

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

\_\_\_\_\_ Л. РОСЛАВЕЦЬ

\_\_\_\_\_ 2018 р.

Методичне забезпечення самостійної роботи  
з дисципліни Технічна механіка та деталі вузлів засобів  
автоматизації для студентів II курсу спеціальності  
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтерговані технології»

Уклав

А. САВЧУК

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії спеціальних механічних  
та загально-технічних дисциплін

Протокол № 1 від 31 08 2018 року

Голова циклової комісії

Т. СЕМЕРНЯ

## ВСТУП

При вивченні дисципліни Технічна механіка та деталі вузлів засобів автоматизації організація самостійної роботи студентів представляє єдність трьох взаємопов'язаних форм:

- 1 Позааудиторна самостійна робота;
- 2 Аудиторна самостійна робота, яка здійснюється під безпосереднім керівництвом викладача;
- 3 Творча, в тому числі науково-дослідницька робота.

Види позааудиторної самостійної роботи студентів, які широко використовуються викладачами досить різноманітні, це і:

- підготовка конспектів, доповідей, нарисів та інших письмових робіт після опрацювання теоретичного матеріалу;
- виконання домашніх завдань різноманітного характеру. Це - рішення задач; підбір та вивчення літературних джерел; розробка та складання різних схем; виконання розрахунково - графічних робіт; проведення розрахунків та ін; виконання індивідуальних завдань, спрямованих на розвиток у студентів самостійності та ініціативи. Індивідуальне завдання може отримувати як кожен студент, так і частина студентів групи; виконання курсових проектів та робіт;
- підготовка до участі у науково-теоретичних конференціях, оглядах, олімпіадах та ін.

Щоб розвинути позитивне ставлення студентів до позааудиторної самостійної роботи, слід на кожному її етапі роз'яснювати цілі роботи, контролювати розуміння цих цілей студентами, поступово формуючи у них уміння самостійної постановки задачі і вибору мети.

Аудиторна самостійна робота з Технічної механіки реалізується при проведенні практичних занять, виконанні лабораторного практикуму і під час читання лекцій.

Не викликає сумніву, що результативною буде така самостійна робота, яка забезпечить досягнення кінцевого результату як сукупності продуктів самостійної навчальної діяльності, набутого досвіду, системного опосередкованого управління з боку викладачів з урахуванням при цьому внутрішніх, психологічних особливостей студентів і створення дидактичних умов активізації навчальної діяльності.

Дидактичними умовами активізації самостійної роботи вважаються:

- усвідомлення студентом, що самостійна робота вільна за вибором, внутрішньо вмотивована;
- забезпечення належного особистісно-орієнтованого підходу;
- формування у студентів умінь і навичок самостійної роботи;
- створення можливостей для оцінювання рівня своїх знань, для коригування самостійної роботи, проведення самоконтролю;
- організація праці з навчальною літературою, уміння виконувати різні види записів;
- повне забезпечення інформаційно-методичними матеріалами для самостійної роботи студентів;
- впровадження інноваційних педагогічних технологій, чітке планування індивідуальної самостійної роботи студентів;
- застосування методів активізації самостійної діяльності студентів;
- застосування комп'ютерних технологій для самостійного засвоєння знань.

Сутність самостійної роботи та її особливості як певного виду навчальної діяльності розглядається на основі діяльнісного підходу. При такому підході під час самостійної роботи студент з об'єкта навчання перетворюється в його суб'єкт. Організаційними елементами є умови і результати самостійної роботи. Умови організації самостійної роботи поділяються на зовнішні (спосіб керівництва, місце виконання, оснащеність) та внутрішні (властивості індивідуальності студента, рівень знань, мотивація, інтерес). Під

час самостійної роботи важливим є як предметний результат навчальної діяльності (реферат, конспект, домашнє завдання тощо), так і особистісний результат, до якого відноситься стан особистості (самореалізація, самовизначення, саморозвиток). Викладач бере участь у самостійній роботі студентів опосередковано, тобто створює умови й оцінює результат їхньої діяльності. Серед значущих особистісних якостей студента, які виробляються під час самостійної роботи, можна назвати здатність до само мотивації, самоорганізації, самоконтролю. Важливою для студента є адекватна самооцінка самостійної роботи.

У процесі самостійної роботи принципи її організації групуються за дидактичними цілями: методологічного забезпечення самостійної роботи (особистісна орієнтація, діяльнісне спрямування, наступність), забезпечення взаємодії “викладач - студент” (самовизначення, саморозвиток, самоорганізація), забезпечення реалізації навчальних технологій самостійної роботи (розвивального навчання, проблемного навчання, групового навчання), методичного забезпечення самостійної роботи.

Отже, аналіз змісту організаційного циклу самостійної навчальної діяльності як системи, дозволив виділити в її структурі такі основні елементи: мета діяльності, її зміст, методи і засоби, планування, контроль і оцінка результатів діяльності та умови її здійснення.

### **Організація самостійної роботи студентів з дисципліни Технічна механіка та деталі вузлів засобів атоматизації**

Обсяг та характер самостійної роботи визначає робоча програма дисципліни. Технічна механіка та ДВЗА вивчається студентами електротехнічного напрямку підготовки у 3 та 4 семестрах, тому самостійна робота на цьому етапі підготовки спеціаліста спрямована на розширення і поглиблення знань. Із 90 годин загального обсягу ( 3 кредити ECTS) на самостійну роботу відводиться 45 годин.

Основною метою вивчення дисципліни є оволодіння методами і прийомами, які використовуються при всіх технічних розрахунках, що пов'язані з проектуванням різноманітних споруд і машин, їх подальшою експлуатацією.

Головне завдання навчальної дисципліни полягає в придбанні навиків грамотно користуватись законами і методами розрахунків опорних реакцій простих стрижневих і балочних систем; аналізу видів руху та його розрахунку кінематичних характеристик; визначення характеру руху в залежності від умов його розгляду.

Навчальна дисципліна належить до циклу загальної підготовки.

Значення дисципліни полягає в формуванні майбутнього електро-механіка як спеціаліста. Технічна механіка дозволяє не тільки пояснити важливіші явища в оточуючому середовищі, а також є базою для багатьох технічних дисциплін. Від того, як краще і глибше будуть засвоєні студентами основні положення теоретичної механіки, тим вільніше вони будуть користуватися її методами, тим легший буде для них перехід до продуктивного вивчення дисциплін професійно-практичної підготовки.

## Методичні рекомендації щодо самостійної роботи з навчальною літературою

Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу потрібно починати з прочитання всього тексту. Після прочитання тексту необхідно:

- 1 Виділити основне;
- 2 Усвідомити зв'язок між теоретичними положеннями і практикою;
- 3 Закріпити прочитане у свідомості;
- 4 Пов'язати нові знання з попередніми у даній галузі;
- 5 Перейти до заключного етапу засвоєння і опрацювання - записам.

