

# PG-Plus



Andrew@cooper.co.uk

# Содержание

Испытания PG

Испытания PG-Plus

Испытание MSCR

# Средняя за 7 дней максимальная температура покрытия

[http://www.infopave.com/Page/Index/LTPP\\_BIND](http://www.infopave.com/Page/Index/LTPP_BIND)

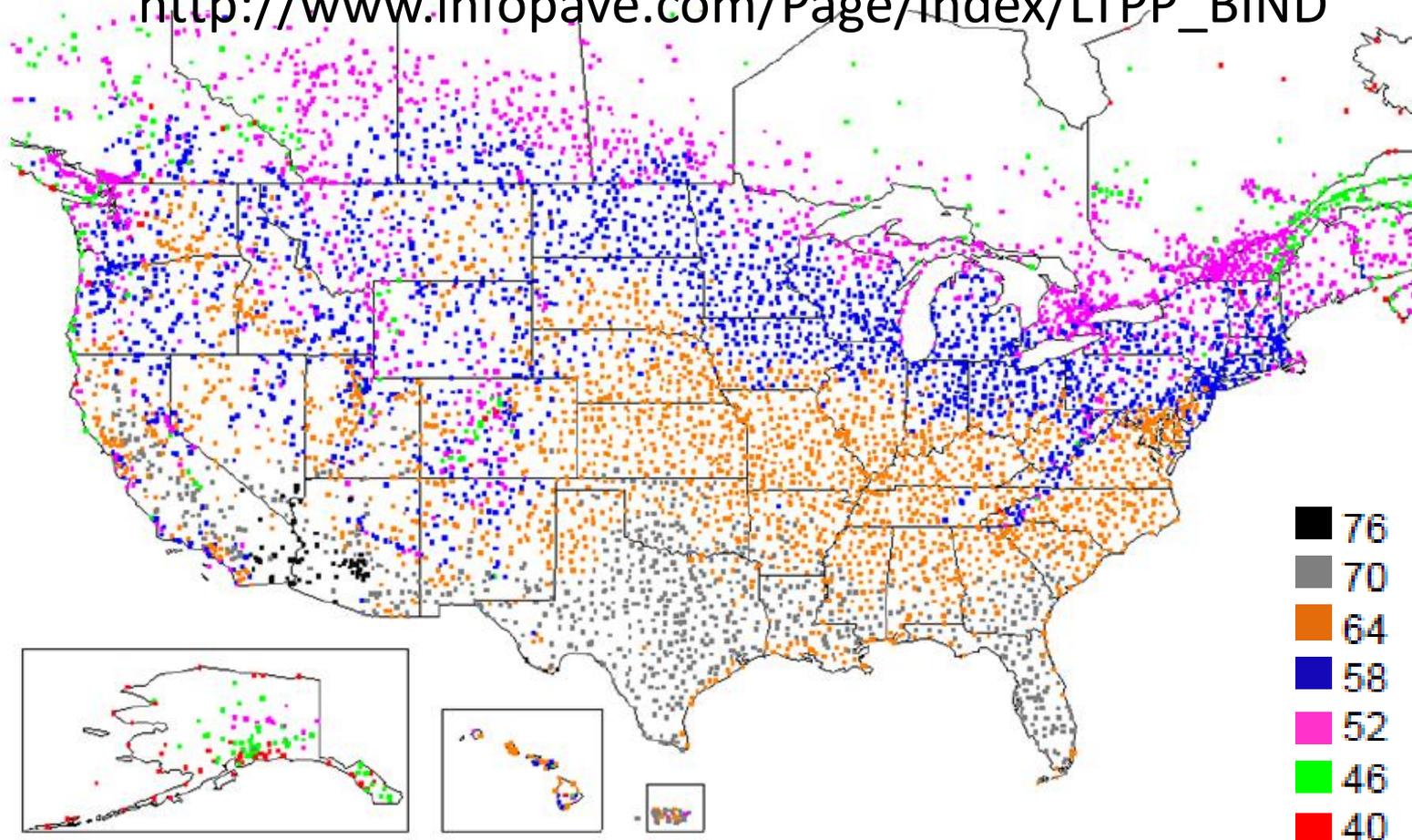


FIGURE 1: LTPPBind 3.1 Map – 98% Reliability High Tempertaure

# Определение марки вяжущего



**RTFO**



**PAV**



**VDO**



**RV**



**DSR**



**BBR**



**DTT**

# Performance Grades

Max. Design Temp.	PG 46	PG 52				PG 58				PG 64				PG 70				PG 76				PG 82											
Min. Design Temp.	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40

