



**Деталі машин.** Розрахунок та конструювання [Текст] : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов [та ін.]. - Київ : Талком, 2014. - 684 с. : табл., рис. - Бібліогр.: с. 683. - ISBN 978-617-7133-52-9.

У підручнику викладено сучасні основи конструювання машин, розрахунки з'єднання деталей машин та розрахунки деталей і вузлів приводів.

Підручник є новаторським і корисним, рівень викладеного матеріалу відповідає сучасним вимогам; важливим також є застосування авторами сучасної української термінології, вміле поєднання, без зайвого перевантаження текстів, питань теорії й практики деталей машин.

Для студентів вищих технічних навчальних закладів, може бути корисний для аспіратів, наукових працівників та інженерів конструкторів.

## Вступ

Машинобудування є основою розвитку всіх галузей народного господарства. Розробка і виготовлення сучасних машин супроводжується їх конструктивним удосконалюванням, підвищенням швидкостей і прискорень частин, що рухаються, діючих навантажень, напружень та інших параметрів.

Машинознавство - наука про машини, що об'єднує комплекс наукових досліджень з найбільш загальних питань, пов'язаних із машинобудуванням, незалежно від галузевої приналежності і цільового призначення машин.

Всі розділи науки про машини ґрунтуються на базові теоретичні дисципліни: математику, фізику, хімію, теоретичну механіку, теорію машин і механізмів, термодинаміку, аеро- і гідромеханіку, опір матеріалів, теорію пружності та ін.

У той час як ці дисципліни абстрагуються від параметрів практичного характеру, таких, як неоднорідність матеріалів, зносостійкість, технологічність і т.п., прикладні науки про машини повинні ретельно аналізувати й оцінювати значимість усіх чинників при створенні машин.

Таким чином, будучи продовженням загальнотеоретичних базових

дисциплін, науки, що входять до комплексу машинознавства, відрізняються від них своєю більшою практичною спрямованістю.

«Деталі машин. Основи розрахунку і конструювання машин» - складова частина цього комплексу, наукова дисципліна про теорію, розрахунок та конструювання деталей і вузлів загальномашинобудівного застосування.

Кожний механізм та машина відповідно і з своєю будовою складаються із багатьох деталей і вузлів, що взаємодіють один з одним, реалізуючи завдання й ідеї, що виникнули в процесі конструювання. Форма і розміри деталей визначаються конструкторами з урахуванням питань міцності, технологічності, вимог стандартів, необхідних форм сполучених поверхонь. Хоча окремі деталі і вузли, виходячи з їх функціонального призначення, можуть мати різне виконання, машинні деталі і вузли загальномашинобудівного застосування можна підрозділити на групи:

1) Деталі і вузли для з'єднання частин машин і споруджень між собою - з'єднання: заклепочні, різьбові, зварні, паяні, клейові, пресові, клемові, клинові і штифтові, шпоночні, шліцеві і профільні.

2) Деталі і вузли приводів - вали й осі, ущільнення, підшипники, муфти, передачі зубчаті, ланцюгові, ремінні, фрикційні і варіатори.

Деталь - виріб, виготовлений з однорідного матеріалу без застосування складальних операцій - гвинти, гайки, вали, зубчасті колеса і т.п.

Вузол (складальна одиниця) - сукупність деталей, з'єднаних на підприємстві-виготовлювачі за допомогою складальних операцій і призначених для спільної роботи - підшипник, вузол опори, редуктор і т.д.

## Зміст

Вступ.....	10
<b>РОЗДІЛ ПЕРШИЙ Загальні питання конструювання і розрахунку деталей і вузлів машин .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Проектування і конструювання машин, їх вузлів і деталей .....</b>	<b>12</b>
1.1. Зміст і порядок проектування і конструювання.....	12
1.2. Загальні вимоги до машин, їх вузлів і деталей.....	13
1.3. Поняття оптимального та раціонального в конструюванні .....	14
1.4. Про розрахункові схеми деталей і вузлів машин .....	15
<b>2. Стандартизація в проектуванні машин.....</b>	<b>16</b>
2.1. Загальні відомості .....	16
2.2. Переважні ряди чисел .....	17
2.3. Допуски та посадки.....	20
2.4. Шорсткість поверхонь деталей машин .....	22

