

## 4. СМАЗЫВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ

Правильное смазывание подшипника напрямую влияет на его срок службы. Смазочный материал обеспечивает образование смазочной пленки между телами качения и кольцами подшипника, которая препятствует контакту металла с металлом. Смазочный материал также уменьшает износ, обладает эффектом охлаждения, защищает подшипник от коррозии, и во многих случаях заполняет внутреннее пространство подшипника. В 90% случаях подшипники смазываются консистентной смазкой или маслом, и лишь в некоторых случаях - другими смазочными веществами. При выборе смазочного материала и метода смазки необходимо учитывать рабочие условия, свойства смазки, конструкцию оборудования и другие аспекты.

### 4.1 СМАЗЫВАНИЕ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКОЙ

Практический опыт показывает, что консистентная (пластичная) смазка чаще применяется в качестве смазочного материала, чем масло. Преимущество пластичной смазки заключается в том, что она хорошо удерживается внутри подшипника, обеспечивает эффект уплотнения подшипника, препятствует попаданию посторонних частиц и проста в техническом обслуживании. Для надежной работы подшипника при первом смазывании внутреннее пространство подшипника заполняется смазкой на 1/3 или 1/2. Большее количество смазки может сказаться негативно на работе подшипника. Более высокое пассивное сопротивление может вызвать перегрев внутреннего кольца подшипника, что в свою очередь приведет к отказу подшипника. Подшипники, работающие на низких скоростях, необходимо полностью заполнять смазкой, чтобы предотвратить появление коррозии.

#### 4.1.1 Интервалы между пополнениями смазки

Интервалы между пополнениями смазки - это периоды, в течение которых смазка сохраняет свои свойства. По истечении этого периода смазку необходимо пополнить, при этом старую смазку необходимо полностью убрать из подшипника. Периодичность смазывания зависит от типа и размера подшипника, частоты вращения, рабочих температур и качества смазки. Рекомендованная периодичность смазывания для отдельных типов подшипников при нормальной нагрузке ( $P \leq 0,15 C$ ) и нормальных условиях эксплуатации, показана на графиках на рисунках 21 и 22. Графики действительны для обычной пластичной смазки и рабочей температуры до  $+70^{\circ}\text{C}$ . Если рабочая температура выше  $+70^{\circ}\text{C}$ , периодичность смазки сокращается вдвое на каждые  $15^{\circ}\text{C}$  подъема. Если рабочая температура ниже  $+40^{\circ}\text{C}$ , периодичность смазывания можно увеличить вдвое.

У подшипников маленьких размеров, особенно, однорядных шарикоподшипников, интервалы между пополнениями смазки превышают срок службы в несколько раз, поэтому, как правило, повторное смазывание таких подшипников не требуется.

По этой причине предпочтительнее использовать такие подшипники закрытого типа, с уплотнениями или защитными шайбами с двух сторон, заполненные смазкой. Для некоторых частот вращения периоды смазывания выходят за пределы кривой графика, т.е. допустимые пределы по смазке уже превышены и необходимо использовать смазочное масло.

Необходимое количество пластичной смазки для повторного смазывания можно вычислить по данному уравнению:

