

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. МЕХАНИКА, КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАСЧЕТЫ ПЕРЕДАЧ.....	6
3. РАСЧЕТ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ.....	9
4. РАСЧЕТ ВИНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ.....	10
5. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Передача винт-гайка — это механизм, который применяется для преобразования вращательного движения винта в линейное движение гайки и наоборот. Основным преимуществом этой передачи является то, что она обеспечивает высокую точность перемещения. Кроме того, данный механизм обладает большой силой и высокой скоростью, что делает его идеальным выбором для применения в областях, где необходимо обеспечить точность и высокую производительность.

Рассмотрим общие сведения о передаче винт-гайка, области ее применения, механику, критерии работоспособности, а также различные расчеты данной передачи, такие как:

1. Расчет на износостойкость
2. Расчет винтов на прочность
3. Расчет на устойчивость

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Передача винт - гайка представляет собой кинематическую винтовую пару, которую используют в различных машинах и приборах для преобразования с большой плавностью и точностью хода вращательного движения в поступательное. Различают передачи скольжения, работающие на движение с трением скольжения, и передачи качения, работающие преимущественно на движение с трением качения. В передачах скольжения используют резьбы различного профиля. В передачах качения между витками винта и гайки размещены тела качения – шарики.

Механизмы с использованием данной передачи часто применяют в качестве подъемных и нагружающих устройств, так как с их помощью можно сравнительно просто получать большие усилия (500 - 1000 кН) при малых перемещениях.

Простейший механизм (рисунок 1, а) содержит два звена; стойку — неподвижную гайку 1 и подвижное звено — винт 2, обладающее винтовым движением. Механизм используют на практике для создания силы. В механизмах, показанных на рисунках 1(б, в) оба звена, составляющих винтовую пару, подвижны. В первом из них вращение гайки вызывает поступательное перемещение винта, а во втором — вращение винта приводит к поступательному перемещению гайки. Эти две схемы передач распространены на практике, так как передача вращательного движения на гайку или винт не вызывает технических трудностей.

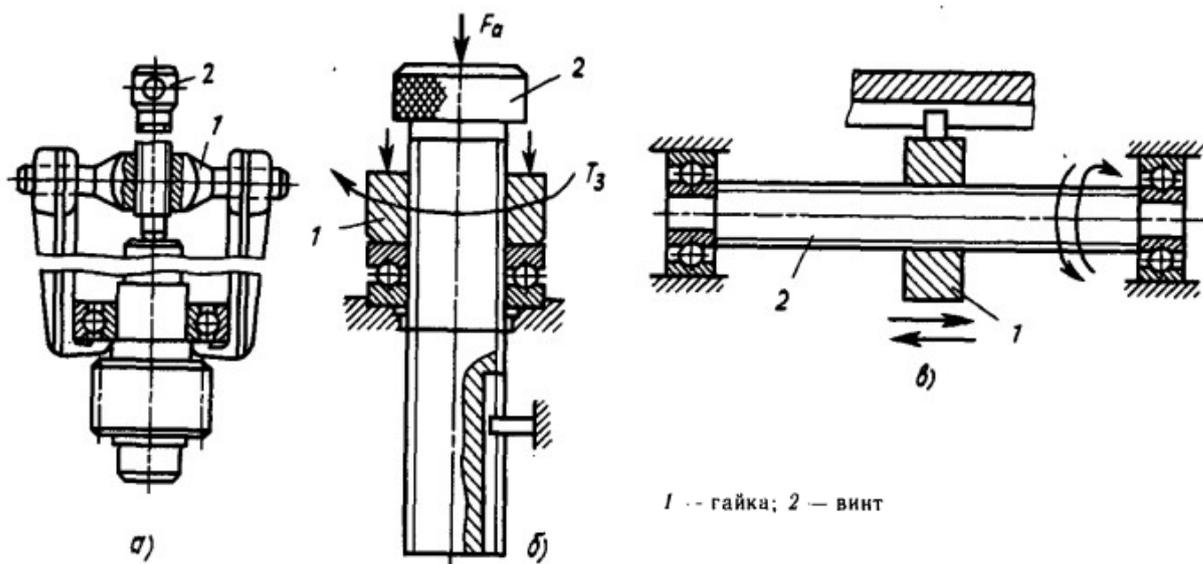


Рисунок 1 – Распространённые виды механизмов

Используют механизмы с резьбой различных профилей. В силовых механизмах большее распространение получила трапецеидальная резьба, в механизмах приборов — метрическая резьба, а в механизмах и устройствах прессов и прокатных станков — упорная резьба.

Достоинства механизмов: простота конструкций, плавность и точность хода, большое передаточное отношение, возможность самоторможения, возможность создания больших осевых сил, значительный выигрыш в силе, возможность получения медленного поступательного перемещения с высокой точностью и малые габариты при высокой несущей способности.

Недостатками передач скольжения являются повышенные потери на трение, изнашивание и низкий КПД. Передачи качения лишены этих недостатков, но их конструкция сложнее, а стоимость значительно выше.

