



폴리알킬렌글리콜계 및 폴리부텐계 합성윤활유 (Synthetic Lubricants based on PAGs and PB Fluids) (II)

고려대학교 화학과
최 주 환 박사

B. 폴리부텐(PB)계 합성윤활유

1. 서 론

폴리부텐은 나프타 분해공정으로부터 생성되는 이소부텐과 노말부텐을 포함하는 기체상태의 라피네이트 유출물의 중합반응에 의하여 생산된다. 중합반응 온도에 따라 여러가지 다른 분자량과 점도의 광범위한 폴리부텐이 생산 가능하다.

폴리부텐은 접착제, 막음제 그리고 오일 첨가제 산업에서 잘 알려진 제품이며 합성 윤활유 혹은 반합성윤활유로서 사용이 증가하고 있다. 수년동안 폴리부텐은 점도지수 향상제로서 사용되어 왔으며 이들의 청정 연소, 무독성 그리고 윤활제로서 무독성의 장점들은 자동차와 다른 산업분야에서 이용, 개발되고 있다.

2. 시장정보

2.1 생산공급

이론적으로 북미(Amoco, EXXON, Lubrizol)와 서유럽(BP, Amoco, EXXON, Lubrizol)에서 충분한 생산용량이 있다. 실제로 생

산용량은 생산되는 점도등급의 범위, 원료물질의 유용가치에 크게 의존하며 Amoco, 미국의 경우 이중 목적의 MTBE/Pib 공장이 가동되고 있다.

MTBE, Butyl Rubber 그리고 다른 올리고머들의 생산을 위한 공정들은 이소부텐 원료에 대하여 폴리부텐과 경쟁하고 있다. 비록 현재는 수요를 만족시킬 만한 충분한 양이 있다 하더라도 미래의 계획들을 고려해 보면 공급 결핍이 일어날 것으로 보인다. 이러한 부족 현상은 최대 생산 기간 동안 주로 일어날 것이며 증가하고 있는 MTBE 생산용량에 기인하여 특히 부족할 것으로 생각된다. 자체 원료물질 조달이 가능한 BP화학사와 같은 회사들은 수요동향 변화에 크게 영향을 받지 않는다.

폴리부텐에 대한 수요에서 보았듯이 특히 향후 3년간 성장이 예견되고 있으며 Amoco(유럽), BP화학(유럽), EXXON(미국)사에서 생산용량 확장을 계획하고 있다.

2.2 폴리부텐 사용

생산되는 모든 폴리부텐의 약 60-70%는 crankcase oil에서의 분산/청정 첨가제 제조에 사용된다. SG급 규격은 분산제 사

용증가를 주도하고 있다. 윤활유 첨가제 생산자들은 역시 가솔린 첨가제의 공급자들이다. -다시말해서 이것은 나쁜 품질의 연료와 무연가솔린 수요에 기인한 현저한 성장을 보이는 분야이다. 폴리부텐계 가솔린 첨가제는 이러한 수요를 만족시키기 위해 대체, 사용될것이다.

주된 폴리부텐 생산자들중 Lubrizol사는 모든 그들의 폴리부텐 생산제품을 첨가제 제조를 위해 사용하며 EXXON사는 생산제품의 대부분을 자체 소비하며 일부 제한된 등급범위를 시장에 판매한다. BP화학사와 Amoco사는 광범위한 점도등급에 걸친 제품을 모두 시장에 판매하고 있다.

첨가제 시장 이외에 서유럽에서는 다른 산업적 응용에 약 24,000 tpa와 케이블에 대한 사용에 7,000 tpa의 시장이 있다.

폴리부텐 사용의 전통적인 분야는 점착제, 막음제 그리고 오일 강화제 분야이다. 시장동향과 압력은 2기통 엔진오일 그리고 플라스틱 산업에의 응용에서의 성장을 예시하고 있다. 비록 고용량 케이블에서의 폴리부텐 함유지에 대한 수요 감소가 예측되지만 전달매체에 대한 새로운 기회로서 cross-linked polyethylene(XLPE) 케이블 그리고 광섬유 케이블은 이들 감소를 증가하고 있다. 다른 윤활제 분야에서 폴리부텐은 금속가공유 혹은 에너지 효율성을 보이는 다급 점도의 기어오일과 같은 분야에 적은 양이기는 하지만 수요가 기대된다.

3. 전합성 및 부분 합성 윤활제에서의 폴리부텐

3.1 제약성

전통적인 광유계 윤활유에 대한 합성윤활유의 강한 장점은 유동점 강화, 휘발성 저하, 독성과 침적물 감소 그리고 산화안정성의 향상, 점도지수(VI)의 향상, 분산력 향상, 윤활성 그리고 난연성의 증가 등이다.

