

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 проведення лабораторних занять
з дисципліни Прикладна механіка для студентів III курсу
спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

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

Зміст

Вступ	4
Лабораторна робота № 1. Визначення потужності двигуна гальмуванням	5
Лабораторна робота № 2 Вивчення конструкції і принципу дії фрикційного варіатора	7
Лабораторна робота № 3. Розрахунок геометричних параметрів циліндричного прямозубого зубчастого колеса	10
Лабораторна робота № 4. Вивчення конструкції черв'ячного редуктора	12
Додатки	14
Література	15

Вступ

Навчальна дисципліна Прикладна механіка належить до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки і вивчається студентами хіміко-технологічного напрямку підготовки у 5 та 6 семестрах. Із 120 годин загального обсягу (4 кредити ECTS) на лабораторні заняття відводиться 8 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 розрахунку його кінематичних характеристик; визначення характеру навантаження елементів конструкцій у залежності від виду та розташування зовнішніх сил; проведення розрахунків на міцність для типових схем навантаження.

Значення дисципліни полягає в формуванні майбутнього техника-електрика як спеціаліста. Прикладна 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 прикладної механіки, тим вільніше вони будуть користуватися її методами, тим легший буде для них перехід до продуктивного вивчення дисциплін професійно-практичної підготовки.

Лабораторні роботи з Прикладної механіки сприяють активізації розумової діяльності студентів, привчають до користування вимірювальними інструментами та приладами, лабораторним обладнанням, знайомить з технікою проведення експерименту, прививає навички оформлення і оброблення отриманих результатів. Експеримент ілюструє відповідне теоретичне положення і сприяє засвоєнню навчального матеріалу.

Для більш ефективного використання часу, що відводиться на проведення лабораторних робіт, необхідно, щоб студенти підготувалися до роботи заздалегідь. Вони повинні чітко уявляти собі мету кожної роботи, її теоретичні основи, принцип дії машин і приладів, що вивчаються у роботі. Підготовленість студентів до проведення робіт повинна контролюватися викладачем. Чим більше самостійності проявить студент при виконанні роботи, тим більше знань, навичок та вмінь він отримає.

Інструкція до виконання лабораторної роботи №1

Тема: Визначення потужності електродвигуна гальмуванням

1 Мета:

1.1 Навчитись визначати залежність потужності електродвигуна від заданої гальмуючої сили.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Електродвигун;

2.2. Динамометри – 2 шт.;

2.3. Лічильник обертів;

2.4. Секундомір;

2.5. Штангенциркуль;

2.6. Інструкція до виконання лабораторної роботи.

3 Теоретичні відомості:

Потужність при обертальному русі тіла визначається за допомогою формули:

$$P = M \cdot \omega,$$

де M – обертаючий момент, Н·м. Обертаючий момент залежить від зусилля на колі F – гальмуючої сили та радіуса кола r :

$$M = F \cdot r,$$

де ω - кутова швидкість, рад/с. Кутова швидкість характеризує швидкість обертання тіла за встановлений час:

$$\omega = (2\pi n)/t,$$

де 2π – довжина кола обертаючого тіла в радіанах; n – кількість обертів; t – час, за який сталися оберти.

Таким чином, потужність електродвигуна в лабораторних умовах можна визначити за допомогою формули:

$$P = (F \cdot r \cdot 2\pi n) / t,$$

де F – гальмуюча сила, яка діє на шків електродвигуна, Н; r – радіус шківів, м.

4 Хід роботи:

4.1 Лічильник обертів виставити на нульове положення.

4.2 Запустити електродвигун, дати йому постійні оберти і визначити гальмуючу силу: $F = F_1 - F_2$,

де F_1 – показання першого динамометра, Н;

F_2 – показання другого динамометра, Н.

4.3. Визначив момент збіжності нульової поділки шкали лічильника з позначкою на корпусі запустити секундомір. Підрахував 1000 обертів двигуна, зупинити секундомір і визначити по ньому час.

4.4. Повторити дослід три рази при других показниках динамометрів.

Увага!! Не допускати повної зупинки двигуна, щоб не спалити його обмотку.

4.5 Виміряти діаметр шківа.

4.6 Визначити потужність електродвигуна за формулами.

4.7 Результати вимірювань занести в таблицю.

