

FLEXZONE[®] 3P

High Activity Chemical
Antiozonant



Chemtura Corporation, Technical Business Support

199 Benson Road, Middlebury, CT 06747

www.chemtura.com

(800) 243-5098 (203) 573-3773 FAX (203) 573-2525

FLEXZONE® 3P

An outstanding chemical, combining exceptional protection against Flexing, Ozone, Heat and Oxygen in rubber products

천연고무와 합성고무 제품을 위한 보호제로써 Flexzone 3P는 Uniroyal 연구 개발실에서 개발된 탁월한 화학약품이다. Flexzone 3P는 고무제품에서 열, 산소뿐만 아니라 오존과 굴곡피로 약화에 대해 이례적인 저항성을 제공하기 때문에 매우 독특하다.

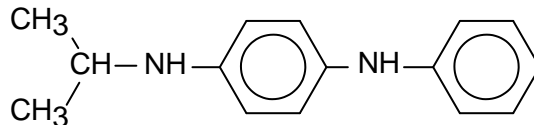
타이어, 절연 와이어&케이블, 호스, 신발, 기계 부품과 다른 고무 제품들의 실제 일반 시험에서, Flexzone 3P는 다른 어떤 범용 화학약품보다 굴곡 균열과 오존 공격에 대한 저항성에서 현저히 높은 결과를 얻었다. Flexzone 3P는 또한 우수한 내-구리제(anti-copper agent)이다.

Flexzone 3P는 좀 더 높은 레벨 품질의 고무 제품을 제조하도록 도와준다. 이 불레틴은 천연고무와 합성고무에 대한 Flexzone 3P의 기본 추천사항을 포함하고 있다. 비록 Flexzone 3P의 데이터와 추천사항이 타이어용으로 주로 다루어져 있다 하더라도, 본 제품은 모든 고무 제품 제조업체에게 일반적으로 적용될 수 있을 것이다.

Flexzone 3P는 분산이 쉬운 플레이크 형태이다. 열-노화 시험은 본 제품이 극심한 조건하에서 상대적으로 비 휘발성이고, 자체 보호 값을 가진다. Flexzone 3P는 소나무 타르, 스테아린산, 촉진제류, 흑색과 다른 일반 컴파운드 물질에 의해 분해되는 다른 특정 phenylene diamine 오존노화방지제 처럼 다른 컴파운드 조성에 불리하게 민감하지 않다.

화학 구조

Flexzone 3P 는 N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylene diamine이다.



응용

Flexzone 3P는 다목적 산화방지제-오존노화방지제로, 타이어, 와이어&케이블, 호스, 신발, 기계부품에 매우 유용하다. 사실, 노화, 굴곡 혹은 오존 저항성이 요구되는 모든 고무에 이점이 있다. 특히, 천연고무, SBR과 이 두 폴리머의 혼합물에서 더욱 효과적이다. 일반적으로 말하면, 폴리머 타입, 컴파운드 조성, 서비스 조건과 요구하는 보호효과에 따라 의존한다.

Flexzone[®] 3P는 변색과 오염이 주요 인자인 제품의 사용에는 추천하지 않는다.

사용량(on 100 parts of RHC)

컴파운드의 왁스 사용 유무에 따라 의존하며 사용량은 다양하다. 정적 오존 균열의 최대 저항성을 위해서는 아래 나타낸 것처럼 Sunproof[®] Improved 혹은 Sunproof Extra를 1~2% 조합하여 사용한다.

Recommended Amounts of Flexzone 3P

TYPE OF RUBBER Typical Application	Natural Rubber		SBR		
	No Wax Truck Tread	With Wax Truck Sidewall	No Wax Tread	With Wax Tread	With Wax Sidewall
As General Purpose Antioxidant (Heat and Oxygen Resistance)	1.5-2.0	1.5-2.0	1.0-1.5	1.0-1.5	1.0-1.5
For Maximum Resistance to Flex Cracking	1.5-2.0	1.5-2.0	1.0-2.0	1.5-2.0	1.5-2.0
For Maximum Resistance to Ozone Cracking	1.5-2.0	1.0-2.0	1.5-2.0	1.0-2.0	1.5-2.0
Sunproof Improved or Extra Wax (PHR)	-	1.5-2.5	-	1.0-2.0	2.0-3.0

본 제품이 타이어 사이드월에서 오존노화방지제로 사용될 때, Sunproof Improved 혹은 Sunproof Extra같은 보호 왁스를 1~2% 조합하여 사용된다면, 정적 오존 균열에 대해 현저한 보호 효과를 보여준다. 이 경우에서, Sunproof는 Flexzone 3P 의 표면 이동 조력자로서의 기능을 하는 것으로 믿고 있다. 선형 파라핀 왁스보다는 조합된 왁스인 Sunproof Improved 와 Sunproof Extra와 Flexzone 3P를 함께 조합 사용하는 것이 권장된다. 이 리포트에서 Flexzone 3P사용량은 고무 탄화수소의 %를 기초로 나타내었다.

변색

Flexzone 3P은 변색과 오염이 문제가 되는 백색, 밝은색 제품에는 추천하지 않는다. 빛에 노출된 가황된 컴파운드에서 암 회갈색 변색이 발생된다. Flexzone 3P은 역시 락커(lacquer)와 섬유를 오염시킨다.