У процесі роботи над темою з'ясування спеціальних термінів і понять, необхідно знаходити в словнику іншомовних слів, словниках технічних термінів та у додатку до самостійної роботи. Незрозумілі місця, фрази, вирази перечитувати декілька раз, щоб зрозуміти їхній смисл. У тексті зустрічаються окремі слова, фрази, або цілі речення, що виділені курсивом, жирним шрифтом, це свідчить про акцент автора на основному. Записи необхідно вести розбірливо і чітко. Вони можуть бути короткі або розгорнуті, повинні носити тезисний характер і бути логічно послідовними.

Для зручності користування записами необхідно залишати поля для заміток і вільні рядки для доповнень. Записи не повинні бути одноманітними. В них необхідно виділяти важливі місця, головні слова, які акцентуються різним шрифтом або різним кольором шрифтів, підкреслюванням, замітками на полях, рамками, стовпчиками тощо.

Опрацювання матеріалу потрібно починати з прочитання всього тексту, параграфу, дотримуючись таких правил:

- 1 Зосередитись на тім, що читаєш;
- 2 Виділити саму суттєвість прочитаного, відкидаючи дрібниці;
- 3 Зрозуміти думку автора чітко і ясно, це допоможе виробити чіткою і власну думку;
- 4 Мислити послідовно і обережно;
- 5 Уявити ясно те, про що читаєш.

Записи можуть бути у вигляді конспекту, простих або розгорнутих тез, цитат, виписок.

**Конспект** (лат. огляд) - це коротка, стисла, послідовно викладена за текстом універсальна форма запису основного змісту прочитаного, яка може супроводжуватись різними вищезгаданими записами.

Складання конспекту зводиться до коротких записів змісту кожного заголовку плану. Виділяючи основні думки, положення, підтвердження прикладами. Всі питання плану повинні бути пов'язані між собою.

**Виписки** використовуються за необхідності викладання найбільш важливих місць, фактів, цифрових даних, точного формулювання правил та законів.

**Цитата** (лат. визнавати) - це послідовний вислів, яким підкреслюється положення тексту. Вона зберігає гостроту висловлювання автора, виписується послідовно, грамотно і вказується джерело цитати.

Навички конспектування виробляють уміння студента до написання рефератів.

**Реферат** (лат. докладувати, повідомляти) - це короткий виклад суттєвості змісту якої-небудь книги, теми, чи окремого питання прочитаного джерела.

Реферат викладають у вигляді вільного запису своїми словами, дотримуючись послідовності фактів згідно з джерелами і супроводжуючі текст виписками, цитатами, ілюстративними матеріалами. Необхідно привчити студентів користуватись великою кількістю джерел для написання реферату. Це дає можливість повноцінно висвітлювати тему і навчитись зіставляти вислови, думки, що є рушійним фактором до навичок елементів дослідницького мислення.

## Короткий словник термінів

**Сила** - векторна величина, що описує взаємодію матеріальних точок.

**Абсолютно тверде тіло** - тіло, яке не піддається деформації, з постійними розмірами.

**Рівномірно розподілене навантаження або вага** – сила, що припадає на одиницю площі або лінії, з якою гравітація, повітря, вода або що-небудь подібне діють такі об'єкти, як машина, човен або літак.

**Рівнодіюча двох або більше сил** - надає таку ж дію на тіло, як і дані сили.

**Урівноважуюча сила** - сила, рівна за модулем рівнодіючій і спрямована по лінії її дії в протилежний бік.

**Кінематика** - розділ механіки, в якому вивчається рух матеріальних тіл у просторі з геометричної точки зору, поза зв'язку з силами, що визначають цей рух.

**Механічний рух** - зміна відстані між тілами.

**Швидкість** - векторна величина, що характеризує бистроту і напрямок руху точки в даній системі відліку.

**Прискорення точки** - характеризує "швидкість" зміни модуля та напрямки швидкості точки.

**Поступальний рух твердого тіла** - рух, при якому пряма, проведена в тілі залишається паралельною самій собі.

**Обертальний рух тіла** - рух, при якому принаймні дві точки, незмінно пов'язані з тілом, залишаються нерухомими.

**Плоско-паралельне або плоский рух твердого тіла** - рух, при якому траєкторії всіх точок тіла залишаються паралельними деякої нерухомої площині.

**Перший закон динаміки (закон інерції Галілея)** - у просторі існує система координат  $S$ , щодо якої будь-яка ізольована матеріальна точка знаходиться у спокої або в стані рівномірного прямолінійного руху.

**Пружні деформації** – такі, що зникають після зняття деформації.

**Метод перерізів** – дозволяє визначати кількість и види внутрішніх силових факторів, які виникають у поперечних перерізах елементів конструкцій під дією зовнішніх сил.

**Механічна напруга** – відношення внутрішньої сили до площини перерізу.

**Епюра** – наочне зображення ( у вигляді діаграми) змінення внутрішньої сили вздовж довжини конструкції.

**Перевірка на міцність** – визначення робочої механічної напруги і порівняння її з допустимою напругою для заданого матеріалу.

**Проектний розрахунок** – визначення розміру поперечного перерізу конструкції з умови міцності.

**Машина** – пристрій, який виконує механічний рух для перетворення енергії, матеріалів, інформації з метою полегшення фізичної або розумової праці людини.

**Деталь машини** – складова частина машини, яка виконана з суцільного матеріалу без застосування складальних операцій.

## Самостійне заняття №1

**Тема:** Аксиоми статички

**Мета:** ознайомитися з основними аксіомами статички та їх значенням при розв'язанні типових задач.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1 Аксиоми статички.

### Література

1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

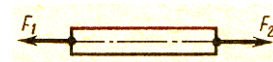
Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Питання для самоконтролю:**

1. Які сили називають врівноваженими?

2. Чи зміниться вид навантаження тіла, якщо дві сили, що утворюють врівноважену систему сил, поміняти місцями?



3. Чому при додаванні системи врівноважених сил не змінюється механічний стан тіла?

4. Чи можуть врівноважуватись сили дії та протидії?

## Самостійне заняття №2

**Тема:** Проекція сили на ось

**Мета:** закріплення навиків визначення проекцій сил на координатні осі.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1 Правила визначення проекції сили на ось на площині..

2. Визначення проекції сили на просторові осі.

### Література

1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

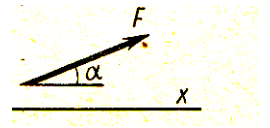
Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

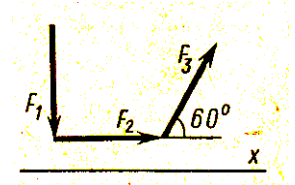
### Практичне завдання:

1. При якому значенні кута  $\alpha$  проекція сили  $F$  на вказану вісь буде дорівнювати  $F$ :

- а/  $\alpha = 0^\circ$ ;
- б/  $\alpha = 90^\circ$ ;
- в/  $\alpha = 180^\circ$



2. Визначити проекцію рівнодіючої на ось  $X$  для системи, якщо  $F_1=F_2=F_3= 10$  Н.



### Питання для самоконтролю:

1. Проекція сили на ось – векторна чи скалярна величина?
2. Назвіть одиниці вимірювання проекції сили на ось.
3. При якому куті між напрямом дії сили та позитивним напрямом осі, проекція сила буде від'ємною? Позитивною?