## Original

$\geq 230$ °C	<b>Flash Point</b>																											
$\leq 3$ Pa-s @ 135 °C	<b>Rotational Viscosity</b>																											
$\geq 1.00$ kPa	<b>DSR <math>G^*/\sin \delta</math></b> (Dynamic Shear Rheometer)																											
	46	52				58				64				70				76				82						

## (Rolling Thin Film Oven) RTFO, Mass Change $\leq 1.00\%$

$\geq 2.20$ kPa	<b>DSR <math>G^*/\sin \delta</math></b> (Dynamic Shear Rheometer)																											
	46	52				58				64				70				76				82						

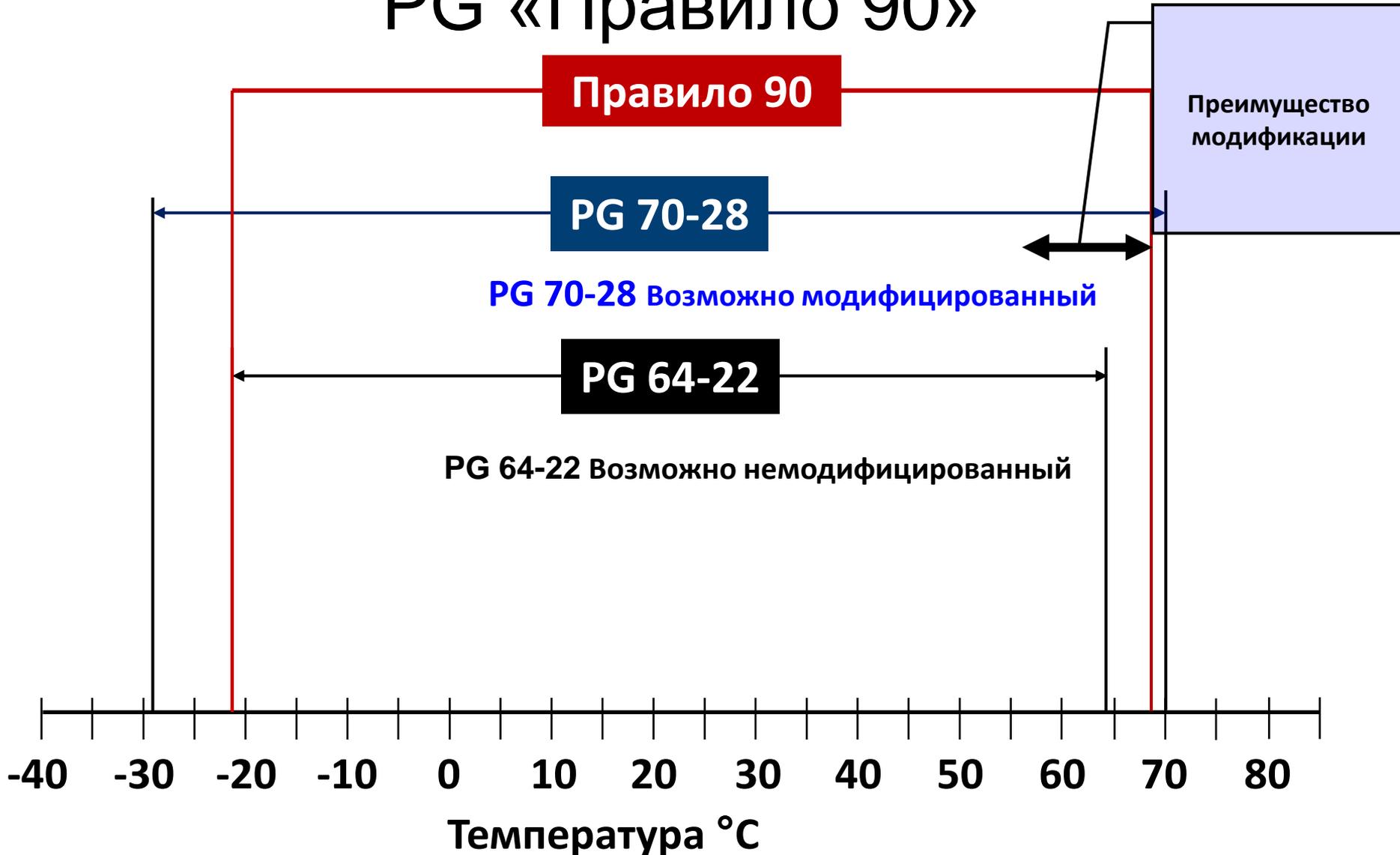
## (Pressure Aging Vessel) PAV

20 hours, 2.10 MPa	90	90				100				100				100(110)				100(110)				100(110)														
$\leq 5000$ kPa	<b>DSR <math>G^*\sin \delta</math></b> (Dynamic Shear Rheometer) <span style="float: right;">Intermediate Temp. = [(Max. + Min.)/2] + 4</span>																																			
	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31
$S \leq 300$ MPa $m \geq 0.300$	<b>BBR S (creep stiffness) &amp; m-value</b> (Bending Beam Rheometer)																																			
	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18

