

## Тема 6. Класифікація систем керування електроприводом

1. Електромеханічні системи автоматизації
2. Основні поняття і терміни систем автоматичного керування електроприводом
3. Електропривод як складова електромеханічної системи автоматичного керування
4. Види електромеханічних систем керування та електроприводів

### 1. Електромеханічні системи автоматизації

З розвитком автоматизованих технологічних установок та об'єктів автоматизації виникли різноманітні напрями вирішених вищезазначених питань залежно від функціонального призначення й конструктивних особливостей установки, умов її роботи тощо.

У найзагальнішому випадку технологічний об'єкт автоматизації разом із відповідними електромеханічними пристроями, необхідними для розв'язання поставленої задачі, становлять електромеханічну систему автоматизації (ЕМСА).

Загальні функції ЕМСА полягають у перетворенні електричної енергії на механічну й автоматичному виконанні поставленої задачі.

Під час деталізації питання щодо розробки ЕМСА слід визначити:

об'єкт (процес), який підлягає автоматизації;

вимоги та особливості технологічного об'єкта автоматизації;

засоби автоматизації.

Залежно від функціонального призначення розрізняють такі основні ЕМСА:

- контролю та сигналізації;

- захисту.

- лічильно-розв'язувальні (переважно на основі електронних обчислювальних машин);

- блокування (не до лускають виконання хибних команд, особливо поширені на транспорті);

- керування.

В електромеханічних системах автоматизації реалізація функціональних призначень ґрунтується на законах електромеханіки та автоматики.

Зазначимо, що в ході розробки технологічних установок із керованими електроприводами виникла потреба у системному підході на основі застосування методів теорії електропривода (ГЕП) і теорії автоматичного керування (ТАК).

Згідно з положеннями ТАК під розуміють дію, спрямовану на досягнення поставленої мети, що ґрунтується на використанні відповідної інформації.

Мета керування визначається вимогами та особливостями технологічного об'єкта, а її досягнення забезпечується відповідними системами автоматичного керування (САК). Кожна САК містить об'єкт керування та інші складові (елементи), які забезпечують досягнення поставленої мети.

У теорії автоматичного керування визначаються два головних принципи автоматичного керування: *керування відхиленням\** (дійсного значення керованої величини від заданого), що реалізується в замкнених системах за допомогою головного від'ємного зворотного зв'язку, та *керування «за збуренням»*, яке здійснюється залежно від зміни зовнішнього збурення в розімкнених САК.

Є також *комбіноване керування*, за яким в одній системі використовуються обидва вищезазначені принципи керування.

Функціональні схеми замкненої дії розімкненої САК наведено на рис. 1.1, а, б відповідно. Керованою величиною в системі є вихідна величина  $x_{\text{вх}}$  об'єкта керування  $O$ , яка може змінюватися під дією зовнішнього збурення  $F(t)$ . У замкненій системі  $x_{\text{вих}}$  подається за допомогою головного від'ємного зворотного зв'язку (ГВЗ) на вхід вимірального елемента  $BE$ . Вихідна величина цього елемента надходить на вхід керуючого елемента  $KE$ , в якому вона зіставляється із заданою величиною  $x_3$ .

