

ТЕМА 3. Відомості з технічної механіки (4 год)

Урок №12. Деталі машин.

Деталі машин. Деталі та збірні одиниці загального і спеціального призначення. Вимоги до них. Роз'ємні та нероз'ємні з'єднання деталей машин, їх види.

Деталі і складальні одиниці передач обертального руху. Осі і вали, їх відмінності за характером роботи. Основні види підшипників та їх застосування. Муфти, їх класифікація та застосування. Редуктори, коробки передач.

Деталі та збірні одиниці загального і спеціального призначення

Досить значна кількість деталей і складальних одиниць зустрічається майже в усіх машинах (болти, гайки, шайби, підшипники кочення ланцюги тощо), тому їх називають деталями і складальними одиницями загального призначення.

Деталлями і складальними одиницями спеціального призначення називають такі, що зустрічаються тільки в одному чи декількох типах машин, наприклад шпинделі верстатів, колінчасті поршні, розподільчі вали.

Всі деталі і складальні одиниці загального призначення діляться на з'єднувальні (нарізні, шпонкові, заклепувальні тощо), для передачі обертального руху (зубчасті колеса, шківів, зірочки тощо) і обслуговуючі передачі (вали підшипники, муфти тощо).

Типові деталі для передавання обертального руху

Вали і осі

Найхарактернішими типовими деталями для передавання обертального руху в промисловому обладнанні є вали, осі, підшипники, муфти тощо.

Обертіві частини приводів машин - зубчасті колеса, диски, муфти, шківів тощо - у більшості випадків установлюють на валах і осях, які можуть бути розташовані по-різному - горизонтально, вертикально, під кутом.

Вал - це деталь, що обертається в підшипниках і передає крутний момент. За конструкцією вали поділяються на прями, колінчасті, шліцьові, вали-шестірні тощо. Особливу групу складають гнучкі вали.

Вали можуть бути гладенькими або ступінчастими. Утворення ступенів пов'язано з умовами виготовлення і зручністю складання. Довгі вали можна виготовляти з окремих частин, з'єднаних муфтами. При експлуатації вали працюють на згин, закручування, а в окремих випадках додатково і на розтягування і стискання.

За типами перерізів вали і осі діляться на суцільні і порожнисті. Порожнистий переріз застосовується для зменшення маси і розташування інших деталей в середині валів і осей.

Для передачі сил вали з'єднуються з зубчастими колесами і шківів за допомогою спеціальних деталей - шпонок. Одна частина шпонки встановлюється на валу, інша - в

приєднуваній деталі. Переріз шпонок і шпонкових пазів у з'єднаних деталях вибирають в залежності від діаметра вала і характеру спряження.

Різниця між валом і віссю полягає в тому, що вал обертається і передає силу через закріплені на ньому деталі іншим деталям, які з ним спряжені, **вісь** же, обертаючись або залишаючись нерухомою, тільки утримує деталі, що на ній насаджені.

Для з'єднання валів з зубчастими колесами і шківками застосовують також шліцьові з'єднання.

Цапфами називають ділянки валів і осей, які лежать в опорах кочення або ковзання. В залежності від положення на валу цапфи ділять на шипи, шийки і п'яти. Шип розташовується на кінці вала і сприймає радіальне навантаження. Шийка знаходиться в середній частині вала. Вона також сприймає радіальне навантаження і одночасно дію крутного моменту. П'ята - торцева частина вала або осі, сприймає лише осьові навантаження.

Вали і осі - відповідальні деталі машини. Опорні частини валів дуже ретельно обробляються для кращого їх з'єднання з деталями. Конструкція валів визначається способом закріплення на них деталей, типом і розмірами підшипників, що є опорами, а також технологічними умовами оброблення і складання.

У багатьох верстатах застосовуються **шліцьові вали** - з неглибокими поздовжніми пазами на поверхні. Пази чергуються з виступами - шліцями прямокутного, трикутного чи фасонного профілю. Точно такі ж шліци роблять у маточині, що з'єднується з валом і пересувається по ньому.

Шліцьові з'єднання складніші за будовою і виготовленням, ніж шпонкові. Але вони забезпечують точніше розташування деталі на валу і дають змогу передавати дуже великі обертові моменти при меншому поперечному перерізі вала. Крім того, вони довговічні і зносостійкі.