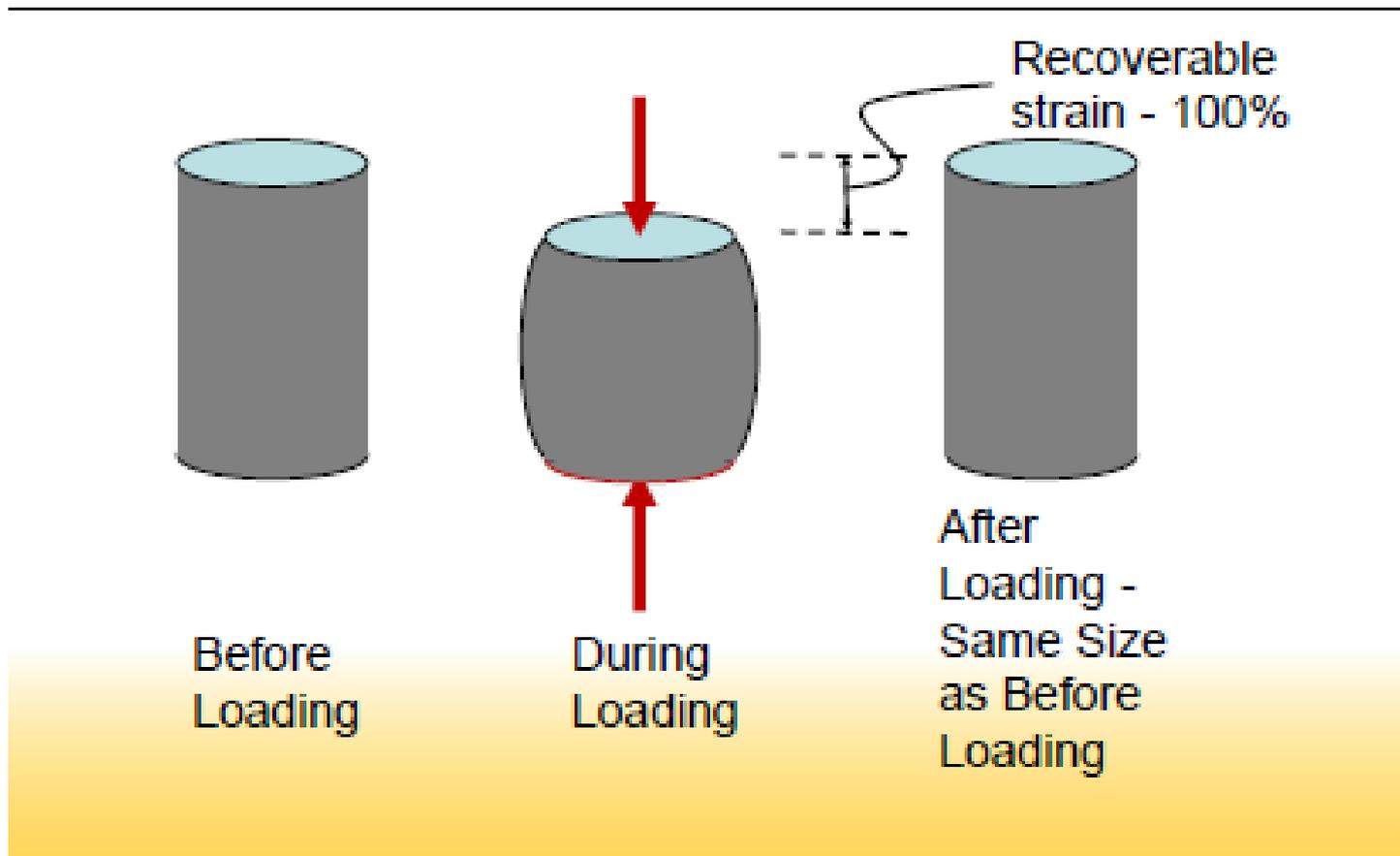
If BBR m-value  $\geq 0.300$  and creep stiffness is between 300 and 600, the Direct Tension failure strain requirement can be used in lieu of the creep stiffness requirement.

