

Смазочные материалы SKF

Неправильное смазывание является причиной более 36 % преждевременных отказов подшипников



Использование смазочных материалов SKF обеспечивает важные конкурентные преимущества:

- Разработаны и испытаны в реальных рабочих условиях
- Для облегчения выбора в информации о продукции указываются результаты испытаний
- Строгий контроль качества каждой производственной партии гарантирует постоянство рабочих характеристик
- Благодаря контролю качества SKF гарантирует пятилетний срок хранения¹⁾ с даты производства

Производственные процессы и сырьевые материалы значительно влияют на свойства и рабочие характеристики пластичной смазки. Практически невозможно выбирать или сравнивать пластичные смазки, руководствуясь только их составом. Для получения значимых данных требуются эксплуатационные испытания. За более чем 100 лет SKF накопила глубокие знания о взаимодействии смазочных материалов и деталей механизмов.

Эти знания позволили устанавливать отраслевые стандарты в области смазывания подшипников. Для определения характеристик смазочных материалов в условиях эксплуатации подшипников SKF разработала различные испытания, среди которых Emcor, ROF, ROF+, V2F, R2F и Bequiet. Многие из них широко используются производителями смазочных материалов по всему миру.

¹⁾ Для совместимых с пищевыми продуктами смазок SKF указывается двухлетний срок хранения с даты производства.



Научно-исследовательский центр SKF в Нидерландах

Выбор смазочного материала SKF

Выбор пластичной смазки может быть непростым процессом. SKF разработала несколько инструментов для облегчения выбора наиболее подходящего смазочного материала. Широкий выбор инструментов включает как простые в использовании специальные таблицы, так и передовые программы для выбора пластичной смазки на основе данных о рабочих условиях.

В основной карте выбора пластичных смазок можно найти краткие рекомендации по наиболее часто используемым смазкам в стандартных областях применения.



Основные принципы выбора пластичной смазки		
Универсальная, если:		
Частота вращения = М, температура = М и нагрузка = М	LGMT 2	Многоцелевая
Кроме:		
Постоянная температура подшипника >100 °C (210 °F)	LGHP 2	Высокотемпературная
Постоянная температура подшипника >150 °C (300 °F), сопротивление излучению	LGET 2	Для экстремально высоких температур
Низкая температура окружающей среды -50 °C (-60 °F), температура подшипника <50 °C (120 °F)	LGLT 2	Низкотемпературная
Тяжёлая, в т. ч. ударная нагрузка, частые пуски/остановы	LGEP 2	Для высоких нагрузок
Пищевая промышленность	LGFP 2	Для пищевой промышленности
Биоразлагаемая, требования к низкой токсичности	LGGB 2	Биоразлагаемая

Примечание: – Для условий с повышенной температурой окружающей среды используйте LGMT 3 вместо LGMT 2
– Для специальных рабочих условий смотрите карту выбора пластичных смазок SKF

С помощью дополнительной информации о таких параметрах, как частота вращения, температура и условия нагружения, инструмент LubeSelect для пластичных смазок SKF значительно облегчает выбор подходящей смазки. Дополнительная информация представлена на сайте www.apitudeexchange.com. Дополнительно, в карте выбора пластичных смазок SKF представлен полный обзор пластичных смазок SKF. Карта содержит основные параметры выбора, такие как температура, частота вращения и условия нагружения, а также основную дополнительную информацию о рабочих характеристиках.



Рабочие параметры подшипников			
Температура		Нагрузка	
L = низкая	<50 °C (120 °F)	VH = очень высокая	C/P <2
M = средняя	50–100 °C (120–230 °F)	H = высокая	C/P ~4
N = высокая	>100 °C (210 °F)	M = средняя	C/P ~8
EH = экстремально высокая	>150 °C (300 °F)	L = низкая	C/P ≥15
		C/P = коэффициент нагрузки	
		C = номинальная динамическая грузоподъёмность, кН	
		P = эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник, кН	
Частота вращения		для роликоподшипников	
		SRB/TRB/CARB	CRB
EH = экстремально высокая	n d _m более 700 000	H = высокая	n d _m более 210 000
VH = очень высокая	n d _m до 700 000	M = средняя	n d _m до 210 000
H = высокая	n d _m до 500 000	L = низкая	n d _m до 75 000
M = средняя	n d _m до 300 000	VL = очень низкая	n d _m менее 30 000
L = низкая	n d _m менее 100 000	n d _m = частота вращения, об/мин × 0,5 (D+d), мм	

