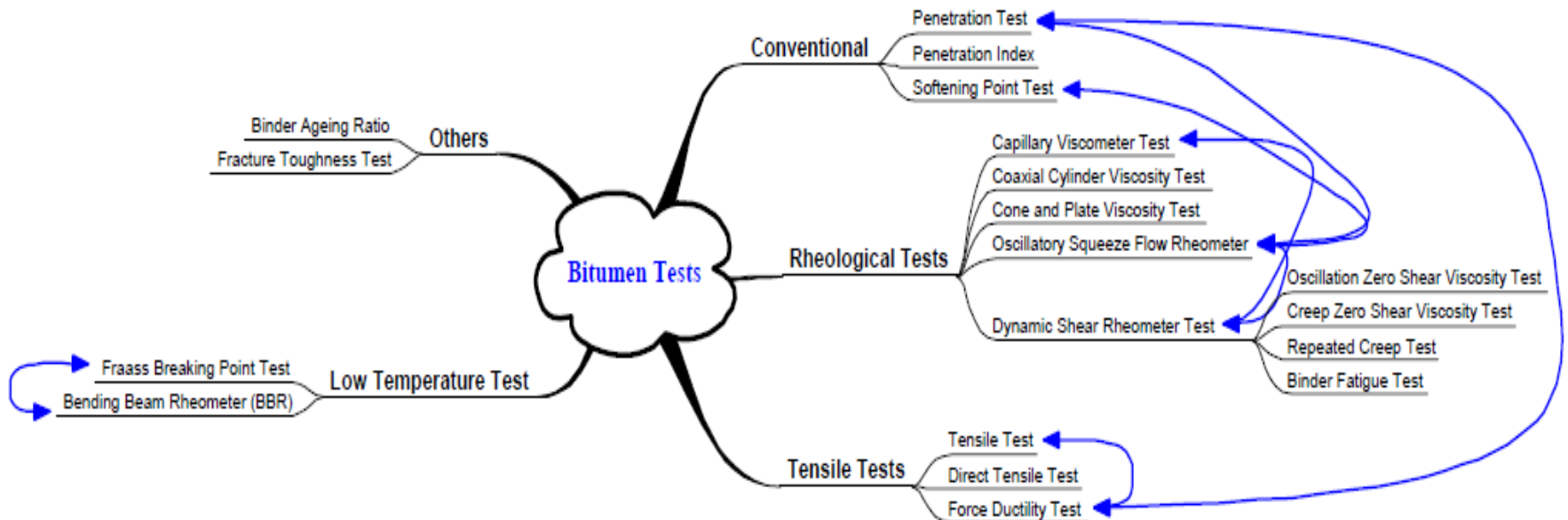
Европейская классификация вяжущих – на основе PG

Table 2 – Example of possible binder test requirements in a performance related specification framework

CPD	Performance requirement of Binder (Characteristic)	Property	Test method	Levels / classes
Unaged				
Binder grading properties				
	Mixing & Handling	Dynamic Viscosity @ XX °C	EN 13702	Table 2.1
ER 3	Safety	Flash Point	EN ISO 2592	
	Storage Stability			
STA				
ER 1 (hi T)	High Service Temperature Permanent deformation	Non-recoverable creep compliance, 1/kPa	Not an EN standard method	
ER 1(int T)	Bearing capacity	Complex Modulus, kPa/° C	EN14770	Table 2.2
ER 1 (int T)	Fatigue cracking (incl. healing)		No harmonised method yet	
LTA				
ER 1(int T)	Fatigue cracking (incl. healing)		No harmonised method yet	
ER 1 (lo T)	Resistance to fretting			
ER 1 (lo T)	Low temperature cracking	BBR, Temperature at 300MPa Change in properties vs Unaged	EN14771	