$\epsilon_f \geq 1.00\%$	<b>DTT</b> (Direct Tension Tester)																																			
	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18

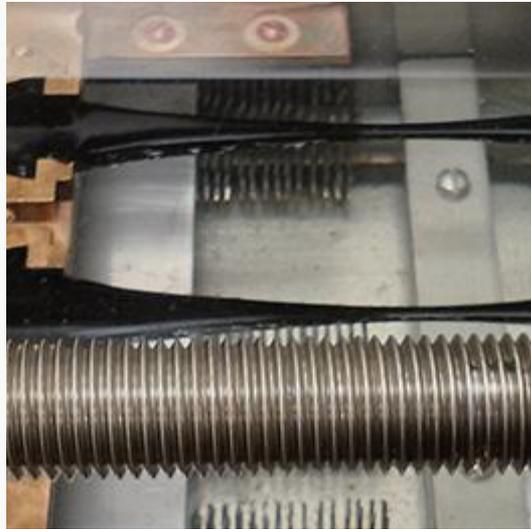
# PG «Правило 90»



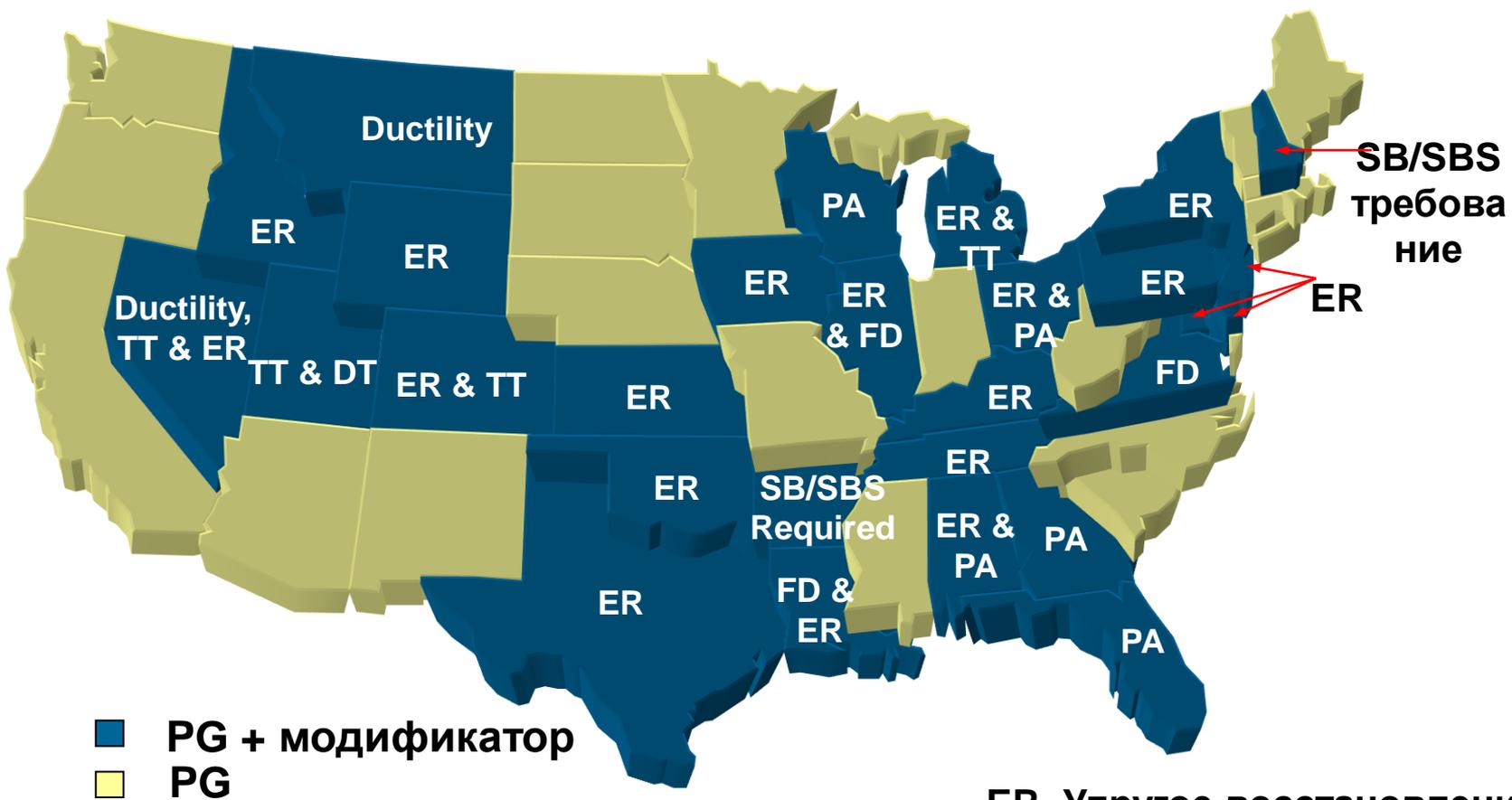
# Упругая деформация



# Испытания PG-Plus



# Штаты, принявшие PG-Plus



ER- Упругое восстановление  
 FD- Усилие растяжения  
 TT- Жесткость и вязкость  
 PA- Фазовый угол DSR