Карта выбора пластичных смазок SKF

Пластичная смазка	Описание	Примеры применения	Температурный диапазон ¹⁾		Температура	Частота вращения
			LTL	HTPL		
LGMT 2	Многоцелевая промышленная и автомобильная	Ступичные подшипники автомобилей Конвейеры и вентиляторы Малогабаритные электродвигатели	-30 °C (-20 °F)	120 °C (250 °F)	M	M
LGMT 3	Многоцелевая промышленная и автомобильная	Подшипники с d > 100 мм Вертикальные валы или вращение наружного кольца Ступичные подшипники легковых, грузовых автомобилей и трейлеров	-30 °C (-20 °F)	120 °C (250 °F)	M	M
LGEP 2	Антизадирая	Формующая и прессовая часть бумагоделательных машин Подшипники рабочих валков сталелитейного производства Тяжёлые механизмы, вибрационные сита	-20 °C (-5 °F)	110 °C (230 °F)	M	L-M
LGWA 2	Для широкого диапазона температур ⁴⁾ , антизадирая	Ступичные подшипники в автомобилях, трейлерах и грузовых автомобилях Стиральные машины Электродвигатели	-30 °C (-20 °F)	140 °C (285 °F)	M-H	L-M
LGGB 2	Биоразлагаемая, низкая токсичность ³⁾	Сельскохозяйственные и лесозаготовительные машины Строительное и землеройное оборудование Оборудование для ирригации и водоснабжения	-40 °C (-40 °F)	90 °C (195 °F)	L-M	L-M
LGFP 2	Совместима с пищевыми продуктами	Оборудование для пищевой промышленности Упаковочные машины Разливочные машины	-20 °C (-5 °F)	110 °C (230 °F)	M	M
LGFP 2	Совместима с пищевыми продуктами, для высоких нагрузок	Прессы-грануляторы Мельницы Мешалки	-40 °C (-40 °F)	140 °C (285 °F)	L-H	VL-M
LGED 2	Высокотемпературная, для тяжёлых условий работы	Оборудование пекарен и производство кирпича Стекольная промышленность Вакуумные насосы	-30 °C (-20 °F)	240 °C (464 °F)	VH	L-M
LGBB 2	Пластичная смазка для подшипников лопастей винтов и поворотных механизмов ветряных турбин	Подшипники лопастей винтов и поворотных механизмов ветряных турбин	-40 °C (-40 °F)	120 °C (250 °F)	L-M	VL
LGLT 2	Низкотемпературная, для очень высокой частоты вращения	Шпиндельные узлы станков и текстильного оборудования Малогабаритные электродвигатели и робототехника Печатные цилиндры	-50 °C (-60 °F)	110 °C (230 °F)	L-M	M-EH
LGWM 1	Антизадирая, низкотемпературная	Главные валы ветряных турбин Централизованные системы смазывания Упорные сферические роликоподшипники	-30 °C (-20 °F)	110 °C (230 °F)	L-M	L-M
LGWM 2	Высокие нагрузки, широкий диапазон температур	Главные валы ветряных турбин Тяжёлая внедорожная техника или морское и прибрежное оборудование Оборудование, работающее на открытом воздухе	-40 °C (-40 °F)	110 °C (230 °F)	L-M	L-M
LGEM 2	Высоковязкая с твёрдыми смазочными добавками	Щековые дробилки Строительное оборудование Вибрационное оборудование	-20 °C (-5 °F)	120 °C (250 °F)	M	VL
LGEV 2	Особо высоковязкая с твёрдыми смазочными добавками	Опорно-поворотные устройства Опорные ролики вращающихся печей и сушилок Крупногабаритные опорно-поворотные устройства	-10 °C (15 °F)	120 °C (250 °F)	M	VL
LGHB 2	Антизадирая, высоковязкая, высокотемпературная ⁵⁾	Подшипники скольжения с контактными поверхностями сталь/сталь Сушильная секция бумагоделательных машин Подшипники рабочих валков и МНЛЗ сталелитейного производства	-20 °C (-5 °F)	150 °C (300 °F)	M-H	VL-M
LGHP 2	Высокоэффективная, на основе полиимидов	Электродвигатели Вентиляторы, включая высокоскоростные Высокоскоростные шарикоподшипники в условиях средних и высоких температур	-40 °C (-40 °F)	150 °C (300 °F)	M-H	M-H
LGET 2	Для экстремальных температур	Духовки хлебопекарен Вафельные печи Текстильные сушилки	-40 °C (-40 °F)	260 °C (500 °F)	VH	L-M

¹⁾ LTL = нижний температурный предел
HTPL = верхний предел рабочих температур
²⁾ мм²/с при 40 °C (105 °F) = cSt

³⁾ LGGB 2 сохраняет рабочие свойства при пиковой температуре 120 °C (250 °F)
⁴⁾ LGWA 2 сохраняет рабочие свойства при пиковой температуре 220 °C (430 °F)
⁵⁾ LGHB 2 сохраняет рабочие свойства при пиковой температуре 200 °C (390 °F)

