

ОСНОВЫ ВЫБОРА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

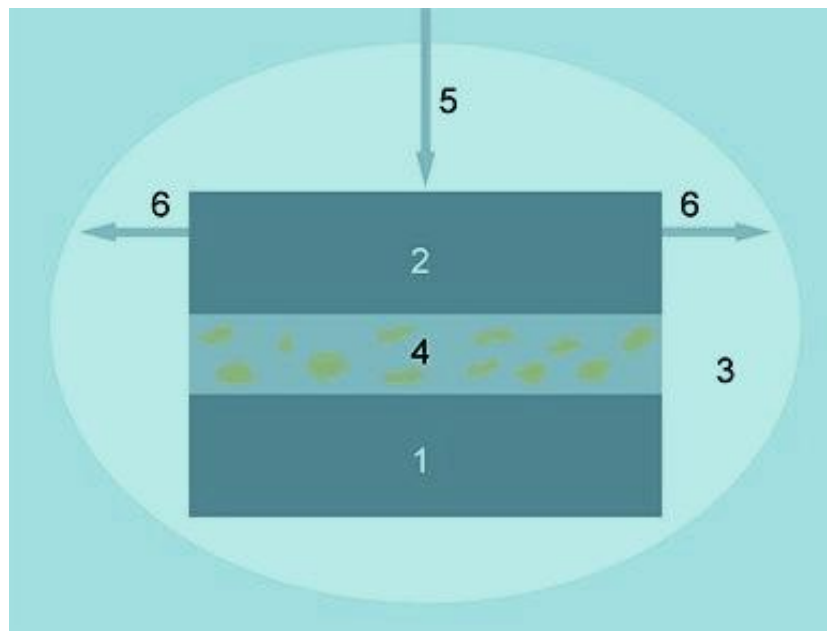


СОДЕРЖАНИЕ

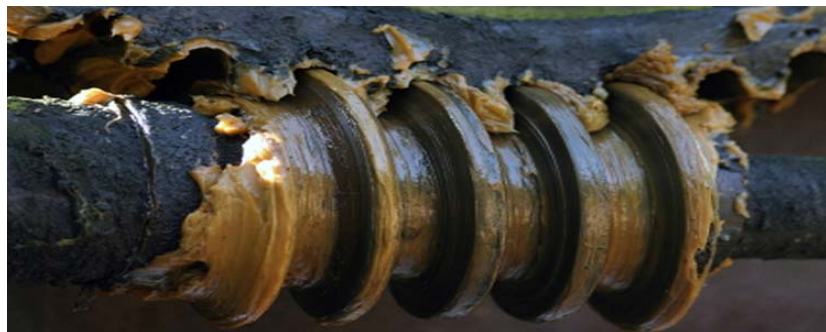
- 1. Узел трения как трибосистема
- 2. Требования к смазочному материалу
- 3. Выбор вида смазочного материала
- 4. Пасты *Molykote*[®]
- 5. Пластичные смазки *Molykote*
- 6. Компаунды *Molykote* и *Dow Corning*
- 7. Масла *Molykote*
- 8. Антифрикционные покрытия *Molykote*
- 9. Дисперсии *Molykote*
- 10. Другие материалы *Molykote*
- 11. Материалы *Molykote* для ремонта и технического обслуживания («аптечка механика»)
- 12. Дополнительная информация



1. УЗЕЛ ТРЕНИЯ КАК ТРИБОСИСТЕМА



1 – деталь трибосопряжения; 2 – контр-тело; 3 – окружающая среда; 4 – промежуточная среда; 5 – нагрузка; 6 – перемещение.



2. ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗОЧНОМУ МАТЕРИАЛУ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ УСЛОВИЯМИ РАБОТЫ УЗЛА ТРЕНИЯ



