

Министерство образования и науки Самарской области

государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области «Усольский сельскохозяйственный техникум»

Дисциплина ОПД 02 Техническая механика

Курс 2 группа 21 м

Преподаватель Евдокимов В.Н      [evdokimov412@yandex.ru](mailto:evdokimov412@yandex.ru)

Урок № 111-112      Дата 07.05.2020 г

**Тема : Характеристики подшипников качения. Достоинства и недостатки подшипников качения**

Наибольшее распространение получили *шариковые радиальные однорядные подшипники* (см. рис. 1, а). *Шариковый однорядный радиальный* (тип 0000) является базовым для сравнения с ним других типов; это наиболее быстроходный и дешевый подшипник, но с меньшей грузоподъемностью. Эти подшипники допускают сравнительно большую угловую скорость, особенно с сепараторами из цветных металлов или из пластмасс, допускают небольшие перекосы вала (от 15' до 30') и могут воспринимать незначительные осевые нагрузки. Допустимая осевая нагрузка для радиальных несамоустанавливающихся подшипников не должна превышать 70% от неиспользованной радиальной грузоподъемности подшипника. По сравнению с подшипниками других типов имеют минимальные потери на трение; фиксируют положение вала относительно корпуса в двух осевых направлениях. Радиальные однорядные шарикоподшипники с двумя защитными шайбами заполняются на заводе-изготовителе пластичным смазочным материалом и в дополнительном смазывании не нуждаются.

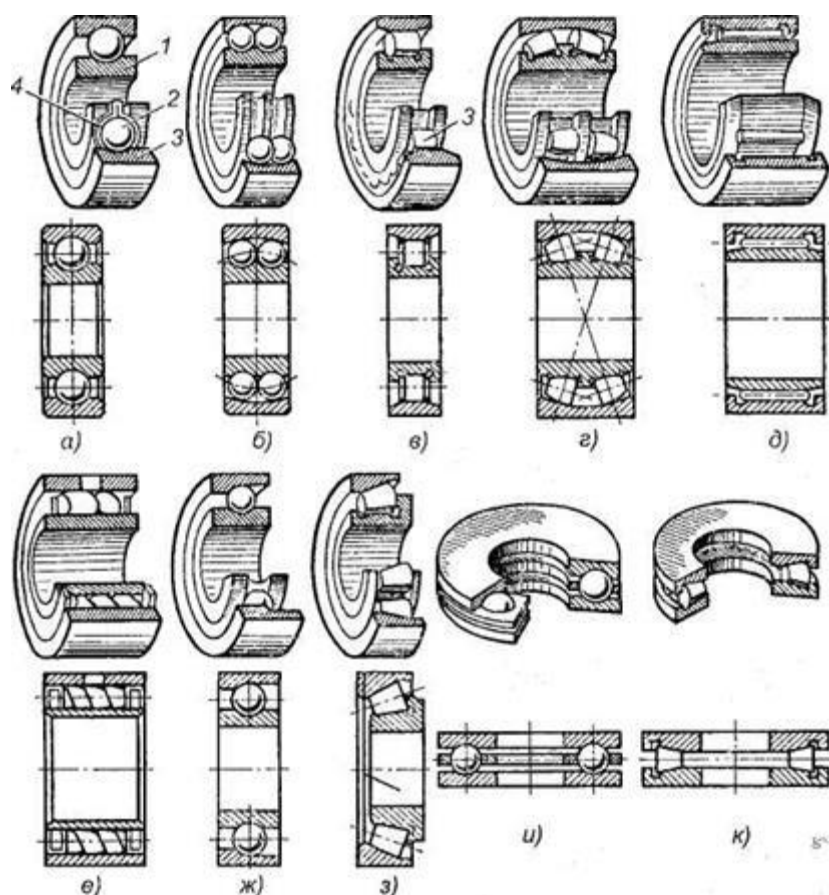


Рис. 1. Подшипники качения: а, б, в, г, д, е — радиальные подшипники; ж, з — радиально-упорные подшипники; и, к — упорные подшипники; 1 — внутреннее кольцо; 2 — тело качения; 3 — наружное кольцо; 4 — сепаратор

