

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«Харківський політехнічний інститут»

Гречка І.П., Зарубіна А.О., Ткачук М.А.

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК

з курсу «Теорія механізмів і машин»

для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт» та «Залізничний транспорт»

Затверджено редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 16.01.2019 р.

Х а р к і в
НТУ «ХПІ»

2019

УДК 531.8 (038)

Г81

Р е ц е н з е н т и :

М. І. Сотник, д-р техн. наук, доц., професор кафедри прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету;

В. О. Коваленко, канд. техн. наук, проф., завідувач кафедри «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Гречка І. П.

Г81 Тлумачний словник з курсу «Теорія механізмів і машин»: навч. посіб. /

І. П. Гречка, А. О. Зарубіна, М. А. Ткачук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 60 с.

ISBN -

Наведено терміни, основні поняття та визначення, які застосовуються при вивченні дисципліни «Теорія механізмів і машин» та розглянуто тлумачення цих термінів і понять. Навчальний посібник відповідає програмі курсу «Теорія механізмів і машин».

Призначено для студентів вищих навчальних закладів галузі знань «Механічна інженерія» зі спеціальностей «Прикладна механіка» та «Галузеве машинобудування», а також галузі «Транспорт», спеціальності «Автомобільний транспорт» та «Залізничний транспорт».

Лл. 56. Бібліогр. 11 назв.

УДК 531.8 (038)

© Гречка І. П., Зарубіна А. О.,
Ткачук М. А., 2019

ISBN -

ВСТУП

Тлумачний словник призначений для використання при вивченні курсу «Теорія механізмів і машин» (ТММ) при підготовці бакалаврів як очної так і заочної форм навчання галузі знань «Механічна інженерія» за спеціальністю «Прикладна механіка», спеціалізації «Гідравлічні машини, гідропривід і гідропневмоавтоматика», «Гідропневмоавтоматика нафтогазового обладнання», «Інженерія логістичних систем», «Інструментальне виробництво», «Інтегровані технології машинобудування», «Металорізальні верстати та системи», «Обладнання та технології ливарного виробництва», «Обладнання та технології обробки тиском»; за спеціальністю «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Автомобілі та трактори», «Машини і механізми нафтогазових промислів», «Обладнання переробних і харчових виробництв», «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини та обладнання», «Транспортні засоби високої прохідності»; в галузі знань «Транспорт» за спеціальністю «Автомобільний транспорт», спеціалізації «Автомобілі та автомобільне господарство», за спеціальністю «Залізничний транспорт», спеціалізації «Локомотиви і локомотивне господарство». Метою вивчення курсу ТММ є отримання знань про структуру сучасних механізмів і машин, про кінематичні та динамічні властивості машин у цілому і їх окремих частин, про взаємодію механізмів у машинах, про властивості механізмів і машин як об'єктів керування. При підготовці бакалавра ця дисципліна вивчається в числі перших, на яких базується вивчення спеціальних дисциплін. Курс ТММ викладається студентам другого і третього курсів. При цьому студенти вперше за час навчання зустрічаються з багатьма з технічних термінів, понять та

визначень. Надалі ці терміни будуть складати основу їх технічного словникового запасу і дуже важливо точно розуміння цих термінів і понять, які будуть використовуватися в практичній і науковій діяльності, як при подальшому навчанні так і в практичній діяльності на виробництві та інших установах, де працюватимуть випускники.

Цей матеріал має сенс використовувати на початку вивчення курсу для ознайомлення з його змістом, а також на завершальному етапі при підготовці до контрольних робіт з вивчених тем та для складання заліку або іспиту.

При необхідності дистанційного, заочного та самостійного навчання студент має можливість успішно засвоїти необхідні теми, використовуючи це навчальне видання в якості додаткового пояснення матеріалу курсу.

Цей словник може бути корисним студентам при вивченні інших предметів з розділу «Професійна підготовка», які є базовими при загально-інженерній підготовці бакалавра.

1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Теорія механізмів і машин (ТММ) – наука, що вивчає загальні методи структурного та динамічного аналізу і синтезу різних механізмів, механіку машин, а також взаємодію механізмів в машинах.

Машина – це пристрій для перетворення енергії, матеріалів і інформації.

Енергетична машина – пристрій для перетворення одного виду енергії в інший. До них відносяться електродвигуни (ЕД), двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), турбіни.

Транспортна машина – пристрій для переміщення різних об'єктів у просторі. Це автомобілі, підйомно-транспортне обладнання тощо.

Технологічна машина – пристрій для перетворення форми, розмірів, властивостей і стану матеріалів і заготовок. Це металорізальні верстати (МРВ), ковальсько-пресове обладнання, компресори, прокатні стани, ливарне обладнання.

Інформаційна машина – пристрій для перетворення інформації. До них відносять математичні та контрольно-керуючі прилади.

Робоча машина – це загальна назва транспортних, технологічних та інформаційних машин.

Машинний агрегат – поєднання робочої машини з енергетичною.

Цикл машини – період, за який здійснюється певна сукупність робіт і процесів, у результаті чого система приходить у стан, який був на початку періоду.

Кінематичний цикл – період, через який співпадають положення та напрям руху точок всіх ланок механізму або системи механізмів, їх швидкості та прискорення.

Енергетичний цикл – період, за який повторюється характер зміни потужності діючих сил та моментів.

Робочий цикл – період, за який повторюється сукупність операцій технологічної машини.

Технологічний цикл – по завершенню якого закінчується виготовлення деталі.

Виробничий цикл – період часу з моменту постачання сировини до отримання готового виробу.

Циклограма роботи машини (графік циклічності) – графічне зображення послідовності руху виконавчих органів механізму за цикл (рис. 1.1).

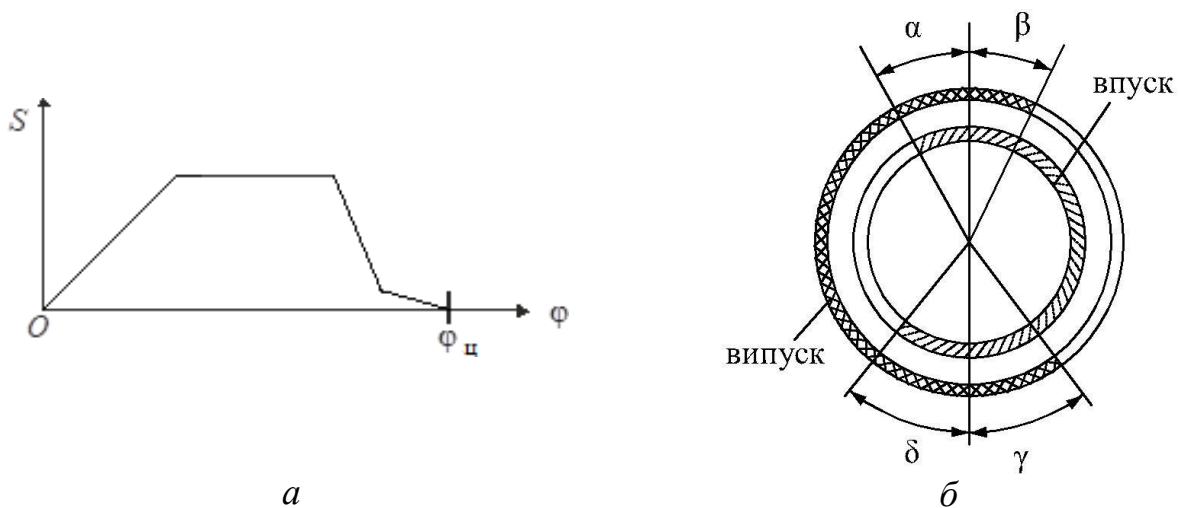


Рис. 1.1. Циклограма машини:

а – лінійна циклограма (S – переміщення виконавчого органу, φ – кут повороту ведучого вала); б – кругова циклограма роботи клапанів двигуна внутрішнього згорання ($\alpha, \beta, \delta, \gamma$ – кути випередження і запізнювання відкриття клапанів)

Лінійна циклограма – на якій графік переміщення виконавчого органу умовно зображують нахильними прямими, а періоди зупинок (вистоїв) – горизонтальними прямими.

Прямокутна та кругова циклограми – на яких графіки переміщень не зображують, а інтервали окремих етапів руху або операцій виділяють штрихуванням або товстими лініями (прямими або дугами кіл).

Час циклу – проміжок часу, через який повторюється послідовність переміщень всіх виконавчих ланок механізму.

Такт або фаза – проміжки циклу, які визначають основний стан механізму, наприклад такти руху, вистою, такти впуску, стиснення, розширення робочої суміші, випуску відпрацьованих газів і т. ін.

Тактограма – схема узгодженості переміщень виконавчих органів в залежності від їх положень.

Механізм – це система тіл, призначена для перетворення заданого руху одного або декількох твердих тіл у необхідні рухи інших твердих тіл.

Ланка – це одна деталь або група жорстко з'єднаних між собою деталей, які рухаються як одне ціле, тобто є кінематично незмінною системою.

Вхідна ланка – ланка, якій надається рух, що перетворюється у необхідні рухи інших ланок.

Вихідна ланка – ланка, що здійснює рух, для виконання якого призначений механізм.

Початкова ланка – ланка, рух якої задається і параметри цього руху визначають рух усіх ланок механізму.

Ведуча ланка – ланка, для якої елементарна робота прикладених до неї зовнішніх сил позитивна.

Ведена ланка – ланка, для якої елементарна робота прикладених до неї зовнішніх сил негативна або дорівнює нулю.

Кривошип – ланка, яка здійснює повний оберт навколо нерухомої точки.

Коромисло – ланка, яка здійснює неповний оберт, тобто здійснює гойдальний рух відносно нерухомої точки.

Повзун – ланка, яка рухається поступально.

Шатун – ланка, яка не має точки контакту зі стійкою і здійснює складний рух.

Куліса – рухома напрямна повзуна, яка утворює пару зі стійкою.

Стійка – нерухома ланка.

Кінематична схема – це умовне зображення механізму в певному масштабі, що містить всі дані, необхідні для виконання кінематичних розрахунків (рис. 1.2 і 1.3).

Кінематична пара – з'єднання двох ланок, що допускає їх певний відносний рух, називається кінематичною парою.

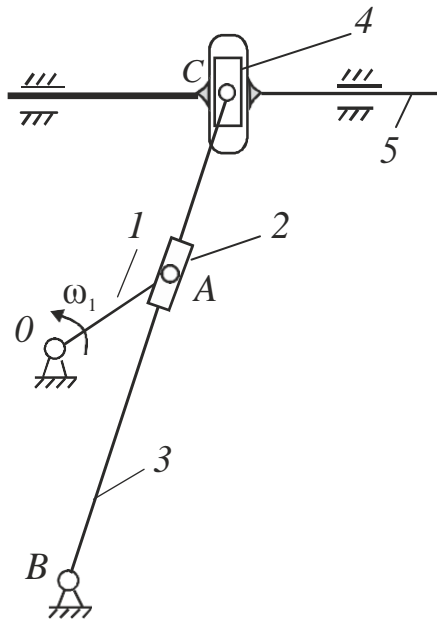


Рис. 1.2. Кінематична схема шарнірно-важільного механізму: 1 – кривошип; 2, 4, 5 – повзуни; 3 – коромисло або куліса – рухома напрямна повзуна; 0 – стійка (на кінематичній схемі виділяють штрихуванням)

Елемент пари – сукупність поверхонь, ліній та точок ланки, що входить у контакт з іншою ланкою пари.

Поступальна пара – однорухома пара, яка припускає прямолінійно-поступальний рух однієї ланки відносно іншої.

Обертальна пара (шарнір) – однорухома пара, яка допускає обертальний рух однієї ланки відносно іншої.

Гвинтова пара – однорухома пара, що допускає гвинтовий рух однієї ланки щодо іншої (пара гвинт-гайка). Пара однорухома, тому що поступальний і обертальний рухи в цій парі

неможливі одне без іншого.

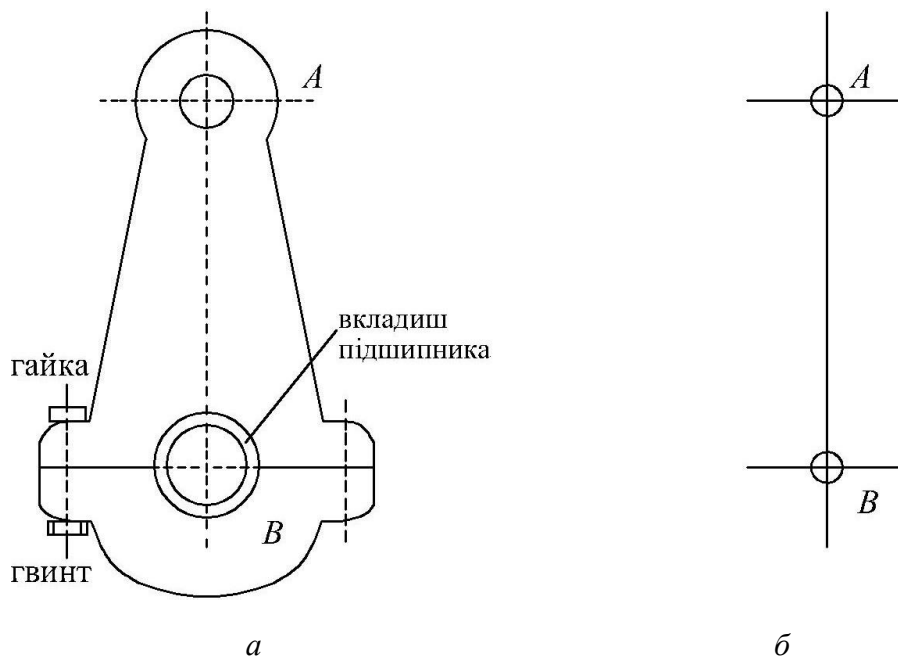


Рис. 1.3. Зображення шатуна: *a* – конструктивно; *б* – на кінематичній схемі

Циліндрична пара (циліндричний шарнір) – дворухома пара, що допускає обертальний і також поступальний рух уздовж осі обертання однієї ланки відносно іншої.

Сферична пара (сферичний шарнір) – трирухома пара, що допускає обертальні рухи ланок пари навколо трьох осей.

Замикання кінематичної пари – умови забезпечення постійного контакту елементів пари.

Геометричне замикання – при якому постійний контакт елементів пари забезпечується конструктивною формою цих елементів (рис. 1.4).

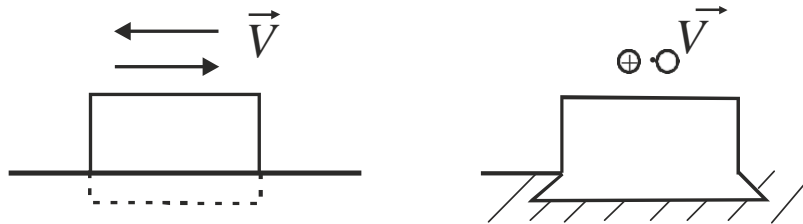


Рис. 1.4. Геометричне замикання поступальної пари

Силове замикання – при якому постійний контакт елементів пари забезпечується за рахунок сили тяжіння ланки, сили пружності пружини тощо (рис. 1.5).

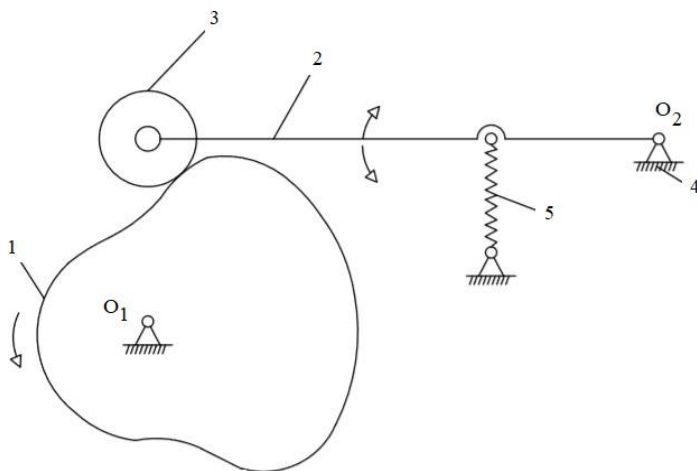


Рис. 1.5. Силове замикання вищої пари:
1 – кулачок; 2 – коромисло; 3 – ролик;
4 – стійка; 5 – пружина

Нижча пара – така, в якій елементом пари є поверхня.