$$Q = 0,005 \cdot D \cdot B$$

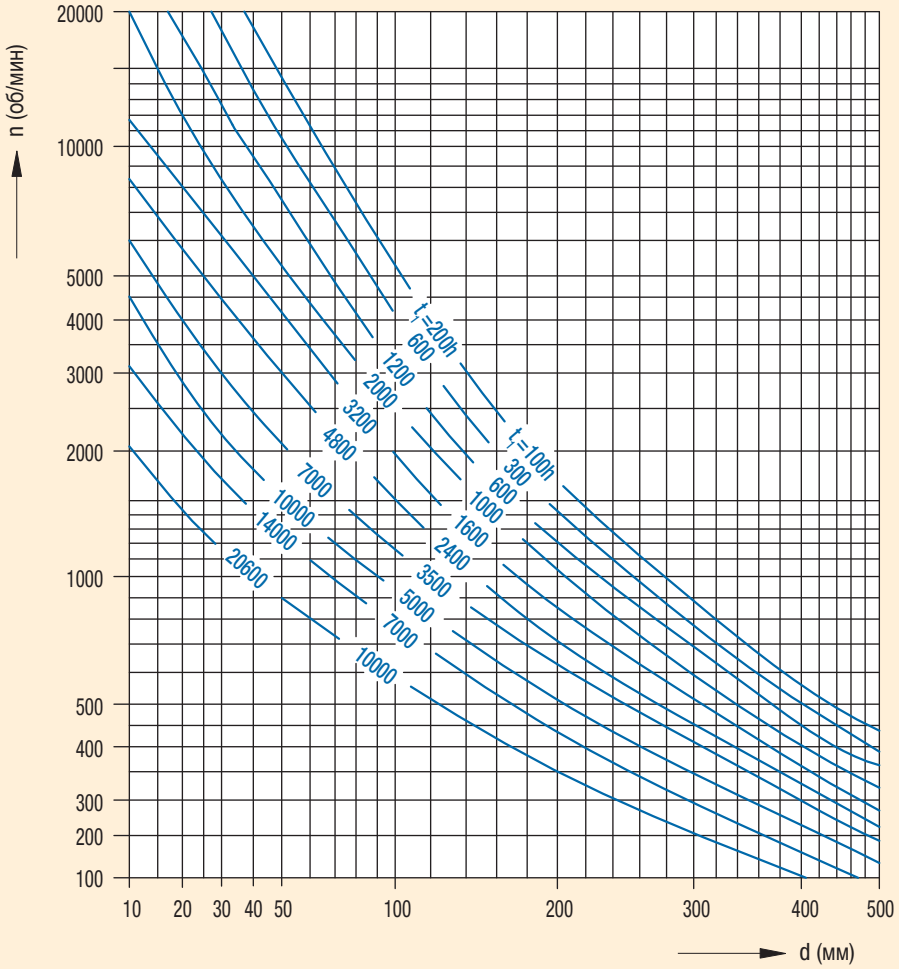
|   |                                |      |
|---|--------------------------------|------|
| Q | - количество пластичной смазки | [г]  |
| D | - наружный диаметр подшипника  | [мм] |
| B | - ширина подшипника            | [мм] |

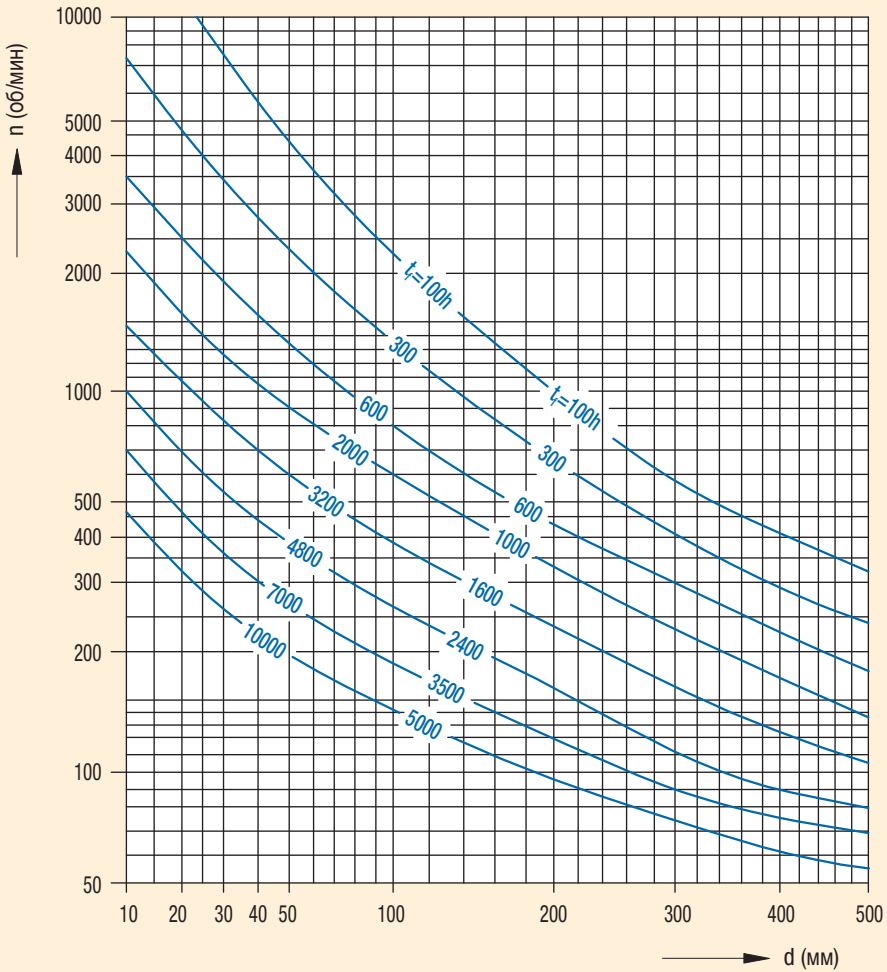
Подшипники, работающие на высоких скоростях, требуют более частого повторного смазывания, при этом всю старую смазку необходимо удалить из подшипника, чтобы избежать возможного повышения температуры. Поэтому хорошо, если подшипник оснащен отверстием для удаления смазки.