Підшипники

Опори валів і осей, призначені для сприйняття радіальних і осьових навантажень, називають підшипниками. Радіальне навантаження створюється силою, яка перпендикулярна до осі вала, а осьове - силою, що діє вздовж його осі.

У залежності від характеру відносного переміщення деталей розрізняють тертя двох видів: ковзання і кочення. У разі тертя ковзання поверхня, лінія або точка дотикання однієї деталі весь час ковзається по другій. Це спостерігається, наприклад, при пересуванні поршня в циліндрі, русі каретки супорта токарного верстата по напрямних станини, при викреслюванні круга на площині вістрям циркуля і т. д.

При терті кочення деталі перекочуються одна по одній без ковзання і поверхні їх

дотикаються тільки по лінії або в одній точці, причому по мірі перекочування лінія або точка дотикання весь час замінюється новою, що спостерігається, наприклад, при коченні котків по рейках, перекочуванні (без ковзання) зубів коліс у зубчастих передачах тощо.

Якщо конструкції попарно з'єднаних деталей і навантаження однакові, то опір тертю і знос деталей значно менші при коченні.

Найхарактерніше проявляються сили тертя в підшипниках, нерухомих опорах, в яких обертаються шипи (цапфи) валів. **За видами тертя підшипники поділяються на підшипники ковзання і підшипники кочення.**

Підшипники ковзання. Ці деталі так називають тому, що між шийкою вала, що обертається, і нерухомою опорною внутрішньою поверхнею підшипника виникає тертя ковзання. Спочатку зазор між шийкою вала і посадочною поверхнею підшипника мінімальний, але він збільшується внаслідок їх зношування. Швидкість збільшення зазору залежить від конструкції підшипника. У промисловому обладнанні застосовуються підшипники ковзання різних конструкцій. Головним чином вони виготовляються з антифрикційних матеріалів, які забезпечують достатню міцність і твердість як за кімнатної температури, так і за температури найбільшого нагрівання в процесі роботи, а також дають змогу одержати найменші тертя і знос, легко пришабруються і швидко припрацьовуються, мають потрібну мікропористість для збереження мастила в період зупинки вала (шпинделя) та забезпечують легке видалення продуктів зносу.

У станкобудуванні підшипники ковзання, в основному, виготовляють з антифрикційних кольорових сплавів двох типів: олов'яних і алюмінієвих бронз, а також бабітів.

Підшипники ковзання поділяють на дві основні групи: нерознімні та рознімні. *Нерознімні* можуть бути нерегульованими і регульованими. До перших, як правило, належать втулки і посадочні місця під вали в різних корпусах і станинах. У нерегульованих підшипниках на відміну від регульованих не можна змінювати зазор між шийкою вала і поверхнею, на яку вона спирається. У регульованих підшипниках зазор можна підтримувати постійним, не дивлячись на знос підшипника і шийки вала. *Рознімні* підшипники складаються з двох частин (піввтулок) або декількох сегментів.

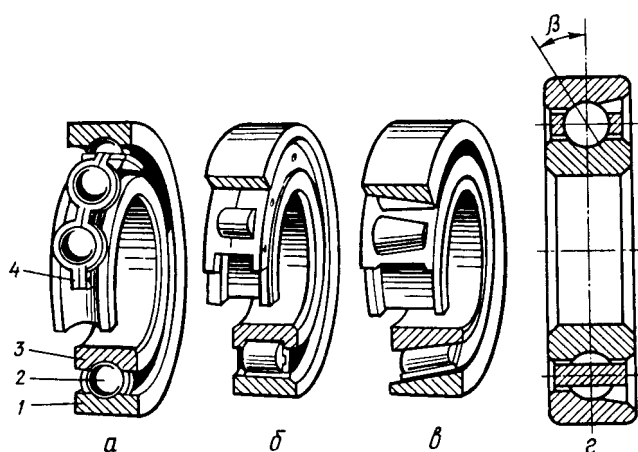
Підшипники ковзання мають такі недоліки:

- ♦ великі втрати потужності, що передається, внаслідок тертя;
- ♦ збільшення початкового зазору між вкладишем і посадочним місцем, спеціально передбаченим для створення шару мастила в межах цього зазору;
- ♦ значна трудомісткість виготовлення підшипників;
- ♦ застосування кольорових металів.