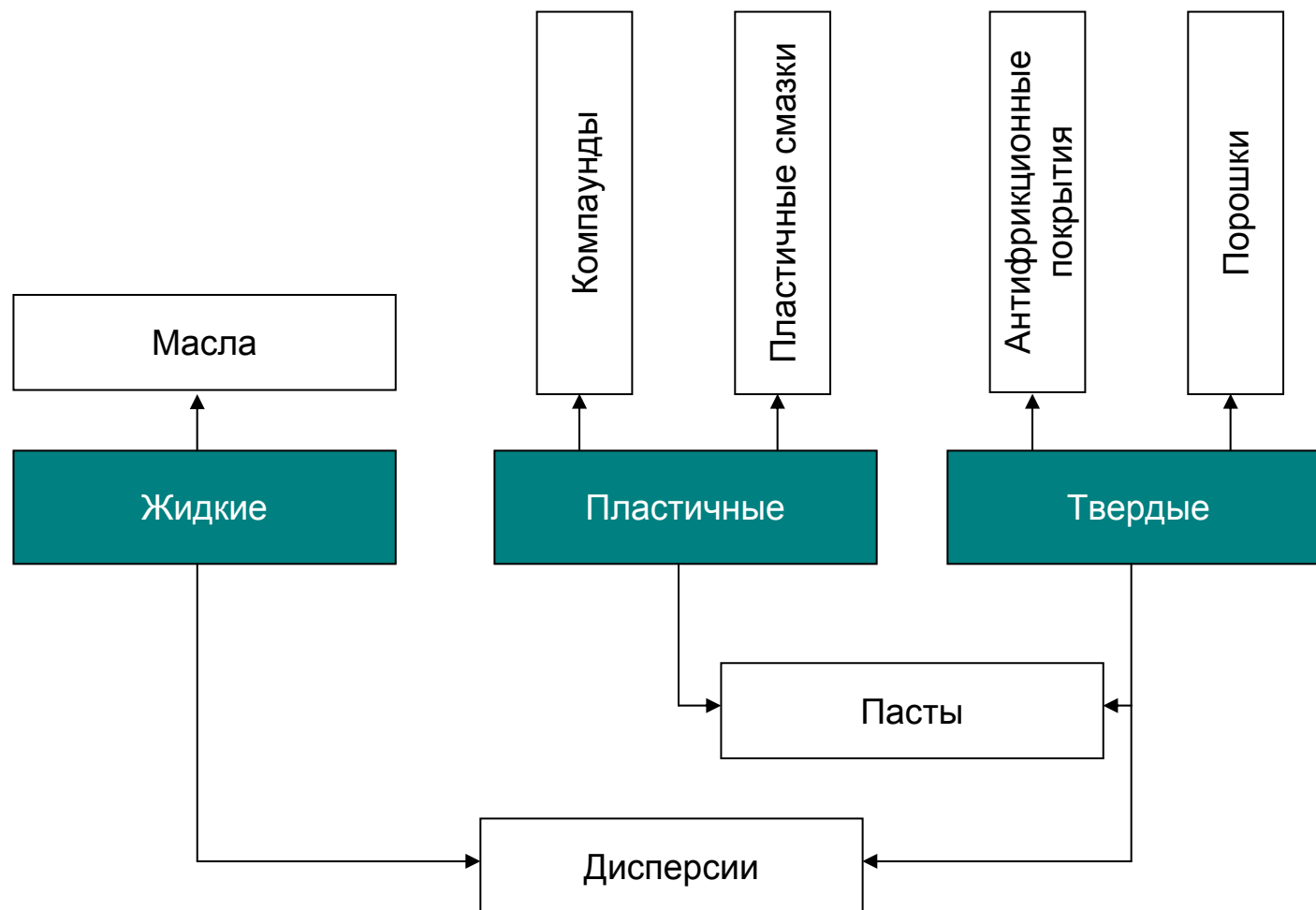
2. ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗОЧНОМУ МАТЕРИАЛУ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КОНСТРУКЦИЕЙ УЗЛА ТРЕНИЯ



2. ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗОЧНОМУ МАТЕРИАЛУ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СОВОКУПНОСТЬЮ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ



3. ВИДЫ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ



3. ПРИМЕНЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ



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

3. ПАСТЫ *MOLYKOTE*

Пасты –

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

Твердые смазочные материалы

Дисульфид молибдена

Графит

Политетрафторэтилен

Гидроксид кальция

Фосфат кальция

Оксиды металлов

Высокодисперсные порошки мягких металлов (Cu, Sn)

КОМПОНЕНТЫ ПАСТ



Масла

Минеральное

Полиальфаолефиновое

Полиалкиленгликолевое

Силиконовое

Смеси

Присадки

Антикоррозионные

Противозадирные

Усилители адгезии



3. ПАСТЫ *MOLYKOTE*

ВИДЫ ПАСТ

Резьбовые

- *Molykote* 1000
- *Molykote* HSC Plus
- *Molykote* P-1600
- *Molykote* P-37
- *Molykote* P-74



Сборочные

- *Molykote* D Paste
- *Molykote* G-n Plus
- *Molykote* G-Rapid Plus
- *Molykote* M-77
- *Molykote* U-n

Технологические

- *Molykote* HTP

Смазочные

- *Molykote* Cu-7439 Plus
- *Molykote* DX Paste
- *Molykote* E Paste
- *Molykote* P-1500
- *Molykote* P-1900*
- *Molykote* P-40
- *Molykote* TP-42
- *Molykote* X Paste



- Многие пасты являются многофункциональными и могут применяться как при сборке, так и для постоянной смазки узлов трения

3. ПАСТЫ *MOLYKOTE*

ОСОБЕННОСТИ ПАСТ

- Термостойкость (до 1500 °С)
- Несущая способность (нагрузка сваривания до 5500 Н)
- Низкий и стабильный коэффициент трения в широком диапазоне условий работы
- Эффективность при умеренных скоростях скольжения
- Работа в условиях прерывистого режима эксплуатации
- Водостойкость и антикоррозионные свойства
- Защита от фреттинг-коррозии



5. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ MOLYKOTE

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).

Базовые масла

Минеральное

Полиальфаолефиновое (PAO)

Силиконовое

Фторсиликоновое

Полиалкиленгликолевое (PAG)

Полиэфирное (POE)

Перфторполиэфирное (PFPE)

Смеси

Твердые антифрикционные наполнители

Дисульфид молибдена

Графит

Соли и оксиды металлов

Политетрафторэтилен и др. полимеры

КОМПОНЕНТЫ СМАЗОК



Загустители

На основе мыл
(Li, cLi, cCa, cAl, Li-Zn, Li-Ca)

Неорганические
(бентонит)

Органические
(политетрафторэтилен и др.)

