20.03.2020г. Лекция №61. **Передача винт-гайка.**

***Устройство и назначение передач «винт-гайка»***

Во многих приводах машин и оборудования используется преобразование вращательного движения в поступательное. Это относится к таким распространенным приводам, как приводы подач станков и роботов, измерительных машин, сканирующих столиков, регулировки клапанов и задвижек, различных мехатронных устройств и т.д. Требуемые линейные перемещения – от миллиметров до десятков метров, усилия – от единиц ньютонов до тысяч килоньютонов. Допуски на кинематические погрешности могут выражаться единицами микрометров, а требуемая разрешающая способность шагового привода ограничиваться сотыми долями микрометров.

Для преобразования вращательного движения в поступательное наиболее широко используются передачи винт – гайка. Передачи винт – гайка являются изделиями общемашиностроительного применения, и их качество непосредственно сказывается на качестве машин и оборудования, в состав которых они входят.

*Передача винт-гайка*(рис. 1) *состоит из винта 1 и гайки 2, сопри­касающихся винтовыми поверхностями.*

Передача винт-гайка предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное (при больших углах подъема винтовой линии, порядка >12°). При этом вращение закрепленной от осевых перемещений гайки вызывает поступательное перемещение винта, или вращение закрепленного от осевых перемещений винта приводит к по­ступательному перемещению гайки. Когда угол подъема больше угла трения, эту передачу можно использовать для преобразования поступательного движения во вращательное.



**Рис. 1. Передача винт-гайка**

*Различают два типа передач винт-гайка:*

- передачи трения скольжения или винтовые пары трения скольжения (рис. 1-3);

- передачи трения качения или шариковинтовые пары (рис. 4) Ведущим элементом в передаче, как правило, является винт, ведомым - гайка. В передачах винт-гайка качения на винте и в гайке выполнены винто­вые канавки (резьба) полукруглого профиля, служащие дорожками ка­чения для шариков.

Конструктивно  передача  винт-гайка  может  быть  вы­полнена:

- передачи с вращающимся винтом и ведомой, поступательно перемещающейся гайкой (наиболее распространенное исполнение) (см.рис.1). Такая схема обычно используется в силовых передачах при больших перемещениях (например, роботы, механизмы изменения стреловидности крыла);

- с вращающимся и одновременно поступательно перемещающимся винтом при неподвижной гайке (простые домкраты) (см. рис. 2);



**Рис. 2. Винтовой домкрат:   *1*—винт; *2 —*гайка; *3*—стопорный**

**винт;  *4*— рукоятка;  5 — чашка домкрата; *6—*шип, 7 — корпус**

- передачи с вращающейся гайкой и ведомым поступательно перемещающимся винтом. Такие передачи применяются при небольших перемещениях и значительных осевых нагрузках (например, в механизмах управления стабилизаторами летательных аппаратов)(см. рис. 3).



**Рис. 3. Передача винт-гайка: *1* — гайка; *2 —*винт**

- дифференциальная винтовая передача, которая состоит из винта с двумя участками резьбы разных шагов (*Р1* и *Р2*), но одного направления (см.рис.3.3). При вращении винта *1* гайка *2* совершает два поступательных движения: относительно винта *1* и вместе с винтом *1* относительно стойки *3*.

Полное поступательное перемещение гайки *2* относительно стойки *3* пропорционально разности шагов (*Р1* – *Р2*).



Следовательно, дифференциальная передача винт-гайка обеспечивает малые линейные перемещения.



**Рис.3.3. Схема  винтовой дифференциальной передачи**

- интегральная винтовая передача. Она устроена аналогично дифференциальной, но имеет различные направления резьбы на участках винта. Здесь осевое перемещение гайки относительно стойки пропорционально сумме шагов (*Р1*+ *Р2*).



При небольшом угле поворота винта интегральная передача обеспечивает увеличение осевого перемещения гайки.

- несоосная винтовая передача (рис.3.4). Она состоит из винта *1*, гайки *2*, свободно вращающейся в подшипниках *3*, нагружение кольца которых установлены в корпусе *4*. Корпус *4* в осевом направлении перемещается вместе с гайкой *2*.



**Рис.3.4. Интегральная винтовая передача**

В зависимости от назначения пе­редачи винты бывают:

- ***грузовые,*** применяемые для создания больших осевых сил. При знакопеременной нагрузке имеют трапецеидальную резьбу, при боль­шой односторонней нагрузке — упорную. Гайки грузовых винтов цель­ные. В домкратах (рис. 2) для большего выигрыша в силе и обеспечения самоторможения применяют однозаходную резьбу с малым углом подъема;

- ***ходовые,*** применяемые для перемещений в механизмах подачи. Для снижения потерь на трение применяют преимущественно трапецеи­дальную многозаходную резьбу.

- ***установочные,*** применяемые для точных перемещений и регули­ровок. Имеют метрическую резьбу. Для обеспечения безлюфтовой пере­дачи гайки делают сдвоенными.

Большое внимание в винтовых передачах, применяемых в металлорежущих станках и приборах, уделяют устранению мертвого хода, возникающего при изменении направления движения. Наличие мертвого хода объясняется зазором в резьбе вследствие неизбежных ошибок при изготовлении и износа в течение эксплуатации. Для устранения мертвого хода винтовые механизмы снабжают специальными устройствами. При этом различают два способа выборки зазора в резьбе - осевое, применяемое для трапециедальных резьб и радиальное смещение гайки - для треугольных резьб. Первый способ достигается установкой двух раздвигаемых гаек, например, пружиной, второй - разрезной гайки, втягиваемой цанговым зажимом.

