

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  

---

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ  

---

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

---

---

Кафедра мелиоративных и строительных машин

# ВАЛЫ, ОСИ, ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Для студентов специальностей 1-74 06 06 – материально-  
техническое обеспечение АПК, 1-74 04 01 – сельское  
строительство и обустройство территорий,  
1-74 05 01 – мелиорация и водное хозяйство

Горки 2003

Одобрено методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства  
28.10.2003.

Составили: В.М. ГОРЕЛЬКО, В.А. ДРЕМУК, Е.И. МАЖУГИН, В.Д. ПРУДНИКОВ.  
Под общей редакцией В.М. ГОРЕЛЬКО.

Компьютерный набор выполнила Н.Д. Новикова.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Валы и оси .....	3
2. Подшипники качения.....	5
3. Подшипники скольжения .....	10

УДК 631.3.07(072)

**Валы, оси, подшипники качения и скольжения:** Методические указания к лабораторной работе /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. В. М. Горелько, В. А. Дремук, Е. И. Мажугин, В.Д. Прудников. Горки, 2003.12 с.

Даны описание конструкций валов, осей, их применения в машинах. Приведена характеристика подшипников качения и скольжения, система условных обозначений, применение в механизмах и машинах.

Для студентов инженерных и строительных специальностей.

Таблиц 1, рис. 7.

Рецензент канд. техн. наук, доцент М.П. ТРЕТЬЯК.

©Составление В.М. Горелько, В.А. Дремук,  
Е.И. Мажугин, В.Д. Прудников, 2003

© Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2003

**Цель работы:** изучить конструкции, назначение, применение валов и осей; конструкции, назначение и маркировки подшипников качения и скольжения.

## 1. ВАЛЫ И ОСИ

Зубчатые и червячные колеса, шкивы, звездочки и другие вращающиеся детали машин устанавливаются на валах и осях.

Вал предназначен для поддержания сидящих на нем деталей и передачи вращающего момента. При работе вал испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях дополнительно растяжение и сжатие.

Ось – деталь, предназначенная только для поддержания сидящих на ней деталей. В отличие от вала ось не передает вращающего момента и, следовательно, не испытывает кручения.

По форме геометрической оси валы разделяют на прямые (рис. 1, в, г), коленчатые (рис. 1, д) и гибкие, с изменяемой формой геометрической оси (рис. 1, е). Оси (рис. 1, а, б) подвергаются в основном воздействию изгибающих моментов. Они разделяются на неподвижные (рис. 1, а), как у блоков грузоподъемных полиспастов, и вращающиеся (рис. 1, б).

Опорные участки валов (рис. 2, 1 и 2) называют цапфами. Концевые цапфы 1 называют шипами, промежуточные цапфы 2 – шейками. Опорами для шипов и шеек служат подшипники 3. Для соединения вращающихся деталей с валами, например зубчатого колеса с валом (рис.2), применяют шпонки (от одной до трех по окружности вала) или делают шлицевые соединения.

Валы в большинстве случаев выполняют ступенчатыми (рис.1, г; 2). Эта форма удобна в изготовлении и сборке; уступы валов могут воспринимать большие осевые силы. Основными материалами для валов, как и для зубчатых колес, служат углеродистые и легированные стали.

Пятой называют цапфу, передающую осевую нагрузку (рис. 3). Опорами для пят служат подпятники (подшипники, воспринимающие осевые силы). Пяты по форме могут быть сплошными (рис. 3,а), кольцевыми (рис. 3,б) и гребенчатыми (рис. 3, в). Гребенчатые пяты применяют редко.

Цапфы могут быть по форме цилиндрическими (рис.4 а, б), коническими (рис.4, в) и сферическими (рис.4, г). В большинстве случаев применяются цилиндрические цапфы.

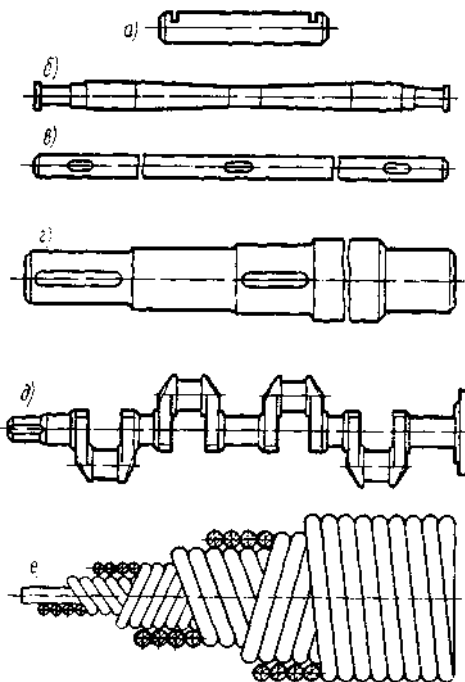


Рис. 1. Основные типы валов и осей.

