**Техническая механика**

**Преподаватель : Плющ Иван Николаевич**

**Тема: МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ**

**Механической передачей**называют устройство для передачи механического движения от двигателя к исполнительным органам машины. Может осуществляться с изменением значения и направления скорости движения, с преобразованием вида движения. Необходимость применения таких устройств обусловлена нецелесообразностью, а иногда и невозможностью непосредственного соединения рабочего органа машины с валом двигателя. Механизмы вращательного движения позволяют осуществить непрерывное и равномерное движение с наименьшими потерями энергии на преодоление трения и наименьшими инерционными нагрузками.

Механические передачи вращательного движения делятся:

-     по способу передачи движения от ведущего звена к ведомому на передачи *трением* (фрикционные, ременные) и *зацеплением* (цепные, зубчатые, червячные);

-     по соотношению скоростей ведущего и ведомого звеньев на *замедляющие*(редукторы) и*ускоряющие* (мультипликаторы);

-     по взаимному расположению осей ведущего и ведомого валов на передачи с *параллельными*, *пресекающимися* и *перекрещивающимися* осями валов.

Замедляющие передачи получили большее распространение по сравнению с ускоряющими. Это объясняется тем, что скорости вращения валов двигателей различного вида, как правило, значительно выше скоростей валов рабочих машин. Более быстроходные двигатели имеют меньшие размеры по сравнению с тихоходными двигателями той же мощности, так как с увеличением частоты вращения уменьшаются силы и моменты, действующие на детали двигателя. Например, передавать вращение от быстроходной газовой турбины на вал несущего винта вертолета через специальную замедляющую зубчатую передачу (редуктор) значительно выгоднее, чем применять имеющий большие габаритные размеры и массу тихоходный двигатель, вал которого соединялся бы непосредственно с винтом. Из всех типов передач наиболее распространенными являются зубчатые.

В каждой передаче различают два основных вала: входной и выходной, или ведущий и ведомый. Между этими валами в многоступенчатых передачах располагаются промежуточные валы.

**Основные характеристики передач:**

*мощность* *Р*1 на входе и *Р*2 на выходе, Вт; мощность может быть выражена через окружную силу *Ft* (Н) и окружную скорость *V* (м/с) колеса, шкива, барабана и т.п.:

*Р = Ft×V*;

*быстроходность*, выражающаяся частотой вращения *n*1 на входе и *n*2 на выходе, мин–1, или угловыми скоростями *ω*1 и *ω*2 , с-1;

*передаточное отношение*– отношение угловой скорости ведущего звена к угловой скорости ведомого звена:

,

при *u* > 1, *n*1 > *n*2 – передача понижающая, или *редуктор*,

при *u* < 1, *n*1 < *n*2 – передача повышающая, или *мультипликатор*;

*коэффициент полезного действия*(КПД)

, или ,

где *Рr* – мощность, потерянная в передаче.

Одноступенчатые передачи имеют следующие КПД: фрикционные – 0,85…0,9; ременные – 0,90…0,95; зубчатые – 0,95…0,99; червячные – 0,7…0,9; цепные – 0,92…0,95;

*моменты на валах*. Моменты *Т*1(Н·м) на ведущем и *Т*2 на ведомом валах определяют по мощности (кВт) и частоте вращения (об./мин) или угловой скорости (с-1):

,  или ,

где *ω*1 = .

Связь между вращающими моментами на ведущем *Т*1 и ведомом *Т*2 валах выражается через передаточное отношение *u* и КПД *η*:

*Т*2= *Т*1*η u*.

**2.1. Зубчатые передачи**

**Зубчатой передачей** называется трехзвенный механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами, или колесо и рейка с зубьями, образующими с неподвижным звеном (корпусом) вращательную или поступательную пару.

Зубчатая передача состоит из двух колес, посредством которых они сцепляются между собой. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называют *шестерней*, с большим числом зубьев – *колесом*.

Термин «зубчатое колесо» является общим. Параметрам шестерни приписывают индекс 1, а параметрам колеса – 2.

Основными преимуществами зубчатых передач являются:

-     постоянство передаточного числа (отсутствие проскальзывания);

-     компактность по сравнению с фрикционными и ременными передачами;

-     высокий КПД (до 0,97…0,98 в одной ступени);

-     большая долговечность и надежность в работе (например, для редукторов общего применения установлен ресурс ~ 30 000 ч);

-     возможность применения в широком диапазоне скоростей (до 150 м/с), мощностей (до десятков тысяч кВт).