오존과 산소 공격 영향하에서, 본 제품은 타이어 사이드월 같은 고무 제품의 표면에 존재하는 clay류와 talc류를 변색시킨다. 이 변색은 Flexzone 3P와 오존 라디칼 사이의 화학반응으로부터 형성된 색상 반응물질이므로 닦거나 씻어 없앨 수 있다.

Blooming Limits of Flexzone 3P in Natural Rubber Treads at Various Temperatures

(45 parts of black - no wax)

Type of Black	21°C (70°F)	-7°C (20°F)	Comments
N-330 (HAF)	2.5%	1.5%	no bloom in one year at -7°C (20°F)
N-220 (ISAF)	3%	1.9%	no bloom in 6 months at -7°C (20°F)
N-110 (SAF)	4%	2.5%	no bloom in 6 months at -7°C (20°F)

컴파운딩 물성

가교 속도 영향 : 약간 활성화

가공: Flexzone 3P는 밀 혹은 반버리 믹서로 가공할 때 고무 컴파운드에 쉽게 분산된다.

블루밍: 일반 조건하에서 본 제품은 용해성이며, 퍼니스블랙과 함께 사용될 때 1.5~2.5phr 정도, 찬넬블랙 타입과 함께 사용시 3phr까지는 천연고무 가황물에 블루밍하지 않는다.

SBR폴리머에서 본 제품의 블루밍 한계는 3phr이상이다. 다른 컴파운드의 조성비, 시험 조건 등으로 인해 블루밍에 영향을 받기 때문에, 특수 응용을 위한 사용자는 최종 추천사용량을 설정하기 이전에 충분히 잘 시험을 하여 결정해야 한다.

-7°C (20°F)에서의 데이터는 냉동 박스에 보관된 가황 시트로부터 얻어졌다. 이 조건은 겨울에 난방이 없는 창고의 트럭 타이어 같은 고무 제품 보관에 관한 모의 실험이다. 본 제품의 용해도는 천연고무보다 SBR 컴파운드에서 가장 높다. 2%의 Sunproof Improved wax와 조합되어 N-550(FEF)에 2.5%의 Flexzone 3P가 사용된 SBR 사이드월에서는 실제 블루밍이 없는 것을 확인하였다. 본 제품의 블루밍 한계는 온도, 카본 타입과 다른 인자에 영향을 받는 것은 분명하다.

FLEXZONE 3P IN TRUCK TREADS

현재 실제로 트럭 트레드는 천연고무와 N-330 (HAF) 혹은 N-220 (ISAF)블랙 등과 혼련되어 컴파운딩 된다. N-220 (ISAF) 카본이 N-330 (HAF) 카본보다 5~15%더 좋은 트레드 마일리지를 보이지만, 특히 나일론 코드 카카스가 있는 특정 건축용 타이어에서는 균열하는 경향이 있다.

Flexzone 3P는 타이어 트레드에서 강력한 균열과 컷트성장(상처커짐) 억제제이다. 이 사실은 첨부된 dumbbell 굴곡, 내구 컷트성장과 초기 외부 동적 균열 테스트 데이터에서 보여진다.



실제, 사이즈 9.00과 10.00크기 타이어 실험에서, 본 제품은 천연고무에 1.5~2%로 컴파운드에 사용될 때, 트레드 홈 균열을 상당히 감소시킨다.

연구실 데이터에서 N-220 (ISAF) 카본은 N-330 (HAF) 카본보다 좀 더 균열하는 경향이 있다는 것을 보여준다. Flexzone 3P는 다음 페이지에 요약된 것처럼 두 카본 모두에서 크랙을 감소시킨다. 타이어 컴파운드에서 N-220(ISAF)와 Flexzone 3P과의 조합 사용은 균열 균형에서 이전에 가능했던 것보다 좀 더 트레드 마모에 대한 더 좋은 유연성을 얻을 수 있는 가능성을 데이터는 제시한다.

Flexzone 3P는 N-110(SAF) 카본 트레드에서도 역시 가능하다. 데이터는 N-110(SAF) 카본 트레드 컴파운드에서 강력한 굴곡 저항성을 나타내고 있다.

COMPOUNDING TRUCK TREADS WITH FLEXZONE 3P FOR IMPROVED GROOVE CRACKING RESISTANCE

이 데이터는 트럭 트레드 컴파운드의 굴곡, 균열 저항성 개선에서의 Flexzone 3P 효과를 입증하는데, 최상의 결과는 Flexzone 3P를 BLE[®] 25와 Flexamine[®]를 함께 조합 사용하는 것으로서 얻을 수 있다.

