

О.В. Узунов, д.т.н., проф.

*Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Стан питання, існуюча проблема та шлях її вирішення

Задача проектування технічних об'єктів була, є і буде актуальною, однак вимоги до її вирішення змінюються: складність задач зростає, а терміни проектування скорочуються. Одним з напрямків адаптації до нових вимог є вдосконалення алгоритму проектування. Алгоритм проектування містить кілька основних етапів, серед яких є формулювання технічного завдання, розробка принципової схеми, моделювання та конструювання. Методи моделювання та конструювання набули суттєвого розвитку і мають широку гамму інструментальних засобів, які забезпечують можливість вирішення складних задач у стислі терміни. Що стосується етапу розробки принципових схем для систем дискретної дії, то його в значній мірі формалізовано [1, 2]. В той же час, питання розробки принципових схем систем безперервної дії не знайшло достатнього відображення в джерелах інформації. На наш погляд, це обумовлено історичним досвідом створення принципових схем таких систем, який полягає у їх синтезі на рівні винаходів, процес цей вкрай важко прослідкувати та алгоритмізувати. Як наслідок, існує проблема: ефективність виконання вказаного етапу суттєво залежить від досвіду та кваліфікації проектувальника і його складно формалізувати та забезпечити інструментами автоматизації.

Аналіз цієї проблеми показав, що елементний базис, який використовується для розробки принципових схем, представляє можливість відображення принципів дії систем, але ускладнює сприйняття процесу функціонування і засобів виконання окремих дій процесу. Причиною є компактні зображення частин принципових схем, які, як правило, інтегрують в собі кілька дій та процес (частину процесу), який їх об'єднує. Використання компактних зображень руйнує основу для формалізації процесу вирішення задач синтезу принципових схем і ускладнює виконання етапу моделювання.

Шлях вирішення проблеми полягає у використанні деталізованого елементного базису, який забезпечує явний зв'язок між діями і засобами їх виконання, а також в збереженні відповідності принципової схеми до процесу функціонування системи.

Формування погляду на задачу та алгоритм отримання принципової схеми технічного об'єкту

При розгляді технічних об'єктів зручно використовувати такі базові поняття, як *принцип дії, дія, зміст дії, засіб, властивість*. Під *принципом дії* розуміється сутність, яка становить основу функціонування об'єкту. Принцип дії об'єкту реалізується в процесі його функціонування. В той же час, сам процес функціонування формується окремими діями.

Під *дією* розуміється одиниця активності по відтворенню принципу дії, яка на крок наближає до планового результату.

Принцип дії обумовлює *зміст дій*, які необхідно виконати для його відтворення.

В свою чергу, дії виконуються засобами. *Засоби* є частинами об'єкту, які мають спроможність виконання дій потрібного змісту. Для кожного засобу має бути вибраний один з можливих принципів виконання дії потрібного змісту.

Сукупність засобів, активність яких підпорядкована відтворенню принципу дії об'єкту, спрямована на досягнення планового результату – *властивості*, яка забезпечує реалізацію його призначення.

Розглянемо застосування наведених понять на прикладі. За об'єкт приймемо ділянку виготовлення деталей. Принцип дії об'єкту може бути різний: - формоутворення на основі

видалення зайвої частини матеріалу з цілої заготовки, інтегрування з окремих матеріальних часток шляхом пресування у форму, переорганізацією часток матеріалу шляхом нагрівання та лиття та ін. Наприклад, для отримання деталі на основі принципу видалення зайвого матеріалу, заготовці потрібно придати потрібні розміри і виконати канал потрібної форми. Діями при цьому будуть: фіксація заготовки, фрезерування, електроерозійне формування каналу, вивільнення деталі. В межах загального принципу формоутворення, використання того або іншого засобу обумовлено своїм принципом – механічне видалення частини матеріалу фрезеруванням та видалення матеріалу шляхом прикладання електричного поля - електроерозійна обробка. Засобами виконання дії фрезерування є фреза разом з рухомих столом, а дії електроерозійна обробка, відповідно, електрод заданої форми, джерело електричної напруги та рухомий стіл. Фіксація заготовки також може бути забезпечена відповідною дією – притисканням заготовки до стола. Вона може бути реалізовано на основі використання електромагнітної взаємодії. Засобом виконання дії є кероване джерело електромагнітного поля. Наведені засоби є частинами об'єкту – ділянки виготовлення деталей. Об'єкт реалізує вибраний принцип формоутворення шляхом виконання дій потрібного змісту в заданій черговості. Це призводить до отримання властивості - виготовлення деталей заданої форми.