№ досліду	Радіус шківа, r , м	Кількість обертів, n	Час, с	Показання динамометрів		Гальм. сила, F , Н	Потужн. двигуна, P , кВт
				F_1 , Н	F_2 , Н		
1							
2							
3							

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Яка залежність між потужністю та обертаючим моментом?

6.2 Як змінюється потужність при збільшенні гальмуючої сили?

6.3 Що характеризує коефіцієнт корисної дії?

6.4 Які одиниці вимірювання роботи? Потужності?

6.5 Яка залежність між обертаючим моментом і потужністю?

Література: Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. –М.: Высш. Шк., 1983.- с. 137- 138.

Інструкція до виконання лабораторної роботи № 2

Тема: Вивчення конструкції і принципу дії фрикційного варіатору

1 Мета:

- 1.1 Ознайомитися з призначенням і особливостями фрикційних передач
- 1.2 Вивчити конструкцію і принцип дії лобового фрикційного варіатору
- 1.3 Визначити кінематичні параметри лобового варіатору.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Модель діючого лобового варіатору
- 2.2 Вимірювальний інструмент (штангенциркуль)
- 2.3 Плакати, схеми, моделі фрикційних і пасових варіаторів

3 Теоретичні відомості:

Фрикційні передавачі - це передавачі, в яких рух від ведучого тіла веденому передається силами тертя. Найпростіша фрикційна передача між паралельними валами складається з двох роликів, які притиснені один до одного із заданою силою (рис. 1, а,б). При притисканні ведучого ролика в місці контакту виникають сили тертя, які приводять до обертання веденого ролика. Замінивши циліндричні ролики конічними (рис.1,в), можна здійснити передачу між валами з пересічними осями. Виконавши одне з тіл кочення, зі змінним радіусом кочення, можна здійснити передачу зі змінним передаточним відношенням (варіатор). Найпростішим прикладом такої передачі є лобова передача (рис. 1,г), що складається з диска і ролика. При пересуванні ролика вздовж осі вала змінюється радіус кочення на диску і, отже, передаточне відношення.

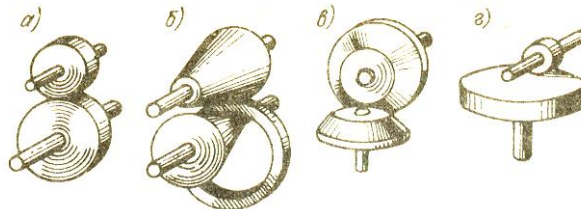


Рис. 1- Схеми фрикційних передач

Для передачі окружної сили фрикційної передачею тіла кочення повинні бути притиснуті одне до іншого.

Фрикційні передавачі працюють з невеликим ковзанням. Всі передавачі мають пружне ковзання, що викликається пружними деформаціями поверхневих шарів. У передавачах, що працюють в маслі, відчувається вплив масляного шару. У варіатора додатково спостерігається геометричне ковзання, пов'язане з неоднаковою зміною швидкості по довжині контакту у тіл кочення. Наприклад, в лобовому передавачі (див. рис. 1,г) швидкість v_p на ролику уздовж твірної постійна, а на диску v_d – пропорційна радіусу. Тому чисте кочення спостерігається в одній точці, а в інших має місце ковзання зі швидкістю v_k .

Переваги фрикційних передавачів:

- простота тіл кочення;
- рівномірність обертання, що дозволяє застосовувати фрикційні передачі в машинах при високих швидкостях, а також у приладах, наприклад в приладі для перевірки точності зубчастих коліс;
- можливість безступінчастого регулювання частоти обертання. Це є вирішальним для застосування фрикційних варіаторів.

Недоліки фрикційних передавачів:

- великі навантаження на вали і підшипники, чи необхідність застосування спеціальних конструкцій з розвантаженими опорами
- необхідність спеціальних натискних пристроїв для притиснення одного тіла кочення до іншого;
- небезпека пошкодження передачі при буксуванні і в окремих випадках нерівномірний знос тіл кочення;
- неможливість, на відміну від передач зачепленням, отримання абсолютно точних середніх передавальних відносин через проковзування і неминучих погрішностях діаметрів тіл кочення, а тому неможливість застосування передачі при необхідності жорсткої кінематичної зв'язку, що не допускає накопичення кутових помилок

