

УДК 004.9: 658.512

**ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ
ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ
ГВИНТОКОЛІСНИХ МЕХАНІЗМІВ**

Хобот М. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В умовах ринкової економіки та активної конкуренції особливу гостроту для машинобудівних підприємств набуває проблема регулярного оновлення продукції, випуску нових модифікацій вже розроблених виробів для того, щоб задовольнити запити максимальної кількості споживачів. Перш ніж випустити нову конкурентоспроможну продукцію, необхідно провести велику роботу зі збирання, накопичення та оперативної обробки інформації. Переробка великих обсягів інформації нині неможлива без використання сучасних систем автоматизованого проектування (САПР) і CALS-технологій [1-3].

Створення нової техніки в машинобудуванні відбувається в такій послідовності: на основі аналізу продукції проектується нова, що володіє більш високими естетичними, експлуатаційними або іншими властивостями, потім проводяться інженерні розрахунки та моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення та збут виробу. При цьому реалізується замкнутий цикл, так як проектування нового виробу виконується на базі аналізу ринку і даних про ефективність, надійність і збут товарів, що випускаються.

В техніці з розвитком автоматизації постійно знижується необхідність прямої присутності працівника при здійсненні того або іншого виробничого, технологічного чи побутового завдання. Прикладом цьому можуть служити численні, зокрема, гвинтоколiсні суматорні механізми. Їх проектування здійснюється з використанням технологій MCAD (англ. Mechanical Computer-Aided Design) – автоматизоване проектування механічних пристроїв.

Суматорні механізми застосовуються для складання рухів [4]. Вони об'єднують два кінематичні ланцюги, що з'єднують різні початкові ланки з одним і тим же кінцевим. Підсумовування рухів, наприклад, має місце:

- якщо один і той же робочий орган отримує рух від двох двигунів або інших джерел руху;
- якщо потрібно отримати нерівномірний рух вузла, заданий певним законом;
- якщо потрібно забезпечувати точну настройку кінематичних ланцюгів, наприклад, до основного руху додається додаткове від коригуючого пристрою. Додатковий рух в такому випадку виправляє кінематичні похибки елементів, що забезпечують основний рух. Для цього може бути застосована гвинтова передача в якій швидкість (або величина) переміщення гайки уздовж осі обертового гвинта коригується при повороті гайки в ту чи іншу сторону.

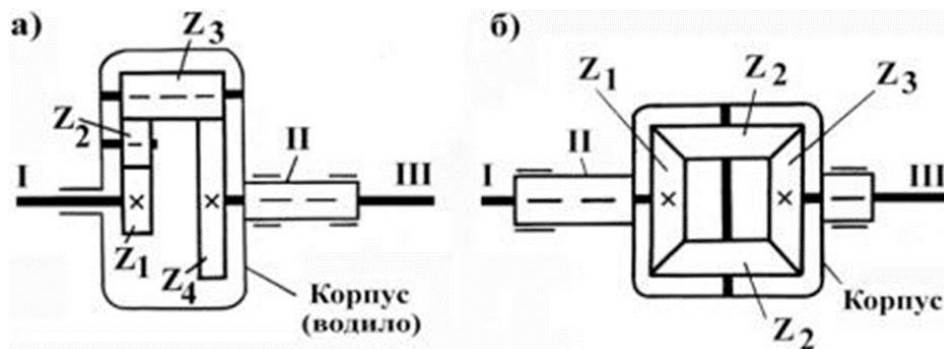
Сумування рухів може здійснюватися рейковою передачею, якщо обертаюча шестерня буде отримувати і за рахунок переміщення рейки, і за рахунок переміщення шестерні уздовж рейки. В якості суматорних механізмів використовується ще ряд передач і пристроїв [5].

Об'єктами проектування є підсумовуючі пристрої, які називаються диференціальними механізмами з циліндричними і конічними диференціалами. У них рухи від валів I і II підсумовуються на валу III. У зв'язку з цим необхідно знати передавальні відношення механізму від валу I до валу III $i_{I \rightarrow III}$, і від валу II до валу III $i_{II \rightarrow III}$. Їх можна визначити за формулою Вілліса або за правилом Свампа.