### Самостійне заняття №3

**Тема:** Розв'язання задач на рівновагу плоскої системи збіжних сил

**Мета:** набуття навичок розрахунків типових задач на рівновагу плоскої системи збіжних сил.

#### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

- 1 Алгоритм розв'язання задачі на рівновагу плоскої системи збіжних сил.
2. Визначення реакцій у стрижневій плоскій системі тіл.

#### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

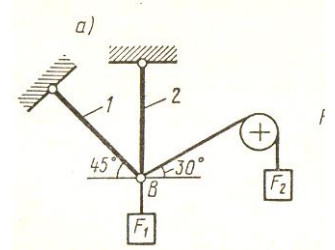
### 1 Послідовність складання розрахункової схеми.

- 1 Визначити точку, рівновагу якої слід розглянути. Звільнити її від в'язів, замінивши їх відповідними реакціями. Побудувати розрахункову схему у довільному масштабі.
- 2 Обрати систему координатних осей. Скласти два рівняння рівноваги і визначити реакції у стрижнях.

3 Перевірку виконати з застосуванням геометричної умови рівноваги (геометричним способом).

## 2 Визначення реакцій у стрижневій плоскій системі тіл

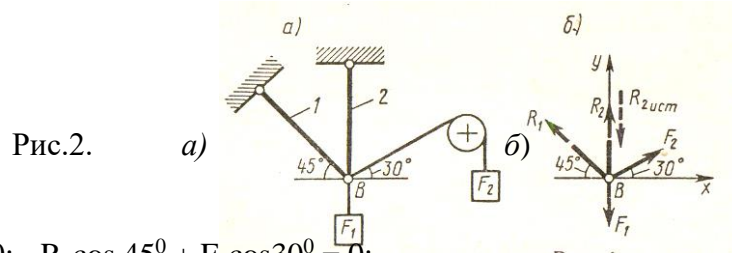
Визначити сили, що навантажують стрижні АВ і АС кронштейну. Кронштейн утримають у рівновазі вантажі  $F_1 = 70$  кН і  $F_2 = 100$  кН (рис.1) Вагою частин конструкції і тертям у блоці знехтувати. Виконати перевірку графічним способом.



### Аналітичний метод.

1. Розглядаємо рівновагу точки В. До неї проложені активні сили – сили натягу тросів з вантажами  $F_2$ , і  $F_1$ . Розглядаємо точку В як вільну, відкидаємо зв'язки (стрижні 1 і 2), і замінив їх дію реакціями  $R_1$  і  $R_2$ . Напрямок реакції стрижнів невідомий, тому направляємо їх від точки В, вважаючи, що стрижні розтягнуті (рис.2, б). Якщо припущення вірне, то реакція, що визначається матиме позитивний знак, а якщо отриманий знак реакції – від'ємний, то це вказує що стрижень стиснутий і істинний напрям реакції – до точки В.

2. Обираємо традиційне положення системи координат і складаємо рівняння рівноваги:



$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0: & -R_1 \cos 45^\circ + F_2 \cos 30^\circ = 0; \\ \Sigma F_y = 0: & R_1 \sin 45^\circ + R_2 \sin 30^\circ - F_1 = 0. \end{aligned}$$

3. Із рівнянь рівноваги визначаємо, що  $R_1 = 122$  кН;  $R_2 = - 66,6$  кН.

Знак мінус перед значенням реакції  $R_2$  вказує на те, що попереднє обраний напрямок цієї реакції невірне – її слід спрямувати у протилежний бік, до шарніра В.

4. Перевірку правильності розв'язання задачі виконують графічним способом. Для цього треба обрати масштаб, у який перевести модулі відомих сил:  $F_1$  та  $F_2$ :  $\mu = 2$  кН/мм. У обраному масштабі  $l_{F1} = 35$  мм;  $l_{F2} = 50$  мм ; починаємо будувати силовий багатокутник з відомих сил. Зберігаючи заданий напрям і довжину в масштабі, відкладаємо перший вектор сили  $F_1$ ; у кінець вектора  $F_1$  добудовуємо другий відомий вектор  $F_2$ , також зберігаючи його заданий напрям і довжину (рис.3.) Для отримання чотирикутника (врівноважена система сил складається з чотирьох сил), необхідно через точку початку першого вектора  $F_1$  і точку кінця другого вектора  $F_2$  провести дві прямі  $a$  і  $b$ , які паралельні невідомим реакціям у стрижнях 1 і 2, тобто  $a \parallel R_2$ ;  $b \parallel R_1$ . Прямі  $a$  і  $b$  перетинаються, утворюють замкнений багатокутник. Послідовно йдемо здовж векторів, надаючи їм напрям. Реакція  $R_2$  відразу має дійсний напрям.



## Самостійне заняття №4

**Тема:** Властивості пар сил.

**Мета:** вивчити основні властивості пар сил, що діють на тіло.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

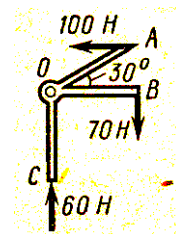
- 1 Пара сил.
2. Властивості пар сил.

### Література

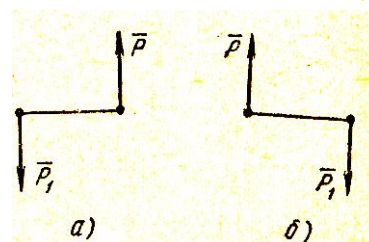
- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:**

- 1 Визначити суму моментів сил відносно точки  $O$ , якщо  $OA=OB=OC=0,5$  м:



- 2 Який з вказаних напрямів моментів пари сил прийняти вважати позитивним?



**Питання для самоконтролю:**

1. Чи можуть сили, що складають пару сил, врівноважувати одне друге? Чому?
2. Назвіть одиниці вимірювання моменту пари сил.
3. Які ознаки еквівалентних пар сил?

## Самостійне заняття №5

**Тема:** Теорема о моменті рівнодіючої системи довільних сил.

**Мета:** ознайомитись з принципом застосування теореми про момент рівнодіючої системи довільних сил при розв'язання типових задач.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Теорема Варіньона о моменті рівнодіючої системи довільних сил

## Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

## Питання для самоконтролю:

1. У якому випадку момент сили відносно точки вважають позитивним?
2. Як визначити плече для сили відносно точки?
3. Назвіть одиниці вимірювання моменту сили відносно точки.

## Самостійне заняття №6

**Тема:** Розв'язання задач на рівновагу плоскої системи довільних сил

**Мета:** набуття навичок розрахунків типових задач на рівновагу плоскої системи довільних сил.

## Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

- 1 Алгоритм розв'язання задачі на рівновагу плоскої системи довільних сил.
2. Визначення реакцій опор двохопорної балки.