#### 4.1.2 Подшипниковая пластичная смазка

Применяемые для подшипников пластичные смазки состоят из качественного минерального или синтетического масла (иногда с присадками) и загустителя, в качестве которого, как правило, используются металлические мыла. Пластичная смазка должна обладать хорошими смазочными свойствами и высокой химической, температурной и механической стабильностью. Список пластичных смазок для смазывания подшипников представлен в Таблице 36.

| Свойства пластичных смазок, применяющихся для смазывания подшипников качения |               |                           | Таб. 36       |  |
|--|---------------|---------------------------|---------------|--|
| Тип смазки   |               | Характеристики / свойства |               |  |
| Загуститель  | Базовое масло | Рабочие температуры [°C]  | Водостойкость | Применение   |
| Литиевое мыло  | минеральное   | - 20 ÷ 130                | Хорошая       | Универсальная смазка   |
| Известковое мыло   | минеральное   | - 20 ÷ 50                 | Очень хорошая | Хороший уплотнительный эффект, защита от воды                            |
| Содовое мыло   | минеральное   | - 20 ÷ 100                | нестойкая     | Превращается в эмульсию с водой  |
| Алюминиевое мыло   | минеральное   | - 20 ÷ 70                 | Хорошая       | Хороший уплотнительный эффект, защита от воды                            |
| Комплексное литиевое мыло  | минеральное   | - 20 ÷ 150                | Хорошая       | Универсальная смазка   |
| Комплексное известковое мыло   | минеральное   | - 30 ÷ 130                | Очень хорошая | Универсальная смазка, подходит для высоких температур и больших нагрузок |
| Комплексное содовое мыло   | минеральное   | - 20 ÷ 130                | Хорошая       | Подходит для высоких температур и больших нагрузок                       |
| Комплексное алюминиевое мыло   | минеральное   | - 20 ÷ 150                | Хорошая       | Подходит для высоких температур и больших нагрузок                       |
| Комплексное бариевое мыло  | минеральное   | - 30 ÷ 140                | Хорошая       | Подходит для высоких температур и больших нагрузок                       |
| Бентонит   | минеральное   | - 20 ÷ 150                | Хорошая       | Подходит для высоких температур при низких скоростях                     |
| Полимоочевина  | минеральное   | - 20 ÷ 160                | Хорошая       | Подходит для высоких температур при средних скоростях                    |
| Литиевое мыло  | силиконовое   | - 40 ÷ 170                | Очень хорошая | Подходит для широкого диапазона температур при средних частотах вращения |
| Комплексное бариевое мыло  | эфирное       | - 60 ÷ 140                | Хорошая       | Подходит для высоких температур и высокой скорости                       |





## 4.2 СМАЗЫВАНИЕ МАСЛОМ

Смазывание маслом обычно используется тогда, когда из-за очень высоких скоростей смазывание пластичной смазкой становится неудобным, поскольку интервалы между пополнениями смазки оказываются очень короткими. Другая причина - это необходимость отвода теплоты от подшипника, или когда сопряженные детали смазываются маслом (например, зубчатые колеса и т.д.). За исключением некоторых случаев применения, упорные сферические роликоподшипники всегда смазываются маслом.

Процесс смазывания подшипника необходимо контролировать от начала и до конца, поскольку лишнее количество масла повышает температуру в подшипнике.

Подача масла в подшипник обеспечивается различными способами. Наиболее часто используются такие методы смазывания, как масляная ванна, при которой уровень масла должен доходить до середины нижних тел качения, циркуляционная смазка, впрыск масла, смазка масляным туманом и т.д.

### 4.2.1 Масла для смазывания подшипников

Для смазывания подшипников обычно используются очищенные масла с хорошей химической стабильностью, которые иногда для улучшения смазочных характеристик могут содержать антиокислительные присадки.