Принципова схема об'єкту також може розглядатися як така, що відображає процес отримання властивості шляхом виконання потрібних дій в заданій черговості. При цьому засоби представлені графічними символами, які показують принцип виконання окремих дій процесу.

Алгоритм формування принципової схеми об'єкту є процесом, спрямованим на досягнення результату – принципової схеми. Алгоритм є наступним. 1. Представлення опису задачі об'єкту в базисі понять: – властивість, принцип, процес, дії. 2. Вибір принципів та засобів виконання дій та їх позначення відповідними графічними символами. 3. Деталізація процесу функціонування відповідно до вибраних принципів для засобів виконання дій. 4. Об'єднання графічних символів засобів виконання окремих дій відповідно до процесу отримання властивостей у формі принципової схеми.

Приклад. Об'єкт проектування - система підтримання заданого тиску в шинах транспортного засобу

Опис задачі, яка потребує вирішення. Для покращення характеристик транспортного засобу необхідно забезпечити можливість налаштування та підтримання заданого тиску в шинах в змінних умовах експлуатації. Рішення розглянуто на прикладі однієї шини (рис.1).

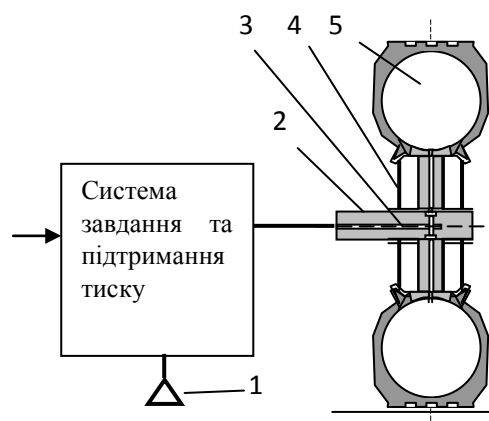


Рисунок 1 - Загальна схема взаємодії системи завдання та підтримання тиску з камерою шини транспортного засобу (1 – джерело пневматичного тиску, 2 – нерухома вісь колеса, 3 – канали для підведення повітря, 4 – рухомий диск, 5 - камера шини)

Розробка принципової схеми системи.

1. Представлення опису задачі в базисі понять – властивість, принцип, процес, дії.

Властивостями системи, яка проектується, є можливість налаштування заданого тиску в шинах та можливість його підтримання в змінних умовах експлуатації.

Принцип забезпечення вказаних властивостей полягає у створенні тиску шляхом накопичення в замкненій камері пружної шини певної кількості стиснутого повітря, що урівнює сили пружності шини, тиску атмосфери та навантаження і який налаштовується або підтримується за рахунок подавання повітря або скидання повітря.

Дії, які потребують виконання для відтворення принципу: подавання повітря; скидання повітря; завдання потрібної величини тиску; визначення дійсної величини тиску; порівняння двох значень тиску; прийняття рішення про подавання або скидання повітря.

Процес складається з наступних дій: завдання величини потрібного тиску в шині; визначення дійсного тиску в шині; порівняння величин заданого та дійсного тисків; прийняття рішення про подавання або скидання повітря; перетворення поданої або скинутої кількості повітря в тиск.

2. Вибір принципів та засобів виконання дій та їх позначенням відповідними графічними символами. Враховуючи, що для виконання будь якої дії можуть застосовуватись різні засоби, спочатку необхідно визначити принципи, які покладено в їх основу.

Принцип дії засобу подавання повітря вибрано, як такий, що має перекривати або відкривати канал з'єднання джерела стиснутого повітря з камерою шини шляхом переміщення рухомого елемента по відношенню до отвору каналу.

Принцип дії засобу скидання повітря вибрано, як такий, що має відкривати або перекривати канал з'єднання камери шини з атмосферою шляхом переміщення рухомого елемента по відношенню до отвору каналу.

Принцип дії засобу завдання потрібної величини тиску вибрано такий, що виконує дію опосередковано через силу: - фіксує силу стискання пружного елемента відповідно до заданої величини переміщення одного з його кінців в умовах фіксованого положення іншого кінця.

Принцип дії засобу аналізу та прийняття рішення полягає у порівнянні сил – заданої та дійсної, результатом виконання якого є знак (напрямок) результуючої сили, що визначає зміст наступної дії – подавання або скидання повітря, та величина результуючої сили, яка визначає кількість повітря для подавання або скидання.

Дія визначення дійсної величини тиску потребує деталізації. Ця дія забезпечується наступними діями, для виконання яких вибрано відповідні принципи: передаванням тиску, яке виконується на основі перетворення тиску у витрату повітря, що передає енергію та інформацію; перетворенням витрати в тиск, яке виконується на основі накопичення повітря в замкненій камері; перетворення тиску в силу, яке виконується на основі прикладання тиску до площини.

