

Marks'

STANDARD CALCULATIONS FOR MECHANICAL ENGINEERS

# Marks'

# Calculations for Machine Design

- Foundational Loading
- Thermal Stress and Strain
- Static Design and Column Buckling
- Fatigue and Dynamic Loading



Thomas H. Brown, Jr.



6210823  
B877

---

# MARKS' CALCULATIONS FOR MACHINE DESIGN

---

**Thomas H. Brown, Jr., Ph.D., P.E.**

*Faculty Associate  
Institute for Transportation Research and Education  
NC State University  
Raleigh, North Carolina*

GIFT OF THE ASIA FOUNDATION  
NOT FOR RE-SALE  
QUÀ TẶNG CỦA QUỸ CHÂU Á  
KHÔNG ĐƯỢC BÁN LẠI

THƯ VIỆN TƯỜNG ĐHSPTK  
SKN 005156

**McGRAW-HILL**

New York Chicago San Francisco Lisbon London Madrid  
Mexico City Milan New Delhi San Juan Seoul  
Singapore Sydney Toronto

---

# CONTENTS

---

<b>Foreword</b>	<b>xi</b>
<b>Preface</b>	<b>xiii</b>
<b>Acknowledgments</b>	<b>xv</b>

## **Part 1 Strength of Machines**

---

### **Chapter 1. Fundamental Loadings**

**3**

- 1.1. Introduction / 3
- 1.2. Axial Loading / 4
- 1.3. Direct Shear / 11
- 1.4. Torsion / 16
- 1.5. Bending / 24

---

### **Chapter 2. Beams: Reactions, Shear Force and Bending Moment Distributions, and Deflections**

**33**

- 2.1. Introduction / 33
- 2.2. Simply-Supported Beams / 35
  - 2.2.1. Concentrated Force at Midpoint / 36
  - 2.2.2. Concentrated Force at Intermediate Point / 41
  - 2.2.3. Concentrated Couple / 48
  - 2.2.4. Uniform Load / 55
  - 2.2.5. Triangular Load / 60
  - 2.2.6. Twin Concentrated Forces / 67
  - 2.2.7. Single Overhang: Concentrated Force at Free End / 73
  - 2.2.8. Single Overhang: Uniform Load / 79
  - 2.2.9. Double Overhang: Concentrated Forces at Free Ends / 86
  - 2.2.10. Double Overhang: Uniform Load / 92
- 2.3. Cantilevered Beams / 97
  - 2.3.1. Concentrated Force at Free End / 98
  - 2.3.2. Concentrated Force at Intermediate Point / 104
  - 2.3.3. Concentrated Couple / 110
  - 2.3.4. Uniform Load / 115
  - 2.3.5. Triangular Load / 120

---

### **Chapter 3. Advanced Loadings**

**127**

- 3.1. Introduction / 127
- 3.2. Pressure Loadings / 127

- 3.2.1. Thin-Walled Vessels / 128
- 3.2.2. Thick-Walled Cylinders / 130
- 3.2.3. Press or Shrink Fits / 134
- 3.3. Contact Loading / 139
  - 3.3.1. Spheres in Contact / 139
  - 3.3.2. Cylinders in Contact / 143
- 3.4. Rotational Loading / 147

---

**Chapter 4. Combined Loadings****153**

- 4.1. Introduction / 153
- 4.2. Axial and Torsion / 156
- 4.3. Axial and Bending / 159
- 4.4. Axial and Thermal / 164
- 4.5. Torsion and Bending / 167
- 4.6. Axial and Pressure / 172
- 4.7. Torsion and Pressure / 175
- 4.8. Bending and Pressure / 184

---

**Chapter 5. Principal Stresses and Mohr's Circle****189**

- 5.1. Introduction / 189
- 5.2. Principal Stresses / 190
- 5.3. Mohr's Circle / 205

---

**Chapter 6. Static Design and Column Buckling****233**

- 6.1. Static Design / 233
  - 6.1.1. Static Design for Ductile Materials / 234
  - 6.1.2. Static Design for Brittle Materials / 246
  - 6.1.3. Stress-Concentration Factors / 258
- 6.2. Column Buckling / 260
  - 6.2.1. Euler Formula / 261
  - 6.2.2. Parabolic Formula / 263
  - 6.2.3. Secant Formula / 266
  - 6.2.4. Short Columns / 270

---

**Chapter 7. Fatigue and Dynamic Design****273**

- 7.1. Introduction / 273
- 7.2. Reversed Loading / 274
- 7.3. Marin Equation / 279
- 7.4. Fluctuating Loading / 285
- 7.5. Combined Loading / 311

---

**Part 2 Application to Machines**

---

**Chapter 8. Machine Assembly****321**

- 8.1. Introduction / 321
- 8.2. Bolted Connections / 321



- 8.2.1. The Fastener Assembly / 321
- 8.2.2. The Members / 326
- 8.2.3. Bolt Strength and Preload / 331
- 8.2.4. The External Load / 332
- 8.2.5. Static Loading / 335
- 8.2.6. Fatigue Loading / 337
- 8.3. Welded Connections / 348
  - 8.3.1. Axial and Transverse Loading / 348
  - 8.3.2. Torsional Loading / 352
  - 8.3.3. Bending Loading / 356
  - 8.3.4. Fillet Welds Treated as Lines / 360
  - 8.3.5. Fatigue Loading / 365

## **Chapter 9. Machine Energy**

367

- 9.1. Introduction / 367
- 9.2. Helical Springs / 367
  - 9.2.1. Loads, Stresses, and Deflection / 367
  - 9.2.2. Spring Rate / 371
  - 9.2.3. Work and Energy / 375
  - 9.2.4. Series and Parallel Arrangements / 377
  - 9.2.5. Extension Springs / 379
  - 9.2.6. Compression Springs / 380
  - 9.2.7. Critical Frequency / 383
  - 9.2.8. Fatigue Loading / 385
- 9.3. Flywheels / 388
  - 9.3.1. Inertial Energy of a Flywheel / 388
  - 9.3.2. Internal Combustion Engine Flywheels / 392
  - 9.3.3. Punch Press Flywheels / 395
  - 9.3.4. Composite Flywheels / 401

## **Chapter 10. Machine Motion**

409

- 10.1. Introduction / 409
- 10.2. Linkages / 410
  - 10.2.1. Classic Designs / 410
  - 10.2.2. Relative Motion / 412
  - 10.2.3. Cyclic Motion / 421
- 10.3. Gear Trains / 424
  - 10.3.1. Spur Gears / 425
  - 10.3.2. Planetary Gears / 428
- 10.4. Wheels and Pulleys / 431
  - 10.4.1. Rolling Wheels / 432
  - 10.4.2. Pulley Systems / 435

**Bibliography 439****Index 441**

**B**ạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

*Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!*

*Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !*

*Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !*



**Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !**

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại  
**Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM**  
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: [thuvienspkt@hcmute.edu.vn](mailto:thuvienspkt@hcmute.edu.vn)  
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>



***Thông tin tài trợ!***



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for writing. There are 18 lines in total, providing a structured space for text.



**B**ạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

*Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!*

*Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !*

*Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !*



**Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !**

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại  
**Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM**  
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: [thuvienspkt@hcmute.edu.vn](mailto:thuvienspkt@hcmute.edu.vn)  
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>



***Thông tin tài trợ!***



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for handwritten text. There are 15 lines in total, providing a structured space for the donor information.