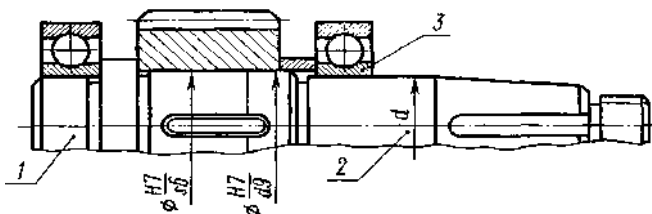


Рис. 2. Прямой ступенчатый вал:  
1 – шип; 2 – шейка; 3 – подшипник.

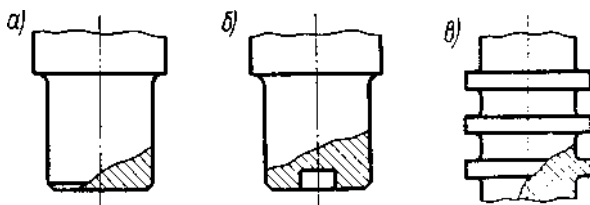


Рис. 3. Пяты.

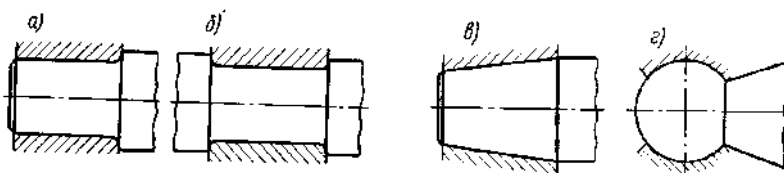


Рис. 4. Конструкции цапф.

## 2. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Подшипники качения (рис. 5) представляют собой готовый узел, основным элементом которого являются тела качения – шарики или ролики, установленные между кольцами (наружным и внутренним) и удерживаемые на определенном расстоянии друг от друга обоймой, называемой сепаратором.

В процессе работы тела качения катятся по дорожкам качения колец, одно из которых в большинстве случаев неподвижно.

Подшипники качения широко распространены во всех отраслях машиностроения. Они стандартизованы и изготавливаются в массовом производстве на крупных специализированных заводах.

### **Достоинства:**

1. Сравнительно малая стоимость вследствие массового производства подшипников.

2. Малые потери на трение и незначительный нагрев (потери на трение при пуске и установившемся режиме работы практически одинаковы).

3. Высокая степень взаимозаменяемости, что облегчает монтаж и ремонт машин.

4. Малый расход смазочного материала.

5. Не требуют особого внимания и ухода.

6. Малые осевые размеры.

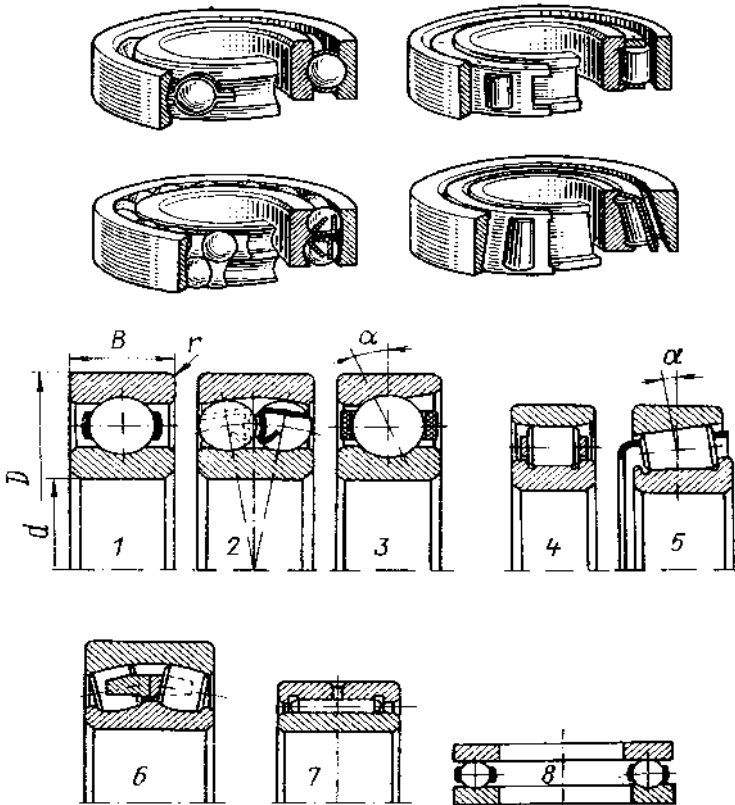


Рис. 5. Основные типы подшипников качения.