폴리알파올레핀과 디에스테르계 합성윤활유들은 이들 장점들을 보이며 폴리부텐은 이들이 더 휘발성이며, 산화안정성이 떨어지고 광유계 윤활유의 점도지수의 개선은 단지 점도가 높고 유동점 등급의 폴리부텐에 의해 이루어지므로 동일한 합성윤활기유시장에서 경쟁할 수 없다.

전합성 폴리부텐계 윤활유들은 2 사이클 엔진오일 혹은 고압의 에틸렌 컴프레셔 그리고 낮은 침적물 형성이 요구되며 위의 제약점들이 극복되는 금속가공과 같은 분야에 응용 가능하다. 몇가지 특수한 그리이스 배합기술에서는 kiln 베어링등에서의 MoS₂ 혹은 그래파이트의 무독성, 탈중합반응 운반체(유도체)로서 폴리부텐을 사용한다.

폴리부텐은 15W와 20W 모터오일과 다급 기어오일에서 전단안정 점도지수향상제(VII)로서 사용된다.

3.2 사이클 엔진오일

합성윤활제는 향상된 성능 향상 요구를 만족시킨다. 연료 비율, 배기가스의 조절. 이런 특별한 응용에서 폴리부텐은 가격과 성능면에서 성공적으로 에스테르와 경쟁한다. 단지 오일의 생분해성이 필수적으로 문제가 될때 폴리부텐은 떨어진다.

폴리부텐은 열적으로 분해되며 광유가 탄소 잔류물을 남기는데 반하여 고온에서 깨끗하게 증발된다. 그래서 광유계를 폴리부텐으로 대체함으로써 연소기관 내부의 퇴적물, port blocking, plug fouling 그리고 오일의 배출과 같은 공통적인 문제점들을 완화시키는 것이 가능하다. 게다가 두 개의 논문에서의 시험결과들은(G.J. Souillard, F. Van Quaethoven and R.B. Dyer, SAE Paper 710730, 1971, K. Sugiura and M. Kagaya, SAE Paper 770623, 1977) 광유계 윤활유와 비교하여 폴리부텐계는 2 사이클 엔진에서 부식, scoring 그리고 마모를 감소

시킬 수 있음을 보였다.

3.3 컴프레셔용 윤활제

저밀도 폴리에틸렌은 고압 반응기(1,800-2,000Bar) 혹은 관모양의 반응기(2,700-3,200Bar)에서 고압공정에 의해서 제조된다. 2차 에틸렌 컴프레셔 윤활제는 마모, 온도, 퇴적물, 요구조건 아래에서 에너지 소모를 감소시키는 작용을 하여야 한다. 폴리알킬렌글리콜(PAG)과 폴리부텐은 이러한 응용분야에 대해 동등한 응용분야를 보인다. 폴리알킬렌글리콜은 폴리부텐보다 더 좋은 윤활제이며 매우 높은 압력하에서 점도가 적게 증가한다. 그러나 PAG는 만약 그것이 전기적 응용분야에 사용되어지거나 카드위에 코팅된다면 폴리에틸렌에 해로운 영향을 끼칠 수 있으므로 폴리부텐은 ethylene-vinylacetate 공중합체 제조에 사용된다.

지방산과 같은 산화방지제와 계면 첨가제가 소비자 요구조건으로서의 성능을 향상시키기 위해 폴리부텐에 첨가되기도 한다.

3.4 금속가공유

폴리부텐은 깨끗이 연소 증발하고 식혀서 강하게 만드는 작업에서 녹방지성능이 필수적일 때 비철금속 가공분야에 사용된다. copper tube drawing 그리고 cold aluminum rolling에서의 경우 leak때문에 폴리부텐은 베어링과 유압 시스템에 윤활제로서 사용된다. 스테인레스 스틸 파넬을 용접한다면 폴리부텐은 적당한 압연 윤활제이다. 절삭과 같은 고온에서의 응용에 대해서는 폴리부텐의 안정한 에멀전이 쉽게 만들어진다.

3.5 그리이스

폴리부텐은 그리이스 제조에서 목적 달성

을 위한 몇가지 물리적인 성질들을 나타내고 있다. 그것은 가동온도범위를 확장하고 저항전단응력에 대한 저항력, 흔들려서 떨어지는 점이나 물에 의해 씻겨나가는 점등에 대해서 견딜 수 있는 능력을 가지고 있다. 이들의 소수성 그리고 비투과적인 성질들은 자동차 산업분야에 대해서 합성그리이스로의 확장가능성에 대해서 내부식성 처리와 봉합재로서의 광범위한 응용을 달성할 수 있었다. 100°C 이상의 고온에서 산화안정제의 사용이 요구된다. 폴리부텐은 실제로 무독성이고 식품사용 등급의 그리이스에서 기유로서 사용승인되었다.

