

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет водного господарства та
природокористування**

**В.О. Малащенко, В.М. Стрілець,
Я.М. Новіцький, О.Р. Стрілець**

ДЕТАЛІ МАШИН І ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ

Навчальний посібник

2-ге видання

**Для студентів спеціальності
274 «Автомобільний транспорт»**

«Новий Світ-2000»

Львів

2020

УДК 621.01(075.8)

ББК 34.42я7

М83

Рекомендовано науково-методичною радою Національного університету „Львівська політехніка”.

(Протокол № 23 від 24 листопада 2016 р.).

Рекомендовано вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.

(Протокол № 6 від 3 лютого 2017 р.)

Рецензенти:

Гуліда Е. М., доктор технічних наук, професор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, м. Львів;

Кіндрацький Б.І., доктор технічних наук, професор Національного університету „Львівська політехніка”, м. Львів;

Марчук М.М., кандидат технічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Малащенко В.О., Стрілець В.М., Новіцький Я.М.,
Стрілець О.Р.**

М83 Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання. 2-ге видання. Навч. посібник. – Львів : «Новий Світ-2000», 2020. – 347 с.

ISBN 978-617-7519-21-7

Відповідно до навчальної програми у навчальному посібнику у двох розділах подано основи будови та інженерних розрахунків деталей машин загального призначення та підйомно-транспортного обладнання, які використовуються в автомобільній техніці. Подані матеріали містять короткі теоретичні відомості, формули та ілюстрації, розрахункові схеми, методики розрахунків та списки рекомендованої літератури. Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”.

ISBN 978-617-7519-21-7

УДК 621.01(075.8)

ББК 34.42я7

© Малащенко В.О., Стрілець В.М.,
Новіцький Я.М., Стрілець О.Р., 2020

© «Новий Світ-2000», ФОП Піча С. В., 2020

ЗМІСТ

Передмова	10
РОЗДІЛ 1. ДЕТАЛІ МАШИН	11
1.1. Загальні питання деталей машин	11
1.1.1. Вітчизняне машинобудування, його значення в соціально-економічному розвитку країни	11
1.1.2. Види виробів та їхні характеристики	11
1.1.3. Загальні вимоги до виробів та їх елементів	12
1.1.4. Критерії роботоздатності та методи їх оцінювання	13
1.1.5. Загальні відомості про навантаження і режими роботи	14
1.1.6. Розрахунки і конструювання при проектуванні	15
1.1.7. Механічні передачі	16
1.1.8. Класифікація механічних передач	16
1.1.9. Співвідношення кінематичних і силових параметрів ..	17
1.1.10. Кінематичний і силовий розрахунки привода	17
1.2. Фрикційні передачі	21
1.2.1. Основні визначення та класифікація	21
1.2.2. Передачі постійного передаточного числа	22
1.2.3. Передачі змінного передаточного числа – фрикційні варіатори	23
1.2.4. Розрахунки фрикційних передач на контактну міцність	24
1.3. Зубчасті циліндричні передачі	26
1.3.1. Основні визначення та класифікація	26
1.3.2. Матеріали зубчастих коліс, термообробка і їхнє виготовлення	27
1.3.3. Види руйнування зубців і критерії їх роботи здатності	28
1.3.4. Допустимі напруження	29
1.3.5. Геометричні параметри і розміри	30
1.3.6. Сили, що діють у передачах	32
1.3.7. Розрахунок прямозубих передач на втому і міцність при згині	33
1.3.8. Розрахунок прямозубих передач на контактну втому та міцність	35
1.3.9. Проектний розрахунок циліндричних зубчастих передач	37
1.4. Зубчасті конічні передачі	38

