

## Лекція № 1.1

**Тема лекції:** Теоретична механіка. Основні уявлення про силу, момент сили.

**Основні поняття та положення:** механічний рух, матеріальна точка, рівновага, абсолютно тверде тіло, статика, динаміка, кінематика, сила, рівнодійна та зрівноважуюча сила, аксіоми статички.

### План лекції:

1. Зміст предмету «Технічна механіка».
2. Механічний рух та його характеристики.
3. Теоретична механіка та її розділи: статика, кінематика, механіка.
4. Поняття сили в механіці.
5. Система сил. Рівнодійна і зрівноважуюча сила.
6. Поняття про момент сили.
7. Аксіоми статички.
8. Вільне й невільне абсолютно тверде тіло. В'язі.

### Література:

1. Е. М. Никитин. Теоретическая механика для техникумов. — М.: Наука, 1988 — 336с.
2. Д.В. Чернилевский, Лаврова В.Е., Романов В.А. Техническая механика, - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. - 544 с.

### Зміст лекції

#### 1. Зміст предмету «Технічна механіка».

##### **Запам'ятайте:**

Дисципліна «Технічна механіка» включає в себе три частини: теоретичну механіку, опір матеріалів та деталі машин.

Теоретична механіка – це наука що вивчає загальні закони механічного руху матеріальних тіл і встановлює загальні прийоми та методи розв'язку питань пов'язаних з цим рухом. Увага приділяється вивченню основних понять і аксіом статички, умов рівноваги збіжних сил, плоскої системи сил довільно розташованих, просторової системи сил, визначенню центра ваги тіла, розділи кінематика та динаміка.

Опір матеріалів – увага приділяється вивченню основних положень, таких

видів деформації, як розтяг (стиск); крутіння; згин; гіпотез міцності; розрахунку на міцність; деталі машин – з'єднання деталей, розрахунок цих з'єднань на міцність, загальні відомості про передачі, редуктори, вали, осі, підшипники, муфти.

Деталі машин – це технічна дисципліна в якій вивчають методи, норми і правила розрахунку і конструювання деталей і складальних одиниць загального призначення.

## **2. Механічний рух та його характеристики.**

### **Зверніть увагу:**

*Механічний рух* — найпростіша форма руху матерії.

*Механічний рух* це зміна положення тіл в просторі з часом відносно інших тіл.

В основі теоретичної механіки лежать закони Ньютона, тому вона називається ньютонівською або класичною. Класична механіка з великою точністю задовольняє багатьом галузям сучасної техніки при швидкостях руху тіл, досить малих у порівнянні зі швидкістю світла.

Абстрагуючись при вивченні руху матеріальних тіл від усього часткового, теоретична механіка розглядає тільки ті властивості, які в даній задачі є визначальними. До основних абстракцій теоретичної механіки відносять поняття матеріальної точки і абсолютно твердого тіла.

*Матеріальною точкою* називається тіло, розмірами якого можна знехтувати при розв'язанні певних задач.

*Механічна система* – це сукупність взаємодіючих матеріальних точок.

*Рівновага* – стан механічної системи в якому її характеристики не змінюються з часом.

*Абсолютно твердим* називається тіло, відстань між будь-якими точками якого не змінюється під час рівноваги або руху.

## **3. Теоретична механіка та її розділи: статика, кінематика, механіка.**

За характером задач, що вивчаються, теоретична механіка складається з трьох розділів:

### **Необхідно знати:**

*Статика* вивчає умови рівноваги механічних систем під дією прикладених до них сил і моментів сил;

*Кінематика* вивчає механічний рух матеріальних тіл з геометричної точки зору, не враховуючи дію сил на ці тіла;

*Динаміка* вивчає причини виникнення руху тобто рух матеріальних тіл під дією на них силами.

Окрім цих трьох розділів, у теоретичній механіці вивчаються також елементи аналітичної механіки, яка являє собою сукупність найбільш узагальнених

аналітичних методів розв'язання задач механіки, котрі дозволяють не тільки однаково розв'язувати задачі динаміки, а й поширювати їх на такі галузі, як класична теорія поля і квантова механіка.

Теоретична механіка стала основою для створення багатьох прикладних напрямків. І лежить в основі будь якого транспортного засобу тому це один з основних ваших предметів.

#### **4. Поняття сили в механіці.**

##### **Запам'ятайте:**

Поняття сили виникає із повсякденного досвіду.

Сила – це міра такої дії одного тіла на інше в результаті якого тіло змінює свій механічний стан.