3.6 기어유

폴리부텐은 자동차와 산업용 응용분야에서 SAE 80W/140 그리고 75W/90 다급 극압성 기어오일에서 점도지수 향상제로서 사용된다. 다급 점도유는 저온성능, 극지방에서의 시동성 그리고 연비향상을 위해 단일 점도유를 대체하고 있다. 취급을 손쉽게 하도록 오일에 이미 묽혀진 상태로 보통 공급된다. 폴리부텐의 처리 비율은 점도지수와 전단응력 안정도 사이의 관계와 상관하여 고려되어야 한다.

자동차용을 위한 SAE 75W/90 점도규격은 폴리부텐, 폴리알파올레핀 그리고 광유의 배합으로 이루어질 수 있다. 이들의 배합에서 PAO%를 낮추기 위해서는 저점도, 저유동점의 나프텐 기유와 폴리부텐으로 대체될 수 있다.

3.7 강선 와이어 로우프용 윤활제

강선 와이어 로우프는 유연하게 움직일 때 와이어와 외가닥 사이의 마모를 감소시키기 위한 윤활제를 필요로 한다. 폴리부텐은 와이어 로우프 윤활제의 기본적인 기술적 요구사항들 즉, 비활성, 접촉성, 부식방

지 그리고 윤활성 등을 만족시킬 수 있다. 알맞은 점도등급의 선택과 왁스로써 적절한 혼합을 통하여 점도와 다른 주안점들은 각 응용면에 대하여 적절히 맞춰줄 수 있다.

합성윤활제들은 다리건축과 해상로우프로서의 고성능의 목적을 위해 보관 사용될 수 있다. 폴리부텐계 윤활제 화합물은 부식성과 피로약화 수명시험에서 전통적인 석유계 젤리보다 우수한 성능을 보인다.

폴리부텐의 관심있는 특징은 그들이 모든 석유계 제품들에 비해서 고유의 높은 마찰계수를 보인다는 점이다. 이것은 마찰운전로우프에 대한 중요한 잇점이며 다른 윤활제 응용분야에서 광유계를 대체시킬 수 있다.

4. 특수작용 윤활제로서의 폴리부텐

4.1 와이어와 케이블용 윤활제

일정한 규격화된 전기적 성질을 띄는 폴리부텐은 전력 케이블과 전화 케이블 변압기에서 기유의 종류에 따라 품질이 변화하는 광유와 수지를 대체하여 사용코져 왁스와 합성 고분자와 함께 겔화될 수 있다. 이들은 역시 절연케이블과 변압기에서 절연지에 대한 함침용으로 사용된다. 혹은 전화 케이블에서 석유 젤리를 대체한 막음재로서 사용될 수 있다.

통신분야에서 광섬유 케이블의 사용증가와 함께 폴리부텐/왁스 혼합물은 충전 화합물로서 그 사용이 증가하고 있다. 만약 더

정확한 성질들이 충족될 수 있다면 새로운 응용분야가 개척될 수 있을 것이다.

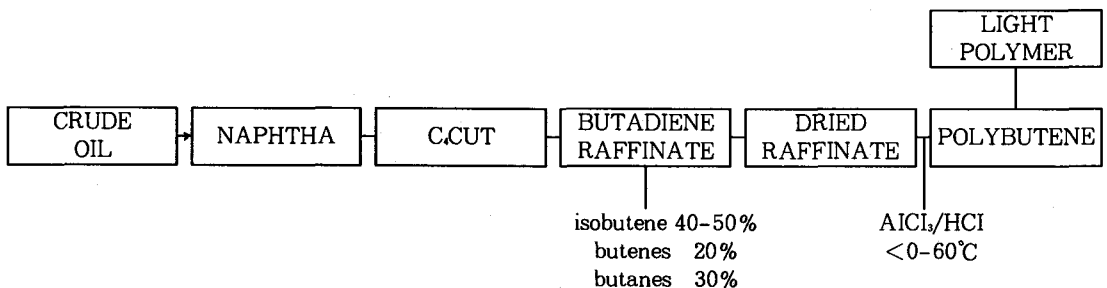
5. 결 론

폴리부텐은 엔진오일이나 항공기용 윤활제를 위한 폴리알파올레핀 혹은 디에스테르의 전통적인 관점에서는 합성기유가 아니다. 그러나 그러한 응용들은 2기통 엔진오일, 가솔린 첨가제 중간체, 컴프레셔유, 금속가공유 혹은 산화안정성, 분산성 그리고 휘발성이 뛰어난 그리이스에 있다. 폴리부텐의 품질과 성능예들은 작은 시장수요이긴 하지만 전문가들에게는 매우 알맞고 요긴하게 사용됨이 발견된 응용분야들이다.