### Недостатки:

1. Высокая чувствительность к ударным и вибрационным нагрузкам вследствие большой жесткости конструкции подшипника.
2. Малонадежны в высокоскоростных приводах из-за чрезмерного нагрева и опасности разрушения сепаратора от действия центробежных сил.
3. Сравнительно большие радиальные размеры.
4. Шум при больших скоростях.
5. Неразъемность конструкции, что не позволяет применять подшипники качения в некоторых сборочных единицах.

Подшипники качения классифицируют:

а) По направлению воспринимаемой нагрузки – радиальные (рис.5, 1, 2, 4, 6, 7), радиально-упорные (рис. 5, 3, 5), упорно-радиальные и упорные (рис. 5, 8).

б) По форме тел качения – шариковые и роликовые.

в) По числу рядов тел качения – однорядные, двухрядные и четырехрядные.

г) По способу самоустановки – несамоустанавливающиеся и самоустанавливающиеся (сферические).

д) По габаритным размерам – на серии:

по радиальным размерам – сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние и тяжелые;

по ширине – узкие, нормальные, широкие, особо широкие.

Подшипники качения маркируют нанесением на торец колец (чаще всего на наружное кольцо) ряда цифр и букв, условно обозначающих внутренний диаметр, серию, тип, конструктивные разновидности, класс точности и другие характеристики подшипника.

Основное обозначение подшипника может содержать от 2 до 7 знаков. При этом следует иметь в виду, что если левее «0» нет значащих цифр, то ноль не пишется, но подразумевается. Дополнительные знаки слева и справа от основного обозначения могут и отсутствовать, если подшипник не имеет каких-либо конструктивных отклонений от основного базового типа.

Порядок расположения основных и дополнительных знаков условного обозначения показан на следующей схеме:

Дополнительные знаки слева от основного обозначения (могут отсутствовать)

×	Момент трения (1, 2, 3 ... и т.д.)
×	Радиальный зазор (1, 2, 3 ... и т.д.)
×	Класс точности (0; 6; 5; 4; 2)

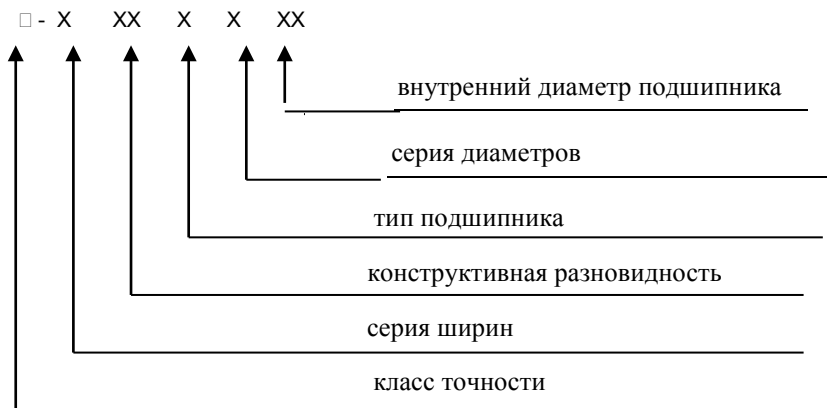
Основные знаки условного обозначения подшипника

7	6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---

Дополнительные знаки справа от основного обозначения (могут отсутствовать)

	Материал деталей подшипника
×××	Конструктивные изменения подшипника
××	Модифицированный контакт роликоподшипников
××	Специальные технические требования
××	Температура отпуска колец
×××	Смазка для закрытых подшипников
××	Шумность

Порядок расположения знаков условных обозначений подшипников с внутренним диаметром от 10 до 495 мм следующий:



Первые две цифры справа определяют внутренний диаметр подшипника. Для диаметров от 20 до 495 мм включительно обозначают цифрой, соответствующей частному от деления значения этого диаметра на 5. Если диаметр отверстия не делится без остатка на 5, то размер внутреннего диаметра подшипника обозначается целым ближайшим частным от деления, причем в условном обозначении на третьем месте ставится цифра 9.

Для диаметров от 10 до 20 мм применяется следующее обозначение:

10 мм	12мм	15 мм	17 мм	20 мм	Диаметр
00	01	02	03	04	Обозначение

Для всех подшипников с внутренними диаметрами до 9 мм включительно первая цифра условного обозначения справа указывает фактический размер внутреннего диаметра в миллиметрах, при этом на третьем месте ставится цифра 0. Вторая цифра при этом обозначает серию диаметров.

