



دانشگاه سمنان، دانشکده مکانیک

طراحی اجزاء ۱

مقدمه

مدرس: دکتر نیکوبین

معرفی کتاب



معرفی کتاب

Shigley's Mechanical Engineering Design

Eleventh Edition in SI Units

Richard G. Budynas

*Professor Emeritus, Kate Gleason College of Engineering,
Rochester Institute of Technology*

J. Keith Nisbett

*Associate Professor of Mechanical Engineering,
Missouri University of Science and Technology*

Adapted by

Kiatfa Tangchaichit

*Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Khon Kaen University*

معرفی کتاب

|— Part 1 —|

Basics 2

- 1 Introduction to Mechanical Engineering Design 3
- 2 Materials 41
- 3 Load and Stress Analysis 93
- 4 Deflection and Stiffness 173

|— Part 2 —|

Failure Prevention 240

- 5 Failures Resulting from Static Loading 241
- 6 Fatigue Failure Resulting from Variable Loading 285

معرفی کتاب

Part 3

Design of Mechanical Elements 372

- 7 Shafts and Shaft Components 373**
- 8 Screws, Fasteners, and the Design of Nonpermanent Joints 421**
- 9 Welding, Bonding, and the Design of Permanent Joints 485**
- 10 Mechanical Springs 525**
- 11 Rolling-Contact Bearings 575**
- 12 Lubrication and Journal Bearings 623**
- 13 Gears—General 681**
- 14 Spur and Helical Gears 739**
- 15 Bevel and Worm Gears 791**
- 16 Clutches, Brakes, Couplings, and Flywheels 829**
- 17 Flexible Mechanical Elements 881**
- 18 Power Transmission Case Study 935**

معرفی کتاب

Part 4

Special Topics 954

19 Finite-Element Analysis 955

20 Geometric Dimensioning and Tolerancing 977

Appendixes

A Useful Tables 1019

B Answers to Selected Problems 1075

Index 1081

Basics 2

Chapter 1

Introduction to Mechanical

Engineering Design 3

- 1-1 Design 4
- 1-2 Mechanical Engineering Design 5
- 1-3 Phases and Interactions of the Design Process 5
- 1-4 Design Tools and Resources 8
- 1-5 The Design Engineer's Professional Responsibilities 10
- 1-6 Standards and Codes 12
- 1-7 Economics 13

- 1-8 Safety and Product Liability 15
- 1-9 Stress and Strength 16
- 1-10 Uncertainty 16
- 1-11 Design Factor and Factor of Safety 18
- 1-12 Reliability and Probability of Failure 20
- 1-13 Relating Design Factor to Reliability 24
- 1-14 Dimensions and Tolerances 27
- 1-15 Units 31
- 1-16 Calculations and Significant Figures 32
- 1-17 Design Topic Interdependencies 33
- 1-18 Power Transmission Case Study Specifications 34
- Problems 36**

- design is either to formulate a plan for the satisfaction of a specified need or to solve a specific problem.
- Design is an innovative and highly iterative process.
- Design is also decision-making process.

- طراحی تدوین برنامه‌ای برای برآوردن یک نیاز مشخص یا حل یک مشکل خاص است.
- طراحی یک فرآیند نوآورانه و بسیار تکراری است.
- طراحی همچنین یک فرآیند تصمیم‌گیری است.

- **engineering designer has to be personally comfortable with a decision-making, problem-solving role.**
- **Engineers have to communicate effectively and work with people of many disciplines.**

- **طراح مهندسی باید شخصاً با نقش تصمیم‌گیری و حل مسئله راحت باشد.**
- **مهندسان باید به طور مؤثر ارتباط برقرار کنند و با افراد از رشته‌های مختلف کار کنند.**

- A designer's personal resources of creativeness, communicative ability, and problem solving skill are intertwined with the knowledge of technology and first principles.