Вища пара – така, в якій елементом пари є лінія або точка.

Клас пари – це число умов в'язів, які накладаються парою на відносний рух ланок, що її утворюють.

Кінематичний ланцюг – система ланок, що утворюють між собою кінематичні пари.

Плоский кінематичний ланцюг – такий ланцюг, точки ланок якого мають траєкторії, що розташовані в одній площині або в паралельних площинах.

Просторовий кінематичний ланцюг – такий ланцюг, траєкторії точок ланок якого неплоскі або лежать у непаралельних площинах.

Простий кінематичний ланцюг – такий, в якому кожна ланка входить не більше ніж у дві кінематичні пари.

Складний кінематичний ланцюг – такий, в якому є ланки, що входять більш ніж у дві кінематичні пари.

Замкнутий кінематичний ланцюг – такий, в якому всі ланки утворюють не менше двох кінематичних пар.

Незамкнутий кінематичний ланцюг – такий, в якому є ланки, що утворюють одну кінематичну пару (рис. 1.6).

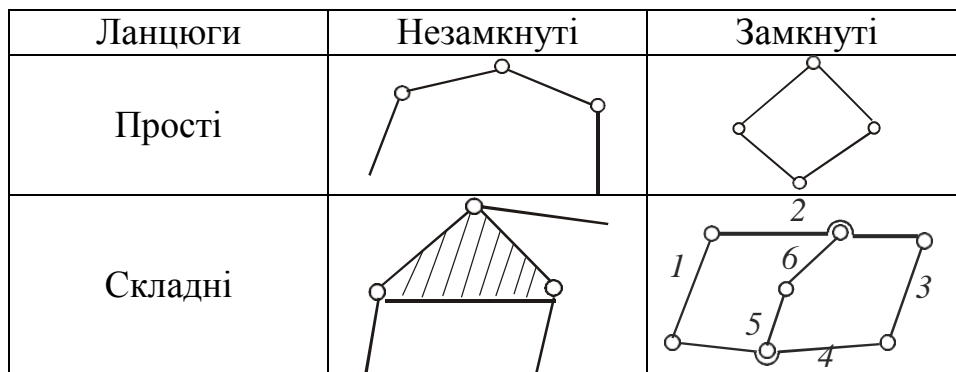


Рис. 1.6. Види кінематичних ланцюгів

Плоский механізм – такий, в якому всі ланки здійснюють плоскі рухи у паралельних площинах.

Просторовий механізм – такий, в якому ланки мають неплоскі траєкторії або рухаються у непаралельних площинах.

Важільний механізм – такий, що має ланки у вигляді важелів і повзунів, що утворюють між собою обертальні, поступальні, циліндричні або сферичні пари.

Шарнірний механізм – такий, ланки якого утворюють між собою тільки обертальні пари.

Клиновий механізм – такий, ланки якого утворюють між собою тільки поступальні пари.

Шарнірний чотириланковик – важільний механізм, який має три рухомих ланки у вигляді важелів, які між собою і стійкою утворюють тільки обертальні пари.

Двокривошипний механізм – шарнірний чотириланковий механізм, який має у своєму складі два кривошипа.

Двокоромисловий механізм – шарнірний чотириланковий механізм, який має у своєму складі два коромисла.

Кривошипно-коромисловий механізм – шарнірний чотириланковий механізм, який має у своєму складі кривошип і коромисло.

Кривошипно-повзунний механізм – важільний чотириланковий механізм (три рухомі ланки та стійка), що має у своєму складі кривошип і повзун, який утворює кінематичну поступальну пару зі стійкою.

Кулачковий механізм – триланковий механізм, що має вищу пару, яка утворена ведучою ланкою (кулачком) і веденою ланкою (штовхачем або коромислом), який дозволяє отримувати складні закони руху веденої ланки, у тому числі з зупинками (вистоями) веденої ланки при безперервному русі кулачка.

Кулісний механізм – це важільний механізм, до складу якого входить куліса.

Зубчастий механізм – механізм, що складається з ланок у вигляді зубчастих коліс, призначений для перетворення швидкості обертання (крутних моментів) валів, на яких розташовуються зубчасті колеса.

Фрикційний механізм – механізм, в якому передача обертального руху здійснюється за допомогою тертя між ланками.

Механізми з переривчастим рухом веденої ланки – механізми, в яких ведені ланки здійснюють періодичний рух з наступною повною зупинкою. До таких механізмів відносяться кулачкові, мальтійські, храпові і деякі зубчасті механізми, наприклад цівковий механізм і зірчастий механізм.

Мальтійський механізм – механізм, який перетворює безперервне обертання вхідної ланки (кривошипа) у переривчастий рух вихідної ланки, яка називається мальтійський хрест.

Храповий механізм – механізм, в якому зворотньо-обертальний рух коромисла з собачкою перетворюється в переривчастий обертальний (в одному напрямку) рух храпового колеса.

Цівковий механізм – зубчастий механізм для передачі обертання між паралельними валами, в якому одне з коліс (цівкове колесо) має зуби у вигляді кругових циліндрів – цівок.

Зірчастий механізм – механізм для періодичного обертального руху із використанням зубчастого зачеплення.

Муфта – механізм, який служить для з'єднання валів і передачі руху від ведучого вала до веденого. Муфти бувають кулачкові, зубчасті, фрикційні.

2 СТРУКТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ

Узагальнена координата механізму – кожна з незалежних між собою координат, що визначають положення всіх ланок механізму щодо стійки.

Число ступенів свободи кінематичного ланцюга – число узагальнених координат, які визначають положення всіх ланок ланцюга щодо деякої системи координат.

Число ступенів рухомості кінематичного ланцюга – це число ступенів свободи щодо стійки. Відповідає числу незалежних рухів, які можна повідомити ланкам цього ланцюга щодо стійки.

Загальні в'язі в механізмі – які накладено одночасно на всі його ланки.

Пасивні в'язі – зв'язку, які не впливають на рух ланок.

Зайві ступені свободи – ступені свободи, які не впливають на закон руху веденої ланки (наприклад, свобода обертання ролика в кулачковому механізмі).

Вхідний кінематичний ланцюг – це початкова ланка (початкові ланки) механізму, яка утворює кінематичну пару (пари) зі стійкою.

Структурна група (група Ассура) – кінематичний ланцюг, що має нульову ступінь рухомості щодо стійки і не розкладається на більш прості ланцюги, які відповідають цій умові.

Структурна схема механізму – це умовне зображення механізму, на якому кожна ланка зображується у вигляді багатокутника (відрізка), з числом сторін, що дорівнює кількості кінематичних пар, в які входить ця ланка, а всі пари зображуються як обертальні (шарніри). Схема будується без масштабу і необхідна для виявлення структурних груп (рис. 2.1).

Клас структурної групи – визначається числом пар, що утворюють замкнутий контур найвищого порядку (рис. 2.2).

Вид структурної групи другого класу – визначається числом і розташуванням поступальних пар.

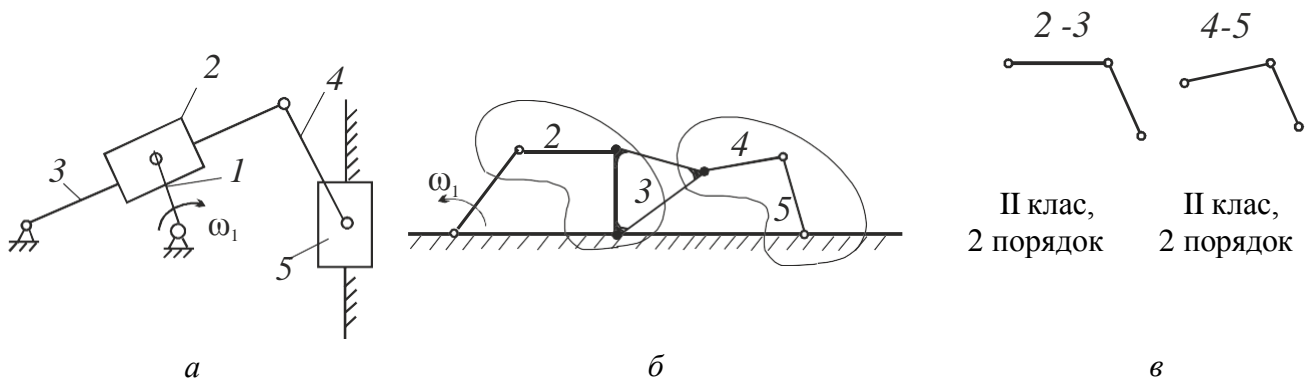


Рис. 2.1. Механізм брикетувального автомата (кулісний шестиланковий механізм)
a – кінематична схема; *б* – структурна схема; *в* – групи Ассура

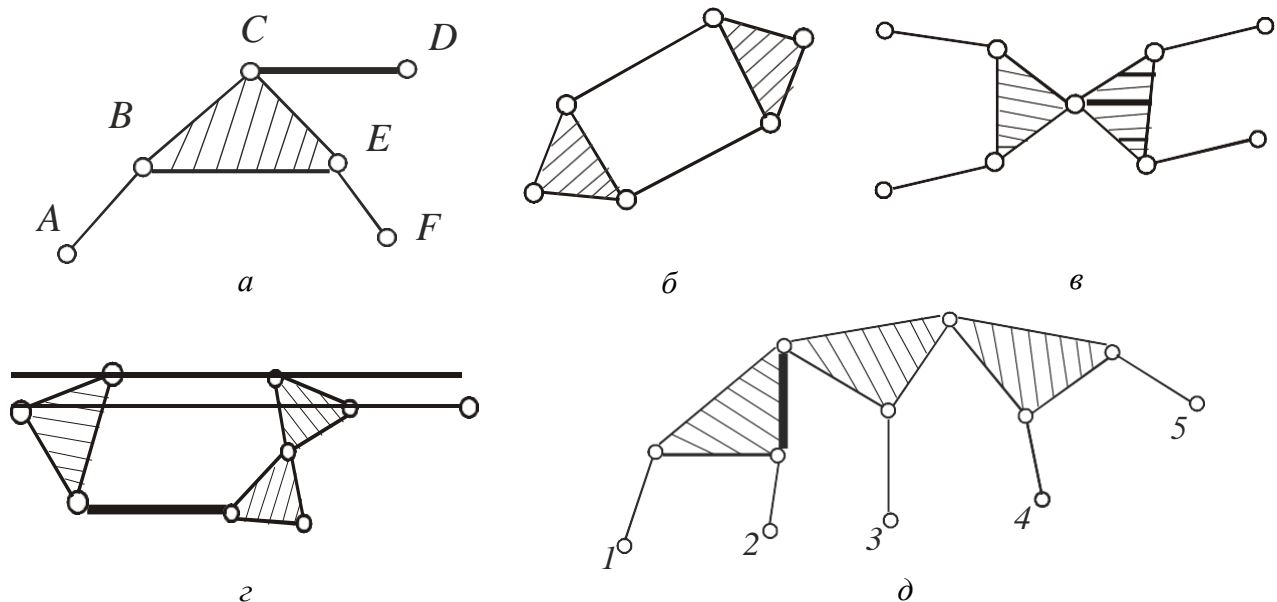


Рис. 2.2. Види груп Ассура: *a* – III клас, 3 порядок, 3-х поводкова група, $n = 4, p_5 = 6$;
б – IV клас, 2 порядок, $n = 4, p_5 = 6$; *в* – III клас, 4 порядок, 4-х поводкова, $n = 6, p_5 = 9$;
г – V клас, 3 порядок, $n = 6, p_5 = 9$; *д* – III клас, 5 порядок, 5-ти поводкова $n=8, p_5=12$

Порядок структурної групи – це число вільних елементів, якими група приєднується до інших ланок механізму, з якими утворить кінематичні пари (рис. 2.2).

Клас механізму – визначається найвищим класом із структурних груп цього механізму.

Завдання структурного аналізу механізму – полягає у визначенні параметрів структури заданого механізму: числа рухомих ланок, наявності пасивних зв'язків, структурних груп і їх класу і виду, кількості та виду кінематичних пар, ступеня рухомості механізму.

Завдання структурного синтезу механізму – синтез структури нового механізму, який володіє заданими властивостями: числом ступенів рухомості, мінімумом ланок з парами певного виду.

3 КІНЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Кінематичне дослідження механізму – вивчення законів руху ланок механізму без урахування сил, що обумовлюють цей рух. Мета – визначити координати, швидкості і прискорення осей шарнірів, а також кути повороту, кутові швидкості і кутові прискорення ланок для ряду конкретних послідовних положень початкової ланки по заданому закону руху початкової ланки у межах циклу роботи механізму.

Послідовність кінематичного дослідження – порядок розгляду структурних груп, що передбачає почати з першої у порядку освіти механізму структурної групи.

Етапи кінематичного дослідження – порядок визначення кінематичних параметрів механізму, починаючи з лінійних і кутових положень осей шарнір та ланок на першому етапі, лінійних швидкостей осей шарнірів і кутових швидкостей ланок на другому етапі, а також лінійних прискорень осей шарнірів і кутових прискорень ланок на третьому етапі.

Аналітичний метод кінематичного дослідження – передбачає визначення кінематичних параметрів шляхом аналітичного рішення рівнянь, що визначають значення цих параметрів.

Графоаналітичний метод кінематичного дослідження – метод, при якому записані в аналітичному вигляді рівняння для визначення кінематичних параметрів (переміщень, швидкостей і прискорень) вирішуються графічними методами, а саме побудовою планів положень механізму, планів швидкостей і планів прискорень з обраним кроком повороту початкової ланки на інтервалі циклу роботи механізму.

План механізму – кінематична схема механізму в обраному масштабі, яка відповідає певному положенню початкової ланки.

Плани положень механізму (суміщені плани механізму) – плани механізму, виконані в одній системі координат для ряду послідовних положень початкової ланки (рис. 3.1).

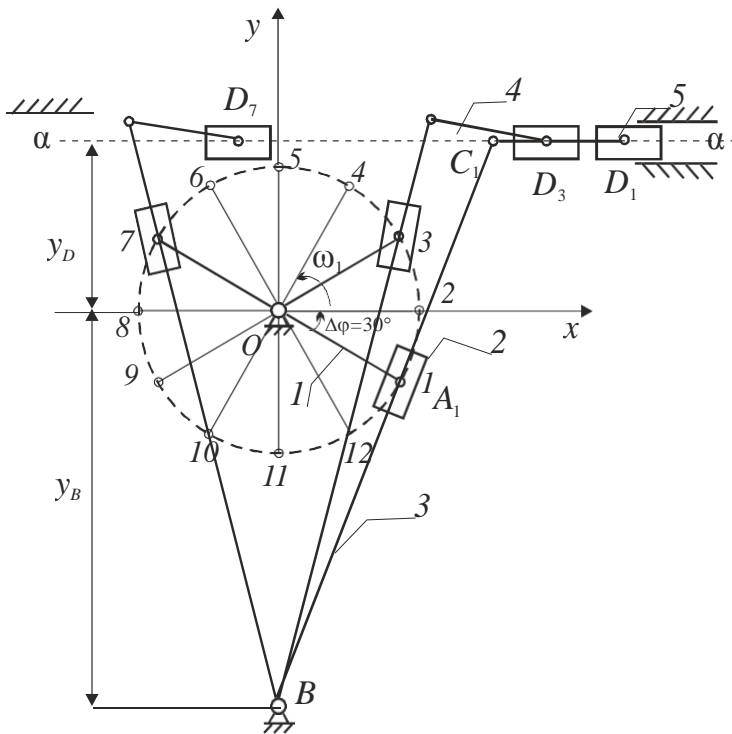


Рис. 3.1. Плани положень механізму

в одному міліметрі креслення, на якому зображена дана фізична величина.

План швидкостей механізму – креслення, на якому в масштабі зображені у вигляді відрізків вектори, рівні по модулю і напрямку швидкостям різних точок механізму у даній момент циклу (у даному положенні) механізму.

Полюс плану швидкостей – точка плану, з якої побудовані вектори абсолютних швидкостей. Між кінцями абсолютних швидкостей на плані розташовуються відносні швидкості (рис. 3.2).

