



**Буданов, В. О.** Основи конструювання: навч. посіб. / В. О. Буданов, Ю. О. Яковлев, В. В. Милованова ; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Одеса : Бондаренко М.О., 2017. - 140 с.

У навчальному посібнику викладаються основні відомості про деталі машин і передачі, а також інженерні методи їх розрахунків.

Призначено для студентів напрямку підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування» та 6.050601 «Теплоенергетика»

## ВСТУП

Навчальний курс "Основи конструювання" є однією з важливих дисциплін, яка включає в собі теорію, розрахунок та конструювання складових частин машин: деталей і вузлів загальномашинобудівного застосування. Він базується на знанні існуючих конструкцій, способів виготовлення, умов роботи, вмінні втілювати ідеї в вигляді конструкторського креслення. Курс закладає основи формування бакалавра енергетика як фахівця в галузі проектування розрахунків на міцність, розробки, ремонту та експлуатації машин та агрегатів енергомашинобудування.

Головним завданням проектування і конструювання є розробка документації, що необхідна для виготовлення, монтажу, випробування і експлуатації створеної конструкції.

Вирішення завдання досягнення найвищого рівня науки, техніки, економіки та виробництва сприятиме збільшенню продуктивності суспільної праці та зменшення витрати енергії і сировини на одиницю виробленої продукції. Основною метою машинобудування є забезпечення динамічного населення Землі різного роду виробами, необхідними для задоволення найрізноманітніших його потреб (роботи, дозвілля, засобів оборони, охорони здоров'я, виховання та освіти тощо)

Курс "Основи конструювання" є базовою дисципліною для багатьох загальних інженерних і спеціальних дисциплін і безпосередньо опирається на курси "Інженерна графіка", "Теоретична механіка", "Опір матеріалів", "Матеріалознавство та технологія матеріалів", "Метрологія і стандартизація".

Матеріал дисципліни є актуальним та корисним для конструкторських

розробок, інженерних розрахунків, практичної експлуатації та творчого пошуку в будь-якій галузі машинобудування.

## **ЗМІСТ**

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                     | 7  |
| 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДЕТАЛІ МАШИН.....                                                    | 8  |
| 1.1. Основні поняття та визначення курсу.....                                                  | 8  |
| 1.2. Основні принципи та етапи розробки машин.....                                             | 10 |
| 1.2.1. Вимоги до машин і критерії їхньої якості.....                                           | 12 |
| 1.2.2. Умови нормальної роботи деталей і машин.....                                            | 13 |
| 1.2.3. Загальні принципи розрахунків на міцність.....                                          | 14 |
| 1.3. Класифікація деталей машин.....                                                           | 15 |
| Контрольні запитання.....                                                                      | 16 |
| 2. МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ.....                                                                | 17 |
| 2.1. Класифікація, маркування і призначення машинобудівних і<br>конструкційних матеріалів..... | 17 |
| 2.2. Термічна і хіміко-термічна обробка матеріалів.....                                        | 22 |
| 2.3. Допустимі напруги і коефіцієнти запасу міцності.....                                      | 24 |
| Контрольні запитання.....                                                                      | 26 |
| 3. З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....                                                                | 27 |
| 3.1. Нероз'ємні з'єднання.....                                                                 | 27 |
| 3.1.1. Зварювальні з'єднання.....                                                              | 27 |
| Основні типи та елементи зварювальних з'єднань.....                                            | 28 |
| Розрахунок на міцність зварювальних з'єднань.....                                              | 30 |
| 3.1.2. Заклепувальні з'єднання.....                                                            | 32 |
| 3.2. Роз'ємні з'єднання.....                                                                   | 34 |
| 3.2.1. Різьбові з'єднання.....                                                                 | 34 |
| Геометричні параметри різьби.....                                                              | 35 |
| Основні типи різьби.....                                                                       | 36 |
| Стандартні кріпильні деталі.....                                                               | 38 |
| Розрахунок різьбових з'єднань на міцність.....                                                 | 39 |
| 3.2.2. Штифові з'єднання.....                                                                  | 41 |
| 3.2.3. Шпонкові з'єднання.....                                                                 | 42 |
| Загальні відомості.....                                                                        | 42 |
| Різновиди шпонкових з'єднань.....                                                              | 43 |
| Розрахунок шпонкових з'єднань.....                                                             | 45 |
| 3.2.4. Шліцьові з'єднання.....                                                                 | 47 |
| Загальні відомості.....                                                                        | 47 |
| Різновиди шліцьових з'єднань.....                                                              | 48 |
| Розрахунок шліцьових з'єднань.....                                                             | 48 |
| Контрольні запитання.....                                                                      | 49 |
| 4. МЕХАНІЧНІ ПЕРЕДАЧІ.....                                                                     | 50 |
| 4.1. Загальні відомості про передачі.....                                                      | 50 |