Нагрузка	Загуститель/ базовое масло	Класс NLGI	Вязкость базового масла 2)	Вертикальные валы	Быстрое вращение наружного кольца	Колебательные движения	Сильные вибрации	Ударная нагрузка или частые пуски	Антикор- розийные свойства	
L-M	Литиевое мыло / минеральное масло	2	110	●			+		+	Многоцелевые пластичные смазки
L-M	Литиевое мыло / минеральное масло	3	125	+	●		+		●	
H	Литиевое мыло / минеральное масло	2	200	●		●	+	+	+	
L-H	Литиевое комплексное мыло / минеральное масло	2	185	●	●	●	●	+	+	
M-H	Литиево-кальциевое мыло / синтетическое эфирное масло	2	110	●		+	+	+	●	Для специальных условий
L-M	Алюминиевое комплексное / медицинское белое масло	2	150	●					+	
L-VH	Комплекс сульфата кальция/PAO	1-2	320	●	●	+	+	+	+	
H-VH	PTFE/синтетическое фторированное полиэфирное масло	2	460	●	●	+	●	●	●	Низкотемпературные
M-H	Литиевое комплексное мыло / синтетическое масло PAO	2	68			+	+	+	+	
L	Литиевое мыло / синтетическое масло PAO	2	18	●				●	●	
H	Литиевое мыло / минеральное масло	1	200			+		+	+	
L-H	Комплекс сульфата кальция / синтетическое масло PAO / минеральное масло	1-2	80	●	●	+	+	+	+	Высокие нагрузки
H-VH	Литиевое мыло / минеральное масло	2	500	●		+	+	+	+	
H-VH	Литиево-кальциевое мыло / минеральное масло	2	1020	●		+	+	+	+	
L-VH	Комплекс сульфата кальция / минеральное масло	2	425	●	+	+	+	+	+	Высокотемпературные
L-M	Димочевина / минеральное масло	2-3	96	+			●	●	+	
H-VH	PTFE / синтетическое фторированное полиэфирное масло	2	400	●	+	+	●	●	●	

