

УДК 621.7.014

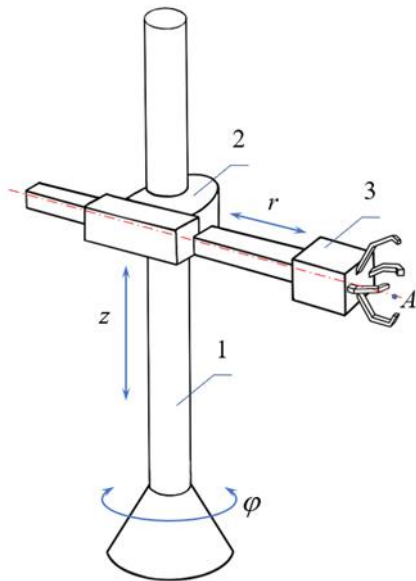
**АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВЕЛИЧИНИ РУШІЙНИХ
СИЛ ТА МОМЕНТІВ ЦИЛІНДРИЧНОГО МАНІПУЛЯТОРА****О. Ю. Кладова, В. О. Чайка***Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Рис. 1

Однією з важливих задач робототехніки є визначення рушійних сил та моментів маніпуляторів, що необхідно для правильного вибору приводів, які забезпечують рухомість механічної системи робота.

Об'єктом аналізу є рушійні сили і моменти (далі, узагальнені сили) у кінематичних парах маніпулятора, що працює у циліндричній системі координат (рис. 1). Для спрощення розрахунків припущено, що центр ваги вантажу знаходиться на вісі ланки 3, точка А на рис. 1. Траєкторія та закон $v_A(t)$ руху робочого органу маніпулятора розглядається заданими. Зворотна задача кінематики з визначення рухів окремих ланок механізму розв'язана аналітично. Узагальнені сили визначено за допомогою рівнянь Лагранжу

другого роду

$$\begin{cases} I_{Oz}\ddot{\varphi} + 2m_3(r - l_{AC_3})\dot{r}\dot{\varphi} + 2m_1r\dot{r}\dot{\varphi} = Q_1, \\ (m_2 + m_3 + m_1)\ddot{z} + (m_2 + m_3 + m_1)g = Q_2, \\ (m_3 + m_1)\ddot{r} - m_3(r - l_{AC_3})\dot{\varphi}^2 - m_1r\dot{\varphi}^2 = Q_3. \end{cases} \quad (1)$$

де $q_1 = \varphi$; $q_2 = z$; $q_3 = r$.

На першому етапі розв'язання силами тертя знехтувано, а отримані методом кінетостатики реакції в кінематичних парах використано для другого етапу розв'язання вже з урахуванням сил тертя ковзання. Модель реалізовано у пакеті MathCad.

Для окремих задач отримано залежності узагальнених сил від часу. На рис. 2 показано узагальнені сили та координати, яким вони відповідають, за умови, що маса вантажа $m_1 = 450$ кг, маса третьої ланки $m_3 = 340$ кг: а) горизонтальна координата r робочого органу та рушійна сила Q_3 , Н, що діє на ланку 3, б) кут оберту φ і рушійний момент $Q_1 = M_1$, Нм, що забезпечує обертання ланок 2 та 3.