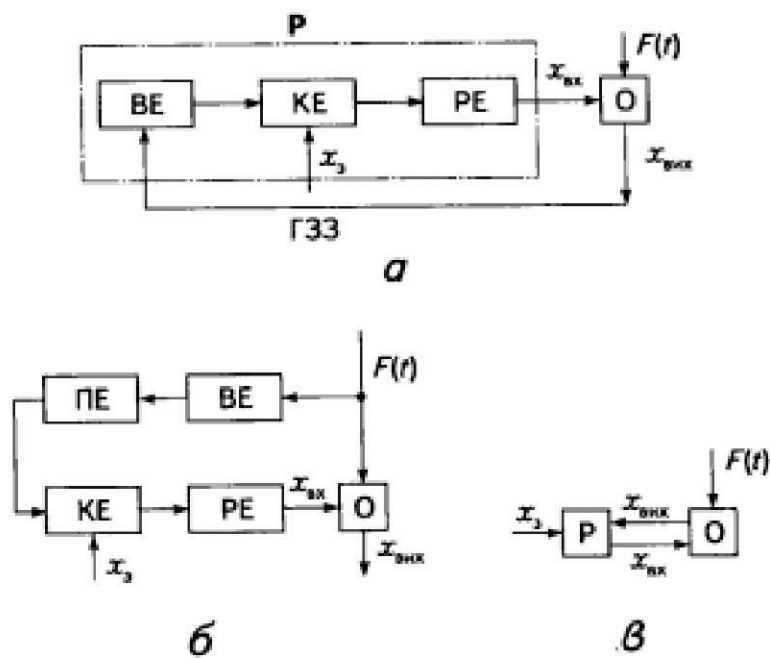


Рис. 1.1

Значення відхилення дійсної величини (або пропорційною йому значення) від заданого, за потреби (в системах непрямої дії), підсилюється й надходить на вхід регулювального елемента РЕ, який діє на об'єкт керування в напрямку, протилежному дії зменшуючи відхилення (в ідеальному випадку — до нуля).

Зворотний зв'язок за вихідною величиною об'єкта на рис. 1.1,5 відсутній, Тут ПЕ — підсилювальний елемент.

Усі елементи замкненої системи автоматичного керування, крім об'єкта, становлять регулятор системи Р.

Замкнену САК називають також системою автоматичною регулювання (САР), У теорії автоматичного керування спрощену САР зображують у вигляді двох елементів — об'єкта керування О та регулятора Р (рис. 1.1, в).

### Методичні питання вивчення та особливості термінології електромеханічних систем автоматичного керування

При вивченні електромеханічних систем автоматизації та електропривода слід виходити з таких принципових положень.

Головним «предметом вивчення» є електромеханічна система

Електромеханічні системи автоматичного керування становлять окремий специфічний, поширений практично в усіх технічних сферах діяльності людини клас САК.

Електропривод є складовою електромеханічної системи автоматичного керування, що виконує в ній дуже важливу, але підпорядковану вимогам технологічного об'єкта роль. До складу ЕМСАК входять елементи електропривода, які беруть безпосередню участь у

Властивості технологічних об'єктів, особливості керування режимами їхньої роботи визначають головні особливості ЕМСАК, її функціональної та структурної схем.

Вивчення різних електромеханічних систем гри спрощених, ідеалізованих об'єктах керування потребує окремого обґрунтування. Одержані для ідеал і ХОВАНИХ об'єкті ІЗ ВНСФСОВКН tfe можуть рОJf ЛИШАТИСЬ як загальні результати для всіх ЕМСАК з певною системою

Врахування особливостей технологічних об'єктів ЕМСАК є необхідною умовою для одержання якісних характеристик ЕМСАК і різними видами керованого електропривода.

$$(T_p + K_c) \dot{x}_{\text{вых}} = x_{\text{вых}}$$

Тут  $T$  — електромеханічна стала часу ланки «об'єкт—електродвигун»;  $K$  — коефіцієнт самовирівнювання.

Специфічні ознаки ЕМСАК як окремого класу систем автоматичного керування визначаються:

- видом застосовуваної системи керованого електропривода, що характеризується особливостями одержання характеристик електродвигуна, який входить до складу електропривода, та специфікою перетворення електричної енергії у механічну;
- особливостями забезпечення необхідного процесу керування технологічним об'єктом на основі прийнятих методів керування електроприводом і при врахуванні можливостей технологічного керування об'єктом (наприклад, зміною кута повороту робочих лопатей у деяких типів турбомеханізмів);
- можливостями досягнення оптимальних (чи близьких до них) режимів технологічного об'єкта з багатодвигунним електроприводом за рахунок підтримання доцільних співвідношень швидкостей окремих електродвигунів системи (наприклад, співвідношень швидкості подачі та різання в деяких видах Гірничодобувних машин).