Подшипники с внутренним диаметром 0,6; 1,5; 2,5; 22; 28; 32; 500 мм и более обозначаются дробью, знаменатель которой указывает действительный размер внутреннего диаметра, а числитель – все остальные параметры (согласно вышеприведенного обозначения в установленном для всех подшипников порядке).

Третья цифра справа (иногда в сочетании с седьмой цифрой) указывает серию подшипника (таблица).

**Обозначение серий по наружному диаметру подшипников**

Цифра	8; 9	1; 7	2	5	3	6	4
Серия	Сверх-легкая	Особо-легкая	Легкая	Легкая широкая	Средняя	Средняя широкая	Тяжелая

Четвертая цифра справа обозначает тип подшипника (рис.5):

0 – шариковый радиальный однорядный (1);

1 – шариковый радиальный двухрядный сферический (2);

2 – роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами (4);

3 – роликовый радиальный двухрядный сферический (6);

4 – радиальный роликовый с длинными цилиндрическими роликами (7);

5 – радиальный роликовый с витыми роликами;

6 – радиально-упорный шариковый (3);

7 – роликовый конический (5);

8 – упорный (или упорно-радиальный) шариковый (8);

9 – упорный (или упорно-радиальный) роликовый.

Пятая (или пятая и шестая) цифры справа указывают на конструктивные особенности подшипника.

Седьмая (в сочетании с третьей) цифра указывает серию ширины подшипника.

Цифры 2; 4; 5 и 6, стоящие через тире впереди у основного обозначения подшипника, указывают его класс точности. Нормальный класс точности обозначается цифрой 0, которая (если левее нет значащей цифры) не проставляется.

Примеры условного обозначения подшипников качения:

211 – подшипник шариковый радиальный, легкой серии, с внутренним диаметром 55 мм, нормального класса точности;

6-2408 – подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами, тяжелой серии, с внутренним диаметром 40 мм, шестого класса точности;

80501С17 – подшипник шариковый радиальный однорядный, легкой широкой серии, с внутренним диаметром 12 мм, с двумя защитными шайбами (закрытый) (8), заполненный смазкой Литол-24 (С17), нормального класса точности;

6-36107А – подшипник шариковый радиально-упорный однорядный, особо легкой серии, с внутренним диаметром 35 мм, углом контакта  $\alpha = 12^\circ$  (6) повышенной грузоподъемности (А), шестого класса точности;

6-46107А и 6-66107А – то же, только с углом контакта  $\alpha = 26^\circ$  и  $\alpha = 36^\circ$  соответственно;

7208Р – подшипник роликовый конический однорядный, легкой серии, с внутренним диаметром 40 мм, детали выполнены из теплоустойчивых сталей (Р), нормального класса точности;

97208Р – то же, только подшипник двухрядный (9);

77208Р – то же, только подшипник четырехрядный (7);

27208Р – то же, только с повышенным (до  $25 \dots 27^\circ$ ) углом контакта (2);

8100Б – подшипник упорный шариковый одинарный, особо легкой серии, с внутренним диаметром 10 мм, сепаратор выполнен из бронзы (Б), нормального класса точности;

38100Б – то же, только подшипник двухрядный;

9112 – подшипник роликовый упорный одинарный с цилиндрическими роликами, особо легкой серии, с внутренним диаметром 60 мм, нормального класса точности;

19112 – то же, только с коническими роликами.

### 3. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Подшипники скольжения – это такие узлы, у которых опорный участок вала скользит по поверхности подшипника.

По своей конструкции подшипники скольжения делятся на неразъемные (рис. 6 и разъемные (рис. 7).

Неразъемные относятся к простейшим подшипникам, применяемым при небольших угловых скоростях вращения валов и осей.

Более современными являются разъемные подшипники, конструкция которого показана на рис. 7.

Он состоит из корпуса 1 и крышки 2, между ними болтами зажаты нижний 4 и верхний 3 вкладыши. Вкладыши изготавливаются из антифрикционных материалов или покрываются ими по внутренней поверхности. В разъем между вкладышами перед их расточкой устанавливаются металлические прокладки 5, которые затем по мере износа трущихся частей удаляются, позволяя уменьшить зазор между цапфой и вкладышем.

**Достоинства** подшипников скольжения:

1. Надежно работают в высокоскоростных приводах (подшипники качения в этих условиях имеют низкую долговечность).

2. Способны воспринимать большие ударные и вибрационные нагрузки вследствие демпфирующего действия масляного слоя.