	A	B	C	D	E	F
Smoked Sheet	100					
Furnace Black (as shown)	45					
Pine Tar	4.5					
Stearic Acid	4.5					
Zinc Oxide	4.5					
Delac [®] S	0.5					
Sulfur	2.5					
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

HIGHLIGHTS OF DATA

	A	B	C	D	E	F
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0
Unaged deMattia Flexing						
Kilocycles to Break						
N-330 (HAF) Black	217	356	365	391	430	433
N-220 (ISAF) Black	268	395	388	481	675	629
Flex Crack Growth – mm (0.001 in.) per Kilocycle						
Air Aged 96 Hrs at 100°C (212°F)						
N-330 (HAF) Black mm (0.001 in.)	.086 (3.4)	.018 (0.7)	.011 (0.4)	.008 (0.3)	.008 (0.3)	.005 (0.2)
N-220 (ISAF) Black mm (0.001 in.)	.109 (4.3)	.038 (1.5)	.043 (1.7)	.030 (1.2)	.023 (0.9)	.011 (0.4)
Outdoor Dynamic Cracking - Kilocycle to Form Objectionable Cracking						
N-330 (HAF) Black	3,756	12,375	8,480	13,972	23,611	24,000+
N-220 (ISAF) Black	1,991	4,104	5,786	7,586	12,569	13,329

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

DETAILED DATA - TRUCK TREADS

N330 (HAF) Carbon Black	A	B	C	D	E	F
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0
Mooney at 100°C (212°F)						
Viscosity, ML(1+4)	66	64	62	62	62	61
Mooney Scorch						
MS at 132°C (270°F)						
Scorch time, t ₃ , minutes	14	15	15	15	14	15
Cured 45 Min. at 144°C (292°F)						
Hardness, Shore A	65	64	65	66	66	66
300% Modulus, MPa	12.4	11.5	12.4	11.5	11.6	11.0
(psi)	(1800)	(1670)	(1800)	(1670)	(1680)	(1600)
Tensile Strength, MPa	25.1	25.0	24.8	24.4	23.5	25.2
(psi)	(3640)	(3630)	(3600)	(3540)	(3410)	(3650)
Elongation at Break, %	520	540	510	520	500	550
Air Aged 96 hrs at 100°C (212°F)						
Tensile Strength, MPa	4.6	10.2	10.1	11.0	10.3	12.3
(psi)	(670)	(1480)	(1460)	(1590)	(1490)	(1780)
Elongation at Break, %	195	240	260	280	235	240

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

N330 (HAF) Carbon Black	A	B	C	D	E	F
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0
Oxygen Aged 96 hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)						
Tensile Strength, MPa	7.0	15.9	16.6	16.9	16.4	17.1
(psi)	(1010)	(2310)	(2400)	(2450)	(2380)	(2480)
Elongation at Break, %	310	390	370	370	365	380
Flexing Resistance						
DeMattia Dumbbell Extension – Kilocycles to Failure						
Unaged	217	356	365	394	430	433
Air – 48 Hrs at 100°C (212°F)	80	176	180	226	275	288
Oxygen – 48 Hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)	50	199	105	139	209	225
Cut Growth						
mm (0.001 In.) per Kilocycle						
Unaged	.018	.008	.005	.005	.008	.008
(0.001 in.)	(0.7)	(0.3)	(0.2)	(0.2)	(0.3)	(0.3)
Air – 96 Hrs at 100°C (212°F)	.086	.018	.011	.008	.008	.005
(0.001 in.)	(3.4)	(0.7)	(0.4)	(0.3)	(0.3)	(0.2)
Oxygen – 96 Hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)	.122	.020	.020	.011	.013	.013
(0.001 in.)	(4.8)	(0.8)	(0.8)	(0.4)	(0.5)	(0.5)
Outdoor Dynamic Cracking						
Kilocycles to:						
Crack Initiation	404	2029	3683	7109	7109	7109
Very Slight Crack Growth	2503	7109	4967	10684	10684	10684
Small Cracks	3125	10684	7285	12987	20185	24000
Cracked Badly	3756	12375	8480	13972	23611	-
Test stopped at 24,000 kilocycles						

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

추천

천연고무 트럭 트레드에서 다목적 노화방지제-오존노화방지제와 굴곡 균열 억제제로써, 최소 1.5의 Flexzone 3P를 사용한다. 최고의 보호효과가 요구되는 곳에는 2.0 Flexzone 3P, 1.0 BLE 25 와 0.6 Flexamine을 사용한다.

N-220 (ISAF) Carbon Black	A	B	C	D	E	F
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0
Mooney at 100°C (212°F)						
Viscosity, ML(1+4)	82	78	82	80	82	76
Mooney Scorch at 132°C (270°F)						
Scorch, MS t ₃ , minutes	16	15	14	15	14	14
Cured 45 min. at 144°C (292°F)						
Hardness, Shore A	67	66	66	67	68	68
300% Modulus, MPa	13.0	11.7	12.6	13.0	12.1	12.1
(psi)	(1880)	(1700)	(1820)	(1880)	(1750)	(1750)
Tensile Strength, MPa	25.2	26.9	27.2	26.1	26.8	25.2
(psi)	(3650)	(3900)	(3950)	(3780)	(3890)	(3660)
Elongation at Break, %	480	530	510	510	530	510
Air Aged 96 hrs at 100°C (212°F)						
Tensile Strength, MPa	4.3	6.1	6.4	7.9	7.2	6.8
(psi)	(620)	(890)	(930)	(1140)	(1050)	(980)
Elongation at Break, %	120	150	140	140	185	180
Oxygen Aged 96 hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)						
Tensile Strength, MPa	9.2	17.8	17.2	17.9	18.5	17.8
(psi)	(1330)	(2580)	(2490)	(2590)	(2680)	(2580)
Elongation at Break, %	340	430	410	390	400	390
Flexing Resistance						
DeMattia Dumbbell Extension – Kilocycles to Failure						
Unaged	268	395	388	481	675	629
Air – 48 Hrs at 100°C (212°F)	50	156	108	132	167	274
Oxygen – 48 Hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)	50	93	50	55	70	105

