

Додавання сил

План

1. Способи додавання сил.
2. Вибір осей координат.

Мета роботи: Вивчити способи додавання сил.

Опорний конспект

Припустимо, що до твердого тіла в точках A, B, C, D включені сили F_1, F_2, F_3, F_4 , лінії дії яких перетинаються в точці O (рис.1.16 *a*). Перенесемо сили вздовж їх ліній дії в точку O і знайдемо їх рівнодіючу. Для визначення величини і напрямки рівнодіючої будемо послідовно складати сили за правилом силового трикутника (рис.1.16, *б*). Спочатку знайдемо рівнодіючу R^*_1 сили F_1 і F_2 , потім R^*_2 сил R^*_1 і F_3 і т.д. Отримаємо наступне: $R^*_1 = F_1 + F_2, R^*_2 = R^*_1 + F_3 = F_1 + F_2 + F_3, R^*_3 = R^*_2 + F_4 = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

Зробивши побудова, бачимо, що проведення проміжних векторів R^*_1, R^*_2 було зайвим, можна було, відклавши вектор F_1 , до кінця його докласти вектор, рівний F_2 , потім до кінця F_2 - вектор, рівний F_3 , і т.д. Рівнодіюча R^* з'єднає початок першого вектора з кінцем останнього. Отримана фігура називається силовим багатокутником.

Таким чином, рівнодіюча системи збіжних сил дорівнює геометричній сумі цих сил, лінія дії її проходить через точку перетину ліній дії доданків сил. Щоб знайти рівнодіючу сходяться сил геометричним способом, треба побудувати в точці перетинань їх ліній дії силовий багатокутник на доданків силах; вектор R^* , що з'єднає початок першої сили з кінцем останньої (тобто замикає сторона силового багатокутника), є рівнодіючої. В окремому випадку рівнодіюча трьох збіжних сил, які не лежать в одній площині, зображується діагоналлю паралелепіпеда, побудованого на цих силах (правило паралелепіпеда). Якщо сили взаємно перпендикулярні, то паралелепіпед буде прямокутним (рис.1.17). Оскільки сходящаяся система сил може бути замінена однією силою - рівнодіючої, то необхідною умовою рівноваги тіла під дією сходяться сил є рівність нулю цієї рівнодіючої.

(1.7)

Геометричне умова рівноваги сходяться сил формулюється так: для рівноваги системи збіжних сил необхідно, щоб їх геометрична сума дорівнювала нулю, тобто щоб силовий багатокутник, побудований на доданків силах, був замкнений.

Теорема. Якщо вільне тверде тіло перебуває в рівновазі під дією 3-х непаралельних сил, що лежать в одній площині, то лінії дії сил перетинаються в одній точці.

Доказ

Нехай на тіло діють 3 непаралельних сили F_1, F_2, F_3 , що лежать в одній площині та додані в точках A_1, A_2, A_3 (рис.1.18). Так як сили не паралельні, то, принаймні, лінії дії двох з них перетинаються в одній точці (точка O).

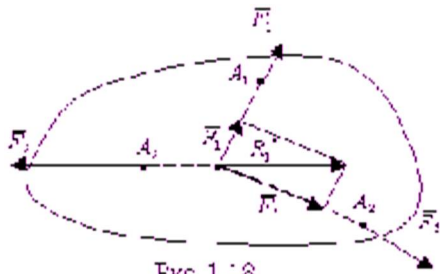


Рис 1.18

Знайдемо їх рівнодіючу R^*_{1} :

$$R^*_{1} = F_1 + F_2.$$

Лінія дії рівнодіючої R^*_{1} пройде через точку O . Сила R^*_{1} повинна врівноважуватися силою F_3 , а це можливо лише в тому випадку (див. аксіому 1), коли вони рівні за величиною і спрямовані вздовж однієї прямої в протилежні сторони. Отже, лінія дії сили F_3 пройде через точку перетину ліній дії сил F_1 і F_2 , що потрібно було довести.

Зауваження. Три сходяться сили, не лежать в одній площині, перебувати в рівновазі не можуть, так як завжди існує їх рівнодіюча, яка визначиться як діагональ

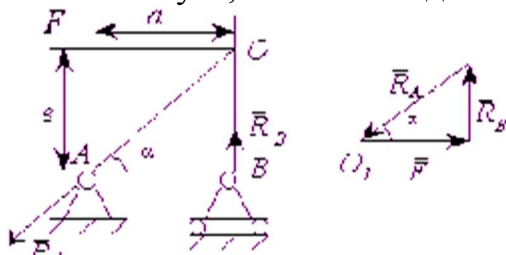


Рис.1.19

паралелепіпеда, побудованого на цих силах.

Приклад. Визначити реакції двохшарнірної арки, якщо на неї діє сила F . Опора в точці A - шарнірнонеподвіжна, а в точці B - шарнірна на ковзанках. Розміри вказані на рис.1.19.

Рішення

Лінію дії реакції опори $У$ проводимо перпендикулярно до поверхні кочення ковзанок. Для визначення лінії дії реакції опори A застосуємо теорему про 3-х силах. Так як лінії дії сил F і R_B перетинаються в точці O , то і лінія дії сили R_A повинна пройти через цю точку. З точки O_1 відкладаємо силу F , з кінця якої проводимо лінію паралельну R_B , а з початку лінію паралельну R_A , отримаємо силовий трикутник. Напрямок сил R_A і R_B показуємо, виходячи з умови замкнутості силового трикутника.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснити додавання n -ї кількості сил?
2. Як впливає вибір осей проекції на визначення рівнодіючої чи реакцій стержнів?

Література

1. О.О. Ердеди "Технічна механіка" ст. 19-21.
2. Е.М. Никитин "Теоретическая механика" ст. 54-58