План прискорень механізму – креслення, на якому зображені у вигляді відрізків вектори, рівні по модулю і напрямку прискорень різних точок ланок механізму у даній момент циклу (у даному положенні) механізму.

Полюс плану прискорень – точка, з якої беруть початок абсолютні прискорення точок механізму (рис. 3.3).

Крайнє положення ланки – положення ланки, з якого воно може рухатися тільки в одному напрямку.

Крайнє положення механізму – положення механізму, при якому хоча б одна ланка механізму займає крайнє положення.

Масштабний коефіцієнт – число, що показує, скільки одиниць фізичної величини міститься в

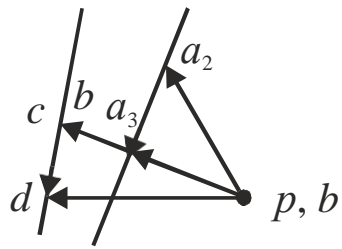


Рис. 3.2. План швидкостей

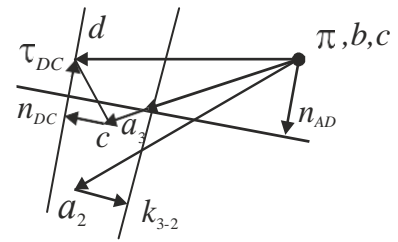


Рис. 3.3. План прискорень

Правило подібності – якщо точки на ланці утворюють деяку фігуру, то однойменні точки на планах швидкостей і прискорень утворюють подібну їй фігуру, причому напрямок обходу від точки до точки на кінематичній схемі механізму і на планах швидкостей і прискорень зберігається.

Тертя – це явище протидії руху одного тіла відносно іншого.

Сила тертя – сила опору відносному руху тіл.

Поверхні тертя – це поверхні, якими стикаються тіла, які здійснюють відносний рух.

Сухе тертя – тертя незмащених поверхонь (рис. 4.1).

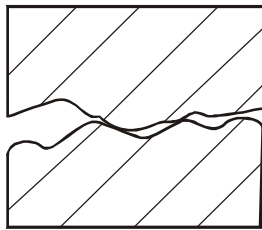


Рис. 4.1. Сухе тертя

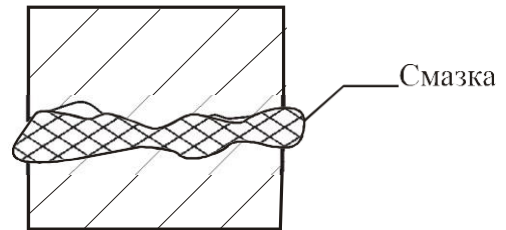


Рис. 4.2. Рідинне тертя

Рідинне тертя – виникає, якщо поверхні тертя повністю роз'єднані шаром мастила (рис. 4.2).

Напівсухе (напіврідинне) тертя – це комбінація сухого і рідинного тертя.

Тертя ковзання – опір поступальному переміщенню одного тіла відносно іншого.

Тертя кочення – опір перекочуванню одного тіла відносно іншого.

Тертя вертіння – тертя при обертанні одного тіла щодо іншого навколо загальної нормалі до поверхонь їхнього зіткнення (тертя у, так званій, парі п'ята-підп'ятник).

Тертя кочення з прослизанням – поєднує процеси, які виникають при русі кочення, що періодично змінюється на рух ковзання.

Трибометр – пристрій для вимірювання сили тертя у різних парах тертя.

Закони Амонтона-Кулона – закони, що характеризують процеси у випадку тертя ковзання:

1. Сила тертя виникає тільки при наявності сили, що зрушує.

2. За інших рівних умов сила тертя не залежить від розмірів поверхні тертя.

3. Максимальне значення сили тертя набуває у момент початку руху і називається силою тертя спокою.

4. Сила тертя руху не більше сили тертя спокою.

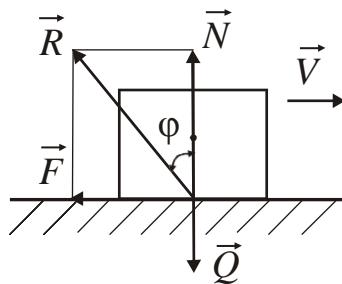
Сила тертя спокою – максимальна сила опору відносному руху, що виникає в момент початку руху.

Сила тертя руху – сила опору відносному руху, у процесі руху.

Коефіцієнт тертя спокою – відношення сили тертя спокою до нормальної реакції між контактуючими тілами.

Коефіцієнт тертя руху – відношення сили тертя руху до нормальної реакції між контактуючими тілами.

Коефіцієнт зчеплення – відношення найбільшої сили тертя спокою двох тіл до сили, яка розташована по нормалі до поверхонь тертя. Відповідає



коефіцієнту тертя спокою.

Кут тертя – кут між векторами нормальної і повної реакцій контактуючих тіл (рис. 4.3).

Конус тертя – поверхню конуса, яку опише повна реакція між тілами, якщо одне з тіл переміщати щодо іншого у довільних напрямках

Рис. 4.3. Кут тертя площині контакту з іншим тілом.

Самогальмуюча похила площина – площина, на якій вантаж не скочується під дією власної ваги.

Коло тертя – коло, радіус якого дорівнює добутку коефіцієнта тертя ковзання на радіус вала, що утворює обертальну пару (шарнір).

Коефіцієнт тертя кочення – відстань, на яку зміщується нормальна реакція між тілами від початкового положення у спокої при перекочуванні одного тіла по іншому.

Фрикційні матеріали – матеріали, які мають значні коефіцієнти тертя. Це шкіра, гума, азбест, текстоліт тощо.

Антифрикційні матеріали – матеріали, що мають низькі коефіцієнти тертя. Це бронза, бабіт, сірий чавун і деякі пластмаси.

Мертві положення – такі положення механізму, при яких ланки не мають можливості рухатися через гальмуючу дію сил тертя. Механізм у цих положеннях відповідає умовам самогальмування.

Самогальмування – стан механізму, в якому рух його ланок неможливий при будь-яких значеннях рушійної сили через дію сил тертя.

5 СИЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Силовий розрахунок механізму – визначення сил, діючих на ланки механізму, реакцій у кінематичних парах і врівноважуючої сили або врівноважуючого моменту приводу механізму.

Ідеальний силовий розрахунок – розрахунок без урахування сил тертя.

Реакції у кінематичних парах – зусилля, що виникають у кінематичних парах при русі механізму під впливом зовнішніх сил.

Зовнішні реакції – реакції у кінематичних парах, якими група Ассура приєднується до інших ланок механізму.

Внутрішня реакція – реакція у кінематичній парі, утвореній ланками групи Ассура.

Принцип д'Аламбера – якщо до зовнішніх сил, прикладених до системи, додати сили інерції, то система буде відповідати умовам рівноваги.

Метод кінетостатики – силовий розрахунок механізму з використанням сил інерції і застосуванням рівнянь динамічної рівноваги, тобто заснований на принципі д'Аламбера.

Рушійна сила – сила, яка здійснює позитивну роботу і прикладена до ведучої (початкової) ланки (з боку двигуна).

Сила корисного опору (виробничого опору) – сила, яка здійснює негативну роботу і виникає при виконанні тієї технологічної функції, для якої призначена машина. Сила корисного опору діє на вихідну ланку на робочому ході і спрямована у бік, протилежний швидкості цієї ланки.

Сили шкідливого опору (невиробничих опорів) – сили тертя у кінематичних парах і сили опору середовища (повітря, води тощо). Робота цих сил негативна.

Сили ваги ланок – прикладені у центрах їх мас. На окремих інтервалах руху механізму ці сили можуть здійснювати як позитивну, так і негативну роботу. За період циклу руху механізму робота цих сил дорівнює нулю.

Сили інерції – фіктивні сили, що з'являються у відповідь на дію зовнішніх сил, які викликають нерівномірний рух механізму. За період циклу руху механізму робота сил інерції дорівнює нулю.

Головний вектор сил інерції – сукупність елементарних сил інерції часток мас ланки, які виникають у відповідь на поступальний рух ланки. Точка докладання розташована в центрі мас ланки. Дорівнює добутку маси ланки на прискорення центру мас. Цей вектор направлений у протилежному напрямку вектору прискорення центру мас.

Головний момент сил інерції – сукупність елементарних моментів інерції часток мас ланки, які виникають у відповідь на обертальний рух ланки. Дорівнює добутку моменту інерції мас ланки на кутове прискорення ланки у обертальному русі. Цей момент направлений проти кутового прискорення ланки.

Схема навантаження – це зображення структурної групи, побудоване з урахуванням масштабного коефіцієнта довжин у розглянутому положенні механізму, на якому показані головні моменти сил інерції та у відповідних точках прикладені сили ваги ланок, головні вектора сил інерції, сила корисного опору з урахуванням напрямків, а також показані реакції у кінематичних парах (рис. 5.1).

План сил – замкнутий силовий багатокутник, побудований для кожної структурної групи і початкової ланки, при цьому положенні механізму, яке є графічним зображенням умови рівноваги групи або ланки, виконаному у певному масштабі (рис. 5.2).

Силовий розрахунок із урахуванням сил тертя – виконується після ідеального силового розрахунку. При цьому сили тертя враховуються як відомі сили, які визначені за ідеальними реакціями.

Зрівноважуюча сила або зрівноважуючий момент – сила або момент, прикладені до початкової ланки з боку приводу машини, що зрівноважують всі сили, прикладені до механізму, для забезпечення необхідного руху.

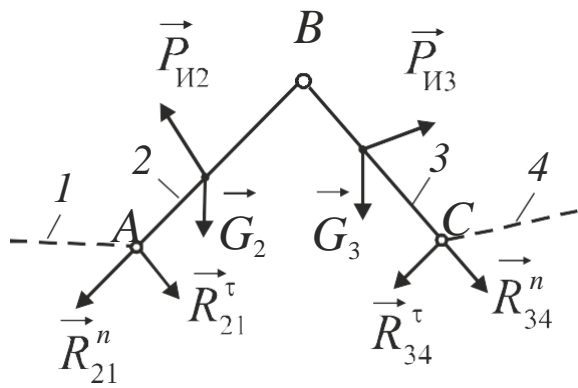


Рис. 5.1. Схема навантаження

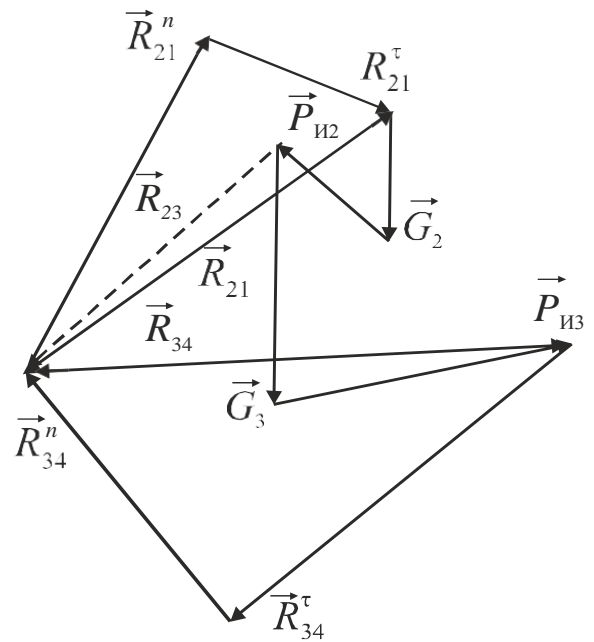


Рис. 5.2. План сил

Коефіцієнт корисної дії (ККД) машини – характеризує, яка частина механічної енергії втрачається за рахунок сил тертя і визначається як відношення зрівноважуючої сили (моменту) ідеального силового розрахунку до зрівноважуючої сили (моменту) з урахуванням сил тертя.

Динамічне дослідження (аналіз) – дослідження закономірностей руху машин і механізмів під дією прикладених сил.

Динамічне проектування (синтез) – задача знайти маси, моменти інерції, а отже, розміри ланок, при яких ланки механізму рухалися б у заданому режимі (задані кінематичні характеристики режиму руху механізму і зовнішні сили опору).

Динамічна модель механізму – модель системи, в якій одна ізольована вибрана ланка механізму (ланка приведення), як правило це початкова ланка, рухається за тим же законом, що і реальна ланка механізму, при цьому кутова швидкість початкової ланки дорівнює кутовій швидкості моделі. Модель призначена для дослідження властивостей механізму і машини за час циклу його роботи (рис. 6.1).

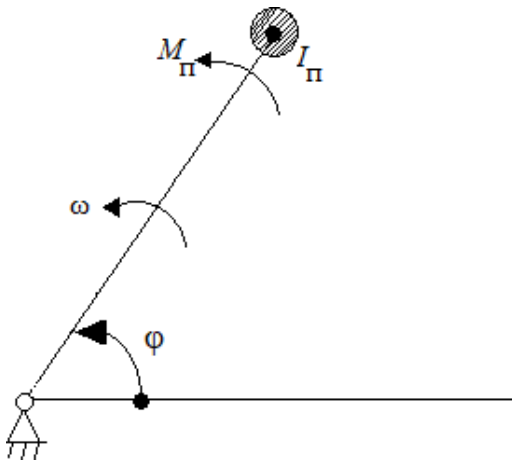


Рис. 6.1. Динамічна модель машинного агрегату

Пряма задача динаміки – визначення закону руху системи при заданому керуючому силовому впливі.

Зворотна задача динаміки – визначення необхідного керуючого силового впливу, що забезпечує необхідний закон руху системи.

Регулювання машинного агрегату – встановлення способів зменшення

динамічних навантажень і зменшення коливань кутової швидкості початкової ланки шляхом вибору параметрів регулюючих пристроїв.

Побудова моделі – визначення приведеної сили (приведеного моменту) і приведеної маси (приведеного моменту інерції) машини, що забезпечують еквівалентність моделі і реальної машини.

Критерії еквівалентності моделі реальній машині – у кожен момент циклу роботи машини потужність приведеної сили (приведеного моменту сил) моделі повинна дорівнювати потужності всіх діючих сил, а також кінетична енергія приведеної маси (приведеного моменту інерції) повинна дорівнювати сумі кінетичних енергій усіх рухомих мас машини.

Приведена сила (приведений момент сил) – така умовна сила (умовний момент сил), прикладена у точці приведення (діючий на ланці приведення), потужність якої (якого) у кожен момент циклу дорівнює сумі потужностей усіх діючих у реальній машині сил і моментів.

Приведена маса (приведений момент інерції) – така умовна маса (умовний момент інерції), зосереджена на ланці приведення, кінетична енергія якої (якого) у кожен момент циклу дорівнює сумі кінетичних енергій усіх рухомих мас машини.

Рівняння руху машинного агрегату – рівняння, складене на підставі теореми про зміну кінетичної енергії, яке встановлює зв'язок між діючими силами, моментами сил і параметрами руху машини. Це рівняння може мати енергетичну і диференціальну форму.

Режими роботи (руху) машинного агрегату – розбіг, усталений рух, вибіг.

Тахограма механізму – крива залежності кутової швидкості початкової ланки від часу (рис. 6.2).

Розбіг – режим роботи від моменту увімкнення машинного агрегату, коли кутова швидкість початкової ланки зростає від нуля до деякого середнього значення (рис. 6.2).

Вибіг – режим роботи від виключення до повної зупинки машинного агрегату, коли кутова швидкість падає від деякого середнього значення до нуля (рис. 6.2).

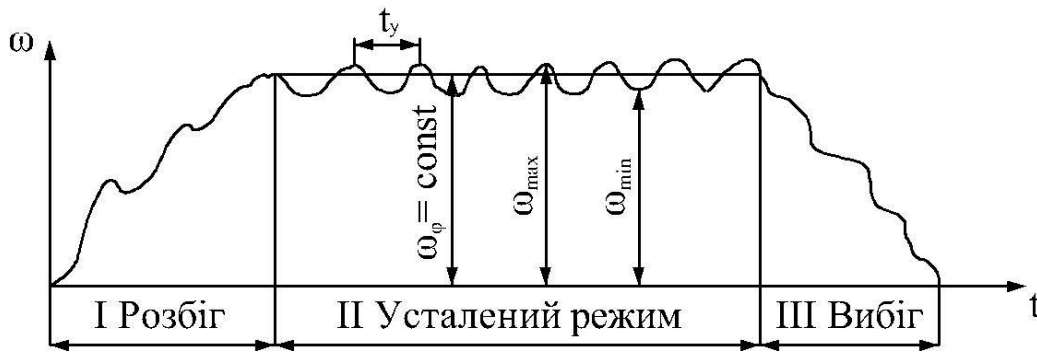


Рис. 6.2. Тахограма механізму

Усталений режим – номінальний режим роботи машинного агрегату, на якому кутова швидкість початкової ланки коливається біля деякого середнього значення, що відповідає нормальній роботі котла (рис. 6.2).