Присадки

Противозадирные (EP)

Противоизносные (AW)

Ингибиторы окисления

Антикоррозионные

Усилители адгезии



5. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ MOLYKOTE

ВИДЫ СМАЗОК

На основе минеральных масел

- *Molykote* 1102
- *Molykote* 165 LT
- *Molykote* BR 2 PLus
- *Molykote* FB-180
- *Molykote* G-0050FG*
- *Molykote* G-0051FG*
- *Molykote* G-0052FG*
- *Molykote* G-0102
- *Molykote* G-67
- *Molykote* Longterm 00
- *Molykote* Longterm 2 Plus
- *Molykote* Longterm 2/78G
- *Molykote* Longterm W2
- *Molykote* Multilub
- *Molykote* PG-661
- *Molykote* X5-6020

На основе силиконовых масел

- *Molykote* 33 Light
- *Molykote* 33 Medium
- *Molykote* 41
- *Molykote* 44 Light
- *Molykote* 44 Medium
- *Molykote* 55 O-Ring
- *Molykote* 7325
- *Molykote* 7348
- *Molykote* 7508
- *Molykote* 822 M
- *Molykote* G-5008
- *Molykote* G-5032*
- *Molykote* G-72
- *Molykote* PG-21
- *Molykote* PG-54

На основе PAO масел

- *Molykote* 1122
- *Molykote* 6166
- *Molykote* 7514
- *Molykote* AG-650
- *Molykote* EM-30L
- *Molykote* EM-50L
- *Molykote* EM-60L
- *Molykote* EM-D110
- *Molykote* G-2001
- *Molykote* G-2003
- *Molykote* G-4500*
- *Molykote* G-4501*
- *Molykote* G-4700
- *Molykote* MH-62
- *Molykote* PG-65
- *Molykote* PG-663
- *Molykote* YM-102
- *Molykote* YM-103

* Смазочные материалы с пищевым допуском NSF H1



5. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ MOLYKOTE

ВИДЫ СМАЗОК

На основе полусинтетических масел

- *Molykote* G-68
- *Molykote* PG-75

На основе POE масел

- *Molykote* BG-20
- *Molykote* BG-555

На основе PAG масел

- *Molykote* G-3407

На основе фторсиликоновых масел

- *Molykote* 1292
- *Molykote* 3451
- *Molykote* 3452



На основе PFPE масел

- *Molykote* HP-300*
- *Molykote* HP-870

* Смазочные материалы с пищевым допуском NSF H1



5. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ MOLYKOTE

ОСОБЕННОСТИ СМАЗОК НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАСЕЛ

- Широкий диапазон рабочих температур (-73...+204 °С для силиконовых смазок, -65...+250 °С для PFPE смазок)
- Совместимость с пластмассами и эластомерами
- Меньшая зависимость вязкости от температуры
- Устойчивость к окислению и химическому воздействию
- Низкая испаряемость

Способствуют увеличению интервалов повторного обслуживания вплоть до однократного смазывания на весь срок эксплуатации



6. КОМПАУНДЫ *MOLYKOTE* И *DOW CORNING*

Компаунды –

смазочные материалы на основе силиконовых масел и инертных наполнителей. По консистенции эти продукты подобны пластичным смазкам. Компаунды отличаются высокими разделительными, электроизоляционными и герметизирующими свойствами. Обеспечивают смазку и герметизацию как неподвижных соединений с сохранением возможности их разборки, так и подвижных.

Базовое масло

Силиконовое
высоковязкое
(неск. тыс. сСт)

КОМПОНЕНТЫ КОМПАУНДОВ

Загустители (наполнители)

Кремнезем

Политетрафторэтилен

Оксид цинка

Присадки



6. КОМПАУНДЫ *MOLYKOTE* И *DOW CORNING*

ВИДЫ КОМПАУНДОВ по назначению

Смазка, герметизация,
электроизоляция

- *Dow Corning* 4
- *Dow Corning*
High Vacuum Grease
- *Molykote* 111

Защитное покрытие,
разделительный состав

- *Dow Corning* 7

Эффективный теплоотвод

- *Dow Corning* 340



Эффективная смазка
пар трения
металл/пластмасса и
металл/резина
с защитными функциями

- *Molykote* G-807



6. КОМПАУНДЫ *MOLYKOTE* И *DOW CORNING*

ОСОБЕННОСТИ КОМПАУНДОВ

- Термическая стабильность (у большинства продуктов до 204 °С)
- Устойчивость к окислению и изменению свойств в широком диапазоне условий работы
- Выполнение двойной функции: смазка и герметизация с сохранением подвижности сопряжения
- Электроизоляционные свойства (*Dow Corning 4*, *Dow Corning 7*, *Dow Corning High Vacuum Grease*, *Molykote 111*)
- Совместимость с пластмассам и эластомерами
- Устойчивость к химически агрессивным средам (*Dow Corning 4*, *Dow Corning High Vacuum Grease*, *Molykote 111*)
- Работоспособность в вакууме благодаря низкой летучести (*Dow Corning High Vacuum Grease*, *Molykote 111*)
- Допуски на контакт с питьевой водой NSF/ANSI 61 (*Dow Corning 4*, *Dow Corning 7*, *Dow Corning High Vacuum Grease*, *Molykote 111*) и продуктами питания NSF/ANSI 51 (*Dow Corning 4*, *Dow Corning 7*, *Molykote 111*)



