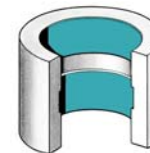


Применение смазочных материалов *Molykote*® в типовых узлах трения машин



ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

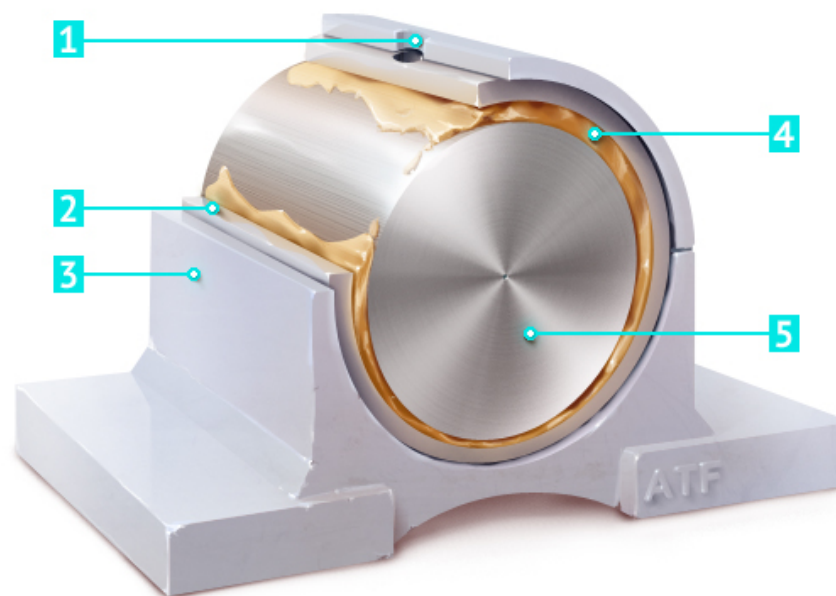


СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Типовая конструкция подшипникового узла
- 2. Основные параметры подшипникового узла
- 3. Условия трения
- 4. Конструкционные материалы для подшипников
- 5. Проблемы при эксплуатации и характерные виды повреждений
- 6. Применение смазочных материалов различных видов
- 7. Смазочные материалы для металлических подшипников
- 8. Смазочные материалы для пластмассовых подшипников
- 9. Проблемы при эксплуатации металлических подшипников и пути их решения
- 10. Проблемы при эксплуатации пластмассовых подшипников и пути их решения
- 11. Справочные материалы
 - 11.1. Виды смазочных материалов
 - 11.2. Антифрикционные покрытия (АФП)
- 12. Дополнительная информация