1.4.1. Основні визначення та класифікація	38
1.4.2. Геометричні параметри і розміри	39
1.4.3. Сили, що діють у передачах	41
1.4.4. Перевірка зубців передач на втому і міцність при згині	42
1.4.5. Перевірка активних поверхонь зубців на контактну втому і міцність	44
1.5. Черв'ячні передачі	46
1.5.1. Основні визначення та класифікація	46
1.5.2. Матеріали черв'яка і черв'ячного колеса	48
1.5.3. Конструкції черв'яків і деяких черв'ячних коліс	49
1.5.4. Критерії роботоздатності черв'ячного зачеплення	49
1.5.5. Геометричні параметри і розміри	50
1.5.6. Сили, що діють у зачепленні передач	52
1.5.7. Особливості розрахунків передач на втому і міцність при згині та на контактну втому та міцність	52
1.5.8. Розрахунок черв'яка на жорсткість	55
1.5.9. ККД передачі та її тепловий розрахунок	55
1.6. Пасові передачі	57
1.6.1. Загальні відомості та класифікація	57
1.6.2. Сили і напруження у вітках пасової передачі	58
1.6.3. Розрахунок геометричних розмірів	59
1.6.4. Розрахунок розмірів поперечного перетину паса	61
1.6.5. Особливості розрахунків клинопасових передач і передач з натискним роликом	62
1.6.6. Шківи, їх конструкції, матеріали та розрахунки	65
1.7. Ланцюгові передачі	67
1.7.1. Загальні відомості та класифікація	67
1.7.2. Вибір та розрахунок геометричних розмірів	68
1.7.3. Розрахунок ланцюга на міцність і зносостійкість	70
1.7.4. Зірочки, їх конструкції, матеріали та розрахунки	71
1.8. Особливі зубчасті передачі	73
1.8.1. Планетарні зубчасті передачі	73
1.8.2. Короткі відомості про хвильові зубчасті передачі	74
1.8.3. Зубчасті передачі з зачепленням Новікова	75
1.9. Осі та вали	77
1.9.1. Загальні питання осей і валів	77

1.9.2. Матеріали осей і валів	78
1.9.3. Основні визначення та класифікація осей	79
1.9.4. Розрахунки осей на міцність	80
1.9.5. Основні визначення та класифікація валів	81
1.9.6. Умовний розрахунок валів та конструювання	82
1.9.7. Розрахунок валів на статичну міцність	83
1.9.8. Розрахунок вала на витривалість	84
1.9.9. Розрахунок валів на жорсткість	85
1.9.10. Розрахунок валів на колювання	86
1.9.11. Форми опорних ділянок осей і валів	87
1.10. Підшипники ковзання	89
1.10.1. Основні визначення та класифікація	90
1.10.2. Конструкції підшипників ковзання, режими їх роботи, матеріали	90
1.10.3. Розрахунок підшипників граничного тертя	91
1.11. Підшипники кочення	93
1.11.1. Основні визначення і класифікація	93
1.11.2. Система умовних позначень	95
1.11.3. Матеріали, види поломок та критерії роботоздатності	96
1.11.4. Розподілення навантаження за тілами кочення	97
1.11.5. Розрахунки підшипників кочення на статичну і динамічну вантажність	98
1.11.6. Особливості монтажу підшипникових складальних одиниць	102
1.11.7. Ущільнювальні пристрої підшипникових складальних одиниць	104
1.11.8. Посадки підшипників на вал і в корпус	105
1.11.9. Монтаж і демонтаж підшипників	106
1.11.10. Машення підшипників кочення	107
1.12. Муфти механічні	108
1.12.1. Основні визначення та класифікація	108
1.12.2. Вибір стандартної муфти	108
1.12.3. Некеровані муфти	109
1.12.4. Керовані муфти	115
1.12.5. Самокеровані муфти	119
1.12.6. Комбіновані муфти	122

