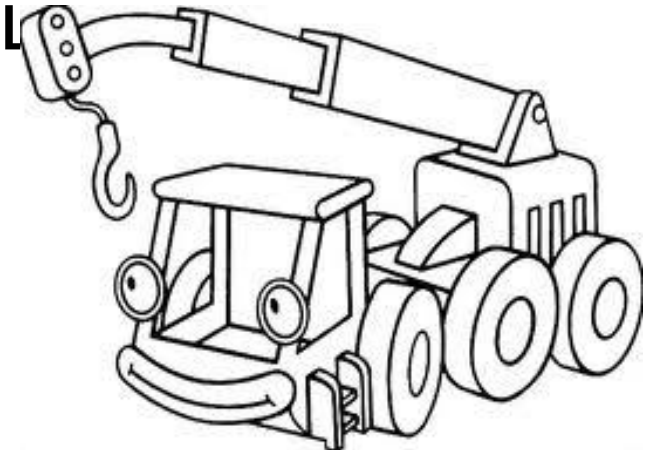


# Общие сведения о деталях машин



Дорожно-строительные машины состоят из отдельных частей, имеющих определенное назначение:

- силового оборудования;
- передаточных устройств;
- рабочего оборудования;
- системы управления машиной;
- базовой части машины.



На самоходных дорожно-строительных машинах самостоятельной частью является ходовое оборудование. Каждая часть машины состоит из отдельных агрегатов и узлов. Характерными примерами узлов являются:

- коробки передач;
- редукторы;
- подшипники в собственных корпусах.

Узлы делятся на звенья, из которых они собираются.

Так, например, редуктор состоит из металлического корпуса, называемого картером подшипников, закрепленных в корпусе редуктора, и отдельных валов с насаженными на них зубчатыми колесами (шестернями), втулок. Звенья состоят из отдельных деталей: валов, зубчатых колес, шкивов.

Узлы и звенья конструируются так, чтобы были унифицированы и взаимозаменяемы, могли легко сниматься и устанавливаться, а также легко разбираться для удобной замены деталей из которых они составлены; желательно, чтобы детали в звене (а еще лучше в узле) имели одинаковый срок службы, определяемый их физическим износом и надежностью конструкции.



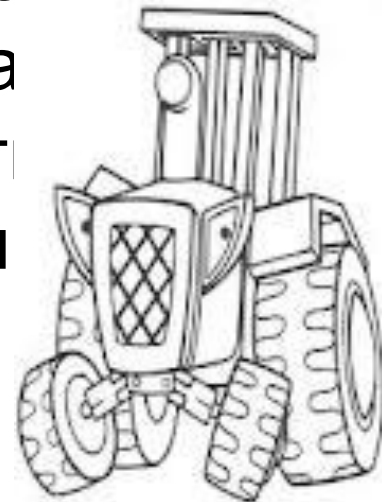
Детали и звенья машин подразделяют на общие, которые встречаются в машинах различного назначения (болты, гайки, валы, оси, зубчатые колеса, шкивы) и специальные, которые конструируются применительно к характеру и назначению определенных групп машин. Обычно из них изготавливают рабочее оборудование строительных машин (стрела, рукоять и ковш экскаватора).

Промежуточное положение между общими и специальными деталями и звеньями занимают те, из которых комплектуются узлы, входящие в состав грузоподъемных машин (крановое оборудование, тормозные устройства) и они же применяются и в других негрузоподъемных машинах (экскаваторах, бульдозерах,

В зависимости от назначения, общие детали машин подразделяются на соединительные и детали передаточных механизмов.

Соединительные детали служат для получения разъемных соединений; к ним относят резьбовые, шпоночные, клиновые, позволяющие произвести разъединение деталей без разрушения.

Передача механической энергии большей частью осуществляется при вращательном движении с помощью зубчатых колес, валов, муфт. В поддерживающие детали передач (зубчатые колеса, шкивы) опираются на подшипники или подпятники.



Под работоспособностью детали, звена или узла машины понимают состояние, при котором машина и ее элементы в данный момент времени соответствуют всем требованиям, установленным в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение машиной заданных функций. Работоспособность определяется совокупностью отдельных свойств, а именно:

- прочностью;
- жесткостью;
- износостойкостью;
- теплостойкостью;
- виброустойчивостью.



Детали машины изготавливают, как правило, в соответствии со стандартами, при составлении которых учитывается обобщенный передовой опыт отечественной и зарубежной промышленности.

