

Дата **10.11.2022 г.** Группа: ХКМ 3/1 Курс: 3 семестр: 5

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Червячные передачи

Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения практического занятия;

- *учебная* – уметь производить расчет червячной передачи;

- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, инженерная графика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2012.

2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.

2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2012.

3. Ицкович Г.М. Минин М.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 2013.

Видео:

<https://yandex.ru/video/preview/6070471068727272415> Червячные передачи!

<https://yandex.ru/video/preview/11778934082453712488> Нарезка червячной передачи

<https://www.youtube.com/watch?v=0QgC1b8o5AM> Червячные передачи

<https://www.youtube.com/watch?v=j0Fy31MCpSg&t=15s> Червячный редуктор!!

Тема: Червячная передача (4 часа)

1. Общие сведения, устройство передачи, достоинства и недостатки

2. Классификация червячных передач

3. Материалы червячной передачи

4. Определение допускаемых напряжений

5. Конструктивные элементы червячной передачи

6. Геометрическое соотношение размеров червячной передачи с архимедовым червяком

1. Общие сведения, устройство передачи, достоинства и недостатки

Червячная передача (или зубчато-винтовая передача) (рис. 1) — механизм для передачи вращения между валами посредством винта (червяка 1) и сопряженного с ним червячного колеса 2. Червяк и червячное колесо, образуют совместно высшую зубчато-винтовую кинематическую пару, а с третьим, неподвижным звеном, низшие вращательные кинематические пары. Отсюда следует, что червячная передача обладает свойствами как зубчатой (червячное колесо на своем ободе несет зубчатый венец), так и винтовой (червяк имеет форму винта) передач. На рис.1.1 показан привод от электродвигателя 3, соединенного муфтой 2 с ведущим валом червячного редуктора.

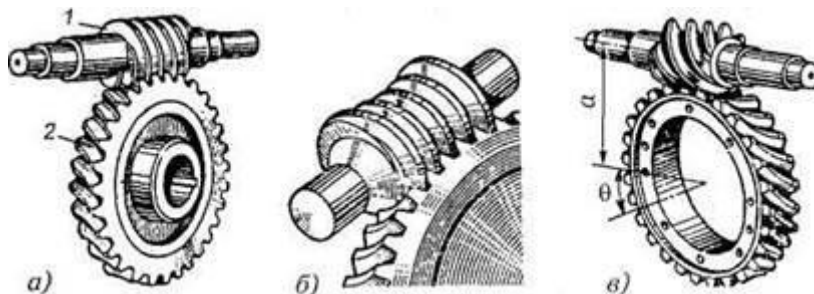


Рис. 1. Червячные передачи: 1 — червяк; 2 — червячное колесо

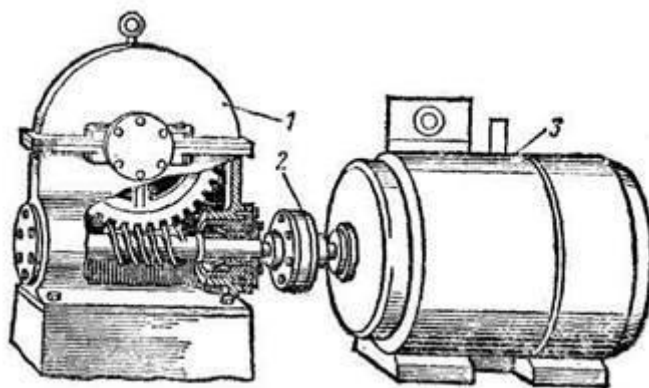


Рис.1.1. Привод червячного редуктора

Геометрические оси валов при этом скрещиваются под углом 90° . Возможны и другие углы, отличные от 90° , но такие передачи встречаются редко. Ведущим элементом здесь обычно является червяк (как правило, это винт с трапецидальной резьбой), ведомым — червячное колесо с

зубьями особой формы, получаемыми в результате взаимного огибания с витками червяка. При вращении червяка вокруг своей оси его витки перемещаются вдоль образующей своей цилиндрической поверхности и приводит во вращательное движение червячное колесо. Для увеличения длины контактных линий в зацеплении с червяком зубья червячного колеса имеют дугообразную форму.