● = Допустима + = Рекомендуется

	LGMT 2	LGMT 3	LGEP 2	LGWA 2	LGGB 2	LGFP 2	LGFO 2
Код по DIN 51825	K2K-30	K3K-30	KP2G-20	KP2N-30	KPE 2K-40	K2G-20	KP1/2N-40
Класс консистенции NLGI	2	3	2	2	2	2	1-2
Загуститель	Литиевый	Литиевый	Литиевый	Литиевый комплексный	Литиево-кальциевый	Алюминиевый комплексный	Комплекс сульфоната кальция
Цвет	Красновато-коричневый	Янтарный	Светло-коричневый	Янтарный	Кремовый	Прозрачный	Коричневый
Тип базового масла	Минеральное	Минеральное	Минеральное	Минеральное	Синтетическое (эфирное)	Медицинское белое масло	Синтетическое (PAO)
Диапазон рабочих температур	от -30 до +120 °C (от -20 до +250 °F)	от -30 до +120 °C (от -20 до +250 °F)	от -20 до +110 °C (от -5 до +230 °F)	от -30 до +140 °C (от -20 до +285 °F)	от -40 до +90 °C (от -40 до +195 °F)	от -20 до +110 °C (от -5 до +230 °F)	от -40 до +140 °C (от -40 до +284 °F)
Точка каплепадения по DIN ISO 2176	>180 °C (>355 °F)	>180 °C (>355 °F)	>180 °C (>355 °F)	>250 °C (>480 °F)	>170 °C (>340 °F)	>250 °C (>480 °F)	>300 °C (>570 °F)
Вязкость базового масла 40 °C, мм ² /с 100 °C, мм ² /с	110 11	125 12	200 16	185 15	110 13	150 15,3	320 30
Пенетрация по DIN ISO 2137 60 погружений, 10 ⁻¹ мм 100 000 погружений, 10 ⁻¹ мм	265-295 макс. +50 (макс. 325)	220-250 макс. 280	265-295 макс. +50 (макс. 325)	265-295 макс. +50 (макс. 325)	265-295 макс. +50 (макс. 325)	265-295 макс. +30	280-310 макс. +30
Механическая стабильность Стабильность при перекачивании, 50 ч при 80 °C, 10 ⁻¹ мм Испытания на машине V2F	макс. +50 'M'	макс. 295 'M'	макс. +50 'M'	макс. +50 изм. 'M'	макс. +70 (макс. 350)		от -20 до макс. +30
Защита от коррозии Eтсог: – стандарт ISO 11007 – испытание на вымывание водой – испытание на воздействие солёной воды (100 % морская вода)	0-0 0-0 0-1 ¹⁾	0-0 0-0	0-0 0-0 1-1 ¹⁾	0-0 0-0 ¹⁾	0-0	0-0 ¹⁾	0-0 0-0
Водостойкость по DIN 51 807/1, 3 ч при 90 °C	макс. 1	макс. 2	макс. 1	макс. 1	макс. 0	макс. 1	макс. 1
Маслоотделение по DIN 51 817, 7 дней при 40 °C, статическое, %	1-6	1-3	2-5	1-5	0,8-3	1-5	макс. 3
Смазывающая способность R2F, испытание В при 120 °C R2F, испытание в холодильной камере, -30 °C, +20 °C	Положительный результат	Положительный результат	Положительный результат	Положительный результат, 100 °C (210 °F)	Положительный результат, 100 °C (210 °F) ¹⁾		Положительный результат
Коррозия меди DIN 51 811	макс. 2 110 °C (230 °F)	макс. 2 130 °C (265 °F)	макс. 2 110 °C (230 °F)	макс. 2 100 °C (210 °F)		макс. 1 120 °C (250 °F)	макс. 1b 100 °C (210 °F)
Срок службы пластичных смазок подшипников качения Испытание срока службы L ₅₀ на машине ROF при 10 000 об/мин, ч		мин. 1000, 130 °C (265 °F)			>300, 120 °C (250 °F)	1000, 110 °C (230 °F) ¹⁾	
Антизадирные свойства Абразивный износ DIN 51350/5, 1400 Н, мм Испытания на четырёхшариковой машине, нагрузка сваривания по DIN 51350/4, Н			макс. 1,4 мин. 2800	макс. 1,6 мин. 2600	макс. 1,8 мин. 2600	мин. 1100	макс. 1 >4000
Фреттинг-коррозия ASTM D4170 тест FAFNIR при +25 °C, мг			5,7 ¹⁾				0,8 ¹⁾
Крутящий момент при низкой температуре IP186, начальный момент, м Н·м ¹⁾ IP186, рабочий момент, м Н·м ¹⁾	98, -30 °C (-20 °F) 58, -30 °C (-20 °F)	145, -30 °C (-20 °F) 95, -30 °C (-20 °F)	70, -20 °C (-5 °F) 45, -20 °C (-5 °F)	40, -30 °C (-20 °F) 30, -30 °C (-20 °F)		137, -30 °C (-20 °F) 51, -30 °C (-20 °F)	369, -40 °C (-40 °F) 223, -40 °C (-40 °F)

