

## **Автоматизація та моделювання технологічних процесів**

УДК 620.17.05

*Л.Є. Пелевін, канд. техн. наук, професор КНУБА,*

*О.В. Горда, асистент КНУБА,*

*І.А. Саченко, магістр КНУБА*

### **ПОБУДОВА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГІДРОПРИВОДА**

Значне поширення гідравлічних приводів у різних галузях машинобудування зумовлюється рядом їхніх істотних переваг, до яких перш за все належать можливість одержання великих сил та обертаючих моментів при порівняно малих розмірах гідродвигунів, плавність переміщення, забезпечення безступінчатого регулювання швидкості у широкому діапазоні, мала інерційність, простота здійснення прямолінійних зворотно-поступальних рухів та автоматичного керування робочими органами, легкість запобігання перевантаженням, висока експлуатаційна надійність [7]. Їх використовують для управління робочим обладнанням будівельних та дорожніх машин, у робототехніці. Широке застосування гідравлічних приводів у різних сферах будівництва, виробництва дає у дослідницькій роботі зумовлює те, що умови їх використання можуть бути досить різними, навіть шкідливими та екстремальними. Якщо на сьогодні досить добре розроблені методики розрахунку гідравлічних приводів (досліджена їх робота у статичному режимі функціонування), виходячи з сфер та умов застосування є необхідність дослідження їх роботи у динаміці. Так як гідравлічні приводи є досить складною багато параметричною системою, то для дослідження їх динамічної поведінки доцільно побудувати імітаційну модель, за допомогою якої можна дослідити поведінку системи у різних умовах при різноманітних сполученнях параметрів. Також, використання імітаційної моделі дає змогу дослідити перехідні процеси системи, для яких відсутні адекватні моделі і зробити уточнення для вже існуючих моделей. Визначення особливих станів динамічної системи та їх дослідження на стійкість дасть змогу розробити системи автоматизованого управління роботою гідропривода у оптимальних режимах [8]. На сьогодні, задачі побудови імітаційної моделі гідроприводів приділено досить мало уваги і не існує повної формалізованої математичної моделі відтворення динаміки його роботи.

Першим кроком у побудові імітаційної моделі є опис поведінки системи на основі якого будується концептуальна модель та визначаються вхідні дані, критичні параметри та вихідні дані, що підлягають моніторингу, інтервали їх припустимих значень. Для динамічних систем важливим є дослідження поведінки системи у часі, що дозволяє відтворити механізми переходу системи з одного стану у інший, визначити типи процесів, що протікають у системі: послідовні та паралельні, синхронізувати процеси системи, моделювати квазіпаралельні процеси, оцінити час на виконання модельного експерименту та виконувати управління ходом модельного експерименту.

У якості об'єкту вивчення динамічної поведінки гідропривода візьмемо інженерну машину розгородження. Вибір цієї машини обумовлений тим, що її гідросистема є типовою для багатьох будівельних та дорожніх машин, складається з декількох підсистем, що дає змогу дослідити не тільки окрему гідросхему, а і взаємодію декількох підсистем.

Гідропривід машини призначено для управління бульдозерним і стріловим обладнанням, переводу трала з транспортного положення у робоче і навпаки, для забезпечення роботи механізмів повороту башти, висування стріли, повороту, підйому та розкриттю захвату, для стопоріння стрілового та бульдозерного обладнання у

транспортному режимі і можна представити, як складну систему, що складається із взаємопов'язаних підсистем.

Згідно до прийнятої класифікації типових схем моделі його можна визначити і описати, як *A*-схему (aggregate system). Щоб характеризувати складну агрегатну схему, необхідно визначити наступні множини параметрів:  $T$  – моменти часу, вхідні  $X$  та вихідні  $Y$  сигнали, стани  $Z$  у кожний момент часу  $t$  [1].

Реалізація механізму управління модельним часом, на практиці, найчастіше базується на двох основних методах: з постійним кроком, та за особливими станами. На початкових етапах розробки імітаційної моделі доцільно застосовувати метод за особливими станами, який полягає у визначенні всіх можливих станів системи і умов переходу з одного стану в інший. Отже при цьому підході вважають, що перехід системи з одного стану в інший виконується за малий проміжок часу, іншими словами, має місце стрибок. В подальшому, прив'язавши результати такої моделі до часу, можна описати динаміку поведінки системи, врахувати вплив перехідних процесів і управляти її поведінкою у реальному часі [2].

