

УДК 515.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОГО МЕХАНІЗМУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СПОСОБІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОЕКЦІЙ

*В. Виходець, к.т.н., І. Ніщенко, к.ф.-м.н., П. Коруняк, к.т.н.,
І. Стукалець, асист.*

Львівський національний аграрний університет

Ключові слова: просторовий механізм, ланка, кривошип, шатун, траєкторія руху, обертова пара, площина проєкцій, горизонтально-проектуюча площина, переміщення, круговий конус.

Проведено дослідження просторового механізму із застосуванням графічних способів перетворення проєкцій. Визначено положення ланок механізму, яке відповідає робочому ходу S ланки A , траєкторії точок D , B та C , залежність переміщення ланки A від повороту кривошипа на кут γ .

Постановка проблеми. Кінематичний аналіз просторових механізмів може бути проведений як аналітичним, так і графічним способом. Будь-яка задача, розв'язана графічно, може бути розв'язана аналітично, але в більшості випадків дослідження просторових механізмів, рівняння залежностей параметрів яких є настільки складними, що унеможливує їх практичне застосування. Поряд з цим застосування графічних методів дослідження плоских та просторових механізмів призводить до достатньої для практичного застосування отриманих результатів точності та можуть бути застосовані до механізмів будь-якої складності.

Однією з задач кінематичного аналізу механізмів є визначення положення ланок механізму в межах одного періоду руху та визначення траєкторії переміщення точок окремих ланок. Визначення траєкторії допомагає виявити картину взаємного розміщення ланок протягом одного періоду руху та намітити контури корпусу машини, що особливо важливо при переміщенні ланок в корпусі, коли є загроза їх взаємозачеплення, яке може призвести до руйнування машини [5, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В багатьох підручниках та посібниках з курсу теорії машин та механізмів в основному розглядаються плоскі важільні механізми, їх структура, графічне визначення положення ланок, розв'язок задач на визначення швидкості, прискорень та ін.

Розгляд структур та проведення кінематичного [6] аналізу просторових механізмів в багатьох підручниках відсутній. Відсутність

перелічених тем пов'язана з тим, що ці теми не входять в робочі програми підготовки спеціалістів з курсу теорії машин і механізмів більшості вищих технічних навчальних закладів. В деяких підручниках [5, 6] розглядається кінематичний аналіз чотириланкових просторових механізмів з нижчими парами аналітичним методом, який не завжди є ефективним та пов'язаний з труднощами розв'язку систем рівнянь.

Постановка завдання. Метою дослідження є застосування графічних способів перетворення проєкцій до розв'язку однієї із задач кінематичного аналізу – визначення положення ланок просторового механізму та траєкторії руху точок окремих ланок при переміщенні робочого органу на відстань S .

Виклад основного матеріалу. Для визначення положення ланок та побудови траєкторії руху точок ланок розглянемо просторовий механізм (рис. 1), який знайшов широке застосування при проектуванні та конструюванні сільськогосподарських збиральних машин [7].

До його складу входять три обертові пари D, C, B , сферична пара E та ланка A , яка здійснює прямолінійний рух [4, 5, 6]. На кінцях ланки BC розміщено два шарніри B та C , осі яких взаємноперпендикулярні. Просторовою ланкою механізму є шатун BE , який здійснює складний рух обертаючись одним кінцем навколо сферичної пари E , яка розташована у фронтальній площині проєкцій π_2 . Ведучою ланкою просторового механізму є кривошип DC , веденою – ніж A . Особливість просторового механізму полягає в тому, що рух з горизонтально-проєктуючої площини α передається у фронтальну площину проєкцій π_2 .

Для визначення положень точок просторового механізму в процесі переміщення ланок застосовуємо спосіб обертання площини α навколо горизонтального сліду h_α до її суміщення з площиною проєкцій π_1 та знайдемо проєкцію механізму в суміщеному положенні [1, 3].

Для проведення кінематичного аналізу механізму задаємось початковим положенням ведучої ланки DC , положенням ланки A в точці 1 та задаємось раніше визначеними лінійними розмірами ланок l_{DC}, l_{CB}, l_{EB} .

Визначимо положення ланок механізму при переміщенні ножа A з точки 1 до точки 2, що дорівнює його ходу S . Просторова ланка EB при переміщенні ножа з точки 1 до точки 2 в кожній точці відрізка 12 буде описувати поверхні прямих кругових конусів, вершини яких знаходяться на відрізку 12, а радіуси основ конусів – у площині α . Висоти конусів змінних радіусів їх основ будуть перпендикулярні до площини α , а твірними конусів буде ланка EB , яка при переміщенні вершин по прямій 12 буде змінювати кут нахилу до площини α .