<b>3. Конструкційні матеріали для деталей машин .....</b>	<b>23</b>
3.1. Діаграми стану .....	23
3.2. Сталі .....	24
3.3. Чавуни .....	26
3.4. Сплави кольорових металів .....	27
3.5. Неметалеві матеріали .....	28
<b>4. Механічні характеристики конструкційних матеріалів .....</b>	<b>28</b>
4.1. Властивості матеріалів при статичних напруженнях .....	29
4.2. Властивості матеріалів при повторно-перемінних напруженнях .....	34
4.3. Властивості матеріалів при ударному навантаженні .....	37
<b>5. Технологічні методи підвищення міцності та надійності роботи деталей машин .....</b>	<b>39</b>
5.1. Пластична деформація і рекристалізація .....	40
5.2. Термічна обробка чавуна і сталі .....	41
5.3. Хіміко-термічна обробка сталі .....	42
5.4. Термомеханічна обробка .....	43
5.5. Поверхнєве пластичне деформування .....	44
<b>6. Навантаження в машинах .....</b>	<b>44</b>
6.1. Характеристика сил у механізмах і машинах .....	44
6.2. Розрахункові навантаження .....	55
<b>7. Оцінка міцності .....</b>	<b>56</b>
7.1. Критерії міцності .....	56
7.2. Оцінка міцності для одноосьового напруженого стану .....	59
7.3. Оцінка міцності при складному напруженому стані .....	78
7.4. Імовірність руйнування та запаси витривалості .....	84
<b>8. Оцінка надійності та довговічності машин .....</b>	<b>87</b>
8.1. Основні поняття .....	87
8.2. Показники надійності та довговічності .....	87
8.3. Типові закони розподілу часу безвідмовної роботи .....	88
8.4. Шляхи підвищення надійності машин .....	93
<b>9. Тертя та спрацювання деталей машин .....</b>	<b>93</b>
9.1. Види та характеристики зовнішнього тертя .....	93
9.2. Втрати енергії на тертя. Механічний коефіцієнт корисної дії .....	97
9.3. Види та стадії спрацювання. Чисельна оцінка спрацювання .....	100
9.4. Шляхи зменшення спрацювання деталей машин .....	105
<b>10. Термостійкість та вібростійкість деталей машин .....</b>	<b>109</b>

10.1. Термостійкість .....	109
10.2. Вібростійкість .....	115

## **РОЗДІЛ ДРУГИЙ. З'єднання деталей машин .....** 121

1. Основні види з'єднань .....	121
1.1. Класифікація.....	121
1.2. Нерухомі з'єднання .....	122
1.3. Рухомі з'єднання .....	123
1.4. Пружні з'єднання .....	124
<b>2. Зварні з'єднання .....</b>	<b>125</b>
2.1. Особливості процесу зварювання і класифікація зварних з'єднань ....	125
2.2. Міцність зварних з'єднань .....	129
2.3. Конструкції та оцінка зварних з'єднань .....	136
<b>3. З'єднання деталей паянням та склеюванням.....</b>	<b>139</b>
3.1. Паяні з'єднання.....	139
3.2. Клейові з'єднання.....	142
<b>4. Нарізні з'єднання.....</b>	<b>151</b>
4.1. Загальні відомості .....	151
4.2 Основні типи та параметри нарізки .....	154
4.3. Надійність нарізного з'єднання .....	157
4.4. Щільність нарізного з'єднання .....	160
4.5. Міцність нарізних з'єднань .....	164
4.6. Матеріали для виготовлення деталей з нарізкою .....	173
4.7. Вплив змінних навантажень.....	174
<b>5. Шпонкові та шліцьові з'єднання .....</b>	<b>176</b>
5.1. Шпонкові з'єднання .....	177
5.2. Шліцьові з'єднання .....	184
5.3. Призматичні і профільні з'єднання .....	188
<b>6. З'єднання деталей з натягом.....</b>	<b>190</b>
6.1. Розрахунок з'єднання.....	192
6.2. Конічні з'єднання з натягом .....	197
6.3. Перевірка міцності деталей з'єднання.....	198
6.4. Приклад розрахунку .....	199
<b>7. Пружні з'єднання .....</b>	<b>202</b>
7.1. Загальні відомості.....	202
7.2. Класи, розряди і групи пружин .....	203

7.3. Матеріали для виготовлення пружин .....	203
7.4. Конструкції пружин.....	204
7.5. Характеристика пружини. Жорсткість пружини .....	209
7.6. Розрахунок витих циліндричних пружин .....	210
7.7. Приклад розрахунку .....	213
<b>ТРЕТІЙ РОЗДІЛ. Деталі і вузли приводів .....</b>	<b>217</b>
<b>1. Приводи та їхні задачі. Відповідність машини-двигуна робочій машині. Вибір двигуна.....</b>	<b>217</b>
<b>2. З'єднання агрегатів приводу. Перетворення параметрів руху. Основні параметри передач .....</b>	<b>220</b>
<b>3. Клинонасові варіатори.....</b>	<b>223</b>
<b>4. Імпульсні редуктори і варіатори на їх основі.....</b>	<b>236</b>
<b>5. Пасові передачі .....</b>	<b>252</b>
5.1. Загальні відомості та класифікація.....	252
5.2. Геометрія та кінематичні співвідношення у пасових передачах .....	258
5.3. Сили та напруга в пасі .....	260
5.4. Натягнення пасів на шківках і сили їх взаємодії .....	236
5.5. Тягова здатність пасових передач .....	271
5.6. Розрахунок пасових передач на тягову здатність .....	276
5.7. Розрахунок поліклинових передач .....	279
5.8. Питання довговічності пасових передач.....	280
5.9. Передачі зубчастими пасами.....	281
<b>6. Зубчасті передачі .....</b>	<b>286</b>
6.1. Загальні відомості.....	286
6.2. Короткі відомості про геометрію і кінематику евольветних зачеплень .....	289
6.3. Умови роботи зубців у зачепленні циліндричних зубчастих коліс і види пошкоджень .....	297
6.4. Матеріали. Термічна і хіміко-термічна обробка .....	301
6.5. Допустимі напруження.....	306
6.6. Розрахунки циліндричних зубчастих коліс .....	318
6.7. Передачі конічними зубчастими колесами.....	331
6.8. Особливості розрахунків зубчастих передач для особливих умов експлуатації .....	346
<b>7. Гвинтові та гіпоїдні передачі.....</b>	<b>349</b>
7.1. Загальні відомості.....	349
7.2. Г винтові зубчасті передачі .....	351