На першому етапі побудови концептуальної моделі виділимо із складної гідросхеми окрему підсистему управління захватом.

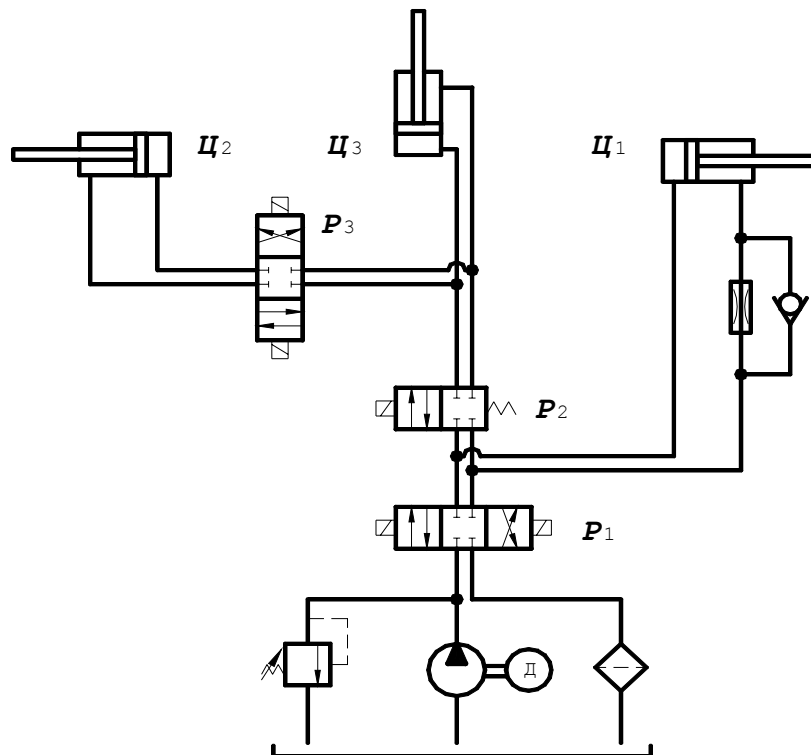


Рис. 1. Розрахункова гідравлічна схема:

Ц<sub>1</sub> – підйом захвату; Ц<sub>2</sub> – розкриття захвату; Ц<sub>3</sub> – поворот захвату

Виділимо складові частини підсистеми (рис. 1): насос Н; розподільники P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>; гідроциліндр Ц<sub>1</sub>, Ц<sub>2</sub>, Ц<sub>3</sub>.

Для моделювання роботи системи побудуємо алгоритм, який відображає послідовність процесів, що протікають у системі. Для цього опишемо роботу системи і визначимо стани окремих її складових частин:

Включаємо насос Н<sub>1</sub>.

Якщо розподільник P<sub>1</sub> знаходиться у середньому положенні, то рідина через запобіжний клапан іде у бак.

При переключенні розподільника P<sub>1</sub> ліве або праве положення підключається гідроциліндр Ц<sub>1</sub>, тобто підйом або опускання захвата.

При включенні розподільника  $P_2$  здійснюється поворот захвату, однак  $P_2$  можна включити тільки тоді, коли  $P_1$  знаходиться у лівому або правому положеннях.

Переключення  $P_4$  у ліве або праве положення призводить до розкриття або закриття захвату.

Основними подіями, які управляють роботою системи і являються подіями зміни станів є переключення розподільників у певне положення. Вони викликають події ініціалізації процесів, що є подіями слідування.

При побудові алгоритму роботи гідросистеми (рис. 2), необхідно враховувати, що його робота пов'язана з виконанням робочих операцій робочого обладнання і стани гідросистеми викликають паралельні процеси в даному випадку захвату. За типом – ці процеси будуть підпорядковані: стан елементів робочого обладнання буде залежати від стану системи вищого рівня – гідроприводу.