Отчет BitVal – этап I

C.1 Bitumen Test Relationships



Европейский проект BitVal

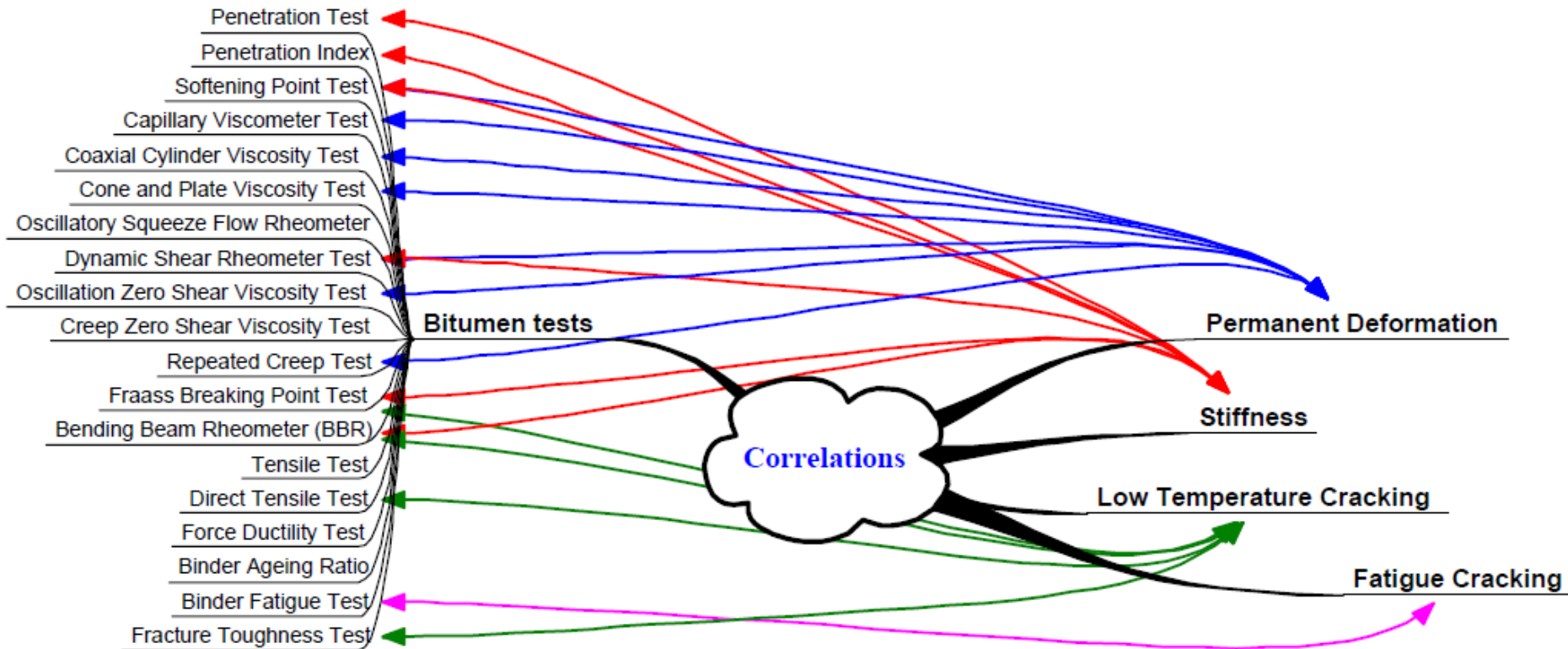
http://bitval.fehrl.org/fileadmin/bitval/BitVal_final_report.pdf

- **Общие выводы о рекомендациях по испытанию вяжущих для оценки потенциальных свойств асфальта:**
 - **Колебательное испытание на вязкость при нулевом сдвиге**, являющееся относительно простым и обеспечивающее хорошо выраженную корреляцию для постоянной деформации. Измерение жесткости вяжущего динамическим сдвиговым реометром и/или измерение жесткости методом пенетрации, причем предпочтительным является испытание с использованием динамического сдвигового реометра, так как испытание на пенетрацию не подходит для ПМВ.
 - **Либо предельная температура при испытании реометром с изгибающейся балкой (BBR), либо параметр прямого растяжения (DTT) для низкотемпературного растрескивания** с использованием понятия критической температуры растрескивания, объединяющего результаты BBR и DTT, в качестве альтернативы на будущее.
 - Эмпирические характеристики (**пенетрация, температура размягчения и вязкость**) и некоторые реологические характеристики до и после старения (старение методом вращающегося цилиндра (RCAT) или старение под воздействием высокой температуры и воздуха (RTFOT) и старение под давлением (PAV)) остаются наилучшим критерием для оценки **усталостного поведения асфальта**.
 - Сохраняется необходимость в **различных исследованиях**.