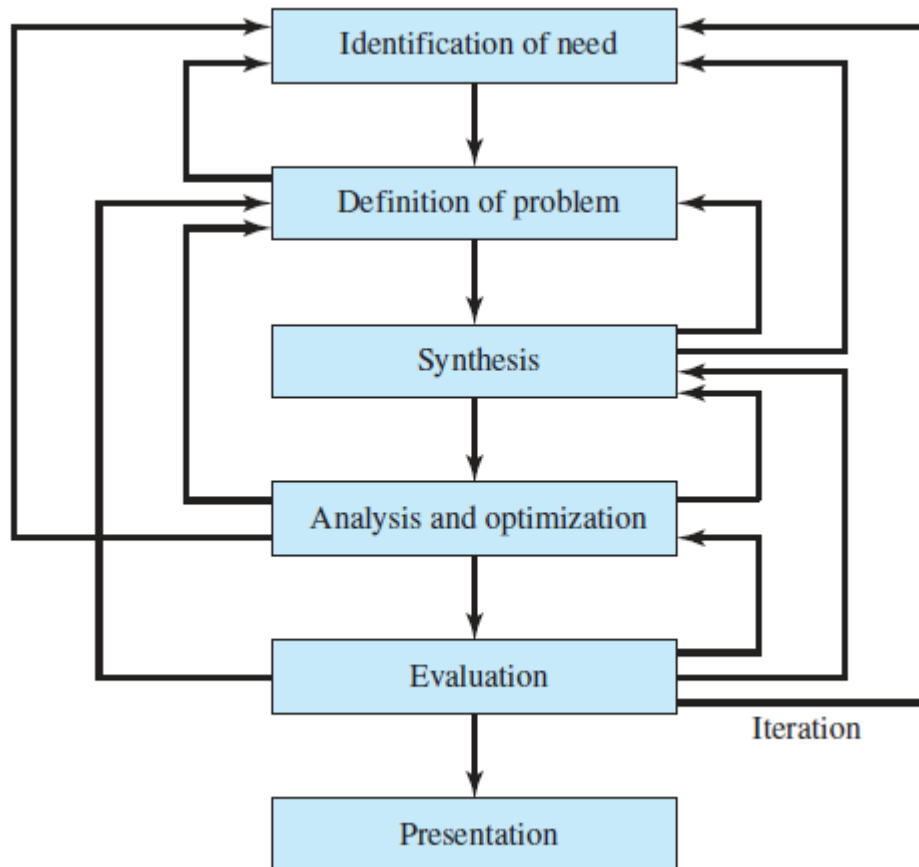
- منابع شخصی یک طراح شامل خلاقیت، توانایی ارتباطی و مهارت حل مسئله میباشد که با دانش فناوری و اصول اولیه در هم تنیده شده‌اند.

- A designer's personal resources of creativeness, communicative ability, and problem solving skill are intertwined with the knowledge of technology and first principles.

- منابع شخصی یک طراح شامل خلاقیت، توانایی ارتباطی و مهارت حل مسئله میباشد که با دانش فناوری و اصول اولیه در هم تنیده شده‌اند.

- Engineering tools (such as mathematics, statistics, computers, graphics, and languages) are combined to produce a plan that, when carried out, produces a product that is functional, safe, reliable, competitive, usable, manufacturable, and marketable, regardless of who builds it or who uses it.

- ابزارهای مهندسی (مانند ریاضیات، آمار، کامپیوتر، گرافیک و زبان‌ها) با هم ترکیب می‌شوند تا طرحی را تولید کنند که در صورت اجرا، محصولی تولید می‌کند که کاربردی، ایمن، قابل اعتماد، رقابتی، قابل استفاده، قابل تولید و قابل فروش است، صرف نظر از اینکه چه کسی آن را می‌سازد یا چه کسی از آن استفاده می‌کند.



- شناسایی نیاز
- تعریف مسئله
- ترکیب بندی یا طراحی مفهومی
- تحلیل و بهینه سازی
- ارزیابی
- ارائه

- تعریف مسئله باید شامل تمام مشخصات مربوط به شیء مورد نظر برای طراحی باشد. این مشخصات شامل کمیت‌های ورودی و خروجی، ویژگی‌ها و ابعاد فضایی که شیء باید اشغال کند و تمام محدودیت‌های مربوط به این کمیت‌ها است.
- این مشخصات، هزینه، تعداد تولید شده، طول عمر مورد انتظار، محدوده، دمای عملیاتی و قابلیت اطمینان را تعریف می‌کنند. ویژگی‌های مشخص شده می‌توانند شامل سرعت‌ها، تغذیه‌ها، محدودیت‌های دمایی، حداکثر محدوده تغییرات مورد انتظار در متغیرها، محدودیت‌های ابعادی و وزنی و موارد دیگر باشند.