Ходовые винты изготавливают из высокоуглеродистых сталей 40, 45, 50, 40ХН, 50ХГ, 65Г и др. с закалкой до твердости более 50 НИС. Гайки изготавливают из оловянистых бронз Бр010Ф1, Бр06Ц6С3 и др. при высоких скоростях вращения (0,1 - 0,25 м/с), а при малых скоростях вращения используют антифрикционные чугуны марок АВЧ-1, АВЧ-2, АК.Ч-1, АК.Ч-2 или серые чугуны марок СЧ15, СЧ20.

2. МЕХАНИКА, КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАСЧЕТЫ ПЕРЕДАЧ

Скорость относительного перемещения гайки и винта (в м/с):

$$v = \frac{z \cdot P_n}{60 \cdot 1000}$$

где z - число заходов винта;

P - шаг резьбы;

n - частота вращения (в мин^{-1}) гайки или винта.

Число заходов $z=1$ назначают для самотормозящихся винтов, для несамотормозящихся механизмов принимают $z \approx 2..4$.

Вращение винта или гайки в механизмах осуществляется обычно с помощью маховика (рукоятки), шестерни и т. п. Зависимость между окружной силой на маховике F_{im} и осевой силой на винте F_{AB} найдем из равенства работ на маховике и винте:

$$\eta F_{im} \delta s_m = F_{AB} \delta s_B$$

откуда

$$F_{AB} = F_{im} \frac{\delta s_m}{\delta s_B} \eta$$

где η - КПД механизма;

δs_m и δs_B - окружное перемещение маховика и осевое перемещение винта (гайки)

Передача винт - гайка позволяет с малым вращающим моментом создать большую силу (получить выигрыш в силе) или осуществить медленные точные перемещения.

Первое из указанных свойств реализуют в домкратах, прессах и других устройствах, второе - в различных механизмах (регулирующих, подачи станков, управления механизацией крыльев летательных аппаратов и т. д.).

Коэффициент полезного действия механизма найдем как отношение работы на завинчивание винта без учета сил трения ($f = 0$ и $\rho = 0$) к работе с учетом сил трения. Тогда, имея в виду, что момент на маховике равен моменту трения в резьбе, найдем:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)}$$

где $\beta = P/(\pi d_2)$ — угол подъема резьбы;

$\rho = \operatorname{arctg} f$ — угол трения (f — коэффициент трения в резьбе)

Из этой формулы видно, что КПД передачи возрастает с увеличением угла подъема ρ и уменьшением коэффициента трения в резьбе.

Для увеличения угла подъема применяют многозаходные винты. Ход резьбы в этом случае $S = Pz$ (P и z — шаг и число заходов резьбы). Однако винты с углом $\beta > 25^\circ$ на практике не применяют, так как дальнейшее увеличение β не дает существенного повышения КПД. Обычно $\eta = 0,7$.

Для повышения КПД механизмов стремятся уменьшить коэффициент трения в резьбе за счет изготовления гаек из антифрикционных материалов (бронзы, латуни и др.), смазывания трущихся поверхностей и их тщательной обработки.

Распространение получили шарико - винтовые механизмы (рисунок 2), в которых между витками винта и гайки размещают шарики. При вращении винта шарики движутся в направлении поступательного движения винта, попадают в обводной канал в гайке и возвращаются в полость между винтом и гайкой. Механизмы имеют коэффициент полезного действия $\eta \approx 0,9$, так как коэффициент трения качения невелик ($f=0,005...0,01$).

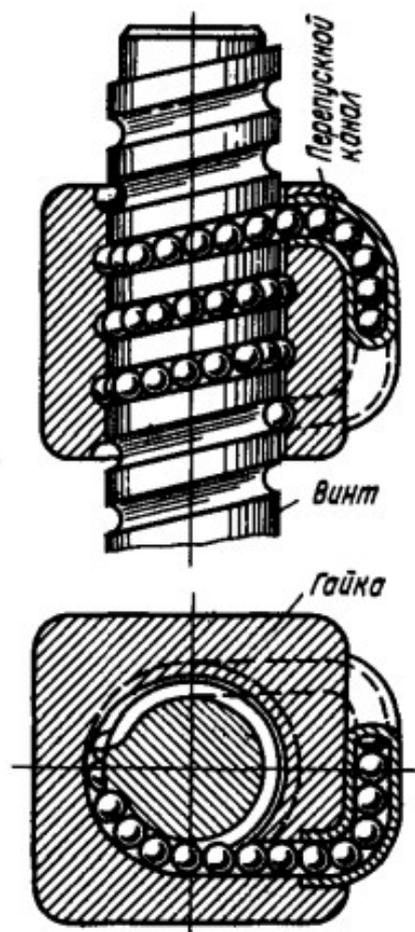


Рисунок 2 – Шариковинтвой механизм

Опыт проектирования и эксплуатации передач показал, что потеря их работоспособности связана главным образом с износом резьбы. В высоконагруженных передачах домкратов, прессов и других подобных устройств имеют место случаи потери устойчивости, реже разрушения винтов. Таким образом, **критериями работоспособности** передачи являются износостойкость, прочность и устойчивость.