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1. Призначення передач і їхня класифікація.....                                                      | 50 |
| 4.2. Основні поняття про зубчасті передачі.....                                                          | 50 |
| 4.2.1. Загальні відомості.....                                                                           | 50 |
| 4.2.2. Планетарні зубчасті передачі.....                                                                 | 52 |
| 4.2.3. Хвильові зубчасті передачі.....                                                                   | 53 |
| 4.2.4. Зачеплення Новікова.....                                                                          | 55 |
| 4.3. Циліндричні прямозубі передачі зовнішнього зачеплення.....                                          | 56 |
| 4.3.1. Матеріали зубчастих коліс.....                                                                    | 56 |
| 4.3.2. Сили в зачепленні прямозубих передач.....                                                         | 57 |
| 4.3.3. Загальні відомості про розрахунок на міцність<br>циліндричних евольвентних зубчастих передач..... | 58 |
| 4.3.4. Розрахунок на контактну міцність.....                                                             | 58 |
| 4.3.5. Розрахунок на вигин.....                                                                          | 61 |
| 4.4. Циліндричні косозубі передачі .....                                                                 | 63 |
| 4.4.1. Загальні відомості.....                                                                           | 63 |
| 4.4.2. Еквівалентне колесо.....                                                                          | 64 |
| 4.4.3. Сили в зачепленні.....                                                                            | 65 |
| 4.4.4. Розрахунки на міцність.....                                                                       | 65 |
| 4.5. Конічні зубчасті передачі .....                                                                     | 66 |
| 4.5.1. Загальні відомості.....                                                                           | 66 |
| 4.5.2. Основні геометричні співвідношення.....                                                           | 67 |
| 4.5.3. Еквівалентне колесо.....                                                                          | 68 |
| 4.5.4. Сили в зачепленні.....                                                                            | 69 |
| 4.5.5. Розрахунок на контактну міцність.....                                                             | 70 |
| 4.5.6. Розрахунок на вигин.....                                                                          | 71 |
| 4.6. Черв'ячні передачі.....                                                                             | 72 |
| 4.6.1. Загальні відомості.....                                                                           | 72 |
| 4.6.2. Класифікація черв'ячних передач .....                                                             | 73 |
| 4.6.3. Основні геометричні співвідношення в черв'ячній<br>передачі .....                                 | 75 |
| 4.6.4. Передаточне число .....                                                                           | 78 |
| 4.6.5. Сили в зачепленні.....                                                                            | 79 |
| 4.6.6. Матеріали черв'ячної пари.....                                                                    | 80 |
| 4.6.7. Розрахунок на міцність черв'ячних передач.....                                                    | 81 |
| 4.6.8. Тепловий розрахунок .....                                                                         | 82 |
| Контрольні запитання.....                                                                                | 84 |
| 4.7. Передачі тертям.....                                                                                | 85 |
| 4.7.1. Ремінні передачі.....                                                                             | 85 |
| Загальні відомості.....                                                                                  | 85 |
| Основні геометричні співвідношення ремінних передач.....                                                 | 86 |
| Сили в передачі.....                                                                                     | 87 |
| Ковзання ремня по шківах. Передаточне число.....                                                         | 88 |
| Напруги в ремені.....                                                                                    | 90 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Тягова здатність ремінних передач.....                                   | 92  |
| 4.7.2. Фрикційні передачі.....                                           | 94  |
| Контрольні запитання.....                                                | 96  |
| 4.8. Ланцюгові передачі.....                                             | 96  |
| 4.8.1. Загальні відомості.....                                           | 96  |
| 4.8.2. Приводні ланцюги.....                                             | 97  |
| 4.8.3. Зірочки ланцюгових передач.....                                   | 99  |
| 4.8.4. Передаточне число ланцюгової передачі.....                        | 101 |
| 4.8.5. Основні геометричні співвідношення в ланцюгових<br>передачах..... | 101 |
| 4.8.6. Сили в вітках ланцюга.....                                        | 102 |
| 4.8.7. Розрахунок передач з роликівим ланцюгом.....                      | 103 |
| 4.8.8. Розрахунок передач з зубчастим ланцюгом.....                      | 104 |
| Контрольні запитання.....                                                | 105 |
| 5. РЕДУКТОРИ.....                                                        | 105 |
| 5.1. Загальні відомості.....                                             | 105 |
| 5.2. Класифікація редукторів.....                                        | 107 |
| 5.3. Зубчасті редуктори.....                                             | 109 |
| Контрольні запитання.....                                                | 110 |
| 6. ВАЛИ, ПІДШИПНИКИ, МУФТИ, ПРУЖНІ ЕЛЕМЕНТИ.....                         | 111 |
| 6.1. Вали та осі.....                                                    | 111 |
| 6.1.1. Загальні відомості.....                                           | 111 |
| 6.1.2. Конструктивні елементи. Матеріали валів та осей.....              | 112 |
| 6.1.3. Критерії працездатності валів і осей.....                         | 114 |
| 6.1.4. Проектувальний розрахунок валів.....                              | 114 |
| 6.1.5. Перевірочний розрахунок валів.....                                | 115 |
| 6.1.6. Розрахунок осей.....                                              | 117 |
| Контрольні запитання.....                                                | 117 |
| 6.2. Підшипники.....                                                     | 118 |
| 6.2.1. Підшипники кочення.....                                           | 118 |
| Загальні відомості.....                                                  | 118 |
| Класифікація й умовні позначення підшипників кочення.....                | 119 |
| Основні типи підшипників кочення й матеріали деталей<br>підшипників..... | 120 |
| Розрахунок (підбор) підшипників кочення на<br>довговічність.....         | 123 |
| 6.2.2. Підшипники ковзання.....                                          | 125 |
| Контрольні запитання.....                                                | 128 |
| 6.3. Муфти.....                                                          | 128 |
| 6.3.1. Загальні відомості.....                                           | 128 |
| 6.3.2. Глухі муфти.....                                                  | 130 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 6.3.3. Жорсткі компенсуючі муфти..... | 131 |
| 6.3.4. Рухомі муфти.....              | 133 |
| 6.3.5. Пружні муфти.....              | 134 |
| 6.3.6. Фрикційні муфти.....           | 136 |
| Контрольні запитання.....             | 137 |
| 6.4. Пружні елементи в машинах.....   | 137 |
| Контрольні запитання.....             | 139 |
| ЛІТЕРАТУРА.....                       | 139 |