

## КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ БЕЗКАНАТНОЇ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ ФРИКЦІЙНОГО ТИПУ

*Молчанов А.О., Казанчан А.К.,  
Херсонський державний морський інститут*

*Визначено залежності лінійних переміщень характерних точок у горизонтальній і вертикальній площинах і кутових параметрів між елементами механізму переміщення підйомно-транспортної установки фрикційного типу у процесі вимушеної зміни компоновки елементів цього механізму.*

*Ключові слова: кінематика переміщення, геометричні параметри, вертикальні направляючі, тягові ролики, фрикційний тип.*

**Вступ.** У роботах [1, 2] запропоновано альтернативне інженерне вирішення конструкції безканатного фрикційного ліфта і наведені дослідження щодо вертикальної стійкості його руху.

Зміна геометричної конфігурації механізму переміщення відбувається як при русі по вертикалі, так і в періоди переходу від вертикального (горизонтального) до горизонтального (вертикального) руху. У першому випадку це обумовлено можливим прогином або неточністю монтажу вертикальних направляючих, а також зносом тягових роликів і направляючих. У другому – викликано необхідністю виведення (введення) верхніх тягових роликів з вертикальних направляючих при переході до горизонтального руху.

Зміна геометричної конфігурації механізму переміщення спричиняє за собою зсув центру ваги вантажу, що транспортується, і цим викликає коливання системи, здатне істотно вплинути як на режим руху установки, так і на умови і характер навантаження направляючих.

**Актуальність дослідження.** У зв'язку з цим розгляд кінематики механізму переміщення представляє інтерес у якості завдання, що передуює розв'язанню питання динаміки руху установки. З іншого боку, розгляд кінематики дозволяє визначити основні співвідношення геометричних параметрів системи, що необхідні при компоновці її елементів.

**Постановка задачі.** За умови відсутності вертикального перекосу і симетричності системи встановимо взаємозв'язки переміщень характерних точок (рис. 1) для граничних умов, що визначаються доцільністю загальної компоновки механізму.

**Викладення основного матеріалу.** Нехай нам задані довжина ланки  $l$  і кут  $\beta$  розчину механізму (рис. 1), що складається з чотирьох ланок. При цьому прийнято, що

$$AD = DC = CH = HA = l; \quad AB = AE.$$

Необхідно визначити переміщення  $\nu$ ,  $\delta$ ,  $\rho$ ,  $\varepsilon$  і кути  $\beta'_1$ ,  $\beta_1$ .

З  $\Delta ABC$  виходить, що

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{AB}{BC}, \quad (1)$$

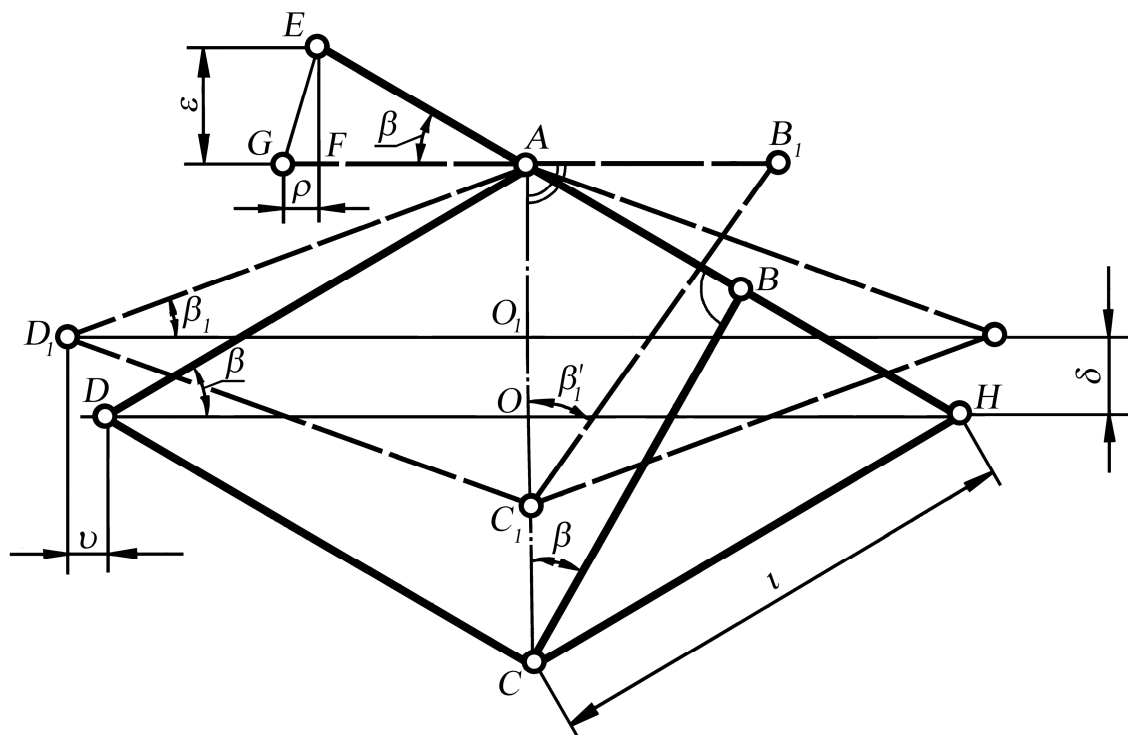


Рисунок 1 – Кінематика механізму переміщення

а з  $\Delta A_1B_1C_1$  знаходимо

$$\sin \beta'_1 = \frac{AB_1}{B_1C_1}. \quad (2)$$

Суцільною лінією позначено положення механізму під час руху у вертикальній площині; штриховою – положення механізму під час руху по горизонталі або прогин вертикальних направляючих.