Недостатки:

-     шум при высоких скоростях;

-     невозможность бесступенчатого изменения передаточного числа;

-     необходимость высокой точности изготовления и монтажа;

-     незащищенность от перегрузок;

-     наличие вибраций, которые возникают в результате неточного изготовления и неточной сборки передач.

**Классификация зубчатых передач.** По расположению осей валов различают передачи с параллельными (рис. 2.1, а – в, з), с пересекающимися (рис. 2.1, г, д) и перекрещивающимися (рис. 2.1, е, ж) геометрическими осями.

По форме могут быть цилиндрические (рис. 2.1, а – в, з), конические (рис. 2.1, г, д, ж), эллиптические, фигурные зубчатые колеса и колеса с неполным числом зубьев (секторные).

По форме профилей зубьев различают эвольвентные и круговые передачи, а по форме и расположению зубьев – прямые (рис. 2.1, а, г, е, з), косые (рис. 2.1, б), шевронные (рис. 2.1, в) и круговые (рис. 2.1, д, ж).

В зависимости от относительного расположения зубчатых колес передачи могут быть с внешним (рис. 2.1, а) или внутренним (рис. 2.1, з) их зацеплением. Для преобразования вращательного движения в возвратно поступательное и наоборот служит реечная передача (рис. 2.1, е).

Зубчатые передачи эвольвентного профиля широко распространены во всех отраслях машиностроения и приборостроения. Они применяются в исключительно широком диапазоне условий работы. Мощности, передаваемые зубчатыми передачами, изменяются от ничтожно малых (приборы, часовые механизмы) до многих тысяч кВт (редукторы авиационных двигателей). Наибольшее распространение имеют передачи с цилиндрическими колесами, как наиболее простые в изготовлении и эксплуатации, надежные и малогабаритные. Конические, винтовые и червячные передачи применяют лишь в тех случаях, когда это необходимо по условиям компоновки машины.



Рис. 2.1. Зубчатые передачи

**2.2. Планетарные передачи**

**Планетарными** называются передачи, содержащие зубчатые колеса с перемещающимися осями (рис. 2.6). Передача состоит из центрального колеса 1 с наружными зубьями, центрального колеса 3 с внутренними зубьями, водила Н и сателлитов 2. Сателлиты вращаются вокруг своих осей и вместе с осью вокруг центрального колеса, т.е. совершают движение, подобное движению планет.

При неподвижном колесе 3 движение может передаваться от 1 к Н или от Н к 1; при неподвижном водиле Н – от 1 к 3 или от 3 к 1. При всех свободных звеньях одно движение можно раскладывать на два (от 3 к 1 и Н) или два соединять в одно (от 1 и Н к 3). В этом случае передачу называют **дифференциальной**.



Рис. 2.6. Планетарный механизм

Планетарные передачи имеют существенные преимущества:

-     нагрузка в планетарных передачах передается одновременно несколькими сателлитами, следовательно, силы, действующие на зубья колес, соответственно уменьшаются, что позволяет использовать колеса меньших габаритных размеров и массы;

-     в планетарных передачах рационально используются колеса внутреннего зацепления, обладающие большой (по сравнению с колесами наружного зацепления) нагрузочной способностью;

-     равномерное распределение сателлитов по окружности приводит к уравновешиванию радиальных сил, действующих на колеса, и, следовательно, к разгрузке подшипников центральных колес и водила;

-     применение планетарного механизма позволяет легко осуществить компактную конструкцию соосного редуктора, т.е. такого редуктора, у которого оси ведущего и ведомого валов совпадают. Это имеет важное значение для поршневых и турбовинтовых авиационных двигателей. Например, при помощи так называемого дифференциального планетарного редуктора можно от одного двигателя приводить во вращение два соосных винта, скорости вращения которых будут изменяться в полете в соответствии с изменением шага винта.

К недостаткам планетарных передач относятся повышенные требования к точности изготовления и монтажа.