## Література

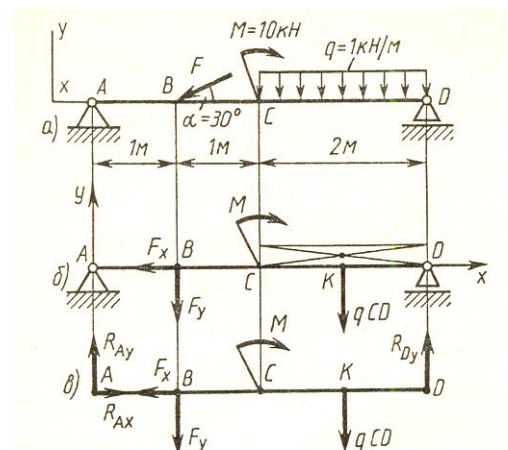
- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

### 1 Алгоритм розв'язання задачі на рівновагу плоскої системи довільних сил.

1. Звільнити балку від в'язів, замінив їх відповідними реакціями.
2. Обрати систему координатних осей X і Y.
3. Силу F замінити її складовими  $F_x$  і  $F_y$ ; Рівномірно-розташоване навантаження замінити відповідної рівнодіючою Q.
4. Скласти три рівняння рівноваги і визначити з них реакції опор балки.
5. Для перевірки скласти рівняння рівноваги, що не було використано при розв'язання задачі.

### 2 Визначити опорні реакції балки (рис.1, а)

1. Обираємо систему координатних осей X і Y.



2. Силу  $F$  заміняємо її складовими  $F_x = F \cos \alpha$ ,  $F_y = F \sin \alpha$ . Рівнодіюча  $Q = q \cdot CD$  рівномірно розташованого навантаження прикладена у середині відрізка  $CD$ .

3. Звільняємо балку від опор, замінив їх реакціями (рис.1, б, в)

4. Складаємо рівняння рівноваги і визначаємо невідомі реакції:

$$M_A = 0: -F_y \cdot AB - M - Q \cdot AK + R_D = 0;$$

Рис.1

з цього рівняння визначаємо реакцію  $R_D = 6,5$  кН.

$\Sigma M_D = 0: F_y \cdot BD - M + Q \cdot KD - R_{Ay} \cdot AD = 0$ ; з цього рівняння визначаємо реакцію  $R_{Ay} = 5,5$  кН.

$$\Sigma F_x = 0: R_{Ax} - F_x = 0; R_{Ax} = F_x = 17,3 \text{ кН.}$$

5. Перевірку правильності рішення підтверджує таке рівняння:

$$\Sigma F_y = 0: R_{Ay} - F_y - Q + R_D = 0.$$

$5,5 - 10 - 2 + 6,5 = 0$ . Умова рівноваги виконується, значить задача розв'язана вірно.

### Питання для самоконтролю:

1. Яку кількість реакцій має шарнірно-нерухома реакція?
2. Який напрям призначають реакціям шарнірно-нерухомої опори?
3. Скільки невідомих реакцій має шарнірно-рухома реакція?
4. Скільки рівнянь рівноваги складають для плоскої системи довільних сил?

### Самостійне заняття №7

**Тема:** Полярний і осьовий моменти інерції.

**Мета:** ознайомитися з областю застосування інших геометричних характеристик перерізів

#### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

- 1 Полярний і осьовий моменти інерції тіла.

#### Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

#### Практичне завдання:

1. Розрахувати значення осьового моменту інерції квадратної форми, якщо сторона квадрату  $a = 20$  см.

### Питання для самоконтролю:

1. Характеристикою опору якій деформації є полярний момент інерції?
2. Назвіть одиниці вимірювання осьового моменту інерції?
3. Чи можуть моменти інерції перерізів приймати від'ємний знак?

### Самостійне заняття №8

**Тема:** Відносний характер понять спокою та руху.

**Мета:** переконати у відносності понять спокою та руху.

### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

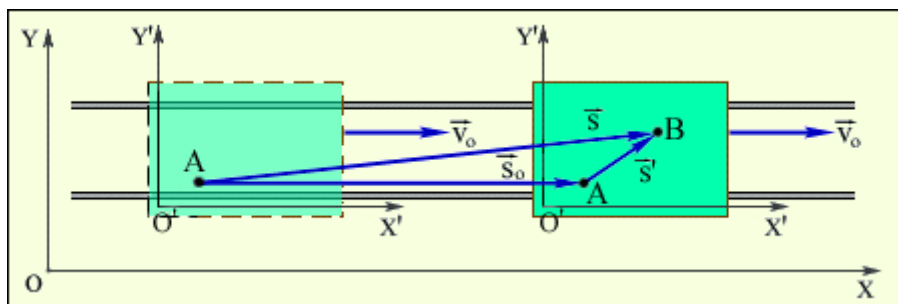
- 1 Тлумачення понять спокою і руху.

### Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

### Практичне завдання: Розв'язати задачу:

Нехай є дві системи відліку. Система  $XOY$  умовно вважається нерухомою, а система  $X'O'Y'$  рухається поступово по відношенню до системи  $XOY$  зі швидкістю  $V_0$ . Система  $XOY$  може бути, наприклад, пов'язана з Землею, а система  $X'O'Y'$  - з платформою, що рухається по рейках.



Проаналізувати рух людини через платформу.

### Питання для самоконтролю:

1. Яка система відліку вважається нерухомою?
2. У чому полягає відносність понять руху та спокою?

## Самостійне заняття №9

**Тема:** Окремі випадки руху точки

**Мета:** повторити відомі з курсу фізики, окремі випадки руху точки;

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Рівномірний рух точки.
2. Рівнозмінний рух точки

### Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** Розв'язати задачі:

1. Визначити час руху точки з постійною швидкістю 4 м/с по прямолінійній траєкторії до положення  $S = 56$  м, якщо у початковий момент часу вона знаходилась у положенні  $S_0 = 24$  м.

2. При русі по криволінійній траєкторії з постійним дотичним прискоренням повне прискорення досягає  $6\text{ м/с}^2$  через 200 м після початку руху. Яка величина дотичного прискорення, якщо радіус кривизни у точці, що розглядається дорівнює 80 м?

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Який рух точки називається прямолінійним?
- 2 Які ознаки того, що точка рухається з прискоренням?
- 3 Назвіть рівняння рівноприскореного руху.

## Самостійне заняття №10

**Тема:** Окремі випадки обертального руху твердого тіла

**Мета:** ознайомити з методикою визначення кінематичних характеристик окремих випадків руху твердого тіла .

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Рівномірний обертальний рух тіла.
2. Рівнозмінний обертальний рух тіла

### Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** Розв'язати задачі:

1. Визначити прискорення точки ободу маховика, який обертається з постійною кутовою швидкістю 3 рад/с. Діаметр маховика 1 м.

2. Визначити кутову швидкість шестерні діаметром 120 мм, якщо вона приводиться до руду колесом діаметру 600 мм, яке обертається з кутовою швидкістю 4 рад/с. Розглянути випадки, коли: а) маємо внутрішнє зачеплення; б) зовнішнє зачеплення.

**Питання для самоконтролю:**

1. Який рух тіла називається обертальним?
2. Як пов'язані між собою швидкості точок, що належать поверхні тіла, яке обертається?
3. Назвіть одиниці вимірювання кутової швидкості; прискорення.
4. Яка величина характеризує зміну положення точки, що належить тілу, яке обертається?
5. Як пов'язані кутова швидкість та чистота обертання?