В стандартах приводятся требования к конструкции, формам, размерам и способам изготовления, которым должны обязательно удовлетворять детали. Проектирование и изготовление деталей в соответствии со стандартами обеспечивает их высокое качество, упрощает ремонт машин благодаря взаимозаменяемости деталей и узлов.



# Общие указания о методах расчета деталей машин

Нагрузка на детали машин и напряжения, возникающие в них, как правило, переменны.

В зависимости от характера нагрузки, переменные напряжения в деталях могут изменяться во времени по величине к направлению по следующим схемам:

- ✓ **I схема** (напряжения, постоянные во времени, возникающие под действием статической нагрузки);
- ✓ **II схема** (напряжения, постоянные во времени по направлению (знаку) и переменные по величине, меняющиеся по линейному закону от нуля до максимума и обратно до нуля (пульсирующий цикл изменения напряжений));
- ✓ **III схема** (напряжения, переменные по направлению (знаку) и величине с изменением в пределах по линейному закону (симметричный цикл), при этом максимальные и

При расчете деталей машин следует помимо напряжений, возникающих от действия нагрузок, учитывать также внутренние напряжения, появляющиеся в результате обработки, посадок, затяжки, температуры.



# Коэффициент запаса и допусаемые напряжения

При расчете деталей машин выбор коэффициента запаса, применительно к которому, исходя из значений предельных напряжений применяемых материалов, очень важен, т. к. его значения учитываются при определении пропускаемого напряжения. Поэтому его значение должно быть оптимальным, т. е. не заниженным и без чрезмерного запаса, что в первом случае не обеспечит необходимую прочность и надежность работы конструкции, а во втором влечет увеличение размера, массы и стоимости детали.



Допускаемое (расчетное) напряжение, обозначаемое  $[\sigma]$  при нормальных и  $[\tau]$  при касательных напряжениях, определяется по формулам:

$$\sigma_{\text{пред}}/[n];$$
$$[\tau] = \tau_{\text{пред}}/[n],$$

где  $\sigma_{\text{пред}}$  и  $\tau_{\text{пред}}$  - предельное напряжение при достижении которого нарушается нормальная работа детали;

$[n]$  - нормальных коэффициент запаса прочности или нормативных коэффициент безопасности.



При расчете при I схеме (при постоянных напряжениях) в качестве предельного напряжения должны быть приняты:

- ✓ при пластичном материале детали  $\sigma_T$  (предел текучести);
- ✓ при хрупком -  $\sigma_{вр}$  (предел прочности).



При расчетах деталей машин по III схеме (при симметричном цикле) в основу определения величины допускаемых напряжений принимается предел выносливости или усталости материала ( $\sigma_{-1}$  - при нормальных напряжениях,  $\tau_{-1}$  - при касательных)..

Предел выносливости представляет наибольшее напряжение, которое образец может выдержать под воздействием пульсирующей или симметричной нагрузки при числе колебаний  $r_{\text{кол}} = 10^6$ .

# Порядок расчета значений допускаемого напряжения

Первоначально определяют предел выносливости детали заданных размеров и конфигурации при определяемом качестве обработки поверхности, а затем рассчитывают значения допускаемого напряжения при работе на изгиб:

$$[\sigma] = \sigma_{-1д} / [n] = \sigma_{-1д} / ([n_1] [n_2] [n_3]),$$



где  $\sigma_{-1д}$  - предел выносливости нормального полированного образца в виде цилиндра диаметром 10мм, полученного при изгибе;

$[n]$  - нормативный коэффициент безопасности, состоящий из:

- ❖  $[n_1]$  отражает влияние на величину допускаемого напряжения степени изученности нагрузки, характера ее приложения, характера распределения напряжения, точности применяемых методов расчета;
- ❖  $[n_2]$  характеризует степень однородности и пластичности материала и изученности его свойств;
- ❖  $[n_3]$  коэффициент, учитывающий дополнительный запас прочности для особо



# Валы. Оси. Подшипники

Конструкция и форма их могут быть одинаковы, но по характеру воспринимаемых и передаваемых нагрузок между ними имеется принципиальное различие. Вал обязательно воспринимает и передает крутящий момент и испытывает воздействие изгибающих моментов, а в ряде случаев - осевых нагрузок. В отличие от вала, ось крутящих моментов не воспринимает, находится под воздействием изгибающих моментов и



Валы и оси по конструкции состоят из:

- цапф (участки, передающие нагрузки на опоры);
- шипов (концевые цапфы);
- шеек (промежуточные участки).