Скористаємося правилом Свампа й проаналізуємо окремо два варіанти дії того й іншого механізмів:

- коли вал I веде, а вал II нерухомий. Необхідно визначити $i_{I \rightarrow III}$ і в яких напрямках обертаються вали I і III;
- коли вал II веде, а вал I нерухомий. Необхідно визначити $i_{II \rightarrow III}$ і в яких напрямках обертаються вали I і III.

У циліндричному диференціалі (рис. 1); рух від валу I до валу III передається колесами Z1, Z2, Z3, Z4. Вал II з'єднаний з корпусом (водилом) механізму, в якому ексцентрично встановлені колеса Z2 і Z3 (сателіти). В результаті при повороті корпусу колесо Z2, переміщаючись по радіусу щодо осі центрального колеса Z1, повертається і навколо власної осі. Це обертання через сателіт Z3 і центральне колесо Z4 передається валу III.



а – з циліндричними диференціалами; б – з конічними диференціалами

Рисунок 1 – Суматорний механізм

Отже, передавальне відношення від валу I до валу III

$$i_{I \rightarrow III} = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_2}{Z_3} \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z_1}{Z_4}. \quad (1)$$

При цьому вали I і III обертаються в різних напрямках. Для визначення передавального відношення від валу II до валу III $i_{II \rightarrow III}$ уявімо, що весь механізм як жорстка ланка повернута на один оберт (+1), а потім вал I повернений назад (-1) і при цьому повернення валу III здійснює поворот згідно з передавальним відношенням $i_{III \rightarrow III}$. Очевидно, що за один оборот валу II вал III здійснює $1 + \frac{Z_1}{Z_4}$ оберта, і, отже, передавальне відношення $i_{II \rightarrow III} = 1 + \frac{Z_1}{Z_4}$. При цьому вали II і III обертаються в одному напрямку.

У конічному диференціалі (рис. 1) рух від валу I до валу III передається колесами Z1, Z2, Z3, Z4. Вал II з'єднаний з корпусом механізму, в встановлені сателіти Z2. При повороті корпусу диференціала колеса Z2,

переміщаючись щодо центрального колеса Z_1 , повертаються і навколо власної осі. Це обертання через центральне колесо Z_3 передається валу ІІІ.

Скористаємося правилом Свампа:

- передавальне відношення від валу І до валу ІІІ $i_{I \rightarrow III} = \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_2}{Z_3} = 1$, так як $Z_1 = Z_3$. При цьому вали І і ІІІ обертаються в різні боки;
- аналогічно зазначеному вище: таким чином $i_{III \rightarrow II} = 2$. При цьому вали ІІ і ІІІ обертаються в одному напрямку.

З використанням описаних методик було розроблено засіб підтримки прийняття рішень для автоматизації проектування гвинтоколесних механізмів різного призначення. З його використанням було досліджено параметри механічних модулів на прикладі модулю гвинтоколесного суматорного механізму, проаналізовано існуючі аналоги цих механізмів, а також проведено дослідження розрахунків механічних модулів.

Практичне використання розробленого засобу дозволяє автоматизувати процеси виконання розрахунків і дослідження роботи гвинтоколесних механізмів, що, в свою чергу, дозволяє підвищувати точність, зменшувати час виконання розрахунків і дослідження їх роботи.

Література:

- [1] Э. Берлинер, Актуальность применения САПР в машиностроении. [Он-лайн]. Доступно: <https://sapr.ru/article/7837>.
- [2] И. П. Норенков, Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.
- [3] Л. І. Нефьодов, І. Ш. Невлюдов, В. В. Безкоровайний, CALS-технології і системи: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2021.
- [4] Механизмы, суммирующие движение [Он-лайн]. Доступно: <https://studfile.net/preview/8163440/page:2/>.
- [5] Г. И. Рощин, Несущие конструкции и механизмы РЭА. М.: Высшая школа, 1981.