

621.01  
Т 33

Попов С.В.  
Бучинський М.Я.  
Гнітько С.М.  
Чернявський А.М.



# ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Підручник для студентів  
механічних спеціальностей  
закладів вищої освіти

$\frac{dv}{dt}$   
 $F = m \cdot a$   
 $\beta = f(\alpha)$

Міністерство освіти і науки України  
Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка  
Навчально-науковий інститут інформаційних  
технологій і механотроніки  
Навчально-науковий інститут нафти і газу

С. В. Попов, М. Я. Бучинський,  
С. М. Гнітько, А. М. Чернявський

# **ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН**

---

Підручник для студентів механічних  
спеціальностей закладів вищої освіти

Харків  
2019

**УДК 621.01**  
**ББК 34.42**  
**Т33**

*Рекомендовано до друку Науково-методичною радою  
Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка  
(протокол №4 від 28.03.2019 р.)*

**Рецензенти:**

**Л. Г. Козлов**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування Вінницького національного технічного університету;

**Є. А. Фролов**, доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та механотроніки Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

Попов С. В., Бучинський М. Я., Гнітько С. М., Чернявський А. М. **Теорія механізмів технологічних машин:** підручник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2019. 268 с.

ISBN 978-617-578-309-2

Основу цього підручника становлять загальні методи аналізу та синтезу механізмів, за яким студенти мають вивчити раціональну побудову структури сучасної технологічної машини під час її проектування.

Для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти та фахівців механічного профілю експлуатації та конструювання технологічних машин для підвищення кваліфікації.

**УДК 621.01**  
**ББК 34.42**  
**Т33**

ISBN 978-617-578-309-2

© Попов С. В., Бучинський М. Я.,  
Гнітько С. М., Чернявський А. М., 2019.

ВСТУП.....	6
1 ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.....	9
1.1 Основа та ланки.....	10
1.2 Передача руху.....	13
1.3 Механізм.....	19
1.4 Кінематична схема.....	22
1.5 Функціональна здатність механізму.....	24
1.6 Передавальна функція.....	28
1.7 Утворення механізмів.....	30
1.8 Циклограми механізмів.....	35
1.9 Створення нових машин.....	37
1.10 Цільова функція.....	40
Питання для самоконтролю.....	41
2 СТРУКТУРА ТА КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМІВ.....	42
2.1 Структура механізмів.....	42
2.1.1 Важільні механізми.....	42
2.1.1.1 Кривошипно-повзунний механізм.....	42
2.1.1.2 Кривошипно-коромисловий механізм.....	44
2.1.1.3 Кривошипно-кулісний механізм.....	46
2.1.1.4 Деякі особливості важільних механізмів.....	47
2.1.1.5 Механізми періодичного повороту.....	49
2.1.1.6 Класифікація важільних механізмів.....	52
2.1.2 Кулачкові механізми.....	53
2.1.2.1 Кулачковий механізм із осьовим розташуванням роликів штовхана.....	54
2.1.2.2 Кулачковий механізм із ексцентричним розташуванням роликів штовхана.....	56
2.1.2.3 Кулачковий механізм із роликів важелем, що гойдається.....	56
2.1.3 Фрикційні механізми.....	59
2.1.3.1 Фрикційна передача.....	60
2.1.3.2 Фрикційні варіатори.....	61
2.1.4 зубчасті механізми.....	66
2.1.4.1 Види зубчастих зачеплень.....	71
2.1.4.2 Передавальна функція зубчастих передач.....	79
2.1.4.3 Основи теорії евольвентного зубчастого зачеплення.....	80
2.1.4.4 виготовлення зубчастих коліс.....	84
2.1.4.5 Коефіцієнт форми зуба.....	88
2.1.4.6 Коефіцієнт контактних напружень.....	89
2.1.4.7 Основні показники зубчастого зачеплення.....	91