Червячные передачи относят к передачам зацеплением. Червячная передача — это зубчато-винтовая передача, движение в которой осуществляют по принципу винтовой пары, которой, как известно, присуще повышенное скольжение. Направление витков червяка и зубьев колеса **одинаковое**. Ведущим является червяк. Вращение определяется по типу завинчивания винта и гайки. При этом направление вращения колеса зависит от расположения червяка (верхний, нижний).

Достоинства червячных передач:

- возможность осуществления передачи (одноступенчатой) с большими передаточными числами: в кинематических передачах $i = 500$ и более, а в силовых передачах $i = 8 \dots 80$, в виде исключения до 120.
- плавность и бесшумность работы;
- возможность выполнения самотормозящей передачи (ручные грузоподъемные тали) (у такой передачи КПД меньше 50%);
- демпфирующие свойства снижают уровень вибрации машин;
- возможность получения точных и малых перемещений;
- компактность и сравнительно небольшая масса конструкции передачи.

Недостатки:

- в отличие от эвольвентных зацеплений, где преобладает контактное качение, виток червяка скользит по зубу колеса. Следовательно, червячные передачи имеют "по определению" один фундаментальный недостаток: высокое трение в зацеплении;
- сравнительно невысокий КПД (0,7—0,92), в самотормозящих передачах — до 0,5 вследствие больших потерь мощности на трение в зацеплении;
- сильный нагрев передачи при длительной работе вследствие потерь мощности на трение, который вызывает значительное выделение тепла, которое необходимо отводить от стенок корпуса. Это обстоятельство ограничивает мощность практически применяемых передач пределом 10-20 кВт, зато для малых мощностей эти передачи нашли самое широкое применение;
- необходимость применения для колеса дорогих антифрикционных материалов (бронзы) и инструмента для нарезания зубьев червячных колес (червячные фрезы), а также шлифовки червяка;
- повышенное изнашивание и заедание;
- необходимость регулировки зацепления.

Кроме того, помимо достоинств и недостатков, червячные передачи имеют важное свойство: движение передаётся только от червяка к колесу, а не наоборот. Никакой вращающий момент, приложенный к колесу, не заставит вращаться червяк. Именно поэтому червячные передачи находят применение в подъёмных механизмах, например в лифтах. Там электродвигатель соединён с червяком, а трос пассажирской кабины намотан на вал червячного колеса во избежание самопроизвольного опускания или падения. Это свойство не надо путать с реверсивностью механизма. Ведь направление вращения червяка может быть любым, приводя либо к подъёму, либо к спуску той же лифтовой кабины.

Червячные передачи применяют в механизмах деления и подачи зуборезных станков, продольно-фрезерных станков, глубоко расточных станков, грузоподъемных и

тяговых лебедках, талях, механизмах подъема грузов, стрел и поворота автомобильных и железнодорожных кранов, экскаваторах, лифтах, троллейбусах и других машинах.

Червячные передачи во избежание их перегрева предпочтительно использовать в приводах периодического, а не непрерывного действия.

2.Классификация червячных передач

Различают два вида червячных передач: цилиндрические (с цилиндрическими червяками, см. рис. 1, а, в); глобоидные (с глобоидными червяками, см. рис.1, б).

*Червячную передачу, у червяка и колеса которой делительные и начальные поверхности цилиндрические, называют **цилиндрической червячной передачей**.*

*Червячную передачу, показанную на рис. 2, называют **глобоидной**.*

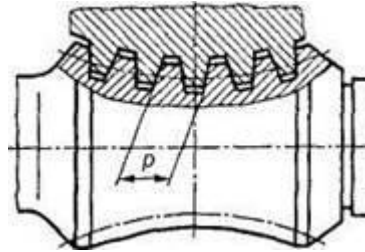


Рис. 2

Витки ее червяка расположены на глобоидной (торовой) поверхности. Эта передача появилась сравнительно недавно, имеет повышенную нагрузочную способность (в 1,5—2 раза больше, чем у обычных червячных передач), так как линия контакта в глобоидных передачах располагается благоприятно, что улучшает условия для образования масляных клиньев, и в зацеплении находится большее число зубьев колеса и витков червяка.

Глобоидные передачи требуют повышенной точности изготовления и монтажа, искусственного охлаждения. Эти передачи применяют реже, чем цилиндрические.

В зависимости от направления линии витка червяка червячные передачи бывают с правым (предпочтительнее для применения) и левым направлением линии витка.