مقدمه ترکیب بندی یا طراحی مفهومی

concept design

- سنتز یک طرح که عناصر سیستم ممکن را به هم متصل می‌کند، و به آن طراحی مفهومی نیز گفته. طرح‌های مختلفی باید پیشنهاد، بررسی و بر اساس معیارهای تعیین شده، کمی‌سازی شوند. با پیشرفت تکمیل طرح، باید تجزیه و تحلیل‌هایی انجام شود تا ارزیابی شود که آیا عملکرد سیستم رضایت‌بخش است، و در صورت رضایت‌بخش بودن، عملکرد آن چقدر خوب خواهد بود. طرح‌های سیستمی که از تجزیه و تحلیل جان سالم به در نمی‌برند، اصلاح، بهبود یا کنار گذاشته می‌شوند. طرح‌های دارای پتانسیل، بهینه‌سازی می‌شوند تا بهترین عملکردی که طرح قادر به انجام آن است، تعیین شود. طرح‌های رقیب مقایسه می‌شوند تا مسیری که به رقابتی‌ترین محصول منتهی می‌شود، انتخاب شود. شکل ۱-۱ نشان می‌دهد که سنتز و تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی به طور تنگاتنگ و تکراری با هم مرتبط هستند.

مقدمه ارزیابی

- همانطور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، ارزیابی مرحله مهمی از کل فرآیند طراحی است. ارزیابی، اثبات نهایی یک طراحی موفق است و معمولاً شامل آزمایش نمونه اولیه در آزمایشگاه می‌شود. در اینجا می‌خواهیم کشف کنیم که آیا طرح واقعاً نیازها را برآورده می‌کند یا خیر. آیا قابل اعتماد است؟ آیا با محصولات مشابه با موفقیت رقابت خواهد کرد؟ آیا تولید و استفاده از آن اقتصادی است؟ آیا به راحتی نگهداری و تنظیم می‌شود؟ آیا می‌توان از فروش یا استفاده از آن سودی کسب کرد؟ چقدر احتمال دارد که منجر به دعاوی مربوط به مسئولیت محصول شود؟ و آیا بیمه به راحتی و با هزینه کم قابل دسترسی است؟ آیا احتمال دارد که برای جایگزینی قطعات یا سیستم‌های معیوب، فراخوان لازم باشد؟ طراح پروژه یا تیم طراحی باید به انبوهی از سوالات مهندسی و غیرمهندسی پاسخ دهند.

مقدمه

ارائه

- انتقال طرح به دیگران، آخرین و حیاتی‌ترین مرحله ارائه در فرآیند طراحی است. بسیاری از طرح‌ها، اختراعات و آثار خلاقانه بزرگ، صرفاً به این دلیل که مبتکران قادر یا مایل به توضیح صحیح دستاوردهای خود برای دیگران نبوده‌اند، از دست رفته‌اند. ارائه، یک کار فروش است. مهندس، هنگام ارائه یک راه‌حل جدید به افراد اداری، مدیریتی یا نظارتی، در تلاش است تا آن را بفروشد یا به آنها ثابت کند که راه‌حل او بهتر است. اگر این کار با موفقیت انجام نشود، زمان و تلاش صرف شده برای دستیابی به راه‌حل تا حد زیادی هدر رفته است. وقتی طراحان ایده جدیدی را می‌فروشند، خودشان را نیز می‌فروشند. اگر آنها بارها در فروش ایده‌ها، طرح‌ها و راه‌حل‌های جدید به مدیریت موفق باشند، شروع به دریافت افزایش حقوق و ارتقاء شغلی می‌کنند. در واقع، اینگونه است که هر کسی در حرفه خود موفق می‌شود.

مقدمه ملاحظات طراحی

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 Functionality | ۱- عملکرد |
| 2 Strength/stress | ۲- استحکام/تنش |
| 3 Distortion/deflection/stiffness | ۳- اعوجاج/انحراف/سفتی |
| 4 Wear | ۴- سایش |
| 5 Corrosion | ۵- خوردگی |
| 6 Safety | ۶- ایمنی |
| 7 Reliability | ۷- قابلیت اطمینان |
| 8 Manufacturability | ۸- قابلیت تولید |
| 9 Utility | ۹- کاربرد |
| 10 Cost | ۱۰- هزینه |
| 11 Friction | ۱۱- اصطکاک |
| 12 Weight | ۱۲- وزن |
| 13 Life | ۱۳- طول عمر |

مقدمه ملاحظات طراحی

14 Noise	۱۴- سر و صدا
15 Styling	۱۵- طراحی
16 Shape	۱۶- شکل
17 Size	۱۷- اندازه
18 Control	۱۸- کنترل
19 Thermal properties	۱۹- خواص حرارتی
20 Surface	۲۰- سطح
21 Lubrication	۲۱- روانکاری
22 Marketability	۲۲- قابلیت فروش
23 Maintenance	۲۳- نگهداری
24 Volume	۲۴- حجم
25 Liability	۲۵- مسئولیت
26 Remanufacturing/resource recovery	۲۶- بازسازی/بازیابی منابع

مقدمه ابزارهای محاسباتی

Computer-aided design

طراحی به کمک کامپیوتر

**CATIA, AutoCAD, NX, MicroStation, SolidWorks,
and Creo**

mathematical solvers

حل کننده های ریاضی

Maple, MathCad, MATLAB, Mathematica, TKsolver, etc.

