

ГРАФИ СТРУКТУРНИХ ГРУП (ГРУП АССУРА) II ТА III КЛАСІВ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ

Теорія графів – розділ математики, присвячений дослідженню дискретних структур. Механізм, який складається з ланок, з'єднаних в кінематичні пари, і є однією з таких структур. Задача теорії механізмів і машин, в рамках якої розглядають дискретні структури механізмів, називається задачею структурного аналізу механізмів. Розв'язання цієї задачі дає відповідь на наступні запитання: чи є можливим існування такого механізму в принципі; які методи необхідно застосувати при розв'язанні задач кінематичного та силового аналізу; яка існує можливість синтезу інших механізмів з даною структурною схемою. Зазвичай виділення структурних груп та механізму I класу здійснюють на кінематичній схемі механізму, після чого будують структурну схему, як це показано на рис. 1, а та 1, б. Набагато більш компактним і досить інформативним є, на наш погляд, зображення структурної будови механізму у вигляді плоского графу (рис. 1, в), вершинами якого зображують механізм I класу та структурні групи, а ребрами є дозволені відносні рухи ланок різних структурних груп. Жирною лінією виділено вершину, яка зображує механізм I класу та рухи стояка та вхідної ланки відносно ланок структурних груп. Вершини графу мають вигляд кіл, в які вписані номери ланок, що утворюють дану структурну групу або механізм I класу. Граф механізму, показаний на рис. 1, в, є орієнтованим, оскільки механізм утворюється послідовним приєднанням структурних груп.

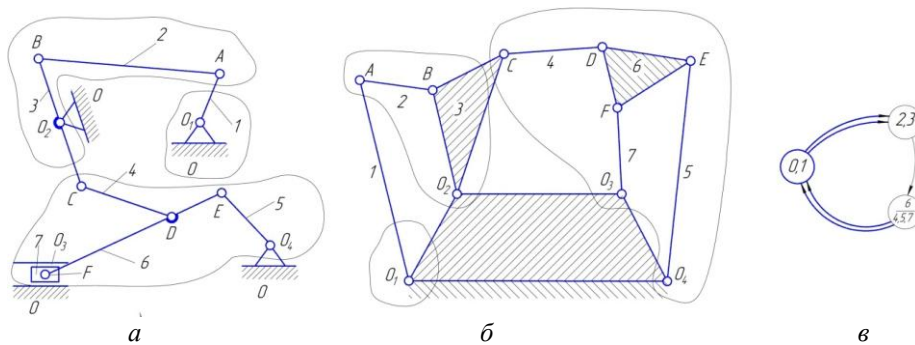


Рис. 1. Структурний аналіз плоского важільного механізму: плоский важільний механізм (рис.а), його структурна схема (б) та його граф (в)

Розглянемо порядок утворення механізму, зображеного на рис. 1, а. До механізму I класу, в першу чергу, в кінематичних парах A і O_2 приєднується структурна група II класу, утворена ланками 2 та 3. На графі механізму (рис. 1, в) це зображено стрілками на кінцях ребер, які з'єднують вершини $(0, 1)$ та $(2, 3)$. Далі приєднуємо структурну групу III класу, яка складається з ланок 4–7. Ця структурна група приєднується до структурної групи $(2, 3)$ в кінематичній парі C , що показано стрілкою, якою закінчується ребро, що з'єднує вершини $(2, 3)$ та $(6/4, 5, 7)$. Приєднання структурної групи III класу до стояка в кінематичних парах O_3 та O_4 показано двома ребрами зі стрілками, які закінчуються в вершині $(0, 1)$. Звичайно, зображений порядок приєднання структурної групи III класу не означає, що вона приєднується спочатку до структурної групи $(2, 3)$, а лише після цього – до механізму I класу $(0, 1)$. В дійсності структурна група III класу буде приєднуватись одночасно до механізму I класу та до структурної групи II класу. Показані стрілки на кінцях ребер, що з'єднують структурну групу III класу та механізм I класу, показують лише неможливість приєднання до механізму I класу структурної групи III класу раніше за структурної групи II класу. Тобто, оскільки будь-яка структурна група приєднується всіма ланками, що утворюють кінематичні пари з іншими ланками механізму одночасно, то вказані стрілки не суперечать дійсності.