Застосовуються фрикційні передачі в основному у безступеневих варіаторах (рис. 2) Сучасні фрикційні варіатори можуть конкурувати з електричними та гідравлічними завдяки своїй простоті і малим габаритам при достатньо високому ККД. Основна кінематична характеристика лобового варіатора – діапазон регулювання:

$$D = U_{\max}/U_{\min},$$

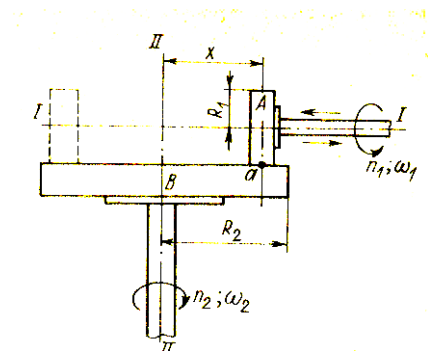


Рис.2

де $U_{\max}$ найбільше і $U_{\min}$ найменше передаточне відношення варіатора.

4 Хід роботи:

- 4.1 Вивчити теоретичні відомості про фізичні умови передачі обертального руху фрикцій і пасових передачах.
- 4.2 Оглянути конструкцію лобового варіатора.
- 4.3 Пересуваючи ролик повздовж диска за допомогою передачі гвинт-гайка, встановити, як змінюється швидкість веденого валу.
- 4.4 Провести досвіди, встановлюючи ролик на найбільшу і найменшу відстань від геометричного центру диска.
- 4.5 Результати опитів звести у таблицю, розрахувати передаточне відношення для підвищення і зниження кутової швидкості веденого валу.
- 4.6 Розрахувати основний кінематичний параметр лобового фрикційного варіатора – діапазон регулювання.

	Граничні параметри d_1 , м	Граничні параметри d_2 , м	Передаточне відношення, $U_{\max}, U_{\min}$	Діапазон регулювання, Д
Підвищуюча ступінь				
Знижуюча ступінь				

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Що трапиться, коли сила, що притискає котки один до одного, стане недостатньою?

6.2 Чи забезпечує фрикційна передача строго постійне передаточне відношення?

6.3 Для чого на ободі одного із котів роблять гумову обкладку?

6.4 Як називається механізм, що призначений для безступеневої зміни швидкості обертання веденого валу?

6.5 Визначити, не враховуючи ковзання, діаметр веденого котка, якщо діаметр ведучого дорівнює 60 мм, а кутова швидкість ведучого і веденого валів – відповідно 75 і 15 рад/с.

6.6 Чи можливо уникнути значного проковзування у фрикційній передачі?

6.7 Охарактеризувати область застосування фрикційних передач з огляду на їх переваги.

Література:

1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. Шк., 1983. – 447 с., ил. 4

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. – с. 197-200

3 Фролов М.И. Детали машин: Учеб. для учащихся машиностроит. техникумов. – М.: Высшая шк. – 1990

Інструкція до виконання лабораторної роботи № 3

Тема: Розрахунок геометричних параметрів циліндричного прямозубого зубчастого колеса

1 Мета:

- 1.1 Набуття навиків розрахунку геометричних параметрів зубчастих коліс
- 1.2 Удосконалення навиків роботи з ГОСТ та вимірювальними інструментами