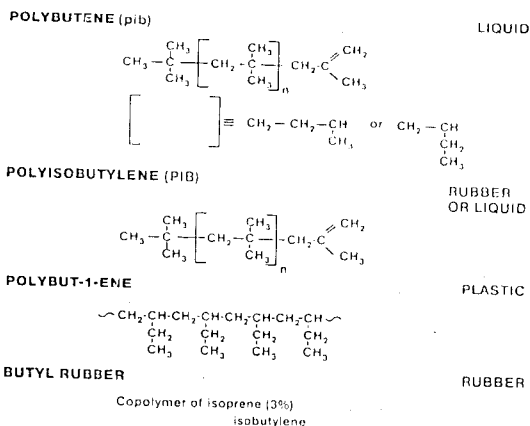
엔진오일들에서는 폴리부텐은 낮은 전단안정성을 갖지만 더 낮은 처리속도를 요구하는 polymethacrylates(PMA)와 olefin copolymer(올레핀 공중합체, OCP)와 같은 다른 점도지수 향상제들과 강하게 경쟁하고 있음이 경험되고 있다.

그러나 만약 전단안정성이 기어오일에서와 같이 주된 첫번째 관점이라면 폴리부텐은 점도지수 향상제로서 중요한 잇점을 갖는다. 특수작용 윤활제로서 폴리부텐은 와이어와 케이블에 대한 주입물로서 널리 쓰이고 있다. 그 주된 이유는 물리적이고 전기적인 성질들에 있어서 균일하고 일정한 제품이 가능하고 점도에 대한 모든 소비자 욕구를 만족시킬 수 있는 능력이 있기 때문이다.

POLYBUTENE MANUFACTURE



POLYBUTENES - STRUCTURE



POLYBUTENES

ESTIMATED PRODUCTION CAPACITY KTES

	1984	1987	1990
N. America	380	350	365
Europe	195	195	225
Japan	30	30	30
S. America	10	10	20
Others	25	30	35

PIB PRODUCERS

CAPACITY

Europe	
BP UK & France	100ktes
Amoco Fina	25
Esso Germany	40
Lubrizol France	30
	<hr/>
	195
USA	
Amoco	110-185
Exxon	95
Lubrizol	70
	<hr/>
	275-350

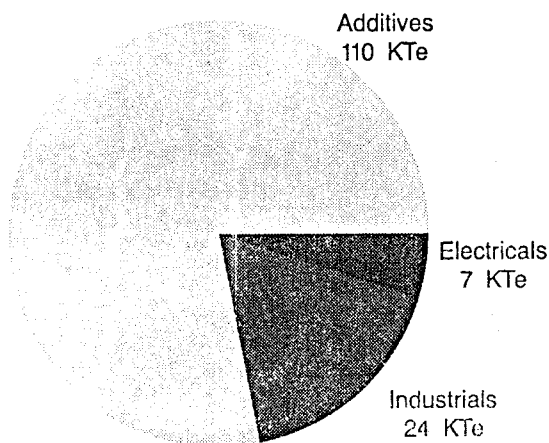
W. EUROPEAN ISOBUTENE SUPPLY / DEMAND BALANCES 1983 - 1990

Supply	1983	1990
Ex steam crackers	905	1050
Refinery stream	30	85-150
Arco	30	30
Texaco (1)		-
Total	970	1165-1230
Demand		
MTBE	305	500-600
Butyl rubber	120	190
PIB, pib	140	190
Oligomers	105	122
Butly phenols/cresols etc	30	30
Polymer gasoline etc(core)	190	190
Total	890	1222-1322
Surplus disposed of in balancing refinery/recycle outlets	890	8-(157)

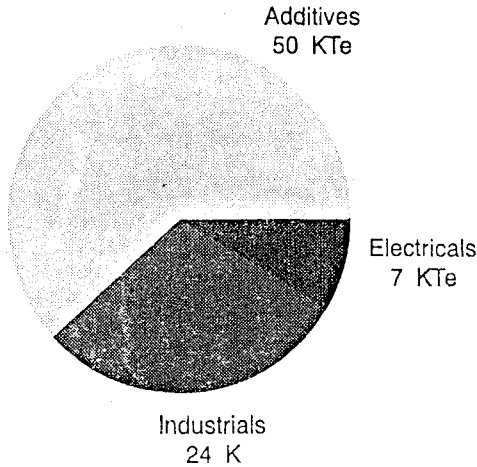
(1) Extracted directly from raw C4 Stream