Диаметры валов и осей стандартизированы от 30 до 50мм через 5мм, далее до 110мм через 10мм. При расчете валов вначале производят расчет кручения из выражения:

$$M_{кр} = [\tau_{кр}] W_{\rho}, \quad (1.1)$$

где  $M_{кр}$  - крутящий момент;

$[\tau_{кр}]$  - допускаемое напряжение на кручение, МПа;

$W_{\rho}$  - полярный момент сопротивления по поперечному сечению вала.

Сам крутящий момент рассчитывают из значений мощности  $N_B$  (кВт) и числа оборотов  $n$  вала в минуту и имеет размерность (Н\*см):

$$M_{кр} = 955000N/n \quad (1.2)$$

Полярный момент для сопротивлений сплошного сечения круглого профиля равен:

$$W_p = \pi d^3/16 \approx 0,2d^3 \quad (1.3)$$

Величину  $[\tau]_{кр}$  устанавливают, исходя из III схемы нагружения с учетом понижающего коэффициента.

Подставляем в формулу (1.1) значение  $M_{кр}$  по СИ значение  $W_p$  получаем:

$$955000N/n = [\tau]_{кр} 0,2d^3, \quad (1.4)$$

откуда  $d = \sqrt[3]{4775000N / (n[\tau]_{кр})}$

или  $d = A \sqrt[3]{N/n} \quad (1.5)$

Для расчетов наиболее распространенных марок сталей **A** принимаем по таблице.

# Таблица. Значения допускаемых напряжений на кручение и величины **A**

Наименование	Марки сталей			
	Ст 3	Ст 4	Ст 5	Ст 6
$[\tau]_{кр} \cdot Н/см^2$	1960	2450	2940	3430
<b>A</b>	13,5	12,6	11,9	11,2

Наличие канавок для установки шпонок расчетный диаметр вала увеличивают на 5-10%.

# Расчёт осей

Оси рассчитывают на прочность от действия изгибающих моментов, осевых сжимающих и растягивающих сил.

Оси различают на:

- неподвижные;
- вращающиеся вместе с закреплёнными на них деталями.

Для неподвижных осей допускаемые напряжения выбирают по II схеме нагружения (пульсирующий цикл), вращающихся по III схеме (симметричный цикл).

Опорами для осей и валов при их расположении горизонтально служат подшипники, при вертикальном подпятники. Подшипники различают по роду трения на

- скольжения
  - качения
- } шариковые  
роликовые



По направлению воспринимаемых нагрузок на:

- ★ радиальные (воспринимают нагрузки перпендикулярные оси вала);
- ★ упорные (осевые и радиально-упорные).

Подшипники скольжения по конструкции подразделяют на:

- ☺ неразъёмные (глухие);
- ☺ разъёмные.



Неразъёмные подшипники в качестве опор для валов ручных лебёдок, осей ручных талей и блоков. Разъёмные подшипники облегчают монтаж валов, регулировку зазоров.

Составной частью разъёмного подшипника служат вкладыши, разновидностью которых являются самоустанавливающиеся, и служат для распределения масла по длине шипа.



Подшипник качения состоит из:

- ✌️ наружного кольца (закрепляемого в корпусе);
- ✌️ внутреннего кольца (закрепляемого, как правило, на валу или оси);
- ✌️ тел качения (шариков или роликов).
- ✌️ сепараторов (разделяющих тела качения и предохраняющих их от сдвига).

В подшипниках качения могут отсутствовать внутреннее кольцо, а иногда и оба кольца – тела качения катятся непосредственно по поверхности

Тела качения имеют вид шариков или роликов.

По числу рядов тел качения на:

- однорядные;
- двухрядные;
- многорядные.

По направлению воспринимают нагрузки на:

- \*\* радиальные;
- \*\* упорные;
- \*\* радиально-упорные;
- \*\* упорно-радиальные.



По конструктивному оформлению на:



несамоустанавливающиеся;



самоустанавливающиеся (сферические).

По форме ролики различают на:

цилиндрические;

конические;

бочкообразные;

витые.

Подшипники качения обладают одним важным достоинством - это меньшими потерями на трение и как следствие меньшим расходом смазки.

😊 Спасибо за внимание! 😊