# Пример спецификации PG-Plus



	<b>Elastic Recovery, %</b>	<b>Ring and Ball, °F</b>
<b>PG 64-22</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>PG 70-22*</b>	<b>40</b>	<b>128</b>
<b>PG 76-22*</b>	<b>58</b>	<b>135</b>
<b>PG 82-22*</b>	<b>70</b>	<b>150</b>

\*Base Asphalt PG 64-22, shall be modified with SB, SBS, or SBR



# Performance Grades

	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64					PG 70					PG 76					PG 82							
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-10	-16	-22	-28	-34

## Original

	<b>Flash Point</b>																														
	<b>Rotational Viscosity</b>																														
≥ 1.00 kPa	<b>DSR G*/sin δ (Dynamic Shear Rheometer)</b>																														
	46	52						58					64					70					76					82			

## (Rolling Thin Film Oven) RTFO, Mass Change ≤ 1.00%

≥ 2.20 kPa	<b>DSR G*/sin δ (Dynamic Shear Rheometer)</b>																														
	46	52						58					64					70					76					82			

## (Pressure Aging Vessel) PAV

	90			90						100					100					100(110)					100(110)					100(110)							
≤ 5000 kPa	<b>DSR G* sin δ (Dynamic Shear Rheometer)</b>																																				
	Intermediate Temp. = [(Max. + Min.)/2] + 4																																				
	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28

## BBR S (creep stiffness) & m-value (According to AASHTO M 320)

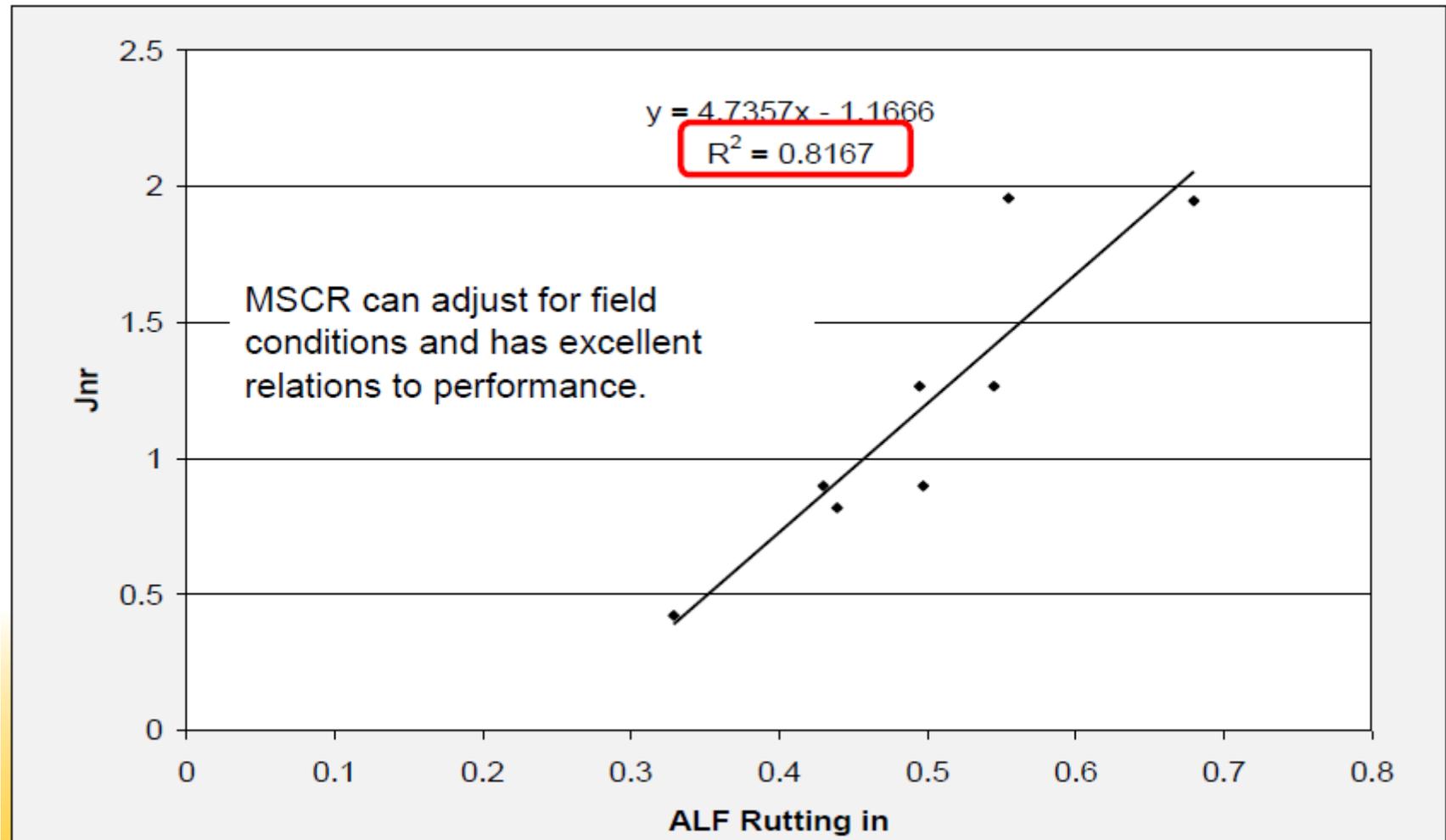
	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
--	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----

