

Ю.М. Дроннік
С.І. Кучеренко
Л.М. Тіщенко

ДОВІДНИК

З ТЕОРЕТИЧНОЇ

МЕХАНІКИ



Харків 2003

УДК 531/534(075)
ББК 22.21я73

Рецензенти:

д-р. техн. наук, проф. /Д. Гаркуша

д-р. техн. наук, проф. В.С. Фокін

М 86 Дроннік Ю.М., Кучеренко СЛ., Тіщенко Л.М.
Довідник з теоретичної механіки.— Харків: Око,
2002.— 292 с: іл. 225.
ISBN 966-526-068-5
УДК 531/534(075)

Довідковий посібник з теоретичної механіки в узагальненому і стислому вигляді містить відомості з питань, які передбачені програмою для студентів механічних спеціальностей вузів.

У посібнику коротко викладені основні поняття і закони механіки, численні приклади показують, як практично використовувати ті або інші закони, методи, правила та формули.

ББК 22.21я73

ISBN 966-526-068-5

© Дроннік Ю.М., Кучеренко СЛ.,
Тіщенко Л.М., 2002

ЗМІСТ

ВСТУП	3
СТАТИКА	4
1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА АКсіОМИ СТАТИКИ	4
1.1. Основні поняття і визначення.....	4
1.2. Аксіоми статки.....	4
1.3. Найпростіші теореми статки.....	6
1.4. В'язі та їх реакції.....	6
2. СИСТЕМА ЗБІЖНИХ СИЛ	11
2.1. Геометричний спосіб додавання і розкладання сил.....	11
2.2. Проекція сили на вісь і на площину.....	13
2.3. Аналітичний спосіб додавання сил.....	14
2.4. Розподілені сили.....	14
2.5. Рівновага системи збіжних сил.....	16
3. СИСТЕМА ПАРАЛЕЛЬНИХ СИЛ І ПАР, РОЗТАШОВАНИХ В ОДНІЙ ПЛОЩИНІ	19
3.1. Додавання паралельних сил.....	19
3.2. Пара сил.....	20
3.3. Умова рівноваги пар в площині.....	20
4. ДОВІЛЬНА ПЛОСКА СИСТЕМА СИЛ	21
4.1. Момент сили.....	21
4.2. Зведення плоскої системи сил до центра.....	23
4.3. Випадки зведення плоскої системи сил до центра.....	23
4.4. Умови рівноваги плоскої системи сил.....	24
4.5. Умови рівноваги плоскої системи паралельних сил.....	24
4.6. Рівновага системи тіл.....	25
5. ФЕРМИ	30
5.1. Найпростіші ферми.....	30
5.2. Визначення зусиль у стержнях ферми.....	31

5.3. Деякі окремі випадки визначення зусиль у стержнях ферм.....	32
6. ДОВІЛЬНА ПРОСТОРОВА СИСТЕМА СИЛ ...	35
6.1. Момент сили і пари як вектори.....	35
6.2. Момент сили відносно осі.....	36
6.3. Зведення просторової системи сил до центра ...	37
6.4. Випадки зведення просторової системи сил до центра.....	38
6.5. Умови рівноваги просторової системи сил.....	39
6.6. Умови рівноваги просторової системи паралельних сил.....	39
6.7. Умови рівноваги різних систем сил, що діють на тверде тіло.....	40
7. ТЕРТЯ.....	43
7.1. Закони тертя ковзання.....	43
7.2. Кут і конус тертя.....	44
7.3. Тертя кочення.....	45
7.4. Тертя гнучкого тіла.....	45
7.5. Коефіцієнти тертя ковзання і кочення.....	46
8. ЦЕНТР ВАГИ.....	49
8.1. Центр ваги твердого тіла і його координати.....	49
8.2. Центри ваги деяких однорідних тіл.....	52
КІНЕМАТИКА.....	57
9. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ ТОЧКИ ..	57
9.1. Положення точки.....	57
9.2. Способи означення руху точки.....	58
9.3. Швидкість точки.....	59
9.4. Прискорення точки.....	61
9.5. Дотичне і нормальне прискорення точки.....	62
9.6. Окремі випадки руху точки.....	63
10. НАЙПРОСТІШІ ВИПАДКИ РУХУ ТВЕРДОГО ТІЛА ..	68
10.1. Поступальний рух.....	68
10.2. Обертальний рух.....	69
10.3. Швидкості і прискорення точок тіла, яке обертається.....	71

10.4. Вектор кутової швидкості і кутового прискорення .	73
10.5. Векторні формули для швидкостей і прискорень точок тіла	74
11. ПЛОСКИЙ РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА	77
11.1. Рівняння плоского руху.....	77
11.2. Розподіл швидкостей.....	79
11.3. Миттєвий центр швидкостей.....	81
11.4. Розподіл прискорень.....	83
11.5. Миттєвий центр прискорень.....	84
11.6. Плани швидкостей та прискорень.....	86
11.6.1. План швидкостей.....	86
11.6.2. План прискорення.....	88
12. СКЛАДНИЙ РУХ ТОЧКИ	99
12.1. Абсолютна і відносна траєкторії точки.....	99
12.2. Швидкість у складному русі.....	101
12.3. Прискорення у складному русі.....	102
13. ОБЕРТАЛЬНИЙ РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА НАВКОЛО НЕРУХОМОЇ ТОЧКИ	108
13.1. Рівняння руху.....	108
13.2. Теорема Ейлера-Даламбера.....	110
13.3. Розподіл швидкостей.....	112
13.4. Миттєве кутове прискорення.....	113
13.5. Розподіл прискорень.....	114
14. ЗАГАЛЬНИЙ ВИПАДОК РУХУ ВІЛЬНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА	117
14.1. Положення тіла і кожної його точки.....	117
14.2. Миттєва гвинтова вісь.....	119
14.3. Швидкості точок вільного твердого тіла у загальному випадку його руху.....	120
14.4. Прискорення точок вільного твердого тіла	122
15. СКЛАДОВИЙ РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА	124
15.1. Додавання поступальних швидкостей.....	125
15.2. Теорема про додавання обертань твердого тіла навколо осей, що перетинаються.....	125
15.3. Теорема про додавання обертань твердого тіла навколо паралельних осей.....	127

