

УЧ ЗВЕНОЛИ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР ДИНАМИКАСИ

Носиров М.И., Мусабоев Б.А., Содикова Г.Я. Разакова Л.

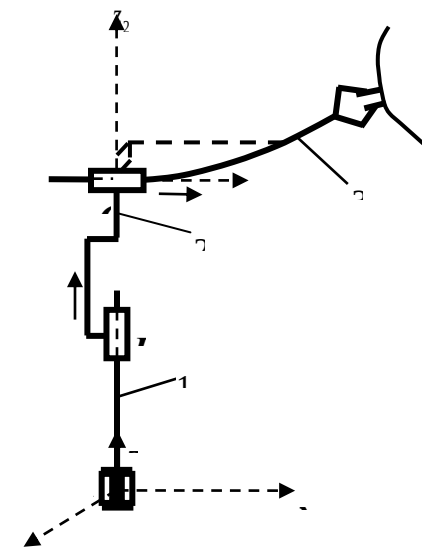
Тошкент Кимё-технология институти

Манипуляторнинг динамик моделини асосий звеноларини эластиклигини эътибор олиб куриш, узатадиган звеноларнинг эластиклигини ҳисобга олиб [1] ҳисоблашдан кўра анча мураккабдир. Бунда асосий звеноларнинг фазовий ҳаракати назарда тутилади. Шунинг учун, аввало, соддалик учун манипуляторга берилган сирт устидаги чизик бўйича ҳаракатланадиган эластик звеносини қараб чиқамиз[2].

Цилиндрик координаталар системасида ҳаракат қиладиган,

А II $\check{C} \perp \check{C}$ типдаги (1-шакл) асосий звеноларидан 3-қўли эластик бўлган манипуляторнинг динамик тенгламасини келтириб чиқарамиз.

Манипулятор (1) сирт сиртни текислик билан кесишишидан ҳосил бўлган чизик бўйича ҳаракат қилсин.



$$\begin{cases} z - c = 0 \\ \frac{x^2}{p^2} + \frac{y^2}{q^2} = 2pz \end{cases} \quad (1)$$

Бизнинг ҳолимиз учун $p = q$ ва $c = \text{const}$ тенг. Қараётган 3-звеноли манипуляторимиз қўлининг массалар маркази деформация натижасида f_y ва f_z масофага силжийди, яъни

массалар марказининг умумий кўчиши $S_3 + f_y$ ва $S_3 + f_z$ га тенг бўлади. Бундан ташқари манипулятор ҳаракатини $S_3(t), \varphi(t), S_2(t)$ координаталр орқали текширамиз.

Агар цилиндрнк координаталар системасига ўтсак, яъни

$$\begin{cases} y = (S_3 + f_y) \sin^2 \varphi \cos \varphi_2 \\ x = (S_3 + f_y) \sin^2 \varphi \cos \varphi_2 \\ z = (S_3 + f_z) + c \end{cases} \quad (2)$$

У ҳолда,

$$\begin{cases} (S_3 + f_y)^2 \sin^2 \varphi + 2p^2 (S_2 + f_z) = 0 \\ (S_3 + f_y) \cos \varphi - c = 0 \end{cases} \quad (3)$$

(3) дан вақт бўйича ҳосила олсак,

$$\begin{cases} 2(S_3 + f_y)(\dot{S}_3 + \dot{f}_y)\sin^2 \varphi + 2(S_3 + f_y)^2 \sin \varphi \cos \varphi + 2p^2(\dot{S}_3 + \dot{f}_z) = 0 \\ (\dot{S}_3 + \dot{f}_y)\cos \varphi - (S_3 + f_y)\dot{\varphi}\sin \varphi = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Энди ҳосилаларга нисбатан икки ўзгарувчини қолган учтаси орқали ифодалаш учун ўзгарувчиларни ажратиб оламиз:

$$\begin{aligned} \dot{\varphi} &= \frac{\cos \varphi}{(S_3 + f_y)\sin \varphi} \dot{S}_3 + \frac{\cos \varphi}{(S_3 + f_y)\sin \varphi} \dot{f}_y \\ \dot{f}_z &= \frac{1}{p^2}(S_3 + f_y)\dot{S}_3 + \frac{1}{p^2}(S_3 + f_y)\dot{f}_y - \dot{S}_2 \end{aligned}$$

Манипуляторнинг 3-звеносининг массалар маркази C_3 нуқтага тўпланган ва 3-звенони худди стерженни эгилиши каби деформацияланади деб фараз қиламиз. Кўпинча эгилувчан звенолар бундай турдаги механизмларнинг 3-звеносида жойлашган бўлади. Қўлнинг кўчишидаги ҳаракати учун динамик тенгламасини тузилади. Дифференциал тенгламани тузиш учун М.Ф.Шульгин операторидан фойдаланилади [3].

Манипуляторнинг(1-шакл) кинетик энергиясини ҳисоблаймиз. 1-звенонинг кинетик энергияси $T_1 = 1/2 J_{z_1} \dot{\varphi}_1^2$, 2-звенонинг кинетик энергияси $T_2 = 1/2 J_{z_2} \dot{\varphi}_1^2 + 1/2 m_2 \dot{S}_2^2$, 3-звенонинг кинетик энергиясини Кёниг теоремасига кўра $T_3 = T'_3 + T''_3$ ўринли бўлади. Бу ерда, T'_3 -илгариланма ҳаракатланаётган 3-звено масса марказининг кинетик энергияси, T''_3 массалар маркази атрофида айланма ҳаракатдан ҳосил бўладиган кинетик энергия. T''_3 кинетик энергияни f_y ва f_z кўчишларни ҳисобга олган ҳолда аниқлаймиз. У ҳолда,

$$T'_3 = 1/2 m_3 V_{C_3}^2 = 1/2 m_3 \left[(\dot{S}_2 + \dot{f}_z)^2 + \dot{S}_3^2 + (\dot{\varphi}_1 S_3 + \dot{f}_y)^2 \right]$$

Массалар марказининг айланма ҳаракат кинетик энергияси

$$T''_3 = 1/2 J_{z_3} \dot{\varphi}_1^2$$

Қўлнинг деформацияланишдаги потенциал энергияси

$$\Pi = 1/2 c f^2 = 1/2 c (f_z^2 + f_y^2)$$

бу ерда, $c = 3EI/S_3^3$ 3-звено эгилишидаги бикрлик. Ҳаракат дифференциал тенгламаси тузилган. Сўнгра робот-манипулятор ҳаракати устуворлиги тадқиқ қилинган.

ҲОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Кулешов В.А., Лакота М.С. Управления движения робота-манипулятора. 1978г.
2. Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционные роботы. -М.: Наука. 1989. -368 с.
3. Шульгин М.Ф. О некоторых дифференциальных уравнениях аналитической динамики и их интегрировании. Т.: САГУ, 1958. - 183 с.