¹⁾ Типовое значение

Для специальных условий

Многоцелевые пластичные смазки

LGED 2	LGBB 2	LGLT 2	LGWM 1	LGWM 2	LGEM 2	LGEV 2	LGHB 2	LGHP 2	LG2T 2	
KFK2U-30	KP2G-40	K2G-50	KP1G-30	KP2G-40	KPF2K-20	KPF2K-10	KP2N-20	K2N-40	KFK2U-40	
2	2	2	1	1-2	2	2	2	2-3	2	
PTFE	Литиевый комплексный	Литиевый	Литиевый	Комплекс сульфоната кальция	Литиевый	Литиево-кальциевый	Комплекс сульфоната кальция	Димочевина	PTFE	
Кремовый	Жёлтый	Бежевый	Коричневый	Жёлтый	Чёрный	Чёрный	Коричневый	Синий	Кремовый	
Синтетическое (фторированный полиэфир)	Синтетическое (РАО)	Синтетическое (РАО)	Минеральное	Синтетическое (РАО)/минеральное	Минеральное	Минеральное	Минеральное	Минеральное	Синтетическое (фторированный полиэфир)	
от -30 до +240 °C (от -22 до +464 °F)	от -40 до +120 °C (от -40 до +250 °F)	от -50 до +110 °C (от -60 до +230 °F)	от -30 до +110 °C (от -20 до +230 °F)	от -40 до +110 °C (от -40 до +230 °F)	от -20 до +120 °C (от -5 до +250 °F)	от -10 до +120 °C (от 15 до 250 °F)	от -20 до +150 °C (от -5 до +300 °F)	от -40 до +150 °C (от -40 до +300 °F)	от -40 до +260 °C (от -40 до +500 °F)	
>300 °C (>570 °F)	>200 °C (390 °F)	>180 °C (>355 °F)	>170 °C (>340 °F)	>300 °C (>570 °F)	>180 °C (>355 °F)	>180 °C (>355 °F)	>220 °C (>430 °F)	>240 °C (>465 °F)	>300 °C (>570 °F)	
460 42	68	18 4,5	200 16	80 8,6	500 32	1020 58	425 26,5	96 10,5	400 38	
265-295 271 ¹⁾	265-295 макс. +50	265-295 макс. +50	310-340 макс. +50	280-310 макс. +30	265-295 макс. 325	265-295 макс. 325	265-295 от -20 до +50 (макс. 325)	245-275 макс. 365	265-295 -	
	макс. +50			макс. +50	макс. 345 'M'	макс. +50 'M'	от -20 до +50 изм. 'M'	макс. 365	макс. ±30 130 °C (265 °F)	
0-0 ¹⁾	0-0 0-1 ¹⁾	0-1	0-0 0-0	0-0 0-0 0-0 ¹⁾	0-0 0-0	0-0 0-0 ¹⁾ 0-0 ¹⁾	0-0 0-0 0-0 ¹⁾	0-0 0-0 0-0	макс. 1-1	
макс. 1	макс. 1 макс. 4, 2,5 ¹⁾	макс. 1	макс. 1	макс. 1	макс. 1	макс. 1	макс. 1	макс. 1	макс. 0	
		<4	8-13	макс. 3	1-5	1-5	1-3, 60 °C (140 °F)	1-5 ¹⁾	макс. 13, 30 ч 200 °C (390 °F)	
				Положительный результат, 140 °C (285 °F) Положительный результат	Положительный результат, 100 °C (210 °F)		Положительный результат, 140 °C (285 °F)	Положительный результат		
макс. 1 100 °C (210 °F) ¹⁾	макс. 1 120 °C (250 °F)	макс. 1 100 °C (210 °F)	макс. 2 90 °C (>195 °F)	макс. 2 100 °C (210 °F)	макс. 2 100 °C (210 °F)	макс. 1 100 °C (210 °F)	макс. 2 150 °C (300 °F)	макс. 1 150 °C (300 °F)	макс. 1 150 °C (300 °F)	
>700 при 220 °C (430 °F)		>1000, 20 000 об/мин 100 °C (210 °F)		1824 ¹⁾ , 110 °C (230 °F)			>1000, 130 °C (265 °F)	мин. 1000, 150 °C (300 °F)	>1000 ¹⁾ при 220 °C (428 °F)	
мин. 8000	0,4 ¹⁾ 5500 ¹⁾	мин. 2000	макс. 1,8 мин. 3200 ¹⁾	макс. 1,5 ¹⁾ мин. 4000 ¹⁾	макс. 1,4 мин. 3000	макс. 1,2 мин. 3000	0,86 ¹⁾ мин. 4000		мин. 8000	
	0-1 ¹⁾		5,5 ¹⁾	5,2 / 1,1 при -20 °C (-5 °F) ¹⁾			0 ¹⁾	7 ¹⁾		
	313, -40 °C (-40 °F) 75, -40 °C (-40 °F)	32, -50 °C (-60 °F) 21, -50 °C (-60 °F)	178, 0 °C (32 °F) 103, 0 °C (32 °F)	249, 40 °C (-40 °F) 184, -40 °C (-40 °F)	160, -20 °C (-5 °F) 98, -20 °C (-5 °F)	96, -10 °C (14 °F) 66, -10 °C (14 °F)	250, -20 °C (-5 °F) 133, -20 °C (-5 °F)	1000, -40 °C (-40 °F) 280, -40 °C (-40 °F)		
					Высокие нагрузки					
			Низкотемпературные							
									Высокотемпературные	

Масла SKF для пищевой промышленности

Пластичная смазка	Описание	Примеры применения	Базовое масло	Температурный диапазон ¹⁾	
				LTL	HTPL
LFFH 46	Гидравлическое масло, совместимое с пищевыми продуктами	Прессы и циркуляционные системы смазывания маслом	PAO	-60 °C (-76 °F)	140 °C (284 °F)
LFFH 68	Гидравлическое масло, совместимое с пищевыми продуктами	Прессы и циркуляционные системы смазывания маслом	PAO	-50 °C (-58 °F)	140 °C (284 °F)
LFFG 220	Редукторное масло, совместимое с пищевыми продуктами	Закрытые редукторы, например, в разливочных машинах или на конвейерных линиях	PAO	-40 °C (-40 °F)	140 °C (284 °F)
LFFG 320	Редукторное масло, совместимое с пищевыми продуктами	Закрытые редукторы, например, в разливочных машинах или на конвейерных линиях	PAO	-35 °C (-31 °F)	140 °C (284 °F)
LFFM 80	Масло для цепей, совместимое с пищевыми продуктами	Условия высокой влажности, например, взрывозащищённые печи и оборудование для сушки макаронных изделий	Минеральное/эфирное	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)
LHFP 150	Масло для цепей, совместимое с пищевыми продуктами	Масло для цепей общего назначения: оборудование кондитерской промышленности или для обработки фруктов и овощей.	PAO/эфирное	-30 °C (-22 °F)	120 °C (248 °F)
LFFT 220	Масло для цепей, совместимое с пищевыми продуктами	Условия высокой температуры, например, хлебопекарные печи	Эфирное	0 °C (32 °F)	250 °C (482 °F)
LDT S 1	Сухая смазка, совместимая с пищевыми продуктами	Конвейеры линий розлива с использованием упаковки и ёмкостей из ПЭТ, картона, стекла или банок	Минеральное/PTFE	-5 °C (25 °F)	60 °C (140 °F)