Цикл усталеного руху – період зміни кутової швидкості початкової ланки, в кінці якого значення кутової швидкості стає таким же яким було напочатку.

Коефіцієнт нерівномірності – відношення різниці максимальної та мінімальної кутової швидкості за цикл усталеного руху до середньої кутової швидкості за цикл.

Позиційні сили – сили, що діють на ланки машинного агрегату, що не залежать від кутової швидкості початкової ланки.

Непозиційної сили – сили, що діють на ланки машинного агрегату, які залежать від кутової швидкості початкової ланки.

Метод Віттенбауера – метод дослідження руху машинного агрегату за допомогою діаграми енергомас, що дозволяє забезпечити необхідне значення коефіцієнта нерівномірності руху шляхом вибору махової маси (маховика).

Маховик (махова маса) – додаткова маса у вигляді колеса з ободом, що встановлюється на головному валу машини для забезпечення необхідного коефіцієнта нерівномірності руху.

Динамічний синтез – проводиться у процесі проектування машини і полягає у визначенні моменту інерції маховика за заданими умовами руху, тобто за заданою величиною допустимого коефіцієнту нерівномірності руху.

Урівноваження механізму – усунення змінних впливів стійки механізму на фундамент.

Урівноваження мас – урівноваження шляхом розподілу мас ланок, усуває тиск стійки на фундамент від сил інерції ланок механізму. Умова урівноваження – рівність нулю головного вектора і головного моменту сил інерції ланок.

Динамічне урівноваження – забезпечення рівності нулю головного вектора і головного моменту сил інерції ланок механізму.

Статичне урівноваження – забезпечення рівності нулю тільки головного вектора сил інерції ланок. Досягається при незмінному положенні центра мас механізму за рахунок перерозподілу мас таким чином, щоб центр мас розташувався у точці нерухомій відносно стійки.

Моментне урівноваження – забезпечення нулю головного моменту сил інерції ланок механізму.

Метод замінюючих мас – підбір мас-противаг для статичного врівноваження.

Противага – деталь (вантаж), яка призначена для повного або часткового врівноваження сил і моментів, діючих у машинах під час їх роботи.

Годограф головного вектора сил інерції – крива, яку описує кінець головного вектора сил інерції за час циклу роботи механізму.

Ротор – в теорії балансування (урівноваження) так називається будь-яка ланка, що обертається. Наприклад, якір електродвигуна, колінчастий вал двигуна або компресора, шпindelь металорізального верстата тощо.

Неврівноваженість ротора – наявність динамічної складової впливу ротора на опори. Виникає для механізмів, швидкість обертання початкової ланки яких непостійна.

Балансування – усунення шкідливого впливу невірноваженості ротора на опори при наявності динамічного впливу. Балансування проводять для механізмів, початкова ланка яких обертається зі змінною кутовою швидкістю.

Статичне балансування – визначення коригувальної маси для усунення невірноваженості ротора.

Динамічне балансування – визначення двох коригувальних мас для усунення невірноваженості ротора.

Зубчасте зачеплення (зубчаста пара) – кінематична пара, утворена зубчастими колесами, а також процес передачі руху у кінематичній парі, утвореній зубчастими колесами.

Зубчаста передача (зубчастий механізм) – триланковий механізм, дві рухомих ланки якого є зубчастими колесами або зубчастим колесом і рейкою, які утворюють із нерухомою ланкою (стійкою) обертальні і поступальну (рейка) кінематичні пари, а між собою вищу кінематичну пару, елементом якої є лінія (рис. 8.1).

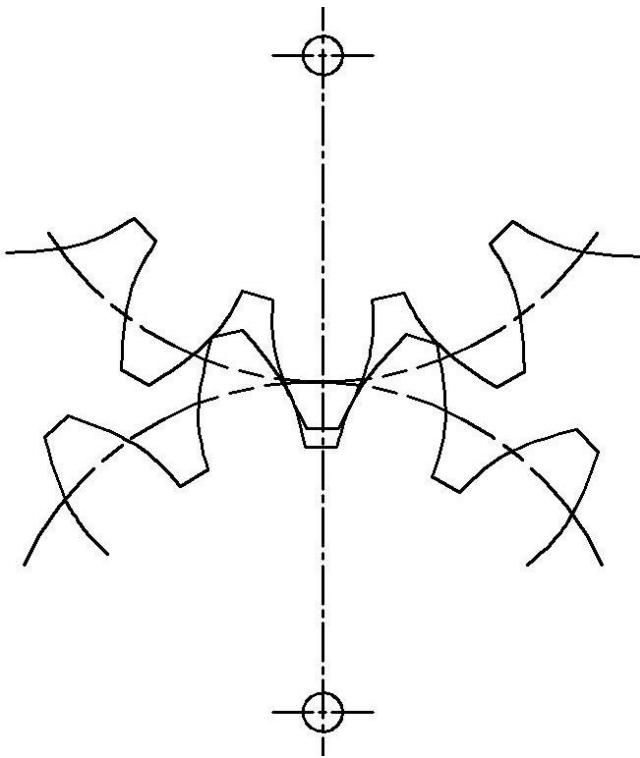


Рис. 8.1. Вища кінематична пара

Колесо – зубчасте колесо передачі, яке має більше число зубів.

Шестерня – зубчасте колесо передачі, яке має менше число зубів.

Приводне зубчасте колесо – зубчасте колесо із зубчастої передачі, яке обертає інше.

Ведене зубчасте колесо – зубчасте колесо із зубчастої передачі, що його обертає інше.

Гітара зубчастих коліс – будь-яка комбінація зубчастих передач.

Зубчасте колесо – зубчастий елемент, призначений передавати рух або отримувати рух від іншого зубчастого елемента за допомогою зубців, що послідовно зачіплюються (рис. 8.2).

Спряжене зубчасте колесо – будь-яке з двох зубчастих коліс зубчастої передачі, яке розглядається відносно іншого.

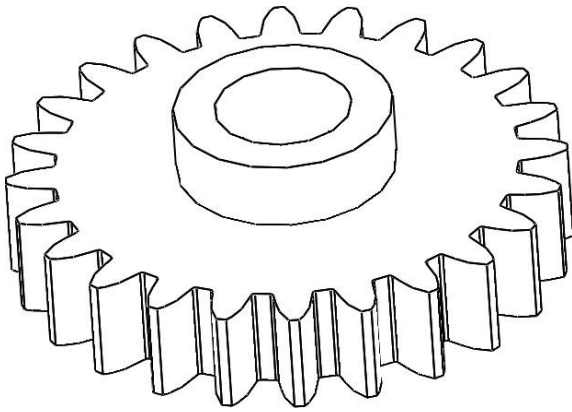


Рис. 8.2. Зубчасте колесо з зовнішніми зубцями

Проміжне зубчасте колесо

– зубчасте колесо, зачеплене з двома іншими колесами, яке приведене одним і веде інше.

Число зубців – кількість повного комплекту зубців зубчастого колеса.

Сектор зубчастого колеса –

частина зубчастого колеса із зубцями.

Основна теорема зачеплення – загальна нормаль, проведена у точці контакту вищої пари, ділить міжосьову відстань на відрізки, обернено пропорційні кутовим швидкостям ланок пари.

Полюс зачеплення – точка дотику початкових кіл зубчастих коліс, яка є миттєвим центром швидкостей у відносному русі коліс.

Передатне відношення – відношення кутової швидкості першого приводного зубчастого колеса до кутової швидкості останнього веденого зубчастого колеса гітари передачі. Передатне відношення має знак плюс, якщо напрямки обертання коліс співпадають, та знак мінус, якщо вони протилежні.

Передатне число – відношення числа зубців колеса до числа зубців шестерні.

Знижувальна зубчаста передача – зубчаста передача (гітара), у якій кутова швидкість останнього веденого колеса менша від кутової швидкості першого приводного колеса.

Підвищувальна зубчаста передача – зубчаста передача (гітара), у якій кутова швидкість останнього веденого колеса більша від кутової швидкості першого приводного колеса.

Міжосьова лінія або лінія центрів – пряма лінія, яка перетинає осі обертання коліс під прямим кутом.

Міжосьова відстань a – найкоротша відстань між осями зубчастих коліс зубчастої передачі (рис. 8.3).

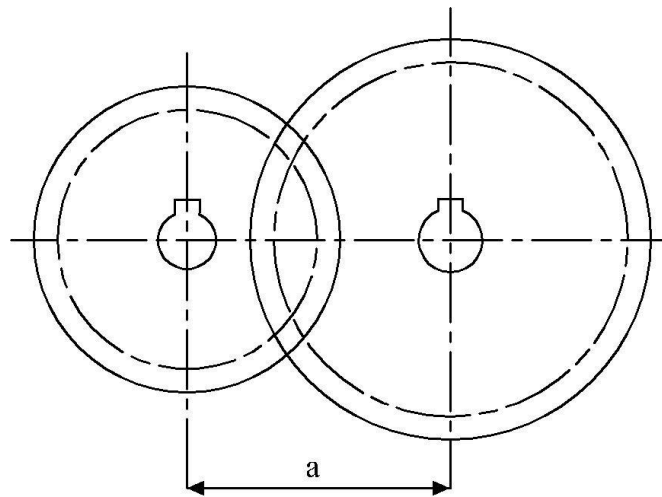


Рис. 8.3. Міжосьова відстань

Зуб – спеціальний виступ на ланці, який утворює з іншим зубом вищу пару (рис. 8.4), або кожен з тих елементів зубчастого колеса, які входять у западини між відповідними елементами спряженого зубчастого колеса, і які завдяки їхній формі гарантують, що одне зубчасте колесо обертає інше.

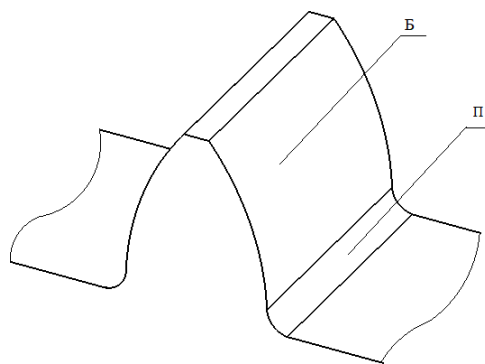


Рис. 8.4. Зуб зубчастого колеса

Бічна поверхня зуба Б – елемент вищої пари зубчастої передачі – поверхня, розташована між поверхнею вершин і поверхнею впадин зубчастого колеса. Ця поверхня відокремлює зуб від западини (рис. 8.4).

Головна бічна поверхня зуба – поверхня, яка контактує з бічною поверхнею спряженого зубчастого колеса.

Вершина зуба – частина поверхні вершин між бічними поверхнями зубців.

Западина – проміжок між двома сусідніми зубцями зубчастого колеса.

Початкова поверхня – у певній зубчастій передачі геометрична поверхня, описана миттєвою віссю відносного переміщення спряженого зубчастого колеса відносно розглядуваного зубчастого колеса.

Ділильна поверхня – уявна умовна поверхня, відносно якої визначають розміри зубчастого колеса (рис. 8.5).

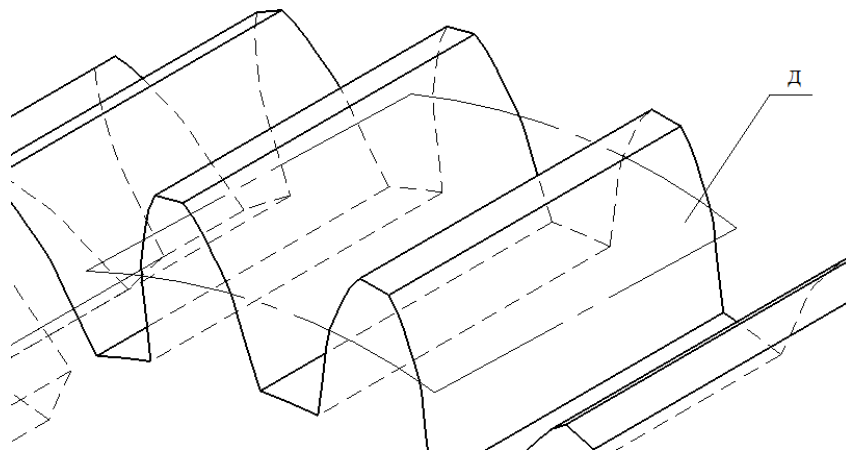


Рис. 8.5. Ділильна поверхня Д

Поверхня вершин – співвісна поверхня обертання, що обмежує зовнішні краї зовнішніх зубців зовнішнього колеса чи внутрішні краї внутрішніх зубців зубчастого колеса (рис. 8.7, а).

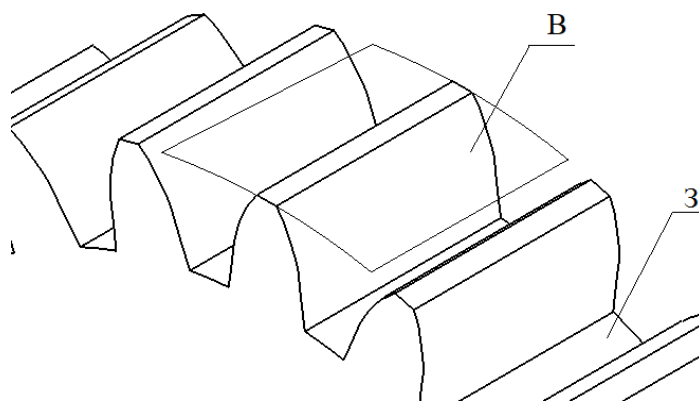


Рис. 8.6. Поверхні вершин В і западин З

Поверхня западин – співвісна поверхня обертання, що обмежує зовнішні краї западин зубчастих коліс із зовнішніми зубцями, або зовнішні краї западин зубчастих коліс із внутрішніми зубцями (рис. 8.6).

Перехідна поверхня П – крива поверхня між головною бічною поверхнею та поверхнею западин (рис. 8.4).

Головка зуба – частина зуба зубчастого колеса між ділильною поверхнею та поверхнею вершин.

Ніжка зуба – частина зуба зубчастого колеса між ділильною поверхнею та поверхнею западин.

Зубчасте колесо із зовнішніми зубцями – зубчасте колесо, у якого поверхня западин розташована всередині поверхні вершин (рис. 8.2).

Зубчасте колесо із внутрішніми зубцями – зубчасте колесо, у якого поверхня вершин розташована всередині поверхні западин (рис. 8.7).

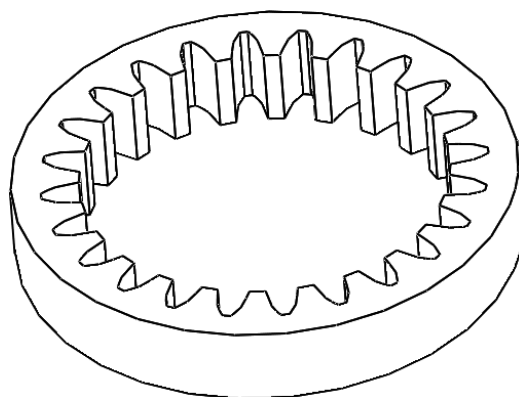


Рис. 8.7. Зубчасте колесо з внутрішніми зубцями

Лінія зуба – лінія перетину бічної поверхні зуба із ділильною поверхнею.

Профіль зуба – лінія перетину бічної поверхні зуба із довільною площиною, яка також перетинає ділильну поверхню. В залежності від площини, яка перетинає бічну поверхню розглядають торцевий, нормальний та осьовий профілі (рис. 8.8).

