

Лекція №1. Механіка електроприводу.

1.1. Кінематична схема електроприводу. Сили і моменти, що діють в системі електроприводу.

Електроприводом називається електромеханічна система, що служить для приведення в рух робочих органів механізмів і управління їх технологічним процесом.

Електропривод крім електричної частини включає в себе і механічну частину, яка передає механічну енергію від двигуна до виконавчого механізму. Конструктивно механічна частина може бути виконана по-різному. Проте, вона містить певні ланки з загальними для різних електроприводів функціями. Безпосереднє подання про рухомих масах установки електроприводу і механічних зв'язках між ними дає кінематична схема.

Передавальний пристрій (передавальний механізм) служить для зміни швидкості або виду руху (з обертального в поступальний або навпаки). До передавального пристрою відносяться: редуктори, кривошипно-шатунні механізми, зубчато-рейкові або клино-ремінні передачі, барабани з тросами і т.п.

Кінематичні схеми конкретних електроприводів різноманітні, однак володіють загальними особливостями, які можна показати на прикладі схеми, зображеної на наступному рис. 1.1 і містить "n" обертових і "k" поступально рухомих мас.

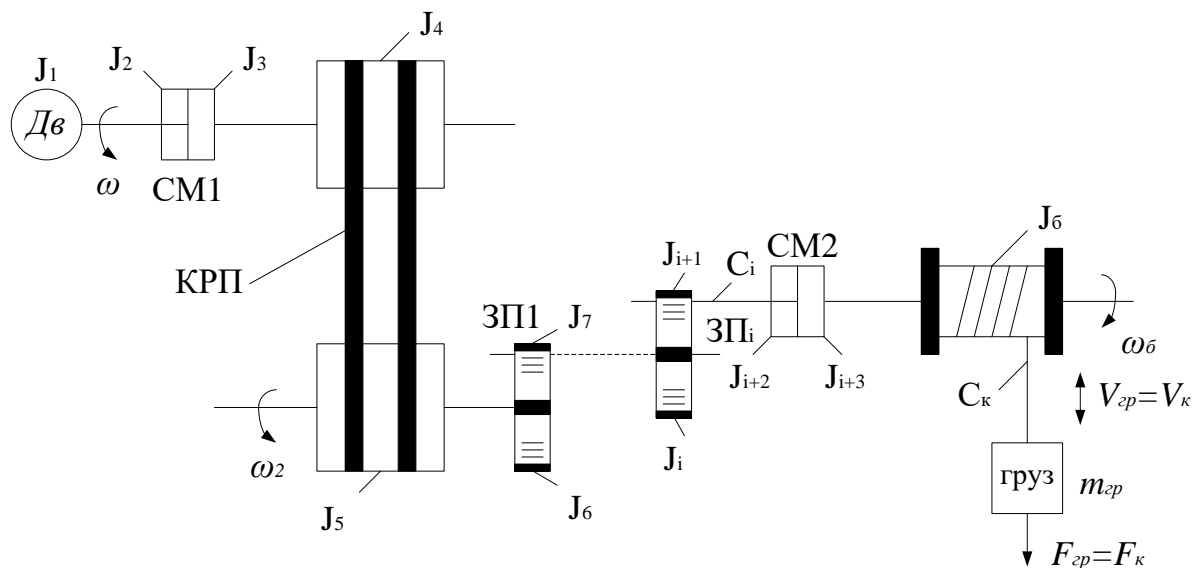


Рис.1.1.

Тут двигун Дв через сполучну муфту ЗМ1, клиноремінну передачу КРП, ряд зубчастих передач ЗП і сполучну муфту ЗМ2 приводить в обертання барабан, що перетворює обертальний рух в поступальний переміщення вантажу масою m . Кожен обертовий елемент володіє моментом інерції J і пов'язаний з відповідними сусіднім елементом механічним зв'язком, володіє жорсткістю C . Поступально рухомі елементи (ремені, канат) також мають

жорсткість. При навантаженні елементи системи (вали, зубчасті колеса, клиноремінні передачі тощо) деформуються, так як механічні зв'язки не є абсолютно жорсткими.

Необхідно знати, що жорсткість обертового пружного елемента визначається величиною моменту, необхідного для його прокручування на 1 радіан, а жорсткість поступально рухомого елемента визначається величиною зусилля, необхідного для розтягування або стиснення пружного елемента на 1 метр.

Робочий орган виробничого механізму реалізує підведену до нього механічну енергію на корисну роботу. Він зазвичай є споживачем енергії. Але в ряді випадків він є і джерелом енергії, віддаючи її двигуну (наприклад, на вантажо-підіймальних установках).

