

Токарський Ю.М., Янків В.В.,  
Сірик З.О., Гошко М.О., Коненко І.Є.

# **МЕХАНІЧНІ ПЕРЕДАЧІ РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

«Новий Світ-2000»

ЛЬВІВ 2020

**ББК 34.445: 32.97**

**УДК 621.817: 519.68**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 14/18.2-1552 від 30.09.2013 р.)*

### **Рецензенти:**

*Докт. техн. наук, проф. каф. “Деталі машин” Національного  
університету “Львівська політехніка” Малащенко В.О.*

*Докт. техн. наук, проф., зав. кафедри “Управління проектами та  
безпеки виробництва в АПК” Львівського державного аграрного  
університету Сидорчук О.В.*

**Токарський Ю.М., Янків В.В., Сірик З.О. та ін.**

Механічні передачі. Розрахунок та конструювання: Навчальний посібник.  
– Львів: “Новий Світ-2000”, 2020. – 152 с.

**ISBN 9667827-45-3**

Подано методику кінематичного розрахунку приводів машин, розрахунку зубчастих, черв’ячних, ланцюгових і пасових передач з використанням електронно–обчислювальних машин. Наведено схеми алгоритмів.

Для студентів інженерних спеціальностей.

**ББК 34.445: 32.97**

**УДК 621.817: 519.68**

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
-------------	---

## **РОЗДІЛ 1. ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНА, КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ, КРУТНІ МОМЕНТИ В ПЕРЕРІЗАХ ВАЛІВ .....6**

<b>1.1. Початкові дані для розрахунку .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Вибір електродвигуна .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Кінематичні розрахунки .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Крутні моменти на валах .....</b>	<b>12</b>
<b>1.5. Алгоритм розрахунку .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6. Схеми алгоритму .....</b>	<b>15</b>

## **РОЗДІЛ 2. ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ.....18**

<b>2.1. Матеріали і допустимі напруження зубчастих коліс .....</b>	<b>18</b>
2.1.1. Матеріали зубчастих коліс .....	18
2.1.2. Допустимі напруження .....	19
2.1.3. Алгоритм розрахунку .....	22
2.1.4. Схеми алгоритму .....	24
<b>2.2. Циліндричні зубчасті передачі .....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Крутні моменти в перерізах валів передачі .....	27
2.2.2. Геометричні параметри передачі .....	28
2.2.3. Кінематичні параметри передачі .....	34
2.2.4. Силкові залежності передачі та перевірка міцності зубців .....	35
2.2.5. Алгоритм розрахунку .....	39
2.2.6. Схема алгоритму .....	43
<b>2.3. Конічні зубчасті передачі .....</b>	<b>47</b>
2.3.1. Крутні моменти в перерізах валів передачі .....	47
2.3.2. Геометричні та кінематичні параметри передачі .....	48
2.3.3. Силкові залежності передачі та перевірка міцності зубців .....	53
2.3.4. Алгоритм розрахунку .....	57
2.3.5. Схема алгоритму .....	62

## **2.4. Конструктивні елементи зубчастих коліс .....** **65** |

## **РОЗДІЛ 3. ЧЕРВ'ЯЧНІ ПЕРЕДАЧІ .....** **68** |

3.1. Крутні моменти в перерізах валів передачі .....	68
3.2. Матеріали передачі та допустимі напруження зубців колена .....	69
3.3. Геометричні параметри передачі .....	72
3.4. Кінематичні параметри передачі.....	76
3.5. Силкові залежності та міцність елементів передачі .....	77
3.6. Тепловий розрахунок передачі .....	80
3.7. Алгоритм розрахунку .....	81
3.8. Схема алгоритму .....	86
3.9. Конструктивні елементи черв'яків і черв'ячних коліс .....	90

## **РОЗДІЛ 4. ЛАНЦЮГОВІ ПЕРЕДАЧІ .....**

4.1. Крутні моменти в перерізах валів передачі .....	93
4.2. Геометричні та кінематичні параметри передачі .....	94
4.3. Силкові залежності та перевірка працездатності ланцюга .....	99
4.4. Алгоритм розрахунку .....	101
4.5. Схема алгоритму .....	104
4.6. Конструктивні елементи зірок .....	107

