

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**С.М.Комаров**

# **ДЕТАЛІ МАШИН РОЗРАХУНОК З'ЄДНАНЬ І ПЕРЕДАЧ**

*Навчальний посібник з дисципліни «Деталі машин» для студентів  
вищих навчальних закладів 4-го рівня акредитації  
спеціальності G11 – «Машинобудування»*

Видавництво ФОП Марченко Т.В.  
**Львів**

УДК 621.88

К 63

Рекомендовано до друку

Науково-методичною радою Інституту механічної інженерії і транспорту  
Національного університету «Львівська політехніка»  
як навчальний посібник (протокол № від 2025 р.)

Рецензенти:

- Гелетій В.Н. – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка»
- Мартин Є.В. – доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій та телекомунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
- Гончар І.М. – кандидат технічних наук, доцент, зав. кафедри прикладної механіки і технології машинобудування Національного лісотехнічного університету

С.М. Комаров

### **К63 ДЕТАЛІ МАШИН. РОЗРАХУНОК З'ЄДНАНЬ І ПЕРЕДАЧ.**

Навчальний посібник з дисципліни «Деталі машин» для студентів вищих навчальних закладів 4-го рівня акредитації, спеціальності G11 – «Машинобудування»/С.М. Комаров.-Львів: Видавець ФОП Марченко Т.В.  
- 205 стор.

**ISBN978-617-8682-23-1**

У навчальному посібнику подано необхідний мінімум теоретичного матеріалу, потрібного для розрахунку та конструювання клепанних, зварних і різьбових з'єднань, а також основних типів передач зачепленням: циліндричних, конічних і черв'ячних. У додатку наведено деякі довідкові дані та витяги з відповідних стандартів, необхідних для проектування. Розрахунки проілюстровано численними прикладами і програмами на Mathcad.

Призначений для студентів усіх форм навчання вищих навчальних закладів III-IV рівня акредитації відповідних спеціальностей під час вивчення курсу «Деталі машин», а також для всіх, хто цікавиться основами проектування з'єднань і передач.

ISBN978-617-8682-23-1

УДК 621.88

© С.М.Комаров

© Видавець ФЛП Марченко Т.В.

## Зміст

Вступ.....	7
<b>ЧАСТИНА 1. РОЗРАХУНОК З'ЄДНАНЬ</b> .....	<b>8</b>
1. Заклепкові з'єднання.....	8
1.1 Загальні відомості.....	8
1.2. Розрахунок заклепкових з'єднань на міцність.....	9
1.2.1. Розрахунок елементів заклепкового з'єднання під дією поздовжньої сили.....	9
1.2.2. Розрахунок заклепкового з'єднання при навантаженні моментом, що зсуває стик.....	10
1.2.3. Розрахунок заклепкового з'єднання при навантаженні силами і моментами .....	12
1.3 Матеріали і допустимі напруження для заклепкових з'єднань.....	14
1.4. Конструювання заклепкових з'єднань .....	14
1.4.1. Основні рекомендації.....	15
1.4.2. Конструювання багаторядних швів.....	16
1.4.3. Послідовність проектування заклепкових з'єднань.....	16
1.5. Приклади розрахунку заклепкових з'єднань.....	17
Приклад №1.....	17
Приклад №2.....	20
Приклад №3.....	22
Приклад №4.....	24
Приклад №5.....	26
2. Зварні з'єднання.....	35
2.1 Загальні відомості.....	35
2.2. Розрахунок зварних з'єднань на міцність.....	35
2.2.1. Розрахунок стикових зварних з'єднань.....	36
2.2.2. Розрахунок напускних зварних з'єднань.....	36
2.2.2.1. Розрахунок напускних з'єднань під дією сили.....	37
2.2.2.2. Розрахунок напускних з'єднань під дією моменту, що діє у площині швів.....	38
2.2.3. Розрахунок таврових з'єднань.....	40
2.2.3.1. Розрахунок таврових з'єднань під дією моменту, перпендикулярного до площини швів.....	40
2.2.3.2. Розрахунок таврових кільцевих швів.....	41
2.2.4. Розрахунок напускних та таврових кутових з'єднань при комбінованому навантаженні.....	42

2.3. Допустимі напруження для зварних з'єднань.....	44
2.4. Конструювання зварних з'єднань. ....	46
2.5. Спеціальні позначення зварних швів на креслениках.....	47
2.6. Послідовність проектування зварних з'єднань.....	48
2.7. Приклади розрахунку зварних з'єднань.....	48
Приклад №1.....	48
Приклад №2.....	49
Приклад №3.....	50
Приклад №4.....	52
Приклад №5.....	59
Приклад №6.....	63
Приклад №7.....	65
Приклад №8.....	70
3. Різьбові з'єднання.....	72
3.1 Загальні відомості.....	72
3.2. Розрахунок різьбових деталей на міцність.....	73
3.2.1. Розрахунок одиночних болтів .....	73
Схема 1. Зовнішня сила прикладена вздовж осі болта. Попереднє затягування відсутнє. ....	73
Схема 2. Зовнішня сила зсуває стик. Лінія дії сили перпендикулярна до осі болта.....	74
Схема 3. Зовнішня сила розкриває стик і додатково розтягує попередньо затягнутий болт.....	76
3.2.2. Розрахунок групових болтових з'єднань.....	78
Схема 1. Навантаження симетрично розтягує групу незатягнутих болтів. ....	80
Схема 2. Навантаження зсуває стик.....	80
Схема 3. Навантаження розкриває стик, що стиснуто групою болтів.....	82
Схема 4. Навантаження одночасно розкриває і зсуває стик.....	84
3.2.3. Матеріали і допустимі напруження для болтових з'єднань .....	87
3.2.4. Конструювання болтових з'єднань.....	91
3.2.5. Позначення різьбових деталей .....	92
3.3. Приклади розрахунку болтових з'єднань.....	94
Приклад №1.....	94
Приклад №2.....	96