If BBR m-value is low and creep stiffness is between 300 and 600, the DSR creep and fatigue requirements can be used in lieu of the creep stiffness requirement.

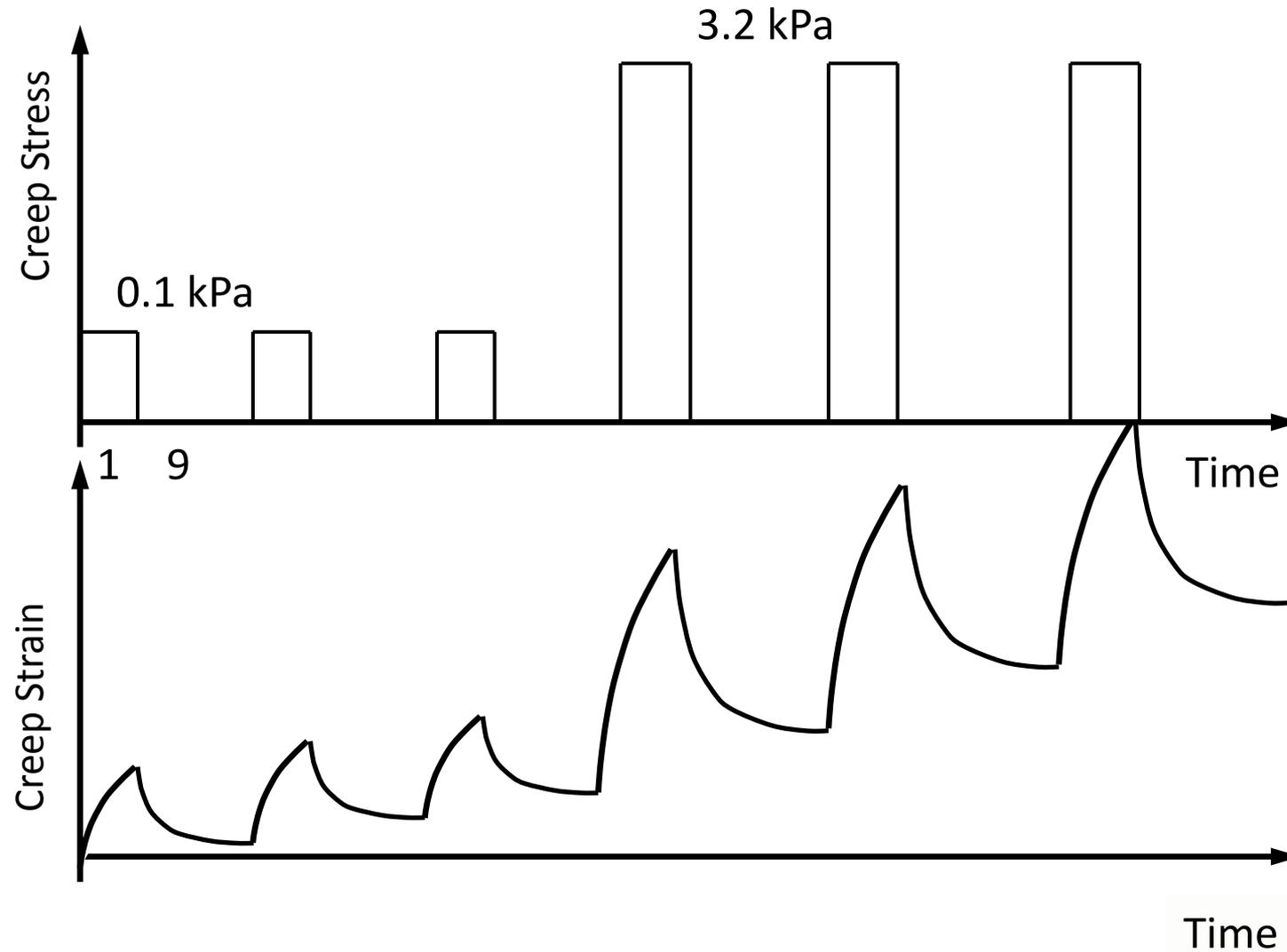
## DTT (Ductility Breaker Test)