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

N-220 (ISAF) Carbon Black	A	B	C	D	E	F
BLE [®] 25	---	1.0	---	---	---	1.0
Flexamine [®]	--	0.6	---	---	---	0.6
Competitive Antiozonant*	---	2.0	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.0	1.5	2.0	2.0
Cut Growth mm (0.001 In.) Kilocycle						
Unaged						
mm	.020	.011	.011	.008	.008	.008
(0.001 in.)	(0.8)	(0.4)	(0.4)	(0.3)	(0.3)	(0.3)
Air – 96 Hrs at 100°C (212°F)						
mm	.109	.038	.043	.030	.023	.011
(0.001 in.)	(4.3)	(1.5)	(1.7)	(1.2)	(0.9)	(0.4)
Oxygen – 96 Hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)						
mm	.183	.023	.036	.033	.020	.015
(0.001 in.)	(7.2)	(0.9)	(1.4)	(1.3)	(0.8)	(0.6)
Outdoor Dynamic Cracking						
Kilocycles to						
Crack Initiation	-	408	1381	1999	7263	7623
Very Slight Crack Growth	1381	1381	2627	3260	9978	10629
Small Cracks	-	3260	4104	4104	10629	12342
Cracked Badly	1991	4104	5786	7586	12569	13329

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

추천

천연고무 트럭 트레드에서 다목적 노화방지제-오존노화방지제와 굴곡 균열 억제제로써 최소 1.5의 Flexzone 3P를 사용한다. 최고의 보호효과가 요구되는 곳에는 2.0 Flexzone 3P, 1.0 BLE 25 와 0.6 Flexamine을 사용한다.

FLEXZONE[®] 3P IN PASSENGER TIRES

최근 몇 년간 타이어 산업은 오존 공격으로 인한 타이어의 과도한 균열 문제에 직면해 왔다. 이 문제는 새로운 타이어가 장착 도중 수일 후 심하게 균열이 발생하는 로스엔젤레스 지역에서는 유행적인 것이었다. 단지 문제점은 가판대와 보관 창고에서 팔리기 전 새 타이어의 트레드와 사이드월에서 오존 균열이 발생하는 것이었다. 이 오존 균열 문제는 타이어 제조사들에게 심각한 경제적인 손해의 결과를 가져오고 있다.

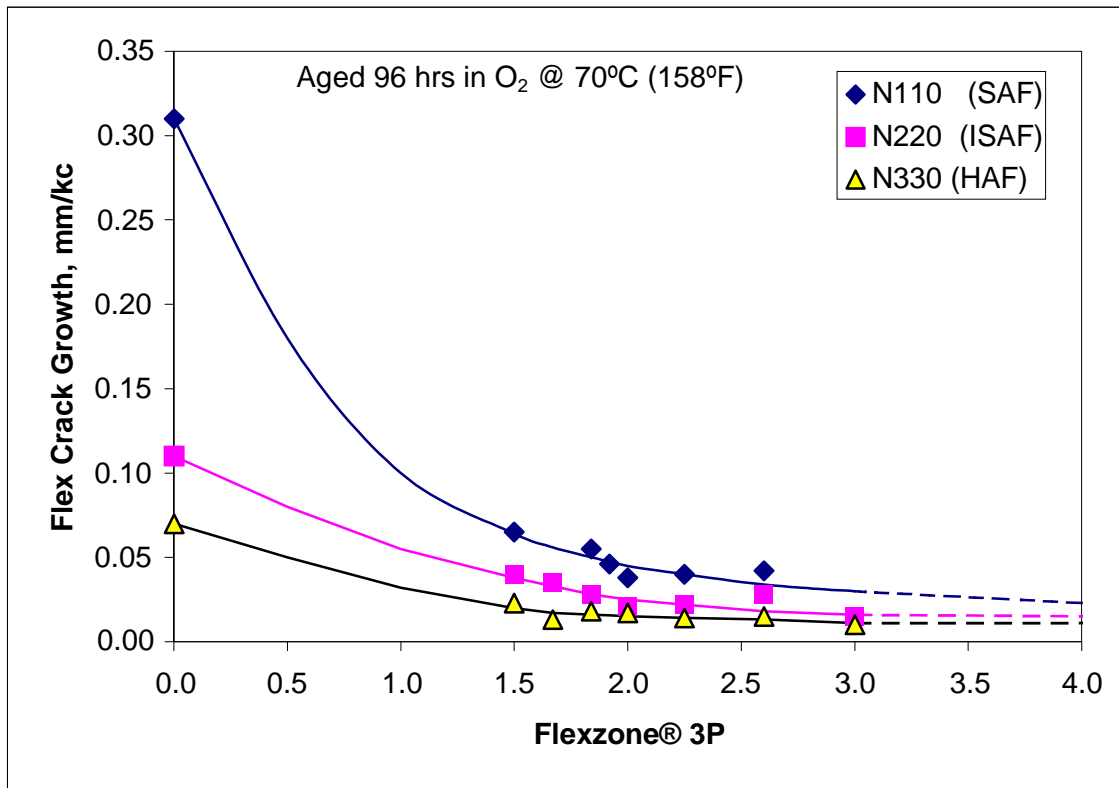
적절한 오존노화방지제가 혼합된 타이어는 이 문제 - 특히 소비자 구매 욕구에 대해 역효과인 보기 흉한 흑색 사이드월 -가 상당히 감소될 것이다. 테스트에서 오존노화방지제는 상당한 정도의 오존 균열의 개시점을 지연시키는 것을 증명하고 있다. 또한 Flexzone 3P처럼 고성능의 오존 보호효과를 가지는 화학약품이 없다는 것을 증명하고 있다.