1.13. Нарізні з'єднання	123
1.13.1. Основні визначення та класифікація	123
1.13.2. Деталі нарізних з'єднань і їх матеріали	124
1.13.3. Розподіл навантаження на витках нарізі	125
1.13.4. Технологічні і конструктивні заходи з підвищення витривалості гвинтів	125
1.13.5. Момент тертя в нарізі та опорній поверхні гайки	126
1.13.6. Розрахунки одиноких і групових з'єднань на міцність	127
1.13.7. Поняття про передачі гвинт-гайка та їх розрахунок ..	134
1.14. Шпонкові та шліцьові з'єднання	138
1.14.1. Основні визначення і класифікація	138
1.14.2. Розрахунок ненапружених шпонкових з'єднань	141
1.14.3. Розрахунок напружених шпонкових з'єднань	142
1.14.4. Основні визначення та класифікація шліцьових з'єднань	143
1.14.5. Розрахунок шліцьових з'єднань	144
1.15. Зварні з'єднання	146
1.15.1. Основні визначення та класифікація	146
1.15.2. Область застосування	148
1.15.3. Розрахунки на міцність	148
1.16. Клепкові з'єднання	151
1.16.1. Основні визначення та класифікація	151
1.16.2. Область застосування	152
1.16.3. Розрахунки на міцність	152
1.17. Пресові з'єднання	155
1.17.1. Загальні відомості	155
1.17.2. Розрахунки пресових з'єднань	155
1.17.3. Розрахунки деталей пресових з'єднань	157
<u>РОЗДІЛ 2.</u> ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ	159
2.1. Загальні питання	159
2.1.1. Коротка історична довідка	159
2.1.2. Розвиток та досягнення вітчизняного ПТО	160
2.1.3. Питання безпеки	160
2.1.4. Загальна класифікація ПТО	161
2.1.5. Головні технічні параметри підйомного обладнання ...	161

2.1.6. Режими роботи	162
2.2. Елементи підйомного обладнання	165
2.2.1. Вантажні ланцюги, будова та розрахунок	165
2.2.2. Підйомні канати, будова та розрахунок	167
2.2.3. Блоки	168
2.2.4. Поліспасти	171
2.2.5. Барабани вантажопідйомних машин	173
2.2.6. Вантажозахватні пристрої	178
2.3. Гальмівні пристрої	186
2.3.1. Загальні питання	186
2.3.2. Зупинники: храповий і фрикційний	187
2.3.3. Гальма колодкові	188
2.3.4. Гальма стрічкові	191
2.3.5. Гальма дискові	196
2.3.6. Вантажопорне гальмо	197
2.4. Механізми підйому вантажу	199
2.4.1. Механізм підйому вантажу з ручним приводом	199
2.4.2. Схеми механізми підйому вантажу з механічним (електричним) приводом	200
2.4.3. Визначення необхідної потужності при русі механізму та вибір двигуна і редуктора	200
2.4.4. Робота механізму підйому вантажу	201
2.4.5. Таль: будова та принцип роботи	203
2.5. Прольотні крани	206
2.5.1. Область застосування. Класифікація	206
2.5.2. Будова однобалкового крана	206
2.5.3. Будова двохбалкового крана	208
2.5.4. Будова козлового крана	209
2.5.5. Розрахунок головної балки кранів	211
2.5.6. Ходові колеса та їх розрахунок	213
2.5.7. Механізми пересування кранів і вантажних візків	215
2.5.8. Визначення сили опору та необхідної потужності двигуна і передаточного числа механізму пересування	216
2.5.9. Перевірка на силу зчеплення ведучих коліс з рейками при розгоні та гальмуванні	219
2.6. Поворотні крани	220
2.6.1. Призначення та схеми кранів	220