7.3 Гіпоїдні передачі.....	352
<b>8. Черв'ячні передачі.....</b>	<b>364</b>
8.1. Загальні відомості та класифікація.....	364
8.2. Геометрія передач з циліндричними черв'яками.....	366
8.3. Кінематика і точність виготовлення черв'ячних передач.....	369
8.4. Матеріали деталей черв'ячної передачі.....	370
8.5. Види руйнування та критерії роботоздатності і розрахунків.....	371
8.6. Навантаження на зубці черв'ячного колеса і витки черв'яка.....	373
8.7. Розрахункове навантаження на зубці черв'ячного колеса.....	375
8.8. Розрахунок активних поверхонь зубців за контактним напруженням.....	377
8.9. Розрахунок зубців черв'ячного колеса на згин.....	379
8.10. Допустимі напруження.....	380
8.11. Розрахунок черв'ячних редукторів на нагрів.....	384
8.12. Розрахунок черв'яка на жорсткість.....	385
<b>9. Хвильові передачі.....</b>	<b>386</b>
9.1. Загальні відомості.....	386
9.2. Умови роботи хвильових передач. Види руйнувань. Критерії працездатності.....	390
9.3. Геометричні параметри хвильової передачі.....	392
9.4. Розрахунок міцності хвильової передачі.....	395
<b>10. Ланцюгові передачі.....</b>	<b>402</b>
10.1. Призначення, будова та класифікація.....	402
10.2. Основні характеристики.....	404
10.3. Конструкції основних елементів та матеріали ланцюгів і зірочок.....	406
10.4. Основи теорії ланцюгових передач.....	412
10.5. Критерії працездатності та практичний розрахунок ланцюгової передачі.....	425
<b>11. Передачі гвинт-гайка.....</b>	<b>442</b>
11.1. Призначення, будова та класифікація.....	442
11.2. Передача гвинт-гайка ковзання.....	451
11.3. Передача гвинт-гайка кочення.....	458
11.4. Диференціальна передача гвинт-гайка.....	472
11.5. Інтегральна передача гвинт-гайка.....	473
11.6. Неспіввісна передача гвинт-гайка.....	473
<b>12. Вали і осі.....</b>	<b>483</b>
12.1. Призначення, класифікація та конструкції.....	483
12.2. Розрахунок валів і осей.....	489
12.3. Конструювання валів і осей.....	495
12.4. Розрахунок на жорсткість.....	506
12.5. Антирезонансний розрахунок валів.....	506
<b>13. Підшипники кочення.....</b>	<b>518</b>

13.1. Загальні відомості.....	518
13.2. Підшипникові вузли .....	537
13.3. Статика підшипників.....	550
13.4. Розподіл контактних напружень .....	554
13.5. Кінематика підшипників.....	556
13.6. Динаміка підшипників .....	557
13.7. Пошкодження деталей і розрахунки.....	560
13.8. Приклад розрахунку підшипника .....	560
13.9. Швидкісний параметр підшипників .....	577
13.10. Контроль якості виготовлення підшипників і їх технічного стану...	579
13.11. Нові конструкції підшипників і технології виготовлення .....	581
<b>14. Підшипники ковзання.....</b>	<b>591</b>
14.1. Загальні відомості.....	591
14.2. Види руйнувань підшипників ковзання. Критерії працездатності й розрахунку .....	592
14.3. Умовні розрахунки підшипників ковзання.....	593
14.4. Розрахунок і проектування радіального гідродинамічного підшипника.....	605
14.5. Розрахунок і проектування упорного гідродинамічного підшипника..	618
<b>15. Муфти приводів .....</b>	<b>647</b>
15.1. Глухі муфти .....	647
15.2. Жорсткі компенсуючі муфти.....	650
15.3. Пружні муфти .....	657
15.4. Зчіпні муфти .....	671
15.5. Запобіжні муфти .....	675
15.6. Спеціальні та комбіновані муфти .....	677