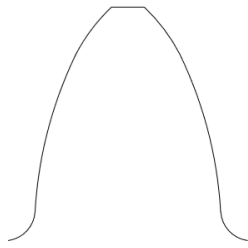


Рис. 8.8. Профіль зуба

Проста зубчаста передача – триланковий механізм, що складається з 2-х зубчастих коліс і стійки.

Складна зубчаста передача – механізм, що складається з декількох

паралельно або послідовно з'єднаних одна з одною зубчастих передач. Поділяються на: зубчасті механізми з нерухомими осями всіх коліс і механізми, осі окремих коліс яких рухаються відносно стійки.

Циліндрична зубчаста передача – зубчаста передача з паралельними осями коліс (рис. 8.9).

Конічна зубчаста передача – зубчаста передача з осями коліс, що перетинаються (рис. 8.10).

Гіперболоїдна зубчаста передача – зубчаста передача з перехресними осями коліс (рис. 8.11).

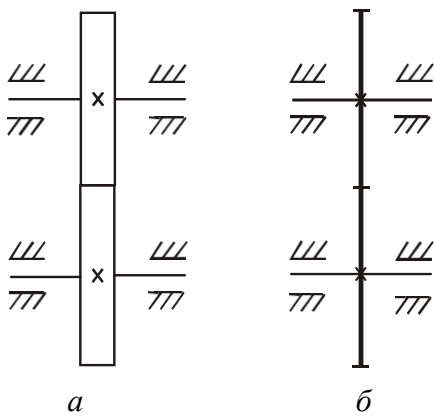


Рис. 8.9. Циліндрична передача: *a* – колеса у зачепленні; *б* – колеса на кінематичній схемі

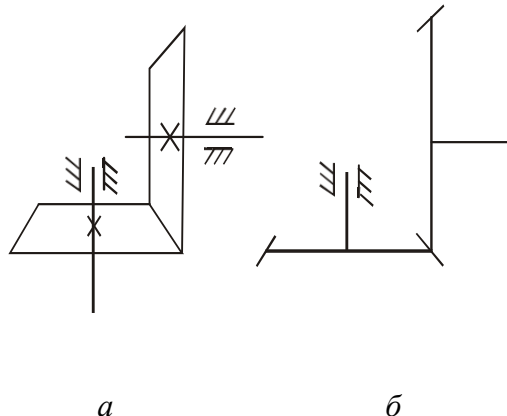


Рис. 8.10. Конічна передача: *a* – колеса у зачепленні; *б* – колеса на кінематичній схемі

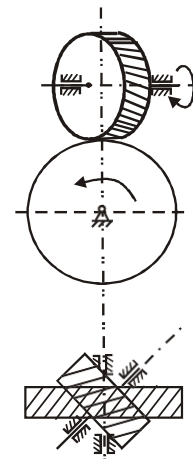


Рис. 8.11. Гіперболоїдна зубчаста передача

Гвинтова зубчаста передача, гіпoidна зубчаста передача, черв'ячна зубчаста передача – різновиди гіперболоїдних зубчастих передач.

Черв'ячна передача – окремий випадок гіперболоїдної передачі, у якій мале колесо циліндричної або тороїдальної форми (черв'як) має гвинтові зуби.

Гіпоїдна зубчаста передача – зубчасте зачеплення з коліс конічної форми, осі яких перехрещені та відведені одна від одної.

Зубчаста рейка – сегмент зубчастого колеса, що має радіус, який дорівнює нескінченності.

Зубчастий вінець – повний комплект зубів колеса, розташований на тілі колеса.

Зубчаста передача зовнішнього зачеплення – передача, у якій обидва колеса мають зубчастий вінець, розташований на зовнішній стороні деталі (зовнішні зуби) (рис. 8.12, *а*).

Зубчаста передача внутрішнього зачеплення – передача, одне з коліс якої має зубчастий вінець, розташований на внутрішній стороні деталі (внутрішні зуби) (рис. 8.12, *б*).

Рейкова передача (рейкове зачеплення) – зубчаста передача, що складається із зубчастого колеса і зубчастої рейки (рис. 8.12, *в*). Рейкове зачеплення вважається зубчастою передачею зовнішнього зачеплення.

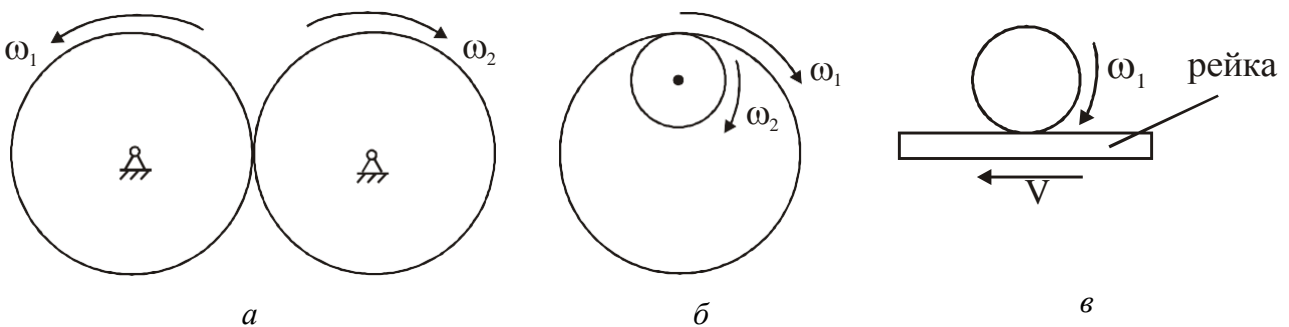


Рис. 8.12. Циліндричні передачі:

а – зовнішнє зачеплення $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} < 0$; *б* – внутрішнє зачеплення: $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} > 0$;

в – рейкове зачеплення: $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \infty$ або $i_{21} = 0$

Прямозубе зубчасте колесо – колесо, у якого лінія зуба паралельна осі обертання (рис. 8.13, *а*). Це визначення стосується циліндричних зубчастих коліс.

Прямозубе конічне зубчасте колесо – конічне зубчасте колесо, лінії зуба якого прямі твірні лінії ділального конуса (рис. 8.13, б).

Косозубе зубчасте колесо – циліндричне зубчасте колесо, у якого лінія зуба гвинтова лінія (рис. 8.13, в).

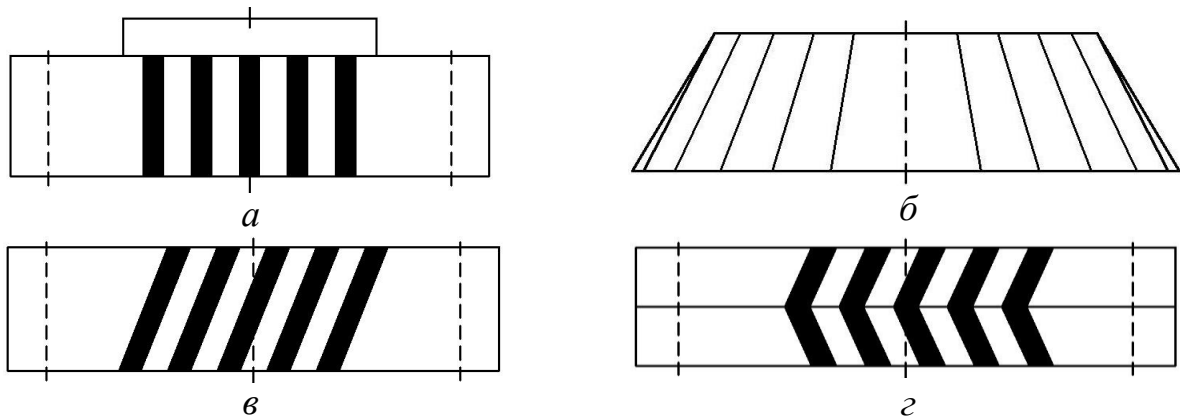


Рис. 8.13. Розташування лінії зуба на зубчастому колесі: а – прямозубе зубчасте колесо; б – прямозубе конічне зубчасте колесо; в – косозубе зубчасте колесо; з – шевронне зубчасте колесо

колесо

Шевронне зубчасте колесо –

циліндричне зубчасте колесо, вінець якого по ширині складається з ділянок із протилежним напрямком лінії зубців, так звані ліві зубці та праві зубці (рис. 8.13, з).

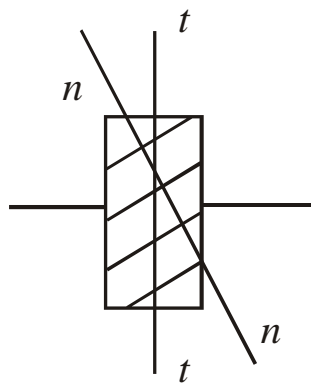


Рис. 8.14. Торцевий $t-t$ і нормальний $n-n$ перерізи зубів

Торцевий переріз зуба – переріз, перпендикулярний до осі обертання колеса (рис. 8.14).

Нормальний переріз зуба – переріз, перпендикулярний лінії зуба (рис. 8.14).

Початкове коло (r_w – радіус початкового кола) – уявне коло, жорстко пов’язане із зубчастим колесом. Початкові кола зубчастих коліс, які у зачепленні торкаються одне одного у полюсі зачеплення (рис. 8.15).

Коло вершин зубців (r_a – радіус кола вершин) – коло, що проходить через граничні точки вершин зубців (рис. 8.15).

Коло западин зубців (r_f – радіус кола западин) – коло, що обмежує западини зубців. Відокремлює зуб від тіла колеса (рис. 8.15).

Ділильне коло (r – радіус ділильного кола) – коло, на якому колесо має стандартизований модуль. Це коло є базовим для визначення розмірів зубчастого колеса (рис. 8.15).

Основне коло (r_b – радіус основного кола) – геометричне місце центрів кривизни евольвент профілів зубців зубчастого колеса. (рис. 8.15).

Товщина зуба (S) – відстань між різнойменними профілями зуба по дузі концентричного кола зубчастого колеса (рис. 8.15).

Ширина западини (e) – відстань між лівою та правою бічною поверхнею двох сусідніх зубців по дузі концентричного кола зубчастого колеса (рис. 8.15).

Висота зуба (h) – відстань між колом вершин і колом западин (рис. 8.15).

Висота головки зуба (h_a) – радіальна відстань між колом вершин і початковим колом (рис. 8.15).

Висота ніжки зуба – радіальна відстань між колом западин і початковим колом (h_f) (рис. 8.15).

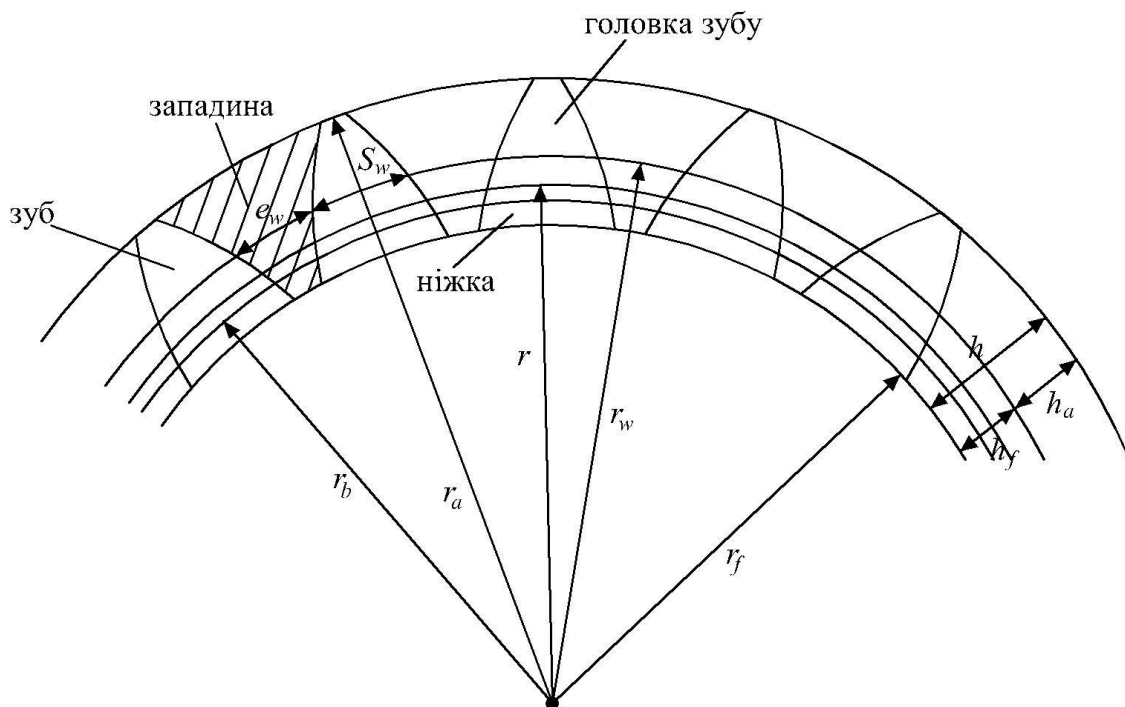


Рис. 8.15. Елементи і параметри прямозубого колеса

Крок зубців – найкоротша відстань по ділильному, початковому або іншому колу колеса між однойменними точками сусідніх зубців.

Кутовий крок – центральний кут концентричного кола колеса, рівний $\tau = 2\pi / z$.

Умова щільного контакту – умова забезпечення двостороннього контакту бічних поверхонь зубів без бокового зазору.

Модуль – частка від ділення кроку зубчастого колеса по деякому колу (поданого в міліметрах) на число π . Одиниці виміру модуля міліметри.

Стандартний модуль – частка від ділення кроку зубчастого колеса по ділильному колу на число π ($m = p / \pi$). В подальшому *модуль*.

Радіальний зазор – радіальна відстань між колом вершин одного з зубчастих коліс і колом западин іншого ($c = c^*m$).

Коефіцієнт радіального зазору c^* – відношення радіального розрахункового модулю зубчастих коліс. Стандартне значення $c^* = 0,25$.

Коефіцієнт висоти головки зуба h_a^* – відношення висоти головки зуба до модуля зубчастого колеса. Стандартне значення $h_a^* = 1,0$.

Коефіцієнт висоти ніжки зуба h_f^* – відношення висоти ніжки зуба до модуля зубчастого колеса. Стандартне значення $h_f^* = 1,25$.

Циклоїда – плоска крива, яка утворюється точкою на колі, що котиться по нерухомій прямій без ковзання.

Циклоїдальні зубчасті колеса – колеса, профілі зубців яких є циклоїди.

Циклоїдальна зубчаста передача – зубчаста передача, що складається із циклоїдальних зубчастих коліс.

Зачеплення Новікова – зубчаста передача, в якій опуклий профіль одного колеса взаємодіє з увігнутим профілем іншого. Профілі представляють собою дуги кіл.

Евольвентні зубчасті колеса – колеса, профілі зубців яких окреслені евольвентою кола.

Евольвентна зубчаста передача – зубчаста передача, що складається із евольвентних зубчастих коліс.

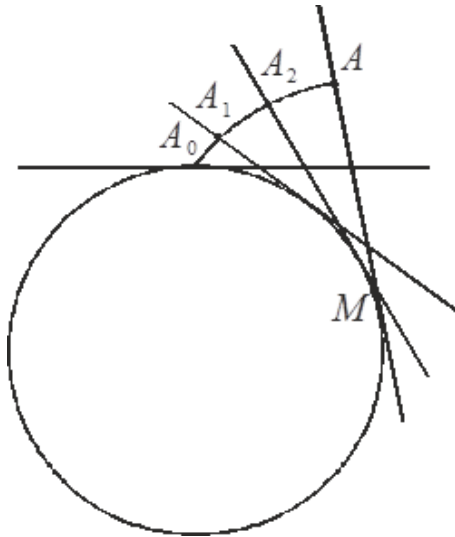


Рис. 8.16 Утворення правої гілки евольвенти

Евольвента кола – траєкторія будь-якої точки прямої, яка перекочується без ковзання по колу. У теорії зубчастого зачеплення коло, яке визначає евольвенту профілю зуба, називається основною (рис. 8.16).

Кут профілю евольвенти у даній точці – гострий кут, утворений дотичною до евольвенти у даній точці і радіусом-вектором евольвенти цієї точки.

Евольвентний кут профілю – кут, утворений початковим і поточним радіусами-векторами.

Інволюта кута – це функція різниці тангенса кута і самого кута.