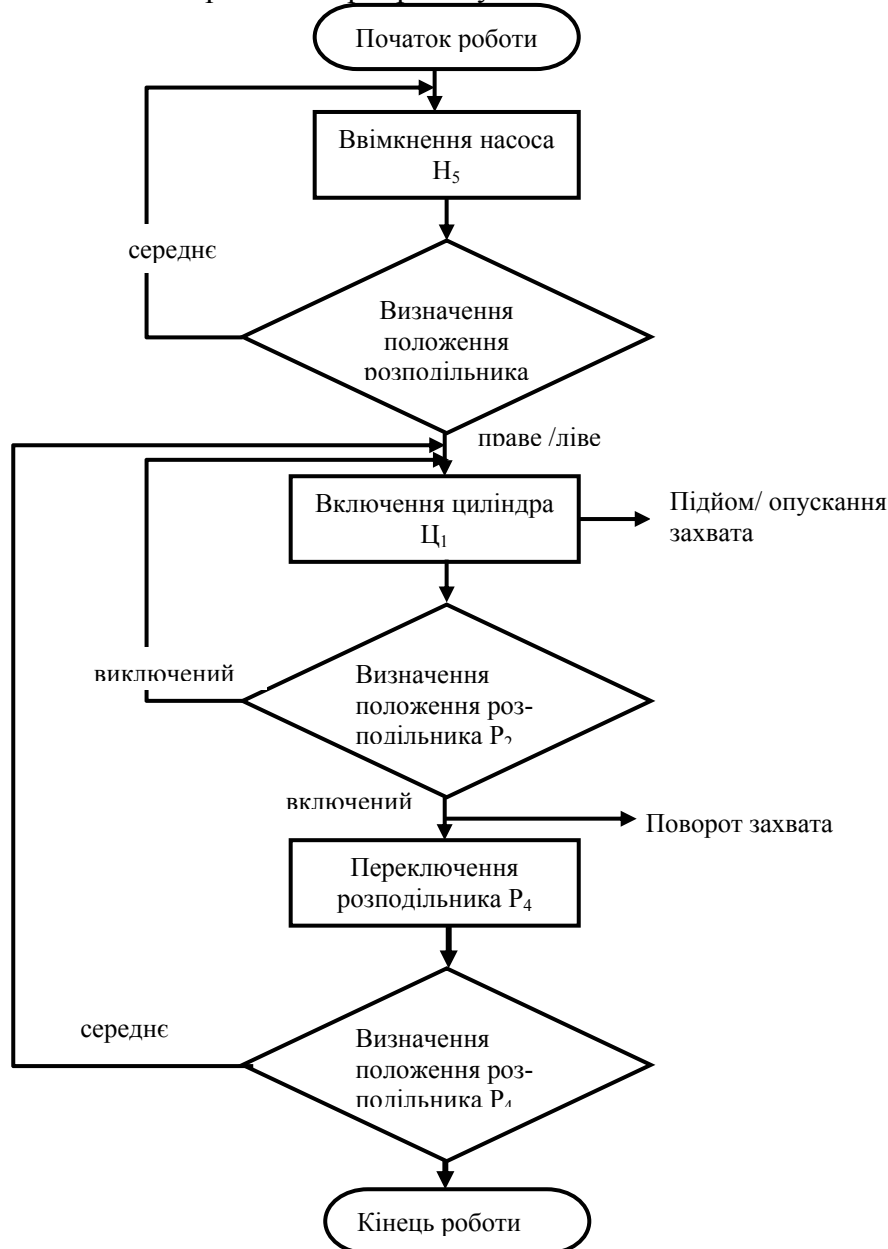


Рис. 2. Алгоритм роботи гідросистеми

Для подальшої побудови імітаційної моделі, орієнтованої на дослідження перехідних процесів у гідроприводі та з метою її програмної реалізації будемо застосовувати об'єктно-орієнтовану методологію, згідно до якої визначимо схему станів, а також схему процесів, яка описує перехід системи з одного стану в інший [3].

Схема станів базується на гідравлічній схемі і представлена на рис. 3 і побудована за допомогою засобу CASE-технологій UML (універсальної мови моделювання) [4].