Підшипники кочення (мал. 12.1) широко використовуються в усіх галузях

машинобудування. Це готові складальні одиниці, основними елементами яких є тіла кочення - кульки або ролики, що розташовуються між кільцями і утримуються на визначеній відстані один від одного за допомогою [сепаратора](#) 4 (мал. 12.1, а). У процесі роботи кульки 2 (або ролики) котяться по бігових доріжках кілець 1 і 3. Одне з кілець, як правило, нерухоме. При терті кочення втрати потужності, що передається, значно менші, ніж при терті ковзання.

У залежності від характеру навантажень, які сприймаються шарико- і роликопідшипниками кочення, їх поділяють на три групи: радіальні, упорні і радіально-упорні. Форма роликів може бути циліндричною (мал. 12.1, б), бочковидною, конічною (мал. 12.1, в), голчастою або витую.



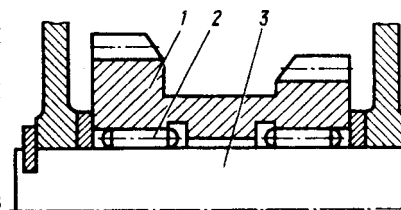
Мал. 12.1. Однорядні підшипники кочення: а - радіальний кульковий, б - радіальний роликовий, в - роликовий конічний, г - радіально-упорний кульковий

чином, від кута контакту. Він не перевищує 40° (стандартні кути 12° ; 26° і 40°).

У підшипниках кочення цапфа вала, як правило, спирається на поверхню внутрішнього кільця й обертається з ним відносно зовнішнього кільця. Підшипники кочення зносостійкіші за підшипники ковзання. Крім того, вони можуть застосовуватись на різних швидкостях без додаткового регулювання, не потребують великої кількості мастила, обслуговування їх нескладне. Застосування підшипників кочення характеризується найменшими втратами потужності від тертя в опорах.

Слюсарі-ремонтники повинні знати, які підшипники і в яких випадках використовуються, а також принципи їх регулювання.

З метою зменшення радіальних розмірів підшипника кільця іноді не застосовують. У цих випадках ролики 2 (мал. 12.2) котяться безпосередньо по цапфі 3 та корпусу 1.



Мал. 12.2. Блок зубчастого колеса на голчастих роликах без кілець

Підшипники кожного із розглянутих видів діляться на одно-, дво- і багаторядні.

Однорядні шарико- і роликопідшипники показано на мал. 12.1.

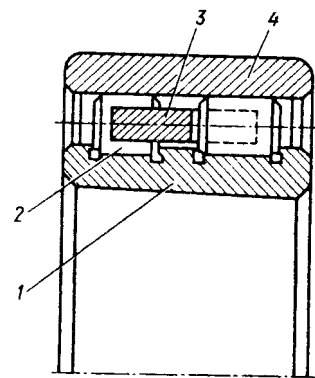
Дворядні шарико- і роликопідшипники складаються з тих же частин що й однорядні,

але внутрішнє кільце у них має дві паралельні доріжки кочення а доріжка кочення зовнішнього кільця виконана у формі сфери, що обумовило назву цих підшипників - сферичні. Завдяки сферичній формі внутрішньої поверхні зовнішнього кільця підшипник вільно самовстановлюється при підвищенні неспіввісності (перекосі гнізд підшипників вала в корпусній деталі). Цим запобігається затиснення кульок або роликів. У зв'язку з такою особливістю сферичні підшипники називають самоустановлюваними У звичайних підшипниках кочення перекося валів не допускаються.

Багаторядні підшипники мають декілька рядків кульок або роликів. Умовні позначення підшипників кочення характеризують внутрішній діаметр, серію, тип, конструктивні особливості та клас точності підшипника. Повне умовне позначення підшипників складається з семи цифр значення яких залежить від місця, що займає кожна з них в умовному позначенні (справа наліво). Першою і другою позначають діаметр вала (внутрішній діаметр підшипника або втулки), третьою і сьомою - серію, четвертою - тип п'ятою і шостою — конструктивні особливості.