Метод копіювання – метод виготовлення зубчастих коліс, при якому робочі кромки інструменту за формою відповідають оброблюваній поверхні (нарізування зубчастого колеса профільованою дисковою або пальцевою фрезами) (рис. 8.17 і 8.18).

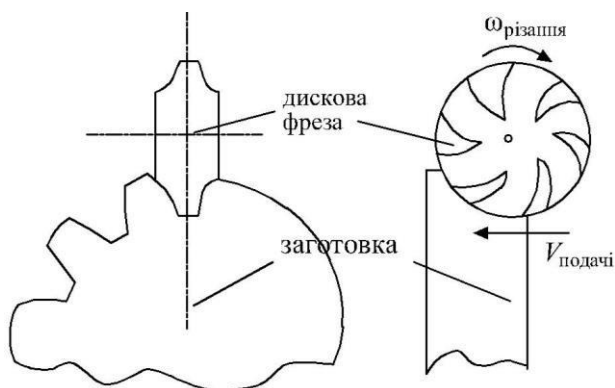


Рис. 8.17. Нарізування зубчастого колеса методом копіювання дисковою фрезою

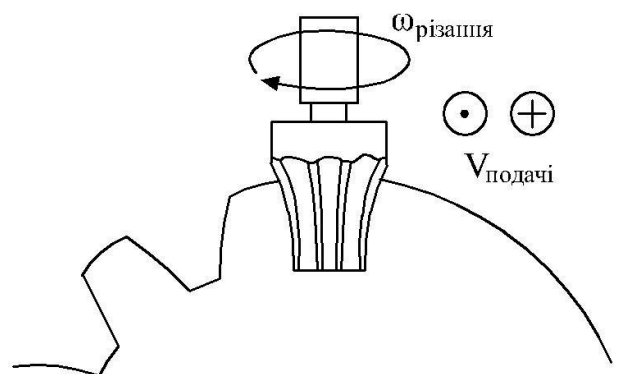


Рис. 8.18. Нарізування пальцевою фрезою

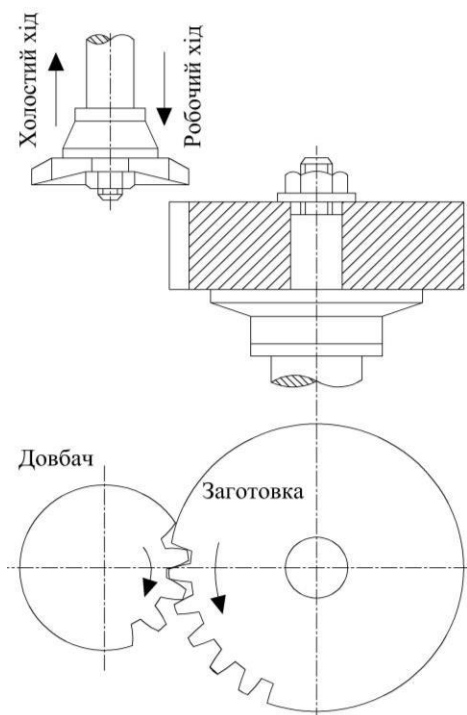


Рис. 8.19. Нарізування колеса методом обкатки (інструмент –

Метод обкатки (огинання) – інструмент і заготовка за рахунок кінематичного ланцюга верстата виконують два рухи – різання і огинання (нарізування черв'ячною фрезою, інструментальною рейкою, довб'яком). Різальному інструменту та заготівці надають такі рухи один відносно одного, які відтворюють процес зачеплення (рис. 8.19).

Зуборізний довб'як – спеціальне зубчасте колесо, що має ріжучі кромки за профілями його зубів для виготовлення зубчастих коліс методом обкатки.

Черв'ячна фреза – гвинт з трапецієподібним різьбленням, профіль якої в нормальному перерізі збігається з профілем інструментальної рейки. Служить для виготовлення зубчастих коліс методом обкатки.

Рейка інструментальна – зубчаста рейка з ріжучими крайками по бокових поверхнях зубців. Служить для виготовлення зубчастих коліс методом обкатки.

Вихідний твірний контур (ВТК) – контур зубців зубчастої рейки, що отримується в перетині площиною, перпендикулярною осі колеса (рис. 8.20).

Вихідний твірний контур рейки – контур зубців рейки, прийнятої в якості базової для визначення теоретичної форми і розмірів зубів. (Розміри вихідного контуру встановлені по ДСТУ ISO 1122-1:2006).

Ділильна пряма рейки – пряма, по якій, товщина зуба рейки дорівнює ширині западин $S = e = \pi m / 2$ (рис. 8.21).

Нульова установка інструменту – ділильна пряма ВТК торкається ділильного кола колеса, що виготовляється.

Позитивна установка – ділильна ВТК відсунута від ділильного кола.

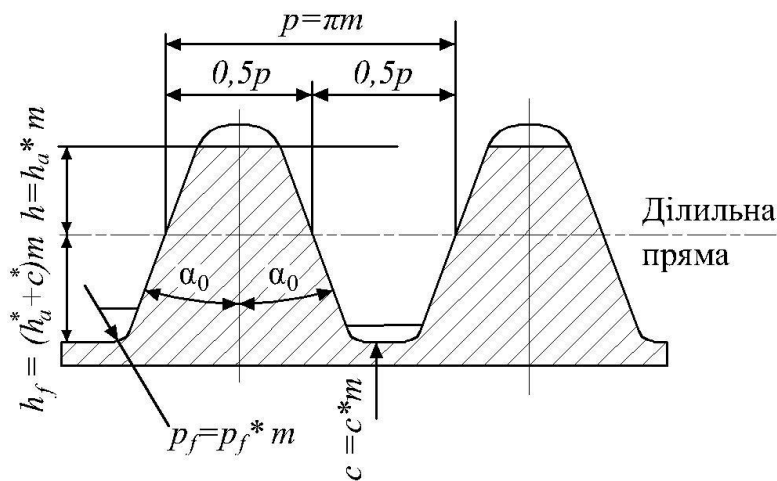


Рис. 8.20. Профіль вихідного твірного контуру.

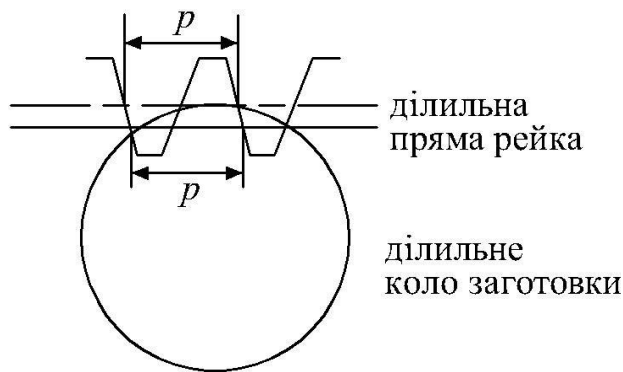


Рис. 8.21. Розташування рейки та колеса, що виготовляється

Негативна установка – ділильна пряма ВТК перетинає ділильне коло.

Зміщення вихідного твірного контуру рейки – відстань по нормалі між ділильним колом зубчастого колеса, що виготовляється, і ділильною прямою

вихідного твірного контуру рейки – $X = x \cdot m$. Зміщення вихідного твірного контуру приймається позитивним, якщо ділильна пряма вихідного контуру не перетинає і не торкається ділильного кола зубчастого колеса; зміщення приймається негативним, якщо ділильна пряма вихідного твірного контуру рейки перетинає ділильне кола зубчастого колеса, і нульовим, якщо торкається його.

Коефіцієнт зміщення вихідного твірного контуру рейки x – відношення зміщення вихідного твірного контуру до стандартного модулю.

Урівняльне зміщення – величина, на яку зменшують висоту зуба інструменту рейкового типу колеса, що нарізується, щоб у робочому зачепленні отримати стандартний радіальний зазор. (У верстатному зачепленні

– відстань між граничною прямою, що виробляє, рейки і окружністю вершин колеса, що нарізується) – Δu_t .

Коефіцієнт урівняльного зміщення – відношення зрівняльного зміщення до розрахункового модулю – Δu .

Нульове зубчасте колесо – колесо, що нарізується, з нульовим зсувом вихідного контуру; ділильна товщина зуба в цьому випадку дорівнює половині ділильного кроку.

Позитивне зубчасте колесо – колесо, що виготовляється з позитивним зміщенням вихідного контуру; ділильна товщина зуба в цьому випадку більше половини ділильного кроку (для зовнішніх зубців).

Негативне зубчасте колесо – колесо, що виготовляється з негативним зміщенням вихідного твірного контуру; ділильна товщина зуба в цьому випадку менше половини ділильного кроку (для зовнішніх зубців).

Сприймальне зміщення u_t – відстань між ділильними колами, виміряна по міжосьовій лінії при безпроміжковому зачепленні – u_t .

Коефіцієнт сприймального зміщення u – частка від поділення сприймального зміщення до стандартного модулю зубчастого колеса.

Позитивна зубчаста передача – передача, у якій коефіцієнт сприймального зміщення позитивний (ділильні кола не перетинаються і не торкаються), $x_1 > 0$; $x_2 > 0$; $u_t > 0$; $u > 0$; $a_w > a$, де a – міжосьова відстань зубчастих коліс передачі, виготовлених без зміщення.

Нульова зубчаста передача – зубчаста передача, у якій коефіцієнт сприймального зміщення дорівнює нулю (ділильні кола торкаються),

$$x_1 = x_2 = 0 \text{ або } x_1 = -x_2; \alpha_w = \alpha_0 = 20^0; \Delta u = 0; u = 0; r_{w1} = r_1; r_{w2} = r_2.$$

Негативна зубчаста передача – передача, у якій коефіцієнт сприйманого зміщення негативний (ділильні окружності перетинаються), $x_1 < 0$; $x_2 < 0$ або $x_1 < |-x_2|$; $u_t < 0$; $u < 0$; $a_w < a$.

Активний профіль зуба – частина профілю зуба, по якій відбувається взаємодія з профілем зуба парного зубчастого колеса.

Лінія зачеплення N_1N_2 – геометричне місце точок контактів профілів на нерухомій площині (рис. 8.22).

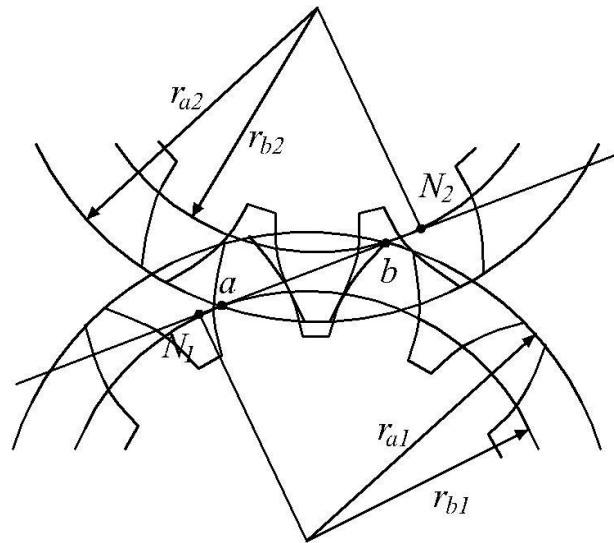


Рис. 8.22. Лінія зачеплення N_1N_2

Активна частина лінії зачеплення ab – частина лінії зачеплення, відповідна точкам контакту активних профілів зубців передачі (рис. 8.22).

Кут зачеплення α_w – гострий кут, утворений лінією зачеплення і прямою, перпендикулярною до міжосьової лінії.

Кут перекриття зубчастого колеса передачі – кут повороту зубчастого колеса передачі від положення входу зуба у зачеплення до виходу його з зачеплення (час зачеплення).

Кут торцевого перекриття – кут повороту зубчастого колеса циліндричної зубчастої передачі від положення входу у зачеплення торцевого профілю зуба до виходу його із зачеплення.

Кут осьового перекриття – кут повороту зубчастого колеса зубчастої циліндричної передачі, при якому загальна точка контакту зубів переміститься по лінії зуба цього зубчастого колеса від одного з торців, що обмежують робочу ширину вінця, до іншого.

Якісні показники зачеплення – геометричні показники, що характеризують роботу зубчастої передачі, а саме, відсутність підрізання зубців, забезпечення перекриття в зачепленні, зносостійкість, згинальна і контактна міцність.

Коефіцієнт перекриття ε_a – відношення кута перекриття зубчастого колеса передачі до його кутового кроку. Враховує безперервність і плавність зачеплення у передачі.

Коефіцієнт торцевого перекриття – відношення кута торцевого перекриття до його кутового кроку.

Коефіцієнт осьового перекриття – відношення кута осьового перекриття до його кутового кроку.

Коефіцієнт питомого ковзання ν – відношення швидкості ковзання в контактній точці до тангенціальної складової цієї швидкості.

Коефіцієнт питомого тиску γ – відношення розрахункового модуля до наведеного радіусу кривизни профілів.

Підрізання евольвентних зубців – явище, при якому відбувається врізання головки ріжучого інструменту у ніжку колеса, що нарізується. При нарізанні нульового зубчастого колеса ($x = 0$; $\alpha = 20^\circ$) мінімальне число зубців,

які не будуть підрізані рейковим інструментом, $z_{min} = 2h_a^*/\sin^2\alpha$; $z_{min} \approx 17$ (рис. 8.23).

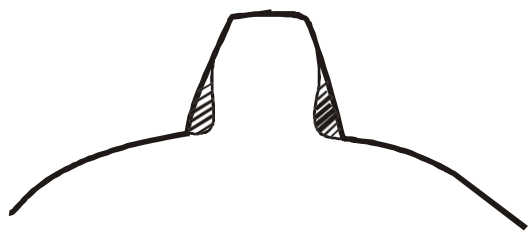


Рис. 8.23. Підрізання зуба

Загострення зуба – при збільшенні коефіцієнта зміщення x товщина зуба S_a на вершині буде зменшуватися. При x_{max}

настає загострення зуба ($S_a = 0$). Для запобігання сколку вершини загостреного зуба є вимога, щоб товщина зубців по колу вершин була $S_a \geq 0,2 m$.

Коригування зубчастих коліс – виправлення зубчастого зачеплення з метою поліпшення якості передачі.

Система коефіцієнтів зміщення Кудрявцева – система коефіцієнтів зміщення інструменту для виготовлення коліс, що забезпечує максимальну контактну міцність зубців. Рекомендується для закритих передач.

Система коефіцієнтів зміщення ЦКБР – система коефіцієнтів зміщення інструменту для виготовлення коліс, що забезпечує вирівнювання коефіцієнтів питомого ковзання і тим самим підвищується зносостійкість. Рекомендується для відкритих передач.

Блокуючий контур – сукупність кривих, побудованих у координатах x_1 і x_2 , обмежують вибір розрахункових коефіцієнтів зміщення x_1 і x_2 , що визначають зону їх припустимих значень (рис. 8.24).

Складні зубчасті механізми – механізми, що складаються з декількох паралельно або послідовно з'єднаних один з одним зубчастих передач. Вони поділяються на: зубчасті механізми з нерухомими осями всіх коліс і механізми, осі окремих коліс яких рухаються відносно стійки.

Рядова зубчаста передача (рядовий зубчастий механізм) – послідовне з'єднання декількох пар зубчастих коліс, на кожній з нерухомих осей яких вміщено по одному колесу (рис. 8.25).

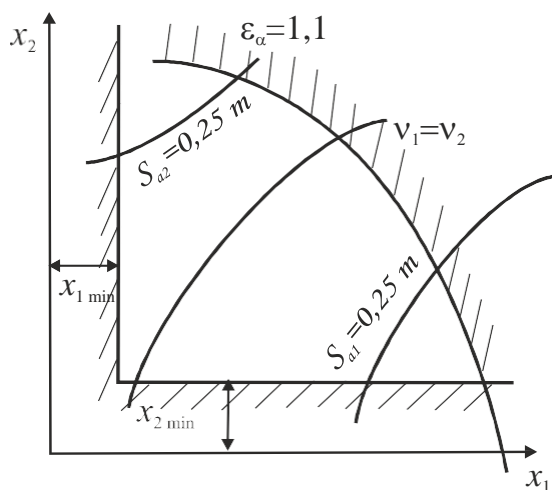


Рис. 9.24. Блокуючий контур

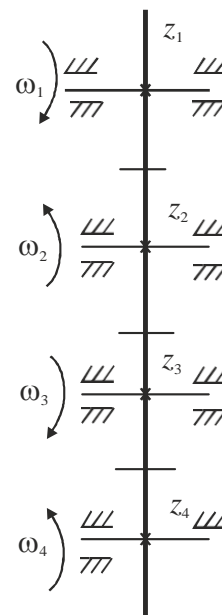


Рис. 8.25. Рядова зубчаста передача

Ступінчаста зубчаста передача (ступінчастий зубчастий механізм) – послідовне з’єднання декількох пар блокових коліс (рис. 8.28). Має у своєму складі також одиничні колеса, а саме вхідне та вихідне.