Для виконання дій розгалуження та з'єднання інформаційно-енергетичних потоків використовуються засоби, які забезпечують можливість з'єднання провідників цих потоків.

Всі вибрані засоби позначено відповідними графічними символами.

3. Деталізація процесу функціонування відповідно до вибраних принципів засобів виконання дій. З врахуванням конкретних принципів виконання окремих дій, схема процесу функціонування має вигляд (рис.2).

4. Об'єднання графічних символів засобів виконання окремих дій відповідно до процесу отримання властивостей у формі принципової схеми. Основа принципової схеми є схема процесу функціонування. Для отримання принципової схеми кожна дія процесу функціонування замінюється графічним символом засобу, який її виконує. З'єднання графічних символів між собою виконується відповідно до ходу процесу функціонування з забезпеченням потрібного напрямку передавання сигналів. Результатом

такої заміни і об'єднання є деталізована принципова схема системи завдання та підтримання тиску в шинах транспортного засобу (рис.3).

Висновки та напрямок подальшої роботи

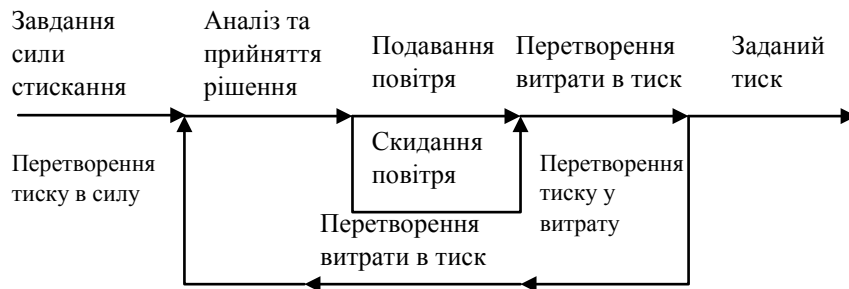


Рисунок 2 - Деталізована схема процесу автоматичного підтримання заданого тиску в шині транспортного засобу

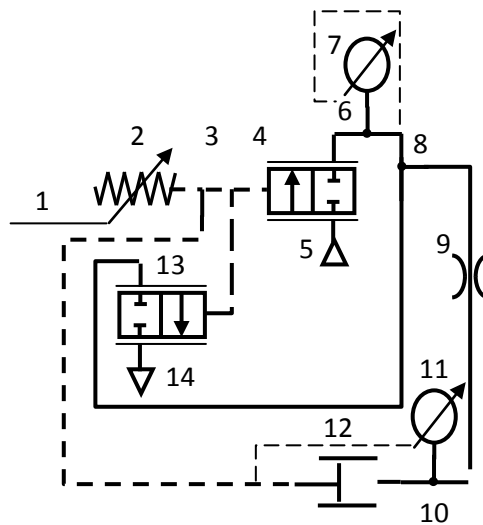


Рисунок 3. Деталізована принципова схема системи підтримання заданого тиску в шині транспортного засобу (1 – задавач сили, 2 – регульована пружина, 3 – розгалужувач механічний, 4 – керований дросель, 5 – джерело пневматичної енергії, 6 – розгалужувач пневматичного потоку, 7 - камера шини, 8 – розгалужувач пневматичного потоку, 9 – дросель, 10 - розгалужувач пневматичного потоку, 11 – камера торцевої порожнини, 12 – пневмомеханічний перетворювач, 13 – керований дросель, 14 – зв'язок з атмосферою). Пунктирними лініями показано механічні зв'язки.

Запропонований алгоритм дозволяє частково формалізувати розроблення принципів схем відповідно до потрібних властивостей об'єктів. Особливістю таких схем є явна відповідність процесу функціонування об'єкту на рівні окремих дій та детальне представлення принципів їх реалізації конкретними засобами. Використання деталізованих принципів схем спрощує етап моделювання і створює основу для розроблення інструментальних засобів, які дозволять скоротити терміни проектування. В подальшому буде розглянуто алгоритм перетворення деталізованої принципової схеми у математичний опис процесу функціонування.

Список літератури

1. Губарев А.П., Узунов А.В. Синтез дискретных систем управления" Методические указания для практических занятий студентов специальности "Гидравлические машины, гидропневмоавтоматика и гидропривод", Киев: НТУУ(КПИ), ВИПОЛ, 1996, 47с.
2. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. "Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики" (частина 4 Пропорційна гідравліка) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: ВАТ"Білоцерківська друкарня".- 2009.- 56с.