7. МАСЛА MOLYKOTE

Базовые масла

Минеральное

Полиальфаолефиновое (PAO)

Диэфирное (DE)

Полиэфирное (POE)

Смеси

КОМПОНЕНТЫ МАСЕЛ



Присадки

Противозадирные (EP)

Противоизносные (AW)

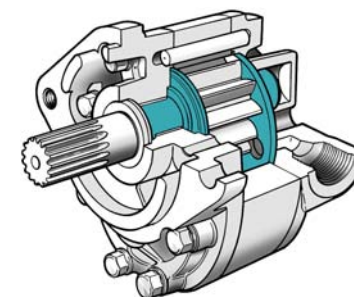
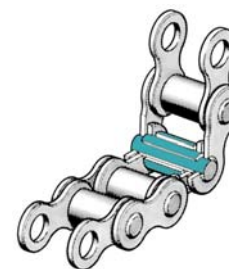
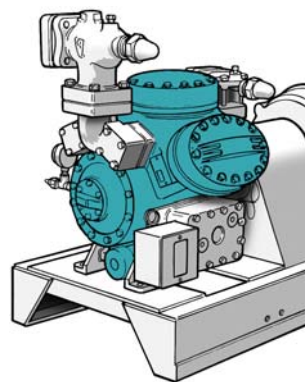
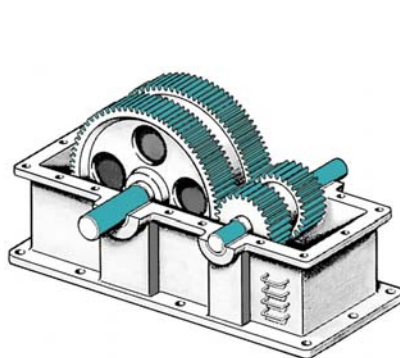
Антифрикционные

Ингибиторы окисления

Антикоррозионные

Усилители адгезии

Депрессорные



7. МАСЛА *MOLYKOTE*

ВИДЫ МАСЕЛ по назначению

Редукторные

- *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

Компрессорные

- *Molykote* L-0268
- *Molykote* L-0660
- *Molykote* L-1210
- *Molykote* L-1232
- *Molykote* L-1232FG
- *Molykote* L-1246
- *Molykote* L-1246FG
- *Molykote* L-1268
- *Molykote* L-1510
- *Molykote* L-1568
- *Molykote* L-4611

Цепные

- *Molykote* CO-220
- *Molykote* L-0460FG
- *Molykote* L-1428
- *Molykote* L-1468FG
- *Molykote* S-1500
- *Molykote* S-1501
- *Molykote* S-1502
- *Molykote* S-1503
- *Molykote* S-1504

Гидравлические

- *Molykote* L-1346FG
- *Molykote* L-1368FG

Универсальные

- *Molykote* L-0510FG
- *Molykote* L-0532FG
- *Molykote* L-0568

Вакуумные

- *Molykote* L-0610
- *Molykote* L-1668FG

FG (Food Grade) – масла с пищевым допуском NSF H1;

Molykote L-0268, L-1510, L-1568 – химически стойкие компрессорные масла для работы в потоках агрессивных технологических газов;

Molykote L-0660 – специальное компрессорное масло для работы с аммиаком



7. МАСЛА *MOLYKOTE*

ОБОЗНАЧЕНИЯ МАСЕЛ *MOLYKOTE* СЕРИИ “L”

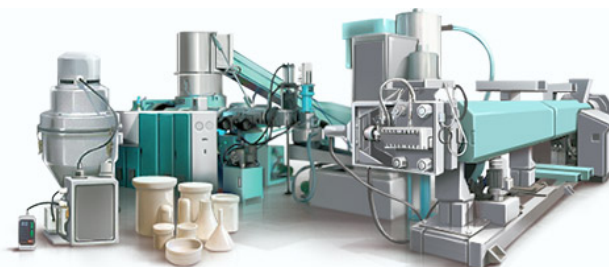
Molykote L- $X_1X_2(XX)_3$ FG

X_1 – тип базового масла ;
 $X_1=0$ – минеральное;
 $X_1=1$ – PAO/смесь;
 $X_1=2$ – PAO;
 $X_1=4$ – DE/POE

X_2 – назначение масла;
 $X_2=1$ – редукторное;
 $X_2=2$ – компрессорное;
 $X_2=3$ – гидравлическое;
 $X_2=4$ – цепное;
 $X_2=5$ – универсальное;
 $X_2=6$ – специального назначения**

$(XX)_3$ – вязкость при 40 °С в единицах или десятках мм²/с;

FG – “Food Grade” – пищевой допуск NSF H1



**Вакуумные масла; компрессорные масла для работы с аммиаком; масла для поршневых компрессоров



8. АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ (АФП) MOLUKOTE

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.

