

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	1
1. ЗНАЧЕНИЕ СМАЗКИ.....	2
2. СПОСОБЫ СМАЗКИ	2
2.1 СМАЗКА ПОГРУЖЕНИЕМ	2
2.2 СМАЗКА РАЗБРЫЗГИВАНИЕМ	2
2.3 СМАЗКА КОНСИСТЕНТНЫМИ СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ	2
2.4 СМАЗКА ПОД ДАВЛЕНИЕМ.....	2
3. СМАЗКА В НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ.....	2
3.1 ПОДОГРЕВ МАСЛА.....	2
3.2 ОХЛАЖДЕНИЕ МАСЛА	3
3.2.1 Смазка погружением и разбрызгиванием	3
3.2.2 Смазка под давлением	4
3.3 Холодный запуск	4
4. ОБРАЩЕНИЕ СО СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ	4
5. СЕРТИФИЦИРОВАННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	5

1. ЗНАЧЕНИЕ СМАЗКИ

Для обеспечения надежной работы редуктора особое значение придается надлежащему выполнению работ по нанесению смазки и соответствующему контролю и обслуживанию.

Основное назначение смазки – образование масляной пленки между боковыми рабочими поверхностями зубьев шестерни во избежание контакта между металлическими поверхностями и нанесение смазочных материалов на подшипники и уплотнения.

Смазка также предназначена для:

- уменьшения трения и, как результат, снижения потерь мощности;
- отвода тепла от мест контакта зубьев и подшипников;
- сведения к минимуму износа;
- предотвращения попадания загрязнений на смазываемые участки;
- вывода загрязнений и частиц износа;
- снижения вибраций;
- защиты деталей от коррозии.

Толщина масляной пленки зависит, в частности, от давления на поверхности зуба шестерни, вязкости масла и окружной скорости на начальной окружности. Если в процессе эксплуатации масляная пленка постоянно исчезает, это приводит к повреждению боковой рабочей поверхности зуба.

Сведения о вязкости и количестве масла для смазки в зависимости от предназначения представлены на табличке зубчатого колеса или на размерном чертеже зубчатого колеса. Марки масел, рекомендованные для применения с зубчатыми колесами промышленного назначения, указаны в разделе 5. Прежде чем применить масла, не указанные в этом приложении, следует обратиться за консультацией к изготовителю зубчатого колеса.

2. СПОСОБЫ СМАЗКИ

2.1 Смазка погружением

При данном способе масло заливается с таким расчетом, чтобы оно омывало место контакта зубьев и элементы качения подшипников. Смазка погружением целесообразна только для зубчатых колес с незначительной частотой вращения и низкой окружной скоростью на начальной окружности.

2.2 Смазка разбрызгиванием

При этом способе зубчатые колеса погружаются в масло частично. Места контакта зубьев смазываются маслом, разбрызгиваемым зубчатыми колесами или подаваемым зубьями.

Подшипники смазываются маслом, разбрызгиваемым зубчатыми колесами. Смазка разбрызгиванием рекомендуется для зубчатых колес с относительно небольшой частотой вращения.

2.3 Смазка консистентными смазочными материалами

Применение консистентных смазочных материалов ограничивается практически полностью только подшипниками и уплотнениями, если это требуется техническими условиями на подшипник в зубчатом узле.

2.4 Смазка под давлением

По конструктивным особенностям, типоразмеру, требованиям к эксплуатации и охлаждению зубчатому колесу может потребоваться смазка под давлением. При таком способе смазки масляный трубопровод зубчатого колеса подключается к общей системе смазки либо в районе зубчатого колеса устанавливается специальный смазочный маслонасос. Смазочный маслонасос может иметь привод от вала, который напрямую обеспечивает его работу, или от специального электродвигателя.

Степень сложности оборудования для смазки под давлением обуславливается уровнем потребности в ней, требованиями к контролю и охлаждению зубчатого колеса обслуживаемого механизма. Можно также подключить к зубчатому колесу серийную масленку и оборудовать ее узлом водяного или воздушного охлаждения.

3. СМАЗКА В НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ

3.1 Подогрев масла

Если редуктор эксплуатируется вне помещения или в необогреваемом помещении, об этом, а также о колебаниях температуры, необходимо сообщить изготовителю изделия. Для низких температур характерна проблема подачи масла на узел, требующий смазки, ввиду высокой вязкости масла.