**Роликовые радиальные** подшипники с короткими роликами (см. рис. 1, в) (типы 2000, 32000, 52000 – без бортов на том или ином кольце) по сравнению с аналогичными по габаритным размерам шарикоподшипниками обладают увеличенной грузоподъемностью, хорошо выдерживают ударные нагрузки. Однако они совершенно не воспринимают осевых нагрузок и не допускают перекоса вала (ролики начинают работать кромками, и подшипники быстро выходят из строя). Нагрузочная способность таких подшипников по сравнению с однорядными шариковыми больше примерно в 1,5 раза, а долговечность в 3,5 раза. Конструктивные разновидности этих подшипников зависят от наличия и расположения бортов на наружных и внутренних кольцах. Подшипники без бортов на наружном или внутренних кольцах дают возможность валу перемещаться относительно корпуса в осевом направлении (также подшипники широко используются как плавающие опоры).

**Роликовые радиальные подшипники с витыми роликами** (см. рис. 1, е) применяют при радиальных нагрузках ударного действия; удары смягчаются податливостью витых роликов. Эти подшипники менее требовательны к точности сборки и к защите от загрязнений, имеют незначительные радиальные габаритные размеры.

**Игольчатые подшипники** (см. рис. 1, д) (тип 4000) отличаются малыми радиальными габаритными размерами, находят применение в тихоходных (до 5 м/с) и тяжело нагруженных узлах, так как выдерживают большие радиальные нагрузки. В настоящее время их широко используют для замены подшипников скольжения. Эти подшипники воспринимают только радиальные нагрузки и не допускают перекоса валов. Для максимального уменьшения размеров применяют подшипники в виде комплекта игл, непосредственно опирающихся на вал, с одним наружным кольцом.

**Самоустанавливающиеся радиальные двухрядные сферические** шариковые (рис. 1, б) и роликовые (см. рис. 1, з) подшипники применяют в тех случаях, когда перекос колец подшипников может составлять до 2—3°. Эти подшипники допускают незначительную осевую нагрузку (порядка 20% от неиспользованной радиальной) и осевую фиксацию вала. Подшипники имеют высокие эксплуатационные показатели, но они дороже, чем однорядные.

**Конические роликоподшипники** (см. рис. 1, з) находят применение в узлах, где действуют одновременно радиальные и односторонние осевые нагрузки. Эти подшипники могут воспринимать также и ударные нагрузки. Радиальная грузоподъемность их в среднем почти в 2 раза выше, чем у радиальных однорядных шарикоподшипников. При чисто радиальной нагрузке в подшипнике возникает осевая составляющая, которую компенсируют осевой нагрузкой противоположного направления: поэтому для фиксации вала в обе стороны подшипники устанавливают попарно. Подшипники допускают регулирование осевой игры и радиального зазора; перекос вала относительно оси конуса недопустим. Их рекомендуется устанавливать при средних и низких угловых скоростях вала (до 15 м/с).

Аналогичное использование имеют **радиально-упорные шарикоподшипники** (см. рис. 1, ж), применяемые при средних и высоких угловых скоростях. Радиальная грузоподъемность у этих подшипников на 30—40% больше, чем у радиальных однорядных. Их выполняют разъемными со съёмным наружным кольцом и неразъемными.

**Шариковые и роликовые упорные подшипники** (см. рис. 1, и, к) предназначены для восприятия односторонних осевых нагрузок. Применяются при сравнительно невысоких угловых скоростях, главным образом на вертикальных валах. Упорные подшипники радиальную нагрузку не воспринимают. При необходимости установки упорных подшипников в узлах, где действуют не только осевые, но и радиальные нагрузки, следует дополнительно устанавливать радиальные подшипники. Подшипники очень чувствительны к несоосности и перекосам осей; их не следует устанавливать в опорах горизонтальных валов, имеющих высокие частоты вращения, так как под действием центробежных сил шарики могут выйти из беговых дорожек, при этом возрастает сила трения, увеличивается нагрев.

В некоторых конструкциях, где приходится бороться за уменьшение радиальных габаритов, применяются т.н. "бескольцевые" подшипники, когда тела качения установлены непосредственно между валом и корпусом. Однако нетрудно догадаться, что такие конструкции требуют сложной, индивидуальной, а, следовательно, и дорогой сборки-разборки.