Отчет ViTVal – этап I

Связи смеси и вяжущего

C.2 Asphalt Test Relationships



Европейская концепция внедрения технических условий на асфальтобетонные смеси

- Логичным направлением развития выглядит смещение акцента на **функциональные требования к смесям**. Разработка асфальтобетонной смеси и характеристик готового покрытия **входит в сферу ответственности подрядчика**.
 - Для этого подрядчику требуются надежные ускоренные методы испытаний и модели для расчета характеристик, на основе которых он сможет предоставлять свои гарантии.
- Основанные на эксплуатационных характеристиках инновационные технические условия на вяжущие Supergravel лежат в основе очень интересного подхода, особенно если речь идет о модифицированных вяжущих. Однако по результатам деятельности европейской асфальтовой промышленности создается впечатление, что обоснование и **корреляция с эксплуатационными характеристиками в рабочих условиях недостаточно задокументированы в работах в рамках программы SHRP**.
- Представители европейской асфальтовой промышленности полагают, что **подрядчику должна быть отведена более важная роль**. Задачей отрасли является разработка инновационных продуктов и концепций.

Пример подбора состава смеси – Европа

Date of Issue:	5 th October 2015	Expiry date:	4 th October 2020	
Product Designation and Categories:	ULTIMAT SINGLE 20 PMB PSV 55			
Specification	EN 13108-5 Stone Mastic Asphalt			
Product Code:	126E6NG2			
Maximum mix density BS EN 12697-5 procedure A - volumetric	2.528Mg/m ³	CCS	14mm	65
Determination of Water Sensitivity EN 12697-12 Method A	ITSR 76%		10mm	38
Wheel Tracking EN 12697-22 : 2003 Procedure B	0.05mm/1000cycles – WTS _{AIR1} 4.8% - PRD _{AIR8}		6.3mm	28
		2mm	2mm	22
			0.500mm	13
		0.063mm	0.063mm	9.0
		Binder	B _{act} %	5.5
		Binder	B _{min} %	5.6
		Temp	Max °C	185
		Temp	Min °C	160

Европейский подход в будущем

- Научная основа системы Superpave является общепризнанной, но ее **интерпретация с учетом методик испытаний требует особой адаптации** к договорным отношениям, действующим в странах Европы.
- Технический комитет Европейской ассоциации асфальтовых покрытий (ЕАРА) постоянно работает над данной проблемой, занимаясь в том числе разработкой рекомендаций, касающихся работоспособной системы управления качеством продукции.
- Наиболее важный вывод: без анализа смесей Superpave и прогнозирования их характеристик **система Superpave не является более совершенной технологией по сравнению с существующей европейской технологией**. Более того, прежде чем предоставлять какие-либо рекомендации относительно полезности системы Superpave для европейского рынка, потребуются внедрить обширные программы обоснования.

Заключительные примечания: новые тенденции

- **Ближний Восток уже использует наиболее современную технологию Superpave**
 - В Саудовской Аравии работы начались в 1993 г.; в 2001 г. был выпущен первый вариант проекта; в 2006 г. все проекты начали реализовывать с применением Superpave; в 2018 г. был внедрен стандарт AASHTO M332
 - В Катаре, Ираке и Омане применяется двойная система
 - Классификация по пенетрации для простых вяжущих (немодифицированных)
 - Классификации PG и MSCR для комплексных вяжущих (модифицированных)
 - В Бахрейне, Кувейте, ОАЭ, Иране и Ливане проводятся различные исследования
- **В Африке уже внедряют систему Superpave**
 - В ЮАР применяется модификация AASHTO M332 – MSCR
 - В Танзании применяется классификация PG (AASHTO M320)
- **В Европе продолжаются исследования, но анализ эксплуатационных характеристик смесей выполняется подрядчиками**

Благодарю за внимание!

- Организаторы конференции
- Спонсоры/партнеры MARC

Хусейн Бахия (Hussain U. Bahia), Ph.D.

bahia@engr.wisc.edu

UWMARC.org