Відповідно до ГОСТ 520-71 встановлено п'ять класів точності: 0, 6, 5, 4 і 2, де 0 - підшипник кочення звичайної точності, 6 - підвищеної, 5 - високої, 4 - особливо високої, 2 - надвисокої.

Підшипники класу 0 застосовуються в механізмах різного обладнання, класів 6, 5 - у точних механізмах верстатів, зокрема, для точних шпинделів, а класів 4 і 2 - в особливо точних механізмах (наприклад, для шпинделів [прецизійних верстатів](#)). Точні підшипники не слід встановлювати там, де можуть працювати підшипники класу 0. Чим точніші підшипники, тим дорожче вони коштують.



Мал. 12.3.

*Роликопідшипник
серії 3182100*

На мал. 12.3 зображено дворядний роликопідшипник високої точності. Він складається з внутрішнього 1 і зовнішнього 4 кілець, циліндричних роликів 3 і сепаратора 2. Отвір внутрішнього кільця виконано з конусністю 1:12, що дає змогу встановлювати підшипник на конічній шийці вала. Зовнішня поверхня цього кільця має бортики, які створюють дві доріжки для точного направлення коротких циліндричних роликів.

Ролики в обох рядах закріплено в гніздах сепаратора. Один ряд зміщено відносно другого на півкроку, ряди розташовано у шахматному порядку. Завдяки такому розміщенню, а також великій кількості роликів у підшипнику зовнішнє навантаження розподіляється оптимально.

Зовнішнє кільце підшипника має одну суцільну циліндричну доріжку без бортиків. Для полегшення складання на краях доріжок зроблено скоси.

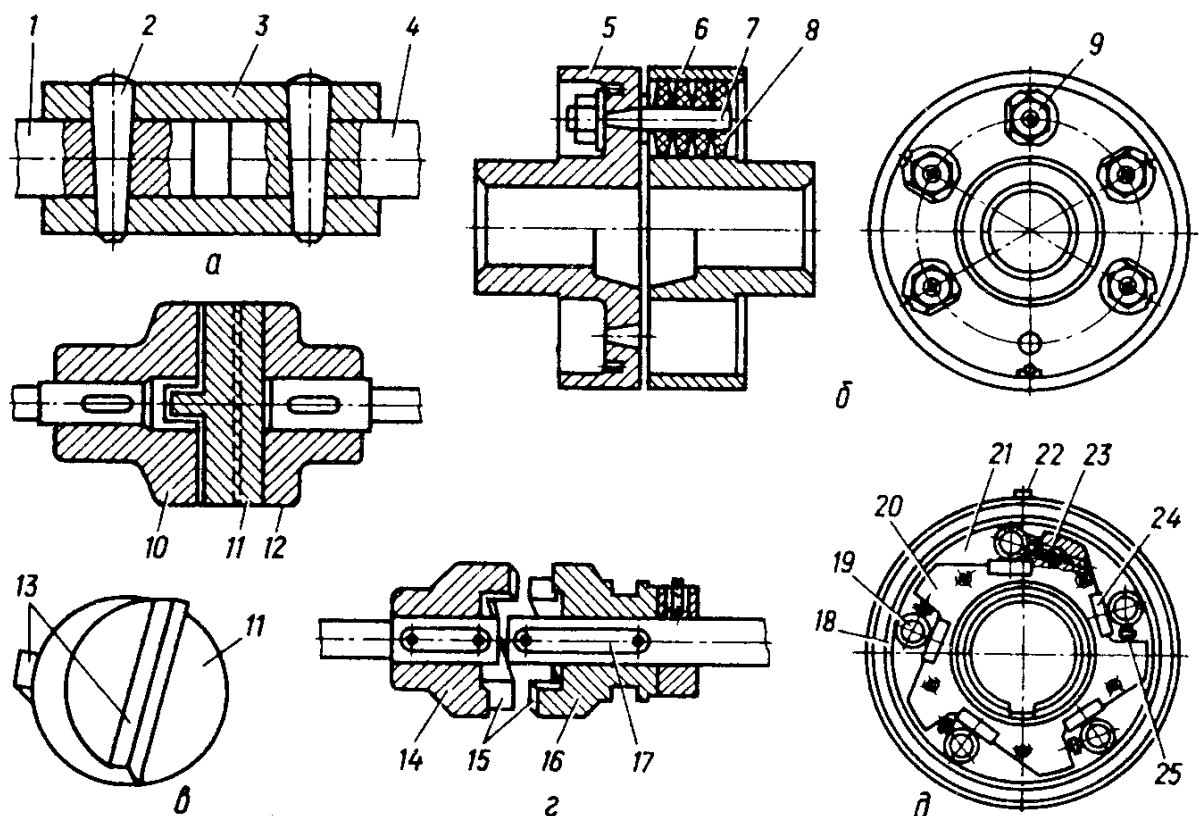
З'єднання підшипника з конусною шийкою шпинделя дає змогу регулювати радіальний зазор осьовим переміщенням внутрішнього кільця підшипника вздовж конічної поверхні шпинделя. При переміщенні кільце розширюється, зменшується зазор між тілами кочення і підвищується жорсткість складальної одиниці.