Маслоподогреватель – это резистивный элемент, прикрепленный в масляном отсеке редуктора к стенке кожуха. При необходимости резистивный элемент снимается для очистки. Перед этим следует вначале слить масло.

Для контроля маслоподогревателя имеется термостат. Термостат настраивается таким образом, чтобы включать маслоподогреватель, если температура в зубчатых колесах опускается ниже температуры текучести масла для систем смазки погружением или разбрызгиванием или ниже температуры, указанной в Таблице 1 для зубчатых колес со смазкой под давлением.

Таблица 1. Минимальные температуры (°C) для масел с различными характеристиками в системе смазки зубчатых колес под давлением, при которых (или при их превышении) значение вязкости становится менее 2000 сСт.

Класс вязкости ISO VG	680	460	320	220	150	100
Минеральное масло	+25	+20	+15	+10	+5	
Синтетическое масло		+15	+10	+5	0	-5

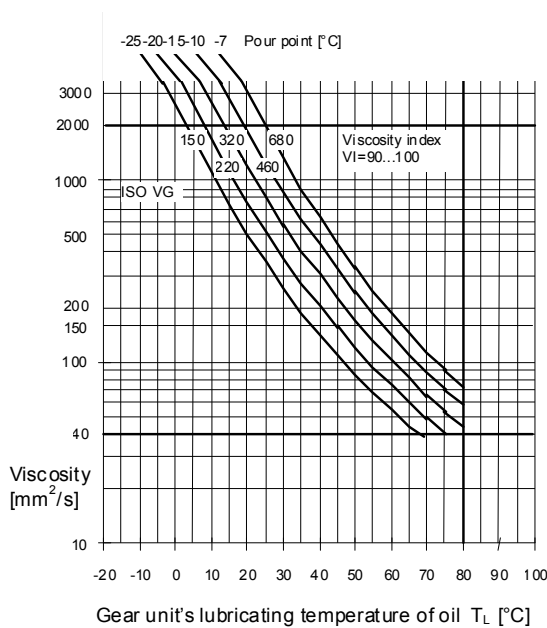
Для зубчатых колес со смазкой под давлением вязкость смазочного масла при температуре пуска должна составлять <2000 сСт.

Верхний предел регулировки термостата задает отключение устройства, если температура на +8..+10 °C превышает указанное выше значение температуры при включении.

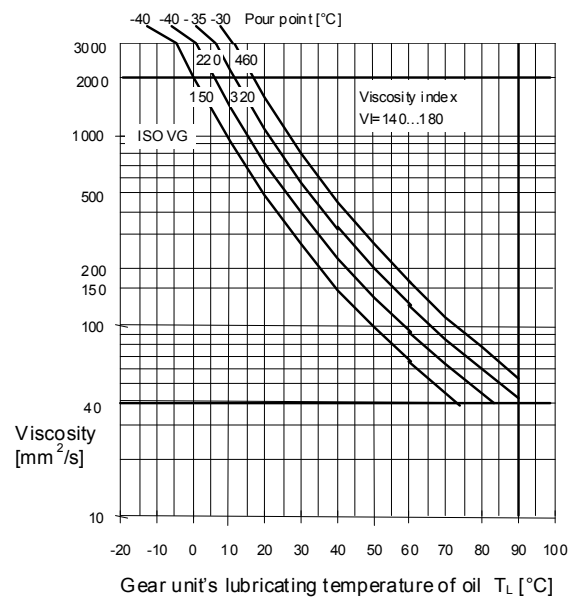
В Таблице 2 вязкость масла представлена как функция температуры.

Таблица 2.

Mineral oils



Synthetic PAO oils



3.2 Охлаждение масла

Изготовителя зубчатых колес следует поставить в известность об эксплуатационных температурах выше расчетных и колебаниях температур. Если рабочая температура масла выше расчетной, вязкость масла существенно снижается. Это может вызвать уменьшение толщины масляной пленки, возможность контакта металла, износ поверхностей и поломки.