**2.3. Червячные передачи**

**Червячная передача** применяется для передачи вращения от одного вала к другому, когда оси валов перекрещиваются. Угол перекрещивания в большинстве случаев равен 90º. Наиболее распространенная червячная передача (рис. 2.10) состоит из так называемого *архимедова червяка*, т.е. винта, имеющего трапецеидальную резьбу с углом профиля в осевом сечении, равным двойному углу зацепления (2*α* = 40°), и червячного колеса.

        

Рис. 2.10. Червячная передача

**Геометрия червячных передач**. В червячной передаче, так же как и в зубчатой, различают диаметры начальных и делительных цилиндров (рис. 2.11): *dw1*, *dw2*– начальные диаметры червяка и колеса; *d1*, *d2* – делительные диаметры червяка и колеса. В передачах без смещения *dw1* = *d1*, *dw2* = *d2*. Точка касания начальных цилиндров является полюсом зацепления.

**Червяки** различают по следующим признакам: по форме поверхности, на которой образуется резьба, – *цилиндрические* (рис. 2.12, а) и *глобоидные* (рис. 2.12, б); по форме профиля резьбы – *архимедовы* и *эвольвентные* цилиндрические червяки.

Архимедов червяк имеет трапецеидальный профиль резьбы в осевом сечении, в торцевом сечении витки резьбы очерчены архимедовой спиралью.

    

Эвольвентный червяк представляет собой косозубое зубчатое колесо с малым числом зубьев и большим углом их наклона. Профиль витка в торцевом сечении очерчен эвольвентой.

Наибольшее применение в машиностроении находят архимедовы червяки, так как технология их производства проста и наиболее отработана. Архимедовы червяки обычно не шлифуют. Их используют, когда требуемая твердость материала червяка не превышает 350 НВ. При твердости 45 НRC и малой шероховатости рабочих поверхностей витков червяки делают эвольвентными, так как после термообработки шлифование их рабочих поверхностей по сравнению с архимедовыми червяками проще.

Профиль зубьев червячных колес в передачах эвольвентный. Поэтому зацепление в червячной передаче представляет собой эвольвентное зацепление зубчатого колеса с зубчатой рейкой. Угол наклона линии зуба червячного колеса *β* равен углу подъема *γ* линии витка червяка. Минимальное число зубьев колеса из условия отсутствия подрезания *z2* = 24. Число витков (заходов) червяка определяется количеством ниток нарезки, отстоящих друг от друга на расстояние, называемое шагом, и начинающихся на торцах нарезной части червяка. Направление витков может быть правым или левым. Чаще применяется правая нарезка с числом заходов *z1* = 1…4. Рекомендуют *z1* = 4 при передаточном отношении *u* = 8…15; *z1* = 2 при *u* = 15…30; *z1* = 1 при *u* > 30.

**2.4. Волновые механические передачи**

Волновая передача основана на принципе преобразования параметров движения за счет волнового деформирования гибкого звена механизма. Впервые такая передача была запатентована в США инженером Массером. [3]

Волновые зубчатые передачи (рис. 2.14) являются разновидностью планетарных передач, у которых одно из колес гибкое.

Волновая передача включает в себя жесткое зубчатое колесо *b* с внутренними зубьями и вращающееся гибкое колесо *g* c наружными зубьями. Гибкое колесо входит в зацепление с жестким в двух зонах с помощью генератора волн (например, водила *h* с двумя роликами), который соединяют с корпусом передачи *b*.



Рис. 2.14. Волновая зубчатая передача

Гибкое зубчатое колесо представляет собой гибкий цилиндр, один конец которого соединен с валом и сохраняет цилиндрическую форму, а другой конец имеет зубья. Генератор волн служит для образования и движения волны деформации на гибком зубчатом колесе.

Генераторы волн бывают механические, пневматические, гидравлические, электромагнитные. Механические генераторы могут быть двухроликовыми, четырехроликовыми, дисковыми, кольцевыми и кулачковыми. Генератор волн может располагаться внутри гибкого колеса или вне его. Число волн – любое.

К основным достоинствам волновых передач по сравнению с зубчатыми передачами следует отнести:

-     их меньшие массу и габариты;

-     кинематическую точность;

-     высокую демпфирующую способность;

-     обеспечение больших передаточных отношений в одной ступени (50…300);

-     возможность передачи движения в герметизированное пространство без применения уплотнений.