Смазочные материалы SKF для отличных от подшипников узлов

Пластичная смазка	Описание	Примеры применения	Загуститель/базовое масло	Температурный диапазон ¹⁾	
				LTL	HTPL
LMCG 1	Пластичная смазка для муфт с металлическим пружинным элементом и зубчатых муфт	Муфты с металлическим пружинным элементом и зубчатые муфты Эластичные зубчатые муфты и муфты с металлическим пружинным элементом для тяжёлых условий эксплуатации	Полиэтиленовое/ минеральное	0 °C (32 °F)	120 °C (248 °F)
LGLS 0	Низкотемпературная пластичная смазка для шасси	Подшипники скольжения и поверхности скольжения шасси Централизованные системы смазывания	Безводное кальциевое/ минеральное	-40 °C (-40 °F)	100 °C (212 °F)
LHMT 68	Масло SKF для цепей	В условиях средних температур и пыльных сред	Минеральное	-15 °C (5 °F)	90 °C (194 °F)
LHNT 265	Масло SKF для цепей	В условиях высоких нагрузок и/или высоких температур	PAO/эфирное	-15 °C (5 °F)	250 °C (482 °F)

Технические характеристики пластичных смазок

Чтобы выбрать подходящую пластичную смазку, требуются некоторые базовые знания для понимания технических характеристик. Ниже приведено объяснение основных терминов, указываемых в технических характеристиках пластичных смазок SKF.

Консистенция

Мера «густоты» пластичной смазки. При правильной консистенции пластичная смазка удерживается в подшипнике, не создавая излишнего трения. Консистенцию пластичной смазки классифицируют согласно классам NLGI (Национальный институт пластичных смазок США). Чем мягче пластичная смазка, тем меньше класс NLGI. Для подшипников обычно используется пластичная смазка класса NLGI 1, 2 или 3. Консистенция определяется пенетрацией (глубиной погружения) стандартного конуса в исследуемую пластичную смазку и измеряется в десятых долях мм.

Классификация пластичных смазок по классу консистенции NLGI		
Класс NLGI	Пенетрация по ASTM (10 ⁻¹ мм)	Состояние при комнатной температуре
000	445–475	очень жидкая
00	400–430	жидкая
0	355–385	полужидкая
1	310–340	очень мягкая
2	265–295	мягкая
3	220–250	полутвёрдая
4	175–205	твёрдая
5	130–160	очень твёрдая
6	85–115	сверхтвёрдая

Диапазон температур

Охватывает допустимый рабочий диапазон пластичной смазки. Находится между нижним температурным пределом (LTL) и верхним пределом рабочих температур (HTPL). LTL — минимальная температура, при которой пластичная смазка обеспечивает нормальную работу подшипника.

Ниже этого предела возникает смазочное голодание, приводящее к неисправностям. Выше предела HTPL начинается неконтролируемое ухудшение свойств смазки и срок службы смазки не может быть точно определён.

Точка каплепадения

Температура, при которой образец нагреваемой пластичной смазки начинает вытекать через отверстие в соответствии с DIN ISO 2176. Важно понимать, что эта точка имеет ограниченное значение для рабочих характеристик пластичной смазки, поскольку её температура всегда находится намного выше предела HTPL.

Вязкость

Параметр сопротивления сдвигу слоёв жидкости. Правильная величина вязкости пластичной смазки обеспечивает достаточное разделение сопряжённых поверхностей качения без излишнего трения. Согласно стандартам ISO вязкость измеряется при 40 °C (105 °F), так как её величина изменяется вместе с температурой. С помощью значений при температуре 100 °C (210 °F) вычисляется индекс вязкости, например, степень уменьшения вязкости при повышении температуры.