### Самостійне заняття №11

**Тема:** Застосування теореми про складання швидкостей

**Мета:** ознайомити з методикою визначення кінематичних характеристик складного руху точки із застосуванням теореми про складання швидкостей.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Поняття про складний рух точки.
2. Застосування теореми про складання швидкостей на прикладі розв'язання задач.

**Література**

1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** Розв'язати задачу:

Розкласти дані руху точки на складові (відносний і переносний рух); показати нерухомі та рухомі осі координат і траєкторії кожного із складових руху:

- 1) рух пароходу по річці;
- 2) рух людини вздовж вагона поїзда, що рухається;
- 3) рух краплі дощової води по боковому склу автомобіля, який рухається;
- 4) рух точок обертаючого ся гвинта само льоту, який летить;
- 5) рух поїзду по поверхні землі.

**Питання для самоконтролю:**

1. Який рух точки називається складним?
2. Як геометрично визначити абсолютну швидкість точки, що рухається за складним законом
3. Як аналітично можна визначити абсолютну швидкість точки?

## Самостійне заняття №12

**Тема:** Основні закони динаміки

**Мета:** ознайомити зі змістом та застосуванням основних законів динаміки

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Основні закони динаміки

**Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** законспектувати основні закономірності динаміки.

**Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть пряму задачу динаміки.
2. Основний закон динаміки, його застосування.
3. Що є мірою інертності тіла? Як пов'язані між собою ці міри при взаємодії двох тіл?
4. Чи може спостерігатися однобічна дія тіл між собою?

## Самостійне заняття №13

**Тема:** Застосування методу кінетостатики у динаміці

**Мета:** ознайомити з методикою використання методу кінетостатики при розв'язання типових задач динаміки точки.

### **Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Поняття про метод кінетостатики.
2. Приклади розв'язання типових задач із застосуванням методу кінетостатики.

### **Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

### **Практичне завдання: Розв'язати задачі:**

1. Матеріальна точка вагою 50 г рухається у поверхні землі прямолінійно по вертикалі, маючи постійне прискорення  $6 \text{ м/с}^2$ . Визначити величину сили опору, що прикладена до точки.
2. Вільна матеріальна точка М рухається під дією сили Р. Її швидкість у заданий момент часу 200 м/с, радіус кривизни траєкторії 2800 м. Вага точки 3 кг. Визначити величину сили Р.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Яка сила називається силою інерції?
2. Який напрям має сил інерції?
3. До якого тіла прикладена сили інерції: до того що рухається, чи до того, що визвало цій рух?
4. У чому полягає сутність методу кінетостатики?

## **Самостійне заняття №14**

**Тема:** Робота і потужність при прямолінійному русі тіла.

**Мета:** ознайомити з методикою визначення параметрів роботи і потужності при прямолінійному русі тіла

### **Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Робота при прямолінійному русі тіла.
- 2 Потужність при прямолінійному русі тіла

### **Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.



Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** Розв'язати задачі:

1. Під дією сили  $P = 10\text{Н}$ , тіло  $M$  пересувається по прямолінійній траєкторії на відстань 6 м. Визначити роботу, виконану силою  $P$ , якщо:

а)  $\alpha = 0^\circ$ ;

в)  $\alpha = 45^\circ$ ;

б)  $\alpha = 20^\circ$ ;

г)  $\alpha = 90^\circ$ ;

Визначити також роботу нормальної реакції зв'язку. Силою тертя знехтувати.

2. Визначити роботу сил опору при підйомі вантажу вагою 400 кг на відстань 12 м по нахиленій поверхні. Коефіцієнт ковзання 0,15, кут нахилу поверхні  $30^\circ$ .

**Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть одиниці вимірювання роботи сили
2. У якому випадку робота сили на прямолінійній ділянці шляху матиме від'ємний знак?
3. У якому випадку робота сили буде дорівнювати нулю?
4. Яка величина характеризує роботу сили, виконану за проміжок часу?
5. Чи може потужність бути від'ємною?
6. Назвіть одиниці вимірювання потужності.

### Самостійне заняття №15

**Тема:** Застосування методу перерізів.

**Мета:** ознайомити з методикою визначення внутрішніх силових факторів за допомогою методу перерізів.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Поняття про метод перерізів. Внутрішні силові фактори (ВСФ).
2. Механічна напруга.

**Література**

1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** скласти конспект основних відомостей про метод перерізів та ВСФ.

**Питання для самоконтролю:**

1. Скільки внутрішніх силових факторів можна визначити за допомогою методу перерізів?
2. Який принцип розташування ВСФ по відношенню до координатних осей перерізу?
3. Що характеризує механічна напруга?
4. Назвіть одинці вимірювання механічної напруги.
5. Як розташована нормальна напруга по відношенню до площини поперечного перерізу?

**Самостійне заняття №16**

**Тема:** Розрахунки на міцність при розтязі-стиску.

**Мета:** закріпити набуті навички розрахунків ВСФ при розтязі-стиску; підготовка до виконання практичної роботи № 2.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Поняття про розрахунок на міцність при розтязі-стиску.

**Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Задача:** Для заданного двоступеневого бруса побудувати епюри повздовжніх сил та нормальних напруг. Провести розрахунок на міцність, якщо  $[\sigma] = 160$  МПа.

**Дано:**

$[\sigma] = 160$  МПа

$F_1 = 30$  кН

$F_2 = 38$  кН

$F_3 = 42$  кН

$A_1 = 1,9$  см<sup>2</sup>

$A_2 = 3,1$  см<sup>2</sup>

$N$  - ?

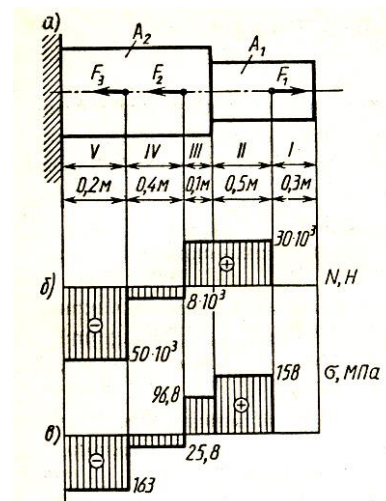
$\sigma$  - ?

**Розв'язання**

1 Розбиваємо брус на ділянки і визначаємо повздовжню силу на кожній із ділянок:

$N_1 = 0$

$N_2 = F_1 = 30$  кН



$$N_3=F_1=30 \text{ кН}$$

$$N_4=F_1-F_2= - 8 \text{ кН}$$

$$N_5=F_1-F_2-F_3= - 50 \text{ кН}$$

Будуємо епюру повздовжніх сил не дотримуючись масштабу (рис.б).