В зависимости от расположения червяка относительно колеса передачи бывают с **нижним, верхним и боковым червяками** (рис.2.1). Расположение червяка определяет общая компоновка изделия и принятый способ смазывания зацепления. При картерном способе смазывания и окружной скорости червяка $v_1 < 5$ м/с обычно применяют нижнее расположение червяка. При больших скоростях во избежание повышенных потерь на перемешивание и разбрызгивание масла применяют верхнее расположение червяка.

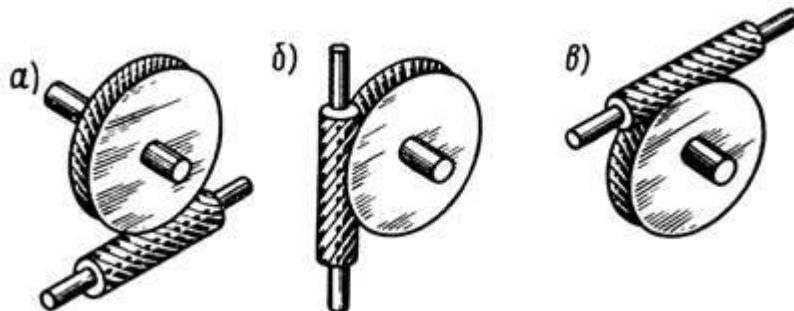


Рис.2.1. Расположение червяка относительно колеса: а – верхнее, б – боковое, в – нижнее

По пространственному положению вала колеса:

- с **горизонтальным валом** червячного колеса;
- с **вертикальным валом** червячного колеса.

В зависимости от способов нарезания винтовой поверхности червяка различают **линейчатые** (винтовые поверхности могут быть образованы прямой линией) и **нелинейчатые червяки**.

Нарезание линейчатых червяков осуществляют прямолинейной кромкой резца на токарно-винторезных станках. Это **архимедов** (его обозначают **ZA**), **конволютный** (**ZN**) и **эвольвентный червяки** (**ZI**).

Нелинейчатые червяки нарезают дисковыми фрезами **конусной** (червяки **ZK**) или **тороидальной** (червяки **ZT**) формы.

Витки нелинейчатых червяков во всех сечениях имеют криволинейный профиль: в нормальном к витку сечении выпуклый, в осевом сечении - вогнутый.

- Архимедов червяк (**ZA**) (рис. 3, *а*) — образуется при нарезании его витков резцом, вершина которого установлена по оси заготовки. В поперечном сечении такого червяка получим Архимедову спираль. В сечении осевой плоскостью – прямые образующие боковых сторон профиля витка (трапециевидный профиль в осевом сечении). Боковая поверхность витков такого червяка представляет собой Архимедову винтовую поверхность. Архимедовы червяки широко распространены, т.к. наиболее просты в изготовлении и обеспечивают достаточно высокую точность червячной передачи.

- Эвольвентный червяк (**ZI**) (рис. 3, *б*); можно рассматривать как косозубое цилиндрическое колесо с очень большим углом наклона зуба к образующей цилиндра и с малым числом зубьев. Профиль витков - зубьев очерчен эвольвентой.

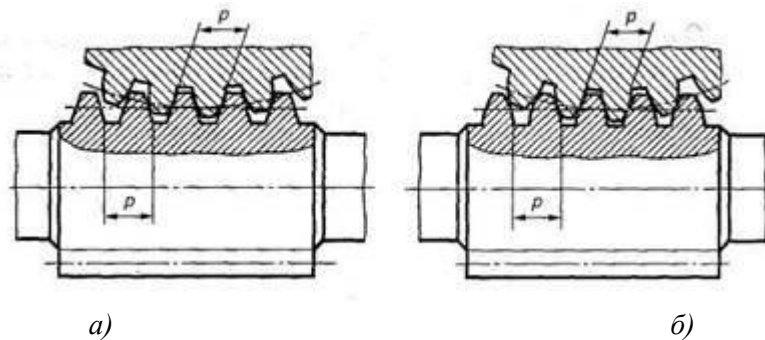


Рис. 3. Конструкции цилиндрических червяков: *а* — архимедов; *б* — эвольвентный

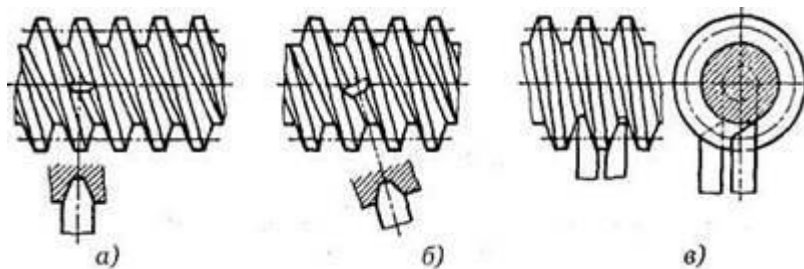


Рис. 4. Основные разновидности червяков и принцип образования профиля:
а — архимедов; *б* — конволютный; *в* — эвольвентный