3.2.1 Смазка погружением и разбрызгиванием

Максимально допустимая рабочая температура для зубчатых колес при смазке погружением и разбрызгиванием, как правило, составляет +90 °C на кожухе подшипника зубчатого колеса. В

особых случаях максимально допустимая температура может составлять +100 °C. Если эксплуатационная мощность редуктора превышает теплопроизводительность, вышеуказанная расчетная рабочая температура будет превышена, если не повысить степень теплоотдачи.

Повысить степень теплоотдачи для редуктора можно следующими способами:

- размещение змеевика водяного охлаждения в масляном отсеке редуктора
- установка одного или двух вентиляторов на первичном валу редуктора

Для запыленных или влажных условий вентиляторы не рекомендуются.

На впускной стороне змеевика охлаждения устанавливается водяной клапан с регулировкой от термореле. Максимально допустимое рабочее давление воды составляет 1 МПа (10 бар). Для змеевика водяного охлаждения направление водяного потока не представляется существенным.

Расход воды охлаждения в змеевике регулируется с таким расчетом, чтобы температура в масляном отсеке редуктора не превышала +80 °С. Для контроля температуры в масляном отсеке устанавливается термометр.

3.2.2 Смазка под давлением

Рабочая температура для редуктора при смазке под давлением, как правило, составляет +80 °С на кожухе подшипника зубчатого колеса.

Повысить степень теплоотдачи для редуктора можно следующими способами:

- применение водяного маслоохладителя
- применение воздушного маслоохладителя

Воздушный маслоохладитель следует устанавливать в незапыленных местах.

На впускной стороне водяного маслоохладителя устанавливается водяной клапан с регулировкой от термореле. Максимально допустимое рабочее давление воды составляет 1 МПа (10 бар). Следует соблюдать направление потока воды, указанное на маслоохладителе.

У водяных маслоохладителей объем воды регулируется термостатом так, чтобы температура масла, подаваемого на зубчатое колесо, составляла от +45 °С до +55 °С.

Если редуктор работает с воздушным маслоохладителем, его следует оснастить термореле и устройством контроля двигателя вентилятора, чтобы температура масла, подаваемого на колесо, составляла от +45 °С до +55°С.

3.3 Холодный запуск

В режиме холодного запуска для зубчатых колес со смазкой под давлением вязкость смазочного масла при температуре пуска должна составлять <2000 сСт. Для зубчатых колес с системами смазки погружением и разбрызгиванием температура пуска должна быть выше, чем температура текучести смазочного масла. В противном случае уплотнения, подшипники и зубчатые колеса не будут смазываться.

Если вязкость выбранного масла превышает допустимую вязкость при температуре пуска, по согласованию с изготовителем редуктора можно предпринять следующие меры:

- применить аналогичное масло из категории менее вязких масел

- применять различные марки масел для зимних и летних температур
- применять маслоподогреватель
- применять синтетическое масло на полиальфаолефиновой основе

В случае кратковременного понижения температуры при запуске (например после перерыва в работе) сложности при запуске для зубчатых механизмов с системой смазки под давлением можно свести к минимуму, если в течение всего времени простоя будет работать электронасос.

4. ОБРАЩЕНИЕ СО СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ

Смазочные масла относятся к категории опасных отходов, представляющих угрозу для окружающей среды. При работе с ними и их утилизации следует соблюдать местное законодательство и соответствующие правила.

5. СЕРТИФИЦИРОВАННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В таблице ниже приводится перечень смазочных материалов, сертифицированных для применения с зубчатыми механизмами промышленного назначения производства компании Santasalo Gears.