Дія сили на тіло визначається трьома елементами:

1. Точкою прикладання сили;
2. Напрямом сили;
3. Числовим значенням( модулем сили).

Точкою прикладання сили називається та матеріальна частина тіла на яку безпосередньо діє сила.

Напрямок сили це напрям того прямолінійного руху, якого дана сила надала б точці якби ця точка була вільна й знаходилась до цього в стані спокою.

Пряма вздовж якої напрямлена сила називається лінією дії сили.

Отже сила це векторна величина бо вона має напрям.

Числове значення сили знаходять шляхом її порівняння з іншою силою яка приймається за одиницю.

Сила позначається буквою  $F$ .

З другого закону Ньютона

$$F = m \cdot a \text{ (прискорення)}$$

За одиницю вимірювання сили в міжнародній системі одиниць являється Ньютон. Скорочено (Н)

$$1\text{Н} = 1\text{кг} \cdot 1\text{ м/с}^2$$

Вага це сила що діє на опору або підвіс внаслідок дії сили тяжіння.

Прилади які використовують для статичного порівняння і вимірювання сили називаються динамометрами. (простіший динамометр це пружинні терези)

#### **5. Система сил. Рівнодіюча і зрівноважуюча сила.**

##### **Запам'ятайте:**

Сукупність сил, які діють на дане тіло називаються системою сил.

Сили що входять в дану систему називаються складовими цієї системи.

Зрівноважуючою системою сил називається така система під дією якої тіло не змінює свого руху або залишається в стані спокою.

Рівнодійною сил називається векторна сума всіх сил що діють на дане тіло. Якщо рівнодійна сила дорівнює нулю то система сил зрівноважуюча.

Дві системи сил називаються еквівалентними, якщо вони спричиняють однакову механічну дію на одне й те ж тверде тіло.

Сили що діють на дане тіло з боку інших тіл називається зовнішніми.

Сили що взаємодіють між частинками даного тіла називаються внутрішніми.

Момент сили – це величина що характеризує обертальний ефект сили при дії її на тверде тіло. Позначають буквою  $M$ . Розрізняють відносно центру (точки) і відносно осі.

Модуль моменту сил визначається добутком модуля сили на плече. ( довжина перпендикуляра опущеного з центра на лінію дії сили )

Напрямок визначається за поворотом що здійснюється відносно годинникової стрілки.( проти годинникової стрілки « $\leftarrow$ », за « $\rightarrow$ » ) Одиниці вимірювання  $\text{Н}\cdot\text{м}$ .

Момент сил відносно осі називається момент проекції сили на площину перпендикулярну осі відносно точки перетину осі з цією площиною.

**Необхідно знати:**

## 6. Аксиоми статyki.

*Перша аксіома. Абсолютно тверде тіло знаходиться в рівновазі під дією двох тіл тоді і тільки тоді , коли ці сили рівні по модулю і направлені по одній прямій в протилежні сторони.*

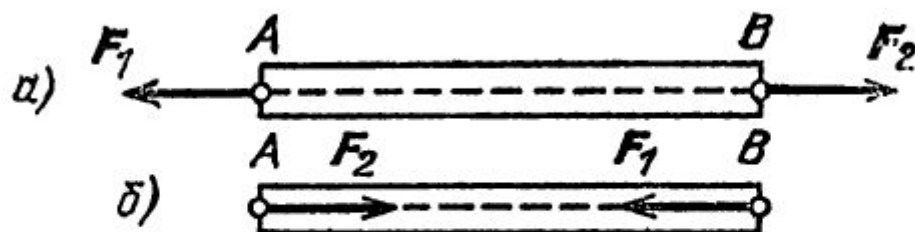


Рис. 3

*Друга аксіома. Не порушуючи дії даної системи сил на абсолютно тверде тіло, можна додати до цієї системи або вилучити із неї будь-яку зрівноважену систему сил.*

Наслідок 1. Будь-яку силу, прикладену в довільній точці абсолютно твердого тіла, можна, не змінюючи її дії, перенести в будь-яку іншу точку, яка лежить на лінії дії цієї сили. (сила, прикладена до абсолютно твердого тіла, є ковзаючим вектором.)

Таким чином, дія сили на абсолютно тверде тіло визначається Слідуючими елементами: 1) модулем, 2) лінією дії, 3) напрямом сили по лінії її дії.

Наслідок 2. Рівнодійна і зрівноважуючи сили рівні по модулю і направлені по одній прямій в протилежні сторони.