- Конволютный червяк (**ZN1** или **ZN2**) - образуется при нарезании его витков резцом, главная режущая кромка которого устанавливается перпендикулярно направлению впадины или витков червяка (рис.4, *б*). Это удобно при массовом производстве червяков, так как позволяет производить одновременную шлифовку двух сторон профиля зубьев. В поперечном сечении червяка получим конволюту (удлиненная, или укороченная эвольвента), а в сечении плоскостью, номинальной к направлению впадины или витков – прямые линии, которые являются образующими боковых сторон профиля витков в этом сечении. Боковая поверхность витков такого червяка – представляет собой конволютную винтовую поверхность.

Нелинейчатые цилиндрические червяки, образованные конусом и шлифуемые конусными кругами:

ZK – червяк, у которого главная поверхность витка является огибающей производящего конуса при его винтовом движении относительно червяка с осью винтового движения, совпадающей с осью червяка.

ZK1 ■ червяк, ось которого скрещивается с осью производящего конуса под углом, равным делительному углу подъёма линии витка червяка.

ZK2 ■ червяк, образованный производящим конусом, выполненным в виде пальцевого инструмента, где ось червяка пересекается с осью производящего конуса под прямым углом.

ZK3 ■ червяк, образованный производящим конусом, выполненным в виде чашечного инструмента, где ось червяка пересекается с осью производящего конуса под прямым углом.

ZK4 ■ червяк, образованный производящим конусом, выполненным в виде кольцевого инструмента, где ось червяка пересекается с осью производящего конуса под углом, равным делительному углу подъёма линии витка червяка.

В машиностроении из цилиндрических червяков наиболее распространены *архимедовы* червяки, как наиболее близкий к обычному винту с трапецидальной резьбой. Их можно нарезать на обычных токарных или резьбофрезерных станках. Однако шлифование его витков затруднено, что снижает точность изготовления и нагрузочную способность червячной передачи. Поэтому их используют при твердости материала червяка не превышающей 350 НВ. Эвольвентные червяки можно шлифовать, что повышает точность изготовления, обеспечивает более полный контакт витков червяка с зубьями колеса, более высокую нагрузочную способность передачи. Но для изготовления эвольвентных червяков требуются специальные шлифовальные станки. Эвольвентные червяки применяются сравнительно редко при необходимости высокой твердости ($HR_C > 45$) и малой шероховатости поверхности. Конволютные червяки шлифуют плоским торцом шлифовального круга на обычных резьбошлифовальных станках. Конволютные червяки обладают некоторыми технологическими преимуществами перед архимедовыми. При точении резьбы двусторонним резцом и при нарезании зубьев колеса летучим резцом по обоим боковым граням получаются одинаковые углы резания.

Глобоидные червяки появились сравнительно недавно и вследствие повышенной нагрузочной способности получают все большее распространение, но в изготовлении и монтаже значительно сложнее и сильно нагреваются. Поэтому по-прежнему преимущественное распространение имеют цилиндрические червяки с прямолинейным профилем в осевом сечении.

Зубья на червячном колесе чаще всего нарезают червячной фрезой, которая представляет собой копию червяка, с которым будет зацепляться червячное колесо. При нарезании заготовка колеса и фреза совершают такое же взаимное движение, какое имеют червяк и червячное колесо при работе.

Форма боковой поверхности червяка мало влияет на работоспособность червячной передачи и, в основном, связана с выбранной технологией изготовления червяка (рис. 4.1).