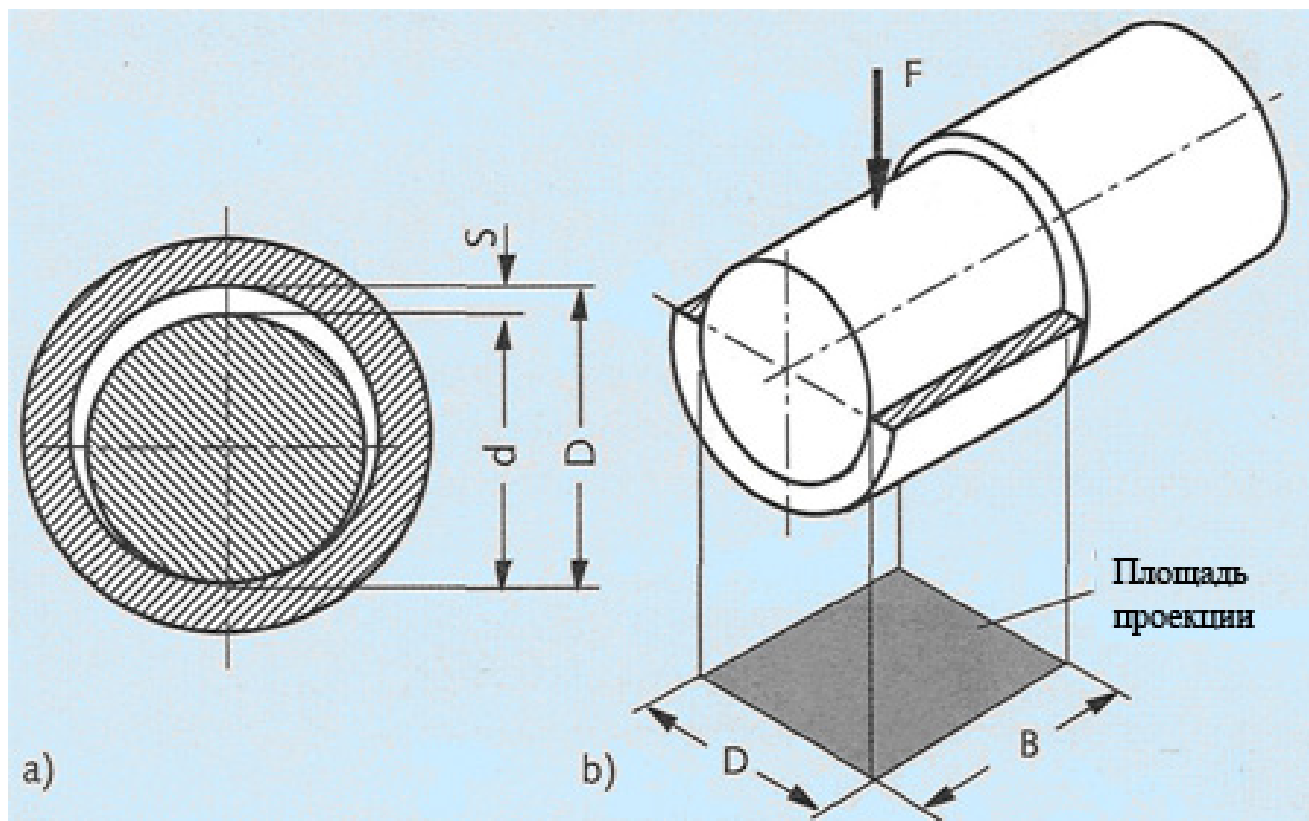


1. ТИПОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА



- 1 – канал подачи смазочного материала;
- 2 – вкладыш;
- 3 – корпус;
- 4 – зазор, заполненный смазочным материалом;
- 5 – цапфа вала;

2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА



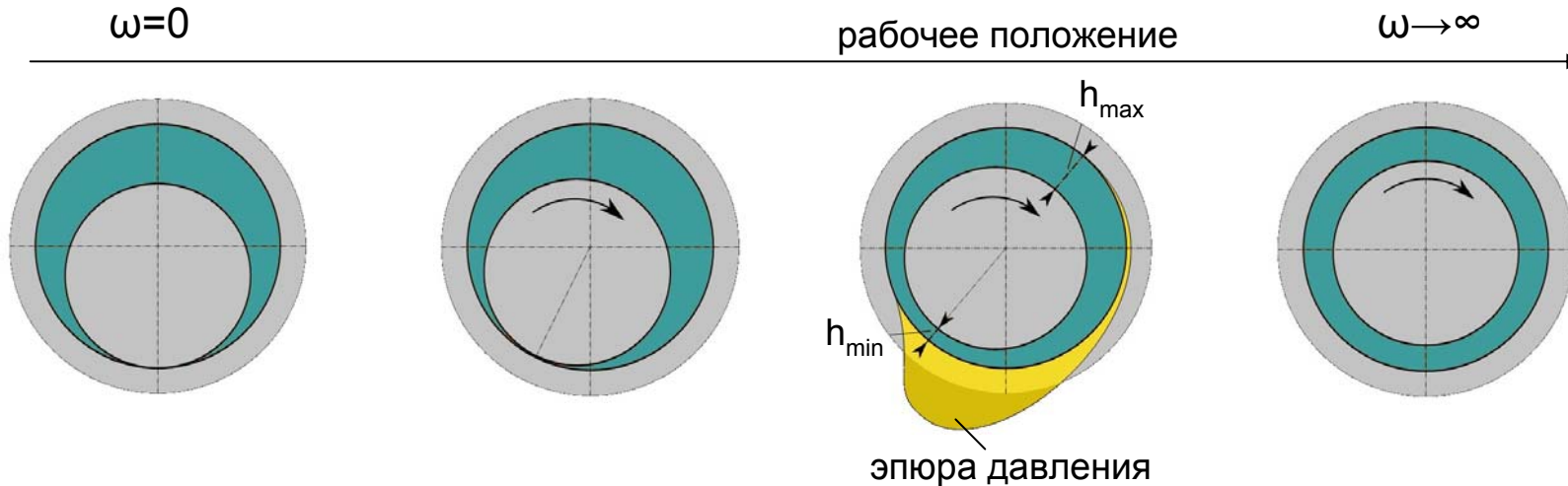
D – диаметр подшипника; d – диаметр цапфы вала; B – ширина подшипника; s – радиальный зазор; F – нагрузка