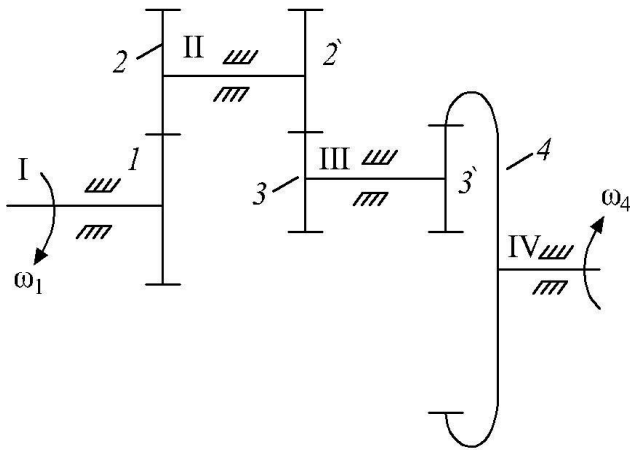


Рис. 8.26. Ступінчаста передача

Блок зубчастих коліс – жорстке з’єднання двох коліс із валом (рис. 8.26).

Епіциклічний зубчастий механізм – зубчастий механізм, у якого хоча б одне зубчасте колесо має рухливу вісь обертання.

Планетарний зубчастий механізм – епіциклічний зубчастий

механізм, ступінь рухомості якого дорівнює одиниці (рис. 8.29).

Планетарний редуктор – знижувальна планетарна зубчаста передача (зубчастий механізм рис. 8.27).

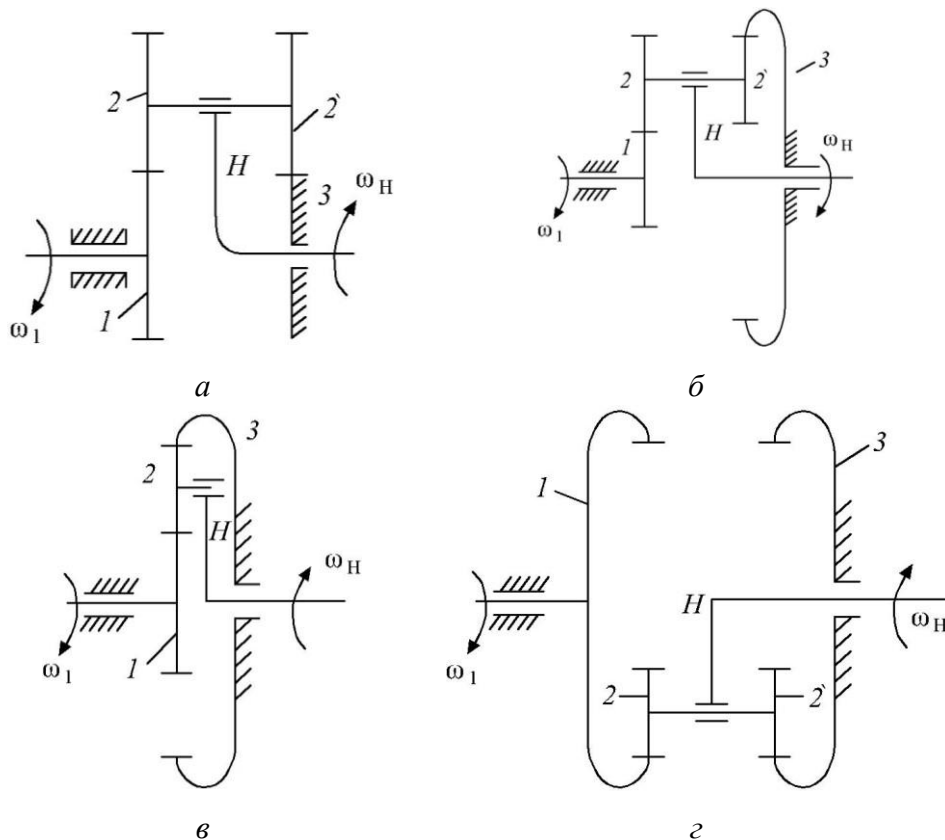


Рис. 8.27. Двоступеневий планетарний редуктор: *а* – типу А–А; *б* – типу А–J; *в* – типу А–J̄; *г* – типу J–J

Диференціальний зубчастий механізм – епіциклічний зубчастий механізм, ступінь рухомості якого дорівнює двом (рис. 8.28).

Сателіт – колесо, вісь якого рухається відносно стійки (рис. 8.28, в – колесо 2).

Блок сателітів – спарені колеса з рухомою віссю(рис. 8.27 – колеса 2-2’).

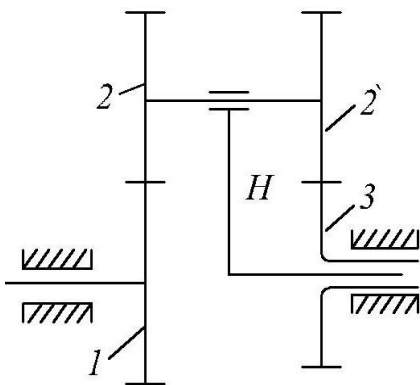


Рис. 8.28. Диференціальний механізм

Водило – ланка, на якій розташовуються рухливі осі зубчастих коліс (рис. 8.27 – H).

Центральні або сонячні колеса – колеса, які обертаються навколо нерухомих осей, що входять у планетарний або диференціальний механізми (рис. 8.27, 8.28 – колесо 1).

Опорне колесо – нерухоме колесо, що входить у планетарний зубчастий механізм

(рис. 8. 27 – колесо 3).

Метод обернення руху (метод інверсії) – уявне надання всім ланкам механізму руху у зворотний бік від руху обраної ланки з метою вирішення практичних задач за допомогою «зупинки» необхідної ланки. Наприклад, водила у планетарному механізмі або кулачка – у кулачковому.

Обернений механізм – механізм, подумки перетворений шляхом звернення руху, тобто з «зупиненою» необхідною ланкою.

Завдання синтезу планетарного механізму – полягає у тому, щоб за обраною схемою планетарного механізму підібрати числа зубців його коліс так, щоб задовольнити таким умовам: мати необхідне передавальне відношення, виконати умови співвісності, сусідства та складання.

Умова співвісності – міжосьові відстані між сателітом (сателітами) і центральним та опорним колесами повинні бути рівними.

Умова сусідства – кола вершин зубців двох сусідніх сателітів не повинні стикатися.

Умова складання – при складанні сателітів зуби кожного з них повинні потрапляти у западини центрального та опорного коліс.

Кулачковий механізм – триланковий механізм, що включає вищу пару, утворену ведучою ланкою кулачком і веденою ланкою (штовхачем або коромислом), що дозволяє отримувати складні закони руху веденої ланки, у тому числі з зупинками веденої ланки при беззупинному русі кулачка (рис. 9.1).

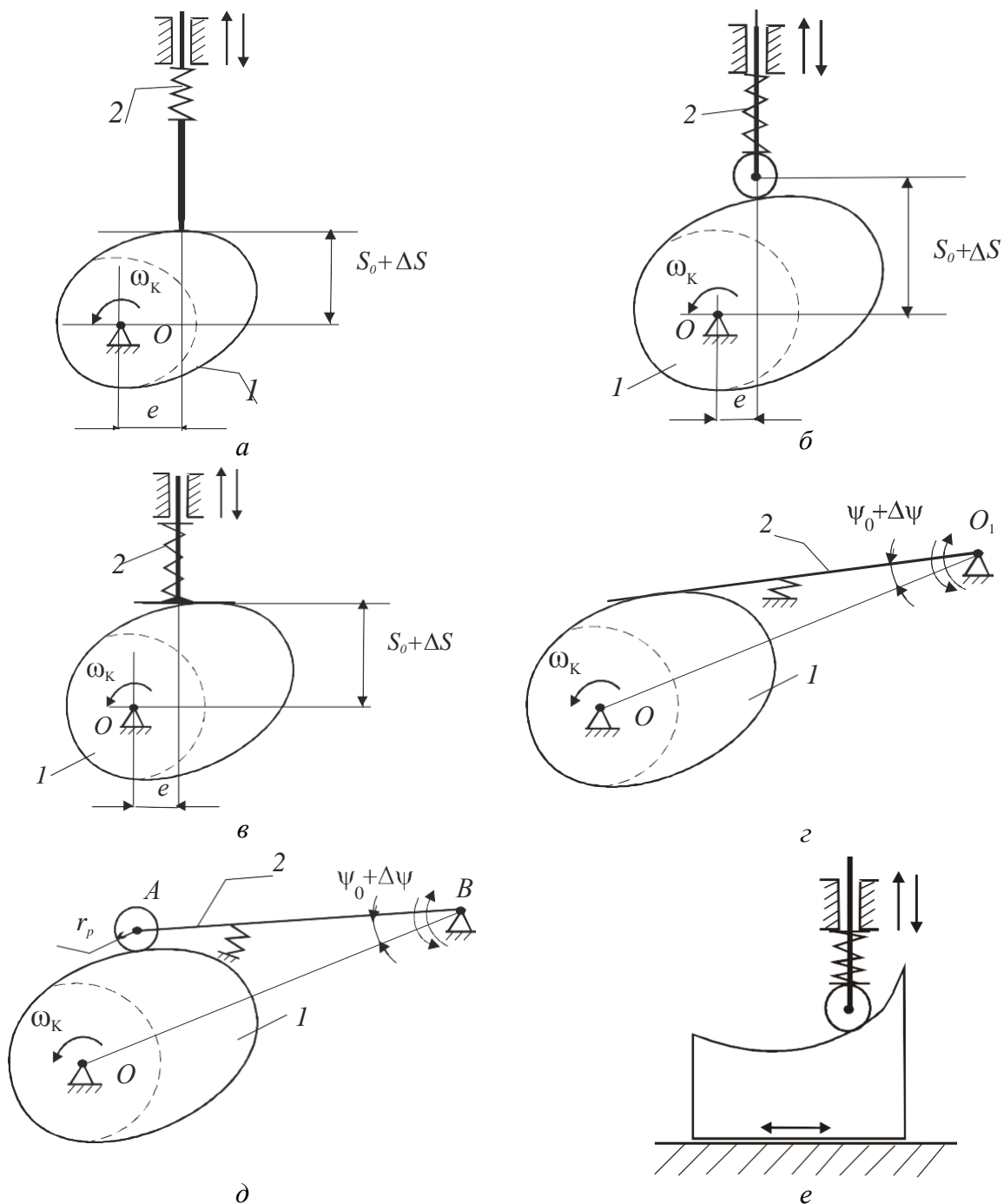


Рис. 9.1. Види кулачкових механізмів

Штовхач – ведена ланка, яка здійснює поступальний рух.

Коромисло – ведена ланка, яка здійснює обертальний рух на неповний оборот.

Профіль кулачка – елемент вищої пари, який має змінну кривизну.

Основна характеристика кулачкового механізму – закон руху веденої ланки, що задається функцією положення та визначається профілем кулачка.

Призначення кулачкових механізмів – перетворення обертального або поступального руху кулачка у зворотньо-обертальний (для коромисла) або зворотньо-поступальний рух (для штовхача).

Переваги кулачкових механізмів – можливість отримати переривчастий рух вихідної ланки, у тому числі з зупинками (вистоями) та можливість забезпечення точних вистоїв вихідної ланки.

Ролик – ланка кулачкового механізму, яка не впливає на характер руху веденої ланки і служить для заміни тертя ковзання у вищій парі на тертя кочення з метою зменшення зносу елементів вищої пари (рис. 9.1,б, д, е).

Силове замикання – використання пружини для забезпечення постійного контакту вищої пари кулачкового механізму (рис. 1.5).

Геометричне замикання – використання конструктивного рішення для забезпечення сталості контакту вищої пари, наприклад, паза, в якому розташовується ролик веденої ланки (рис. 9.2).

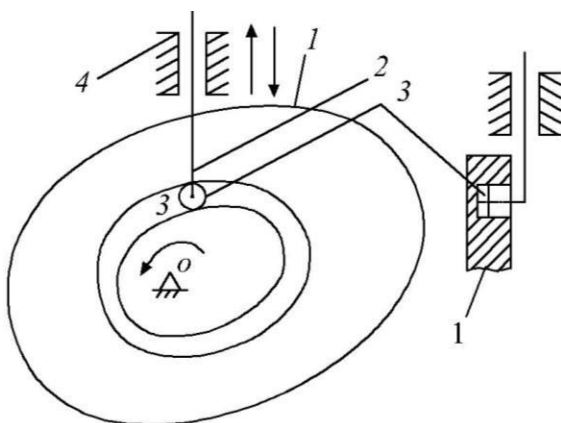


Рис. 9.2. Приклад кінематичного замикання – ролик у пазу кулачка

Завдання аналізу кулачкового механізму – полягає у тому, щоб за наявним профілем кулачка визначити параметри руху веденої ланки.

Завдання синтезу кулачкового механізму – полягає у тому, щоб по заданому закону руху веденої ланки визначити профіль кулачка.

Плоский штовхач, плоске коромисло (тарільчастий штовхач або коромисло з тарілкою) – такий кулачковий механізм, в якому елемент веденої ланки виконаний у вигляді площини (рис. 9.1, в, з).

Голчастий штовхач – такий кулачковий механізм, в якому елемент веденої ланки загострений (рис. 9.1, а).

Циклограма роботи кулачка – графічне зображення залежності функції положення веденої ланки від кута повороту кулачка (якщо кулачок здійснює обертальний рух) за час циклу роботи цього механізму (наприклад за кут повороту 2π) (рис. 9.3).

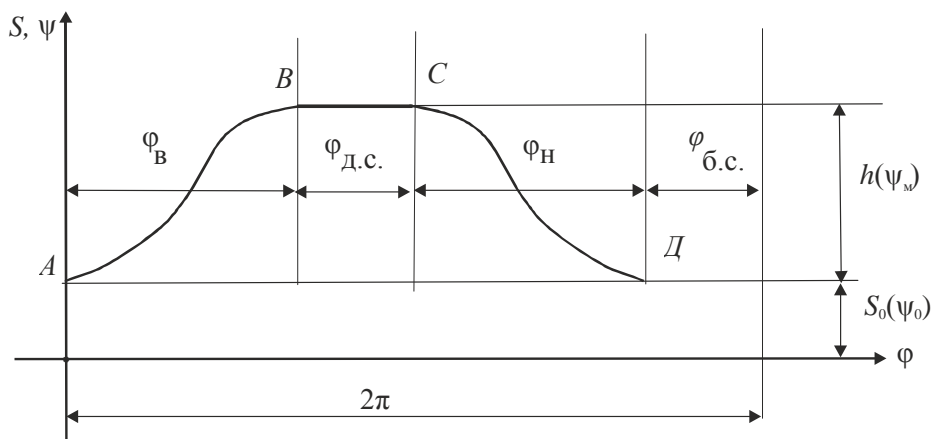


Рис. 9.3. Функція положення вихідної ланки кулачкового механізму

Фази руху веденої ланки (рис. 9.3):

Фаза віддалення ($\varphi_{\text{в}}$) – частина циклу, відповідна зростанню функції переміщення веденої ланки. На цій фазі ведена ланка переміщається з положення найбільш близького до центру кулачка в положення найбільш віддалене від центру.

Фаза наближення ($\varphi_{\text{н}}$) – частина циклу, відповідна зменшенням функції переміщення веденої ланки. На цій фазі ведена ланка переміщується з положення найбільш віддаленого від центру кулачка у положення найбільш близьке до центру.