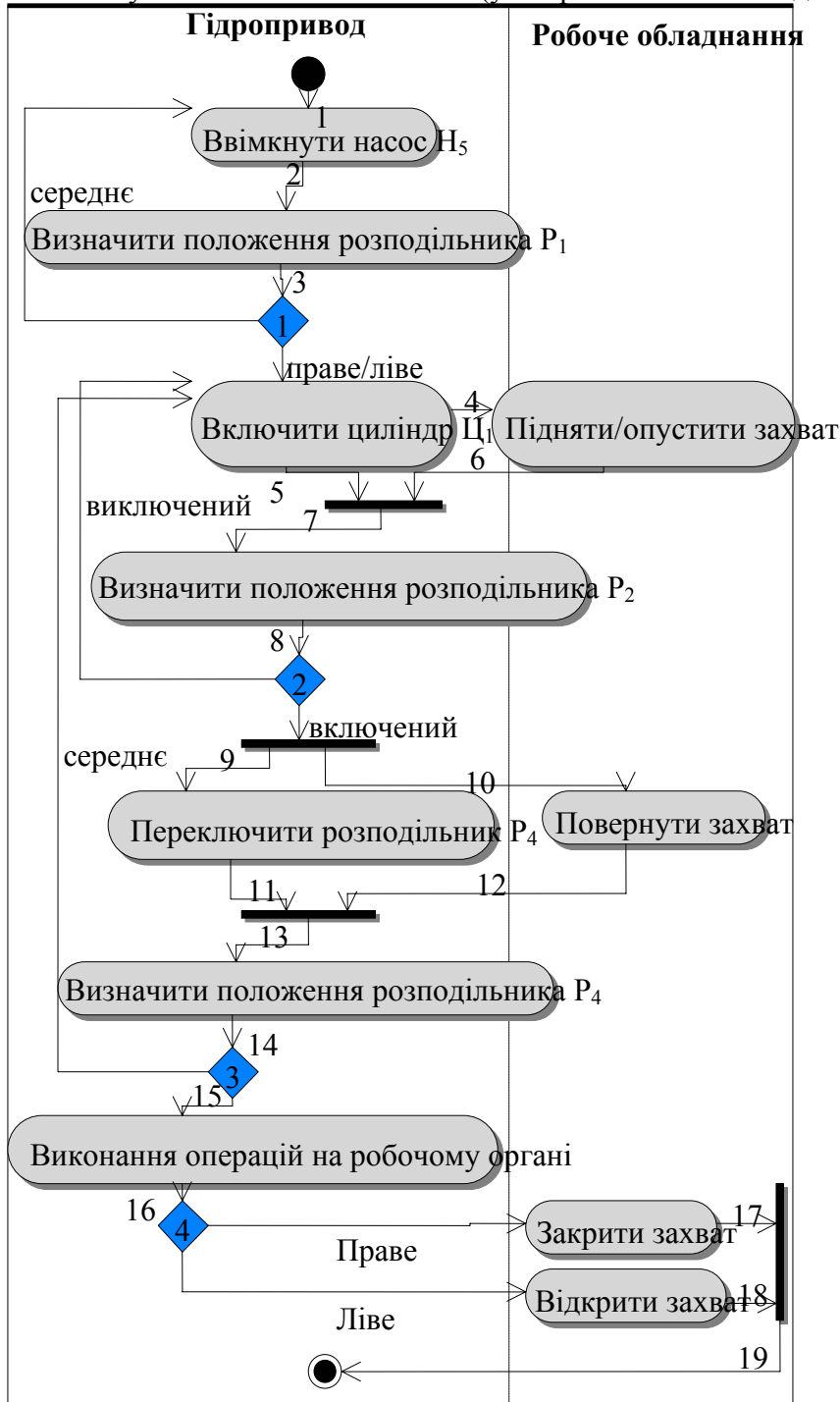


Рис. 3. Діаграма станів системи одного кроку імітаційної моделі

Ключовим моментом імітаційного моделювання перехідних процесів гідроприводу є визначення фаз процесу, як проміжних станів, що переводять гідропривід з одного стану в інший. Основні перехідні процеси роботи гідропривода характеризуються трьома фазами: перехідною, стаціонарним режимом роботи та затухаючою.

Наявність фаз обумовлена, по-перше, часом запізнення включення та виключення елементів гідропривода, по-друге, часом перетікання рідини через елементи сполучень основних та допоміжних гідроприсроїв.

Виходячи з того, що у системі є процеси, які проходять послідовно, з'являється можливість узагальнену модель, що описує динаміку роботи гідропривода, розбити на незалежні частини і за рахунок цього понизити її розмірність.