Рух електроприводу в сталому режимі визначається дією двох моментів: електромагнітного моменту M двигуна і моменту M_c , що перешкоджає руху, тобто так званого моменту опору, який визначає статичне навантаження електро-привода. В перехідних (несталих) режимах з'являється ще так званий динамічний момент M_d .

Залежно від причини, що обумовлює виникнення M_c , розрізняють реактивні і активні (потенційні) M_c .

Реактивні сили і моменти опору з'являються тільки внаслідок руху, отже, вони залежать від швидкості. Вони завжди перешкоджають руху і змінюють свій знак при зміні напрямку руху. До таких моментів відносяться моменти тертя, різання металу або дерева і т. д., момент холостого ходу, створюваний в самому двигуні.

В протилежність реактивним активні моменти опору не змінюють свій знак при зміні напрямку руху, тобто при одному напрямку обертання двигуна вони перешкоджають руху (наприклад, при підйомі вантажу), а при іншому напрямку руху – сприяє, тобто можуть розглядатися як рушійні (наприклад, при спуску вантажу).

За характером впливу на механічні коливання всі сили і моменти діляться на консервативні й дисипативні. Консервативними називаються сили і моменти, при дії яких на систему не відбуваються поглинання енергії коливань (наприклад, сила тяжіння, робота якої за період коливань дорівнює нулю). Дисипативні сили і моменти – це ті, при дії яких на систему відбувається поглинання енергії коливань (наприклад, момент або сила тертя).

1.2. Механічні характеристики виробничих механізмів при типових навантаженнях

Для теорії і практики електроприводу велике значення мають поняття механічної характеристики робочої машини $\omega = f(M_c)$ или або $M_c = f(\omega)$.

Механічні характеристики є одним з основних критеріїв при виборі типу двигуна для виконавчого механізму. Аналітично механічні характеристики багатьох виробничих механізмів можна висловити емпіричною формулою Бланка:

$$M_c = M_0 + (M_{CH} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_H} \right)^x,$$

де M_c і M_{CH} – статичні моменти опору механізму відповідно при швидкості ω та ω_H ; M_0 – момент холостого ходу (тертя) механізму, що не залежить від швидкості.

Механічні характеристики виробничих механізмів при найбільш характер-рних видах навантажень (типових навантаженнях) можна розділити на наступні класи:

1. Не залежать від швидкості (див. рис. 1.4).

При цьому $X = 0$ і її рівняння $M_c = M_{CH}$. Таку характеристику мають механізми, що слугують для підйому вантажу, або механізми, в яких опір руху надають сили сухого тертя.

Сила тяжіння, як при підйомі, так і при спуску вантажу спрямована в бік спуску і незмінна за значенням. Механічна характеристика в цьому випадку має вигляд прямої 1, M_c в цьому випадку залежить від маси вантажу: $M_c = GR = mgR$ (рис 1.2) і може змінюватися в межах від $M_c = 0$ ($G = 0$) до $M_c = M_{CH}$ ($G = G_H$).

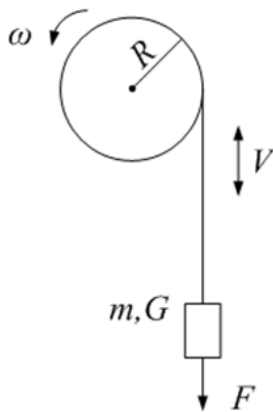


Рис.1.2.

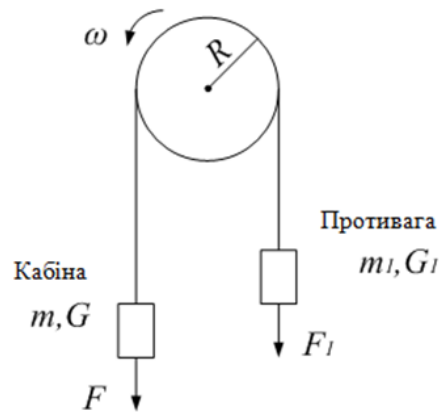


Рис.1.3.

Для зниження робочого навантаження установки з важкими вантажо-підйомними пристроями зазвичай виконуються врівноваженими. Прикладом може служити ліфтовий підйомник або шахтний підйомник з протизагою. В даному випадку корисне навантаження механізму визначається різницею сил натягу каната з боку кабіни F і з боку протизаги F_1 , тобто $F_{мех} = F - F_1$ або $M_c = (G - G_1)R = g(m - m_1)R$.