Недостатки:

-     сложность конструкции;

-     ограничение скорости вращения ведущего вала генератора волн при больших диаметрах колес;

-     повышенные потери мощности на трение и на деформацию гибкого колеса (КПД составляет 0,7-0,85 при *U* = 80-250).

Волновые передачи применяют в приводах для передачи движения в герметизированное пространство в химической, атомной и космической технике; в силовых и кинематических приводах общего назначения с большим передаточным отношением; в исполнительных малоинерционных быстродействующих механизмах систем автоматического регулирования и управления; в механизмах отсчетных устройств повышенной кинематической точности.

**2.5. Фрикционные передачи**

Передачи, работа которых основана на использовании сил трения, возникающих между рабочими поверхностями двух прижатых друг к другу тел вращения, называют **фрикционными передачами**.

Для нормальной работы передачи необходимо, чтобы сила трения *F*т*р* была больше окружной силы *Ft*, определяющей заданный вращающий момент:

*Ft* < *F*т*р*.                                         (2.42)

Сила трения

*F*т*р* = *Fn f*,

где *Fn* – сила прижатия катков;

*f* – коэффициент трения.

Нарушение условия (2.42) приводит к буксованию и быстрому износу катков.

В зависимости от назначения фрикционные передачи можно разделить на две основные группы: передачи с нерегулируемым передаточным отношением (рис. 2.15, а); регулируемые передачи, называемые вариаторами, позволяющими плавно (бесступенчато) изменять передаточное отношение.

                 

Рис. 2.15. Схемы фрикционных передач

Различают передачи с параллельными и пересекающимися осями валов; с цилиндрической, конической, шаровой или торовой поверхностью рабочих катков; с постоянным или автоматически регулируемым прижатием катков, с промежуточным фрикционным элементом или без него и т.д.

Схема простейшей нерегулируемой передачи изображена на рис. 2.15, а. Она состоит из двух катков с гладкой цилиндрической поверхностью, закрепленных на параллельных валах.

У лобового вариатора (рис. 2.15, б) ведущий каток *А* может перемещаться вдоль своей оси. При этом передаточное отношение плавно изменяется в соответствии с изменением рабочего диаметра *d2* ведомого диска *Б*. При переходе катка *А* на левую сторону направление вращения диска *Б* изменяется – вариатор обладает свойством реверсивности.

**Область применения.** Фрикционные передачи с постоянным передаточным отношением применяют сравнительно редко. Их область ограничивается преимущественно кинематическими цепями приборов, от которых требуется плавность движения, бесшумность работы, безударное включение на ходу и т.п.

Фрикционные вариаторы применяют достаточно широко для обеспечения бесступенчатого регулирования скорости в станкостроении, текстильных, бумагоделательных и других машинах и приборах. В авиастроении фрикционные передачи не применяются. Диапазон передаваемых мощностей обычно находится в пределах до 10 кВт, так как при больших мощностях трудно обеспечить необходимое усилие прижатия катков.

**Способы прижатия катков.** Существует два вида прижатия катков: с постоянной силой, которую определяют по максимальной нагрузке передачи; с регулируемой силой, которая автоматически изменяется с изменением нагрузки. Лучшие показатели получают при саморегулируемом прижатии.

Способ прижатия катков оказывает большое влияние на качественные характеристики передачи: КПД, постоянство передаточного отношения, контактную прочность и износ катков.

**Скольжение в передаче.** Различают три вида скольжения: буксование, упругое скольжение и геометрическое скольжение.

Буксование наступает при перегрузках элементов передачи. При этом ведомый каток останавливается, а ведущий скользит по нему, что приводит к интенсивному местному изнашиванию или задиру на ведомом катке.

Упругое скольжение характерно для нормально работающей передачи. Участки поверхности ведущего катка подходят к площадке контакта сжатыми, а отходят растянутыми. На ведомом катке наблюдается обратная картина. Касание сжатых и растянутых волокон катков приводит к их упругому скольжению, что вызывает отставание ведомого катка от ведущего.

Геометрическое скольжение связано с тем, что окружные скорости вращения ведущего и ведомого катков на площадке их контакта различны. Например, в лобовом вариаторе (см. рис. 2.15, б) окружная скорость *V2* меняется с изменением *R*, а скорость *V1* на этой площадке постоянна. Геометрическое скольжение является основной причиной изнашивания рабочих поверхностей элементов фрикционных передач.