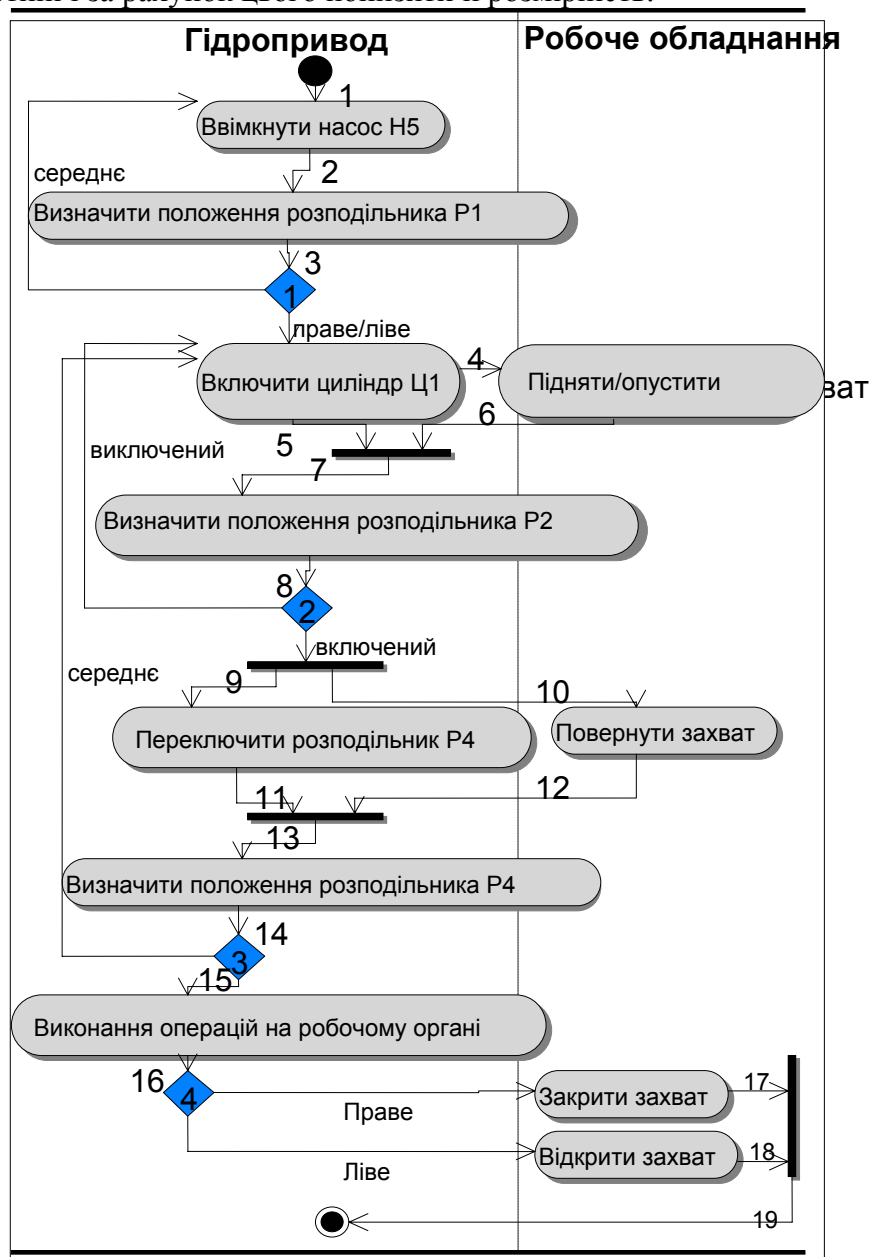


Рис. 4. Діаграма процесів

Таким чином, описаний вище підхід дозволяє з одного боку побудувати імітаційну модель перехідних процесів, а з іншого боку допускає можливість реалізації за рахунок ресурсів існуючого програмного забезпечення та обчислювальної техніки [6].

### Література

1. Вавилов А. А. Структурный и параметрический синтез сложных систем. – Л., 1977.
2. Древис Ю. Г., Золотарев В. В. Имитационное моделирование и его применение при проектировании автоматизированных систем управления. – М., 1981.
3. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1985.



4. Методологические вопросы построения имитационных систем/ Под ред. *Гвишиани Д. М., Емельянова С. В.* – М., 1978.
5. Надежность и эффективность в технике. Справочник: в 10 т./ Ред. совет: *Авдеевский В. С.* (предс.) и др. – М.: Машиностроение, 1986.
6. *Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А.* Язык UML. Руководство пользователя. – М.: ДМК, 2001.
7. *Пелевін Л.С., Смірнов В.М., Гаркавенко О.М., Фомін А.А.* Гідро- та пневмоприводи будівельних машин. Підручник. – К.: КНУБА, 2002. – 328с.
8. *Вильнер Я.М.* Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 310 с.