Минеральные масла

Класс вязкости ISO VG	Классификация по номенклатуре AGMA.	Компания	Марки масел	Вязкость в сСт при 40 °С	Температура текучести в °С
150	4EP	Aral	Degol BG 150 plus	150	-12
		BP	Energol GR-XP 150	149	-12
		Castrol	Alpha SP 150	150	-21
		Castrol	Alpha MAX 150	150	-23
		Castrol	Optigear BM 150	150	-18
		Castrol	Tribol 1100/150	146	-27
		Chevron	Meropa WM 150	150	-27
		Fuchs	Renolin CLP 150	150	-24
		Fuchs	Renolin CLP 150 PLUS	150	-24
		Fuchs Lubritech	Gearmaster CLP 150	150	-24
		Klüber	Klüberoil GEM 1-150 N	150	< -10
		Lubrication Engineers	604 ALMASOL Vari-Purpose Gear Lubricant	150	-24
		Lukoil	Steele 150	150	-15
		Mobil	Mobilgear 600 XP 150	150	-24
		Neste	Vaihteisto 150 EP	150	-21
		Petro Canada	Ultima EP 150	150	-33
		Shell	-----	--	--
Statoil	Loadway EP 150	140	-27		
Total	-----	--	--		
Total	Carter XEP 150	150	-27		
220	5EP	Aral	Degol BG 220 plus	220	-15
		BP	Energol GR-XP 220	210	-9
		Castrol	Alpha SP 220	220	-21
		Castrol	Alpha MAX 220	220	-23
		Castrol	Optigear BM 220	220	-15
		Castrol	Tribol 1100/220	214	-24
		Chevron	Meropa WM 220	220	-21
		Fuchs	Renolin CLP 220	220	-24
		Fuchs	Renolin CLP 220 PLUS	220	-24
		Fuchs Lubritech	Gearmaster CLP 220	220	-21
		Klüber	Klüberoil GEM 1-220 N	220	< -10
		Lubrication Engineers	607 ALMASOL Vari-Purpose Gear Lubricant	220	-24
		Lukoil	Steele 220	220	-15
		Mobil	Mobilgear 600 XP 220	220	-24
		Neste	Vaihteisto 220 EP	220	-24
		Petro Canada	Ultima EP 220	220	-27
		Shell	Omala F 220	220	-18
Statoil	Loadway EP 220	225	-21		
Total	-----	--	--		
Total	Carter XEP 220	220	-24		
320	6EP	Aral	Degol BG 320 plus	320	-9
		BP	Energol GR-XP 320	311	-9
		Castrol	Alpha SP 320	320	-21
		Castrol	Alpha MAX 320	320	-23
		Castrol	Optigear BM 320	320	-15
		Castrol	Tribol 1100/320	331	-21

320	6EP	Chevron	Meropa WM 320	320	-18
		Fuchs	Renolin CLP 320	320	-14
		Fuchs	Renolin CLP 320 PLUS	320	-18
		Fuchs Lubritech	Gearmaster CLP 320	320	-15
		Klüber	Klüberoil GEM 1-320 N	320	< -10
		Lubrication Engineers	605 ALMASOL Vari- Purpose Gear Lubricant	320	-18
		Lukoil	Steele 320	320	-15
		Mobil	Mobilgear 600 XP 320	320	-24
		Neste	Vaihteisto 320 EP	320	-12
		Petro Canada	Ultima EP 320	320	-21
		Shell	Omala F 320	320	-15
		Statoil	Loadway EP 320	337	-18
		Total	-----	--	--
		Total	Carter XEP 320	320	-18
		460	7EP	Aral	Degol BG 460 plus
BP	Energol GR-XP 460			432	--
Castrol	Alpha SP 460			460	-6
Castrol	Alpha MAX 460			460	-9
Castrol	Optigear BM 460			460	-12
Castrol	Tribol 1100/460			460	-21
Chevron	Meropa WM 460			460	-15
Fuchs	Renolin CLP 460			460	-12
Fuchs	Renolin CLP 460 PLUS			460	-14
Fuchs Lubritech	Gearmaster CLP 460			460	-12
Klüber	Klüberoil GEM 1-460 N			460	-10
Lubrication Engineers	608 ALMASOL Vari- Purpose Gear Lubricant			460	-15
Lukoil	Steele 460			460	-15
Mobil	Mobilgear 600 XP 460			460	-15
Neste	Vaihteisto 460 EP			460	-15
Petro Canada	Ultima EP 460			460	-15
Shell	Omala F 460			460	-9
Statoil	Loadway EP 460			440	-12
Total	-----	--	--		
Total	Carter XEP 460	460	-12		
680	8EP	Aral	Degol BG 680 plus	680	-12
		BP	Energol GR-XP 680	710	--
		Castrol	Alpha SP 680	680	-6
		Castrol	-----	--	--
		Castrol	Optigear BM 680	680	-9
		Castrol	Tribol 1100/680	690	-18
		Chevron	-----	--	--
		Fuchs	Renolin CLP 680	680	-10
		Fuchs	Renolin CLP 680 PLUS	680	-17
		Fuchs Lubritech	Gearmaster CLP 680	680	-12
		Klüber	Klüberoil GEM 1-680 N	680	-5
		Lubrication Engineers	609 ALMASOL Vari- Purpose Gear Lubricant	680	-15
		Lukoil	Steele 680	680	-15
		Mobil	Mobilgear 600 XP 680	680	-9
		Neste	Vaihteisto 680 EP	680	-12
		Petro Canada	Ultima EP 680	680	-15
		Shell	-----	--	--
		Statoil	Loadway EP 680	645	-9
Total	-----	--	--		
Total	Carter XEP 680	680	-9		