**2.6. Ременные передачи**

**Ременная передача** состоит из двух шкивов, закрепленных на валах, и охватывающего их ремня. Ремень надет на шкивы с определенным натяжением, обеспечивающим трение между ремнем и шкивами, достаточное для передачи мощности от ведущего шкива к ведомому.

В зависимости от формы поперечного сечения ремня различают: плоскоременную, клиноременную и круглоременную (рис. 2.16, а – в) передачи.



Рис. 2.16. Ременные передачи

Сравнивая ременную передачу с зубчатой можно отметить следующие преимущества:

-     возможность передачи движения на значительное расстояние (до 15 м и более);

-     плавность и бесшумность работы, обусловленные эластичностью ремня и позволяющие работать при высоких скоростях;

-     способность выдерживать перегрузки (до 300 %) благодаря увеличению скольжения ремня;

-     невысокая стоимость;

-     простота обслуживания и ремонта.

Основными недостатками ременной передачи являются:

-     непостоянство передаточного отношения из-за скольжения ремня на шкивах;

-     значительные габаритные размеры при больших мощностях (для одинаковых условий диаметры шкивов примерно в 5 раз больше диаметров зубчатых колес);

-     большое давление на шкивы в результате натяжения ремня;

-     низкая долговечность ремней (от 1000 до 5000 ч).

Ременные передачи применяют преимущественно в тех случаях, когда по условиям конструкции валы расположены на значительных расстояниях. Мощность современных передач не превышает 50 кВт.

В многоступенчатых приводах ременную передачу применяют обычно в качестве быстроходной ступени, устанавливая ведущий шкив на валу двигателя. В таком случае габариты и масса передачи будут наименьшими.

**Критерии работоспособности и расчета**. Опыт эксплуатации передач в различных машинах и механизмах показал, что работоспособность передач ограничивается преимущественно *тяговой способностью,*определяемой силой трения между ремнем и шкивом, *долговечностью ремня,*которая в условиях нормальной эксплуатации ограничивается разрушением ремня от усталости.

**2.7. Цепные передачи**

**Цепная передача** состоит из двух колес с зубьями (звездочек) и охватывающей их цепи. Наиболее распространены передачи с втулочно-роликовой цепью (рис. 2.19, а) и зубчатой цепью (рис. 2.19, б). Цепные передачи применяются для передачи средних мощностей (не более 150 кВт) между параллельными валами в случаях, когда межосевые расстояния велики для зубчатых передач.

Преимуществами цепных передач являются:

-     отсутствие проскальзывания;

-     достаточная быстроходность (20-30 м/с);

-     сравнительно большое передаточное число (7 и более);

-     высокий КПД;

-     возможность передачи движения от одной цепи нескольким звездочкам;

-     небольшая нагрузка на валы, т.к. цепная передача не нуждается в предварительном натяжении цепи необходимом для ременной передачи.

         

Недостатками цепных передач являются:

-     вытяжка цепей вследствие износа шарниров;

-     более высокая стоимость передачи по сравнению с ременной;

-     необходимость регулярной смазки;

-     значительный шум.

По назначению цепи подразделяют на приводные, используемые в приводах машин; тяговые, применяемые в качестве тягового органа в конвейерах, и грузовые, используемые в грузоподъемных машинах для подъема грузов.

Цепные передачи применяются, например, для управления рулем направления самолета (рис. 2.20), для привода механизма отклонения триммера руля высоты.

**Звездочки.** По конструкции звездочки похожи на зубчатые колеса. Делительная окружность звездочки проходит через центры шарниров цепи. Профилирование их зубьев выполняют по стандарту. Ширина *b* зубчатого венца звездочки принимается несколько меньшей расстояния между внутренними пластинками. Звездочки больших размеров выполняют составными. [4]

**2.8. Передача винт-гайка**

**Передача винт-гайка** служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Широкое применение таких передач определяется тем, что при простой и компактной конструкции удается осуществить медленные и точные перемещения.

В авиастроении передача винт-гайка используется в механизмах управления самолетом: для перемещения взлетно-посадочных закрылков, для управления триммерами, поворотными стабилизаторами и др.

К преимуществам передачи относятся простота и компактность конструкции, большой выигрыш в силе, точность перемещений.

Недостатком передачи является большая потеря на трение и связанный с этим малый КПД.