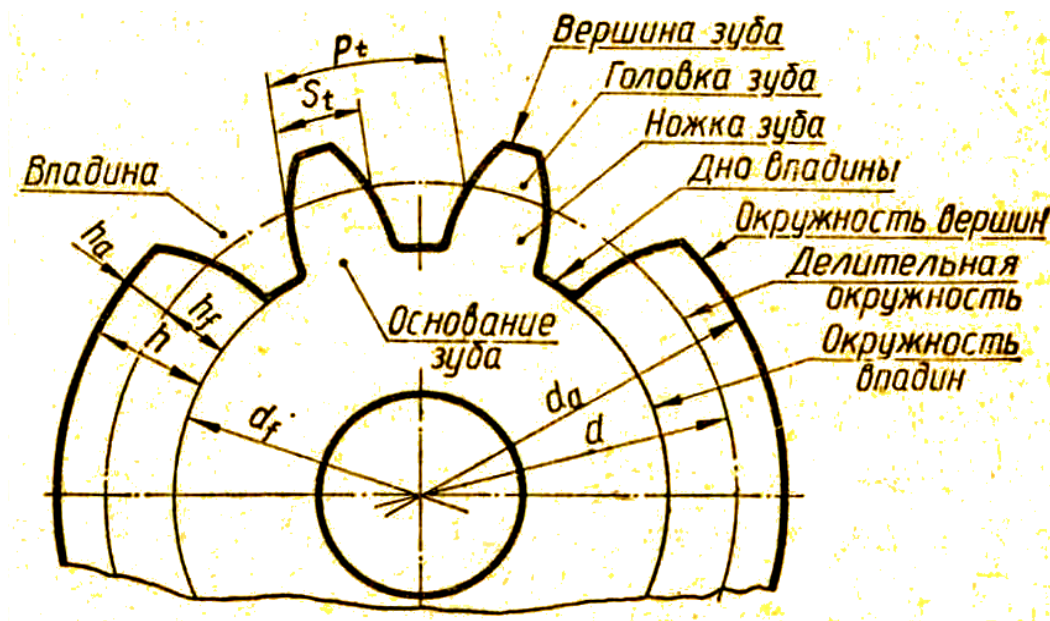
2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Зразки циліндричних прямозубих зубчастих коліс
- 2.2 Вимірювальний інструмент (штангенциркуль)
- 2.3 Витяг з ГОСТ 9563-80 „Окружной делительный модуль прямозубого цилиндрического колеса”

3 Теоретичні відомості:

Модуль зубчастого колеса m є однією з основних одиниць зубчастого зачеплення, з яким пов'язані розрахункові залежності для інших геометричних параметрів.

- діаметр ділительного кола $d = m z$, де z – кількість зубів;
- діаметр вершин зубів зубчастого колеса $d_a = m (z + 2)$;
- діаметр западин зубчастого колеса $d_f = m (z - 2,5)$;
- висота зуба $h = 2,25 m$;
- висота ніжки зуба $h_f = 1,25 m$;
- висота голівки зуба $h_a = m$;
- розрахунковий крок $P_t = \pi m$



4 Хід роботи:

4.1 Підрахувати кількість зубів колеса z .

4.2 Виміряти штангенциркулем діаметр вершин зубів d_a

4.3 За формулою визначити розрахунковий модуль зубчастого колеса

$$m = d_a / (z + 2)$$

4.4 За ГОСТ 9563-80 уточнити значення модуля (див. Додаток А)

4.5 Знаючи стандартне значення модуля розрахувати інші геометричні параметри циліндричного прямозубого колеса за формулами, що наведені раніше.

4.6 Виміряти інші елементи даного зубчастого колеса та накреслити ескіз колеса згідно з ГОСТ 2.402 – 68

5 Висновки:

6 Контрольні питання

6.1 Яка величина є основною характеристикою розмірів зубів?

6.2 Як визначити передаточне число зубчастої передачі?

6.3 Чи забезпечує зубчаста передача постійність передаточного числа?

Література:

1 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических машиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. – с. 201 – 204

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

3 М.С. Мовнин, Д. Г. Гольцикер Техническая механика, Ч.3 Детали машин.Учебн. пособие для техникумов.- Ленинград изд. "Судостроение", 1966

Інструкція до виконання лабораторної роботи № 4

Тема: Вивчення конструкції черв'ячного редуктора

1 Мета

- 1.1 Ознайомлення з конструкцією редуктора і призначення його деталей
- 1.2 Визначення основних параметрів черв'ячної пари шляхом замірювання та розрахунків.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Стандартний черв'ячний редуктор
- 2.2 Комплект вимірювального та слюсарного інструменту (штангенциркуль, кронциркуль, гасчні ключі)

3 Теоретичні відомості:

Редуктор – зубчата (зокрема черв'ячна) передача, яка призначена для зміни кутових швидкостей і обертальних моментів. Редуктор – самостійний вузол, що встановлюється між електродвигуном і машиною (механізмом). З їх валами редуктор з'єднується за допомогою муфт.

Черв'ячні передачі застосовують для передачі руху між осями, які перехрещуються (кут перехрещування, як правило, становить 90^0). Рух у черв'ячних передачах перетворюється за принципом гвинтової пари чи за принципом нахиленої площини.

Переваги і недоліки:

Переваги:

- велике передаточне відношення;
- плавність та безшумність роботи;
- висока кінематична точність;
- самогальмування.

Недоліки:

- низький ККД;
- знос, заїдання;
- використання дорогих матеріалів;
- висока точність складання.