Описані підшипники є опорами шпинделів точних швидкохідних верстатів.

Муфти

У механізмах промислового обладнання застосовують різні муфти: одні - для з'єднання двох співвісно розташованих валів або валів, розміщення яких близьке до співвісного, інші - фрикційні - призначаються для з'єднання двох валів або з'єднання вала з посадженою на нього деталлю. Багатодискові фрикційні муфти застосовують також для вмикання і вимикання деяких механізмів.

Постійні з'єднання валів одержують за допомогою жорстких і пружних муфт. **Жорсткі втулкові** муфти з'єднують співвісно розташовані вали 1 і 4 за допомогою втулки 3 і штифтів 2 (мал. 12.4, а) або шпонок. Ці муфти компактні, дешеві, зносостійкі. Їх, як правило, не ремонтують, зношені замінюють новими.



Мал. 12.4. Муфти: а - жорстка, б - пружна пальцева, в - хрестова, г - розсувна кулачкова, д - фрикційна обгінна

Пружні муфти допускають деяке відхилення розташування з'єднаних валів від

співвісного, пом'якшують поштовхи та удари.

Одна з найпростіших пружних муфт показана на мал. 12.4, б. Вона складається з півмуфт 5 і 6, причому в одній півмуфті закріплено чотири або шість пальців 7 з насадженими на них кільцями 8, виготовленими з гуми, шкіри або прогумованої тканини. Кільця входять у отвір другої півмуфти, і оскільки вони пружні, то дають змогу осям півмуфт трохи зміститися або перекоситися під час роботи. Пальці закріплюють гайками 9.

Для постійного з'єднання валів у сучасних машинах широко застосовуються **кулачково-дискові (хрестові)** муфти, які самоцентруються. Вони є різновидом пружних муфт. Така муфта (мал. 12.4, в) складається з двох півмуфт 10 і 12, що мають по одному прямокутному пазу на торці, і проміжної деталі 11. Ця деталь може бути виконана у вигляді диска або кільця, на торцях якого взаємно перпендикулярно розташовані два виступи 13. Своїми виступами проміжна деталь входить у пази фланців.

Хрестовими муфтами можна з'єднувати два вали при відхиленнях від співвісності до 0,04 діаметра вала і кутових відхиленнях, що не перевищують $0^{\circ}30'$. Деталі таких муфт виготовляють із [сталей, що цементуються](#), а потім [гартуються](#). Проміжну деталь для малонавантажених муфт виготовляють з текстоліту або деревношаруватих пластиків. Розсувну кулачкову муфту показано на мал. 9.14, г. Її півмуфта 14 закріплюється на валу нерухомо, півмуфту 16 з'єднують з другим валом за допомогою шпонки. Для передачі руху від одного вала до другого треба перемістити півмуфту 16 в осьовому напрямку (при цьому шпонковий паз 17 буде ковзати по її шпонці) і ввести в зачеплення кулачки 15. Муфти цього типу забезпечують надійне з'єднання валів.

Кулачкові муфти мають малі габаритні розміри, просту конструкцію, виготовлення їх коштує недорого. Недолік цих муфт полягає в тому, що їх ввімкнення на великій швидкості без будь-яких запобіжних заходів супроводжується ударом, який може спричинити аварію.