مقدمه ابزارهای محاسباتی

computer-aided engineering مهندسی به کمک کامپیوتر

finite-element analysis (FEA) programs for analysis of stress and deflection, vibration, and heat transfer: ALGOR, ANSYS, MSC/NASTRAN, etc.

computational fluid dynamics (CFD) programs for fluid-flow analysis and simulation: CFD++, Star-CCM+, Fluent, etc.

programs for simulation of dynamic force and motion in mechanisms: ADAMS, LMS Virtual.Lab Motion, Working Model, etc.

مقدمه مسئولیت‌های حرفه‌ای مهندس طراح

تعهدات حرفه‌ای مهندس طراح شامل انجام فعالیت‌ها به شیوه‌ای اخلاقی است. در اینجا اصول اعتقادی مهندسان از انجمن ملی مهندسان حرفه‌ای (NSPE) آورده شده است: به عنوان یک مهندس حرفه‌ای،

دانش و مهارت حرفه‌ای خود را وقف پیشرفت و بهبود رفاه بشر می‌کنم.
من متعهد می‌شوم:

حداکثر تلاش خود را به کار گیرم؛

در هیچ کار غیر صادقانه‌ای شرکت نکنم؛

طبق قوانین انسانی و بالاترین استانداردهای رفتار حرفه‌ای زندگی و کار کنم؛
خدمت را بر سود،

شرافت و جایگاه حرفه را بر منافع شخصی و رفاه عمومی را بر همه ملاحظات دیگر ترجیح دهم.
با فروتنی و نیاز به راهنمایی الهی، این تعهد را می‌پذیرم.

مقدمه استانداردها و کدها

استاندارد مجموعه‌ای از مشخصات برای قطعات، مواد یا فرآیندهایی است که برای دستیابی به یکنواختی، کارایی و کیفیت مشخص در نظر گرفته شده‌اند. یکی از اهداف مهم استاندارد، محدود کردن انبوهی از تغییراتی است که می‌تواند از تولید خودسرانه یک قطعه، ماده یا فرآیند ناشی شود.

یک کد مجموعه‌ای از مشخصات برای تجزیه و تحلیل، طراحی، تولید و ساخت چیزی است. هدف از یک کد، دستیابی به درجه مشخصی از ایمنی، کارایی و عملکرد یا کیفیت است.

مقدمه استانداردها و کدها

سازمان‌ها و انجمن‌های ذکر شده در اینجا، مشخصاتی را برای استانداردها و کدهای ایمنی یا طراحی تعیین کرده‌اند.

Aluminum Association (AA)

American Bearing Manufacturers Association (ABMA)

American Gear Manufacturers Association (AGMA)

American Institute of Steel Construction (AISC)

American Iron and Steel Institute (AISI)

American National Standards Institute (ANSI)

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

American Society of Testing and Materials (ASTM)

American Welding Society (AWS)

ASM International
British Standards Institution (BSI)
Industrial Fasteners Institute (IFI)
Institute of Transportation Engineers (ITE)
Institution of Mechanical Engineers (IMechE)
International Bureau of Weights and Measures (BIPM)
International Federation of Robotics (IFR)
International Standards Organization (ISO)
National Association of Power Engineers (NAPE)
National Institute for Standards and Technology (NIST)
Society of Automotive Engineers (SAE)
Deutsches Institut für Normung (DIN)
Military Standard (MIL)

مقدمه اقتصاد

در نظر گرفتن هزینه نقش بسیار مهمی در فرآیند تصمیم‌گیری طراحی ایفا می‌کند، به طوری که می‌توانیم به راحتی به اندازه مطالعه کل موضوع طراحی، زمان صرف مطالعه عامل هزینه کنیم. در اینجا فقط چند مفهوم کلی و قوانین ساده را معرفی می‌کنیم.