Твердые смазочные материалы

Дисульфид молибдена

Графит

Политетрафторэтилен

Специальные

КОМПОНЕНТЫ АФП



Связующие

Эпоксидная смола

Полиамид

Фенольный

Акриловый

Титанатовый

Растворители

Вода

Molykote 7415

Molykote L13

Присадки

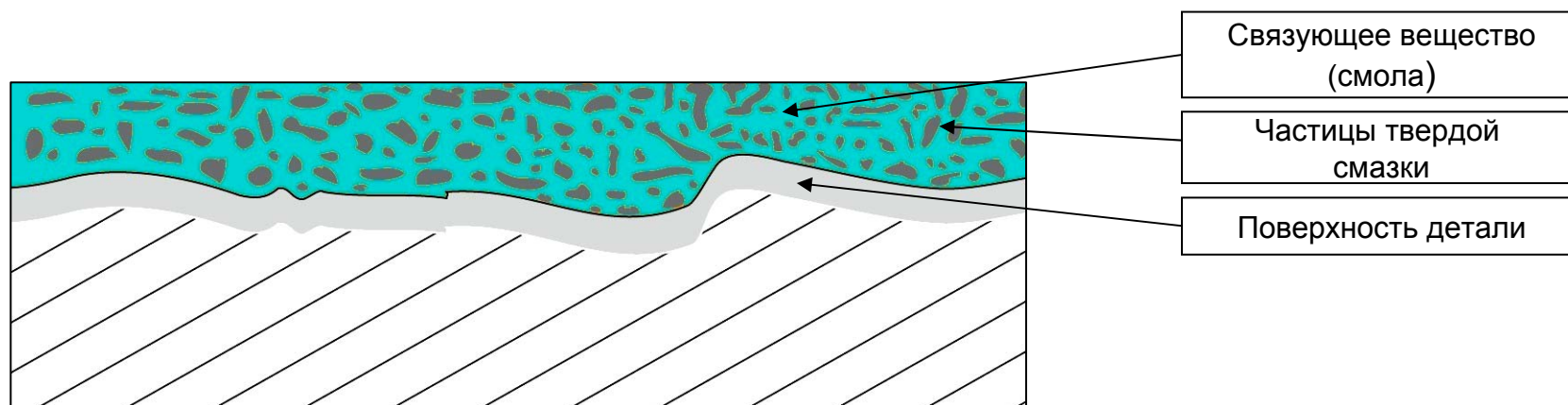
Стабилизаторы

Диспергаторы



8. СТРУКТУРА АФП

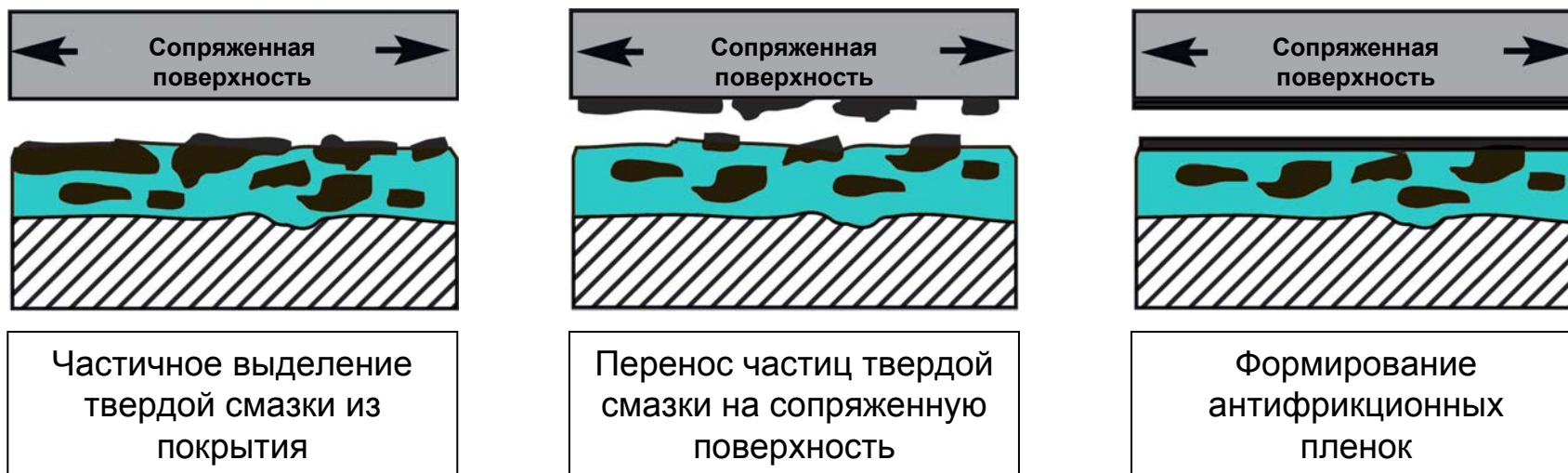
Антифрикционные покрытия (АФП) подобны краскам, которые вместо красящего пигмента содержат частицы твердых смазочных веществ, равномерно распределенные в смеси смол и растворителей