3. РАСЧЕТ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

При определении размеров передачи исходят из основного критерия работоспособности – износостойкости резьбы. Для обеспечения необходимой износостойкости ограничивают среднее давление p в резьбе допускаемым давлением $[p]_{изн}$, МПа:

$$p = \frac{F_a}{\pi d_2 h z_B} \leq [p]$$

где d_2 и h - средний диаметр и рабочая высота профиля резьбы;

z_B - число витков;

$[p]$ - допускаемое контактное давление; используется в расчете как критерий подобия, отражающий предшествующий опыт эксплуатации механизмов, зависит от материалов винта и гайки.

Допускаемые напряжения для пар материалов винт - гайка: закаленная сталь - бронза $[p]=10...13$ МПа; незакаленная сталь и бронза $[p]=8...10$ МПа; незакаленная сталь и антифрикционный чугун $[p]=6...7$ МПа; незакаленная сталь и серый чугун $[p]=4...5$ МПа. Для механизмов точных перемещений (делительных и др.) значения $[p]$ принимают в 2...3 раза меньше, чем для механизмов общего назначения. Вследствие износа и приработки распределение нагрузки между витками резьбы улучшается. Поэтому в механизмах применяют более высокие гайки, чем в резьбовых соединениях. Увеличением высоты гайки повышают работоспособность передачи.

В механизмах, к которым предъявляются жесткие требования компенсации износа с целью уменьшения «мертвого» хода (зазора между витками винта и гайки), применяют разрезные гайки (рис. 7.3) или специальные устройства (например, пружинные), обеспечивающие радиальную или осевую выборку зазора [3, 8, 9]

4. РАСЧЕТ ВИНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ

В процессе работы винт механизма работает в условиях растяжения и кручения. Поэтому условие прочностной надежности по допускаемым напряжениям имеет вид:

$$\sigma_{\text{экв}} \leq [\sigma_p]$$

где $\sigma_{\text{экв}}$ — эквивалентное напряжение;

$[\sigma_p]$ — допускаемое напряжение при растяжении материала винта.

В связи с наличием зазоров в резьбе в схеме расчета на устойчивость принимают шарнирное закрепление концов винта (коэффициент приведения длины $\nu = 1$). Радиус инерции $i = \sqrt{J/A} = 0,25d_1$, (здесь J — осевой момент инерции сечения, $J = \pi d_1^4 / 64$, A — площадь поперечного сечения винта.

Напряжения растяжения (сжатия) и кручения определяются так же, как для резьбовых соединений (W_p — полярный момент сопротивления сечения):

$$\sigma_p = \frac{4F_a}{\pi d_1^2} \quad \tau_k = \frac{M_3}{W_p} = \frac{16M_3}{\pi d_1^3}$$

а эквивалентное напряжение

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_p^2 + 3\tau_k^2}$$

5. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Потеря устойчивости длинных сжатых винтов может быть причиной разрушения передачи. Расчет на устойчивость проводится для длинных высоконагруженных винтов (домкратов и др.). Условие устойчивости винтов по допускаемым напряжениям имеет вид:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{4F_a}{\pi d_1^2} \leq \varphi [\sigma_p]$$

где φ — коэффициент уменьшения допускаемых напряжений, выбирается в зависимости от параметра гибкости.

При проверке на устойчивость различают винты малой, средней и высокой гибкости. При значениях гибкости $\lambda \leq 55$ проверку на продольный изгиб можно не выполнять. Стальные винты при гибкости $\lambda \geq 100$ проверяют на устойчивость по Эйлеру по величине критической силы.

При невыполнении условий прочности и устойчивости необходимо выбрать резьбу с большими диаметрами и повторить проверочные расчеты винта на самоторможение и устойчивость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения темы установлено, что:

1. Передача винт — гайка — винтовая механическая передача, преобразующая вращательное движение в поступательное, или наоборот. В общем случае она состоит из винта и гайки. Винтовые передачи делятся на: передачи скольжения; передачи качения. Главные преимущества: простота конструкции, точность, плавность хода.
2. Передача винт — гайка позволяет с малым вращающим моментом создать большую силу или осуществить медленные точные перемещения. Критериями работоспособности данной передачи являются: износостойкость, прочность и устойчивость
3. Основной причиной выхода из строя винтов и гаек является большое изнашивание их резьбы. Поэтому при определении размеров передачи исходят из расчета на износостойкость резьбы по допускаемому давлению.
4. В процессе работы винт механизма работает в условиях растяжения и кручения, поэтому эквивалентное напряжение должно быть меньше или равно допускаемому напряжению при растяжении материала винта.
5. Расчет на устойчивость передачи винт-гайка позволяет определить ее способность сохранять равновесие и не подвергаться боковому смещению при работе под нагрузкой.