Але  $AB = AB_1$  і  $BC = B_1C_1$ , отже, згідно з виразами (1) і (2) можна записати наступну рівність:

$$\sin \beta'_1 = \operatorname{tg}\beta. \quad (3)$$

Враховуючи, що  $AC_1 = 2 AO_1$  і  $BC_1 = BC$ , з  $\Delta A_1B_1C_1$  визначаємо:

$$AO_1 = \frac{BC \cdot \cos \beta_1'}{2}, \quad (4)$$

а з  $\Delta AO_1D$  при співвідношенні  $AD_1 = AD = l$  знаходимо

$$AO_1 = l \cdot \sin \beta_1. \quad (5)$$

Підставляючи до рівностей (4) и (5) вираз (3), отримаємо

$$\sin \beta_1 = \frac{BC \cdot \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \beta}}{2l}. \quad (6)$$

Оскільки  $AC = 2 AO$ , з  $\Delta ABC$  визначаємо:

$$BC = 2AO \cdot \cos \beta. \quad (7)$$

Але з  $\Delta AOD$  витікає, що

$$AO = l \cdot \sin \beta, \quad (8)$$

тоді

$$BC = 2l \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta. \quad (9)$$

Підставляючи вираз (9) до формули (6), отримаємо:

$$\sin \beta_1 = \sin \beta \cdot \cos \beta \cdot \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \beta} \quad (10)$$

З рисунку 1 випливає, що

$$v = DO_1 - DO. \quad (11)$$

З  $\Delta AOD$  визначаємо

$$DO = l \cdot \cos \beta, \quad (12)$$

а з  $\Delta AO_1D_1$  визначаємо

$$DO_1 = l \cdot \cos \beta_1. \quad (13)$$

З урахуванням формул (12) і (13) вираз (11) прийме вигляд:

$$v = l \cdot (\cos \beta_1 - \cos \beta), \quad (14)$$

а після підстановки виразу (10) і деяких перетворень отримаємо:

$$v = l \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta \cdot \sin^2 \beta \cdot (1 - \operatorname{tg}^2 \beta)} - \cos \beta. \quad (15)$$

Як видно з рисунку 1

$$\delta = AO - AO_1. \quad (16)$$

З урахуванням виразів (5), (10), (8) вираз (16) можна записати у вигляді:

$$\delta = l \cdot \sin \beta \cdot \left(1 - \cos \beta \cdot \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \beta}\right). \quad (17)$$

З  $\Delta AEF$  випливає, що

$$\varepsilon = AB \cdot \sin \beta, \quad (18)$$

а з  $\Delta ABC$ :

$$AB = 2AO \cdot \sin \beta. \quad (19)$$

Підставляючи вирази (8) і (19) до формули (18), отримаємо:

$$\varepsilon = 2l \cdot \sin^3 \beta. \quad (20)$$

З рисунку 1 наочно видно, що

$$\rho = GF = GA - FA, \quad (21)$$

де  $GA = AB$ , а з урахуванням виразів (8) і (19) запишемо:

$$AB = 2l \cdot \sin^2 \beta, \quad (22)$$

а з  $\Delta AEF$  визначаємо:

$$FA = \sqrt{EA^2 - EF^2}, \quad (23)$$

де  $EF = \varepsilon$ , що визначається з виразу (20), а  $EA = AB$  – з виразу (21). З урахуванням формул (22) і (23) вираз (21) прийме вигляд:

$$\rho = 2l \cdot \sin^2 \beta \cdot (1 - \cos \beta). \quad (24)$$

**Висновок.** Вирази (3), (10), (16), (17), (20), (24) дозволяють визначити лінійні зміщення характерних точок (установки тягових роликів з'єднання вантажонесучого органу і механізму переміщення) в горизонтальній і вертикальній площинах, а також зміни кутових параметрів між елементами механізму переміщення при вимушеному умовами роботи або обумовленому принципом дії зміні геометричної компоновки елементів механізму переміщення даної універсальної підйомно-транспортної установки фрикційного типу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Молчанов А.О., Казанчан А.К., Кузнєцов Ю.М. Вибір раціональної структури механізму пересування безканатного ліфту // Науковий вісник ХДМІ. – 2009. – № 1(1). – С. 199-203.

2. Молчанов А.А., Казанчан А.К. Щодо вертикальної стійкості руху безканатного фрикційного ліфту // Науковий вісник ХДМІ. – 2010. – №2(3).

**Молчанов А.А., Казанчан А.К. КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БЕСКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ ФРИКЦИОННОГО ТИПА**

*Определены зависимости линейных смещений характерных точек в горизонтальной и вертикальной плоскостях и угловых параметров между элементами механизма перемещения подъемно-транспортной установки фрикционного типа в процессе вынужденного изменения компоновки элементов этого механизма.*

*Ключевые слова: кинематика перемещения, геометрические параметры, вертикальные направляющие, тяговые ролики, фрикционный тип.*

**Molchanov A.A., Kazanchan A.K. KINEMATICS OF THE DEVICE FOR MOVING LIFTING AND TRANSPORTATION UNIT OF FRICTION TYPE**

*Dependence of linear displacements of characteristic points in horizontal and vertical levels and angular parameters between the elements of device for moving lifting and – transportation unit of friction type in the process of forced change in arranging the elements of the device is defined.*

*Key words: kinematics of motion, geometrical parameters, vertical sending, hauling rollers, friction type.*