Среднее контактное давление

$$P_m = F / (D \cdot B)$$

3. УСЛОВИЯ ТРЕНИЯ

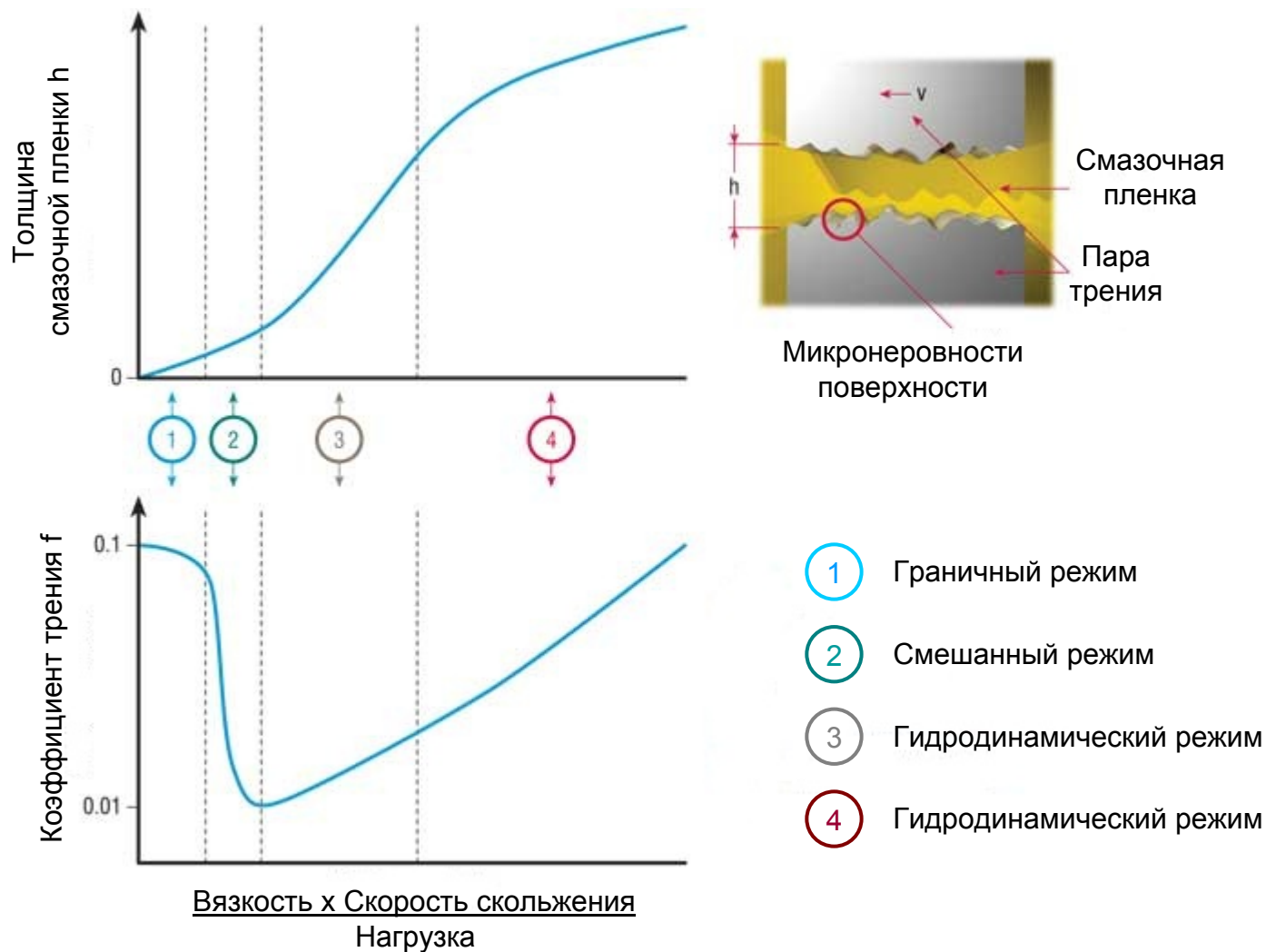
Изменение положения нагруженного вала в подшипнике с увеличением частоты вращения



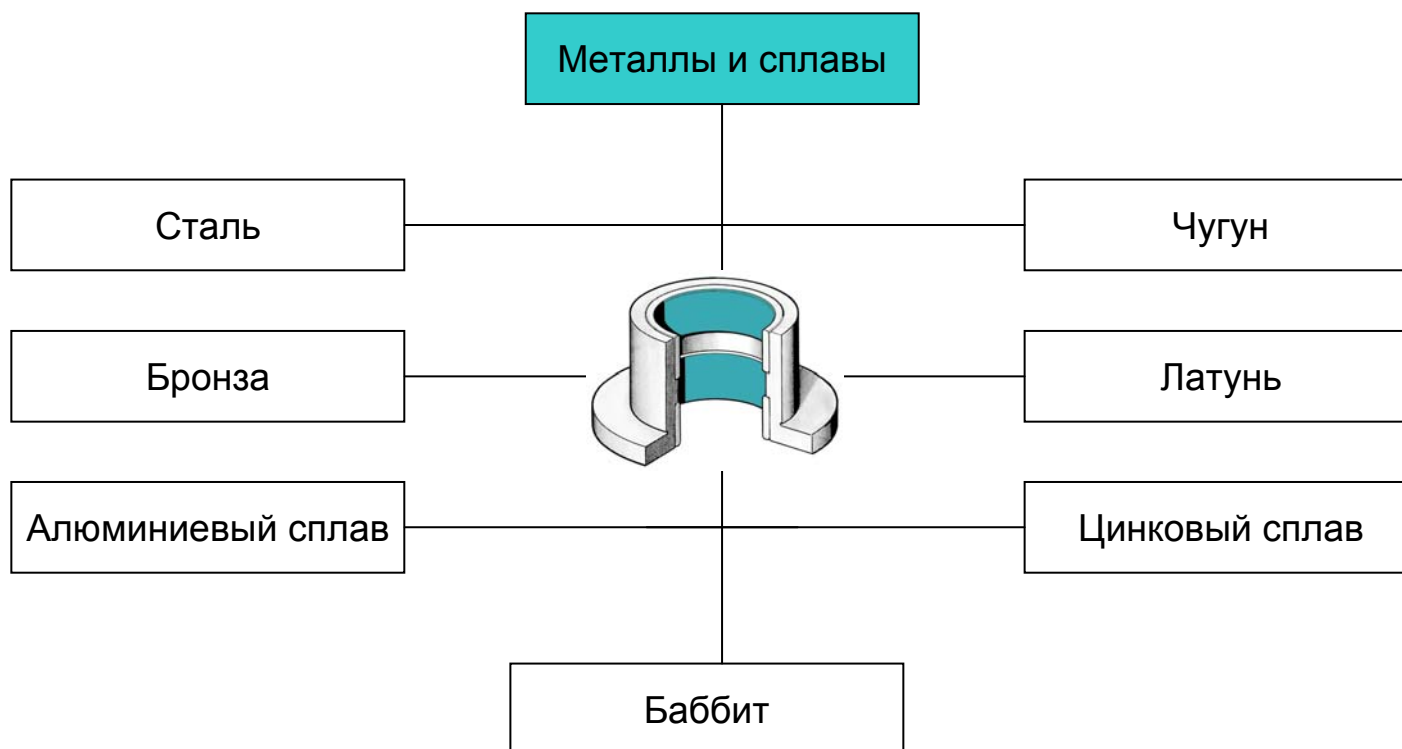
Вид номинального контакта	По площади
Режим смазки	Гидродинамический, смешанный (полужидкостной), граничный
Коэффициент трения	$f=0,01\dots0,10$ (в зависимости от режима смазки)
Основные виды применяемых смазочных материалов	Пластичные смазки, масла, материалы на основе твердых смазок

