

УДК 62-529, 677.055, 687.053

Дворжак В. М., канд. техн. наук, доцент  
Київський національний університет технологій та дизайну, v\_dvorjak@ukr.net

### КОМП'ЮТЕРНА СИМУЛЯЦІЯ МАНІПУЛЯТОРА

У промисловості використовують різні типи маніпуляторів, такі як пневматичні, електричні, гідравлічні або сервоприводні, які управляються за допомогою мікропроцесорних контролерів. Маніпулятори можуть бути використані в різних операціях в легкій промисловості для автоматизації процесу виробництва: розкרוювання матеріалів, зшивання матеріалів, нанесення маркування на готові вироби, такі як логотипи, розміри тощо, виконання складних швів, таких як кишені, згини та інші складні деталі, упакування готової продукції у коробки або пакети. Використання маніпуляторів дозволяє підвищити швидкість та точність процесу виробництва, що впливає на продуктивність та якість виробництва, зменшити відходи та помилки, а також знизити витрати на оплату праці.

На кафедрі механічної інженерії Київського національного університету технологій та дизайну розроблена 3D-модель маніпулятора (рис. 1, а), керованого за допомогою мікропроцесорних контролерів [1, 2]. Маніпулятор має три ступені вільності і складається з поворотної платформи (на рис. 1 не показано), яка повертається навколо вертикальної осі, та 8-ми рухомих ланок, які з'єднано між собою, утворюючи обертальні кінематичні пари  $P_i$ . До платформи приєднано дві ведучі ланки 1 і 4 та одну ведену ланку 3, які здійснюють коливальні рухи. Ланка 7 в маніпуляторі виконує функції тримача виконавчого (робочого) органу, який може рухатися разом з ланкою 7 або відносно неї залежно від конструкції, здійснюючи регіональні рухи (переміщення ланки 7 в діапазоні робочого простору) та локальні рухи (орієнтація робочого органу в зоні робочого простору).

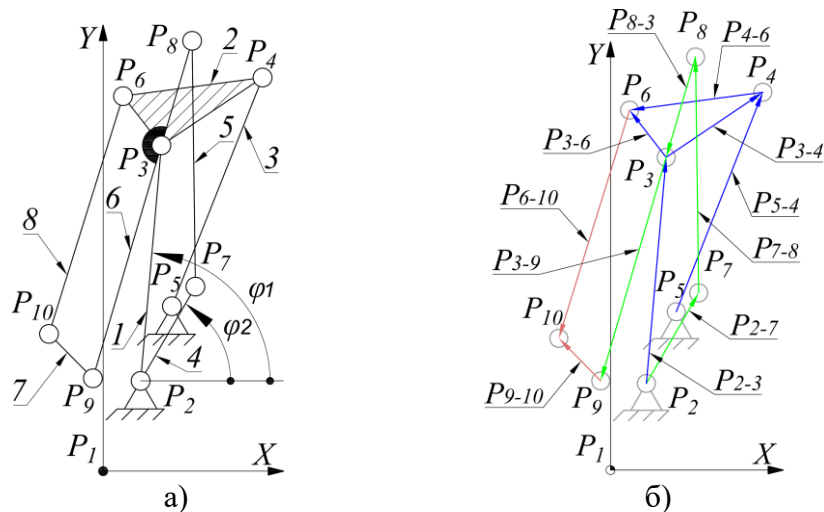


Рис. 1 – Схеми маніпулятора: а) – структурна; б) – векторна

За своєю структурою маніпулятор є плоским механізмом другого класу за класифікацією Асура з двома ведучими ланками (якщо не враховувати рух платформи). Функції положення маніпулятора визначені в роботі [1] на основі апарату векторної алгебри методом векторного перетворення координат [3]. Для цього ланки маніпулятора представлені у вигляді вільних векторів (рис. 1, б), а його характерні точки (центри кінематичних пар ланок) – у вигляді радіус векторів з початком у точці  $P_1$ . За отриманими математичними моделями маніпулятора побудовано комп'ютерну модель в Mathcad, завдяки якій досліджені різні аспекти його роботи та поведінки, зокрема і кінематичні обмеження маніпулятора, які передбачають перевірку можливості досягнення певної точки

в просторі, визначення максимальних та мінімальних значень кутів повороту ланок. На графіках візуалізації в Mathcad маніпулятора (рис. 2) позначено простір (зони простору позначено «x»), де маніпулятор може здійснювати потрібні рухи і дії та декотрі варіанти траєкторій характерних точок рухомих ланок маніпулятора залежно від кутів встановлення ведучих ланок 1 та 2, величини їхнього ходу та швидкості досягнення крайнього положення. Розрахунок зони обслуговування дозволяє забезпечити максимальну ефективність маніпулятора в заданому обсязі робіт, попередньо виявити можливі проблеми з обмеженнями руху та вжити необхідні заходи для їх вирішення.