Приклад №3.....	98
Приклад №4.....	100
Приклад №5.....	103
Приклад №6.....	107
Приклад №7.....	109
Приклад №8.....	115

<b>ЧАСТИНА 2. РОЗРАХУНОК ПЕРЕДАЧ .....</b>	<b>120</b>
5. Кінематичний і силовий розрахунок привода .....	120
5.1. Вибір електродвигуна. ....	120
5.2. Розбивка передатного числа по ступенях. ....	121
5.3. Силовий розрахунок привода.....	123
6. Розрахунок циліндричних зубчастих передач .....	124
6.1. Проектний розрахунок.....	125
6.2. Перевірний розрахунок .....	128
6.3. Особливості розрахунку відкритих циліндричних передач. ....	132
7. Розрахунок конічних зубчастих передач.....	133
7.1. Проектний розрахунок.....	133
7.2. Перевірний розрахунок.....	136
7.3. Особливості розрахунку відкритих конічних передач.....	138
8. Розрахунок закритих черв'ячних передач .....	140
8.1. Проектний розрахунок.....	140
8.2. Перевірний розрахунок.....	143
Приклади розрахунків передач .....	146
9. Приклад №1.....	146
9.1. Вибір електродвигуна. ....	146
9.2. Кінематичний і силовий розрахунок привода. ....	147
9.3. Розрахунок закритої косозубої передачі. ....	148
9.4. Розрахунок клинопасової передачі. ....	154
10. Приклад №2.....	157
10.1. Вибір електродвигуна. ....	157
10.2. Кінематичний і силовий розрахунок привода. ....	158
10.3. Розрахунок закритої конічної передачі. ....	159
10.4. Розрахунок ланцюгової передачі. ....	164
11. Приклад №3.....	168

11.1. Вибір електродвигуна. ....	168
11.2. Кінематичний і силовий розрахунок привода. ....	169
11.3. Розрахунок черв'ячної передачі.....	170
11.4 Розрахунок відкритої циліндричної прямозубої передачі. ....	177
<b>Додаток 1.</b> Довідкові дані для розрахунку з'єднань.....	185
<b>Додаток 2.</b> Деякі довідкові дані для розрахунку передач .....	196
<b>Додаток 3.</b> Деякі матеріали і допустимі напруження для зубчастих та черв'ячних передач .....	198
Література.....	204

## Вступ

Посібник призначений насамперед для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Механічна інженерія» усіх відповідних спеціальностей під час вивчення курсу «Деталі машин». Він буде корисним для самостійної роботи, зокрема під час виконання індивідуальних завдань з тем «З'єднання» і «Передачі», а також для практичних занять і курсового проектування.

У посібнику подано необхідний мінімум теоретичного матеріалу, потрібного для розрахунку та проектування клепаних, зварних і різьбових з'єднань а також зубчастих і черв'ячних передач. У додатку наведено деякі довідкові дані та витяги з відповідних стандартів. Розрахунки з'єднань і передач проілюстровано численними прикладами, які допоможуть студентам глибше опанувати методику проектування і краще засвоїти навчальний матеріал. Для задач, що потребують складного багатоваріантного аналізу, подано готові програми на Mathcad. Посібник не може повністю замінити лекційний курс чи підручник з деталей машин, проте стане цінним доповненням до них. Він також може бути корисним для викладачів і інженерів, що займаються проектуванням деталей машин.

Посібник створено на основі багаторічного досвіду автора у викладанні курсу «Деталі машин» студентам Української академії друкарства і Національного університету «Львівська політехніка».

Автор висловлює щире подяку видавництву «Магнолія-2006», кафедрі технічної механіки та інженерної графіки Національного університету «Львівська політехніка» і її завідувачу доценту Корендію В.М. за допомогу у підготовці і виданні цього посібника.

*З повагою і сподіванням, що цей посібник  
гідно слугуватиме підготовці майбутніх  
професіоналів, необхідних для  
повоєнного відновлення України*

*Автор*

Навчальне видання

**Комаров Сергій Михайлович**

# **ДЕТАЛІ МАШИН РОЗРАХУНОК З'ЄДНАНЬ І ПЕРЕДАЧ**

Навчальний посібник  
з дисципліни «Деталі машин»  
для студентів вищих навчальних закладів 4-го рівня  
акредитації спеціальності G11 – «Машинобудування»

Формат 70x100/16. Папір офсетний. Друк цифровий.  
Гарнітура Times New Roman. Умовн. друк. арк. 16,74.

Видавець Марченко Т.В.  
. м. Львів, 79053, Україна, Перфецького 11 А,  
тел. +380503701957  
e-mail: [magnol106@ukr.net](mailto:magnol106@ukr.net)  
<http://magnolia.lviv.ua>

Свідоцтво про внесення суб`єкта видавничої справи до  
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції: ДК№6784 від 30.05.2019 року, видане  
Державним комітетом інформаційної політики,  
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавця ФОП Марченко Т.В.