■ اندازه های استاندارد

■ تفرانس‌های بزرگ

■ نقاط سربه سر

مقدمه

اندازه های استاندارد

Table 8-1 Diameters and Areas of Coarse-Pitch and Fine-Pitch Metric Threads*

Nominal Major Diameter d mm	Coarse-Pitch Series			Fine-Pitch Series		
	Pitch p mm	Tensile-Stress Area A_t mm ²	Minor-Diameter Area A_r mm ²	Pitch p mm	Tensile-Stress Area A_t mm ²	Minor-Diameter Area A_r mm ²
1.6	0.35	1.27	1.07			
2	0.40	2.07	1.79			
2.5	0.45	3.39	2.98			
3	0.5	5.03	4.47			
3.5	0.6	6.78	6.00			
4	0.7	8.78	7.75			
5	0.8	14.2	12.7			
6	1	20.1	17.9			
8	1.25	36.6	32.8	1	39.2	36.0
10	1.5	58.0	52.3	1.25	61.2	56.3
12	1.75	84.3	76.3	1.25	92.1	86.0
14	2	115	104	1.5	125	116
16	2	157	144	1.5	167	157
20	2.5	245	225	1.5	272	259
24	3	353	324	2	384	365
30	3.5	561	519	2	621	596



مقدمه

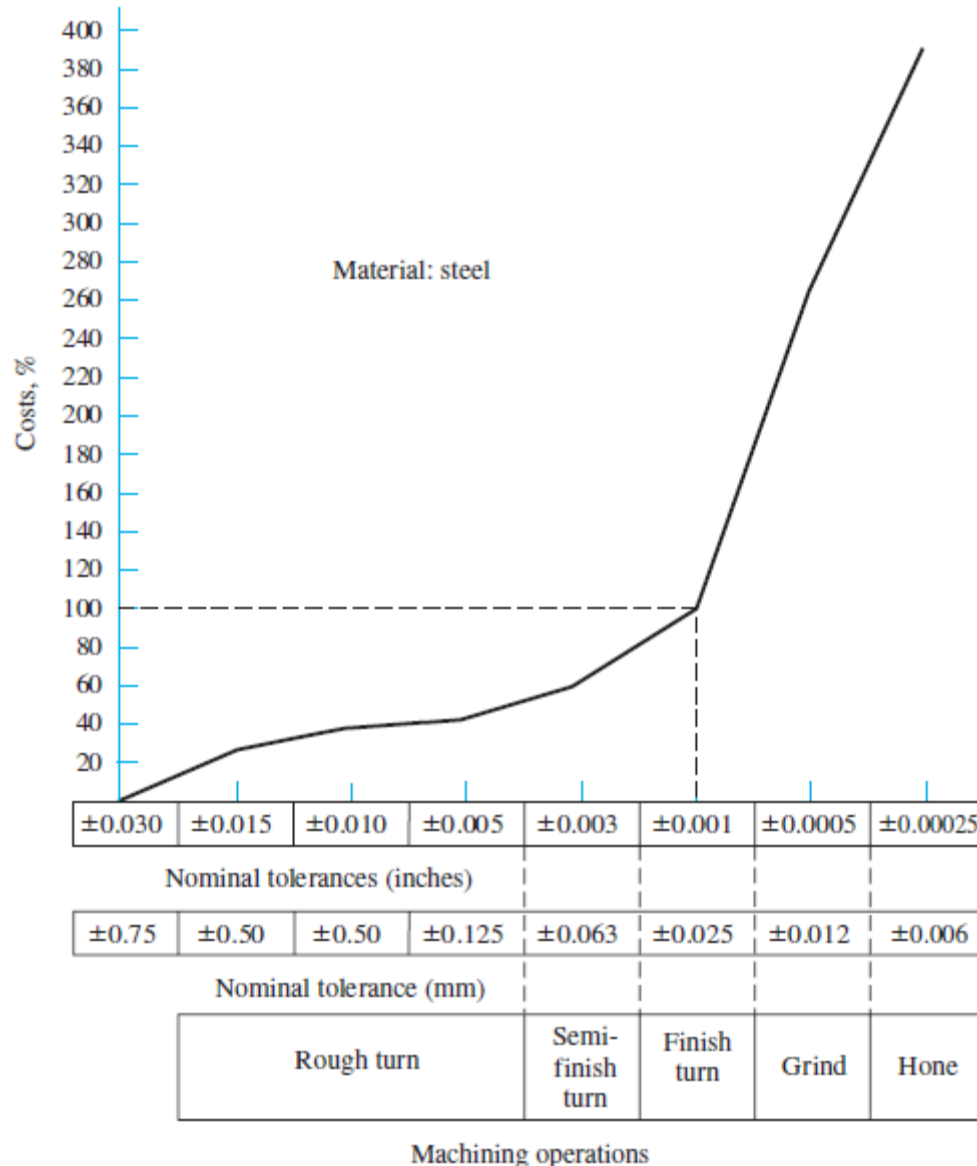
اندازه های استاندارد

رده لوله												قطر خارجی (mm)	سایز اسمی لوله	
SCH 80	SCH XS	SCH 80s	SCH 60	SCH 40	SCH STD	SCH 40s	SCH 30	SCH 20	SCH 10	SCH 10s	SCH 5s	OD	DN	NPS
2.41	2.41	2.41		1.73	1.73	1.73				1.24		10.3	6	1/8
3.02	3.02	3.02		2.24	2.24	2.24				1.65		13.7	8	1/4
3.20	3.20	3.20		2.31	2.31	2.31				1.65		17.1	10	3/8
3.73	3.73	3.73		2.77	2.77	2.77				2.11	1.65	21.3	15	1/2
3.91	3.91	3.91		2.87	2.87	2.87				2.11	1.65	26.7	20	3/4
4.55	4.55	4.55		3.38	3.38	3.38				2.77	1.65	33.4	25	1
4.85	4.85	4.85		3.56	3.56	3.56				2.77	1.65	42.2	32	1 1/4
5.08	5.08	5.08		3.68	3.68	3.68				2.77	1.65	48.3	40	1 1/2
5.54	5.54	5.54		3.91	3.91	3.91				2.77	1.65	60.3	50	2
7.01	7.01	7.01		5.16	5.16	5.16				3.05	2.11	73	65	2 1/2
7.62	7.62	7.62		5.49	5.49	5.49				3.05	2.11	88.9	80	3
8.08	8.08	8.08		5.74	5.74	5.74				3.05	2.11	101.6	90	3 1/2
8.56	8.56	8.56		6.02	6.02	6.02				3.05	2.11	114.3	100	4
9.53	9.53	9.53		6.55	6.55	6.55				3.40	2.77	141.3	125	5