Механическая стабильность

Консистенция пластичных смазок не должна значительно изменяться на протяжении срока их службы. Этот процесс обычно анализируется с помощью трёх основных испытаний:

- **Продолжительная пенетрация**
Образец пластичной смазки помещается в пенетрометр, после чего осуществляется 100 000 погружений конуса. Затем измеряется пенетрация пластичной смазки. Изменение пенетрации пластичной смазки после 60 погружений измеряется в 10⁻¹ мм.
- **Стабильность при перекачивании**
Образец пластичной смазки помещается в цилиндр, в котором находится ролик. Затем цилиндр вращается в течение 72 или 100 часов при 80 или 100 °C (175 или 210 °F) (для стандартных испытаний требуется только 2 часа при комнатной температуре). После окончания испытаний пластичная смазка охлаждается до комнатной температуры, затем оценивается её пенетрация. Изменение пенетрации измеряется в 10⁻¹ мм.
- **Испытания на машине V2F**
Железнодорожная букса подвергается ударным нагрузкам от падающего груза. Частота падения — 1 Гц, ускорение — 12–15 г. Через 72 часа испытания при 500 об/мин вытекающая из корпуса через лабиринтное уплотнение смазка собирается в лоток. Если её вес меньше 50 г, то выставляется оценка «т», в случае, если вес пластичной смазки превышает 50 г, то её оценка — «неудовлетворительно». После этого испытание продолжается ещё в течение 72 часов при частоте вращения 1000 об/мин. Если по завершении обоих испытаний вытекло менее 150 г смазки, то её выставляется оценка «М».

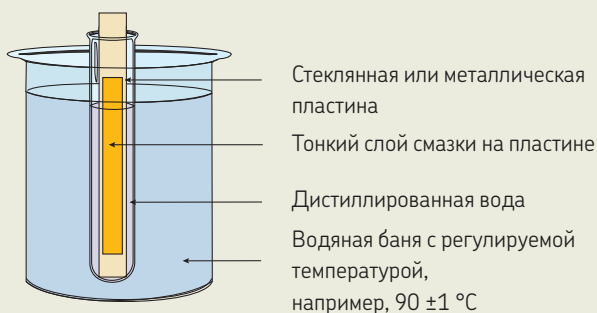
Защита от коррозии

Для работы в агрессивных средах пластичные смазки для подшипников качения должны иметь специальные свойства. Во время испытания Eтсог подшипники смазываются пластичной смазкой, смешанной с дистиллированной водой. По окончании испытания степень коррозии оценивается по шкале от 0 (коррозия отсутствует) до 5 (очень сильная коррозия). Для повышения уровня сложности испытаний вместо дистиллированной воды используется солёная вода или постоянный поток дистиллированной воды (испытание на вымывание водой).

Водостойкость

Исследуемая смазка наносится на стеклянную пластину, помещаемую в пробирку с дистиллированной водой. Пробирка помещается в водяную баню с заданной температурой на три часа. Изменение смазки оценивается визуально по шкале от 0 (изменений нет) до 3 (сильные изменения) при заданной температуре.

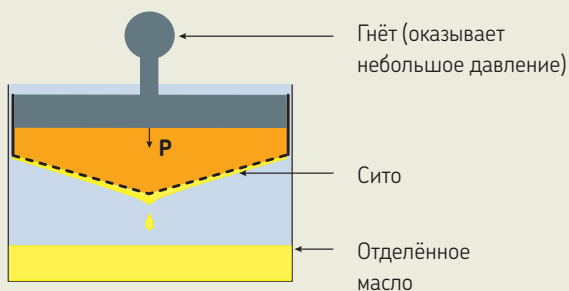
Испытание на водостойкость



Маслоотделение

Базовое масло пластичных смазок имеет склонность к отделению от мыльной основы при длительном хранении либо при повышении температуры. Степень маслоотделения зависит от типа загустителя, типа базового масла и метода изготовления смазки. При испытаниях определённое количество взвешенной пластичной смазки помещается в специальный сосуд, имеющий дно конической формы с отверстиями, а сверху смазки помещается гнёт массой 100 г. Сосуд помещается в термостат с температурой 40 °C (105 °F) на одну неделю. После этого количество отделённого масла соотносится в % к первоначальному весу смазки.

Испытание на маслоотделение



Смазывающая способность

Испытание на машине R2F позволяет оценить работоспособность при высоких температурах и смазывающую способность пластичных смазок. Вал с двумя сферическими роликоподшипниками в корпусах приводится в действие электродвигателем. Подшипники работают под нагрузкой, может изменяться частота вращения, также может применяться нагревание. Испытания проводятся при двух различных условиях, после чего измеряется износ роликов и сепаратора. Испытание А проводится при температуре окружающей среды, и положительный результат означает, что пластичная смазка обеспечивает смазывание крупногабаритных подшипников при нормальных рабочих температурах в условиях низкой вибрации. Испытание В проводится при 120 °C (250 °F), и положительный результат означает, что пластичная смазка обеспечивает смазывание крупногабаритных подшипников при высоких температурах.