2 Розраховуємо значення нормальних напруг:

$$\sigma_1= N_1/A_1=0$$

$$\sigma_2= N_2/A_1=158 \text{ Н/мм}^2=158 \text{ МПа}$$

$$\sigma_3= N_3/A_2=96,8 \text{ Н/мм}^2=96,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_4= N_4/A_2= - 25,8 \text{ Н/мм}^2= - 25,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_5= N_5/A_2= - 163 \text{ Н/мм}^2= - 163 \text{ МПа}$$

Будуємо епюри нормальних напруг (рис. в)

3 Умова міцності при розтязі-стиску має вид  $\sigma \leq [\sigma]$  . Отже, порівнюємо розрахункову нормальну напругу на кожній ділянці з заданим допустимим: лише на ділянці 5 маємо незначне перевищення розрахункової напруги над допустимою. Визначимо відсоток перевищення:  $(163-160)/160 = 1,87\%$ . За умови міцності перевантаження конструкції не може перевищувати 5%, у нашому випадку це 1,87%, **отже даний брус відповідає умові міцності.**

**Практичне завдання:** Проаналізувати принцип розв'язання задачі, що наведена вище.

**Питання для самоконтролю:**

- 1 Як розташовані нормальні напруги по поперечному перерізу бруса?
- 2 Назвіть допустимий % перевантаження конструкції.
- 3 Які міри слід застосувати у випадку, якщо конструкція суттєво перевантажена?

### Самостійне заняття №17

**Тема:** Механічні випробування матеріалів.

**Мета:** ознайомити з основними видами механічних випробувань матеріалів та характеристиками, яки при цьому отримують.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Поняття про розрахунок на міцність при розтязі-стиску.

#### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** Вивчити діаграму розтягу і ділянки на ній.

**Питання для самоконтролю:**

1. Яке механічне випробування є найбільш універсальним?
2. Назвіть приклади пластичних та крихких матеріалів.
3. Чи має значення форма зразків для проведення механічних випробувань? Чому?

**Самостійне заняття №18**

**Тема:** Розрахунки на міцність при крученні.

**Мета:** ознайомити з методикою проведення розрахунків на міцність конструкцій, які зазнають деформації кручення.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

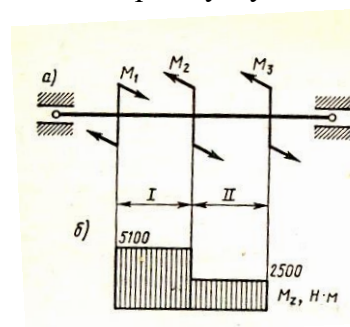
1. Поняття про розрахунок на міцність при крученні.

**Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Задача:** Для заданого сталевго валу постійного по довжині перерізу, треба побудувати епюри крутних моментів та визначити діаметр валу з умови міцності при крученні.

Дано:  
 $M_1 = 5100 \text{ Нм};$   
 $M_2 = 2600 \text{ Нм};$   
 $M_3 = 2500 \text{ Нм};$   
 $[\tau] = 30 \text{ МПа.}$   
 $M_k - ?$   
 $d - ?$



**Розв'язання:**

1. Так як вал лежить у підшипниках, то визначити крутні моменти можна з будь якої сторони. Маємо 2 ділянки. Застосовуючи метод перерізів визначаємо що:

$$M_{k1} = M_1 = 5100 \text{ Нм};$$

$$M_{k2} = M_1 - M_2 = 5100 - 2600 = 2500 \text{ Нм};$$

2. Будуємо епюру крутних моментів у довільному масштабі.

3. Визначаємо по епюрі, що найбільше навантаження зазнає лівий кінець валу, де  $M_{kmax} = 5100 \text{ Нм}$ . Із умови міцності отримуємо:

$$d = \sqrt[3]{16 M_{kmax} \rho / \pi [\tau]} = \sqrt[3]{16 \cdot 5100 \cdot 10^3 / 3,14 \cdot 30} = 95,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр валу 95 мм.

**Практичне завдання:** проаналізувати принцип розв'язання задачі.

**Питання для самоконтролю:**

1. Як розташовуються дотичні напруги по поперечному перерізу валу?
2. Які точки поперечного перерізу валу зазнають найбільше навантаження при крученні?
3. Що характеризує полярний момент опору перерізу?

### Самостійне заняття №19

**Тема:** Побудова епюр поперечних сил та згинаючих моментів.

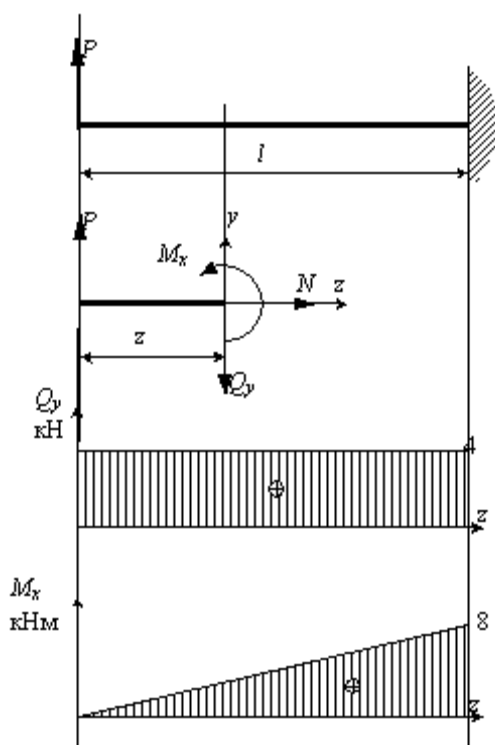
**Мета:** набуття навиків побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Визначення ВСФ при згині.

#### Література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.



**Задача:** Розглядаємо балку довжиною  $l$  затиснену одним кінцем, яка знаходиться під дією сили  $P$  (рис.3). Нехай  $P=4 \text{ кН}$ ,  $l=2 \text{ м}$ .

Визначаємо внутрішні силові фактори, що виникають у поперечних перерізах балки. Для цього застосовуємо метод перерізів.

**Перерізаємо** балку у довільному місці поперечною площиною I.

**Відбрасуємо** праву частину балки.

**Замінуємо** її дію внутрішніми зусиллями  $N$  – вздовж осі  $z$ ,  $Q_y$  – вздовж осі  $y$  і моментом  $M_x$  – у площині осей  $yz$  навколо осі  $x$ .

**Врівноважуємо** відрізану частину. Запишемо рівняння рівноваги:

Рис. 3

$$\begin{aligned} \sum z = 0, \quad N = 0, \\ \sum y = 0, \quad P - Q_y = 0, \quad Q_y = P, \\ \sum m_x = 0, \quad M_x - Pz = 0, \quad M_x = Pz. \end{aligned}$$

З першого рівняння видно, що нормальна сила  $N$  при згині дорівнює нулю, тому її не визначають.

**Будуємо епюри** поперечної сили  $Q_y$  та згинаючого моменту  $M_x$  вздовж довжини балки.

Поперечна сила постійна по всій довжині балки і дорівнює  $Q_y = P = 4$  кН. Відкладаємо на графіку лінію, паралельну осі  $z$ .

Згинаючий момент  $M_x$  змінюється у залежності від  $z$ . Розраховуємо його значення у двох точках: на початку  $z = 0$  та у кінці балки  $z = l = 2$  м.

$$z = 0 \quad (M_x = 0);$$

$$z = 2 \text{ м} \quad (M_x = 8 \text{ кНм}).$$

Будуємо по точкам епюру  $M_x$ .