Слід приділити достатню увагу принциповій стороні вилучення особливостей технологічних об'єктів на загальні динамічні характеристики ЕМСАК; врахувати характер зміни моменту сил опору під час робіт об'єкта, наявність зон від'ємного тертя, гнучких зв'язків у багатомасових об'єктах, нелінійностей тощо, які можуть **справляти визначальний вплив на поведінку всієї системи.**

Для ілюстрації визначального впливу зміни значення опору  $\{M_T \text{ const}\}$ , що зумовлюється властивостями самого О&СкТа, розглянемо деякі приклади які показують, до яких результатів може привести аналіз динамічних властивостей ЕМСАК при спрощеному підході = const і поширенні одержаних результатів на загальний випадок щ час он інки відповідних видів систем автоматичного

$$K_c = \frac{\left( \frac{\partial M_o}{\partial \omega} - \frac{\partial M_{дв}}{\partial \omega} \right) \omega_n}{\frac{\partial M_{дв}}{\partial x} x_n}$$

де — момент опору (визначається особливостями технологічного об'єкта);  $M_{дв}$  — рушійний момент двигуна;  $\omega_n$  — частоті обертання об'єкта;  $x_n$ ,  $\omega_n$  — номінальні значення відповідних величин;  $x$  — положення керуючого органа, лкпи визначає подання енергії двигуна.

У зв'язку з тим, що  $\frac{\partial M_{дв}}{\partial x} > 0$ , знак  $K_c$  визначається характером зміни  $M_o$  та  $M_{дв}$  залежно від швидкості. Так, у разі зменшення моменту опору при зростанні швидкості й збільшенні  $M_{дв}$  відповідні похідні по швидкості  $\frac{\partial M_o}{\partial \omega} < 0$ ,  $\frac{\partial M_{дв}}{\partial \omega} > 0$ . При цьому  $K_c < 0$ .

Розв'язок рівняння ланки «машина—двигун» такий:

$$x_{max} = \frac{x_{ex}}{K_c} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right).$$

Аналіз рівняння показує, що при  $t \rightarrow \infty$  і об'єкт є нестійким. Точку яра\* трісгичне рівняння відповідної замкненої ЕМСАК при інших стінки\* ланках зумовить наявність у ньому деяких Від'ємних коефіцієнтів, що є ознакою нестійкості всієї САК Наведене підтверджує необхідність аналізу різних видів електропривода **і урахуванням** особливостей об'єкта й неможливість робити загально висновки, орієнтуючись лише на ідеальні технологічні об'єкти.

2, 11 ще один приклад — промислові й транспортні установки при наявності від'ємного в'язкого тертя в характеристиках технологічних об'єктів. Під'ємне в'язке тертя виникає в деяких машинах при Проковзуванні (буксуванні, юзі), коли робоча точка знаходиться на «спадній» ділянці характеристики тертя, на якій зростає швидкості супроводжується зникненням моменту опору (навантаження). При цьому статично стійка ЕМСАК стає нестійкою, У реальних умовах виникають фрикційні явища коливання, параметри яких залежать від взаємовідношення

---

1 У деяких випадках лінійний технологічний об'єкт разом «електродвигуном може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки першого порядку, рівняння якої у формі запису Сто-

параметрів навантаження та інших складових ЕМС. Поява авіокодивань істотно погіршує

виробничі показники відповідних машин, а іноді призводить ж

Наведені взаємопов'язані приклади те раз показують, до чого: може призвести нехтування або недостатнє врахування **ОЛОСІННОС** тей вплину технологічною об'єкта на поведінку ЕМСАК. Цим і [Д твеоджується необхідність вивчення ЕМСАК з урахуванням особливостей Об'єктів і некоректність низки досить поширених терм і Ні і!.

У зв'язку із зазначеними особливостями формуванню термінології стосовно електропривода та термінології загальної теорії авто матичного керування деякі лоннтти й терміни цих науко по-техніч-

Зазначимо, що головна причина появи окремих термінологій них відмінностей у технічній літературі полягає в нехтуванні визнв чальної ролі технологічного о^кта в ЕМСАК і фактичному лелегу ванні, у термінологічному відношенні, окремих функцій іехноло

Розглянемо деякі характерні, досить поширені терміни, ЯМІ ПО'

«Рої і минений ел^ктроприаодн. Якщо виходити із загальноприйнято і о означення електропривода як сукупності елементів, призначенню **ДЛЯ ВИКОНАННЯ** функцій **електричної енергії Н|**