Минеральные масла для бумагоделательных машин

Класс вязкости и ISO VG	Классификация по номенклатуре AGMA.	Компания	Марки масел	Вязкость в сСт при 40 °С	Температура текучести в °С
220	5EP	Esso	Teresstic N 220	220	-12
		BP	Energol PM 220	220	-18
		Mobil	DTE PM	220	-6
		Neste	Paperikone 220D	220	-12
		Petro Canada	SEPRO XL 220	218	-21
		Petro Canada	ULTIMA EP 220	220	-27
		Texaco	PMO Premium 220	220	-18
		Texaco	PMO Ashless 220	220	-18

Синтетические масла на полиальфаолефиновой основе

Класс вязкости ISO VG	Классификация по номенклатуре AGMA.	Компания	Марки масел	Вязкость в сСт при 40 °С	Температура текучести в °С
150	4EP	Aral	Degol PAS 150	150	-39
		BP	Energol EP-XF 150	150	-48
		Castrol	Alphasyn EP 150	150	-48
		Castrol	-----	--	--
		Castrol	Optigear Synthetic X 150	146	-39
		Castrol	Tribol 1510/150	155	-45
		Fuchs	Renolin Unisyn CLP 150	150	-45
		Klüber	Klübersynth GEM 4 – 150 N	150	-40
		Mobil	Mobil SHC Gear 150	150	-54
		Mobil	Mobil SHC 629	150	-42
		Neste	Vaihteisto S 150 EP	150	-42
		Petro Canada	Enduratex Synthetic EP 150	150	-54
		Shell	Omala HD 150	150	-54
		Shell	Omala S4 GX 150	150	-45
		Statoil	Mereta 150	150	-57
		Total	Carter SH 150	148	-45
		220	5EP	Aral	Degol PAS 220
BP	Energol EP-XF 220			220	-42
Castrol	Alphasyn EP 220			220	-42
Castrol	Optigear Synthetic A 220			210	-36
Castrol	Optigear Synthetic X 220			218	-33
Castrol	Tribol 1510/220			220	-42
Fuchs	Renolin Unisyn CLP 220			220	-42
Klüber	Klübersynth GEM 4 – 220 N			220	-40
Mobil	Mobil SHC Gear 220			220	-45
Mobil	Mobil SHC 630			220	-42
Neste	Vaihteisto S 220 EP			220	-48
Petro Canada	Enduratex Synthetic EP 220			223	-48
Shell	Omala HD 220			220	-48
Shell	Omala S4 GX 220			220	-45
Statoil	Mereta 220			220	-48