Sunproof[®] Wax (1~ 3 phr)와 조합된 Flexzone[®] 3P (1.5~ 2.0 phr)는 사이드월 컴파운드의 정적 오존 공격에 대해 가장 높은 보호 효과의 가능성을 부여한다.

왁스 없이 2.5phr 혹은 더 높은 함량의 Flexzone 3P 첨가는 동적 오존 공격에 대해 가장 높은 보호 효과를 제공하며, 또한 일반적인 사이드월 균열과 굴곡 균열을 감소시킨다.

FLEXZONE 3P AS A SUPER TREAD FLEXING PROTECTANT FOR REINFORCING CARBON BLACK COMPOUNDS



FLEXZONE[®] 3P AS A TRUCK TREAD FLEXING PROTECTANT

위의 그래프는 강력한 트레드 굴곡 보호제로써의 Flexzone 3P의 효율성을 보여준다.

테스트는 4페이지에 언급된 동일한 트럭 트레드 레시피에 따라 진행되었다. 각 점들에서, 시험된 다양한 흑색제품들의 최대 이점을 위해서는 1.5~2.0phr 범위에서 본 제품이 사용되어야 한다는 것을 보여준다. 이 추천사항은 컴파운드에서 단독 노화방지제로써 Flexzone 3P 사용을 적용하였다. 6~9페이지에 보여진 데이터는 BLE[®] 25 와 Flexamine[®] 과 함께 Flexzone 3P를 조합하여 최대 만능의 노화 저항성을 낼 수 있다는 것을 보여준다.

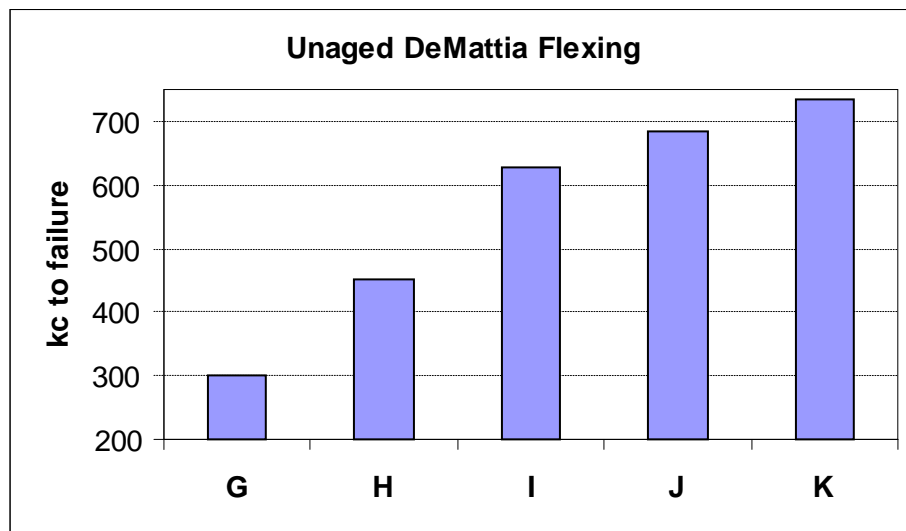
Naugard[®]J, 일부 Flexamine[®] 혹은 BLE[®]25는 Flexzone[®] 3P의 시너지제로 거동하거나, Sunproof[®]wax 와 유사한 행위를 포함하는 상호 보완적인 이동 현상이 가능하다.