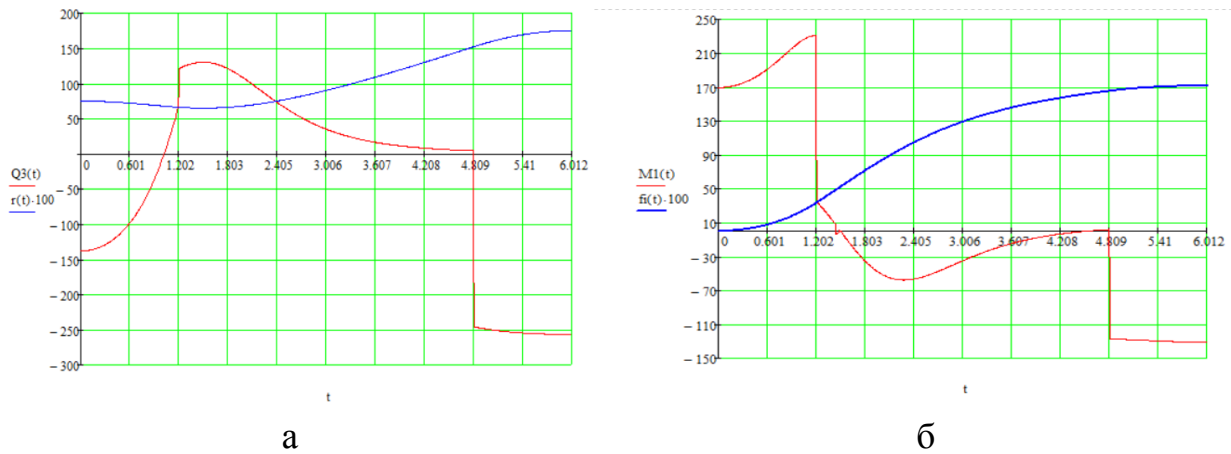


Рис. 2.

На рис. 3 показано, як впливає урахування сил тертя, коефіцієнт тертя в кінематичній парі 2-3 $\mu = 0,1$, на рушійну силу Q_3 , що діє на третю ланку: тонка суцільна лінія – розрахунок без тертя, товста лінія – з тертям. Додатково на рис. 3 пунктирною лінією показано збільшену в разів швидкість відносного руху ланки 3. Як бачимо саме сили тертя значною мірою визначають цю рушійну силу.

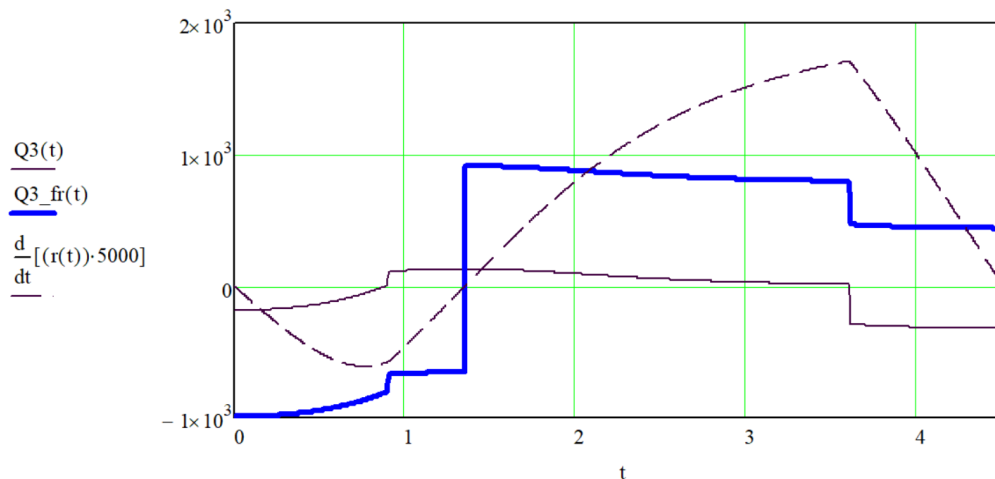


Рис. 3.

Результати дозволяють обґрунтовано обрати двигуни приводів ланок. Математична модель може бути використана також для вибору траєкторії руху вантажу, що є оптимальною з точки зору навантаження на механізм.

Той факт, що зворотна задача кінематики для цього маніпулятора розв'язується аналітично і однозначно, дозволяє використовувати розроблену математичну модель для тестування загального програмного комплексу, що аналізує кінематику і динаміку будь-якого маніпулятора з трьома ступенями вільності.

Аналіз отриманих результатів дозволяє поставити задачі подальшого вдосконалення математичної моделі:

1. Додати можливість враховувати вантаж як тверде тіло, а ні як матеріальну точку.
2. Включити в модель демпфіруючі елементи, що забезпечують затухання коливань, що можуть виникати під час руху.