15.4. Теореми про додавання поступального і обертального рухів твердого тіла	130
ДИНАМІКА	135
16. ЗАКОНИ ДИНАМІКИ	135
16.1. Основні поняття.....	135
16.2. Закони Ньютона.....	135
16.3. Системи механічних одиниць.....	137
17. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ РУХУ ТОЧКИ .	137
17.1. Диференціальні рівняння динаміки.....	137
17.2. Дві основні задачі динаміки точки.....	138
17.3. Рух точки, яка кинута під кутом α_0 до горизонту зі швидкістю v_0	139
17.4. Вертикальний рух точки поблизу земної поверхні при опорі, пропорційному швидкості.....	141
17.5. Вертикальний рух точки поблизу земної поверхні при опорі, пропорційному квадрату швидкості ...	142
17.6. Падіння точки з дуже великої висоти.....	143
18. НЕВІЛЬНИЙ РУХ ТОЧКИ	144
18.1. Невільна матеріальна точка.....	144
18.2. Рівняння руху точки по заданій нерухомій кривій	145
18.3. Визначення реакцій в'язей.....	145
18.4. Математичний маятник.....	146
19. ДИНАМІКА ВІДНОСНОГО РУХУ.....	148
19.1. Рівняння відносного руху точки.....	148
19.2. Окремі випадки відносного руху точки.....	148
20. ПРЯМОЛІНІЙНІ КОЛИВАННЯ ТОЧКИ	151
20.1. Загальні поняття.....	151
20.2. Вільні коливання при відсутності опоры.....	152
20.3. Вільні коливання при опорі, пропорційному швидкості (загасаючі коливання).....	154
20.4. Вимушені коливання при відсутності опоры.....	157
20.5. Вимушені коливання при наявності опоры.....	161
21. ГЕОМЕТРІЯ МАС	167
21.1. Центр мас системи. Сили внутрішні і зовнішні	167

21.2. Момент інерції системи матеріальних точок	168
21.3. Момент інерції розподілених мас.....	168
21.4. Моменти інерції твердого тіла.....	169
21.5. Залежність між моментами інерції тіла відносно паралельних осей.....	171
21.6. Відцентрові моменти інерції. Головні осі інерції тіла.....	172
21.7. Осьові моменти інерції однорідних тіл.....	173
22. ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧКИ І СИСТЕМИ.....	175
22.1. Кількість руху.....	175
22.2. Імпульс сили.....	175
22.3. Момент кількості руху.....	177
22.4. Кінетична енергія.....	178
22.5. Робота і потужність сил.....	179
22.6. Потенційна енергія.....	184
22.7. Коефіцієнт корисної дії.....	185
23. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕМИ ДИНАМІКИ ТОЧКИ І СИСТЕМИ.....	186
23.1. Теорема про рух центра мас системи.....	186
23.2. Теорема про зміну кількості руху.....	187
23.3. Теорема про зміну моменту кількості руху.....	188
23.4. Теорема про зміну кінетичної енергії.....	191
23.5. Теорема збереження механічної енергії.....	192
24. ДИНАМІКА ТВЕРДОГО ТІЛА.....	196
24.1. Поступальний рух твердого тіла.....	196
24.2. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі.....	196
24.3. Фізичний маятник.....	197
24.4. Плоский рух твердого тіла.....	199
25. ПРИНЦИП ДАЛАМБЕРА.....	202
25.1. Принцип Даламбера.....	202
25.2. Головний вектор і головний момент сил інерції твердого тіла.....	204
25.3. Тиск на вісь тіла, яке обертається.....	206
26. ПРИНЦИП МОЖЛИВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ.....	209
26.1. В'язі і узагальнені координати.....	209

26.2. Можливі переміщення механічної системи.....	212
26.3. Можлива робота сили.....	212
26.4. Принцип можливих переміщень.....	213
26.5. Загальне рівняння динаміки.....	214
27. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ УДАРУ.....	217
27.1. Основні рівняння теорії удару.....	217
27.2. Загальні теореми теорії удару.....	218
27.3. Коефіцієнт відновлення при ударі.....	219
27.4. Удар тіла об нерухому перепону.....	219
27.5. Прямий центральний удар двох тіл.....	220
27.6. Теорема Карно.....	221
27.7. Удар по тілу, яке обертається.....	222
ДОДАТКИ.....	234
ДОДАТОК 1. Моменти інерції.....	234
ДОДАТОК 2. Теорема Ейлера.....	242
ДОДАТОК 3. Латинський та грецький алфавіт.....	246
ДОДАТОК 4. Літерні позначення основних величин теоретичної механіки.....	247
ДОДАТОК 5. Співвідношення між одиницями механічних величин.....	255
ДОДАТОК 6. Механічні величини і одиниці їхнього виміру в системах.....	257
ДОДАТОК 7. Міжнародна система одиниць (SI).....	260
ДОДАТОК 8. Терміни в механіці та їхні позначення (російською та українською мовами) . . .	261
ЛІТЕРАТУРА.....	278
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	279