FLEXZONE 3P IN PASSENGER TIRE SIDEWALL

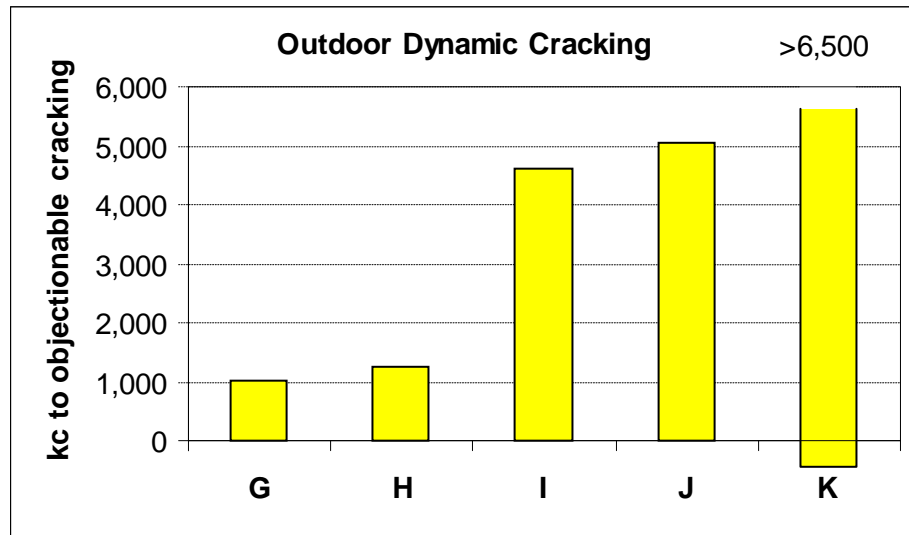
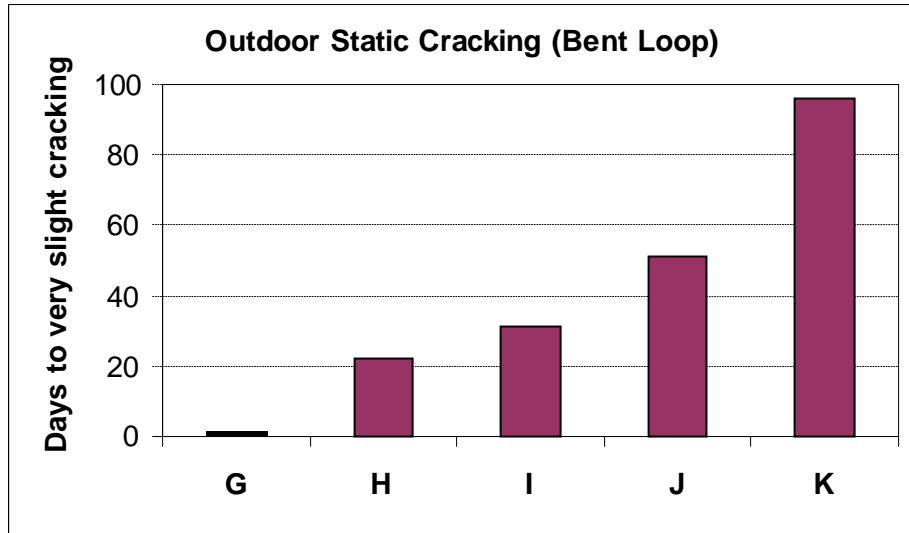
	G	H	I	J	K
Smoked Sheet	60.00				
SBR 1500	40.00				
NS Whole Tire Reclaim	40.00				
N-550 (FEF) Black	40.00				
Process Oil	2.00				
Pine Tar	4.00				
Industrene [®] R Stearic Acid	3.00				
Zinc Oxide	3.50				
Sunproof [®] Improved	1.00				
Naugex [®] MBT	0.50				
DPG	0.20				
Sulfur	2.75				
BLE [®] 25	---	1.00	---	---	---
Flexamine [®]	--	0.60	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.00	1.50	2.00

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

HIGHLIGHTS OF DATA



	G	H	I	J	K
BLE [®] 25	-	1.00	-	-	-
Flexamine [®]		0.60	-	-	-
Competitive Antiozonant*	-	2.00	-	-	-
Flexzone [®] 3P	-	-	1.00	1.50	2.00



DETAILED DATA – PASSENGER SIDEWALL

	G	H	I	J	K
BLE [®] 25	---	1.00	---	---	---
Flexamine [®]	---	0.60	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.00	1.50	2.00
Mooney at 100°C (212°F)					
Viscosity, ML(1+4)	51	51	53	53	52
Mooney at 132°C (270°F)					
Scorch, MS t ₃ , minutes	10.2	8.8	9.5	10.0	9.0
Free Sulfur - percent					
Cured at 144°C (292°F)					
Cure Time:					
30'	.14	.11	.11	.14	.12
45'	.07	.06	.06	.07	.07
90'	.03	.04	.04	.04	.04
Cured 45 min at 144°C (292°F)					
Hardness, Shore A	55	56	55	56	56
300% Modulus, MPa	8.3	7.77	7.8	7.9	7.9
(psi)	(1200)	(1110)	(1130)	(1140)	(1140)
Tensile Strength, MPa	18.3	18.3	16.6	18.2	17.9
(psi)	(2650)	(2660)	(2410)	(2640)	(2600)
Elongation at Break, %	530	550	510	550	550
Aged 96 hrs in Air at 100°C (212°F)					
Tensile Strength, MPa	5.7	7.7	10.1	10.3	11.0
(psi)	(830)	(1110)	(1460)	(1500)	(1590)
Elongation, %	190	230	260	250	260