W. EUROPE PIB MARKET

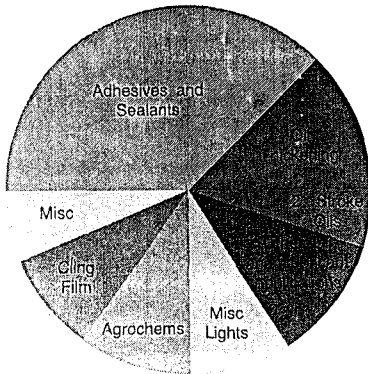
Total Market
140 KTe



Merchant Market
80 KTe



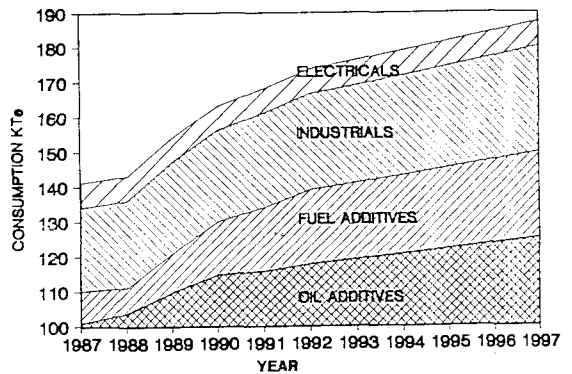
WESTERN EUROPEAN
INDUSTRIAL MARKET
BY APPLICATION



Total: 24,000 Tonnes

PIB FORECAST DEMAND
W. EUROPE

- Historic Growth 2% p. a
- One-off Increase in Additives Demand
- Overall Growth 1.5% p. a post 1992

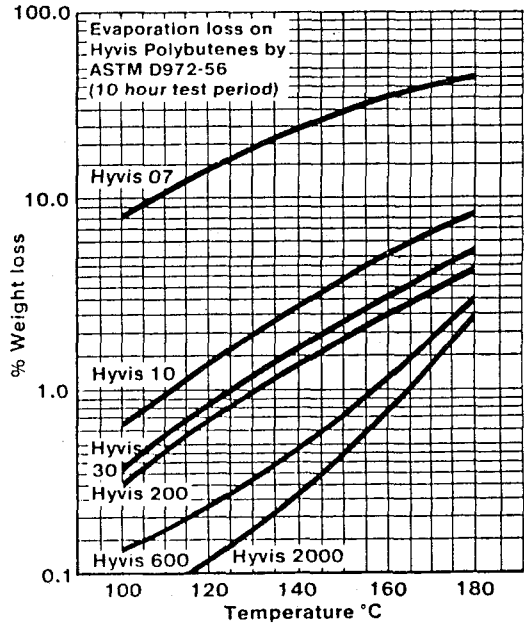
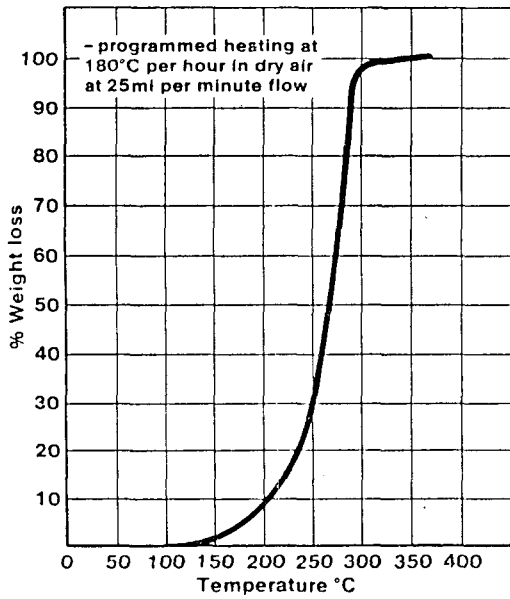