Кривошип DC та проміжна ланка CB при переміщенні ножа будуть здійснювати обертовий рух в площині α . При переміщенні ланки A точка C

кривошипа буде обертатися в площині α по дузі кола радіуса R_{DC} , який дорівнює довжині кривошипа l_{DC} .

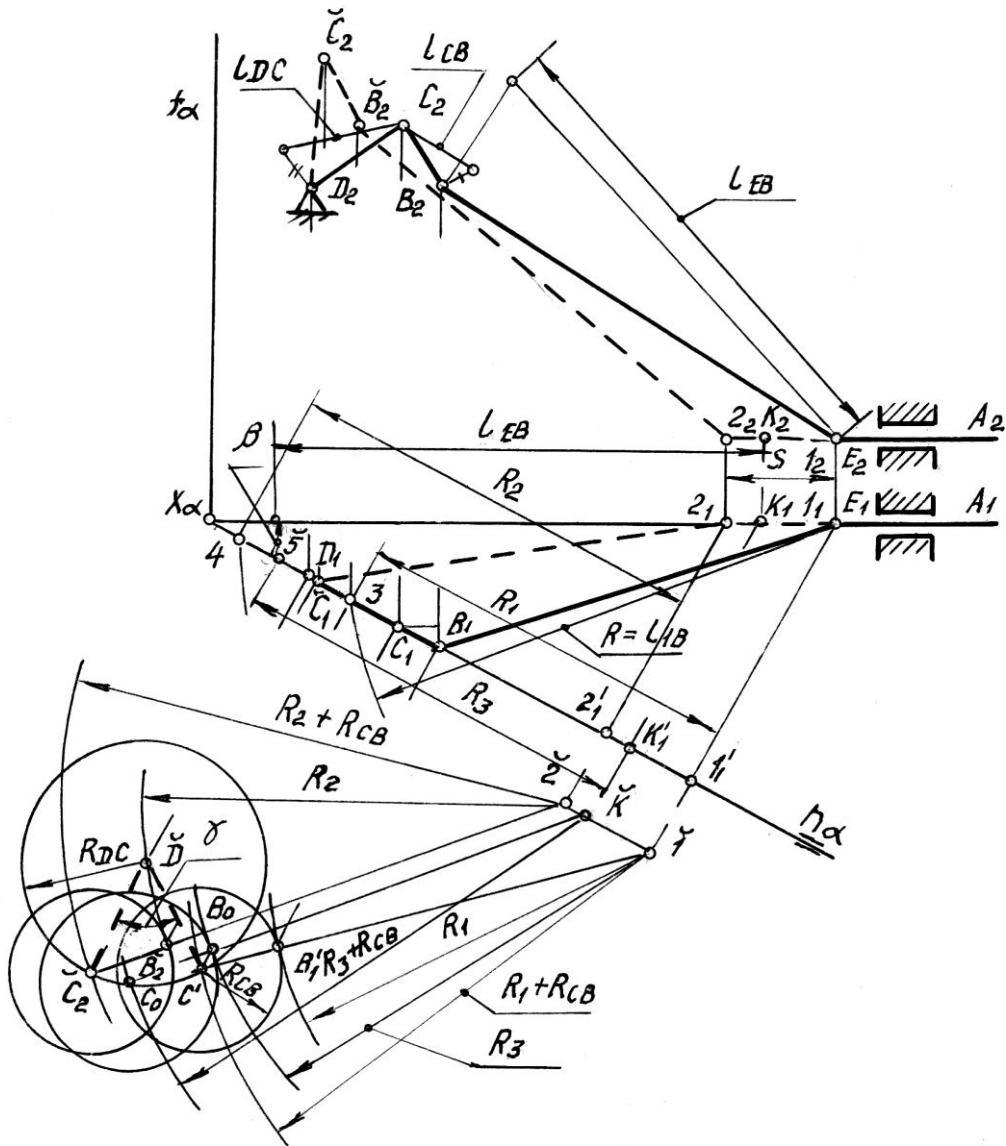


Рис. 1. Схема визначення положення ланок та побудови траєкторії руху точок ланок просторового механізму.

