А.І. Корнійчук, Б.М. Придорогін

МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ПОВНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ МЕХАНІЗМАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ

В роботі розглянуті методи введення змінних взаємодії механізмів в їх базові математичні моделі управління. Цей процес являє собою об'єднання компонентної та топологічної частин моделі управління. Введення операторських змінних визначається тільки прийнятим способом ручного управління механізмами і не залежить від типу технологічного процесу. Між механізмами може бути тільки три типи змінних взаємодії, конкретний вигляд яких можна визначити тільки в конкретному технологічному процесі.

Повна модель управління механізмом – повна ММу – може бути отримана об'єднанням компонентної та топологічної частин цієї моделі.

Компонентна частина ММу механізму складається з контрольної та управляючої частин. Контрольна частина визначається лише переліком параметрів механізму та його привода [1]. Управляюча частина представлена базовими ММу і визначається лише типом механізму [1, 2, 3, 6].

Топологічна частина ММу визначається зв'язками механізму з іншими механізмами лінії та з оператором. Зв'язки механізму з оператором визначаються способом ручного управління ним і не залежать від типу технологічного процесу. Зв'язки механізму з іншими механізмами визначаються умовами конкретного технологічного процесу. Їх неможливо визначити наперед. Але можна розробити чіткі правила вводу таких зв'язків в базову ММу механізму.

Базові ММу механізмів описують спосіб управління ними і не мають зовнішніх зв'язків. З точки зору ММу зовнішні зв'язки є змінні, які в тій чи іншій формі входять в рівняння управління і які визначають реакцію механізму на ці змінні. Їх необхідно вводити в ММу таким чином, щоб реакція механізму відповідала заданому алгоритму його роботи в конкретному технологічному процесі.

Введення змінних взаємодії в базову ММу не змінює її контрольної частини. Включення контрольного тригера проводиться пусковою кнопкою, яку можна назвати кнопкою "ПОПЕРЕДНІЙ ЗАПУСК" і яка є загальною для всіх контрольних тригерів.

В ММу механізмів змінні взаємодії можуть входити у вигляді додаткових рівнянь або в одне рівняння послідовно з іншими змінними. У першому випадку дія змінної не залежить від дії інших змінних. Тому важливо визначити, які змінні і яким чином необхідно ввести в ММу, щоб отримати потрібну реакцію механізму.

Кожна змінна накладає певні обмеження на поведінку механізму. Тому всі обмеження на включення необхідно вводити в рівняння включення послідовно, тому що механізм можна включити тільки тоді, коли зняті всі обмеження на це. Змінні, які виключають механізм, вводяться в ММу у вигляді додаткових рівнянь виключення, тому що механізм необхідно виключити при наявності для цього хоча б однієї з цих умов. Це не означає, що дія змінної, яка виключає механізм, не може бути обмежена іншою змінною.

У загальному випадку механізм може мати декілька рівнянь, які включають механізм. Вони утворюються за рахунок різних режимів управління або за рахунок різних умов включення в одному і тому ж режимі. Одні й ті ж змінні можуть входити до різних рівнянь, але ці рівняння повинні відрізнятися одне від одного хоча б однією змінною. Це означає, що включити механізм в даний момент часу може лише одне рівняння. Наявність декількох дій, які включають механізм, говорить про неправильно складену ММу. Аналогічно, не можуть мати місце дії, які одночасно включають та виключають механізм.

Методику введення конкретних типів змінних взаємодії в базові ММу механізмів буде показано на прикладі механізму безперервного руху. Якщо для інших типів механізмів ця методика буде мати відміну, то це буде обумовлено окремо.

Базова ММу механізму безперервного руху описується наступною системою рівнянь [1, 3]:

$$\begin{aligned} &\text{(S1)} \quad TY_S = \ldots S \cdot TK, \\ &\text{(R1)} \quad TY_R = \overline{TK}, \\ &\text{(R2)} \quad TY_R = \overline{S} \rightarrow t(s) \rightarrow, \end{aligned} \tag{1}$$

(R3) $TY_R = \ldots,$

де TY_S – рівняння включення тригера управління (пускового пристрою);

TY_R – рівняння виключення тригера управління;

TK – стан контрольного тригера;

S – стан статичних параметрів механізмів.

Рівняння R1 та R2 є рівняннями захисту механізму і ніякі додаткові змінні в них не вводять.

Диспетчерська змінна SAi-j [1, 5], яка визначає режим управління механізмом, вводиться в усі рівняння послідовно (за законом кон'юнкції) з іншими змінними, що входять до переліку умов включення або виключення механізму, тобто в рівняння S1 та R3.

Найчастіше диспетчерська змінна розподіляє режими управління механізмом на автоматичний та ручний (налагоджувальний). Тому, якщо положення ключа SA_{I-1} задає автоматичний режим, то цю змінну вводять в усі рівняння автоматичного режиму:

$$\begin{aligned}
&(S1) \quad TY_S = \ldots SA_{i-j} \cdot S \cdot TK, \\
&(R1) \quad TY_R = TK, \\
&(R2) \quad TY_R = \ldots SA_{i-j}, \\
&(R3) \; TY_R = \overline{S} \rightarrow t(s) \rightarrow .
\end{aligned} \tag{2}$$

Операторська змінна Sb1 [1, 5], якою можна зупинити механізм в будь-якому режимі, вводиться в ММу механізму у вигляді додаткового рівняння виключення. Щоб в цей час не з'явилися включаючі дії, інверсне значення цієї змінної необхідно ввести в усі рівняння автоматичного включення механізму:

$$\begin{aligned}
&(S1) \quad TY_S = \ldots \overline{Sb1} \cdot S \cdot TK, \\
&(R4) \quad TY_R = Sb1.
\end{aligned} \tag{3}$$

В рівняння ручного управління цю змінну можна не вводити, тому що навряд чи можливо одночасно натискати кнопки "ПУСК" та "СТОП".