POLYBUTENES PHYSICAL
PROPERTIES

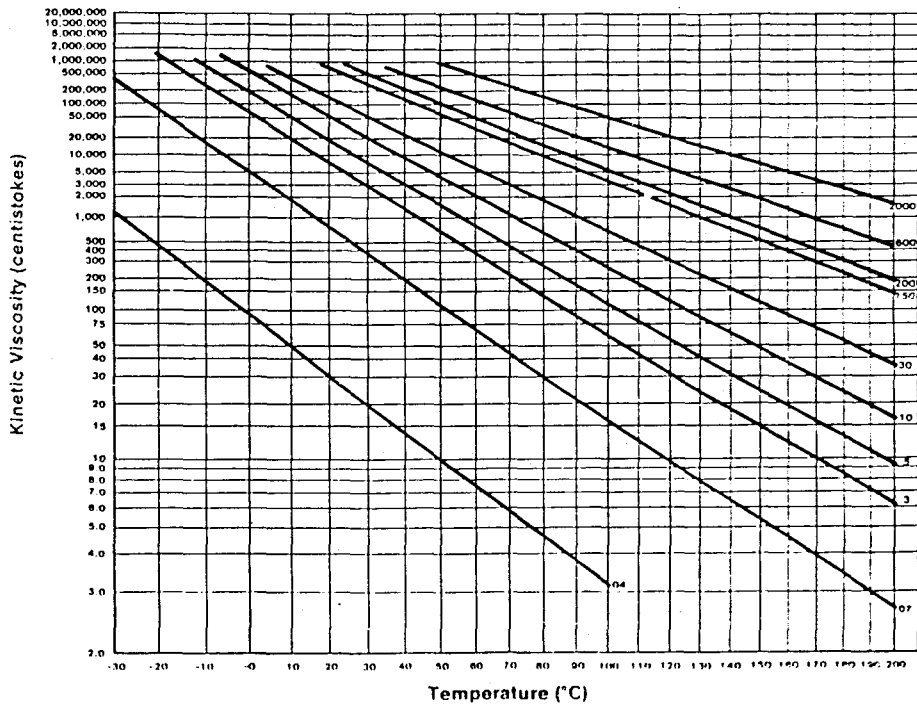
Grade No.	04	07	10	200	2000
Molecular Weight (Mn)	300	440	1000	2400	5800
Viscosity cSt 100°C	3.3	13	225	4250	40500
40°C	26	150	7860	183000	1800000
Flash Point PMCC	120	145	165	175	190
Pour Point	<-60	-30	-7	24	50
VI	-	78	128	264	378



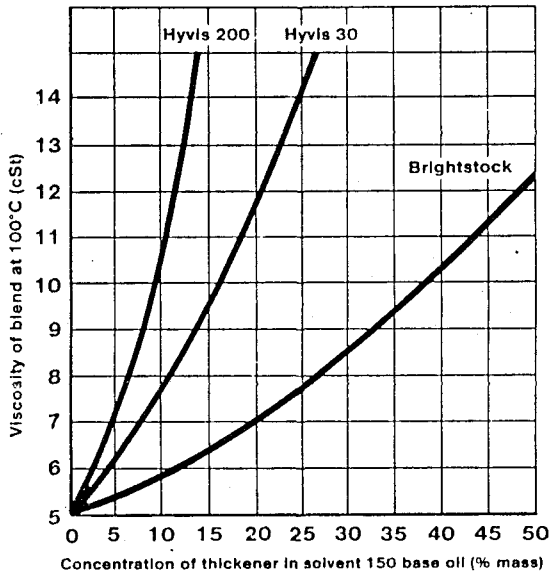
VOLATILITY AND EVAPORATION OF POLYBUTENES



POLYBUTENE PROPERTIES Viscosity



OIL THICKENING



POLYBUTENES SUMMARY OF PROPERTIES

- Stable to light and air
- Colourless
- High viscosity indices
- Hydrophobic
- Evaporate or burn without residue
- Compatible with many organic materials
- Practically non-toxic
- Non-corrosive
- Good lubricants

SYNTHETIC vs CONVENTIONAL LUBRICANTS

- | | |
|------------|---------------------|
| Reduce ↓ | Increase ↑ |
| Pour Point | Oxidation Stability |
| Volatility | Viscosity Index |
| Toxicity | Dispersancy |
| Deposits | Lubricity |
| | Flame Resistance |

POLYBUTENE COMPATIBILITY WITH OTHER OILS

Oil	Observation of Polybutene(Mn 1000) at Concentration of	
	10% w/w	50% w/w
Low Viscosity		
High Aromatic	C	C
Paraffinic	C	C
Naphthenic	C	C
Aromatic	C	C
Med Viscosity		
High Aromatic	C	C
Aromatic	C	C
Silicone Oil	I	I
Polyethylene Glycol	I	I
Polyalphaolefin	C	C
Alkyl Benzenes	C	C

COMPARISON OF PHYSICAL PROPERTIES OF MINERAL OIL WITH SYNTHETIC OILS

Oil	Visc. @ 100°F cSt	Visc. @ 210°F cSt	VI	Pour Point °C	Flash Point °C	Low Volatility
Polybutene(Mn 440)	160	13	78	-30	120	Poor
Polybutene(Mn 1000)	8360	230	128	-7	180	Fair
Mineral Oil SN 150	30.5	5.2	100	-12	210	Fair
Brightstock	650	35	85	-	307	V.Good
Naphthenic	7.7	2.0	62	-54	150	-
Polyalphaolefin	34.0	6.0	135	-68	243	V.Good
Diester ^(a)	20.8	4.7	163	< -75	234	Good