енергію механічного руху, передавання їх до технологічного об'єкті й керунчїінгя характером відповідного руху (в разі керованого елек гро при пола), то розмикання зв'язків між елементами електроприво ла зробить його непрацездатним Цим підтверджується неправомірність використання вказаного терміна. Може йтися і еро систему автоматичного керування, роаїмкнену на ви хол і деякого об'єкта, я якій використовується і принцип керування \*за збуреннями (зворотний зв'язок **ТА** вихідно» величиною об'єкта відсутній). Замкнений електропривода. При використанні нього терміна не редбагається, що замикання системи керування виконується з; вихідно ЕО велич мною ел ектролри вода, якою зазвичай е ШВИДКІСНІ (момент) на виході редуктора або пала електродвигуна (гри бсарелукторних системах електропривода) Такий технічний підхід мож- **ЛИЕІІЙ** за одно масових об'єктів, відсутності пружних зв'язків тощо У ньому разі вихідні величини електропривода й технологічного об'єкта будуть однаковими й замикання Системи **ЗЯ** вихідною величиною електропривода не призведе до появи будь-яких помилок **Лле** за складних багапомасових технологічних об'єкті і наявності пружних зв'язків, нелінійн остей соню вихідна величина технологічного об'гкта може суттєво відрізнятися від вихідної величини електропривода. Замикання системи керування в цьому випадку mat виконуватися тільки ш вихідною величиною об'єкта. Цим визначається некоректність означення розглядуваного терміна як загального-кСлІДКуЮЧНЯ **електропривода** Це **ДОСИТЬ ПОІІЙреНІЙ ТСрМІН**, ЙОГО недостатня коректність полягає в тому, що електропривод названо за його функціональним призначенням використання и слідкуючій ЕМСАК, а не за

характерними ознаками самого електропривода. Точнішим терміном у ньому разі є «слідкуюча ЕМСАК\* (можливо, з уточненнями щодо виду використовуваного електропривода, оскільки слідкуючу систему може і її побудувати і її основі електропривода ПОСТІЙНОЮ Й ЗМІННОГО струму, з РІЗНИМИ СПОСОБВМИ КСру-

вапмн тошо).

«Системо АВТОРВДТИЧНОГО керування (2ЛЕКТрОПриОДОМ\*- Некоректність цього терміна полягає в тому, що система автоматичного керування призначена для виконання необхідного закону керування технологічним об'єктом. В ЕМСАК таке завдання здійснюється з участю РІЗНИХ ВИДІВ електро при волі а, але вони виконують у системі функції, підпорядковані і в інших мовах тех ФІЗИЧНОГО об'єкта а РІІІ ходять і з принципових положень, застосування в загальному випадку терміна «САК електроприводом^ мало б означати, що ЕП розглядається як об'єкт автоматичного керування, & не виконує в САК роль, підпорядковану технологічному Об'єкту, «Технологічний об'єкт САК\*, іє поняття передбачає, що об'єкт визначається на початку розробки САК при побудові її функціональної схеми і іноді може відрізнитися від об'єкта подальшого дослідження САК залежно від її особливостей та прийнятого методу дослідження.

Гак, у деяких випадках за простих одионасових технологічних об'єктів при побудові математичних моделей ланок системи технологічний об'єкт при подальших дослідженнях об'єднують і одну ланку з ротором електричного двигуна, визначаючи деякий спільний момент інерції. Таку ланку іноді називають «механічна частина електропривода\*, хоча, як уже було вказано, згідно з означенням електропривода технологічний об'єкт до складу ЕП не входить.

Тому **ЛОНОБОСТВА**рену ланку слід називати \* механічна частина системи\* або «робоча машина-- двигун»,

За деяких методів досліджень САК розглядають у вигляді двох частин — незмінної та змінної, нелінійної та лінійної. Мрії цьому змінна частина стає об'єктом (предметом) подальших досліджень

Трапляються неточності і при застосуванні понять «управління «керування», \* керування—регулювання». Слід мати на увазі, що термін «керування\* належить до найзагальнішою випадку ціле спрямованої дії на основі використання інформації і її правильним шляхом будь якого виду технічних автоматичних систем із різними функціональними схемами та іншими особливостями. Водночас термін «регулювання» вузький — стосується лише систем автоматичного керування із замкненою функціональною (структурною) схемою (системи зі зворотним зв'язком). [До Ж до терміна \*у правління], то його слід застосовувати в не технічних сферах.