Операторська змінна Sb1·SAi-j [1, 5], якою можна зупинити механізм в певному режимі, найчастіше є змінною зупинки механізму в ручному режимі. Її вводять в ММу механізму у вигляді додаткового рівняння виключення:

$$(R_n) \quad TY_R = Sb1 \cdot SA_{i-j}. \tag{4}$$

Операторська змінна Sb1 є стоповою кнопкою з пам'яттю [1, 5]. Її вводять в ММу механізму у вигляді додаткового рівняння виключення. Інверсне значення цієї змінної необхідно ввести в усі рівняння включення автоматичного режиму.

Операторська змінна Sb1·SAi-j вводиться в ММу механізму аналогічно змінній Sb1·SAi-j.

Стопові кнопки в ММу крокового та човникового механізмів [1, 4, 5] можна не вводити, тому що вони зупиняються від власних датчиків положення. При великій швидкості переміщення механізму оператор може не встигнути скористатися такими кнопками. При малій швидкості переміщення механізм зупиниться не в потрібному положенні, а це не завжди допустимо. Остаточне вирішення питання застосування стопових кнопок для таких механізмів треба залишити на розсуд замовника.

Операторська змінна Sb2 [1, 5], якою можна включити механізм в будь-якому режимі, застосовується досить рідко. Її вводять в ММу механізму у вигляді окремого рівняння включення:

$$(S2) \quad TY_S = \ldots Sb2. \tag{5}$$

Крапками залишено місце для тих змінних, які обмежують дію цієї змінної. Наприклад, механізм можна включити пусковою кнопкою, якщо деякі інші механізми знаходяться в певному положенні. Перелік умов, що обмежують дію цієї змінної, визначає оператор.

Найчастіше застосовують змінну Sb2 ·SAi-j [1, 5], якою можна включати механізм в певному режимі (як правило, в ручному). Така змінна вводиться в ММу механізму у вигляді додаткового рівняння включення:

$$(S2) \quad TY_S = Sb2 \cdot SA_{i-j}, \tag{6}$$

причому дія цієї змінної також може бути обмежена деякими умовами.

Операторські змінні вводяться в ММу механізмів лише тоді, коли дія цих змінних сприймається системою управління. Досить часто управління механізмами за допомогою операторських змінних здійснюється окремою схемою при відключеній системі управління. У цьому випадку операторські змінні в ММу механізмів не вводяться.

Змінні взаємодії механізмів між собою $(Авз)_1$, $(Авз)_2$ та $(Авз)_3$ [1, 5] вводять в рівняння включення, якщо вони дозволяють роботу механізму. Якщо ж ці змінні забороняють роботу механізму, то вони вводяться в ММу у вигляді додаткових рівнянь виключення. Інколи ці змінні обмежують дію виключаючих операторських змінних.

Кількість сполучень різних змінних дуже велика і розглянути їх всі немає можливості. Це простіше зробити для кожного конкретного випадку.

Для складання повної ММу механізму необхідно визначити всі можливі режими управління ним. Як правило, механізм має два основних режими управління: ручний та автоматичний, які розділяються диспетчерським ключем. Окремі механізми можуть мати декілька умов включення або виключення в одному і тому ж режимі. Тоді кількість рівнянь збільшується. Визначення кількості таких рівнянь для конкретного випадку не є складною задачею.

Для кожного рівняння включення необхідно скласти список умов (елементарні секвенції), при яких механізм може бути включений. Ці умови є змінними взаємодії механізмів між собою – змінні положення, змінні стану та тригерні змінні (математичні датчики) [1, 5].

Кількість рівнянь виключення в ММу визначається кількістю умов, які забороняють механізму працювати. Кожне таке рівняння теж може мати обмеження. Такі рівняння є додатковими до рівнянь виключення, які входять до базових моделей.

Механізм є складовою частиною технологічної лінії. Ці лінії мають режим пуску, режим нормальної роботи та режим зупинки. Взаємодія механізмів у цих режимах може суттєво відрізнятися. У цьому випадку в ММу кожного механізму можуть з'явитися додаткові рівняння.

Методика введення змінних взаємодії в базові ММу механізмів є досить формальною, що дозволяє застосувати для цього процесу ЕОМ.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Корнійчук А.І.* Методика складання рівнянь управління логічних об'єктів. – Житомир: ЖІТІ, 1996. – 194 с.
2. *Корнійчук А.І.* Класифікація механізмів як об'єктів логічного керування // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1995. – № 2. – С. 66–69.
3. *Корнійчук А.І.* Базова математична модель управління механізму безперервного руху // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1996. – № 4. – С. 153–156.
4. *Корнійчук А.І.* Базова математична модель управління крокового механізму // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1997. – № 5 – С. 148–150.
5. *Корнійчук А.І., Придорогін Б.М.* Класифікація змінних взаємодії механізмів технологічних ліній // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1997. – № 6. – С. 166–168.
6. *Корнійчук А.І.* Базова математична модель управління човникового механізму // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту, 1997. – № 6. – С. 164–165.

КОРНІЙЧУК Анатолій Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Автоматика та управління в технічних та організаційних системах" Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– автоматизація технологічних процесів у промисловості.