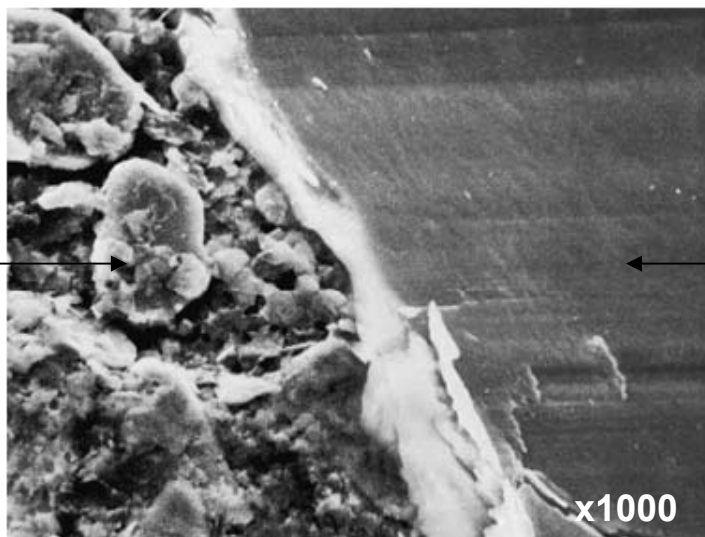
Типичный состав АФП

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

8. МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ АФП



АФП на основе MoS_2 до приложения нагрузки



АФП на основе MoS_2 после приложения нагрузки

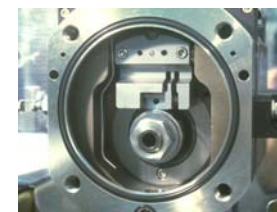
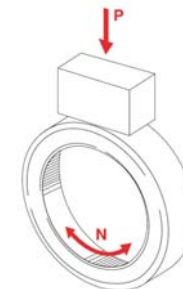
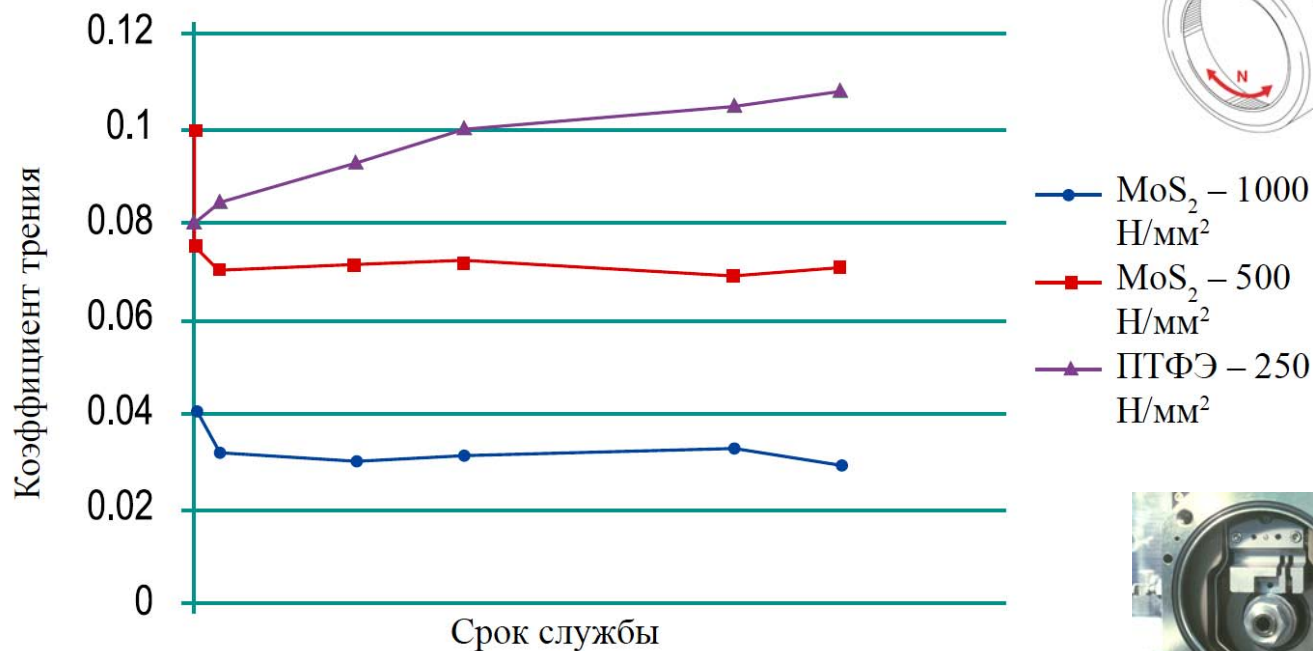
8. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АФП

- 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



8. КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРЕНИЯ АФП

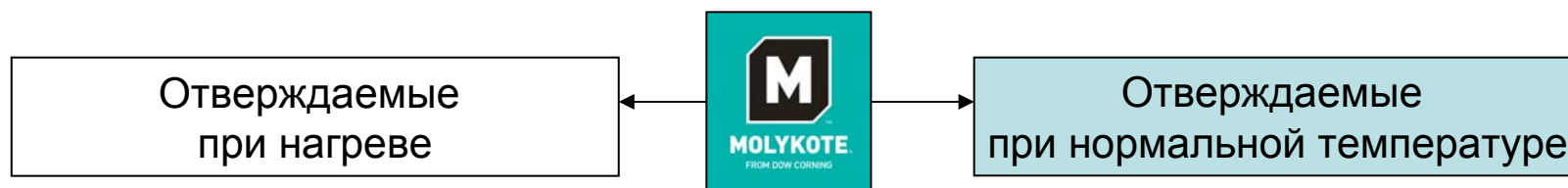
Результаты испытаний АФП на машине трения Falex LFW1
в соответствии с ASTM D2714