У загальному випадку, вказуючи на некоректність терміна «-система автоматичного керування електроприводом\*, слід ураховувати, і по системі автоматичного керування може призначатися для безпосередньої дії тільки на електропривод (зазвичай — на електродвигун) Ця локальна САК може бути складовою більш складної системи автоматичного керування режимом роботи

технологічного об'єкта. Приклад такої ЕМСАК — екстремальна енергозбережна система автоматичного керування потужної насосної установки, в якій, залежно від зовнішніх збурень  $F(t)$  (потреб окремих саожипачів), виникає необхідність у керуванні швидко руху технологічного об'єкта (насосного агрегата) - за рахунок зміни частоти обертання і приводного електродвигуна.

У цьому разі при відхиленні швидкості електродвигуна (електромеханічного перетворювача) від номінального значення коефіцієнт корисної дії (ККД) електродвигуна може суттєво зменшитися, що спричинить погіршення підсумкового ККД всієї ЕМСАК. Гірни потужних насосних установках (потужність електромеханічного перетворювача сягає кількох тисяч кіловат) істотно збільшуються непродуктивні витрати електроенергії.

В електроприводах із можливістю використання додаткового каналу керування (в разі електродвигунів змінного струму неможливо за частотного та векторного керування), можна забезпечити роботу електродвигуна на екстремумі енергетичної характеристики завдяки використанню замкненої екстремальної локальної системи автоматичного регулювання електродвигуном.

Приклад використання локальної САК електродвигуном указує на некоректність використання терміна «САК електроприводом» у загальному випадку.

**«Регуляторі».** Цей термін у різних випадках також має особливості означення. Як відомо, в ТАК під регулятором розуміють усі елементи САК (крім об'єкта), па допомогою яких виконується процес керування в лані САК. В ЕМСАК по регулятора входять складові електроприводу які беруть безпосередню участь у процесі керування. При ньому до регулятора ЕМСАК не належать пристрої автоматичного пуску приводного електродвигуна! автоматичного контролю, захисту.

Залежно від призначення ЕМСАК і відповідною електропривода (силового а&о допоміжного — сервопривода) регулятор у даній конкретній системі може мати свої особливості. У більшості випадків він має незначну потужність, діючи на керуючі пристрої ТО, за допомогою яких змінюється режим роботи потужного об'єкта керування. Цю особливість окремих видів регуляторів досить часто трактують як загальні властивості регуляторів САК,

Водночас є досить відомі регулятори, що мають велику потужність і безпосередньо діють на силові елементи (об'єкти) САК. Прикладом таких регуляторів може слугувати регулятор холу шахтних піднімальних машин» який забезпечує програмне керування піднімальною машиною в режимі електродинамічного гальмування на завершальному етапі тахограми.

Розглядаючи питання розбіжностей у трактуванні терміна «регулятор», слід також згадати його «Історичну назву» — «відцентровий регулятор» (регулятор швидкості Джеймса Уатта). Її назва не відповідає сучасній термінології ТАК, за якою цей «регулятор» у САК виконує функції **вимірювального** елемента і

**входить** до складу відповідних регуляторів у системах автоматичного керування непрямої ДІІ-

У деяких випадках термін «регулятор» неправильно використовують для означення виконавчих, а іноді — керуючих елементів систем автоматичного керування, Електропривод як складова електромеханічної системи автоматичного керування

Початок **становлення** електромеханічного науково-технічного напрямку пов'язують із ЮТ р., коли в журналі «Зліпрнчесгво» було надруковано статтю інженера Д. А. Лачннова Олектромеланн- ческая раСота^ Найбільш повніш систематизованим виданням у галузі безпосередньо електропривода на теренах КОЛИШНЬОГО СРСН вважають працю професора С. А. Ринкевича «Теория злектропривода (Злсктрическое расрделение механнческой знер- гни> (1938).

І По ж до теорії еле ктролр и вода ЯК Окремої ДИСЦИПЛІНИ, ТО ПІ викладання розпочалося з 30-х років ХХ ст.

Нині під електроприводом розуміють електромеханічну систему ЯК сукупність (комплекс) пристроїв, ЩО виконують **ДВІ** ОСНОВНІ функції: перетворення електричної енергії на механічну та передавання її для забезпечення ру\*у ро&очих машин, механізмів або їхніх виконавчих органів (у цілому — технологічних об'єктів).