У черв'ячній передачі (рис.1), так само як і в зубчастій, розрізняють діаметри початкових (d_{w1} , d_{w2}) та ділільних (d_1 , d_2) циліндрів. У передачах без зсуву $d_{w1} = d_1$, $d_{w2} = d_2$.

4 Хід роботи:

4.1 Оглянути редуктор і намітити план його розбирання.

4.2 Заміряти 2-3 рази відстань від осей валів, як показано на рис.2; округлити його по ближнього стандартного за ГОСТом. Відстань a_w занести у таблицю.

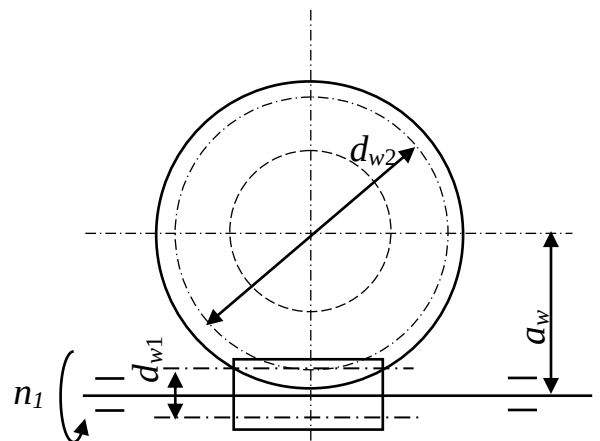


Рис. 1

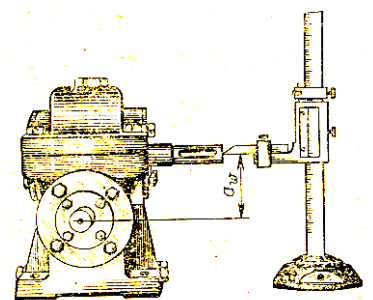


Рис.2

4.3 Відгвинтити кріпильні елементи кришки корпусу і кришки підшипникових вузлів, зняти кришки і ознайомитися з внутрішньою будовою редуктора.

4.4 Вивчити спосіб змащення підшипникових вузлів.

4.5 Витягнути черв'ячне колесо разом з валом, черв'як з деталями на ньому. Ознайомитися з конструкцією колеса і черв'яка, шляхом замірювання і розрахунків визначити їх розміри і параметри. Результати занести у таблицю.

4.6 Накреслити кінематичну схему редуктора.

4.7 Зібрати редуктор у послідовності, зворотній розбиранню.

Найменування параметрів та його одинці вимірювання	Позначення	Спосіб визначення	Результати вимірювання та розрах.
Число зубів колеса	Z_2	підрахувати	
Число витків черв'яка	Z_1	підрахувати	
Передаточне число	U	$U = Z_2 / Z_1$	
Осьовий крок черв'яка, мм	p'	виміряти	
Розрахунковий модуль	m'	$m' = p' / \pi$	
Діаметр вершин зубів, мм: черв'яка черв'ячного колеса	d_{a1} d_{a2}	виміряти	
Ділильний діаметр, мм черв'яка черв'ячного колеса	d_1 d_2	$d_1 = d_{a1} - 2m$ $d_2 = Z_2 m$	
Міжцентрова відстань, мм	a_w	$a_w = 0,5(d_1 + d_2)$	
Ширина венця колеса, мм	b_2	виміряти	

5 Висновки

6 Контрольні питання:

6.1 Охарактеризуйте область застосування черв'ячних редукторів.

6.2 Яка основна перевага черв'ячних передач?

6.3 Який ланцюг – черв'як чи черв'ячне колесо є ведучим у передачі?

6.4 За рахунок який дій можливе збільшення ККД передачі?

6.5 Назвіть призначення та місце розташування редукторів у приводі машини.

Література:

1 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. – с. 217– 219

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

Додатки

Додаток А

Витяг з ГОСТ 9563-80 „Окружной делительный модуль прямозубого цилиндрического колеса”

1-й ряд – 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4;

2-й ряд - 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5;

Обираючи модуль, слід пам'ятати, що 1-й ряд є переважним над 2-м.

ЛІТЕРАТУРА

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 Федуліна А.І. Теоретична механіка: Підручник. – К.: Вища школа., 2005.- 319 с.: іл..

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.