Низкий коэффициент трения даже при экстремально высоких нагрузках

8. ВИДЫ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ *MOLYKOTE*

| Марка АФП <i>Molykote</i> | Основной твердый смазочный материал | Связующее вещество | Растворитель |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------|
| D-321R | MoS ₂ | Титанат | L13 |
| 3402C Leadfree | MoS ₂ | Специальный | L13 |
| D-3484 | MoS ₂ | Фенольный | L13 |
| 3400A Leadfree | MoS ₂ | Эпоксидная смола | L13 |
| 106 | MoS ₂ | Эпоксидная смола | L13 |
| D-7409 / D-7620 | MoS ₂ | Полиамид-имид | 7415 |
| D-106 | MoS ₂ | Эпоксидная смола | Вода |
| 7400 | MoS ₂ | Акриловый | Вода |
| PTFE-N UV | PTFE | Акриловый | L13 |
| D-708 | PTFE | Эпоксидная смола | L13 |
| D-96 / D-9610 | PTFE | Полиуретан | Вода |
| D-7405 | Синтетический | Полиамид-имид | 7415 |
| D-10 | Графит | Полиамид-имид | 7415 |

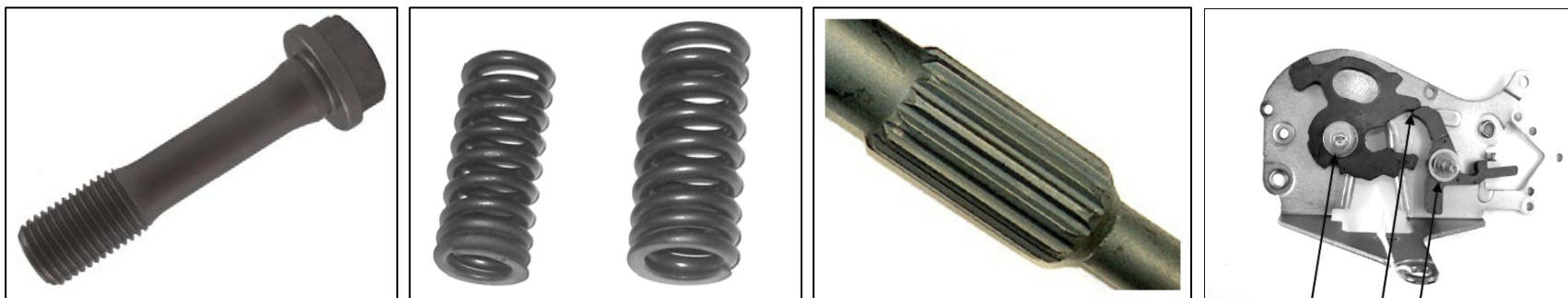


8. ПРИМЕНЕНИЕ АФП *MOLYKOTE* В ТИПОВЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

Molykote 3400A Leadfree –

антифрикционное покрытие на основе дисульфида молибдена с эпоксидным связующим, отверждаемое при нагреве

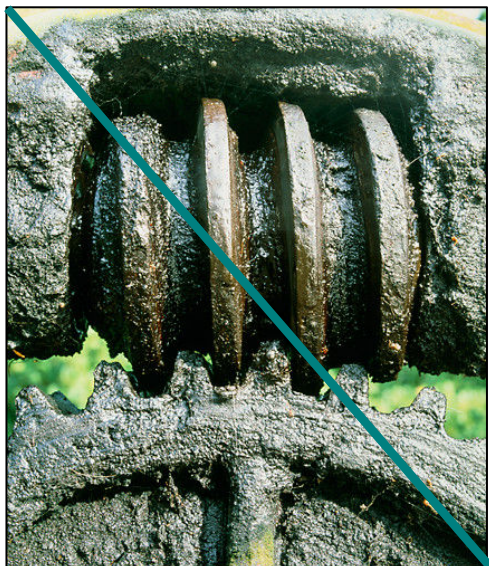
■ Шпильки и болты ■ Пружины ■ Шлицы ■ Направляющие ■ Замки



- Диапазон рабочих температур от -200°C до $+430^{\circ}\text{C}$
- Низкий и стабильный коэффициент трения
- Предотвращение скачкообразного движения и заедания
- Снижение износа
- Защита от коррозии
- Смазка на весь срок службы

8. ПРИМЕНЕНИЕ АФП *MOLYKOTE* В ТИПОВЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

- Передаточные механизмы: зубчатые, червячные, цепные



- Работа в экстремальных условиях (высокие температуры, повышенная запыленность и влажность, химическое воздействие, открытые передачи)
- Снижение износа и потерь на трение
- Облегчение приработки
- Антиаварийная смазка

8. ПРИМЕНЕНИЕ АФП *MOLYKOTE* В ТИПОВЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

■ *Molykote* D-7409 –

антифрикционное покрытие на основе дисульфида молибдена и графита с полиамидным связующим, отверждаемое при нагреве

■ Компоненты ДВС:

поршни; распределительные валы; толкатели и пружины клапанов;
вкладыши подшипников; дроссельная заслонка и др.