Основной характеристикой масла является кинематическая вязкость, которая уменьшается по мере роста температуры в подшипнике. Требуемую вязкость  $\nu_1$  можно определить по графику (Рисунок 23) в зависимости от среднего диаметра подшипника  $d_s = (d+D)/2$  и частоты вращения  $n$ . Если рабочая температура известна или ее можно вычислить каким-либо способом, соответствующую вязкость  $\nu$  и коэффициент вязкости при установленной международными стандартами эталонной температуре 40°C можно определить по графику (рисунок 24).

При коэффициенте вязкости  $k < 1$ , рекомендуется использовать масло, содержащее присадки EP, улучшающие характеристики образования масляной пленки.

Если  $k$  ниже 0,4, всегда используются масла с добавками EP.

Если  $k$  больше 1, масло, содержащее специальные добавки, может повышать эксплуатационную надежность подшипников.

Пример:

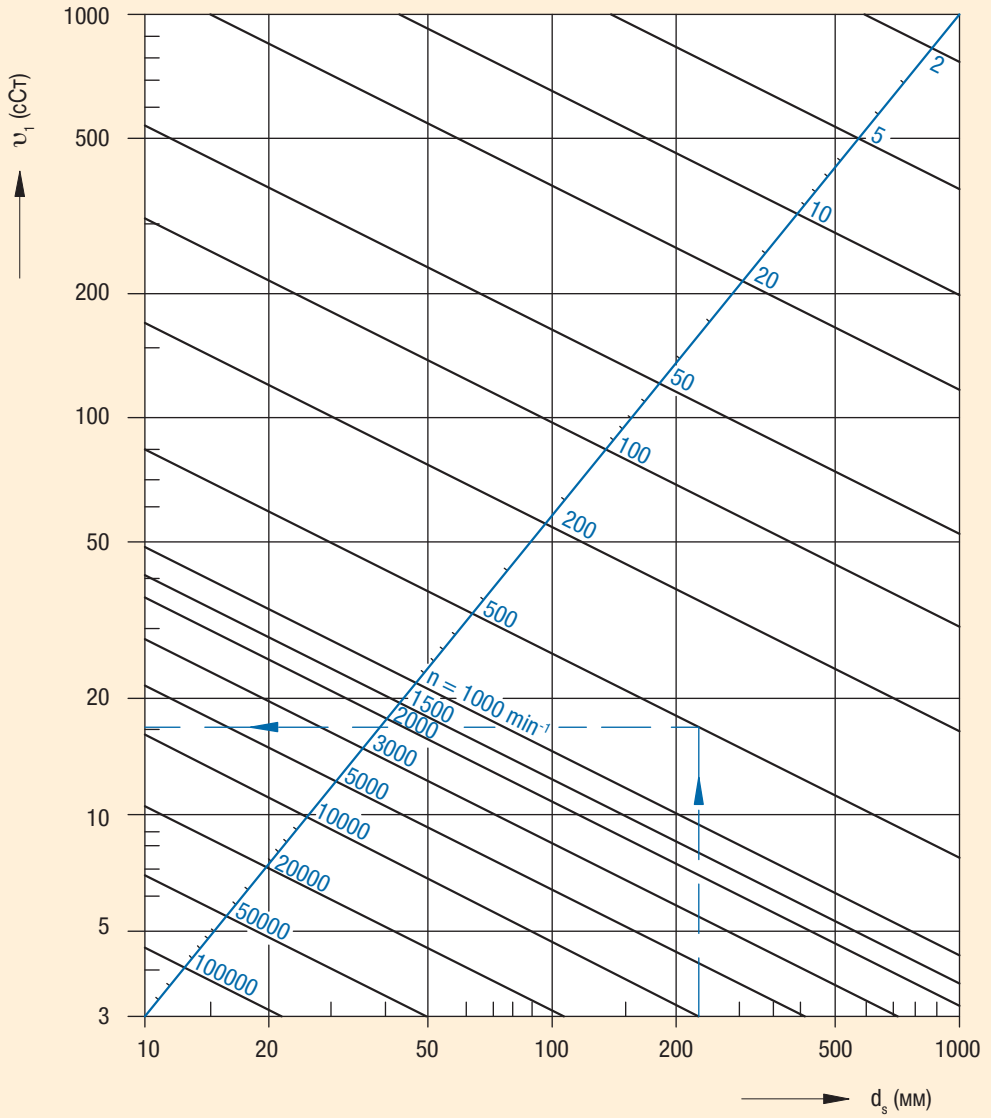
- подшипник, имеющий  $d = 180$  мм,  $D = 320$  мм,  $d_s = 250$  мм
- частота вращения  $n = 500$  об/мин
- предполагаемая рабочая температура 60°C