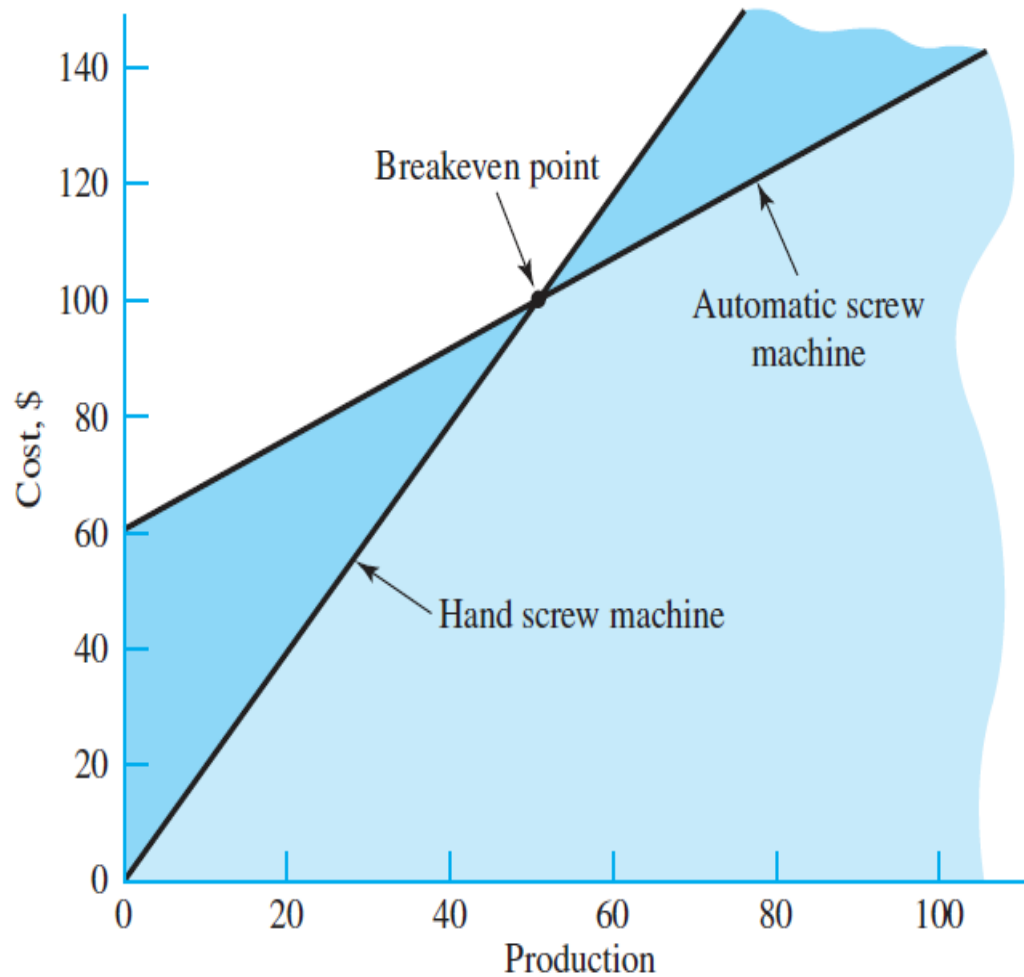
مقدمه تolerانس

تولیدات، فرآیندهای تولید و پرداخت سطح به هم مرتبط هستند و از بسیاری جهات بر قابلیت تولید محصول نهایی تأثیر می‌گذارند.

تولیدات بسته نیاز به ماشینهای خاص و بازرسی های دقیق و فرایندهای اضافی پر هزینه دارد.



مقدمه نقاط سربه سر



ایمنی و مسئولیت محصول Safety and Product Liability

مفهوم مسئولیت محض در قبال محصول عموماً در ایالات متحده رایج است. این مفهوم بیان می‌کند که تولیدکننده یک کالا مسئول هرگونه خسارت یا زیانی است که به دلیل نقص ایجاد می‌شود. و فرقی نمی‌کند که تولیدکننده از نقص مطلع بوده یا حتی می‌توانسته از آن مطلع باشد. به عنوان مثال، فرض کنید یک کالا مثلاً ۱۰ سال پیش تولید شده است. و فرض کنید در آن زمان، کالا نمی‌توانسته بر اساس تمام دانش فنی موجود در آن زمان، معیوب تلقی شود. ده سال بعد، طبق مفهوم مسئولیت محض، تولیدکننده هنوز مسئول است. بنابراین، تحت این مفهوم، شاکی فقط باید ثابت کند که کالا معیوب بوده و نقص آن باعث خسارت یا زیان شده است. نیازی به اثبات سهل‌انگاری تولیدکننده نیست.

ایمنی و مسئولیت محصول Safety and Product Liability

بهترین رویکردها برای جلوگیری از مسئولیت محصول، مهندسی خوب در تحلیل و طراحی، کنترل کیفیت و رویه‌های جامع آزمایش است. مدیران تبلیغات اغلب وعده‌های پر زرق و برقی در ضمانت‌نامه‌ها و بروشورهای فروش برای یک محصول می‌دهند. این اظهارات باید به دقت توسط کارکنان مهندسی بررسی شود تا وعده‌های اضافی حذف شده و هشدارها و دستورالعمل‌های کافی برای استفاده درج شود.