Основные показатели качества передач винт – гайка как составной части привода:

а) диапазон выбора передаточного отношения;

б) предельная частота вращения винта;

в) статическая грузоподъемность;

г) динамическая грузоподъемность и долговечность;

д) приведенный момент инерции;

е) жесткость;

ж) кинематическая точность;

з) силы трения и КПД.

***Достоинства и недостатки передачи “винт-гайка”***

***Достоинства и недостатки передачи винт-гайка скольжения***

*Основные достоинства:*

1.возможность получения большого выигрыша в силе;

2. высокая точность перемещения и возможность получения медленного движения;

3. плавность и бесшумность работы;

4. большая несущая способность при малых габаритных размерах;

5. простота конструкции.

*Недостатки передач винт-гайка скольжения:*

1.большие потери на трение и низкий КПД;

2. затруднительность применения при больших частотах вращения.

***Достоинства и недостатки шариковинтовой передачи***

*Основные достоинства:*

1. малые потери на тре­ние. КПД передачи достигает 0,9 и выше (сборка без предварительного  натяга);

2. высокая несущая способ­ность при малых габаритах;

3. низкий приведенный коэффициент трения покоя и высокая кинематическая чувствительность (возможность получения малых и точных перемещений);

4. отсутствие осевого и радиального зазоров (то есть мертвого хода);

5. надежная работа в широком диапазоне температур в вакууме;

6. малый износ рабочих поверхностей винта и гайки, обеспечивающий высокую точность и равномерность поступательного движения;

7. высокий ресурс.

*Недостатки.*

1. Требование высо­кой точности изготовления, слож­ность конструкции гайки.

2. Относительная сложность и трудоемкость изготовления (особенно операции шлифования специального профиля резьбы гайки и ходового винта).

3. Требо­вание хорошей защиты передачи от загрязнений.

***Применение передачи “винт-гайка”***

Наиболее характерными областями применения передачи винт – гайка являются:

- поднятие грузов (домкраты);

- нагружение в испытательных машинах;

- осуществление рабочего процесса в станках (винтовые процессы);

- управление оперением самолетов (закрылки, руки направления и высоты, механизмы выпуска шасси и изменения стреловидности крыла);

- перемещение рабочих органов робота;

- точные делительные перемещения (в измерительных механизмах и станках).

В шариковинтовых передачах при вращении винта шарики вовлекаются в движение по винтовым канавкам (см. рис. 4), поступательно перемещают гайку и через перепускной канал возвращаются обратно. Перепускной канал выполняют между соседними или между первым и последним (рис. 4) витками гайки. Таким образом, перемещение шариков происходит по замкнутой внутри гайки траектории.



**Рис. 4. Передача винт-гайка с трением качения**

В станкостроении применяют трехвитковые гайки. Пе­репускной канал выполняют в специальном вкладыше, который встав­ляют в овальное окно гайки. В трехвитковой гайке предусматривают три вкладыша, расположенные под углом 120° один к другому и смещен­ные до длине гайки на один шаг резьбы по отношению друг к другу. Таким образом, шарики в гайке разделены на три (по числу рабочих вит­ков) независимые группы. При работе передачи шарики, пройдя по вин­товой канавке на винте путь, равный длине одного витка, выкатываются из резьбы в перепускной канал вкладыша и возвращаются обратно в ис­ходное положение на тот же виток гайки.

Шариковинтовые передачи выполняют с одной или чаще с двумя гайками, установленными в одном корпусе. В конструкциях с двумя гайками наиболее просто исключить осевой зазор в сопряжении винт-гайка и тем самым повысить осевую жесткость пере­дачи и точность перемещения. Устраняют осевой зазор и создают пред­варительный натяг путем относительного осевого (например, с помо­щью прокладок) или углового смещения двух гаек.

Наибольшее распространение получил полукруглый профиль канавок с радиусом, превышающим на 3…5% радиус шариков, и с углом контакта α = 45° (рис. 4.1, *а*).



**Рис.4.1. Профиль канавок передачи винт-гайка качения**

Успешно применяют также профиль «стрельчатая арка» (рис. 4.1, *б*), который сложнее в изготовлении, но позволяет создать предварительный натяг подбором диаметров шариков.

В станкостроении шариковинтовые передачи изготавливают централизованно по ОСТ 1-1-72-6-81 под нагрузку от 9 до 90 кН (0,9…9,0 т).

Прямолинейный профиль резьбы (треугольный, трапециевидный) является наиболее технологичным, но значительно уступает по нагрузочной способности криволинейному (так допускаемая нагрузка на шарик, находящийся в желобе с профилем в виде дуги окружности, более чем в три раза выше допускаемой нагрузки на шарик, лежащий на плоской поверхности треугольного или трапецеидального профиля). Поэтому прямолинейный профиль резьбы применяют в шариковинтовой передаче для восприятия небольших осевых нагрузок в приборах.

На рис. 4.2 показан шариковинтовой механизм, применяемый в узле изменения стреловидности крыла сверхзвукового самолета. Движение к вращающемуся винту 6 передается от конического редуктора через зубчатую цилиндрическую передачу 2, понижающую частоту вращения винта. С помощью винтовой резьбы и шариков 4 вращение винта преобразуется в поступательное перемещение гайки 5. Непрерывность циркуляции шариков обеспечивается перепускным каналом 3, выполненным в гайке. Узлом крепления 7 гайка связана с крылом самолета. Винт в корпусе ШВМ 1 фиксируется радиальными 9 и радиально-упорными 10 шарикоподшипниками. Для предохранения пары винт-гайка от загрязнения в конструкции ШВМ предусмотрен защитный кожух 8.



**Рис.4.2. Шарико-винтовой механизм привода изменения стреловидности крыла самолета**

Вопросы:

 Достоинства и недостатки передачи винт-гайка;

Где применяется данная передача?