

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 № 101-102 Дата 29.04.2020 г

**Тема: Валы и оси. Применение и классификация, элементы конструкции.**

**Назначение, конструкция и материалы валов и осей**

Валом называют деталь (как правило, гладкой или ступенчатой цилиндрической формы), предназначенную для поддержания установленных на ней шкивов, зубчатых колес, звездочек, катков и т. д., и для передачи вращающего момента.

При работе вал испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях помимо изгиба и кручения валы могут испытывать деформацию растяжения (сжатия).

Некоторые валы не поддерживают вращающиеся детали и работают только на кручение.

Вал 1 (рис.1) имеет опоры 2, называемые подшипниками. Часть вала, охватываемую опорой, называют цапфой. Концевые цапфы именуют шипами 3, а промежуточные — шейками 4.

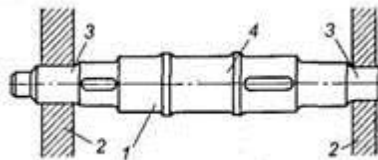


Рис.1. Прямой вал: 1 — вал; 2 — опоры вала; 3 — цапфы; 4 — шейка

*Осью называют деталь, предназначенную только для поддержания установленных на ней деталей.*

В отличие от вала ось не передает вращающего момента и работает только на изгиб. В машинах оси могут быть неподвижными или же могут вращаться вместе с сидящими на них деталями (подвижные оси).

Не следует путать понятия "ось колеса", это деталь и "ось вращения", это геометрическая линия центров вращения.

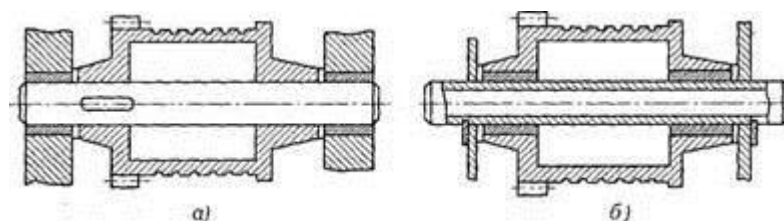


Рис.2. Конструкции осей:

а — вращающаяся ось; б — неподвижная ось

Формы валов и осей весьма многообразны от простейших цилиндров до сложных коленчатых конструкций. Известны конструкции гибких валов, которые предложил шведский инженер Карл де Лаваль ещё в 1889 г.

Форма вала определяется распределением изгибающих и крутящих моментов по его длине. Правильно спроектированный вал представляет собой балку равного сопротивления. Валы и оси вращаются, а следовательно, испытывают знакопеременные нагрузки, напряжения и деформации (рис.3). Поэтому поломки валов и осей имеют усталостный характер.

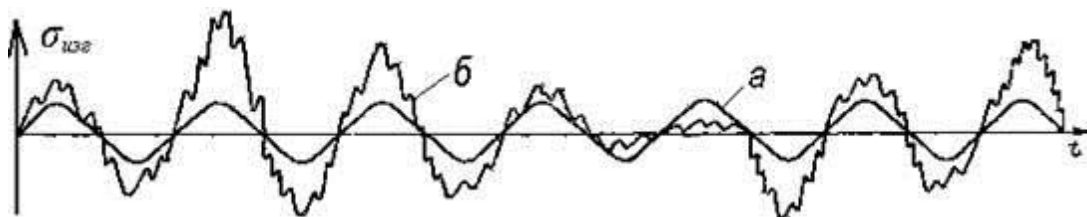


Рис. 3. Колебания изгибных напряжений оси колёсной пары в движении  
а — на малой скорости; б — на эксплуатационной скорости

### Классификация валов и осей

По назначению валы делят на валы передач (на них устанавливают детали передач) и коренные валы (на них устанавливают дополнительно еще и рабочие органы машины).