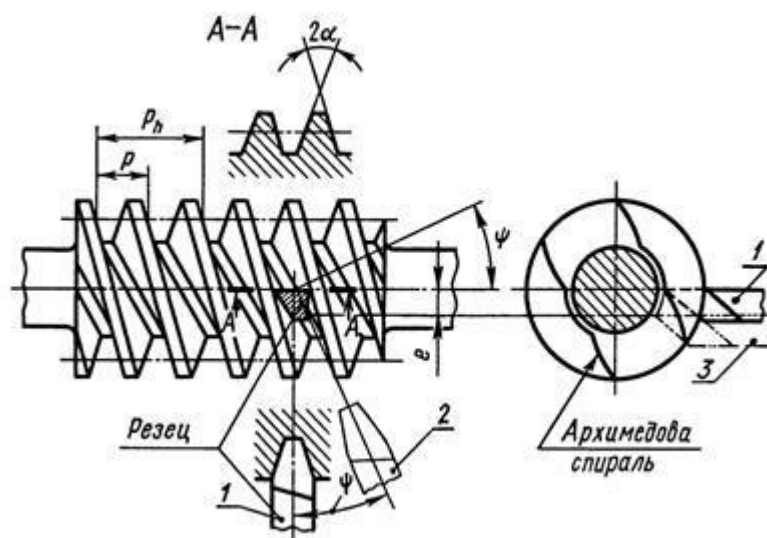


Рис. 4.1. Установка резца при нарезании архимедовых (1), конволютных (2) и эвольвентных (3) червяков.

Если резец, имеющий в сечении форму трапеции, установить на станке так, чтобы верхняя плоскость резца А-А проходила через ось червяка (положение 1 на рис. 4.1), то при нарезании получится винтовая поверхность, которая в сечении, перпендикулярном оси червяка, даст кривую — архимедову спираль. Червяк с такой винтовой поверхностью называют архимедовым. Архимедов червяк в осевом сечении имеет прямолинейный профиль витка, аналогичный инструментальной рейке. Угол между боковыми сторонами профиля витка у стандартных червяков $2\alpha = 40^\circ$.

Если тот же резец повернуть на угол подъема винтовой линии червяка ψ (положение 2 на рис. 4.1) так, чтобы верхняя плоскость резца А-А была перпендикулярна винтовой линии, то при нарезании получится винтовая поверхность, которая в сечении, перпендикулярном оси червяка, даст кривую — конволюту, а червяк соответственно будет называться конволютным.

Если резец установить так, чтобы верхняя плоскость резца А-А (положение 3 на рис. 4.1), смещенная на некоторую величину e , была параллельна оси червяка, то при нарезании получится винтовая поверхность, которая в сечении, перпендикулярном оси червяка, даст кривую — эвольвенту окружности, а червяк будет называться эвольвентным. Эвольвентный червяк представляет собой цилиндрическое косозубое колесо с эвольвентным профилем и с числом зубьев, равным числу витков червяка.

Практика показала, что при одинаковом качестве изготовления форма профиля нарезки червяка мало влияет на работоспособность передачи. Выбор профиля нарезки червяка зависит от способа изготовления и связан также с формой инструмента для нарезания червячного колеса.

По направлению линии витка червяка —

- **правые** (при наблюдении с торца червяка и его вращении по часовой стрелке червяк вкручивается в пространство — уходит от наблюдателя);

- **левые** (при наблюдении с торца червяка и его вращении по часовой стрелке червяк выкручивается из пространства — идёт на наблюдателя);

По числу заходов червяка делят:

- **с однозаходным червяком**, имеющим один гребень, расположенный по винтовой линии, наложенной на делительный цилиндр червяка;

- **с двух-, трёх-, четырёх-, многозаходным червяком**, имеющим соответственно 2, 3, 4 или более одинаковых гребней расположенных по винтовой линии, наложенной на делительный цилиндр червяка;

Наиболее распространено правое направление с числом витков червяка z_1 , зависящим от передаточного числа u ; z_1 выбирают так, чтобы обеспечить число зубьев колеса z_2 : $z_{1u} > z_{2min}$.

Очевидно, что однозаходный червяк даёт наибольшее передаточное отношение. Однако, с увеличением числа заходов (витков) червяка угол подъема винтовой линии возрастает, что повышает КПД передачи, что связано с уменьшением трения за счёт роста угла трения. Поэтому однозаходные (одновитковые) червяки не всегда рекомендуется применять.

По степени точности изготовления червячные передачи имеют **12 степеней точности**.

По назначению:

- **силовые** с нерегулируемым взаимным расположением червяка и колеса.

- **кинематические** с регулируемым взаимным расположением червяка и колеса.

В большинстве случаев червяки изготавливают за одно целое с валом, реже — отдельно от вала, а затем закрепляют на нем.

Червячное колесо 2 (см. рис. 1, а) в отличие от косозубых зубчатых колес имеет вогнутую форму зуба, способствующую облеганию витков червяка.