Сила $F_{мех}$ (M_c) не залежить від швидкості, не змінюється при зміні напрямку руху, але на відміну від попереднього прикладу, зображеного на

рис. 1.2. як при підйомі, так і при спуску кабіни може мати різний знак в залежності від маси вантажу, що піднімається. Так, при $G > G_1$, корисне навантаження має той же знак, що і в разі неврівноваженого підйомника (пряма 1 на рис. 1.4).

При $G = G_1$, $M_c = 0$, а при $G < G_1$, тобто при переміщенні ненавантаженої кабіни напрямок корисного навантаження механізму змінюється на протилежний (пряма 1').

Характеристика $\omega = f(M_c)$ для навантаження типу сухого тертя також не залежить від швидкості, але залежить від її знака (пряма 2 і 2').

2. Лінійно-зростаюча (пряма 3). В цьому випадку $x = 1$ і M_c лінійно залежить від ω . Така характеристика має місце в приводі генератора незалежного збудження при його працює на постійний зовнішній опір. Це навантаження типу в'язкого тертя. В цьому випадку $M_c = \beta_{в.т.} \cdot \omega$, де $\beta_{в.т.}$ – коефіцієнт пропорційності.

На практиці таке навантаження зустрічається рідко. З урахуванням моменту холостого ходу характеристика має вигляд пунктирною прямою 3'.

3. Параболічна характеристика (крива 4). Їй відповідає $x = 2$. Момент M_c залежить від квадрата швидкості.

Таку характеристику мають механізми, що працюють по відцентровому принципу (відцентрові насоси), вентилятори, димотяги і т.д. Момент опору таких механізмів часто називають вентиляторним.

4. Нелінійно спадає характеристика (крива 5). Їй відповідає $x = -1$. Момент M_c змінюється обернено пропорційно швидкості, а потужність на валу механізму залишається постійною. Таку характеристику мають деякі токарні, розточувальні, фрезерні та інші верстати.

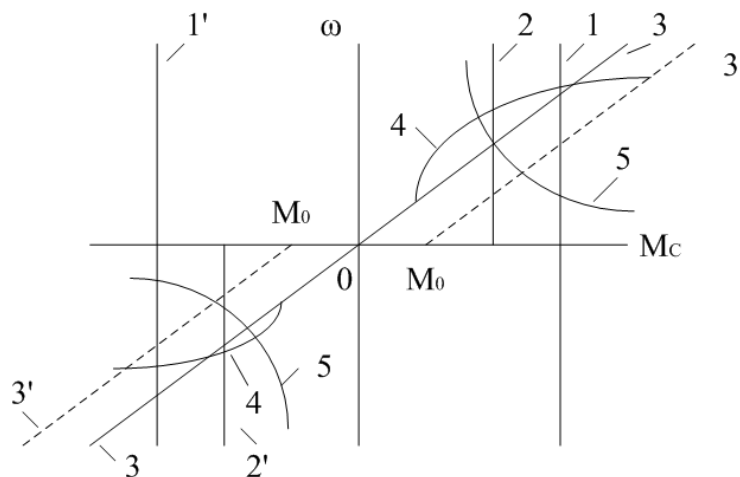


Рис.1.4.

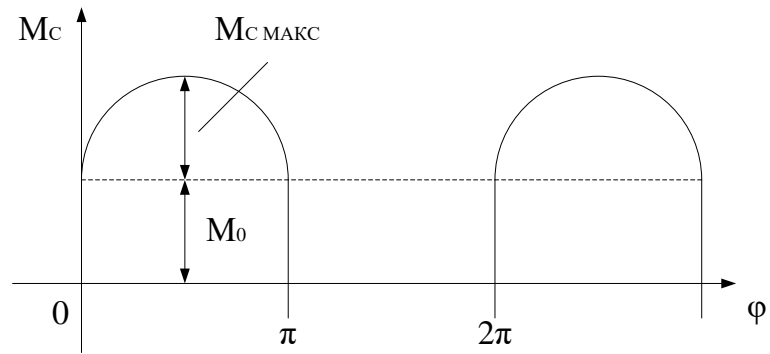


Рис 1.5

При наявності у робочій машині кривошипно-шатунної, кулісної, карданної передач, навантаження залежить від кута повороту робочого органу. Момент M_c в цьому випадку $M_c = M_0 + M_{c_{\text{макс}}} \cdot \sin \varphi$, де M_0 – момент холостого ходу (див. рис. 1.5).

До механізмів, які мають такий M_c , належать поршневі компресори, преси, ножиці для різання металу, механізми копання роторного екскаватора, шахтні підйомники з неврівноваженим канатом та інші.