*Третя аксіома. Рівнодійна двох сил, прикладених в одній точці, прикладена в тій же точці і зображається діагоналлю паралелограма, побудованого на даних силах, як на сторонах. (додавання сил, як і інших векторних величин, по правилу паралелограма називається геометричним (векторним) додаванням.*

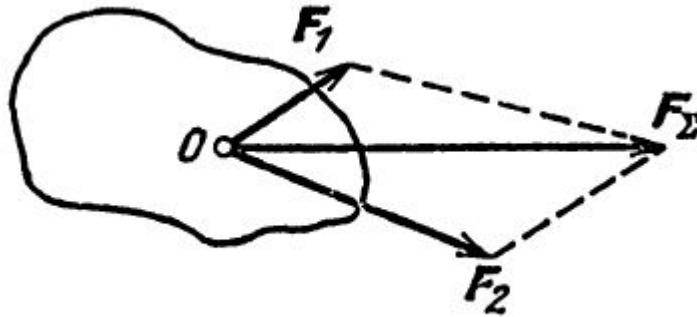
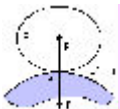


Рис. 6

*Четверта аксіома ( принцип затвердіння). Якщо нетверде тіло знаходиться в рівновазі, то ця рівновага не порушиться і в тому випадку, коли тіло стане абсолютно твердим.*



*П'ята аксіома. (Аксіома про рівність дії і протидії.)* За будь – якої дії одного матеріального тіла на інше має місце така ж за величиною, але протилежна за напрямком протидія.

Якщо до даного тіла прикладена сила дії  $\vec{F}$  від другого тіла, то від даного тіла до іншого тіла буде прикладена сила  $\vec{F}$ , що дорівнює і прямо протилежна силі  $\vec{F}$ . Сили, прикладені в одній геометричній точці, але до різних тіл, не утворюють зрівноваженої системи сил.

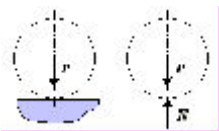
**Вільним твердим тілом** називається тіло, що має можливість отримувати будь – який рух з даного положення, для чого необхідно прикласти відповідну силу.

При розв'язанні більшості задач механіки доводиться мати справу з тілами **невільними**, тобто позбавленими можливості переміщатися в напрямку дії прикладених до них активних сил. Тіла, що обмежують рух тіла, яке розглядається, називаються **в'язями**. Сила, з якою в'язь діє на діло, позбавляючи його переміщення в тому чи іншому напрямку, називається **силою реакції** (протидії) **цієї в'язі**, або просто **реакцією в'язі**.

**Аксіома про в'язі.** Ефект від дії в'язей такий самий, як від дії визначених, додаткових сил, котрі можуть бути прикладені до вільного тіла замість в'язей.

Аксіому про в'язі також називають **принципом звільнення від в'язей**. Відповідно цієї аксіоми, не змінюючи рівноваги тіла, кожен в'язь можна відкинути, замінивши її реакцією в'язі.

Сили, які можуть надавати вільному тілу рух, називаються **активними силами**. Приклавши до тіла, окрім активних сил, реакції в'язі, можна розглядати тіло як вільне. Активні сили і сили реакції називаються **зовнішніми силами**.



Нехай, наприклад, на гладкій нерухомій горизонтальній площині лежить куля. Площина, що обмежує рух кулі, є для неї в'яззю. Щоб уявно звільнити кулю від в'язі, для утримання її в спокої до неї в точці дотику з площиною необхідно прикласти силу  $\vec{N}$ , що дорівнює за модулем в'язі кулі  $\vec{P}$  і протилежну їй за напрямком. Сила  $\vec{N}$  і є реакція площини (реакція в'язі). Куля, звільнена від в'язі, буде вільним тілом, на яке діють (активна) сила  $\vec{P}$ , що задається, і реакція площини  $\vec{N}$ .

### Контрольні питання:

1. Що таке механічний рух?
2. Що називається матеріальною точкою та абсолютно твердим тілом?
3. Що вивчає технічна механіка?
4. Які розділи теоретичної механіки?
5. Що називається силою й чим вона характеризується?
6. Одиниці вимірювання сили. Вага.
7. Зовнішні й внутрішні сили.
8. Момент сили відносно точки, осі.
9. Аксиоми статички.
10. Вільне й не вільне абсолютно тверде тіло.
11. Аксиома про звільнення від вязей.