Побудова епюр поперечної сили  $Q_y$  та згинаючого моменту  $M_x$  є одним із основних етапів при розрахунках конструкцій на згин. По епюрах  $Q_y$  та  $M_x$  визначається небезпечний переріз, тобто такий, у якому може пройти руйнування конструкції.

Небезпечним перерізом *називають переріз*, у якому згинаючий момент досягає найбільшого за модулем значення.  $M_{x\max} = \max |M_x|$ .

У деяких випадках небезпечним перерізом може бути такий переріз, де найбільшого значення досягає поперечна сила  $Q_{y\max} = \max |Q_y|$ . У такому випадку небезпечним порізом буде місце закріплення балки.

**Практичне завдання:** проаналізувати принципи визначення і побудови епюр ВСФ при згині.

**Питання для самоконтролю:**

1. У якому випадку поперечна сила вважається позитивною?
2. У яких точках на епюрі  $M_x$  повинен бути "стрибок"?
3. Коли згинаючий момент вважається позитивним?
4. Який переріз вважається небезпечним?

## Самостійне заняття №20

**Тема:** Розв'язання задач на побудову епюр поперечних сил та згинаючих моментів.

**Мета:** закріплення навиків побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів; підготовка до виконання практичної роботи № 4.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Визначення ВСФ при згині.

**Література**

1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

Розглянемо наступні приклади визначення та побудови еюр ВСФ при згині.

**Приклад 1.** Для заданої консольної балки побудувати епюри поперечних сил та згинаючих моментів.

**Дано:**

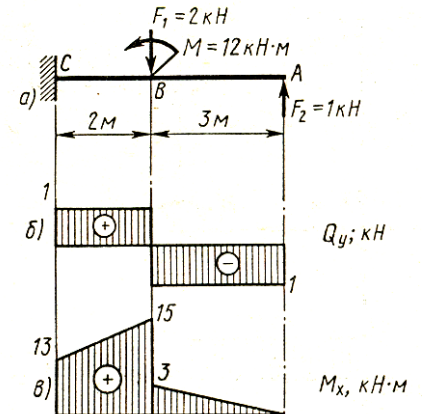
$F_2=1\text{кН}$

$F_1=2\text{кН}$

$M=12\text{кН м}$

$Q_y - ?$

$M_x - ?$



**Розв'язання**

1. Розбиваємо балку на ділянки і на кожній з них розраховуємо поперечні сили та згинаючі моменти:

1 ділянка:  $0 \leq z \leq 3$

$Q_{y1} = - F_2 = - 1\text{кН}$

$M_{x1} = F_2 z$

$M_x(0) = 0$

$M_x(3) = 3\text{кН м}$

2 ділянка:  $3 \leq z \leq 5$

$Q_{y2} = - F_2 + F_1 = - 1 + 2 = 1\text{кН}$

$M_{x1} = F_2 z + M - F_1 (z - 3)$

$M_x(0) = 3 + 12 - 0 = 15\text{кН м}$

$M_x(3) = 5 + 12 - 2 (5 - 3) = 13\text{кН м}$

2. Будуємо епюри поперечних сил (рис. б) та згинаючих моментів (рис. в) у довільному масштабі.

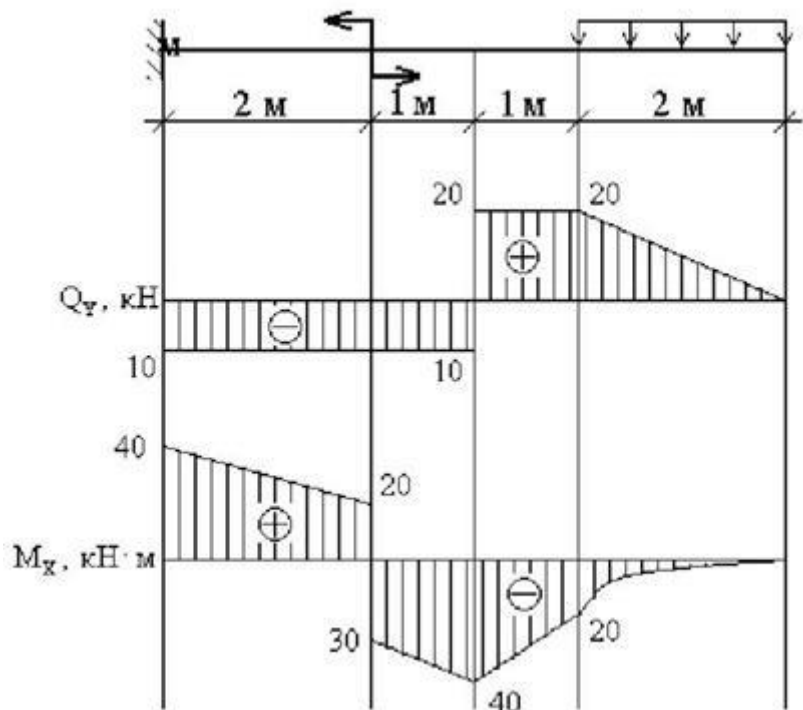
**Приклад 2.**

Побудувати епюри  $Q_y$  и  $M_x$

**Дано:**

$q = 10\text{кН/м}$

$M = 50\text{кН м}$



$Q_y$  - ?  
 $M_x$  - ?

**Послідовність розрахунку:**

1. Визначаємо характерні перерізи – ті, де розташовані зовнішні навантаження. Розрахунок консольної балки розпочинаємо з сторони вільного кінця.

2. Визначаємо поперечну силу  $Q_y$  у кожному характерному перерізі:

$$Q_{y,1} = 0,$$

$$Q_{y,2} = Q_{y,3} = q \cdot 2 = 20 \text{ кН};$$

$$Q_{y,4} = Q_{y,5} = Q_{y,6} = Q_{y,7} = q \cdot 2 - F = 20 - 30 = -10 \text{ кН}$$

За визначеними значеннями будуємо епюру  $Q_y$ .

3. Визначаємо згинаючий момент  $M_x$  у кожному характерному перерізі балки.

$$M_{x,1} = 0,$$

$$M_{x,2} = -q \cdot 2 \cdot 1 = -20 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{x,3} = M_{x,4} = -q \cdot 2 \cdot 2 = -40 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{x,5} = -q \cdot 2 \cdot 3 + F \cdot 1 = -30 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{x,6} = M_{x,5} + M = -30 + 50 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{x,7} = -q \cdot 2 \cdot 5 + F \cdot 3 + M = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

За розрахованими значеннями будуємо епюру  $M_x$ , причому, на ділянці під рівномірно-розташованим навантаженням епюра буде криволінійною (квадратна парабола). Выпуклість кривої на цій ділянці завжди обернена назустріч розташованому навантаженню.

**Практичне завдання:** проаналізувати принципи визначення і побудови епюр ВСФ при згині.

**Питання для самоконтролю:**

1. Які точки перерізу називаються характерними?
2. За яким законом змінюється згинаючий момент на ділянках з рівномірно - розташованим навантаженням?
3. Чи обов'язковий розрахунок опорних реакцій для балки з жорстким закріпленням?

