

Лекция 11

Тема: Редукторы.

Содержание:

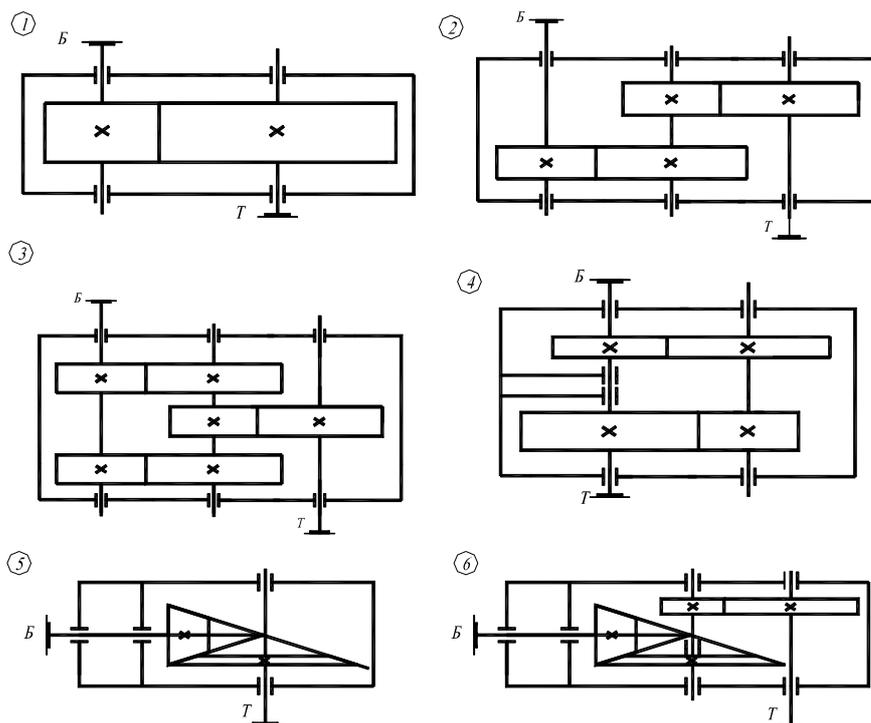
1. Основные типы редукторов с коническими и цилиндрическими колесами.
2. Смазка зацепления в редукторе.
3. Распределение общего передаточного числа в редукторах.
4. Контрольные вопросы.

Зубчатые редукторы – это механизмы, служащие для понижения угловых скоростей и увеличения крутящих моментов и выполняемые в виде отдельных агрегатов, при передаче мощности от двигателя к исполнительному механизму.

Мультипликаторы (ускорители) – наоборот, служат для повышения угловой скорости и уменьшения крутящего момента.

В случае необходимости регулирования скорости на выходном валу редуктора, его и делают изменяющимся ступенчато за счет пересопряжения некоторых его зубчатых колес. Такой редуктор носит название коробки скоростей или коробки перемены передач КПП. Он может работать как в режиме редуктора, так и в режиме ускорителя.

1. Основные типы редукторов с коническими и цилиндрическими колесами.



Редукторы бывают:

- 1) по числу ступеней: 1,2,3, и даже более ступенчатые;
- 2) по виду зубчатых колес: цилиндрические, конические, червячные, комбинированные (из трех предыдущих: коническо-цилиндрические, червячно-цилиндрические);
- 3) по расположению осей: горизонтальные, вертикальные, наклонные;
- 4) по подвижности осей валов: планетарные и не планетарные, т.е. с неподвижными осями валов;
- 5) по числу степеней свободы: обычные и дифференциальные (только планетарные).

Одноступенчатые редукторы.

Передаточное отношение редуктора зависит от термообработки зубчатых колес:

- $u \leq 8(12,5)$ – улучшенные стали
- $u \leq 6,3$ – закаленные зубья.

Передаточные числа стандартизованы:

I ряд – от 1,0 до 12,5 (знаменатель прогрессии 1,25);

II ряд – от 1,12 до 11,2 (знаменатель прогрессии 1,12).

Межосевые расстояния – также стандартизованы, что уменьшает номенклатуру корпусных деталей (это важно для унификации изделий, облегчает ремонт и обработку).

Б – быстроходный вал (вход)

Т – тихоходный вал (выход).

Одноступенчатые редукторы встречаются сравнительно редко.

Основное распространение получили *двухступенчатые редукторы*. Их потребность 65% от общего числа редукторов. Основная схема – развернутая. ($u=8 \div 40$). Редуктор очень простой. Недостаток его – несимметричное расположение колес на валах, т.е. повышенная концентрация нагрузок - K_β по длине зуба. Требуются жесткие валы. Проявляется этот недостаток при высокой твердости зубьев, когда приработка затруднена. И при неравномерной во времени нагрузке (неравномерная нагрузка подшипников выходного вала увеличивает толщину вала).