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

	G	H	I	J	K
BLE [®] 25	---	1.00	---	---	---
Flexamine [®]	---	0.60	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.00	1.50	2.00
Oxygen Aged 96 hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)					
300% Modulus, MPa	8.2	8.6	9.3	9.7	9.7
(psi)	(1190)	(1250)	(1350)	(1410)	(1400)
Tensile Strength, MPa	10.8	13.9	13.5	13.3	13.4
(psi)	(1560)	(2020)	(1950)	(1930)	(1940)
Elongation at Break, %	390	440	420	400	420
Flexing Resistance					
DeMattia Dumbbell Extension					
Unaged					
Kilocycles to Failure	301	451	628	683	735
Air Aged 96 Hrs at 100°C (212°F)					
Kilocycles to Failure	97	111	108	111	132
Oxygen Aged - 96 Hrs at 70°C (158°F)					
Kilocycles to Failure	60	173	155	178	180
Cut Growth					
mm (0.001 In.) per Kilocycle					
Unaged					
mm	0.015	0.011	0.011	0.011	0.008
(0.001 in.)	(0.6)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.3)
Air Aged- 96 Hrs at 100°C (212°F)					
mm	.147	.076	.041	.030	.030
(0.001 in.)	(5.8)	(3.0)	(1.6)	(1.2)	(1.2)
Oxygen – 96 Hrs at 70°C (158°F)					
mm	.030	.006	.005	.008	.005
(0.001 in.)	(1.2)	(0.23)	(0.2)	(0.3)	(0.2)

	G	H	I	J	K
BLE [®] 25	---	1.00	---	---	---
Flexamine [®]	---	0.60	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---
Flexzone [®] 3P	---	---	1.00	1.50	2.00
Outdoor Dynamic Cracking					
Kilocycles to					
Crack Initiation	---	424	1021	1021	1021
Very Slight Crack Growth	202	---	1251	1251	1251
Small Cracks	424	1021	3950	4596	5056
Cracked Badly	1021	1251	4596	5056	---
Outdoor Bent Static Cracking					
Crack Initiation	---	8	22	22	22
Very Slight Cracking	1	22	31	51	96
Small Cracks	---	31	118	153	160
Cracked Badly	8	118	153	353	390
Ozone Box Data 25 pphm					
Ozone at 38°C (100°F)					
Hours to:					
Crack Initiation	---	72	72	72	72
Very Slight Cracking	72	---	---	---	---
Small Cracks	---	---	---	---	---
Cracked	504	504	504	>2016	>2016
Torsional Hysteresis at 141°C (285°F)					
Tangent Delta	0.111	0.120	0.100	0.098	0.093

추천

승용 사이드월(passenger sidewalls)에서 1.0~3.0phr의 Sunproof[®] Improved 혹은 Extra wax와 함께 1.5~2.0phr Flexzone 3P 사용.

FLEXZONE® 3P IN PASSENGER TREAD COMPOUNDS

외부 자연 노출 시험은 SBR 승용 트레드 컴파운드에서 Flexzone 3P를 위한 뚜렷한 보호 가치를 보여준다. 이 이점은 오존 챔버에서만 확인한 것은 아니다. 왁스가 없거나 Naugard J같은 보조 화학약품이 이 연구에 사용되었기 때문에 Flexzone 3P의 완전한 가치는 SBR 트레드에서는 실현된 것이 아직 아니다.

Flexzone 3P는 SBR 트레드 컴파운드에서 균열성장과 오존 균열 시작점을 지연하도록 행동하는 것을 이 데이터는 보여준다. 이러한 결과들은 천연고무 트럭 트레드에서의 Flexzone 3P 성능과 차이가 없다.

이 시점에서 왁스가 없는 승용 트레드의 최대 오존 보호 효과를 위한 우리의 추천사항은 1.5~2.0phr의 Flexzone 3P 사용이다. SBR트레드에서 21°C 혹은 -7°C (70°F or 20°F) 각각에서 1년 시험 기간 이후 블루밍은 발견되지 않았다. (3phr까지 Flexzone 3P 시험)

FLEXZONE 3P IN A PASSENGER TIRE TREAD

Flexzone 3P는 승용 타이어 트레드를 위한 탁월한 오존노화방지제이다. 승용 트레드 컴파운드에서 외부 동적, 정적 오존 분해 둘 다 최대 저항성을 위해서는 2~3phr의 Flexzone 3P를 사용하라.

	L	M	N	O	P	Q
SBR 1712	68.75					
SBR 1500	50.00					
N-220 (ISAF) Black	50.00					
Industrene® R Stearic Acid	1.00					
Zinc Oxide	3.00					
Naugex® MBT	0.60					
DPG	0.50					
Sulfur	1.60					
Flexamine® Antioxidant	---	1.00	---	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---	---
Flexzone® 3P Antiozonant	---	---	1.00	1.50	2.00	3.00

* 6-ethoxy-1,2-di-hydro-2,2,4-trimethyl quinoline

HIGHLIGHTS OF DATA

	L	M	N	O	P	Q
Flexamine [®] Antioxidant	---	1.00	---	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P Antiozonant	---	---	1.00	1.50	2.00	3.00
Outdoor Bent Static Cracking						
Days for occurrence of very Slight cracking	6	49	55	59	135	200+
Outdoor Dynamic Cracking						
Kilocycles for occurrence of objectionable cracking	2439	9124	9124	11006	19647	42404+

추천

SBR 승용 트레드에서 0~2.0phr의 Sunproof[®] Improved 혹은 Sunproof Extra wax 와 함께 1.5~2.0 phr Flexzone[®] 3P를 사용.