- Работа в контакте с маслами
- Облегчение приработки
- Уменьшение потерь на трение и шума
- Антиаварийная смазка
- Снижение износа

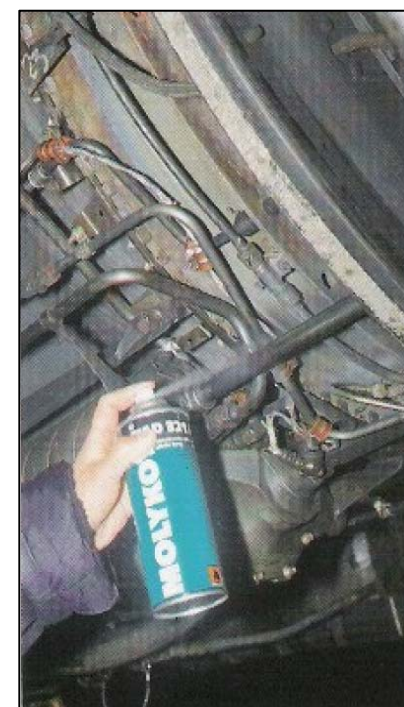
8. ПРИМЕНЕНИЕ АФП *MOLYKOTE* В ВИДЕ АЭРОЗОЛЕЙ

Molykote D-321R

Антифрикционное покрытие
на основе дисульфида молибдена
и графита с титанатовым связующим

Molykote PTFE-N UV

Бесцветное антифрикционное покрытие
на основе ПТФЭ
с акриловым связующим



Покрытия отверждаются при комнатной температуре



9. ДИСПЕРСИИ MOLYKOTE

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.

Твердые смазочные материалы

Дисульфид молибдена

Соли металлов

Полимеры

КОМПОНЕНТЫ ДИСПЕРСИЙ



Масла

Минеральное

Полиалкиленгликолевое (PAG)

Полиэфирное (POE)

Присадки

Стабилизаторы

Диспергаторы

Антикоррозионные

Усилители адгезии

Растворители



9. ДИСПЕРСИИ MOLYKOTE

ВИДЫ ДИСПЕРСИЙ

Дисперсии с высокими проникающими свойствами

- *Molykote* MKL-N*
- *Molykote* Multigliss
- *Molykote* Omnigliss*

Дисперсии, применяемые в качестве присадки или как самостоятельная смазка

- *Molykote* A Dispersion
- *Molykote* M-30*
- *Molykote* M-55 Plus
- *Molykote* W15

Технологические дисперсии

- *Molykote* HTF



* Дисперсии, применяемые для смазки цепных передач



10. ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ MOLYKOTE

Порошки

- *Molykote* D-1000
- *Molykote* Lubolid 7365
- *Molykote* Lubolid D-29
- *Molykote* Lubolid D-3912
- *Molykote* Lubolid D-55
- *Molykote* Lubolid D-78
- *Molykote* Lubolid D-79
- *Molykote* Microsize
- *Molykote* Powder Spray
- *Molykote* Z Powder

Покрyтия

- *Molykote* L-0500 Spray
- *Molykote* Metal Protector Plus
- *Molykote* Metalform
- *Molykote* S-1010

Растворители/ очистители

- *Molykote* 7415
- *Molykote* L13
- *Molykote* Metal Cleaner Spray
- *Molykote* S-1002 Spray

Прочие

- *Molykote* Food Grade Spray Oil
- *Molykote* Polygliss-N Oil Spray
- *Molykote* S-1011
- *Molykote* S-1013
- *Molykote* Separator Spray
- *Molykote* Supergliss



11. МАТЕРИАЛЫ MOLYKOTE ДЛЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Многоцелевые пластичные смазки

- *Molykote* Multilub
- *Molykote* BR2 Plus

«АПТЕЧКА МЕХАНИКА»



Сборка посадок с натягом

- *Molykote* G-Rapid Plus
- *Molykote* G-n Plus

Антифрикционные покрытия (сухие смазки)

- *Molykote* D-321R
- *Molykote* PTFE-N UV

Очистка и обезжиривание

- *Molykote* Metal Cleaner Spray

Сборка резьбовых соединений

- *Molykote* 1000
- *Molykote* P-1600

Высокотемпературные смазочные пасты

- *Molykote* Cu-7439 Plus
- *Molykote* P-40

Защита от коррозии (сухая пленка)

- *Molykote* Metal Protector Plus
- *Molykote* L-0500 Spray

Облегчение демонтажа

- *Molykote* Multigliss
- *Molykote* Supergliss

Смазка и защита резиновых уплотнений

- *Molykote* Separator Spray
- *Molykote* 111

Смазка открытых цепных передач

- *Molykote* MKL-N
- *Molykote* 1122

Обслуживание электрических контактов

- *Molykote* S-1002 Spray
- *Molykote* HSC Plus



12. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Статьи - <http://atf.ru/press>

Видеоматериалы - <http://atf.ru/media>

Техническая библиотека - <http://atf.ru/downloads>

Интерактивные сервисы:

Подбор смазок - http://atf.ru/production_search

Подбор масел - http://atf.ru/production_search/oils

Готовые решения - <http://atf.ru/biblioteka/category228>



Подбор масел



Подбор смазок



Готовые решения



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