3. УСЛОВИЯ ТРЕНИЯ

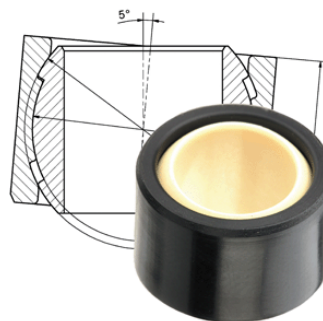
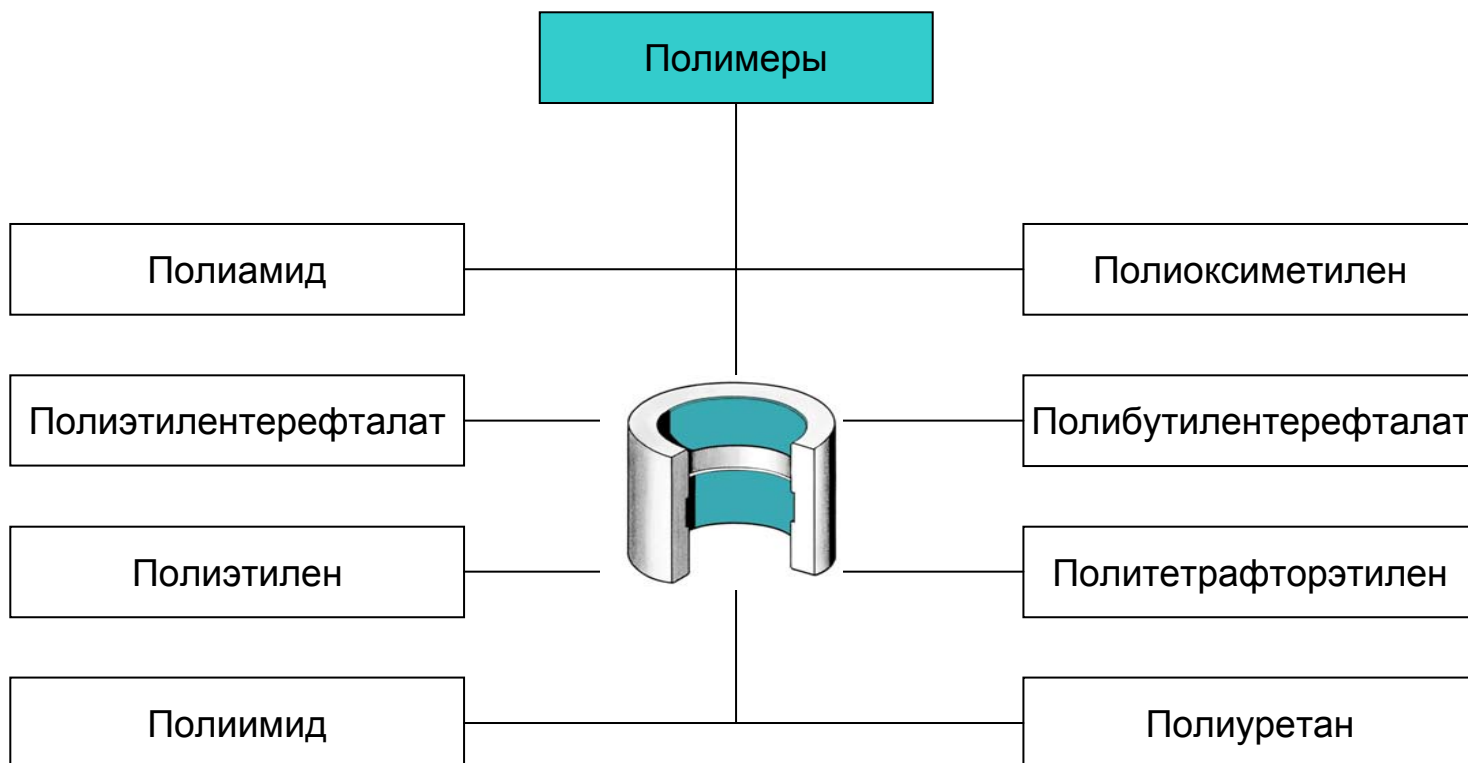
Режимы смазки