	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
--	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----

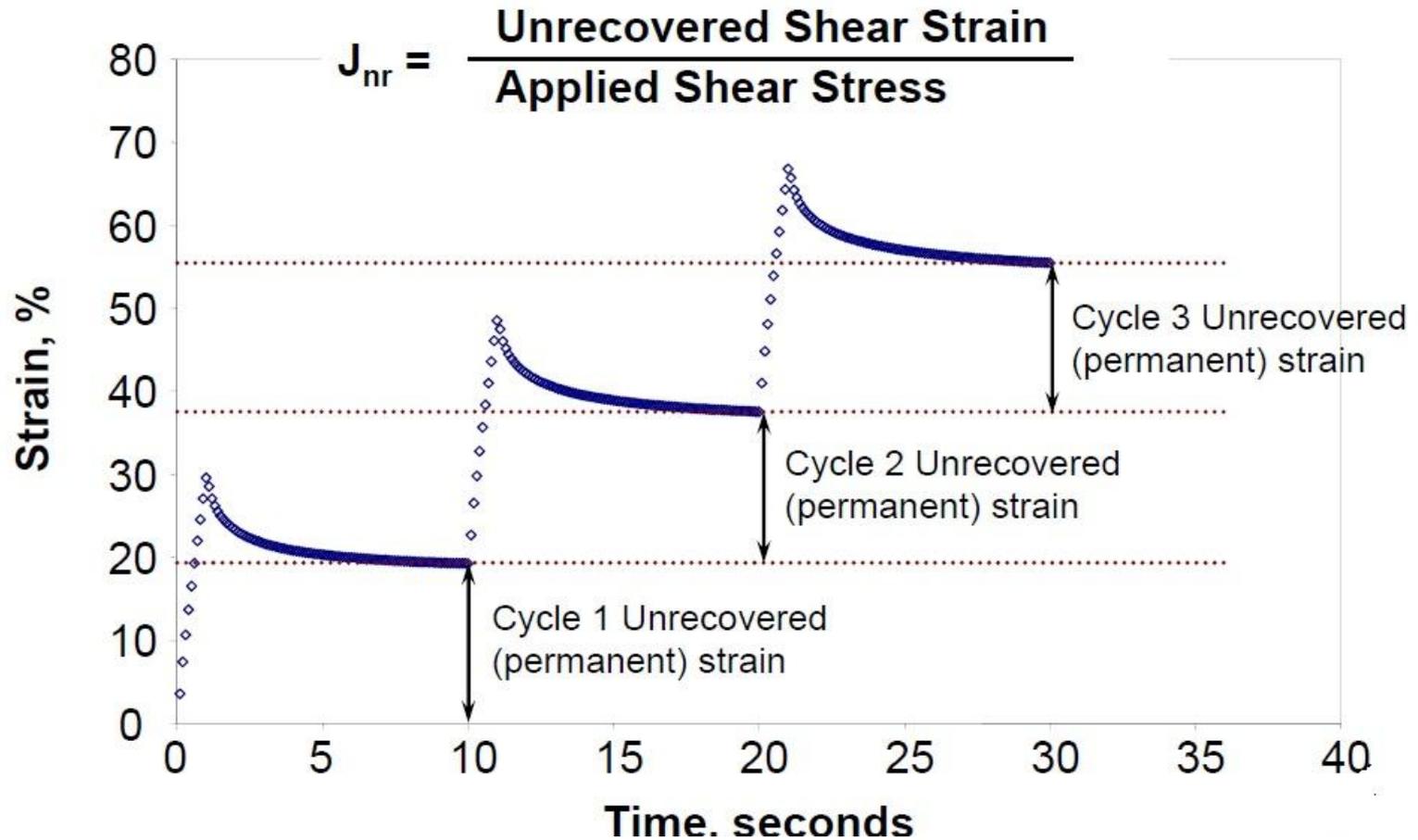
# Корреляция Jnr и колееобразования ALF



# Multi Stress Creep and Recovery

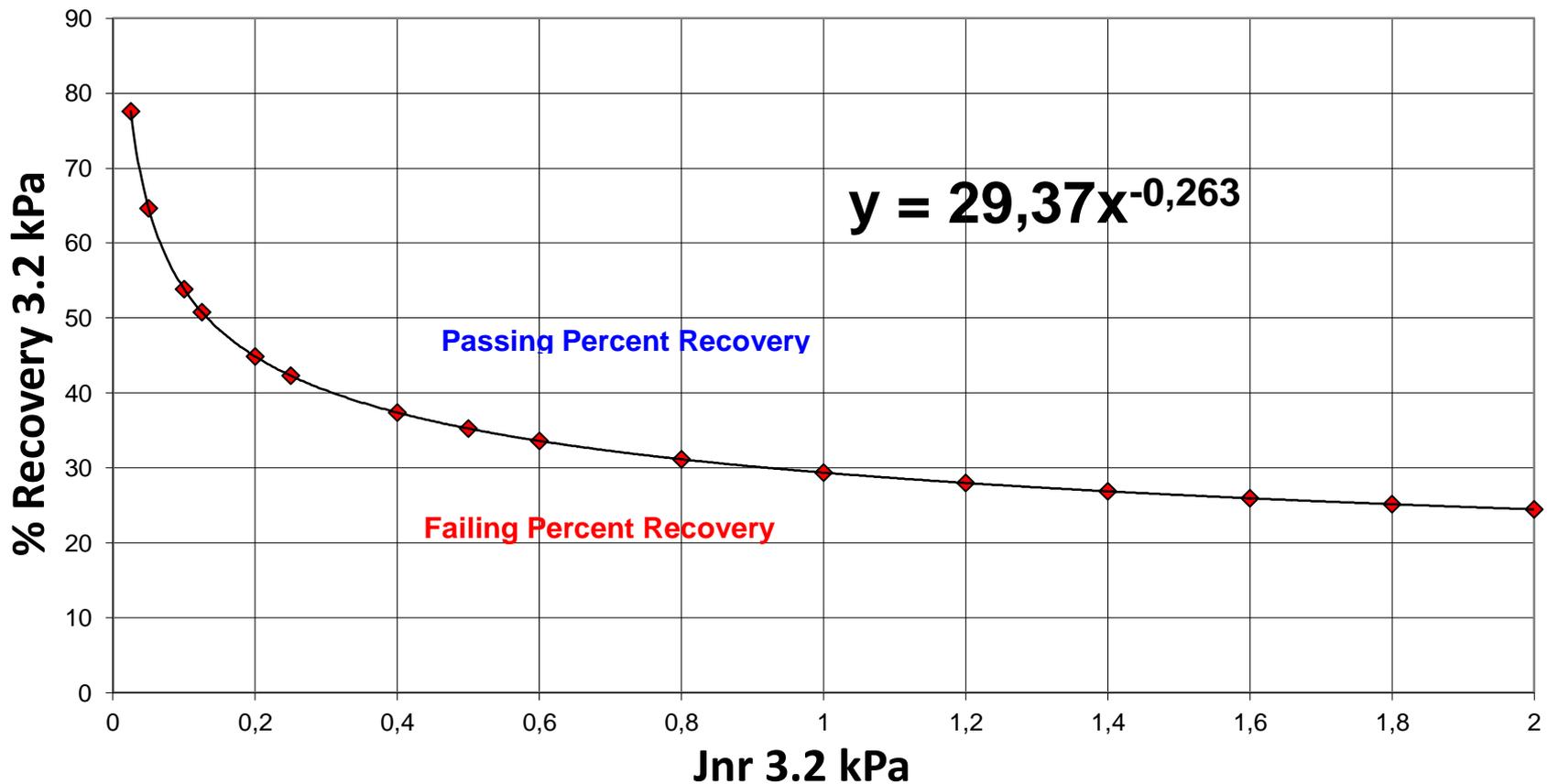


# Multi Stress Creep and Recovery



# Кривая модификации

Упругое восстановление M322



## Марки вяжущего ААШТО М-322 при 64С

- Jnr = 2.0 – 4.0 = PG 64S-22 “Standard” = PG 64-22
  - Jnr = 1.0 – 2.0 = PG 64H-22 “Heavy” = PG 70-22
  - Jnr = 0.5 – 1.0 = PG 64V-22 “Very Heavy” = PG 76-22
  - Jnr = 0.25 – 0.5 = PG 64E-22 “Extreme” = PG 76-22
- 
- Standard “S” = traffic < 10 million ESALs, > 70 km/h
  - Heavy “H” = traffic 10-30 million ESALs, 20-70 km/h
  - Very Heavy “V” = traffic > 30 million ESALs, < 20km/h
  - Extreme “E” > 30 million ESALs, < 20km/h, toll plazas



## Стандарты MSCR

- Проект стандарта испытаний MSCR AASHTO TP-70 будет стандартом **AASHTO T-350**
- Стандарт **AASHTO M-322** будет использоваться вместо AASHTO M-320 и включает испытание MSCR

# Резюме

- Два ключевых значения испытания MSCR
  - **Jnr** – невосстановимое деформирование
  - **% Recovery** – процент восстановления
- По ним определяется марка битума и необходимое количество модификатора
- **Но**, некоторые штаты продолжают использовать альтернативные методы испытаний PG-Plus

# Спасибо

Благодарю Dr. John D'Angelo за помощь  
в подготовке презентации

Andrew@cooper.co.uk