**Самостійне заняття №21**

**Тема:** Основні вимоги до машин та їх деталей.

**Мета:** ознайомити з вимогами до машин та їх складових частин.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Вимоги до машин та їх деталей.

**Література**



- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Питання для самоконтролю:**

1. Який пристрій називають машиною? Що є складовою частиною машини?
2. Назвіть основні критерії працездатності деталей машин.
3. Що розуміють під технологічністю деталей ТЗ?

**Самостійне заняття №22**

**Тема:** З'єднання клеєм, пайкою, заклепками.

**Мета:** ознайомити з призначенням та областю застосування не рознімних з'єднань деталей машин.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Не рознімні клейові з'єднання.
2. З'єднання пайкою
3. З'єднання заклепками. .

**Література**

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** скласти конспект з теми з порівнянням властивостей не рознімних з'єднань.

**Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть види не рознімних з'єднань деталей машин.
2. Перелічити переваги заклепкових з'єднань у порівнянні зі зварними.
3. Які недоліки паяних з'єднань?
4. Які види деформації зазнають деталі, що з'єднані заклепками?
5. Назвіть переваги клейових з'єднань деталей машин.

## Самостійне заняття №23

**Тема:** Застосування фрикційних та пасових передач..

**Мета:** ознайомити з призначенням та областю застосування фрикційних і пасових передач.

### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

1. Принцип дії та класифікація пасових передач.
2. Принцип дії та класифікація фрикційних передач.

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** скласти конспект з порівнянням властивостей фрикційної та пасової передач.

### Питання для самоконтролю:

1. Назвіть область використання передач з гнучкою ланкою
2. Які переваги фрикційного варіатору у порівнянні з фрикційною передачею?
3. Назвіть класифікаційні признаки пасових передач.
4. Які недоліки плоско пасових передач?
5. За якими ознаками класифікують фрикційні передачі?
6. Охарактеризуйте область застосування фрикційних та пасових передач.

## Самостійне заняття №24

**Тема:** Класифікація, переваги та недоліки зубчастих передач.

**Мета:** ознайомити з класифікацією та властивостями зубчастих передач.

### Питання, що виносяться на самостійне вивчення:

- 1 Класифікація зубчастих передач.
- 2 Переваги та недоліки зубчастих передач.

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** законспектувати важливі особливості зубчастих передач.

**Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть переваги зубчастих передач.
2. Які види зубчастих передач застосовують при пересічних осях валів?
3. Які зубчасті колеса – прямозубі чи косо зубі застосовуються найчастіше?
4. Які недоліки зубчастих передач?
5. Які зубчасті колеса використовують у високонавантажених передачах?

### Самостійне заняття №25

**Тема:** Класифікація і застосування черв'ячних передач.

**Мета:** ознайомити з класифікацією та властивостями черв'ячних передач.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Класифікація та застосування черв'ячних передач.

#### Література

1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.

2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С.

Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.

3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** законспектувати основні моменти з теми.

**Питання для самоконтролю:**

1. Охарактеризуйте область застосування черв'ячних передач.
2. Яка основна перевага черв'ячних передач?
3. Який ланцюг – черв'як чи черв'ячне колесо є ведучим у передачі?
4. За рахунок який дій можливе збільшення ККД передачі?

## Самостійне заняття №26

**Тема:** Загальні відомості про редуктори.

**Мета:** ознайомити з класифікацією та властивостями редукторів.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Призначення редукторів.
2. Класифікація редукторів.

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** законспектувати важливі моменти з теми.

**Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть призначення редуктора
2. За якими ознаками класифікують редуктори?
3. Які переваги редукторів?
4. Як визначається передаточне відношення у багатоступеневому редукторі?

## Самостійне заняття №27

**Тема:** Ланцюгові передачі

**Мета:** ознайомити з класифікацією та властивостями ланцюгових передач.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Призначення та застосування ланцюгових передач.

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Приктичне завдання:** законспектувати основні положення з теми.

**Питання для самоконтролю:**

1. Охарактеризувати область застосування ланцюгових передач.
2. У чому відмінність між ланцюговою та пасовою передачами?
3. Назвіть переваги ланцюгових пеерадч у порівнянні з пасовими.
4. Перелічити типи ланцюгових передач.

### Самостійне заняття №28

**Тема:** Елементи конструкції валів та осей. Матеріали.

**Мета:** ознайомити з класифікацією та конструктивними особливостями валов та осей..

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Вали і осі.
2. Матеріали, що використовують для виготовлення валів..

#### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** законспектувати важливі особливості валів та осей.

**Питання для самоконтролю:**

1. Яка деталь вал чи ось зазнає навантаження згину з крученням?
2. Яке призначення ділянки валу (осі) під назвою цапфа?
3. Назвіть типи валів в залежності від форми повздожньої осі.
4. Яким чином можна знизити вагу валу, не втрачаючи його міцність?

## Самостійне заняття №29

**Тема:** Принципи вибору підшипників кочення.

**Мета:** ознайомити з класифікацією та принципами вибору підшипників кочення.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

1. Призначення підшипників кочення.
2. Принципи вибору.

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** скласти конспект з теми

**Питання для самоконтролю:**

1. Призначення підшипників.
2. Які підшипники кочення чи ковзання стандартизовані?
3. Основні недоліки підшипників кочення.
4. За якими ознаками класифікують підшипники кочення?

## Самостійне заняття №30

**Тема:** Муфти

**Мета:** ознайомитися з призначенням, класифікацією та застосуванням муфт.

**Питання, що виносяться на самостійне вивчення:**

- 1 Муфти

### Література

- 1 Аркуша А.И.,Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.

**Практичне завдання:** скласти конспект з теми.

**Питання для самоконтролю:**

1. Призначення муфт.
2. За яким стандартним параметром обирають міфту?
3. Назвіть класифікаційні групи муфт. Які з них найбільш прості? складні?

## Основна література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. Шк., 1983.-447 с.
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Мовнин М.С. и др. Руководство к решению задач по технической механике. Учебн. пособие для техникумов. М., «Высшая школа», 1977. – 400с.: ил.
- 4 М.С. Мовнин, Д. Г. Гольцикер Техническая механика, Ч.3 Детали машин. Учебн. пособие для техникумов.- Ленинград изд. "Судостроение", 1966
- 5 Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов.- 12-е изд., испр.- М.: Наука, 1988. -336 с.
- 6 Федулiна А.І. Теоретична механiка: Пiдручник. – К.: Вища школа., 2005.- 319 с.: iл..

## Додаткова література

- 7 Йосилевич Г.Б., и др.. Прикладная механика: Для студентов вузов/ Г.Б. Йосилевич, П.А. Лебедев, В.С. Стреляев.- М.: Машиностроение, 1985.-576 с.: ил.
- 8 Ицкович Г.М. Сопротивление материалов: Учеб. для учащихся машиностроит. Техникумов.-7-е изд., испр. - М.: Высшая шк., 1986.-352 с.: ил.