Фаза дальнього вистою ($\varphi_{\text{дв}}$) – частина циклу, при якій функція положення постійна і максимальна. Цій фазі відповідає профіль кулачка, окреслений дугою кола.

Фаза ближнього вистою ($\phi_{бв}$) – частина циклу, при якій функція положення постійна і мінімальна. Профіль кулачка, що забезпечує цю фазу, окреслено дугою кола.

Аналог швидкості веденої ланки – перша похідна від переміщення веденої ланки по куту повороту кулачка.

Аналог прискорення веденої ланки – друга похідна від переміщення веденої ланки по куту повороту кулачка.

Центровий (теоретичний) профіль кулачка – профіль, який у системі координат кулачка описує центр ролика при його русі по профілю кулачка, який називається робочий або практичний профіль (рис. 9.4).

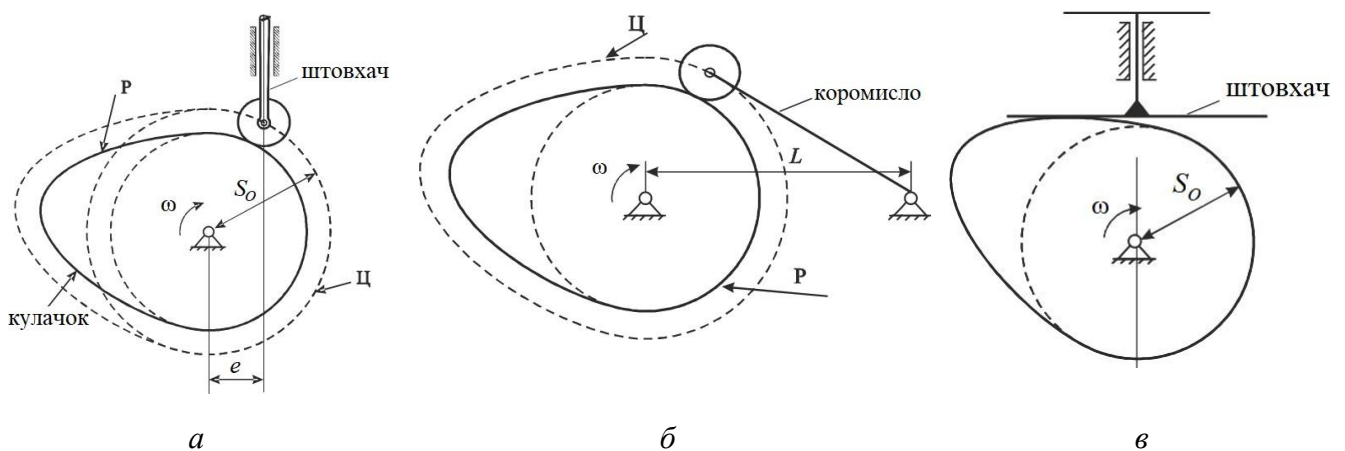


Рис. 9.4. Центровий Ц і робочий Р профілі у кулачкових механізмах: *а* – з роликівим штовхачем; *б* – з роликівим коромислом; *в* – з плоским штовхачем

Робочий (практичний) профіль кулачка – профіль кулачка, за яким котиться ролик (рис. 9.4).

Закон руху веденої ланки – функція, що визначає параметри руху веденої ланки. Як правило, задається у вигляді функції аналога прискорення веденої ланки (рис. 9.5).

Кулачкові механізми з м'якими ударами – механізми, у яких функція аналога прискорення має миттєвий стрибок на кінцеву величину (рис. 9.6).

Кулачкові механізми з жорсткими ударами – механізми, у яких функція аналога прискорення має миттєвий стрибок на нескінченну величину (рис. 9.7).

Безударні кулачкові механізми – механізми, у яких функція аналога прискорення не має миттєвих стрибків, тобто змінюється плавно (рис. 9.8).

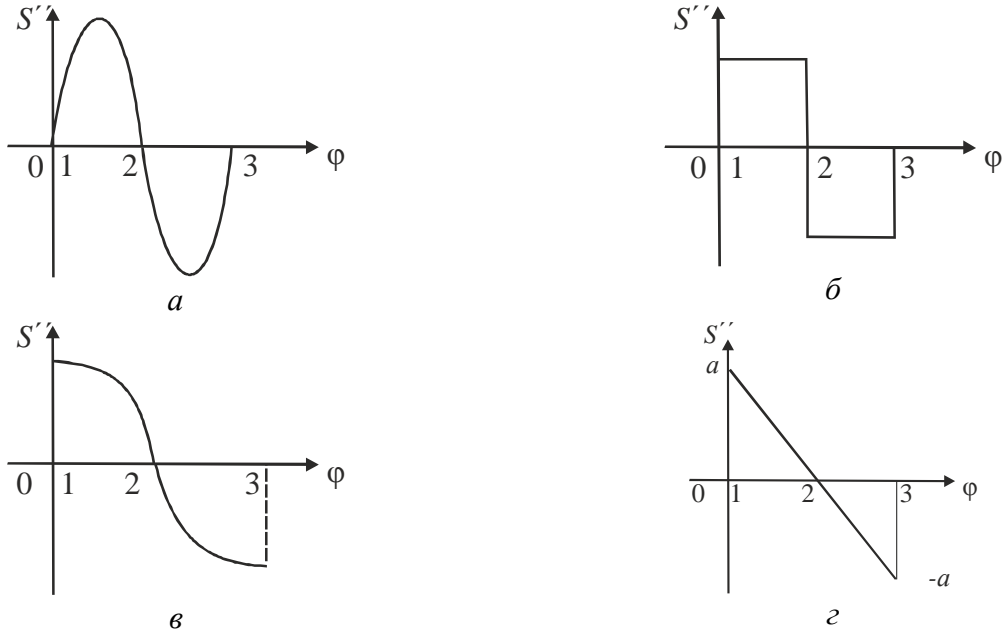
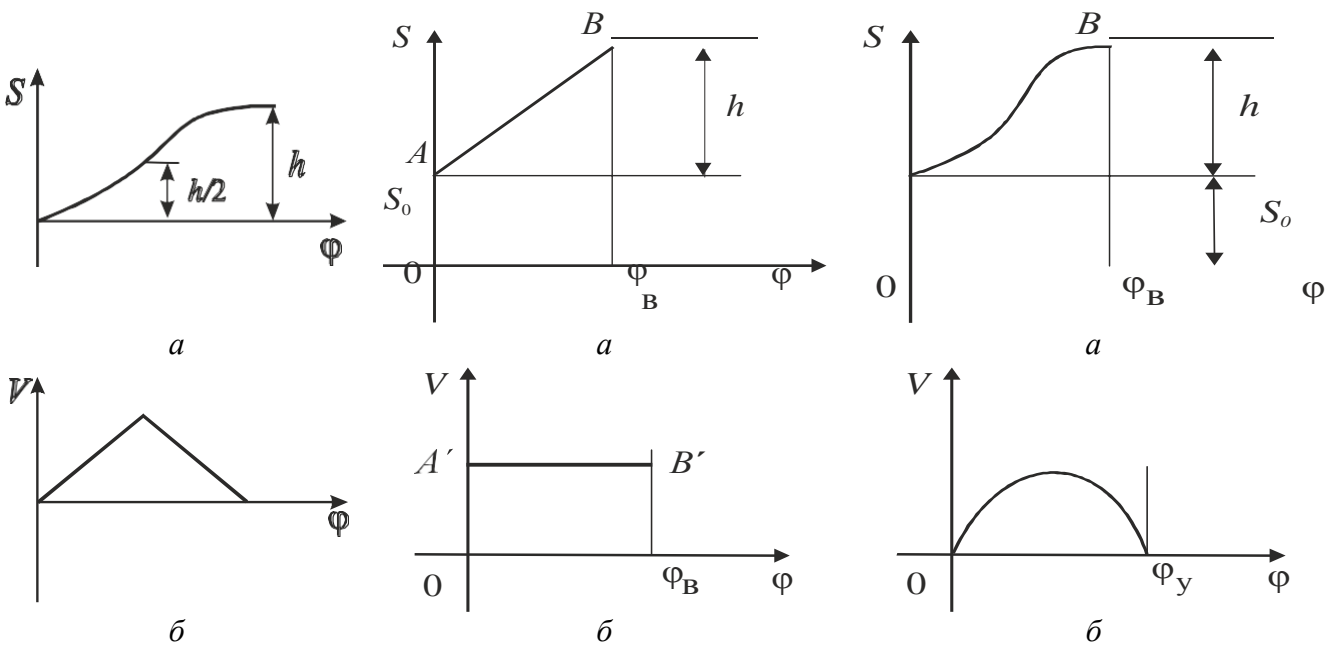


Рис. 9.5. Функції аналогів прискорення штовхача:

$$a - S' = a \sin k\varphi; \quad б - S' = \pm a; \quad в - S' = a \cos k\varphi; \quad г - S' = a \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_y} \right).$$



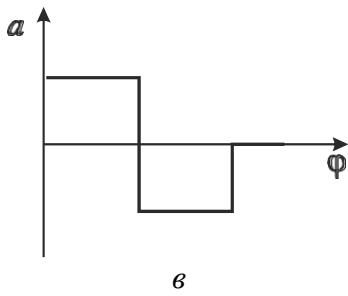


Рис. 9.6. Функція з «м'якими» ударами

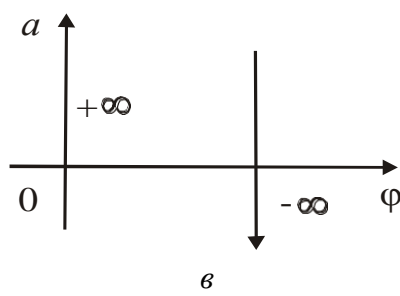


Рис. 9.7. Функція з «жорсткими» ударами

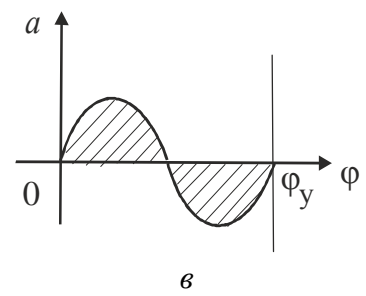


Рис. 9.8. Безударна функція

Кут тиску кулачкового механізму ϑ – кут, утворений повною силою тиску кулачка на ведену ланку, спрямовану по загальній нормалі у точці контакту вищої пари, і її ефективною складовою, спрямованою за абсолютною швидкістю точки веденої ланки. Цей кут обмежений 30° для кулачкових механізмів із штовхачем і 45° – для коромислових механізмів. Цей кут актуальний тільки для кулачкових механізмів, забезпечених роликом (рис. 9.9 і 9.10). Для кулачкових механізмів з тарільчастою веденою ланкою цей кут дорівнює нулю.

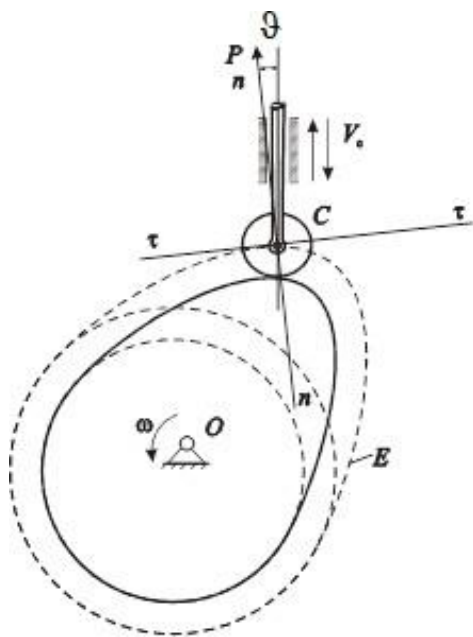


Рис. 9.9. Кут тиску у кулачковому механізмі з роликовим штовхачем, що рухається поступально

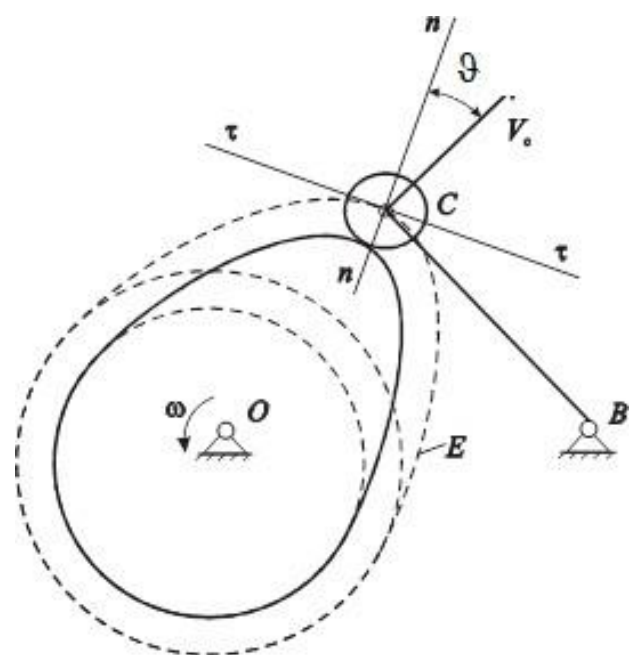


Рис. 9.10. Кут тиску у кулачковому механізмі з роликом на коромислі

Радіус кулачкової шайби – максимальний радіус кола, яке можна вписати у профіль кулачка з його центру обертання.

Ексцентриситет – зміщення осі руху штовхача відносно осі обертання кулачка.

Вільні параметри кулачкового механізму – конструктивні параметри, що визначають розміри і характеристики механізму. До них відносяться радіус кулачкової шайби, ексцентриситет, радіус ролика.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболовский. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Теория механизмов и машин : учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов и др. : под ред. К. В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.
3. Кореняко А. С. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / А. С. Кореняко, Л. И. Кременштейн, С. Д. Петровский и др. – К.: Вища шк., 1970. – 332 с.
4. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. Підручник. – Київ, Наукова думка, 2002 – 660 с.
5. Теория механизмов и машин. Системный подход : учеб. пособ. / А. А. Грунауэр, И. Д. Долгих. – К.: УМК ВО, 1992. – 384 с.
6. Кіницький Я.Т. Практикум із теорії механізмів і машин: навч. посіб. – Львів, «Афіша», 2002 – 452 с.
7. ДСТУ ISO 1122–1: 2006. Передачі зубчасті. Словник термінів. Ч. 1. Визначення, що стосуються геометрії. – Київ, Держстандарт України, 2013 – 72 с.
8. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов и др.; под ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987. – 496 с.
9. Ткачук Н.А., Зарубина А.А., Зинченко Е.И., Кротенко Г.А., Сафонова З.С. Методы анализа и синтеза механизмов. Текст лекций по дисциплине «Теория механизмов и машин» для студентов машиностроительных специальностей. Х. : НТУ «ХПИ», 2015. – 144 с.
10. Короткий довідник з курсу “Теорія механізмів і машин” для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад. О. І. Зінченко, Г. А. Кротенко – Харків: НТУ «ХПИ», 2010. – 44 с.
11. Теория механизмов и механика машин [Текст] : учебник / К. В. Фролов [и др.] ; ред. К. В. Фролов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1998. – 496 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Основні поняття	5
2. Структурні дослідження механізмів	13
3. Кінематичне дослідження	16
4. Тертя в машинах.....	19
5. Силовий розрахунок	22
6. Динамічні дослідження машин.....	25
7. Урівноваження мас машини.....	28
8. Зубчасті механізми.....	30
9. Кулачкові механізми.....	50
Список літератури	57

Навчальне видання

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК

з курсу «Теорія механізмів і машин»

для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт» та «Залізничний транспорт»

Українською мовою

Укладачі: ГРЕЧКА Ірина Павлівна

ЗАРУБІНА Алла Олександрівна

ТКАЧУК Микола Анатолійович

Відповідальний за випуск О. В. Устиненко

Роботу рекомендував до видання О.М. Шелковой

В авторській редакції

План 2019 р., п. 10

Підп. до друку

Друк – цифровий.

Обл. – вид. арк. 3,0

Формат 60x841/16.

Гарнітура Times New Roman.

Тираж 50 прим.

Папір друк. №2.

Ум. друк. арк. 2,4.

Зам. №

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Самостійне електронне видання