Рис. 2.22. Передачи винт-гайка

В винтовой передаче вращение винта 1 вызывает поступательное перемещение гайки 2 (рис. 2.22, а), а вращение гайки 2 приводит к поступательному перемещению винта 1 (рис. 2.22, б).

**Передаточное отношение.** В винтовых механизмах винт или гайка приводится в движение с помощью маховика, шестерни и др. Передаточное

ное отношение для этих передач можно условно выразить соотношением окружного перемещения маховика *Sм* к перемещению гайки (винта) *Sr*:

*i*= *Sм*/ *Sr* = *π dм* / *p1*,                                  (2.65)

где *dм* – диаметр маховика (шестерни и т.п.);

*р1* – ход винта.

Зависимость между окружной силой *Ft* на маховике и осевой силой *Fa* на гайке запишем в виде:

*Ft* = *Fa i η*,                                          (2.66)

где *η* – КПД винтовой пары.

**2.9. Рычажные механизмы**

Механизмы, в которые входят жесткие звенья, соединенные между собой кинематическими парами пятого класса, называют **рычажными механизмами**.

В кинематических парах таких механизмов давление и интенсивность изнашивания звеньев меньше, чем в высших кинематических парах.

Среди разнообразных рычажных механизмов наиболее распространенными являются *плоские четырехзвенные механизмы*. Они могут иметь четыре шарнира (шарнирные четырехзвенники), три шарнира и одну поступательную пару или два шарнира и две поступательные пары. Их используют для воспроизведения заданной траектории выходных звеньев механизмов, преобразования движения, передачи движения с переменным передаточным отношением.

Под передаточным отношением рычажного механизма понимают отношение угловых скоростей основных звеньев, если они совершают вращательные движения, или отношение линейных скоростей центра пальца кривошипа и выходного звена, если оно совершает поступательное движение.

**Кривошипно-ползунный механизм.** Этот механизм имеет самое широкое применение в машиностроении и используется в двигателях внутреннего сгорания, станках, компрессорах, поршневых насосах, прессах, а также при механизации и автоматизации как основных, так и вспомогательных операций технологического процесса.

Из рис. 2.24 видно, что

           (2.69)



Рис. 2.24. Кривошипно-ползунный механизм

**2.10. Кулачковые механизмы**

**Кулачковые механизмы** (рис. 2.26) по широте применения уступают только зубчатым передачам. Их используют в станках и прессах, двигателях внутреннего сгорания, машинах текстильной, пищевой и полиграфической промышленности. В этих машинах они выполняют функции подвода и отвода инструмента, подачи и зажима материала в станках, выталкивания, поворота, перемещения изделий и др.

Кулачковые механизмы имеют ряд преимуществ:

-     возможность воспроизведения почти любого закона движения ведомого звена;

-     простота согласования работы нескольких механизмов в машинах-автоматах;

-     надежность в работе и компактность.

К недостаткам этих механизмов следует отнести относительно быстрое изнашивание соприкасающихся поверхностей, которое обусловлено ускоренным движением толкателя, отсутствием смазки, а также наличием вибрации, которая возрастает с увеличением частоты вращения кулачка.

**Классификация механизмов**. По характеру движения механизмы подразделяют на пространственные и плоские. В зависимости от вида движения кулачка механизмы подразделяют на поступательные (рис. 2.26, г, д), вращательные (рис. 2.26, а, б, в) и качающиеся. По взаимному расположению кулачка и толкателя механизмы называют центральными и дезаксиальными (нецентральными). По типу замыкания высшей кинематической пары их подразделяют на пары с кинематическим и силовым замыканием.



Рис. 2.26. Кулачковые механизмы:

а, б, в – дисковые; г, д – плоские с поступательным перемещением кулачка; е – гиперболоидные

Силовое замыкание происходит под действием пружины, силы тяжести груза либо реализуется гидравлическим или пневматическим способом. Оно характерно преимущественно для механизмов, работающих с небольшими скоростями звеньев.

Видео урок:

<https://www.youtube.com/watch?v=6osv8OUcDSM&t=1s&ab_channel=%D0%A2%D0%93%D0%90%D0%A2%D0%A3-%D0%A2%D0%94%D0%90%D0%A2%D0%A3%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C>

Задание:

1. Изучить материал лекции
2. Составить краткий конспект