Направление и угол подъема зубьев червячного колеса соответствуют направлению и углу подъема витков червяка.

Червячные колеса нарезают червячными фрезами и в редких случаях резцами, укрепленными на вращающейся оправке (летучими резцами).

Червячные колеса изготавливают цельными (см. рис. 1, а, б) или сборными (на рис. 1, в показан венец червячного колеса). Минимальное число зубьев колеса z_{2min} определяют из условия отсутствия подрезания и обеспечения достаточной поверхности зацепления. Для силовых передач рекомендуется принимать $z_{2min}=28$, во вспомогательных кинематических передачах $z_{2min}=17$ и 18. Максимальное число зубьев не ограничено, но в силовых передачах чаще принимают 50—60 (до 80). В кинематических передачах z_2 может достигать до 600—1000.

Червячные передачи, как и зубчатые, могут быть корригированными.

Корригирование червячных передач осуществляется так же, как и зубчатых, т. е. радиальным смещением инструмента относительно оси заготовки при нарезании.

Корригирование передачи осуществляют только за счет колеса. Корригированные колеса нарезают на тех же станках и тем же инструментом, что и некорригированные. Корригирование в основном применяют для вписывания передачи в заданное межосевое расстояние.

В машиностроении преимущественно применяют некорригированные червячные передачи.

3. Материалы червячной передачи

Материалы в червячной передаче должны составлять антифрикционную пару и иметь в сочетании низкий коэффициент трения, обладать повышенной износостойкостью и пониженной склонностью к заеданию *в условиях больших скоростей скольжения при значительных нормальных силах между контактирующими поверхностями*. Обычно это разнородные материалы. Выбор материала для изготовления червяка и червячного колеса определяется, в основном, скоростью скольжения зубьев и витков.

Червяки при работе испытывают большие напряжения изгиба и кручения, а также напряжения растяжения (сжатия). Вследствие этого, а также из-за высоких требований к жесткости их обычно изготавливают из углеродистых или легированных сталей.

Для изготовления червяков применяют все три типа сталей, распространенных в машиностроении:

1. Качественные среднеуглеродистые стали марок 40, 45, 50. Из них изготавливают малоответственные червяки. Заготовку перед механической обработкой подвергают улучшающей термической обработке ($HRC_3 \leq 36$). Червяк точат на токарном станке с последующей ручной или механической шлифовкой и полировкой рабочих поверхностей витков.

2. Среднеуглеродистые легированные стали марок 40X, 45X, 40XH, 40XНМА, 35ХГСА. Из этих сталей изготавливают червяки ответственных передач. Улучшающей термообработке ($HRC_3 \leq 45$) подвергают деталь после предварительной обработки на токарном станке. После термообработки рабочие поверхности витков шлифуют на специальных червячно-шлифовальных станках или на токарном станке с применением специальной шлифовальной головки.

3. Мало- и среднеуглеродистые легированные стали марок 20X, 12ХН3А, 25ХГТ, 38ХМЮА. Из этих сталей изготавливают червяки высоконагруженных передач, работающие в реверсивном режиме. Деталь, изготовленная с минимальным припуском под окончательную обработку, подвергается поверхностной химико-термической обработке (цементация, азотирование и т.п.) глубиной до 0,8 мм, после чего закаливается до высокой поверхностной твердости ($HRC_3 55...65$). Рабочая поверхность витков червяка шлифуется и полируется (иногда шевингуется).

Для получения высоких качественных показателей передачи применяют закалку до твердости $\geq 45 HRC_3$, шлифование и полирование витков червяка. Это обеспечивает наибольшую стойкость зубьев червячных колес против изнашивания и усталостного разрушения, а также способствует повышению КПД передачи.

В старых редукторах нашли применение эвольвентные червяки типа *ZI*, а перспективными являются нелинейчатые: образованные конусом типа *ZK* или тором типа *ZT* (по изобретению проф. Г. Ниманна). Рабочие поверхности витков нелинейчатых червяков шлифуют с высокой точностью конусным или тороидным кругом. Передачи с нелинейчатыми червяками характеризует повышенная нагрузочная способность.

Термообработку – улучшение применяют для передачи малой мощности до 1,1 кВт. После термообработки рабочие поверхности червяка шлифуют и полируют.

Таким образом, для силовых передач следует применять эвольвентные нелинейчатые червяки.