(a) di-isodecyl sebacate

POLYBUTENES IN SYNTHETIC OR SEMI-SYNTHETIC LUBRICANT APPLICATIONS

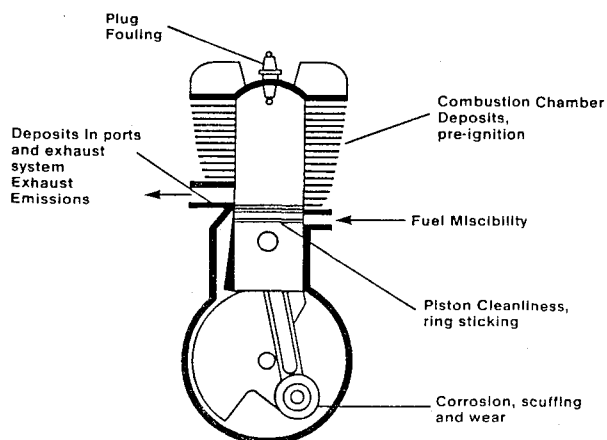
Synthetic

Compressor Lubricants
Metal Working
Greases

Semi-Synthetic

Two Stroke Oils
Motor Oils
Gear Oils
Oil Thickening

IMPORTANT PERFORMANCE PARAMETERS FOR TWO STROKE OILS



TWO STROKE LUBRICANTS

Engines

Motorcycle
Outboard Motors
Small Agricultural Equipment
Chain Saws
Snowmobiles

Current Trends

1. Control of Emissions
 - By Demand Pump
 - Reduce Oil : Fuel Ratio
 - Synthetic Lubricants
2. Biodegradable Oils

ADVANTAGES OF POLYBUTENES IN TWO STROKE OILS

Reduces ↓ Carbon Deposits Exhaust Odour and Smoke Wear and Scuffing Spark Plug Fouling Oil : Fuel Ratio Corrosion	Increases ↑ Oil Film Retention Fuel Miscibility Engine Life
--	--

Note : Polybutene Oils require Anti-Oxi-
dants Polybutene Oils Non-Biodegradable

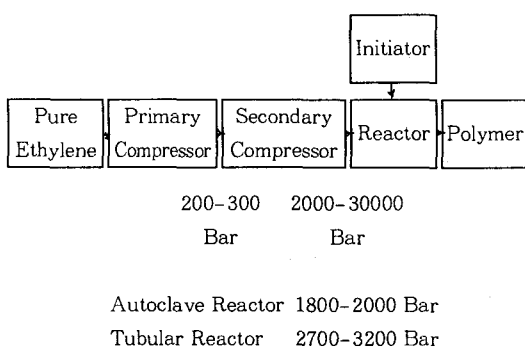
TWO STROKE FORMULATIONS

Conventional	Polybutene Based	Example	
Brightstock	Polybutene (10-90%)	Polybutene (Mn780)	34%
Mineral Oil	Mineral Oil	Mineral Oil	45%
Diluent	Diluent	Diluent	18%
Additives	Additives	Additives	3%
Viscosity ~ 10cSt @ 100°C			

HIGH PRESSURE ETHYLENE COMPRESSORS SYNTHETIC LUBRICANTS

Polyalkyleneglycols(PAG)
 Polybutenes
 Polybutene/White Oil Blends
 Polybutene/Isoparaffin Blends
 White Oils
 Unknown
 Total W. European Market 5-7000 Tes

LDPE MANUFACTURE



HP ETHYLENE COMPRESSOR LUBES

	Polyalkyleneglycol	Polybutene
Lubrication	Excellent	Good
Solubility in C2	Very Low	Low
Usage/1000Te PE	1TE	1.5-2 TE
Solubility in VA	Soluble	Insoluble
Packing Life	20000h	10000h
Max. Pressure	3200 Bar	~2500 Bar
F&DA Approved	Yes	Yes
For PE Coating Grades	No	Yes
Electrical Properties	Suspect	Excellent
Inert	Yes	Yes

HP ETHYLENE COMPRESSOR LUBES

Function : to Reduce

- Friction/wear
- Temperature
- Varnish, sludge, deposits
- Energy consumption

Required Properties

- Correct viscosity (~300 cSt @ 40°C)
- High pressure sealing capacity
- Continuous film forming up to 120°C
- Low carbon forming
- Resistant to oxidation
- High purity
- Low volatility
- Low moisture content
- Inert to process gas and equipment etc
- Low solubility in process gas
- F & DA approved

