

4. Regulators design, it is recommended to select the zones located on the right side of the stability curve, since this provides a wide band of operating frequencies.

References

- "Sizing and Selection of Pressure-Relieving Devices, API 5210-1". Techstreet.com. Retrieved 2012-01-19.
- Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. *Modern Control Systems* (9th ed.) ISBN-13:978-0-13-602458-3 . –Texas , 2011. – 1012 p.
- Matlab for Engineering Applications* by William J. Palm III (McGraw-Hill, 1999).
- Klaudiusz, Klarecki. *Selected Engineering Problems* (№3). Institute of Engineering Process Automation and Integrated Manufacturing Systems, Faculty of Mechanical Engineering, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland.

УДК 681.52:[004.896+004.94]

Узунов О.В., д.т.н., проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ГРАФІЧНІ ЗАСОБИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ГІДРОАВТОМАТИКИ

Анотація. Робота присвячена питанням методології проектування принципових схем технічних систем з гідравлічними та механічними компонентами. Основними проблемами є високі вимоги до кваліфікації розробників та значні витрати часу, що обумовлено інтуїтивним підходом до проектування схем та відсутністю спеціалізованої бібліотеки графічних позначень елементного базису. Запропоновано загальне уявлення на складну технічну систему, як таку, що взаємодіє з зовнішнім середовищем через потік енергії, інформації і матеріалу. Шляхом дискретних дій технічна система формує задані властивості потоку. На основі міркувань визначено комплект дій, які реалізуються в технічних системах для вирішення широкого кола задач гідравтоматики. Розроблено графічні засоби для позначень цих дій та методу їх застосування для представлення структур принципів дії технічних систем. Застосування графічних засобів дозволяє частково формалізувати перехід від комплексу властивостей технічної системи до структури принципу дії і до її принципової схеми. Використання формального алгоритму знижує вимоги до кваліфікації і зменшує часові витрати на проектування принципових схем.

Ключові слова. Методологія, технічна система, гідравтоматика, принципова схема, ефективність проектування, формалізація, графічні засоби.

Формулювання проблем та актуальність. Проектування складних технічних систем гідравтоматики потребує високої кваліфікації розробників і значних часових витрат. В великій мірі це обумовлено фізичною різномірністю компонентів систем, складністю процесів і складністю їх узгодження для досягнення потрібних експлуатаційних характеристик. Проектування передбачає визначення принципів дії, розроблення принципів схем, розроблення, налагодження та використання математичних моделей, визначення параметрів конструкцій компонентів і систем та конструювання. В ході проектування використовуються графічні засоби, які є основою для представлення принципів дії, будови, організації процесів та ін. Прикладами таких засобів є графічні позначення елементів гідравтоматики та принципові схеми систем на їх основі [1]. Ці засоби створювались засновниками предметної області для передачі інформації про принцип дії елементів та систем. Основними вимогами до таких позначень були мінімізація зображення при збереженні достатньої інформативності і забезпеченні інтуїтивного сприйняття. Що і було забезпечено. Треба зауважити, що в період становлення цих графічних засобів, принципові схеми систем розроблялись інтуїтивним шляхом, і задача формалізації процесу розроблення принципів схем систем була не на часі. Прикладами також є графічні засоби, які використовують для позначень елементарних процесів та схем процесів [2-5]. Ці засоби розроблялись в історично більш сучасний період і призначались для вирішення задач побудови математичних моделей та моделювання. Графічні засоби [4,5] використовують для вирішення задач проектування принципів схем дискретних систем.

Аналіз відомих графічних засобів дозволив виявити наступне. 1. Недостатність, або відсутність взаємозв'язку між засобами позначення елементів та засобами позначення елементарних процесів, що не є логічним, приймаючи до уваги, що обидва типи засобів використовують в етапах проектування послідовно. 2. Відсутність передумов для формалізації процесу проектування принципів схем систем гідроавтоматики. Наведене свідчить про актуальність переосмислення та удосконалення наявних графічних засобів представлення і проектування складних систем гідроавтоматики.

Мета та задачі. Метою роботи є зниження вимог до кваліфікації розробників та скорочення термінів проектування складних систем гідроавтоматики шляхом розроблення графічних засобів, які створюють передумови для формалізації проектування принципів схем. *Задачею* є розроблення відповідних графічних засобів та алгоритму їх використання для проектування принципів схем.

Графічні засоби представлення і проектування складних технічних систем гідроавтоматики. З загальної точки зору технічна система представляється як механізм, що змінює властивості потоку інформації, енергії та матеріалу, який є частиною зовнішнього середовища і проходить через нього. Зміна властивостей потоку забезпечується завдяки діям механізму на потік. Розглядаючи таке представлення технічної системи і припускаючи, що в системі безперервної дії зміни потоку відбуваються по крокам, з'являється можливість деталізувати цей процес до окремих дій з визначенням порядку їх виконання. Однак мова йде про деталізацію дій на загальному рівні з абстрагуванням від конкретних типів носіїв інформації, енергії і матеріалу. Визначимо дії, які мають місце в технічних системах гідроавтоматики.

По перше, рух потоку крізь технічну систему може відбуватися за наявності різниці потенціалів між точками входу і виходу. Це означає, що потрібно розглядати джерело потенціалу в точці входу і приймач потенціалу в точці виходу. Джерело потенціалу виконує дію постачання, а приймач виконує дію приймання залишкового потенціалу потоку.