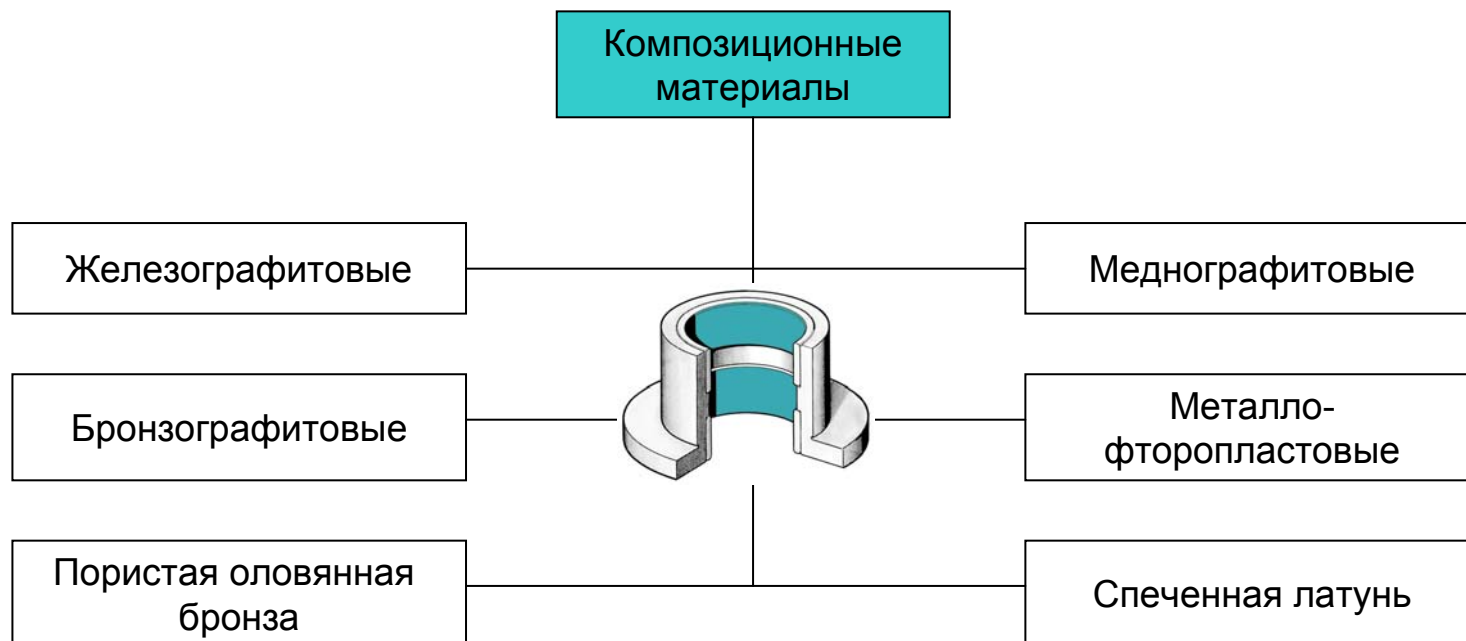
4. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ



4. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ



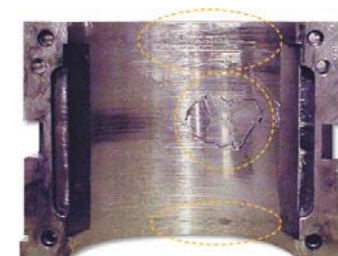
4. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ



5. ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХАРАКТЕРНЫЕ ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

- Скачкообразное движение, повреждения в процессе сборки и приработки
- Схватывание, задиры и повышенный износ из-за высоких нагрузок
- Схватывание, задиры и повышенный износ из-за разрушения смазки при высоких температурах
- Катастрофический износ из-за разрушения смазки под действием химически агрессивной среды
- Вымывание смазки, коррозия при работе в условиях высокой влажности или контакта с водой
- Интенсивное изнашивание из-за налипания абразивных частиц на трущиеся поверхности
- Коррозия при хранении и транспортировке
- Набухание, усадка, растрескивание из-за несовместимости со смазочным материалом*

* для деталей из пластмасс



6. ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

Скорость скольжения (м/с)

$$V=d \cdot \pi \cdot n,$$

где d – диаметр цапфы вала, м; n – частота вращения, c^{-1} .