POLYBUTENES IN METAL WORKING

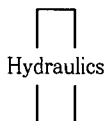
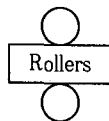
Applications

- Aluminium Rolling
- Copper Tube Drawing
- Stainless Steel Wire Drawing
- Steel Pressing
- Cutting Oils

Properties

- Clean Burn Off
- Non Staining
- Good Film Strength
- Low Biodegradability
- Practically Non Toxic

POLYBUTENES IN METAL WORK- ING COLD ALUMINIUM ROLLING



Odourless	Rolling Oil	Low S Mineral Oil
Kerosene	Polybutene	160 cSt @ 20°C or
	Viscosity Stabiliser	Rolling Oil
(Polybutene Mn300)	Anti-Wear Additive	Polybutene
		30 cSt @ 20°C
2.5 cSt@20°C	70-800 cSt@38°C	or Rolling Oil

POLYBUTENE PROPERTIES FOR GREASES

- Deploymerise Cleanly
- Modify Viscosity
- Improve Viscosity/Temperature
- Improve Adhesiveness and Reduce Bleeding
- Stable at Reasonably High Temperatures
- Shear Stable
- Pure
- Non Toxic
- Light Coloured

APPLICATIONS FOR POLYBUTENE GREASES

- Food Grade
- Kiln Bearings
- Drilling and Drawing
- Pipe Threads
- Ground Glass Surfaces
- Speciality High Temperature

Pinion Greases
Roller Bearings

WIRE ROPE LUBRICANTS

- INERT
- ADHESIVE
- CORROSION PREVENTION
- LUBRICATION

LUBRICANT	SALT SPRAY ASTM B-117	RELATIVE FATIGUE LIFE	FRICTION TEST	
			WEAR AREA mm ²	COEFF OF FRICTION
PJS	--	163	0.07	0.069
POLYBUTENE	--	193-303	0.07-0.16	0.104-0.110
POLYBUTENE /WAX	PASS	188-230	0.22-1.05	0.098-0.132
BITUMINOUS	PASS	-	4.12	0.54

MULTIGRADE GEAR OIL FORMULATIONS

Base Oil
EP Additive(5-6.5%)
Pour Point Depressant, PPD(0.5-1.0%)
Thickener/VII

80W/90	Brightstock PPD EP
85W/140	Brightstock PPD EP
80W/140	VII Essential eg. Polybutene
75W/90	Special Base Oils VII Essential

SAE AUTOMOTIVE LUBRICANT VISCOSITY CLASSIFICATIONS

SAE Viscosity Grade	Max. temp. for 150 Pa. s, °C	mm ² s (=cSt) at 100°C	
		Min	Max
Axle and manual transmission lubricant			
75W	-40	4.1	
80W	-26	7.0	
85W	-12	11.0	
90		13.5	< 24.0
140		24.0	< 41.0
250		41.0	

150Pa.s=1500P

POLYBUTENE IN MULTIGRADE GEAR OILS

80W/140					
Mineral Oil		Mineral Oil		Mineral Oil	
HYVIS 600/45	26.5%	HYVIS 200	28%	HYVIS PB 800	32.5%
EP		EP		Brightstock	8%
PPD		PPD		EP	
				PPD	
VI 148		VI 140		VI 131	
————— Increasing Shear Stability —————>					
75W/90					
Mineral Oil		Mineral Oil		Naphthenic S8	25.5%
HYVIS 600/45	19%	HYVIS PB 800	21.5%	HYVIS PB 800	27%
PAO	50%	PAO	57%	PAO	40%
EP		EP		EP	
PPD		PPD		PPD	
VI 158		VI 145		VI 149	

MULTIGRADE GEAR OILS MARKET TRENDS

SAE 80W/90	↔	SAE 75W/90 Cars
85W/140		80W/140 Commercial

- Improve low temperature performance
- Improve fuel economy
- High VI oils available
- Synthetic base oils/VII
- Increasing demand in colder climates eg. Scandinavia

SHEAR STABILITY OF VISCOSITY INDEX IMPROVERS FOR GEAR OILS

VII IN SN 100	MOLECULAR WEIGHT Mn	VISCOSITY LOSS(%)	
		SHEAR STABILITY TEST	DIESEL INJECTOR FZG(1)
POLYBUTENE	3800	2.1	18.9
POLYBUTENE	2400	1.4	16.2
POLYBUTENE	2100	0.6	11.0
PMA	9000	3.0	23.3
PMA	20000	—	34.9
OCP	40000	—	59.3

(1) WITH EP ADDITIVE

(끝)