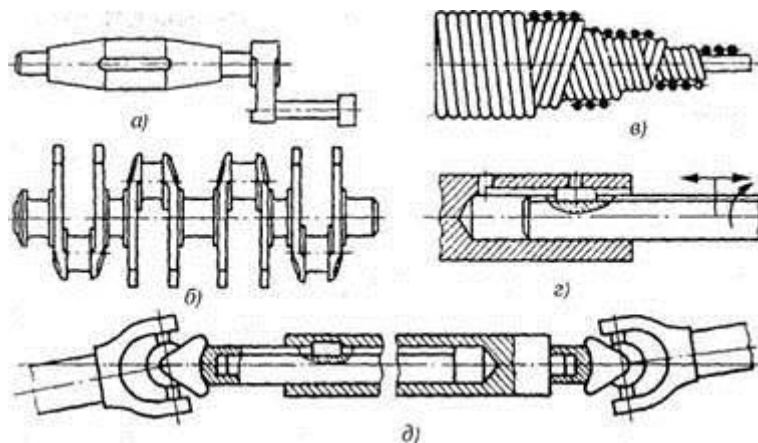


Рис.4. Типы валов: а — кривошипный вал; б — коленчатый вал; в — гибкий вал;

г — телескопический вал; д — карданный вал

Форма валов и осей разнообразна и зависит от выполняемых ими функций. Иногда, валы изготавливаются совместно с другими деталями, например, шестернями, кривошипами, эксцентриками.

По геометрической форме валы делят на: прямые (см. рис. 1); криво шипные (рис.4, а); коленчатые (рис.4, б); гибкие (рис.4, в); телескопические (рис.4, г); карданные (рис.4, д). Кривошипные и коленчатые валы используют для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное (поршневые двигатели) или наоборот (компрессоры); гибкие — для передачи вращающего момента между узлами машин,

меняющими свое положение в работе (строительные механизмы, зубообрабатывающие машины и т. п.); телескопические — при необходимости осевого перемещения одного вала относительно другого.

Гибкие валы изготавливаются многослойной навивкой стальной пружинной проволоки на тонкий центральный стержень. Они сохраняют достаточную гибкость лишь при небольших диаметрах, так как при увеличении диаметра момент инерции сечения, а, следовательно, и жесткость резко возрастают. Поэтому при всех положительных качествах и удобстве привода, такие валы не могут передавать сколько-нибудь значительной мощности и имеют сравнительно узкое применение.

Оси обычно изготавливают прямыми. Наиболее широко распространены в машиностроении прямые валы и оси. Коленчатые и криволинейные валы относятся к специальным деталям и в настоящем курсе не изучаются.

По конструктивным признакам: гладкие валы и оси (см. рис.2); ступенчатые валы и оси (см. рис.1); валы-шестерни; валы-червяки.

Для осевого фиксирования деталей на валу или оси используются уступы, буртики, конические участки, стопорные кольца, распорные втулки, которые могут монтироваться в одном комплекте с другими деталями.

Наиболее удобны для сборки узлов ступенчатые валы: уступы предохраняют детали от осевого смещения и фиксируют их положения при сборке, обеспечивают свободное продвижение детали по валу до места ее посадки. Желательно, чтобы высота уступов допускала разборку узла без вынимания шпонок из вала. Диаметры посадочных участков должны быть выполнены по ГОСТ 6636-69, поскольку на эти диаметры существуют калибры массового производства.

Для обеспечения необходимого вращения деталей вместе с осью или валом применяют шпонки, шлицы, штифты, профильные участки валов и посадки с натягом.

По типу сечения валы и оси бывают; сплошные (см. рис.2, а); полые (см. рис.2, б); комбинированные (рис.4, з). Применение полых валов приводит к существенному снижению массы и повышению жесткости вала при той же прочности, но изготовление полых валов сложнее сплошных. Полыми валы изготавливают и в тех случаях, когда через вал пропускают другую деталь, подводят масло.

Участки 1 осей и валов (рис.5), которыми они *опираются на подшипники* при восприятии осевых нагрузок, называют *пятами*. Опорами для пят служат подпятники 2. Посадочные поверхности валов и осей под ступицы насаживаемых деталей называют цапфами и выполняют цилиндрическими, коническими или шаровыми (рис.6). При этом принято называть промежуточные цапфы шейками, концевые — шипами. Широкое распространение в машиностроении получили цилиндрические цапфы; конические и шаровые цапфы применяют редко.