Stress and Strength

تنش و استحکام

بقای بسیاری از محصولات به این بستگی دارد که طراح چگونه حداکثر تنش‌ها را در یک قطعه طوری تنظیم می‌کند که در نقاط بحرانی کمتر از مقاومت قطعه باشد. طراح باید اجازه دهد که حداکثر تنش با حاشیه کافی کمتر از مقاومت باشد تا علیرغم عدم قطعیت‌ها، شکست به ندرت رخ دهد.

Stress and Strength

تنش و استحکام

استحکام، خاصیتی از یک ماده یا یک عنصر مکانیکی است. استحکام یک عنصر به انتخاب، نحوه‌ی عمل‌آوری و فرآوری ماده بستگی دارد.

Thus, S_y is a yield strength, S_u an ultimate strength, S_{sy} a shear yield strength, and S_e an endurance strength.

تنش در یک نقطه خاص از جسم محاسبه میشود و تابعی از بار و هندسه می‌باشد.

Uncertainties

عدم قطعیت‌ها

عدم قطعیت‌ها در طراحی ماشین آلات فراوانند. نمونه‌هایی از عدم قطعیت‌ها در مورد تنش و مقاومت عبارتند از:

- ترکیب مواد و تأثیر تغییرات بر خواص.
- تغییرات خواص از مکانی به مکان دیگر در یک شمش.
- اثر مجموعه‌های مجاور مانند جوش‌ها و اتصالات انقباضی بر شرایط تنش.
- تأثیر عملیات ترمومکانیکی بر خواص.
- شدت و توزیع بارگذاری.
- اعتبار مدل‌های ریاضی مورد استفاده برای نمایش واقعیت.
- شدت تمرکز تنش.
- تأثیر زمان بر استحکام و هندسه.
- تأثیر خوردگی.
- تأثیر سایش.