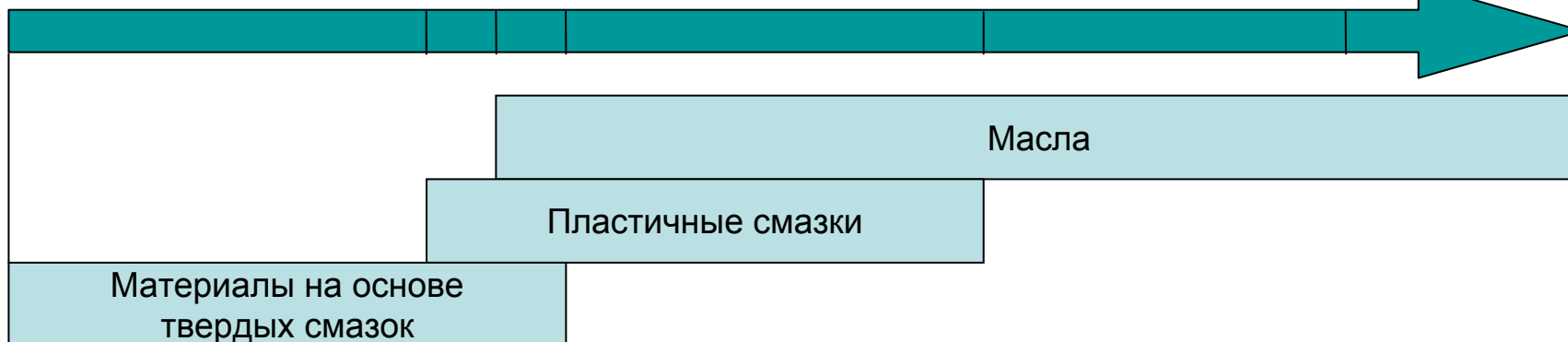
Скорость

скольжения V , м/с

0,4 0,5 0,7

2,5

30



Функции смазочного материала

- Разделение сопряженных деталей, предотвращение схватывания и минимизация износа
- Снижение трения
- Защита металлических поверхностей от атмосферной коррозии
- Предотвращение попадания в узел трения веществ из окружающей среды
- Отвод тепла и частиц износа из зоны трения
- Демпфирование шума и вибраций



6. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПЕРЕД ЖИДКИМИ



- Использование более простых систем смазки и конструкций подшипниковых узлов, менее трудоемких в обслуживании и ремонте
- Лучшая работа в условиях воздействия вибраций и в режиме частых остановов и пусков
- Более высокая эффективность входящих в состав твердых смазочных наполнителей
- Способность выдерживать более высокие нагрузки
- Возможно полное исключение повторного обслуживания за счет применения резервуаров со смазкой
- Лучшая герметизация точки смазки
- Более эффективное демпфирование шума и вибраций
- Возможно применение в условиях агрессивного воздействия окружающей среды

7. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ

Пластичные смазки

- *Molykote* 1122
- *Molykote* 1292
- *Molykote* 3451
- *Molykote* 3452
- *Molykote* 33 Light
- *Molykote* 33 Medium
- *Molykote* 41
- *Molykote* 44 Light
- *Molykote* 44 Medium
- *Molykote* BG-20
- *Molykote* BG-555
- *Molykote* BR-2 Plus
- *Molykote* FB-180
- *Molykote* G-0050FG
- *Molykote* G-0051FG
- *Molykote* G-0052FG
- *Molykote* G-0102
- *Molykote* G-2001
- *Molykote* G-4500
- *Molykote* G-4501
- *Molykote* G-4700
- *Molykote* G-5032
- *Molykote* G-67
- *Molykote* HP-300
- *Molykote* HP-870
- *Molykote* Longterm 00
- *Molykote* Longterm 2 Plus
- *Molykote* Longterm 2/78G
- *Molykote* Longterm W2
- *Molykote* MH-62
- *Molykote* Multilub

Пасты

- *Molykote* Cu-7439 Plus
- *Molykote* D Paste
- *Molykote* DX Paste
- *Molykote* G-n Plus
- *Molykote* G-Rapid Plus
- *Molykote* M-77
- *Molykote* P-1500
- *Molykote* P-1900
- *Molykote* P-40
- *Molykote* TP-42
- *Molykote* U-n
- *Molykote* X Paste

Масла

- *Molykote* L-0510FG
- *Molykote* L-0532FG
- *Molykote* L-0568
- *Molykote* L-1115FG
- *Molykote* L-1122FG
- *Molykote* L-1146FG
- *Molykote* L-2110
- *Molykote* L-2115
- *Molykote* L-2122
- *Molykote* L-2132
- *Molykote* L-2146
- *Molykote* L-2168

Очистители

- *Molykote* Metal Cleaner Spray

Дисперсии

- *Molykote* A Dispersion
- *Molykote* Multigliss
- *Molykote* Omnigliss
- *Molykote* W15

Покрытия

- *Molykote* Metal Protector Plus

Антифрикционные покрытия

- *Molykote* 106
- *Molykote* 3400A Leadfree
- *Molykote* 3402C Leadfree
- *Molykote* 7400
- *Molykote* D-10
- *Molykote* D-106
- *Molykote* D-321R
- *Molykote* D-3484
- *Molykote* D-708
- *Molykote* D-7405
- *Molykote* D-7409
- *Molykote* PTFE-N UV

Порошки

- *Molykote* D-1000
- *Molykote* Microsize
- *Molykote* Z Powder

Прочие продукты

- *Molykote* Food Grade Spray Oil
- *Molykote* Polygliss-N Oil Spray
- *Molykote* Supergliss



8. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Пластичные смазки

- *Molykote* 33 Light
- *Molykote* 33 Medium
- *Molykote* 3451
- *Molykote* 3452
- *Molykote* 44 Light
- *Molykote* 44 Medium
- *Molykote* 6166
- *Molykote* EM-30L
- *Molykote* EM-50L
- *Molykote* EM-60L
- *Molykote* EM-D110
- *Molykote* G-0050FG
- *Molykote* G-0051FG
- *Molykote* G-0052FG
- *Molykote* G-2003
- *Molykote* G-4500
- *Molykote* G-4501
- *Molykote* G-4700
- *Molykote* G-5032
- *Molykote* HP-300
- *Molykote* HP-870
- *Molykote* MH-62
- *Molykote* PG-21
- *Molykote* PG-54
- *Molykote* PG-65
- *Molykote* PG-661
- *Molykote* PG-663
- *Molykote* PG-75
- *Molykote* X5-6020
- *Molykote* YM-102
- *Molykote* YM-103