## **РОЗДІЛ 5. ПАСОВІ ПЕРЕДАЧІ .....**

<b>5.1. Клинописові передачі .....</b>	<b>109</b>
5.1.1. Крутні моменти в перерізах валів передачі .....	109
5.1.2. Геометричні параметри передачі .....	110
5.1.3. Кінематичні параметри передачі .....	113
5.1.4. Силковий розрахунок передачі .....	113
5.1.5. Передача з поліклиновими пасами .....	117
<b>5.2. Плоско пасові передачі .....</b>	<b>121</b>
5.2.1. Геометричні параметри передачі .....	121
5.2.2. Кінематичні параметри передачі .....	122
5.2.3. Силковий розрахунок передачі .....	122
<b>5.3. Пасові передачі з натяжним вальцем .....</b>	<b>126</b>
5.3.1. Геометричні параметри передачі .....	126
5.3.2. Силковий розрахунок передачі .....	128
<b>5.4. Зубчасто-пасові передачі .....</b>	<b>129</b>
5.4.1. Геометричні параметри передачі .....	129
5.4.2. Кінематичні параметри передачі .....	132

5.4.3. Силовий розрахунок передачі .....	133
<b>5.5. Алгоритм розрахунку .....</b>	<b>135</b>
<b>5.6. Схема алгоритму .....</b>	<b>142</b>
<b>5.7. Шківи пасових передач .....</b>	<b>151</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....</b>	<b>157</b>

## ВСТУП

*При проектуванні складних машин та інших технічних об'єктів ЕОМ здатні зберігати та переробляти величезні масиви інформації, дозволяють збільшити темпи та якість обчислювальних робіт. Нові можливості, які забезпечуються ЕОМ: прискорення та автоматизація обчислень; отримання високоточних результатів; оптимізація результатів обчислень, тобто пошук і реалізація найбільш доцільних розв'язків при багатоваріантності отриманих результатів.*

*Навчальний посібник “Розрахунок механічних передач на електронно–обчислювальних машинах” складено відповідно до програми з предмету “Деталі машин” для інженерних спеціальностей.*

*Передбачається використання персональних електронних обчислювальних машин для кінематичного розрахунку приводу та обчислення зубчастих, черв'ячних, ланцюгових і пасових передач, які використовуються в машинах сільськогосподарського призначення. Матеріали до розрахунків подано в такому ж порядку, в якому слід працювати над курсовим проектом.*

*Головною умовою використання навчального посібника є засвоєння студентом теоретичного матеріалу, який стосується механічних передач, і оволодіння фізичною суттю правил, визначень, доведень; знання принципів роботи комп'ютерної техніки та вміння нею користуватися.*

*Кінематичний розрахунок приводу зводиться до вибору електродвигуна, визначення загального передаточного числа приводу і передаточних чисел окремих його елементів, крутних моментів в перерізах валів. Значна кількість схем приводів змушує проводити обчислення параметрів кінематики на ЕОМ в діалоговому режимі.*

*Стосовно обчислень елементів механічних передач, то вони можливі тільки після проведення кінематичного розрахунку приводу, визначення крутних моментів в перерізах ведучого та веденого валів і частот їх обертання.*

*Для зубчастих і черв'ячних передач вибір матеріалів коліс та визначення допустимих напружень в її елементах передбачено в окремих підрозділах, а для ЕОМ включено в основну програму обчислень.*

*Розрахунок механічних передач з використанням ЕОМ проводиться в автоматичному режимі й уможливорює:*

*1. Отримати кінематичні, геометричні та силові параметри передачі різних варіантів, перевірити передачу за основними критеріями міцності.*

*2. При необхідності частково або повністю змінити початкові дані й повторно перерахувати передачу.*

*3. Вибрати оптимальний варіант передачі для заданих конкретних умов її роботи, одержати порівняльні графічні схеми.*