В связи с тем, что для изготовления венцов червячных колес используют дефицитный цветной металл, лишь колеса малых диаметров (до 100 мм) изготавливают цельными. Колеса большого диаметра – преимущественно бандажированные (с венцом). Червяки бандажированными делают очень редко.

Материалы венцов червячных колес по мере убывания антизадирных и антифрикционных свойств и рекомендуемым для применения скоростям скольжения можно условно свести к трем группам.

Группа I. Оловянные бронзы (марок БрО10Ф1, БрО10Н1Ф1 и др.), применяют при высоких скоростях скольжения ($v_s = 5 \dots 25$ м/с). Обладают хорошими антизадирными свойствами, но имеют невысокую прочность.

Группа II. Безоловянные бронзы и латуни применяют при средних скоростях скольжения (v_s до $3 \dots 5$ м/с) и закрытых передачах. Чаще других применяют алюминиевую бронзу марки БрА9ЖЗЛ. Эта бронза имеет высокую механическую прочность, но обладает пониженными антизадирными свойствами, поэтому ее применяют в паре с закаленными ($H > 45$ HRC₃) шлифованными и полированными червяками.

Группа III. Серые чугуны СЧ15, СЧ20 или ковкие чугуны КЧ15, КЧ20 применяют при малых скоростях скольжения ($v_s < 2 \dots 3$ м/с) и в открытых передачах. Чугунный венец может отливаться за одно целое с ободом червячного колеса при отливке последнего.

Бронзовые венцы червячных колёс обычно изготавливают отливкой в землю, в кокиль (металлическую форму) или центробежным литьём. При этом отливки, полученные центробежным литьём, имеют наилучшие прочностные характеристики.

Заготовка для зубчатого венца может быть отлита непосредственно на ободу червячного колеса, либо отливаться в виде отдельной детали, тогда венец выполняется насадным с закреплением его как от возможности проворота, так и от продольного смещения с помощью болтов и заклепок.

При выборе материала колеса предварительно определяют ожидаемую скорость v_s скольжения, м/с:

$$v_s = 0,45 \cdot 10^{-3} n_1^3 \sqrt{T_2}, \quad (1)$$

где v_s – скорость скольжения, м/с; n_1 – частота вращения червяка, мин⁻¹; T_2 – вращающий момент на червячном колесе, Н·м.

После этого определяют циклическую долговечность передачи

$$N_H = N_F = N_\Sigma = 60 \cdot n_2 \cdot L_h, \quad (2)$$

где n_2 – частота вращения червячного колеса, мин⁻¹, L_h – ресурс работы передачи, час (например, при 300 рабочих днях в году и односменной восьмичасовой работе годовой ресурс составит $300 \cdot 8 = 2400$ часов).

Механические характеристики для наиболее распространенных материалов венцов червячных колес приведены в табл. 1.

Практика показала, что большее сопротивление изнашиванию оказывают зубья венцов, отлитых центробежным способом.

Таблица 1. Механические характеристики материалов венцов червячных колес

Группа материала	Марка бронзы, чугуна	Способ отливки	σ_T	σ_B	σ_{BII}	Скорость скольжения $v_{с2}$, м/с
			Н/мм ²			
I	БрО10Н1Ф	Центробежны	16	28	—	>5
	1	й	5	5	—	>5
	БрО10Ф1	В кокиль	19	24	—	>5
	БрО10Ф1	В песок	5	5		
			13	21	—	2...5
II	БрА9ЖЗЛ	Центробежны	2	5	—	2...5
	БрА9ЖЗЛ	й			—	2...5
	БрА9ЖЗЛ	В кокиль	20	50		
III		В песок	0	0	32	<2
	СЧ15		19	49	0	
		В песок	5	0		
			19	39		
			5	5		
			—	—		

Примечание. σ_T — предел текучести; σ_B — временное сопротивление; σ_{BII} — предел прочности при изгибе.

Контрольные вопросы

1. Назовите область применения червячных передач.
2. Какие различают виды червяков?
3. В чём заключается принцип конструкции червячной передачи?
4. Какое свойство червячной передачи отличает её от других передач?

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект вопросов 1,2,3 в виде схемы
2. Посмотреть видео из списка литературы!
3. Письменно ответить на контрольные вопросы

Фотографии отчета прислать в личном сообщении ВК
<https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **10.11.2022г.**, группа ХКМ 3/1, Техническая механика».