## **Достоинства и недостатки подшипников качения**

### **Достоинства подшипников качения:**

- низкое трение, низкий нагрев;
- значительно (5...10 раз) меньшие пусковые моменты;
- высокий КПД (до 0,995);
- экономия смазки;
- высокий уровень стандартизации;
- небольшие габариты в осевом направлении;
- невысокая стоимость вследствие массового производства;
- менее жесткие требования к материалу, термообработке и качеству поверхностей валов и посадочных отверстий корпусов, а также по уходу за подшипниковыми узлами в процессе эксплуатации машин;
- высокая степень взаимозаменяемости;
- экономия дорогих антифрикционных материалов и цветных металлов.

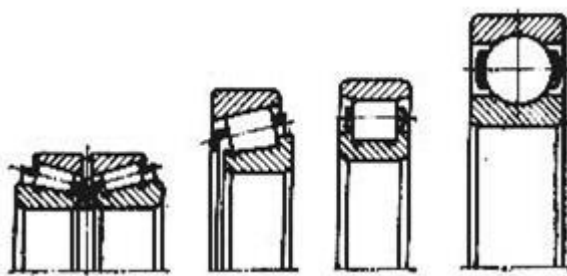
**Недостатки подшипников качения:**

- высокие контактные напряжения, и поэтому ограниченный срок службы;
- большие радиальные габариты и вес;
- высокие требования к оптимизации выбора типоразмера;
- малая надежность в высокоскоростных приводах;
- большая чувствительность к ударным нагрузкам вследствие большой жесткости конструкции;
- повышенный шум при больших оборотах;
- ненадежность при работе в агрессивных средах (например, в воде);
- слабая виброзащита, более того, подшипники сами являются генераторами вибрации за счёт даже очень малой неизбежной разноразмерности тел качения;
- ограничение срока службы, особенно при больших скоростях и нагрузках. Это вызвано возникновением высоких контактных напряжений, вызывающих усталостное выкрашивание колец и тел качения;
- большое рассеивание сроков службы в каждой партии подшипников при одинаковых нагрузках и скоростях;
- нерентабельность мелкосерийного и штучного производства;
- высокая жесткость, то есть неспособность воспринимать ударные нагрузки;
- меньшая способность гасить колебания.

**Стоимость подшипников** зависит не только от их класса точности, но и от массовости их выпуска, размеров, сложности конструкции, типа сепаратора. Например, по сравнению со стоимостью радиальных однорядных шарикоподшипников:

- сферические шарикоподшипники с таким же внутренним посадочным диаметром имеют примерно ту же стоимость;
- сферические роликоподшипники – дороже более чем в 2 раза;
- упорные шарикоподшипники – на 12...15% дешевле;
- шариковые с латунным сепаратором в 2...2,5 раза дороже (из-за стоимости сепаратора и ограниченного выпуска);
- радиально-упорные роликовые – на 35...70% дороже;
- радиальные подшипники с цилиндрическими роликами и стальными сепараторами – в 1,2...1,6 раза дороже (в связи с малым выпуском).

Однако необходимо заметить, что габариты подшипников (следовательно, и стоимость) в значительной степени зависят от их динамической грузоподъемности (рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Сравнительная оценка габаритов подшипников различных типов с одинаковой грузоподъемностью**

Поэтому соотношения стоимости подшипников, отнесенные к их динамической грузоподъемности, будут совсем иные. В этом случае самыми дешевыми оказываются радиально-упорные роликовые подшипники, а наиболее дорогими – радиально-упорные шариковые.

**Общие тенденции развития конструкций подшипниковых узлов следующие:**

- Для слабонагруженных подшипниковых узлов применяют радиальные однорядные шариковые подшипники (как наиболее дешевые).

- Расширяется применение радиально-упорных подшипников в узлах с осевыми нагрузками.
- Расширяется применение роликовых подшипников, что связано, в свою очередь, с тенденцией повышения жесткости машин.
- Расширяется применение подшипников качения в специальных областях благодаря выпуску антимангнитных, коррозионностойких, жаростойких, малозумных и других специальных подшипников.
- Расширение области применения роликовых подшипников, что связано с общим повышением точности изготовления и жесткости элементов машин;
- Расширение применения радиально-упорных подшипников, что обусловлено повышением быстроходности валов машин и неудовлетворительной работой шариковых и роликовых подпятников при больших скоростях вращения;
- Расширение применения подшипников качения в специфических условиях эксплуатации благодаря выпуску антимангнитных, антикоррозийных, термостойких, малозумных и других видов подшипников;
- Облегчение эксплуатации и встраиваемости подшипников в узлах машин применением подшипников герметизированных, самосмазывающихся, с упорными бортами и др.
- Изготовление подшипниковой промышленностью целых подшипниковых узлов.