Електропривод має у своєму складі такі головні пристрої:

**електротехнічний перетворювач** виду та параметрів електричної енергії (випрямлячі, перетворювачі напруги, частоти та ін,}^

\* електромеханічний перетворювач (**електродвигуни різних видів**); передавальний пристрій (редуктори, муфти та ін.).

Слід зауважити, **що** загальні функції **ЕП** полягають у забезпеченні виконання **вимог** технологічних ОЙЧКТИВ, ЯК] до складу електропривода не входять, Вимоги ТВКНОПОЇ **ІЧПНХ** Об^КТІВ до **еп** можуть бути різними (**і** зумоїЛЮПТЬСЯ функціональїИми особливостями ОБ'ЄКТІВ, зовнішніми У разі **керованого** ЕП в Його функції входить також забезпечення потрібного характеру руху технологічних об'єктів.

До складу керованого Еп входять керуючі пристрої (наприклад, найпростіші - керуючі резистори, складніші — мікропроцесорні

**Некерований електропривод** зберіг СВОЄ ЗНВЧЄПНЯ Й ДОНІНІ, коди знач **і та** кількість **ЕП**, що використовуються у світі, у тому числі н технічно розвинених країнах,. запишаються не керованими.

Під поняттям \* не керований електропривод\* розуміють некерованість ЕП під час виконання ним основною робочого режиму. При ньому рСЖИМ пуску МОЖНЗ ЗДІЙСНИТИ НК ГірНМИЧ ВМИКанням В С.ЧЄ- ктричну мережу, гак і & допомогою різних схем автоматизованого



Водночас слід зазначити\* що через ускладнення виконуваних **ЕП** функцій, а також зростання вимог до енергозбереження сфера використання керованого **ЕП ШВИДКО** розширюється.

Керований електропривод дедалі частіше атручається н традиційну сферу використання потужних **ЕП** на установках із **ПОСНУ** невеликими коливаннями робочих параметрів, якими нехтували раніше, Розрахунки показують, що заміна **ЕП** керованої о **ЕП** електроприводом із невеликим діапазоном керування може дати суттєя: епер гозбереження, враховуючи зростання вартості електричної енергії. Функціональні схеми некерованпо й кероаного слектропррью- дів ДЛЯ приведенню В ДШО деякого технологічного Об'ЄКТЯ НЙВДЄНО на рис. 1.2, 0, £ відповідно, де  $E_e$ ,  $M_e$  — потоки відповідно електричної та механічної енергії; **ЕП** — електропривод; **ЕТП**, **ЕМП** — відповідно електротехнічний та електромеханічний перетворювачі; **ПП** — передавальний пристрій; **О** — об'єкт (робоча машина);  $F(t)$  — зовнішнє збурення (зусилля, навантаження); **КП** — керуючий пристрій; — вхідна інформація;  $V_{ij}$ ,  $U_j$  — команди керуаннн.

Сучасний керований **ЕП**, як правило, автоматизований ц коли зміна режимі\* ного роботи відбувається без участі людини,

Зауважимо, **що** теорію автоматичною **керування для енергетичних** (електромеханічних) спеціальностей ВПУЛНХ навчальних закладів було введено пізніше, ніж **теорію електропривода** (в 50- ті роки ХХ ст.)<sub>п</sub>

капи термінологія Б галузі ТЕП ь основному вже сформувалася. Цим маеампрел І ПОЯСНЮЮТЬСЯ деякі ВІДМІННОСТІ в окремих ПОНЯТТЯХ, які трапляються в галузі ТЕП і ВІДПОВІДНІЙ технічній літературі з ТАК. Зупинимося на деяких таких характерних відмінностях.

З означення електропривода, вигляду функціональних схем не- керованоого та керованого його айконання видно Підпорядковану роль **ЕП** в електромеханічній системі автоматичного керування, яка полягає в приведенні в рух лея кого технологічного об'єкта керування. що не входить до складу **ЕП**. Тому неправильним є ототожнення елекїролрнїода+ точніше його електромеханічного пристрою, з об'єктом керування. Такий підхід зумовив поширення таких термінів, як «системи

автоматичного керування електроприводом», «електропривод як об'єкт системи автоматичного керування\* тощо.