*4. Відчутно скоротити час на розрахунок передачі порівняно з “ручним” методом.*

*Програма з успіхом може бути використана не тільки для розв'язання задач з деталей машин, але й в проєктах профілюючих предметів, дипломному проєктуванні та на замовлення виробництва.*

*Кожний з п'яти розділів посібника складається з:*

***1. Математичного формулювання розрахунків**, де подано перелік математичних операцій для проведення необхідного обсягу розрахунків, які, в свою чергу, є основою для складання схеми алгоритму і програми для електронно-обчислювальної техніки. Введені в цьому розділі довідкові матеріали (таблиці, графіки, рекомендації) дають змогу провести за цими формулами "ручний" розрахунок передачі.*

***УВАГА!** Позначення у розрахункових формулах із **ШТРИХОМ** (‘) свідчать про попередні розрахунки або величини.*

*На схемі алгоритму використано умовні позначення символів відповідно до ГОСТ 19.002-80 і 19.003-80 (табл. 1).*

***2. Алгоритму розрахунку.** Тут знаходимо пояснення щодо користування комп'ютером і розшифрування програм. Алгоритм розрахунку механічних передач додатково описано в **схемах алгоритму**, графічні символи, з'єднані лініями зі стрілочками, вказують напрямок процесу розрахунків; за основу взято напрямки "згори вниз" і "зліва направо". У середині символів за допомогою формул вказана відповідна функція від початкових даних, обчислення розрахункових параметрів, умови зміни напрямку виконання алгоритму.*

*До кожного розділу за алфавітом подані ідентифікатори та відповідні їм величини, які використано в текстах програм. Користуючись таблицею ідентифікаторів, розшифровують результати обчислень і читають програму.*

*Для розв'язування задач з розрахунку механічних передач на персональних комп'ютерах використано машинну мову БЕЙСИК, що часто вживається в інженерній практиці. При необхідності програми можна перевести на інші комп'ютерні мови, що використовуються сьогодні в практиці.*

*У програмах окремих розділів передбачено повідомлення про помилки при введенні початкових даних і низку додаткових повідомлень, які свідчать про відхилення певних розрахункових параметрів від загальноприйнятих, перевантаження або недовантаження передач та ін. Одночасно висвітлюються рекомендації на подальші дії.*

*Програми розрахунку окремих передач побудовані таким чином, що завершені результати розрахунків висвітлюються на екрані та піддаються аналізу і тільки після цього можуть бути видруковані.*

*При потребі, в процесі розрахунків можуть мінятися повністю або частково початкові дані чи варіанти передач згідно з рекомендованою інформацією на екрані.*

## Умовні позначення символів схеми алгоритму

Позначення символу	Назва	Пояснення
	Процес	Виконання арифметичних операцій, визначення розрахункових параметрів.
	Розв'язання	Вибір напрямку виконання алгоритму залежно від зміни умов.
	Модифікація	Організація циклічних процесів, заміна групи змінних величин.
	Попередній процес	Використання попередніх алгоритмів.
	Ручна операція	Операції, що проводяться в процесі розрахунків.
	Ручне введення	Початкові дані, що вводяться в розрахунок.
	Перетворення даних	Введення початкових даних із зовнішніх елементів ЕОМ.
	Документ	Виведення результатів розрахунків на друк.
	Пуск-зупинка	Початок або кінець алгоритму програми.
	З'єднувач	Вказівка зв'язку між перерваними лініями потоку, які з'єднують символи в межах сторінки.
	З'єднувач	Вказівка зв'язку між перерваними лініями потоку, які з'єднують символи між сторінками.

*Організація навчальних розрахунків передач повинна максимально наблизитися до аналогічних розрахунків у промислових умовах і наукових закладах, але не повинна позбавити студентів можливості зрозуміти фізичну суть формул і вміння проводити обчислення ручним методом, тому один із варіантів кожної передачі рекомендується розраховувати без використання ЕОМ за методикою, поданою в розділах “Математичне формулювання”.*

*Автори вдячні докт. техн. наук, проф. каф. “Деталі машин” Національного університету “Львівська політехніка” В.О. Мелещенко за надання суттєвої наукової та методичної допомоги в редагуванні та виданні цієї праці.*