Для визначення радіуса основи конуса з вершиною в точці 1 з точки 1 опускаємо перпендикуляр на горизонтальний слід h_α та знаходимо $1'_1$ –

центр основи кола конуса. Відрізок $1_1 1'_1$ – висота конуса. Радіусом, який дорівнює довжині ланки l_{1B} , проводимо дугу з вершини конуса 1_1 до перетину зі слідом h_α в точці 3. Довжина відрізка $1'_1 3$ буде визначати радіус основи конуса, вершина якого знаходиться в точці 1.

Провівши дугу з центра радіусами R_1 та $R_1 + R_{CB}$ ($R_{CB} = l_{CB}$) знайдемо точку C' на колі та точку B'_1 на проекції шатуна в положенні 1. Точка B шатуна буде переміщатися при абсолютному обертовому русі по колу радіуса $R_{CB} = l_{CB}$. Для визначення положення точки C в крайньому положенні 2 ножа A визначимо величину радіуса R_2 основи конуса з вершиною в точці 2_1 .

Аналогічно до знаходження R_1 з вершини конуса 2_1 радіусом, який дорівнює довжині ланки l_{1B} проводимо дугу до перетину зі слідом h_α та знаходимо точку 4. Величина відрізка $2'_1 4$ буде дорівнювати R_2 – радіусу основи конуса. Провівши дуги радіусом $R_2 + R_{CB}$, знайдемо точку \bar{C}_2 на траєкторії переміщення точки C . З'єднавши \bar{C}_2 з B'_1 , отримаємо точку \bar{B}_2 – точку кінця шатуна при переміщенні ножа з положення 1 до положення 2. З'єднавши знайдені точки \bar{C}_2 та C' з D , знайдемо кут γ оберту кривошипа, який забезпечує переміщення ножа з точки 1 в точку 2.

Для знаходження довільної точки B_0 траєкторії переміщення кінця шатуна BE на прямій 12 беремо точку K та знаходимо радіус R_3 аналогічно до знаходження радіусів R_1 та R_2 . Провівши з вершини конуса K дуги радіусами R_3 та $R_3 + R_{CB}$, знайдемо точку C_0 та точку B_0 , яка буде знаходитись на траєкторії переміщення кінця шатуна в площині α . Зазначеним графічним способом може бути визначена будь-яка кількість точок траєкторії переміщення точки B .

Висновки. Розв'язок однієї із задач кінематичного аналізу є визначення положення ланок та точок окремих ланок при їх переміщенні. Графічні способи перетворення проекцій дають змогу оптимізувати процес проектування та конструювання корпусів машин, до складу яких входять просторові механізми [6].

Графічні способи перетворення проекцій [1-3] при розв'язку задач кінематичного аналізу можуть бути застосовані до механізмів будь-якої складності.

Бібліографічний список.

1. Кузнецов Ю. И. Начертательная геометрия / Ю. И. Кузнецов, Ю. И. Короев – М. : Стройиздат, 1987. – 319 с.

2. Кузнецов Н. С. Начертательная геометрия / Н. С. Кузнецов – М. : Высшшк., 1981. – 262 с.
3. Муравьев М. С. Начертательная и проективная геометрия / М. С. Муравьев – М. : Изд-во геодез. лит., 1960. – 324 с.
4. Зиновьев В. А. Курс теории механизмов и машин/ В. А. Зиновьев – М. : Наука, 1975. –384 с.
5. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский – М. : Наука, 1988. –640 с.
6. Кіницький Я. Т. Короткий курс теорії механізмів і машин/ Я. Т. Кіницький – Львів : Афіша, 2004. –268 с.
7. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, проектирование, испытание / М. Н. Летошнев–М. : Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1955. –764 с.

Vykhodets' V., Nischenko I., Korunyak P., Stukalets I. Study of spatial mechanism using ways to convert projections.

A study of the spatial mechanism using graphical methods transform projections. Outlines the links of the mechanism that matches your course S units A trajectories of points D , B and C , the dependence of displacement level A turn crank on the angle γ .

Key words: spatialmechanism, link, crank, connectingrod, trajectory, rotatingpair, planeprojections, projectinghorizontalplane, moving, circularcone.

Выходец В., Нищенко И., Коруняк П., Стукалец И. Исследование пространственного механизма с применением способов преобразования проекций.

Проведено исследование пространственного механизма с применением графических способов преобразования проекций. Определено положение звеньев механизма, которое соответствует рабочему ходу S звена A , траектории точек D , B и C , зависимость перемещения звена A от поворота кривошипа на угол γ .

Ключевые слова: пространственный механизм, звено, кривошип, шатун, траектория движения, вращающаяся пара, плоскость проекций, горизонтально-проектирующая плоскость, перемещение, круговой конус.