Якщо систему автоматичного керування розглядати як систему керування електроприводом, то електропривод фактично перебирає на себе роль об'єкта керування, то не відповідає ішю означенню як електромеханічної системи, що забезпечує перетворення електричної енергії на механічну й приводить у рух технологічний об'єкт робочу машину або її виконавчі органи.

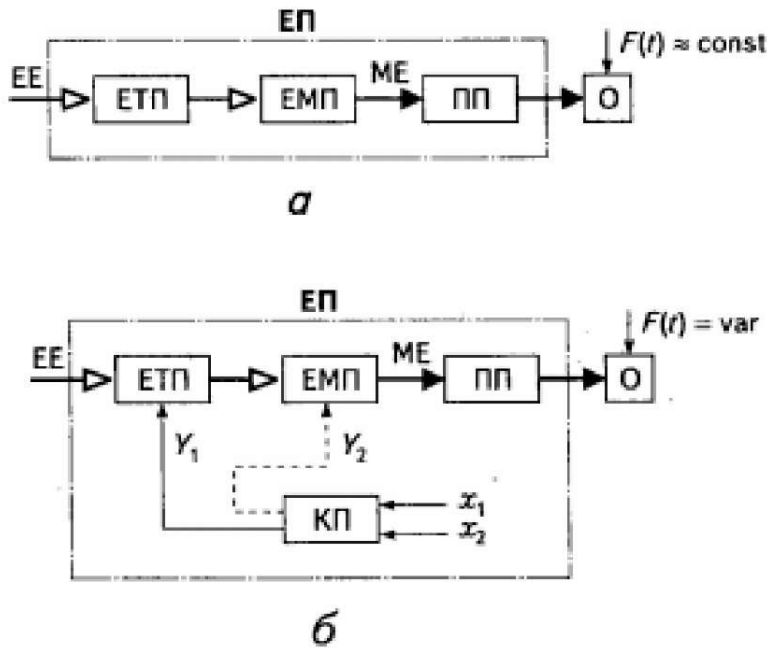


Рис. 1.2

У деяких випадках до склад ЕП вводять «електромеханічну частину електропривода», що охоплює ротор електродвигуна, передавальний пристрій та рухомі частини технологічного об'єкта керування. Таке об'єднання частин електропривода та технологічного об'єкта як частин системи ЕП не відповідає загальноприйнятому означенню електропривода й не узгоджується з відомими поняттями в автоматичного керування, положення якої обов'язкові для всієї науково-технічної справи у тому числі для електромеханіки.

Розглядаючи керований електропривод як складову електромеханічної системи автоматичного керування, слід наголосити, що в його складі входять лише ті елементи електропривода, які беруть участь у процесі керування. Наприклад, електротехнічний перетворювач ЕТП (див. рис. 1.2) забезпечує перетворення електричної енергії змінного струму на енергію постійного струму, а електромеханічний перетворювач постійного струму Емп

при керованому електроприводі (дн. рис. 1,2, 0) змінює свої параметри лише за рахунок сигналу  $Y_{21}$  що ліс безпосередньо на обмотки збудження, **ТО ЕТП** не входить до складу **ЕМСАК I** іє бра- і имс безпосередньої участі в процесі керування.

У поширених установках із не керованим електроприводом ос таннШ разом із технологічним об'єктом становить не керовану **електромеханічну систем у, ВИКОНУЮЧИ ТІЛЬКИ ФУНКЦІЇ ПЄрСТВОрєНІЯ** електричної енергії на механічну й передаианнн її до **технологічно-**

Види електромеханічних систем а в **ГОЛА** а **ги чмр ГО** керування та електроприводів

Системи автоматичного керування класифікують за різними ознаками. Одпісю } найповніших t класифікація із інформаційним принципом, згідно з нким ус з САК поділяють на два основних класи: Системи з повною та не іонною початковою інформацією.