Обгінні муфти широко застосовуються у механізмах для передачі руху в одному напрямку, вони автоматично замикаються в одному напрямку обертання і розмикаються в протилежному.

На мал. 12.4, д показано фрикційну обгінну муфту з роликками. Вона складається з обойми 18 з гладенькою циліндричною внутрішньою поверхнею, роликків 19 і зірочки 20. Між обоймою і зірочкою створені порожнини 21, що звужуються в одному напрямку. Ролики виштовхуються штовхачами 25 з пружинками 23 в частини порожнин, які звужуються. При обертанні зірочки за годинниковою стрілкою під дією сил тертя ролики заклинюються і затягують за собою обойму, що закріплена в механізмі, наприклад за допомогою шпонки 22. При обертанні у зворотному напрямку обойма обганяє зірочку, викочує ролики у широкі частини порожнин і муфта розмикається.

Деталі обгінних муфт мають високу поверхневу [твердість](#), до [HRC_e](#) 50-60. Ролики

виготовляють із сталі ШХ15, зірочки, вкладиші 24 і обойми - зі сталі 20Х і 40Х.

Такі муфти виготовляють для передачі моментів від 2,5 до 770 Н*м при діаметрах валів 10- 90 мм.

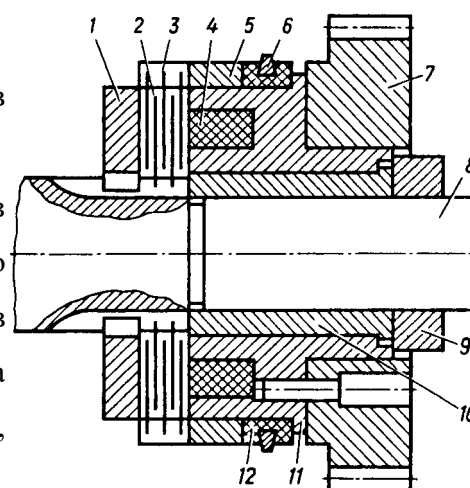
Багатодискові фрикційні муфти складаються з двох або декількох дисків, торцеві поверхні яких міцно притиснуті одна до одної. Діаметр і кількість валів підбирають в залежності від потужності, яка передається. Чим більша площа контакту між дисками,

тим більша потужність передається. На мал. 12.5 наведено схему багатодискової фрикційної електромагнітної муфти, що працює внаслідок дії сил

тертя, які виникають в результаті магнітного притягування між деталями, з'єднаними з ведучою і веденою частинами. Привід цієї муфти здійснюється через зубчасте колесо 7, насажене на корпус 11. У ньому розміщено електромагнітну котушку 4, один кінець приводу якої виведено на корпус, тобто заземлено, а другий з'єднано з контактним кільцем 6, заізольованим від корпусу кільцем 12. Корпус 11 разом з запресованою втулкою 10 вільно обертається на веденому валу 8 і утримується від осьового переміщення кільцем 9, яке закріплюється стопорним гвинтом.

Якір 1 і диск 2 з'єднані з валиком за допомогою шліцьового з'єднання, вони вільно пересуваються вздовж осі. Диски 3 мають зовнішні виступи, які вільно переміщуються по пазах обойми 5, закріпленої на корпусі 11.

Муфту вмикають, подаючи постійний струм в обмотку котушки 4 через контактне кільце 6. При цьому під дією магнітного поля, що виникло, диски 2 і 3 затискаються між якорем 1 і корпусом 11 і рух передається валу 8 і всьому механізму.