Пасты

- *Molykote* E Paste

Антифрикционные покрытия

- *Molykote* D-708
- *Molykote* PTFE-N UV

Порошки

- *Molykote* D-1000
- *Molykote* Microsize
- *Molykote* Z Powder

Прочие продукты

- *Molykote* Separator Spray



9. ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Металлические подшипники

Проблемы при изготовлении или эксплуатации	Решение <i>Molykote</i>
Скачкообразное движение, повреждения при сборке и приработке	D Paste, G-n Plus, P-1900, 7400, D-321R, D-7409
Схватывание, задиры и повышенный износ из-за высоких нагрузок	BR-2 Plus, Longterm 2 Plus, G-67, G-4700
Схватывание, задиры и повышенный износ из-за разрушения смазки при высоких температурах	<p>До 150°C: BG-555, G-0050FG, G-0051FG, G-0052FG, G-4500, G-4501, MH-62</p> <p>До 160°C: 1122, FB-180</p> <p>До 180°C: BG-20, G-4700</p> <p>До 200°C: 1292, G-5032, 33 Light, 33 Medium, 44 Light, 44 Medium, 7400</p> <p>До 230°C: 3451, 3452, D-708, PTFE-N UV</p> <p>До 250°C: HP-300, HP-870, D Paste, TP-42, 106, D-106, D-3484</p> <p>До 288°C: 41</p> <p>До 300°C: P-1900, 3402 C Leadfree, D-7409</p> <p>До 380°C: D-10</p> <p>До 430°C: 3400A Leadfree</p> <p>До 450°C: G-n Plus, G-Rapid Plus, M-77, U-n, D-321R</p> <p>До 650°C: Cu-7439 Plus</p>
Катастрофический износ из-за разрушения смазки под действием химически агрессивной среды	1292, 3451, 3452, HP-300, HP-870, 3400A Leadfree, D-10, D-106, D-708, D-7409
Вымывание смазки, коррозия при работе в условиях высокой влажности или контакта с водой	G-0102, Longterm 2 Plus, Longterm W2, Cu-7439 Plus, P-40, 3400A Leadfree, D-708, D-7405, D-7409
Интенсивное изнашивание из-за налипания абразивных частиц на трущиеся поверхности	Антифрикционные покрытия (см. с. 12)
Коррозия при хранении и транспортировке	Metal Protector Plus



9. ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Металлические подшипники

Проблемы при изготовлении или эксплуатации	Решение <i>Molykote</i>
Испарение базового масла и разрушение смазки при работе в вакууме	3452, HP-300, HP-870, 106, 3400A Leadfree, 3402C Leadfree, D-321R, D-3484, D-7405, D-7409
Случайный контакт с пищевыми продуктами в процессе работы	G-0050FG, G-0051FG, G-0052FG, G-4500, G-4501, G-5032, HP-300, P-1900, L-0510FG, L-0532FG, L-1115FG, L-1122FG, L-1146FG, Food Grade Spray Oil
Затрудненный демонтаж из-за коррозии и прикипания	Multigliss, Supergliss
Необходимость пропитки или введения наполнителя в композиционные материалы подшипников	A Dispersion, W 15, D-1000, Microsize, Z Powder



10. ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Пластмассовые подшипники

Проблемы при изготовлении или эксплуатации	Решение <i>Molykote</i>
Скачкообразное движение, повреждения при сборке и приработке	EM-30L, X5-6020, E Paste
Повреждение контактных поверхностей и повышенный износ из-за высоких нагрузок	EM-30L, G-4500, G-4700, MH-62, X5-6020, YM-102, YM-103
Повреждение контактных поверхностей и повышенный износ из-за разрушения смазки при высоких температурах	<p>До 150°C: 6166, EM-30L, EM-50L, EM-D110, G-0050FG, G-0051FG, G-0052FG, G-4500, G-4501, MH-62, PG-661, X5-6020, YM-102, YM-103, E Paste</p> <p>До 180°C: G-4700, PG-54</p> <p>До 190°C: PG-21</p> <p>До 200°C: 33 Light, 33 Medium, 44 Light, 44 Medium, G-5032, Separator Spray</p> <p>До 230°C: 3451, 3452</p> <p>До 240°C: D-708, PTFE-N UV</p> <p>До 250°C: HP-300, HP-870</p>
Катастрофический износ из-за разрушения смазки под действием химически агрессивной среды	3451, 3452, HP-300, HP-870, D-708, PTFE-N UV
Вымывание смазки при работе в условиях контакта с водой	3451, 3452, PG-21, PG-54, D-708, PTFE-N UV
Интенсивное изнашивание из-за налипания абразивных частиц на трущиеся поверхности	D-708, PTFE-N UV
Испарение базового масла и разрушение смазки при работе в вакууме	3452, HP-300, HP-870
Случайный контакт с пищевыми продуктами в процессе работы	G-0050FG, G-0051FG, G-0052FG, G-4500, G-4501, G-5032, HP-300, Separator Spray



10. ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Пластмассовые подшипники

Проблемы при изготовлении или эксплуатации	Решение <i>Molykote</i>
Набухание, усадка, растрескивание из-за несовместимости со смазочным материалом	PG-21, G-2003, EM-30L, PG-54, PG-75 и др., см. «Смазочные материалы для пластмассовых подшипников», с. 13
Повышенный шум при работе	6166, EM-50L, EM-D110
Необходимость введения наполнителя в композиционные материалы подшипников	D-1000, Microsize, Z Powder



11. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



11.1. ВИДЫ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ



Пластичные смазки («консистентные») – смазочные материалы, проявляющие в зависимости от нагрузки свойства жидкости или твердого тела. Пластичные смазки состоят из жидкого масла, загустителя, присадок и наполнителей. Частицы загустителя (дисперсной фазы) образуют структурный каркас, в ячейках которого удерживается масло (дисперсионная среда).