У **САК із вовною початковою інформацією** («мдоашшх\*») інфор манія є достатньою для проектування та роботи системи па н ом і на-

У **САК І2 неп мною початковою інформацією** («кібернетичних\*») початкова інформація не може забезпечити виконання поставленої задачі — виявлення нан&иНдніших (оптимальних) у певних умовах розв'язкїї іа зміни **ЮЙНІШНІД** умов, параметрів об'єкта та регулятора, необхідності розв'язання логічних задач, випадкових процесів. Тут оптимальні розв'язки знаходять на основі **аналізу** додаткової (робочої) інформації, **що** надходить у систему **й** зазвичай обробляється за допмогою шсобів обчислювальної техніки. Звичайні **САК розрізняють** за:

**принципами керування** (оза відхиленням\* значення дійсної величини від заданого; \*за збуренням\*, комбіновані)\*

вигляд **DM** функціональних і структурних схем (**замкнені, розім- кнекі, з постійного чи змінною структурою** та ін.).

За характером розв'язуваних задач е **замкнені системи** (системи зі зворотним зв'язком):

стабілізації (електричної напруги, потужності, швидкості, температури тоїю);

програмні (виконують заздалегідь визначену програму, наприклад, руху піднімальних машин, верстатів із програмним керуванням тошо);

слідкуючі (забезпечують ви конання програм, які формуються під час роботи системи залежно від характеру руху об'єкта, наприклад, системи наведення ракет «земля—повітря» на об'єкт> характер руку якого невідомий).

Кібернетичні САК поділяються на:

самонадегджувані (**адаптивні**);

ігрові.

Адаптивні **системи** бувають екстремальні (працюють па **екстремумі деякої** функції — продуктивності, **енергозбереження** тощо), з сам он влагодженням коректувальник ланок, самоопімізовані.

Ігрові системи бувають з автоматичним пошуком оптимального розв'язку та з пошуком його на основі «перебору» задалегідь обчислених варіантів для можливих ситуацій і вибору розв'язку, найбільш близького до нього,

Інформаційний принцип класифікації повною мірою придатний для електромеханічних систем автоматичного керування.

ЕМСАК можна класифікувати також за:

особливостями ЕП, які входять до складу системи (наприклад, ЕМСАК з *асинхронним векторно-керуванням* ЕП, ЕМСАК з *деотіау- гунним* ЕП тощо);

**технологічний гуризначенням об'єктів** {промислові, транспортні сільськогосподарські, побутові тл III,);

вилом електроенергії, що використовується [постійною чи **змінного струму, від автономних дж-ереЛі**, наприклад сонетних батарей» гоіло).

її Ід час класифікації систем ЕП слід виходити з його загальноприйнятого означення й призначення як комплекс кого пристрою, що виконує в ЕМСАК ду&е важливу, складну^ але підпорядковану роль — забезпечення механічною енергією технологічного об'єкта керування, а її раїї потреби — керування характером його руху. Тому «входом ЕП с (див. рис. 1.2, а) електрична енергія. іло надходить до електротехнічного перетворювача ЕТП, а «виходом» — механічна енергія на валу електродвигуна (Сезрдукторний ЕП) або на вихідному валу редуктора (редукторний ЕП).

Системи ЕП слід відрізнити лише за ознаками, які визначаються особливостями елементів самого ЕП або методів зміни його характеристик. Якщо особливості визначаються характеристиками або спільними вимогами ло об'єкта та ЕП, то йдеться про електромеханічні системи автоматичного керування.

Головні класифікаційні ознаки систем ЕП:

■ характер аміни параметрів руху (*керовані та некеровані*):

Вид електричного струму (*змінного та постійного*);

спосіб передавання механічної" енергії від електронезднічного перетворювача (електродвигуна) ло технологічного об'єкта (**редукторні та безредук торії**);

*вид елекгротехнічного перетворювача параметрів електричної енергії* {транзисторні та тиристорні перетворювачі ТП—Д, різні види стабііЗованих джерел струму ДС—Д, мікропроцесорні пристрої та ін.);

**тип електромеханічних перетворювачів (електродвигунів) у системі ЕП**

(асинхронні, з короткозамкненим **чи** фазним ротором, синхронні крокові, лінійні одно- **та** трифазні, двигуни постійного струму з незалежним, паралельним, послідовним збудженням;

\* *метод (спосіб) зміни характеристик електродвигунів* (за напругою на статорі, за допомогою резисторів у колах ротора}, Частотне векторне керування, двозонне керування двигунів постійного струму та ін.),