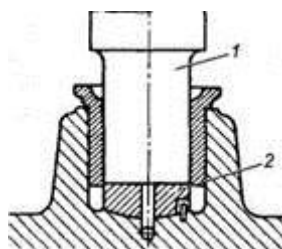


Рис. 5. Опора вертикального вала: 1 — пятa; 2 — подпятник

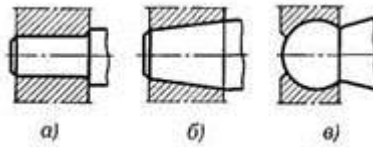


Рис. 6. Цапфы: цилиндрические - *а*; конические – *б*; шаровые – *в*

Переходные участки между двумя диаметрами выполняют: 1) с галтелью постоянного радиуса; 2) с галтелью переменного радиуса. Такая галтель снижает концентрацию напряжений и увеличивает долговечность. Применяется она на сильно нагруженных участках валов и осей.

Конструктивные разновидности переходных участков между ступенями валов и осей: канавка со скруглением для выхода шлифовального круга (рис. 7, *а*); галтель постоянного радиуса (рис. 7, *б*); галтель переменного радиуса (рис. 7, *в*).

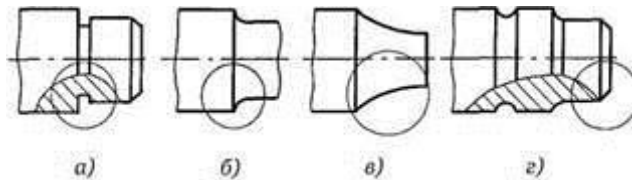


Рис.7. Конструктивные разновидности переходных участков вала: *а* — канавка; *б* — галтель;

*в* — галтель переменного радиуса; *г* — фаска

Торцы валов и осей делают с *фасками*, т. е. слегка обтачивают их на конце (см. рис. 7, *а*, *г*). Посадочные поверхности валов и осей обрабатывают на токарных и шлифовальных станках.

Запечки валов и осей препятствуют сдвигом лишь в одном направлении. В случае возможного осевого смещения в противоположную сторону для его исключения применяют гайки, штифты, стопорные винты и т. д. Концы валов для установки муфт, шкивов и других деталей, передающих вращающие моменты, выполняют цилиндрическими или коническими, а их размеры стандартизованы. Для установки шпонок вал снабжают пазом.

### **Материалы валов и осей**

В качестве материала для осей и валов чаще всего применяют углеродистые и легированные стали (прокат, поковка и реже стальные отливки), так как они обладают высокой прочностью, способностью к поверхностному и объемному упрочнению, легко получают прокаткой цилиндрические заготовки и хорошо обрабатываются на станках, а также высокопрочный модифицированный чугун и сплавы цветных металлов (в приборостроении). Для неответственных малонагруженных конструкций валов и осей применяют углеродистые стали без термической обработки. Ответственные тяжело нагруженные валы изготавливают из легированной стали 40ХНМА, 25ХГТ и др. Без термической обработки применяют стали 35 и 40, Ст5, Ст6, 40Х, 40ХН, 30ХНЗА, с термической обработкой — стали 45, 50 и др.

Шейки валов, работающие на трение в подшипниках скольжения, должны иметь более твердую поверхность (HRC=50-60), что может быть достигнуто применением

закалки ТВЧ или цементации и закалки.

При небольших диаметрах зубчатых колес вал и шестерню выполняют как одно целое. В этом случае материал для изготовления вала-шестерни выбирают в соответствии с требованиями, предъявляемыми к материалу шестерни.

Механическую обработку валов обычно производят в центрах, для чего заготовки валов снабжают центровыми отверстиями. Канавки, галтели, шпоночные пазы на одном валу желательнее иметь одинаковых размеров, чтобы обработать их одним и тем же инструментом.

В автомобильной и тракторной промышленности коленчатые валы двигателей изготавливают из ковкого или высокопрочного чугуна.

### **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/>

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Испытывает ли ось деформацию кручение?
2. Перечислите основные признаки классификации валов и осей
3. Что называют галтелью?
4. Укажите марки сталей, применяемых для изготовления валов и осей.