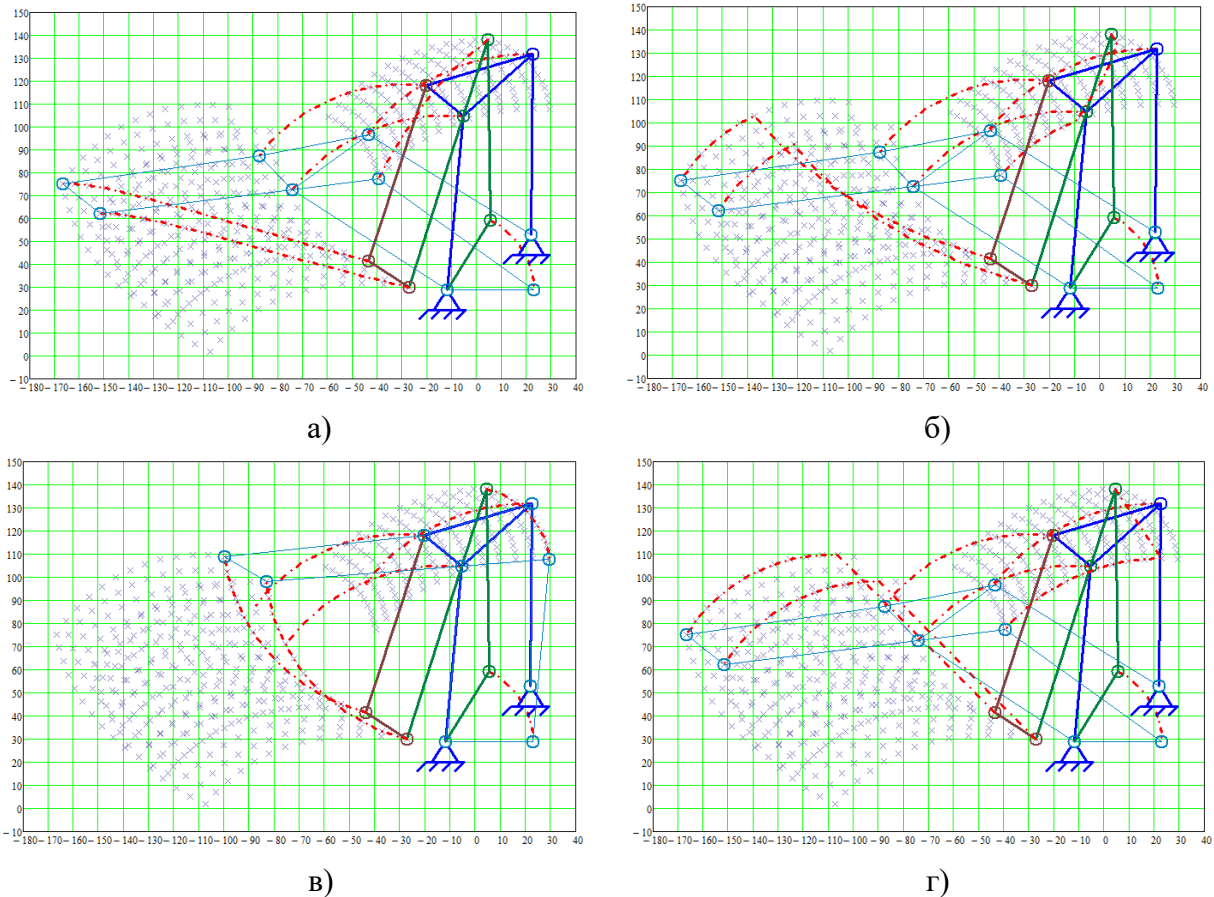


Рис. 2 – Графіки візуалізації в Mathcad маніпулятора

Таким чином, комп'ютерна модель маніпулятора в Mathcad дозволяє досліджувати різні характеристики маніпулятора, що дозволяє оптимізувати його роботу та покращити ефективність процесу взаємодії з об'єктом.

#### Список посилань

1. Дворжак В. М. Кінематика 3D маніпулятора з ручним керуванням / В. М. Дворжак, Б. В. Орловський, В. М. Попов // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг: тези доповідей V-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (4 листопада 2021 р., м. Київ). – Київ : КНУТД, 2021. – С. 45-46.
2. Орловський Б. В. Синтез мехатронної системи керування маніпулятором з ручним керуванням / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, В. М. Попов // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг: тези доповідей V-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (4 листопада 2021 р., м. Київ). – Київ : КНУТД, 2021. – С. 49-50.
3. Дворжак В. М. Схемотехнічне моделювання кінематичних схем маніпуляторів промислових роботів / В. М. Дворжак // Актуальні проблеми інженерної механіки : тези доповідей 5-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (22-25 травня 2018 р., м. Одеса). – Одеса : ОДАБА, 2018. – С. 77-79.