DETAILED DATA – PASSENGER TREAD

	L	M	N	O	P	Q
Flexamine [®] Antioxidant	---	1.00	---	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---	---
Flexzone [®] 3P Antiozonant	---	---	1.00	1.50	2.00	3.00
Mooney at 100°C (212°F)						
Viscosity, ML(1+4)	65	62	63.5	63	62	59
Mooney at 132°C (270°F)						
Scorch, MS, t ₃ , minutes	18	22	19	16	17.2	16.2
Cured 45 Min. at 144°C (292°F)						
Hardness, Shore A	56	56	57	56	56	57
400% Modulus, MPa	8.3	7.6	8.5	7.9	8.8	7.1
(psi)	(1200)	(1100)	(1230)	(1150)	(1280)	(1030)
Tensile Strength, MPa	17.9	19.1	19.5	19.3	19.0	19.8
(psi)	(2600)	(2770)	(2830)	(2800)	(2750)	(2870)
Elongation at Break, %	640	640	660	680	650	710

*6-ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethyl quinoline.

	L	M	N	O	P	Q
Flexamine® Antioxidant	---	1.00	---	---	---	---
Competitive Antiozonant*	---	2.00	---	---	---	---
Flexzone® 3P Antiozonant	---	---	1.00	1.50	2.00	3.00
Air Aged 96 hrs at 100°C (212°F)						
Tensile Strength, MPa	17.1	16.6	14.8	14.8	15.5	16.2
(psi)	(2480)	(2400)	(2150)	(2150)	(2250)	(2350)
Elongation at Break, %	460	505	405	430	450	500
Oxygen Aged 96 hrs at 70°C (158°F) and 2.1 MPa (300 psi)						
Tensile Strength, MPa	19.2	18.7	19.4	20.1	18.7	19.0
(psi)	(2790)	(2705)	(2805)	(2910)	(2860)	(2760)
Elongation at Break, %	680	695	650	695	675	680
Outdoor Dynamic Cracking						
Kilocycles to:						
Crack Initiation	406	-	-	1070	4317	9124
Very Slight Crack Growth	-	1070	1070	-	5576	18541
Small Cracks	1070	2539	2539	2539	9124	20878
Cracked badly	2439	9124	9124	11006	19647	42404+
Outdoor Static Cracking						
Crack Initiation	---	29	29	29	70	125
Very Slight Crack Growth	---	41	41	49	102	180
Small Cracks	6	49	68	59	135	200+
Cracked badly	29	87	102	129	169	---
Ozone Box-25 pphm Ozone 38°C (100°F)						
Hours to:						
Crack Initiation	8	8	8	8	8	8
Very Slight Crack Growth	24	24	24	24	24	24
Small Cracks	---	72	72	72	72	72
Cracked badly	72	168	168	336	336	336
Bloom Test						
Exposure Temperatures						
21°C (70°F)	No bloom in one year's exposure – all samples					
-7°C (20°F)	No bloom in one year's exposure – all samples					

*6-ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethyl quinoline.

FLEXZONE® 3P versus PBNA – NATURAL RUBBER STOCKS

Flexzone 3P는 천연고무 제품에 좀 더 나은 노화 보호를 제공한다. 이 데이터는 적은 양의 Flexzone 3P와 비교할 때 PBNA와 동등하거나 더 나은 노화 보호 효과를 제공한다.

Basic Recipe

SMR Rubber	100.00
N-242 (ISAF-HS) Black	45.00
Pine Tar	5.00
Zinc Oxide	5.00
Industrene® R Stearic Acid	3.00
Antioxidant	As Shown
Delac® S	0.50
Sulfur	2.00

	R	S	T	U
Flexzone 3P	---	0.3	0.5	---
PBNA	---	---	---	1.0
Mooney at 100°C (212°F)				
Viscosity, ML(1+4)	55	59	63	57
Mooney at 132°C (270°F)				
Scorch time, minutes	18	16	16	17
Unaged Physical Properties				
Cured 15 Min. at 160°C (320°F)				
300% Modulus, MPa	11.2	11.7	11.4	11.4
(psi)	(1620)	(1700)	(1265)	(1650)
Tensile Strength, MPa	25.5	26.8	26.6	26.2
(psi)	(3700)	(3880)	(3850)	(3800)
Elongation at Break, %	550	540	550	550
Hardness, Shore A	62	62	65	64
Aged 14 Days at 70°C (158°F)				
Tensile Retention, %	54	59	63	60
Elongation Retention, %	69	75	76	75
Aged 70 Hrs at 100°C (212°F)				
Tensile Retention, %	25	32	36	27
Elongation, %	43	45	44	42
Aged 96 Hrs in O₂ at 70°C (158°F)				
Tensile Retention, %	15	33	49	45
Elongation, %	39	52	66	64

The information contained herein is correct to the best of our knowledge. Your attention is directed to the pertinent Material Safety Data Sheets for the products mentioned herein. All sales are subject to Chemtura's standard terms and conditions of sale, copies of which are available upon request and which are part of Chemtura's invoices and/or order acknowledgments. Except as expressly provided in Chemtura's standard terms and conditions of sale, no warranty, express or implied, including warranty of merchantability or fitness for particular purpose, is made with respect to the products described herein. Nothing contained herein shall constitute permission or recommendation to practice any invention covered by a patent without a license from the owner of the patent.