Мал. 12.5. Схема багатодискової фрикційної електромагнітної муфти

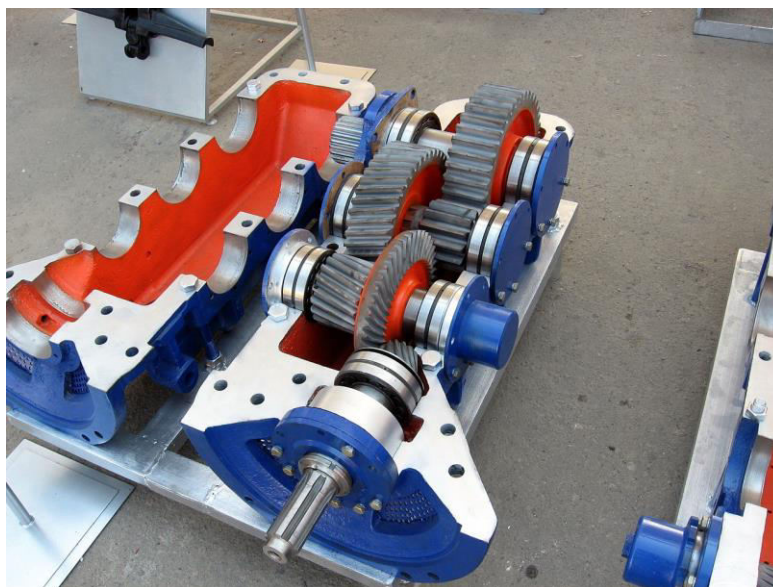
Редуктори і коробки передач

Редуктор (мал. 12.6) - механізм, передаючий і перетворюючий крутячий момент з однією або більш механічними передачами. Основні характеристики редуктора - ККД, передавальне відношення, передавана потужність, максимальні кутові швидкості валів, кількість провідних і ведених валів, тип і кількість передач і рівнів.

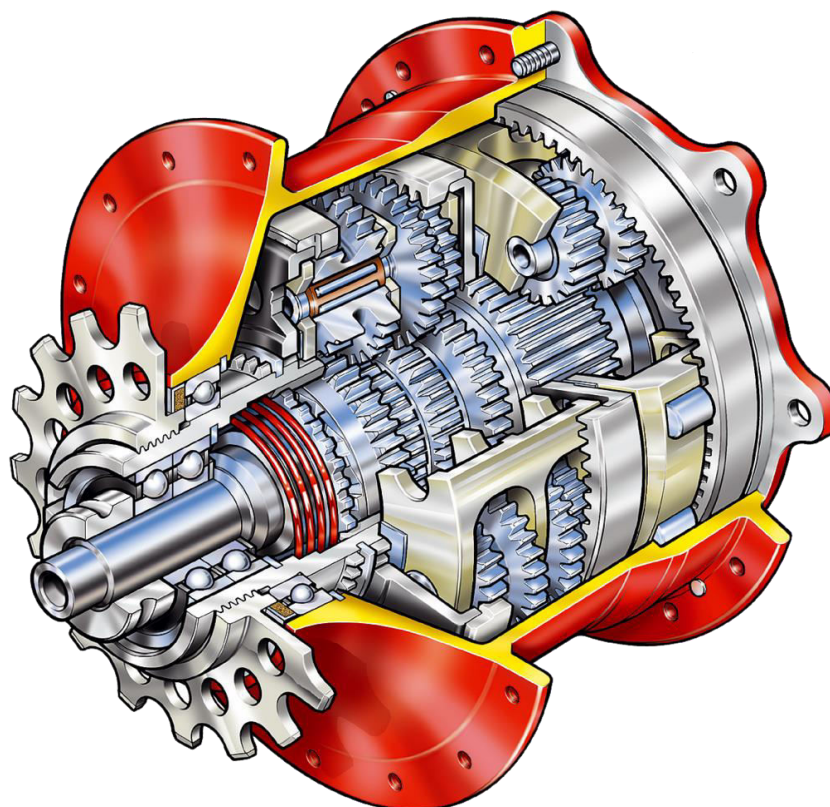
Зазвичай редуктором називають пристрій, що перетворює високу кутову швидкість обертання вхідного валу в нижчу на вихідному валу, підвищуючи при цьому обертовий момент. **Редуктор, який перетворює низьку кутову швидкість у вищу зазвичай називають мультиплікатором. Редуктор, який перетворює високу кутову швидкість в**

нижчу, зазвичай називають демультіплікатором.

Редуктор із ступінчастою зміною передавального відношення називається коробкою передач (мал. 12.7), з безступінчастою - варіатор.



Мал. 12.6. Редуктор конвеєра



Мал. 12.7. Схема планетарної коробки передач