Пасты – твердые смазочные материалы, диспергированные в масле для удобства нанесения и повышения адгезии. Отличительная особенность паст – высокое процентное содержание твердых смазок (до 60%). Основные виды паст – резьбовые, сборочные и смазочные.



Дисперсии – высокодисперсные частицы твердых смазочных материалов, распределенные в маслах или их смесях с растворителями. Дисперсии содержат от 3 до 15% твердых смазок. Применяются в случаях, когда необходим жидкий смазочный материал с твердыми антифрикционными наполнителями.

11.1. ВИДЫ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ



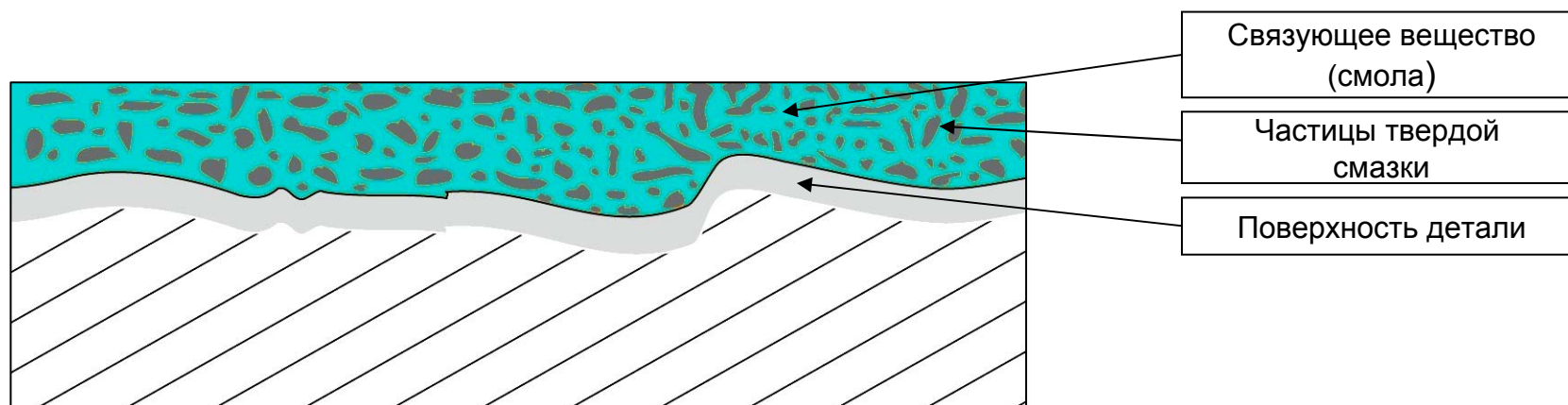
Антифрикционные покрытия (АФП) –

продукты, состоящие из высокодисперсных частиц твердых смазок, распределенных в смеси растворителей и связующих веществ. АФП наносятся с применением обычных технологий окрашивания и после отверждения образуют тонкую (5-20 мкм), но прочную смазочную пленку. Кроме выполнения смазочных функций, АФП эффективно защищают детали от коррозии и придают им эстетичный внешний вид.



11.2. АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ (АФП)

Антифрикционные покрытия (АФП) – материалы, подобные краскам, которые вместо красящего пигмента содержат частицы твердых смазочных веществ, равномерно распределенные в смеси смол и растворителей



Твердые смазочные материалы

- Дисульфид молибдена (MoS_2)
- Графит
- Политетрафторэтилен (PTFE)
- Специальные

Типичный состав АФП

Твердые смазочные материалы	30%
Связующие	12%
Присадки	3%
Растворители	55%

11.2. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АФП

- Сухая и чистая смазка
- Исключительно термостойки
- Работают в вакууме и в условиях радиации
- Не окисляются, не испаряются и не стареют
- Эффективны после продолжительного простоя
- На весь срок службы
- Смазка в виде тонкой пленки
- Могут заменить другие виды обработки



12. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Статьи

- Выбор пластичной смазки для подшипников скольжения из металла – <http://atf.ru/press/262.html>
- Смазочные материалы *Molykote* для подшипников скольжения – <http://atf.ru/press/218.html?c=228>
- Термосмазки для лазерных принтеров – <http://atf.ru/press/256.html>
- Смазка узлов и механизмов стартера автомобиля – <http://atf.ru/press/277.html>



КОМПАНИЯ ЗАО «АТФ»



- Официальный дистрибьютор Dow Corning в России
- Развитая региональная сеть
- Отлаженная логистика по всем регионам страны
- Профессиональная техническая поддержка



Центральный офис ЗАО «АТФ»

Тел./факс +7(495) 974-97-73

Адрес: 109147, г. Москва, ул. Марксистская, д. 22, стр. 1

Почтовый адрес: Россия, 109147, г. Москва, а/я 88

www.atf.ru

DOW CORNING

Authorized
Distributor