По друге, при наявності різниці потенціалів між точками входу і виходу технічної системи потік буде проходити крізь систему. При цьому, завданням системи є виконання свого призначення по відповідним змінам властивостей потоку. Змінами потоку, які мають місце в системі, є транзитні зміни, коли вони відбуваються по ходу потоку, та термінальні зміни, які відбуваються в перетині потоку. Для забезпечення вказаних змін потоку в технічних системах виконуються відповідні дії – *транзитні та термінальні*. При цьому транзитні дії можуть передавати енергію, інформацію та матеріал.

По третє, комплексність завдань технічних систем породжує їх складність, яка проявляється у взаємодії потоків. Це обумовлює наявність комунікацій між потоками, забезпечення яких потребує відповідних *комунікативних дій* по відношенню до потоків.

По четверте, взаємодія потоків може відбуватися на рівнях енергії, інформації, матеріалів та комбіновано. Це проявляється у взаємному впливі потоків, наприклад, впливу потоку інформації на потік енергії, що також потребує відповідних *дій – регулювання в процесі роботи та попереднє налаштування*.

По п'яте, в технічних системах мають місце зв'язки між потоками на інформаційному рівні, що потребує відповідної дії - *передавання інформації*.

Названі дії технічної системи на потік визначають на загальному рівні їх зміст і, в першому наближенні, є достатніми для представлення можливих змін властивостей потоку. Крім визначених дій на потік необхідна також координація цих дій в процесі виконання технічною системою свого завдання. Це свідчить про необхідність врахування в позначеннях дій крім їх змістовного наповнення також інформації про: факт початку, протяжність, напрямок та факт завершення дії. Розроблений комплект графічних засобів містить вказану інформацію, що дозволяє шляхом поєднання позначень дій у відповідності до черговості виконання забезпечити відображення їх координації.

Розроблений комплект графічних засобів використовується для відображення *структури принципу дії* технічної системи, яка показує які дії виконуються і в якій черговості для забезпечення заданого комплексу властивостей потоку. При цьому, структура принципу дії не конкретизує принципи виконання дій. Структуру принципу дії представляють графічною схемою. У якості прикладу наведені схеми, які ілюструють представлення гідравлічного приводу. В порівнянні з його традиційним представленням за допомогою принципової схеми (рис.1, а) схема структури принципу дії деталізує дії і черговість їх виконання для забезпечення реалізації його призначення (рис.1, б).

Застосування розробленого комплексу графічних засобів і представлень структур принципів дії полягає в наступному. Комплект потрібних властивостей технічної системи деталізують до окремих дій та структур принципів дії. Для кожної дії структури принципу дії визначають конкретні принципи засобів їх виконання. Після визначення *засобів виконання дій* на основі структури принципу дії формальними кроками отримують детальну принципову схему технічної системи. Детальна принципова схема технічної системи відображає принцип її дії, принципи та черговість виконання окремих дій і є основою для побудови математичної моделі.

Очікуваний ефект від аплікації запропонованих засобів. Запропоновані графічні засоби представлення і проектування систем гідравтоматики дозволяють відображати їх структури

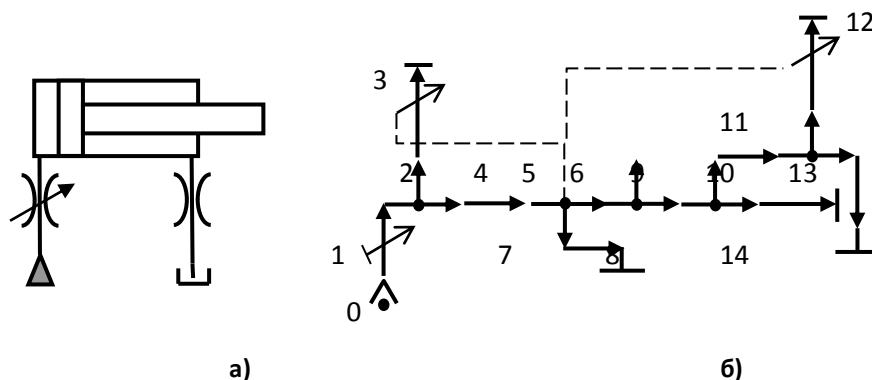


Рис. 1 – Принципова схема гідравлічного приводу (а) і структура його принципу дії, представлена за допомогою комплексу графічних засобів. 0 – джерело потоку енергії, 8,14 – приймачі потоку, 1...7,9...13 – дії по перетворенню потоків. пунктирна тонка лінія позначають інформаційні зв'язки.

принципів дії, які формальним шляхом можуть бути перетворені у детальні принципові схеми таких систем. За рахунок часткової формалізації проектування принципових схем знижуються вимоги до кваліфікації розробників та скорочуються терміни розроблення складних технічних систем.

Список використаних джерел

1. Башта, Т.М. *Гидравлические приводы летательных аппаратов*/ Т.М. Башта. - М. : Машиностроение, 1967. - 495 с.
2. *System dynamic: a unified approach*/ Dean C. Karnopp, Donald L. Margolis, Ronald C. Rosenberg. - A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION John Wiley & Sons Inc. 1990. - 514 p.
3. Петренко, А.И. *Автоматизация схмотехнического проектирования в машиностроении: Учебное пособие*/ А.И.Петренко, В.В.Ладогубец, В.В.Чкалов. - К. : УМК ВО, 1988. - 180с.
4. Губарев, А.П. *Синтез дискретных систем управления* / Губарев А.П., Узунов А.В. // Методические указания для практических занятий студентов специальности "Гидравлические машины, гидропневмоавтоматика и гидропривод", Киев: НТУУ(КПИ), ВИПОЛ, 1996. - 47 с.
5. Губарев, О.П. *Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики (частина 4 Пропорційна гідравліка)* / Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. // Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: ВАТ"Білоцерківська друкарня". - 2009. - 56 с.