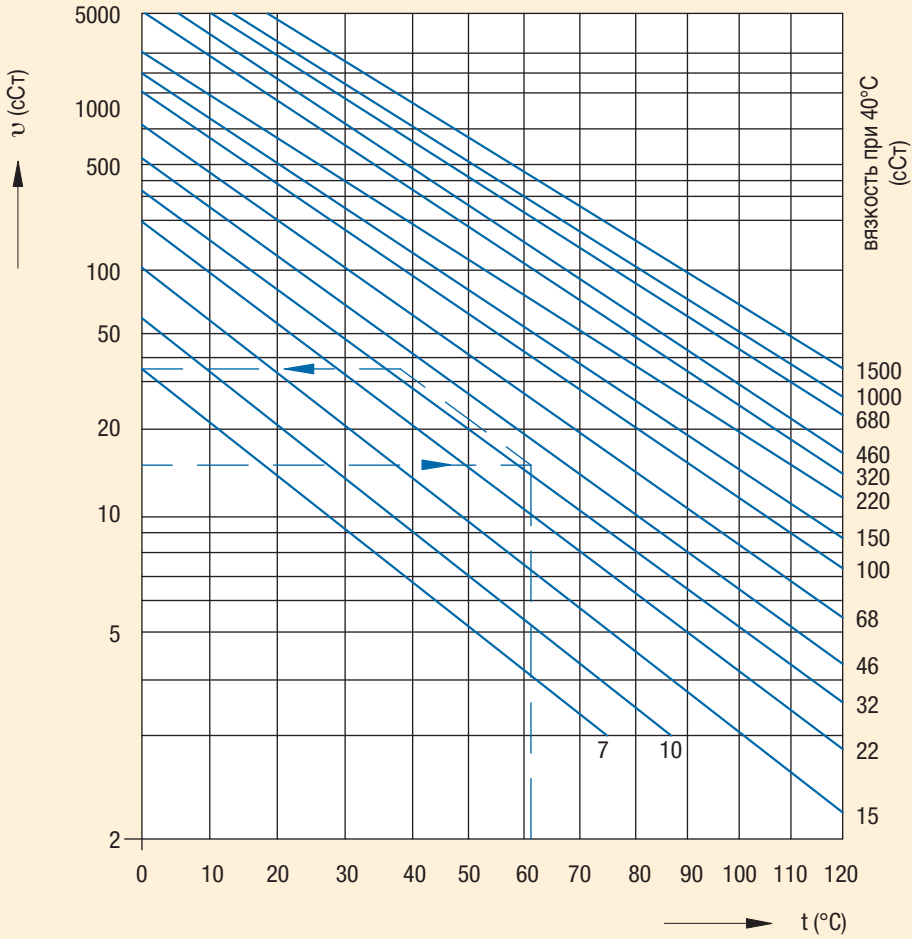
Для этих условий, согласно графику (рисунок 23), минимальная кинематическая вязкость  $\nu_1 = 17$  cSt.

Если рабочая температура составляет 60°C по диаграмме на Рисунке 24 можно определить, что требуется смазочное масло, кинематическая вязкость которого должна быть  $\nu$  мин. 35 cSt.

Для упорных сферических роликоподшипников кинематическая вязкость смазочного масла приблизительно определяется в зависимости от  $n \times d$ , где  $n$  - это частота вращения подшипника в оборотах в минуту, а  $d$  - внутренний диаметр в мм, согласно Таблице 37. Более низкие значения подходят для подшипников с более низкой грузоподъемностью, для которых действительно  $P_a \leq 0,1 C_a$ . Более высокие значения действительны для  $P_a > 0,1 C_a$ .

| Вязкость масла для упорных сферических роликоподшипников |  | Tab. 37 |
|--|--|---------|
| d.n  | Кинематическая вязкость масла<br>мм <sup>2</sup> /с при 40°C |         |
| 1 000  | 250 - 550  |         |
| 10 000   | 100 - 250  |         |
| 100 000  | 45 - 100   |         |
| 200 000  | 30 - 80  |         |





### 4.3 СМАЗЫВАНИЕ ТВЕРДЫМИ СМАЗКАМИ

Твердые смазки применяются для смазывания подшипника, если пластичная смазка или масло не могут обеспечить необходимые характеристики смазывания, в сложных условиях применения, где есть высокие температуры, воздействие химикатов и т.д. В этом случае необходимо проконсультироваться у производителя подшипников относительно метода смазывания и условий применения.