		Total	Carter SH 220	220	-45	
320	6EP	Aral	Degol PAS 320	320	-39	
		BP	Energol EP-XF 320	320	-30	
		Castrol	Alphasyn EP 320	320	-36	
		Castrol	Optigear Synthetic A 320	330	-36	
		Castrol	Optigear Synthetic X 320	325	-33	
		Castrol	Tribol 1510/320	330	-39	
		Fuchs	Renolin Unisyn CLP 320	320	-42	
		Klüber	Klübersynth GEM 4 – 320 N	320	-35	
		Mobil	Mobil SHC Gear 320	320	-48	
		Mobil	Mobil SHC 632	320	-42	
		Neste	Vaihteisto S 320 EP	320	-48	
		Petro Canada	Enduratex Synthetic EP 320	323	-42	
		Shell	Omala HD 320	320	-45	
		Shell	Omala S4 GX 320	320	-42	
		Statoil	Mereta 320	320	-42	
			Total	Carter SH 320	314	-42
		460	7EP	Aral	Degol PAS 460	460
BP	Energol EP-XF 460			460	-36	
Castrol	Alphasyn EP 460			460	-36	
Castrol	Optigear Synthetic A 460			463	-30	
Castrol	Optigear Synthetic X 460			459	-27	
Castrol	Tribol 1510/460			460	-33	
Fuchs	Renolin Unisyn CLP 460			460	-39	
Klüber	Klübersynth GEM 4 – 460 N			460	-30	
Mobil	Mobil SHC Gear 460			460	-48	
Mobil	Mobil SHC 634			460	-39	
Neste	Vaihteisto S 460 EP			460	-45	
Petro Canada	Enduratex Synthetic EP 460			501	-42	
Shell	Omala HD 460			460	-42	
Shell	Omala S4 GX 460			460	-36	
Statoil	Mereta 460			460	-39	
	Total			Carter SH 460	455	-30
680	8EP			ARAL	-----	--
		BP	-----	--	--	
		Castrol	-----	--	--	
		Castrol	-----	--	--	
		Castrol	-----	--	--	
		Castrol	Tribol 1510/680	680	-30	
		Fuchs	Renolin Unisyn CLP 680	680	-33	
		Klüber	Klübersynth GEM 4 – 680 N	680	-30	
		Mobil	Mobil SHC Gear 680	680	-42	
		Mobil	Mobil SHC 636	680	-39	
		Neste	Vaihteisto S 680 EP	680	-35	
		Petro Canada	-----	--	--	
		Shell	Omala HD 680	680	-39	
		Shell	Omala S4 GX 680	680	-33	
		Statoil	Mereta 680	680	-39	
			Total	Carter SH 680	676	-21

Синтетические масла на полиальфаолефиновой основе для бумагоделательных машин

Класс вязкости ISO VG	Классификация по номенклатуре AGMA.	Компания	Марки масел	Вязкость в сСт при 40 °C	Температура текучести в °C
220	5EP	Castrol	Optisynth HT 220	220	-39
		Mobil	SHC PM 220	225	-36
		Neste	Lamda 220 ZF	220	-45
		Texaco	Масло Premium для бумагоделательных машин		

Консистентные смазки для роликоподшипников

Рабочие температуры -30..+100 °C			NLGI 2 (EP)
Компания	Марка смазки	Пенетрация	Точка текучести °C
Aral	Aralub HLP2	265/295	180
BP	Energrease LS-EP	265/295	195
Castrol	Tribol 3785/220-1,5	265/295	>180
Castrol	Longtime PD 2	265/295	260
Castrol	Tribol 4020/220-2	265/295	260
Chevron	Dura-Lith EP2	265/295	185
Elf	Epexa EP2	265/295	207
Exxon	Beacon EP2	265/295	190
Gulf	Gulfcrown EP 2	265/295	180
Klüber	CENTOPLEX 2EP	265/295	190
Mobil	Mobilux EP2	265/295	190
Neste	Allrex EP 2	265/295	198
Shell	Alvania Grease EP2	265/295	180
Statoil	Uniway EP2N	270/280	185
Teboil	Multi-purpose EP	265/295	185
Texaco	Multifak EP2	265/295	186
Total	Multis EP2	265/295	190

Смазка конических подшипников для высоких температур (>80 °C) NLGI 2 (EP)			
Компания	Марка смазки	Пенетрация	Точка текучести °C
Castrol	Tribol 3785/220-1,5	265/295	>180
Castrol	Tribol 4020/220-2	265/295	260
Castrol	Tribol 4747/220-2	265/295	>250
Klüber	Klüberplex BE 31-102	265/295	190
Shell	Albida Grease EP2	265/295	260
Teboil	Multi-purpose HT	265/295	260

Смазка осевых сферических подшипников давления с малой частотой вращения NLGI 0..1 (EP)			
Компания	Марка смазки	Пенетрация	Точка текучести °C
Castrol	Molub-Alloy 9141-1	310/340	>230
Castrol	Olista Longtime 1	310/340	>180
Castrol	Optipit	245/275	300
Castrol	Tribol 3020/1000-1	265/295	260
Klüber	STABURAGS NBU 30	245/275	220
Klüber	Klüberplex BEM 41-141	310/345	250