2.1.4.8	Опис деяких зубчастих механізмів.....	94
2.1.5	Гвинтові механізми.....	98
2.1.5.1	Теорія гвинтової пари.....	98
2.1.5.2	Опис деяких гвинтових механізмів.....	100
2.1.6	Гнучкі механізми: теорія пасової передачі.....	103
2.1.7	Комбіновані механізми.....	108
2.2	Метричний синтез.....	121
2.3	Кінематичний аналіз.....	123
2.3.1	Кінематичне дослідження важільних механізмів.....	124
2.3.2	Кінематика кулачкових механізмів.....	129
2.3.3	Кінематика зубчастих механізмів.....	136
	Питання для самоконтролю.....	142
3	ДИНАМІКА МЕХАНІЗМІВ.....	143
3.1	Силове дослідження.....	143
3.1.1	Класифікація сил, що діють.....	144
3.1.2	Реакції зв'язків.....	146
3.1.3	Приведена сила та приведений момент.....	147
3.1.4	Визначення реакцій зв'язку в кінематичних парах механізмів.....	148
3.2	Тертя.....	157
3.2.1	Внутрішнє в'язке тертя.....	158
3.2.2	Зовнішнє в'язке тертя.....	159
3.2.3	Зовнішнє тертя.....	161
3.2.3.1	Тертя ковзання.....	162
3.2.3.2	Тертя ковзання у кінематичних нарах.....	166
3.2.3.3	Тертя кочення.....	170
3.2.3.4	Тертя ковзання змашених тіл.....	173
3.2.3.5	Використання процесу кочення.....	174
3.3	Рух механізмів під дією прикладених сил.....	179
3.3.1	Початкові міркування.....	179
3.3.2	Приведення мас та моментів інерції до вхідної ланки.....	179
3.3.3	Приведена сила та приведений момент.....	181
3.3.4	Рівняння руху механізму.....	183
3.3.5	Визначення закону руху механізму.....	188
3.3.5.1	Визначення закону руху механізму при $I_{np} = const$ та $M_{np} = M_{np}(\omega)$ .....	189
3.3.5.2	Визначення закону руху механізму при $I_{np} = I_{np}(\varphi)$ та $M_{np} = M_{np}(\varphi)$ .....	190
3.3.5.3	Визначення закону руху механізму при $I_{np} = I_{np}(\varphi)$ та $M_{np} = M_{np.pc}(\omega) - M_{np.co}(\varphi)$ .....	191
3.3.6	Режими руху механізмів.....	193
3.3.7	Особливості періодичного усталеного руху.....	197
3.4	Регулювання руху механізмів.....	200

3.4.1	Загальні відомості.....	200
3.4.2	Визначення моменту інерції махових мас.....	202
3.4.3	Розрахунок маховика технологічної машини із електричним приводом.....	205
3.4.4	Визначення місця встановлення та розмірів маховика.....	210
3.4.5	Регулювання неперіодичних коливань швидкості машини.....	212
3.5	Зрівноваження механізмів.....	214
3.5.1	Сили, що діють.....	214
3.5.2	Умови зрівноваження.....	219
3.5.3	Методи зрівноваження.....	221
3.5.4	Зрівноваження мас, що обертаються.....	222
3.5.5	Міра незрівноваження.....	224
3.5.6	Зрівноваження мас, що рухаються поступально.....	226
3.6	Механічні критерії оцінювання.....	229
3.6.1	Коефіцієнт корисної дії.....	232
3.6.2	Коефіцієнт втрат механічної енергії.....	235
3.6.3	Втрати у кінематичних парах.....	236
3.6.3.1	Поступальна пара ковзання.....	236
3.6.3.2	Обертова пара ковзання.....	238
3.6.3.3	Вища кінематична пара.....	240
3.6.4	Коефіцієнт корисної дії шарнірно-важільного механізму.....	242
	Питання для самоконтролю.....	244
	АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	245
	ЛІТЕРАТУРА.....	248
	ДОДАТОК А. ЕЛЕМЕНТИ КІНЕМАТИКИ.....	250
	ДОДАТОК Б. АЛФАВИТИ І ЦИФРИ.....	264
	ДОДАТОК В. МІЖНАРОДНА СИСТЕМА ОДИНИЦЬ СІ.....	265