Таким чином, даний граф містить всю необхідну інформацію про структуру механізму, за виключенням, можливо, відомостей про саму структурну групу. Очевидно, останню також можна представити у вигляді графу, в якому вершинами будуть ланки, а ребрами – дозволені відносні рухи ланок. Найбільш поширеними в сучасних плоских механізмах є структурні групи II класу. Розглянемо їх основні типи та відповідний граф. На рис. 2, а представлено структурні групи II класу, які використовуються відповідно у кривошипно-шатунному, кривошипно-повзунковому та кулісному механізмах. На графі механізму кожна структурна група буде показана як вершина у вигляді кола, від якого виходять два ребра, що означають дозволені рухи кожної з ланок групи відносно нерухомої (стояка) та рухомої (вхідної) ланок. В середині кола записують через кому номери ланок, що утворюють дану структурну групу (рис. 1, в та 2, в). Кожній з цих структурних

груп буде відповідати один граф, який показано на рис. 2, в. Дві вершини у вигляді кіл відповідають ланкам структурної групи, а ребро між ними – дозволений відносний рух цих ланок.

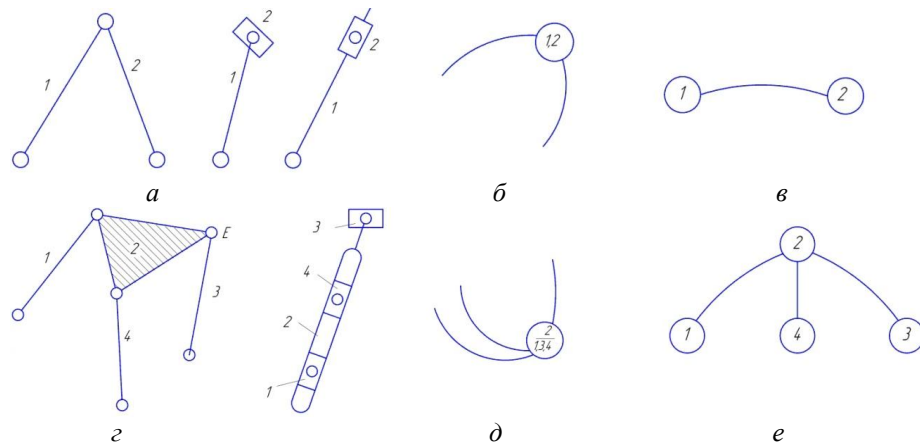


Рис. 2. Графи структурних груп: конструктивне виконання структурних груп II (а) та III (г) класів, зображення структурних груп II та III класу на графі механізму (відповідно б і д), графи структурних груп II (в) та III класу (в, е)

Більш складними, як з точки зору структурного аналізу, так і особливо з точки зору кінематичного та силового розрахунків, є структурні групи III класів, два типи яких показано на рис. 2, г. В обох випадках ланка 2 є базовою, тобто вона утворює три кінематичні пари V класу з іншими трьома ланками. На графі механізму така структурна група показана у вигляді кола, від якої відходить три ребра, що характеризують можливі рухи трьох небазових ланок даної структурної групи відносно інших ланок механізму (рис. 2, д). Граф структурної групи III класу представлено на рис. 2, е. Як видно, він представляє собою три вершини, одна з яких, що відповідає ланці 2, зв'язана з іншими трьома ланками ребрами, які представляють рухи базової ланки відносно трьох інших ланок структурної групи. Ребра, які б зв'язували ці три вершини, відсутні, оскільки відповідні ланки утворюють кінематичні пари тільки з іншими ланками механізму. Більше того, очевидно, що існування ребер між трьома вершинами, які зображують небазові ланки структурної групи III класу, є неможливим, оскільки в протилежному випадку замість кінематичного ланцюга з чотирьох ланок утворюється одна жорстка ланка. На відміну від графу механізму, граф структурної групи не є орієнтованим, оскільки вона є окремою структурною одиницею, яка приєднується до механізму всіма небазовими ланками одночасно.