

Складний рух точки

(тема 1.2.3)

План

1. Основні відомості про складний рух
2. Види швидкостей та їх формули

Досі розглядався рух точки відносно однієї системи координат, яку вважали нерухомою. Проте все навколо перебуває у неперервному русі, а нерухомій системі координат насправді не існує. Тому нерідко доводиться розглядати рух точок одночасно відносно двох систем відліку, одну з яких умовно приймають нерухомою, а друга певним способом рухається відносно першої. У такому випадку рух точки називають складним.

Рух точки відносно нерухомої системи координат називають **абсолютним**. Рух точки відносно рухомої системи координат називають **відносним**. Рух рухомої системи координат відносно нерухомої називають **переносним**. Абсолютний рух точки складний, він містить у собі відносний і переносний рухи.

Поясимо це за допомогою рис. 11.1. Нехай xOy — рухома система координат, яка переміщується в площині рисунка рівномірно поступально вздовж осі x ; точка A рівномірно переміщується вгору по осі y . Якщо рух буде лише відносним, то точка перейде з положення A в положення A_1 . Якщо ж рух буде лише переносним, то точка з положення A перейде в положення A_2 . А коли одночасно відбуватимуться від

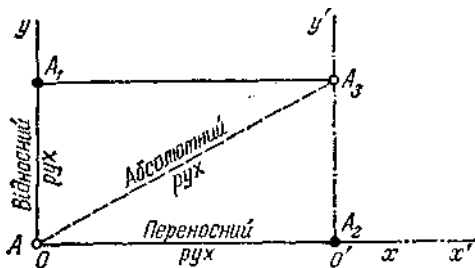


Рис. 11.1

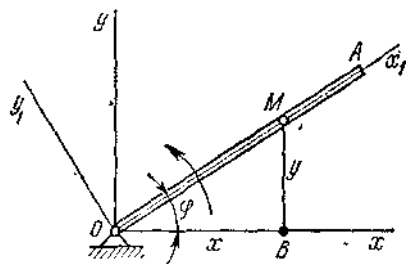


Рис. 11.2

носний і переносний рухи, то точка за той самий проміжок часу перейде з положення A в положення A_3 .

Зважаючи на означення переносного і відносного рухів, а також на розглянутий приклад, можна вибрати такий метод вивчення цих рухів. Якщо треба вивчити відносний рух точки, то потрібно уявно зупинити переносний рух, а коли доводиться вивчати переносний рух, то потрібно уявно зупинити відносний рух.

Швидкість точки в абсолютному русі називають абсолютною, швидкість точки у відносному русі називають відотною. Швидкість розглядуваної точки, уявно закріпленої у даний момент на рухомій системі координат, називають переносною. Зв'язок між цими швидкостями визначається теоремою про додавання швидкостей.

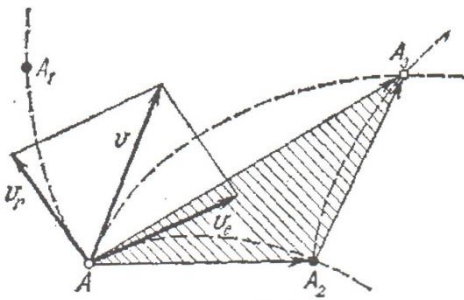


Рис. 11.3

Теорема. Абсолютна швидкість точки дорівнює векторній сумі відносної і переносної швидкостей.

Нехай за час Δt точка перейшла з положення A в положення A_3 , рухаючись по траєкторії абсолютного руху, тобто по дузі AA_3 (рис. 11.3). Коли б рух був лише відносним, то точка перейшла б у положення A_1 ; а коли б рух був лише переносним, то точка перейшла б у положення A_2 . Можна уявити, що точка з A перейшла в положення A_3 , рухаючись спочатку лише по траєкторії переносного руху (дуга AA_2), а потім лише по траєкторії відносного руху (дуга A_2A_3 , яка дорівнює дузі AA_1). Сполучивши точки A , A_2 і A_3 хордами, дістанемо таку залежність між векторами зміщень точки A :

$$AA_3 = AA_2 + A_2A_3$$

Поділимо всі члени рівностей на Δt і перейдемо до границі, коли Δt прямує до нуля,

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{AA_3}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{AA_2}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{A_2A_3}{\Delta t}$$

Звідси

$$v = v_e + v_r$$

де V — вектор абсолютної швидкості; v_e — вектор переносної швидкості; v_r — вектор відносної швидкості. Теорему доведено.

Приклад 11.2. Стержень OA (рис. 11.4) обертається у площині рисунка навколо нерухомої точки O за законом $\varphi = t^2$. По стержню рівноприскорено рухається повзун M ,

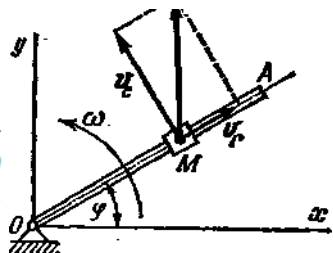


Рис. 11.4

віддаляючись від точки О. Рух повзуна визначається рівнянням

$$s = OM = 2 + 2t$$

(v — в м, t — в с). Знайти абсолютну швидкість повзуна в момент $t = 1$ с.

Розв'язання. Візьмемо нерухому систему координат xOy , рухомою системою вважатимемо стержень. Тоді відносним буде рух повзуна М по стержню. Тому відносна швидкість

$$\text{напряmlена вздовж стержня і дорівнює } v_r = \frac{ds}{dt} = 4t,$$

У момент $t = 1$ с відносна швидкість за модулем дорівнюватиме $V_r = 4$ м/с.

Переносним буде обертальний рух стержня OA з уявно закріпленням на ньому в даний момент повзуном, тому переносна швидкість v_e повзуна напрямлена перпендикулярно до стержня, а її величина визначається формулою

$$v_e = \omega \times OM = d\varphi/dt \cdot OM$$

$$\text{Оскільки } OM = s = 2 + 2t^2 \text{ а } d\varphi/dt = 2t \quad \text{то}$$

$$v_e = 2t(2 + 2t^2).$$

Приймаючи $t = 1$ с, знайдемо $v_e = 8$ м/с. Через те що відносна і переносна швидкості взаємно перпендикулярні, а за теоремою про додавання швидкостей $V = v_r + v_e$ то

$$V = \sqrt{v_e^2 + v_r^2}$$

Підставивши значення швидкостей при $t = 1$ с, знайдемо

$$V = \sqrt{v_e^2 + v_r^2} = \sqrt{4^2 + 8^2} = 8.94 \text{ м/с}$$

Питання для самоконтролю

1. Який рух називається складним?
2. Види складного руху.
3. Формула абсолютної швидкості.