3. Работают бесшумно.

4. Имеют сравнительно малые радиальные размеры.

5. Разъемные подшипники допускают установку их на шейки коленчатых валов; при ремонте не требуют демонтажа муфт, шкивов и т.д.

6. Для тихоходных машин могут иметь весьма простую конструкцию.

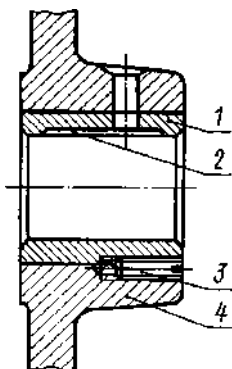


Рис. 6. Неразъемный подшипник, встроенный в станину машины:

- 1 – антифрикционная втулка;  
2 – смазочная канавка; 3 – стопорный винт; 4 – станина машины.

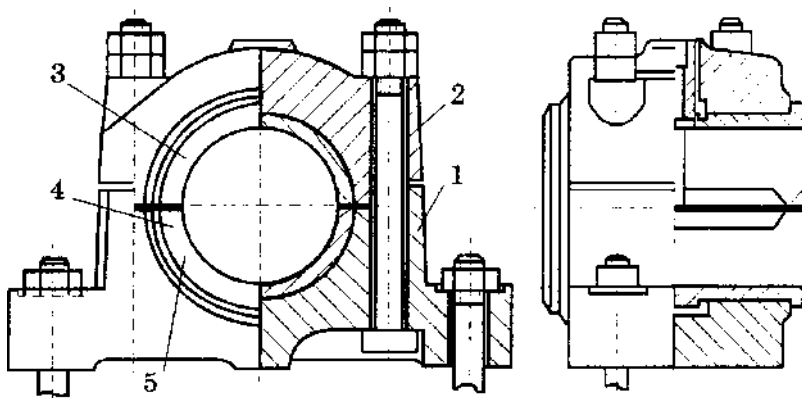


Рис. 7. Подшипник скольжения разъемный:

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – вкладыш верхний;  
4 – вкладыш нижний; 5 – набор прокладок.

### **Недостатки:**

1. В процессе работы требуют постоянного надзора из-за высоких требований к смазыванию и опасности перегрева; перерыв в подаче смазочного материала ведет к выходу из строя подшипника.
2. Имеют сравнительно большие осевые размеры.
3. Значительные потери на трение в период пуска и при несовершенной смазке.

### **Применение:**

1. Для валов с ударными и вибрационными нагрузками (молоты, поршневые машины и т.д.).
2. Для коленчатых валов, когда по условиям сборки требуются разъемные подшипники.
3. Для валов больших диаметров, для которых отсутствуют подшипники качения.
4. Для высокоскоростных валов, когда подшипники качения непригодны (центрифуги, турбокомпрессоры и др.).
5. При высоких требованиях к точности работы вала (шпиндели станков и др.).
6. В тихоходных машинах.
7. При работе в воде и агрессивных средах, в которых подшипники качения неработоспособны.

### **Контрольные вопросы**

1. Какая разница между валом и осью? Какие деформации испытывают вал и ось при работе?
2. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?
3. Из каких деталей состоят подшипники качения? Какова роль сепараторов в подшипниках?
4. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения?
5. Как классифицируются подшипники качения по направлению воспринимаемой нагрузки, форме тел качения и габаритным размерам?
6. Какие основные типы шарико- и роликоподшипников различают по конструкции?
7. Каковы особенности конструкции и работы сферических и игольчатых подшипников?
8. Дать полную характеристику предложенных подшипников.
9. Какие типы подшипников скольжения различают по конструкции?
10. Какими достоинствами и недостатками обладают подшипники скольжения и в каких областях машиностроения их применяют?
11. Как устроены подшипники скольжения? Каково назначение вкладышей?

Учебно-методическое издание

**Владимир Михайлович Горелько**  
**Владимир Алексеевич Дремук**  
**Евгений Иванович Мажугин**  
**Владимир Данилович Прудников**

ВАЛЫ, ОСИ, ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ

Методические указания к лабораторной работе

Редактор Е.Г. Бутова  
Техн. редактор Н.К. Шапрунова

Подписано в печать 05.12.2003.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага для множительных аппаратов.

Печать ризографическая. Гарнитура "Таймс".

Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд. л. 0,61

Тираж 125 экз. Заказ . Цена 920 руб.

---

Редакционно-издательский отдел БГСХА  
213410, г. Горки Могилёвской области, ул. Студенческая, 2  
Отпечатано на ризографе копировально-множительного бюро  
БГСХА, г. Горки, ул. Мичурина, 5

