

# 1. В'язі та їх реакції

## (тема 1.1.1)

### План

1. В'язі, реакції
2. Принцип звільнюваності
3. Види зв'язків і напрями їх реакцій

Зв'язками називають обмеження, які накладаються на розміщення і швидкості точок тіла в просторі. Силу, з якою тіло діє на зв'язок, називають силою тиску; силу, з якою зв'язок діє на тіло, називають силою реакції або просто реакцією. Відповідно до аксіоми взаємодії ці сили за модулем дорівнюють одна одній і діють у протилежних напрямках по одній прямій. Сили реакцій і тисків прикладені до різних тіл і тому не є системою сил.

Сили, які діють на тіло, поділяють на активні і реактивні. Активні сили намагаються переміщувати тіло, до якого вони прикладені, а реактивні сили протидіють цьому переміщенню. Принципова відмінність активних сил від реактивних полягає у тому, що величина реактивних сил, взагалі, залежить від величини активних сил, а не навпаки. Активні сили часто називають навантаженням.

Розв'язуючи більшість задач статички, невільне тіло умовно вважають вільним відповідно до принципу з в і л ь н ю в а н о с т і, який формулюють так:

*усяке невільне тіло можна розглядати як вільне, якщо відкинути зв'язки і замінити їх реакціями.*

Застосовуючи такий принцип, дістаємо вільне від зв'язків тіло, яке перебуває під дією певної системи активних і реактивних сил. Напрямок реакцій визначається тим, в якому напрямі даний зв'язок протидіє переміщенню тіла. Правило для визначення напрямку реакцій можна сформулювати так:

*напрямок реакції зв'язку протилежний напрямку переміщення, знищеного даним зв'язком.*

Якщо зв'язки вважати ідеально гладенькими, то в багатьох випадках одразу можна вказати напрями їх реакцій. Розглянемо напрям реакцій основних видів зв'язків, що трапляються у різних конструкціях,

1. *Ідеально гладенька площина* (рис. 1,11). У цьому випадку реакція й напрямлена перпендикулярно до опірної площини вбік тіла, оскільки такий зв'язок перешкоджає тілу переміщуватися тільки в напрямі опірної площини і перпендикулярно до неї. Якщо

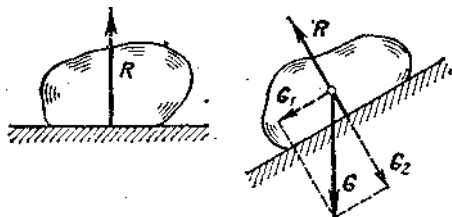


Рис. 1.11

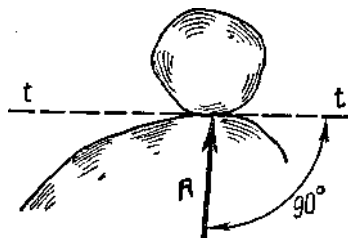


Рис. 1.12

тіло на похилій площині, то, розклавши силу тяжіння  $G$  на дві складові  $G_1$  і  $G_2$ , паралельну і перпендикулярну до опорної площини, можна побачити, що складова  $G_1$  рухатиме тіло вздовж площини, а складова  $G_2$  притискуватиме тіло до площини і зрівноважуватиметься реакцією її.

1. *Ідеально гладенька поверхня* (рис. 1.12). У цьому випадку реакція  $R$  напрямлена перпендикулярно до дотичної площини  $t$  —  $t$ , тобто по нормалі до опорної поверхні в бік тіла, бо нормаль — єдиний напрям переміщення тіла, якого даний зв'язок не дозволяє.

3. *Закріплена точка або ребро кута* (рис. 1.13, ребро  $B$ ). У ньому випадку реакція  $R_B$  напрямлена по нормалі до поверхні

(З ідеально гладенького тіла в бік тіла  $a$ , бо нормаль до поверхні тіла — єдиний напрям переміщення, якого ні зв'язки не дозволяють).

1. *Гнучкий зв'язок* (рис. 1.13). Реакція  $T$  гнучкого зв'язку не дає тілу лише відійти від точки підвісу і тому напрямлена вздовж зв'язку від тіла до точки підвісу. З рис. 1.13 видно, що гнучкий зв'язок, перекинутий через блок, змінює напрям зусилля (натяг нитки), яке передається.

У конструкціях дуже поширені зв'язки, які називають шарнірами. Шарнір — рухоме з'єднання двох тіл, яке допускає обертання тіл

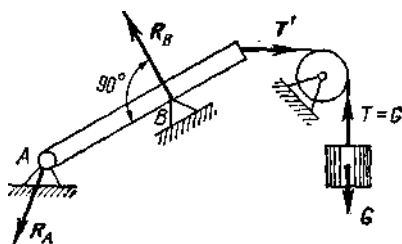


Рис. 1.13

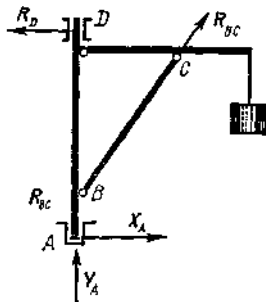


Рис. 1.14

ки навколо спільної осі (циліндричний шарнір) або спільної точки (кульовий шарнір).

2. *Ідеально гладенький циліндричний шарнір* (рис. 1.13, шарнір  $A$ ; рис. 1.14, підшипник  $P$ ). У цьому випадку заздалегідь відомо тільки те, що реакція  $R$  проходить через вісь шарніра і перпендикулярна до цієї осі, оскільки шарнірне з'єднання допускає обертання навколо осі, але не допускає будь-якого переміщення тіла перпендикулярно до цієї осі.

3. *Ідеально гладенький кульовий шарнір*. У цьому випадку заздалегідь відомо тільки те, що реакція проходить через центр шарніра, оскільки тіло, закріплене в

кульовому шарнірі, може повертатися у будь-якому напрямі, але не може переміщуватися у просторі лінійно.

4. *Ідеально гладенький підп'ятник* (рис. 1.14, підп'ятник /3). Підп'ятник можна розглядати як поєднання циліндричного шарніра і опорної площини. Тому вважатимемо реакцію підп'ятника такою, що має дві складові:  $X_A$  і  $Y_A$ . Повна реакція  $R_A$  підп'ятника дорівнює векторній сумі цих складових:

$$R_A = X_A + Y_A$$

8, *Стержень, закріплений двома кінцями в ідеально гладеньких шарнірах і навантажений тільки на кінцях* (рис. 1.14, стержень  $BC$ ). У цьому випадку реакція стержня, відповідно до аксіоми III, може діяти лише по лінії  $BC$ , тобто попрямії, яка сполучає осі цих шарнірів.

Далі часто матимемо справу з елементами різних конструкцій, які називають брусами. Брусом прийнято вважати тверде тіло, в якого довжина значно більша, ніж поперечні розміри; множину (геометричне місце) центрів ваги усіх поперечних перерізів називають віссю бруса. Брус з прямолінійною віссю, покладений на опори і навантажений на згин, називають балкою.

## Питання для самоконтролю

1. Що називають зв'язками?
2. Що таке сила тиску?
3. Що таке сила реакції?
4. Види сил, що діють на тіло.
5. В чому полягає принцип звільнюваності?
6. Види зв'язків та напрями їх реакцій.