Коррозия меди

Пластичные смазки должны защищать от коррозии детали из медных сплавов, применяемые в подшипниках. Для оценки этих свойств медная полоска погружается в пластичную смазку и вместе с ней помещается в термостат. Затем полоска очищается и оценивается состояние её поверхности. Результаты оцениваются по системе баллов, где плохой защите соответствуют значения выше 2.

Срок службы пластичных смазок подшипников качения

Испытания на машинах ROF и ROF+ позволяют определить срок службы и верхний предел рабочих температур пластичных смазок. Десять радиальных шарикоподшипников устанавливаются в пяти корпусах и заполняются пластичной смазкой. Испытания проводятся при заданной частоте вращения и температуре. Подшипники нагружаются радиальной и осевой нагрузками и вращаются до выхода из строя. По данным долговечности каждого подшипника в часах строится распределение Вейбулла и рассчитывается срок службы пластичной смазки. Результаты испытаний используют при определении интервалов повторного смазывания подшипников в заданных условиях эксплуатации.

Антизади́рные (EP) свойства

В четырёхшариковой машине для испытания нагрузки сваривания используются три стальных шарика в чашке. Четвёртый шарик вращается относительно трёх шариков с заданной частотой вращения. Начальная нагрузка увеличивается с определённым шагом до тех пор, пока вращающийся шарик не приварится к трём неподвижным шарикам. Пластичные смазки относятся к классу антизади́рных при нагрузке сваривания свыше 2600 Н. При испытаниях на износ на четырёхшариковой машине на четвёртый шарик в течение 1 минуты прикладывается нагрузка в 1400 Н (при обычном испытании величина нагрузки составляет 400 Н). Далее измеряется износ трёх шариков. Значения ниже 2 мм принимаются как допустимые значения для антизади́рных смазок.

Фреттинг-коррозия

Фреттинг-коррозия обычно появляется по причине вибраций или колебаний. В ходе испытаний FAFNIR два упорных шарикоподшипника нагружаются и подвергаются воздействию колебаний. Затем каждый подшипник взвешивается для того, чтобы измерить износ. Износ, выраженный в потере материала менее 7 мг, означает хорошую защиту от фреттинг-коррозии.

Таблица совместимости загустителей

	Литиевый	Кальциевый	Натриевый	Литиевый комплексный	Кальциевый комплексный	Натриевый комплексный	Бариевый комплексный	Алюминиевый комплексный	Глина (бентонит)	Обычная полимочевина ¹⁾	Комплекс сульфата кальция
Литиевый	+	●	-	+	-	●	●	-	●	●	+
Кальциевый	●	+	●	+	-	●	●	-	●	●	+
Натриевый	-	●	+	●	●	+	+	-	●	●	-
Литиевый комплексный	+	+	●	+	+	●	●	+	-	-	+
Кальциевый комплексный	-	-	●	+	+	●	-	●	●	+	+
Натриевый комплексный	●	●	+	●	●	+	+	-	-	●	●
Бариевый комплексный	●	●	+	●	-	+	+	+	●	●	●
Алюминиевый комплексный	-	-	-	+	●	-	+	+	-	●	-
Глина (бентонит)	●	●	●	-	●	-	●	-	+	●	-
Обычная полимочевина ¹⁾	●	●	●	-	+	●	●	●	●	+	+
Комплекс сульфата кальция	+	+	-	+	+	●	●	-	-	+	+

Таблица совместимости базовых масел

	Минеральное/РАО	Эфирное	Полигликолевое	Силиконовое: метиловое	Силиконовое: фениловое	Полифенилэфирное	PFPE
Минеральное/РАО	+	+	-	-	+	●	-
Эфирное	+	+	+	-	+	●	-
Полигликолевое	-	+	+	-	-	-	-
Силиконовое: метиловое	-	-	-	+	+	-	-
Силиконовое: фениловое	+	+	-	+	+	+	-
Полифенилэфирное	●	●	-	-	+	+	-
PFPE	-	-	-	-	-	-	+

+ = Совместимость
 ● = Требуются испытания
 - = Несовместимость

¹⁾ Высокотемпературная пластичная смазка SKF LGHP 2 с улучшенными характеристиками не относится к обычным пластичным смазкам на основе полимочевины. Эта пластичная смазка на основе димочевины успешно прошла испытания на совместимость с пластичными смазками на основе литиевого и литиевого комплексного мыла.

Управление процессами смазывания

Аналогично тому, как управление производственными активами позволяет вывести техобслуживание на новый уровень, управление процессами смазывания позволяет увидеть новые перспективы и возможности. Такой подход позволяет эффективно повысить надёжность оборудования при меньших общих затратах.