2.6.2. Схеми механізмів повороту	221
2.6.3. Розрахунок противаги і опор	222
2.6.4. Визначення моменту опору повороту	226
2.6.5. Розрахунок фундаменту крана	227
2.6.6. Стационарні поворотні крани	229
2.6.7. Пересувні поворотні крани, розрахунок колії	231
2.6.8. Стійкість (вантажна та власна) поворотних кранів	237
2.6.9. Прилади та пристрої безпечної роботи кранів	238
2.7. Транспортуюче обладнання	240
2.7.1. Призначення, класифікація та схеми	240
2.7.2. Головні технічні параметри	241
2.7.3. Основи теорії транспортерів	241
2.7.4. Суть методу обходу по контуру	243
2.7.5. Визначення продуктивності транспортерів	244
2.8. Стрічкові транспортери	245
2.8.1. Призначення та будова	245
2.8.2. Стрічки транспортерів: будова та розрахунок	245
2.8.3. Визначення ширини стрічки	248
2.8.4. Розрахунок роликкоопор і барабанів	250
2.8.5. Конструкції натяжних пристроїв стрічки	253
2.8.6. Визначення натягу стрічки методом обходу по контуру (тяговий розрахунок)	254
2.8.7. Схеми приводу та його розрахунок	256
2.9. Пластинчасті транспортери	248
2.9.1. Призначення та будова	257
2.9.2. Тягові ланцюги транспортерів: будова та розрахунок	258
2.9.3. Визначення ширини настилу: плоского та жолобчастого	259
2.9.4. Визначення натягу ланцюга	261
2.9.5. Схема приводу та його розрахунок	262
2.9.6. Конструкція натяжного пристрою ланцюгів	263
2.10. Скребокві транспортери	264
2.10.1. Призначення та будова	264
2.10.2. Визначення розмірів жолоба	265
2.10.3. Тяговий розрахунок ланцюгів	266
2.10.4. Кінематика та динаміка тягових ланцюгів	268
2.11. Ковшові елеватори	271

2.11.1. Призначення та будова	271
2.11.2. Типи ковшів і вибір їх розмірів	272
2.11.3. Основи теорії розвантаження ковшів елеватора	273
2.11.4. Розрахунок деяких параметрів і розмірів елеватора ...	274
2.11.5. Тяговий розрахунок елеватора	275
2.11.6. Привод елеватора	278
2.12. Гвинтові транспортери	280
2.12.1. Будова і призначення	280
2.12.2. Визначення діаметра гвинта	281
2.12.3. Сили опору при переміщенні вантажу	282
2.13. Самопливний транспорт (спуски)	284
2.13.1. Призначення самопливного транспорту	284
2.13.2. Рольганги: будова та розрахунок	284
2.13.3. Прямі похилі спуски	285
2.13.4. Гвинтові спуски: будова та розрахунок	288
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	293
ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ (Курсова робота)	323
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	323
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	334
Література	347

ПЕРЕДМОВА

Технічний рівень всіх галузей господарства України, у тому числі будь-якої країни визначається рівнем машинобудування, розвиток та основи проектування якого базуються на багатьох дисциплінах, а особливо: „Деталі машин” та „Вантажопідйомна, транспортуюча і транспортна техніка”. Для спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”, згідно з навчальним планом, основи цих курсів вивчаються у дисципліні „Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання”.

Відповідно до навчального плану даної спеціальності, підготовка бакалаврів з якої проводиться у Національному університеті «Львівська політехніка» і Національному університеті водного господарства та природокористування (м. Рівне), написаний навчальний посібник з дисципліни „Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання”. Основи широкого матеріалу згаданих курсів „Деталі машин” та „Вантажопідйомна, транспортуюча і транспортна техніка”, без шкоди для розуміння, викладені в стислому вигляді.

Матеріал посібника подається у двох розділах: перший – „Деталі машин”; другий – „Підйомно-транспортне обладнання”. Кожний розділ посібника містить найважливіші короткі теоретичні відомості, формули, основні розрахунки, ілюстрації та рекомендовану літературу, яка допоможе студентам розширити знання навчального матеріалу поза об’ємом навчального посібника.

Підрозділи 2-16 першого розділу навчального посібника, питання для перевірки знань студентів написав канд. техн. наук, професор Стрілець В.М., зміст другого розділу та комп’ютерне компонування всього посібника виконав канд. техн. наук, доцент Стрілець О.Р., редагування другого розділу виконано канд. техн. наук, доцентом Новіцьким Я.М., підрозділи 1-17 першого розділу, термінологічний словник, предметний покажчик і загальне редагування навчального посібника виконано д-р техн. наук, професором Малащенком В.О.

Автори дуже вдячні колегам, а особливо рецензентам: професорам Гуліді Е.М., Кіндрацькому Б.І. та Марчуку М.М. за допомогу, слухні зауваження та поради, подані під час підготовки і рецензуванні рукопису навчального посібника.