### **Сравнительная характеристика подшипников качения и скольжения**

*При проектировании узла вал—подшипник перед конструктором стоит задача выбора типа опоры скольжения или качения. При возможности обеспечения жидкостного режима смазывания в узле можно рекомендовать опоры с подшипниками скольжения, имеющими следующие преимущества по сравнению с подшипниками качения: простота конструкции и компоновки; незначительные габаритные размеры; способность выдерживать большие радиальные и ударные нагрузки; возможность ремонта и низкая стоимость подшипника скольжения, особенно при больших диаметрах; значительно меньшие потери на трение в пусковые моменты; большая надежность против заедания и пожарная безопасность; возможность безаварийной работы при кратковременных перебоях с подачей смазки. Увеличение угловой скорости вала, имеющего подшипники качения, резко снижает их долговечность. Вследствие малой площади поверхности рабочих элементов подшипников качения эти опоры называются более жесткими, что является одной из причин шума, а иногда и вибрации узла, особенно при больших угловых скоростях.*

*Кольца подшипников качения — цельные (неразъемные). Это делает их непригодными в некоторых случаях, например, для установки на коленчатые валы.*

Заменить подшипники скольжения 1, 2 (рис. 2) на подшипники качения нельзя. Кольца подшипников качения — цельные (неразъемные). Это делает их непригодными для монтажа в некоторых случаях, например, на шатунных и коренных (промежуточных) шейках неразборных коленчатых валов и др

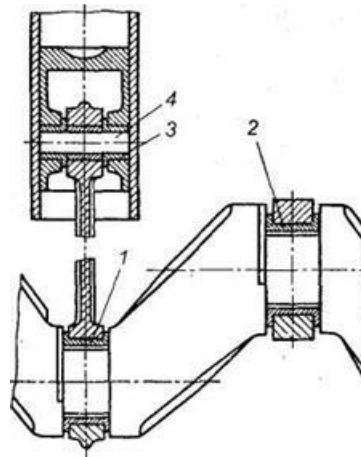


Рис. 2. Установка подшипников на коленчатом валу

Замена подшипника скольжения 3 на игольчатый подшипник принципиально возможна. Игольчатый подшипник имеет меньший наружный диаметр, чем шариковые и роликовые подшипники, и выдерживает большие ударные нагрузки. При установке пальца шатуна 4 с высокой поверхностной прочностью можно использовать игольчатый подшипник без внутренней обоймы. Это позволит уменьшить габаритные размеры подшипникового узла.

По сравнению с подшипниками качения подшипники скольжения требуют повышенного расхода смазочного материала, который должен поступать непрерывно, так как иначе происходит быстрый нагрев и заклинивание подшипникового узла.

Подшипники качения по сравнению с подшипниками скольжения требуют, как правило, меньшего расхода энергии, удобнее в эксплуатации, не требуют постоянного ухода (смазывание их производится периодически), имеют незначительный рабочий радиальный зазор, большая несущая способность на единицу ширины подшипника; значительно меньший расход цветных материалов; более высокая точность и меньшая стоимость вследствие стандартизации и централизованного массового производства; большая надежность против заедания и пожарная безопасность (устранение горения букс вагонов при переходе на роликоподшипники).

Вследствие незначительной ширины колец подшипников качения достигается компактность узла, что важно при стесненных габаритных размерах в осевом направлении. По этим и многим другим причинам подшипники качения имеют самое широкое применение в современном машиностроении, и в большинстве случаев они вытеснили подшипники скольжения.

### Список использованных источников

1. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. 3-е изд.: Высш. Шк., 1984.- 255 с., ил.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 559с.
3. <http://ifio.npi-tu.ru/>
4. <http://www.detalmach.ru/>

### Вопросы для самоконтроля:

1. Характеристики подшипников качения
2. Достоинства и недостатки подшипников качения
3. Сравнительная характеристика подшипников качения и скольжения