Для улучшения условий работы применяют редукторы по развернутой схеме, но с раздвоенной быстроходной ступенью.

Для обеспечения равномерной нагрузки обеих пар быстроходные ступени делают косозубыми со встречным направлением зубьев (получаются шевронные), а быстроход-

ный вал выполняется самоустанавливающимся. Тихоходная ступень – в хороших условиях.

По схеме (3) в сравнении с (2) редуктор получается по весу \approx на 20% легче. Быстроходный вал можно использовать два срока службы.

Межосевые расстояния a_{wB} и a_{wT} – также стандартизованы (два ряда).

При необходимости уменьшения габаритов по длине двухступенчатого редуктора применяют соосную схему. Здесь обеспечиваются хорошо условия смазки зубьев окунаем.

При необходимости взаимной перпендикулярности входного и выходного валов применяют конические одноступенчатые или коническо-цилиндрические двухступенчатые редукторы.

При передаточных числах свыше $u=40$ применяют **3-х и 4-х ступенчатые редукторы.** Недостаток их – большие габариты. Имеется тенденция их замены более компактными планетарными редукторами (и волновыми).

Опоры валов редукторов будут рассмотрены ниже.

Корпусы редукторов выполняют литьем из серых чугунов средней прочности СЧ15-32 или СЧ18-36. При ударных нагрузках из высокопрочного чугуна ВЧ42-12 или даже из стали.

Сварные корпуса изготавливают в индивидуальном производстве. Конструктивные элементы корпусов – толщины стенок, толщины крышек, ребер, лап и т.д. выполняют по рекомендациям (см. атлас деталей машин или пособия по КП).

Тенденция к выполнению корпусов гладкими снаружи.

2. Смазка зацепления в редукторе.

До $V_{окр}=15$ м/с – картерная, окунаем и разбрызгиванием.

Погружение колес до 3-4 модулей. Тихоходные колеса – до 1/3 диаметра колеса.

При высоких $V_{окр}$ быстроходное колесо не окунается в ванную, его смазка производится узким специальным дополнительным колесом, окунающимся в ванную.

При $V>15$ м/с – смазка принудительным поливанием зубьев после выхода из зацепления.

Сорта применяемых масел – индустриальные. Чем больше $V_{\text{окр}}$, тем меньше вязкость смазки. Для смазки подшипников предусматриваются специальные канавки. По ним разбрызганное масло стекает к подшипнику. Для его удержания предусматриваются специальные козырьки.

При $V_{\text{окр}}$ до 4 м/с – разбрызгивание неэффективно, закладывают в подшипник консистентную смазку.

3. Распределение общего передаточного числа в редукторах.

Передаточное отношение редуктора:

$$u = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \dots$$

От разбивки u по ступеням в значительной степени зависят вес и габариты редуктора и условия смазки колес окунанием в масляную ванную.

Следует стремиться к тому, чтобы были примерно одинаковы диаметры не шестерен, а колес различных ступеней, но колесо тихоходной ступени должно быть несколько больше колеса быстроходной ступени. Это уменьшает потери на перемешивание и разбрызгивание масла (барботажные потери).

Т.к. быстроходная ступень нагружена меньше, чем тихоходная, для получения хорошего соотношения диаметров колес рекомендуется $u_{\text{быстроход. ст.}} > u_{\text{тихоход. ст.}}$ при одновременном увеличении ψ_{bd} – коэффициента ширины колеса тихоходной ступени.

Существуют экспериментальные графики, по которым можно выбирать u ступеней редуктора из условий \min веса зубчатых колес, \min габаритов по длине и ширине редуктора и т.п.

Для удовлетворительных условий смазки окунанием для 2-хступенчатых редукторов следует принимать:

- 1) по схеме (2) $u_{\text{Б}} \approx 1.2 - 1.25 \sqrt{u}$;
- 2) по схеме (4) $u_{\text{Б}} \leq u_{\text{Т}} \geq \sqrt{u}$ (или даже чуть меньше $u_{\text{Б}} < u_{\text{Т}}$);
- 3) по схеме (6) $u_{\text{Б}} \leq 4$.

4. Контрольные вопросы.

1. Что называется редуктором ?
2. Что называется мультипликатором ?
3. Классификация редукторов.
4. Как изготавливают корпуса редукторов ?
5. Каким образом осуществляется смазка редукторов ?
6. Какая применяется смазка ?
7. Распределение передаточного отношения между ступенями редуктора