

**БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИЙ ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ СИНТЕЗ
ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ ІЗ ЗУПИНКОЮ ВИХІДНОЇ ЛАНКИ,
ЩО ПОБУДОВАНІ НА ОСНОВІ НАПРЯМНИХ МЕХАНІЗМІВ**

**MULTIPARAMETRIC OPTIMIZATION SYNTHESIS OF DWELL
LINKAGE MECHANISMS WHICH ARE BASED ON PATH
GENERATING LINKAGES**

В'ячеслав Харжевський, Максим Марченко

*Хмельницький національний університет,
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016, Україна*

The paper deals with the optimization synthesis of dwell linkages using different schemes and theoretical methods. The usage of both numerical and analytical methods of kinematic synthesis and developed software allow optimizing mechanisms' parameters to meet different designer's needs.

У приводах робочих органів багатьох технологічних машин часто виникає задача забезпечення зупинки вихідної ланки певної тривалості, під час якої виконуються необхідні технологічні операції (наприклад, в трикотажних машинах – прокладається нитка, в пакувальних – наклеюється етикетка тощо). Для цього можуть бути використані різні типи механізмів, проте в багатьох випадках доцільно використовувати саме важільні механізми, у склад яких входять лише нижчі кінематичні пари, оскільки вони забезпечують більшу надійність, довговічність та навантажувальну здатність. Однак проблема оптимального кінематичного синтезу важільних механізмів для забезпечення заданої тривалості зупинки вихідної ланки, з врахуванням додаткових вимог конструктора, є однією з найскладніших у теорії механізмів і машин.

Сучасне інженерне програмне забезпечення (наприклад SOLIDWORKS, Creo тощо) дозволяє успішно розв'язувати пряму задачу – визначення параметрів вихідної ланки механізму за заданими параметрами кінематичної схеми, проте не дозволяє розв'язувати зворотню – визначати оптимальну структуру та розміри ланок за заданим законом руху вихідної ланки, зокрема за заданою тривалістю та точністю її зупинки. Для розв'язання цієї задачі, як відомо, можна використовувати чисельні методи, проте їх використання є значно ефективнішим в тому

випадку, коли використовувати їх сумісно з аналітичними методами теорії синтезу механізмів. Це дозволяє аналітично визначати межі існування геометричних параметрів механізмів, які забезпечують задані вимоги конструктора, а потім методами чисельної оптимізації остаточно визначати шукані параметри кінематичних схем.

Використовуючи положення кінематичної геометрії нескінченно близьких положень та алгебраїчні методи Чебишева, було розроблено програмне забезпечення для проведення оптимізаційного пошуку параметрів механізмів, що задовольняють як основну вимогу синтезу (тривалість зупинки вихідної ланки α_{Σ}), а також ряд додаткових вимог, наприклад: максимальний хід вихідної ланки S_{\max} , точність зупинки E , довжини ланок механізму, особливості його конструктивного виконання, умови передачі зусиль (мінімальні та максимальні кути передачі μ), кінематичні та силові параметри механізмів тощо. Розроблене програмне забезпечення дозволяє проводити багатокритеріальний оптимізаційний синтез 6-ти та 8-ланкових механізмів із зупинкою вихідної ланки різноманітних структурних схем (на основі кругових та прямолінійно-напрямних шарнірного 4-ланкового та кривошипно-кулісного механізмів), дозволяючи проектувати механізми із зупинкою у широкому діапазоні ($\alpha_{\Sigma} = 10^{\circ} - 300^{\circ}$), з використанням методів кінематичної геометрії на основі усіх відомих особливих точок шатунної площини, а також механізмів Чебишева. Процедура синтезу є наступною: 1) для різних структурних схем, розміри яких змінювались з певним кроком, використовуючи різноманітні теоретичні методи синтезу, сформована база даних механізмів із зупинкою вихідної ланки, що налічує мільйони кінематичних схем; 2) вказуються умови для оптимізації. При цьому зазначаються необхідні параметри, умови та бажані значення. У випадку головної умови вводиться її ваговий коефіцієнт, у випадку бажаної – також вид штрафної функції; 3) здійснюється пошук локальних мінімумів у базі даних, а на основі цих мінімумів – подальший спрямований пошук з метою мінімізації цільової функції. На відміну від відомих методів, такий підхід дозволяє знаходити не тільки локальні оптимальні розв'язки задач синтезу. За результатами пошуку користувач може вибрати структурну схему механізму та оптимальні розміри (кінематичну схему). Для всіх структурних схем розроблені відповідні моделі у САПР SOLIDWORKS, куди автоматично передаються результати синтезу для формування відповідних кінематичних схем, для яких засобами SOLIDWORKS Motion може бути проведений кінематичний та силовий аналіз.