Design Factor and Factor of Safety

ضریب طراحی و ضریب ایمنی

$$n_d = \frac{\text{loss-of-function strength}}{\text{allowable stress}} = \frac{S}{\sigma(\text{or } \tau)}$$

پس از تکمیل طراحی، ضریب طراحی واقعی ممکن است در نتیجه تغییراتی مانند گرد کردن به سمت بالا تا رسیدن به اندازه استاندارد برای یک مقطع عرضی یا استفاده از اجزای آماده با رتبه‌بندی بالاتر به جای استفاده از آنچه با استفاده از ضریب طراحی محاسبه می‌شود، تغییر کند. سپس به این ضریب، ضریب ایمنی، n ، گفته می‌شود.

ضریب طراحی و ضریب ایمنی

EXAMPLE 1-2

A rod with a cross-sectional area of A and loaded in tension with an axial force of $P = 8900$ N undergoes a stress of $\sigma = P/A$. Using a material strength of 165 MPa and a *design factor* of 3.0, determine the minimum diameter of a solid circular rod. Using Table A-17, select a preferred fractional diameter and determine the rod's *factor of safety*.

Solution

Since $A = \pi d^2/4$, $\sigma = P/A$, and from Equation (1-3), $\sigma = S/n_d$, then

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi d^2/4} = \frac{S}{n_d}$$

Solving for d yields

Answer
$$d = \left(\frac{4Pn_d}{\pi S} \right)^{1/2} = \left(\frac{4(8900)3}{\pi(165000000)} \right)^{1/2} = 14.35 \text{ mm}$$

From Table A-17, the next higher preferred size is 16 mm. Thus, when n_d is replaced with n in the equation developed above, the factor of safety n is

Answer
$$n = \frac{\pi S d^2}{4P} = \frac{\pi(165)16^2}{4(8900)} = 3.73$$

Thus, rounding the diameter has increased the actual design factor.

ضریب طراحی و ضریب ایمنی

EXAMPLE 1-3

Loss-of-Function	Estimated Accuracy	n_i
Geometry dimensions	Good tolerances	1.05
Stress calculation		
Dynamic load	Not gradual loading	2.0*
Bending	Slight possibility	1.1
Strength data	Well known	1.05

*Minimum

Each term directly affects the results. Therefore, for an estimate, we evaluate the product of each term

$$n_d = \prod n_i = 1.05(2.0)(1.1)(1.05) = 2.43$$

قابلیت اطمینان و احتمال شکست

Reliability and Probability of Failure

معیار آماری از احتمال اینکه یک عنصر مکانیکی در حین استفاده دچار خرابی نشود، قابلیت اطمینان آن عنصر نامیده می‌شود. R .

احتمال خرابی برابر است با تعداد نمونه‌های خرابی به ازای کل نمونه‌های ممکن. P_f .

$$R = 1 - p_f \qquad 0 \leq R \leq 1.$$

قابلیت اطمینان و احتمال شکست

قابلیت اطمینان $R=0.9$ به این معنی است که ۹۰ درصد احتمال وجود دارد که قطعه عملکرد صحیح خود را بدون خرابی انجام دهد.

خرابی ۶ قطعه از هر ۱۰۰۰ قطعه تولید شده، $pf=6/1000$ می‌تواند به عنوان نرخ خرابی قابل قبول برای یک دسته خاص از محصولات در نظر گرفته شود. این نشان دهنده قابلیت اطمینان $R=1-0.006=0.994$ یا ۹۹.۴ درصد است.

قابلیت اطمینان و احتمال شکست

اگر یک سیستم مکانیکی در اثر خرابی هر یک از اجزا از کار بیفتد، به آن سیستم، سیستم سری گفته می‌شود. اگر قابلیت اطمینان جزء i در یک سیستم سری با n جزء، برابر با R_i باشد، آنگاه قابلیت اطمینان سیستم به صورت زیر بدست می‌آید.

$$R = \prod_{i=1}^n R_i$$

قابلیت اطمینان و احتمال شکست

$$R = \prod_{i=1}^n R_i$$

For example, consider a shaft with two bearings having reliabilities of 95 percent and 98 percent. From Equation (1-9), the overall reliability of the shaft system is then

$$R = R_1 R_2 = 0.95(0.98) = 0.93$$

or 93 percent.

ابعاد و تolerانس‌ها

Dimensions and Tolerances

Nominal size.

اندازه اسمی. اندازه‌ای که ما هنگام صحبت در مورد یک عنصر استفاده می‌کنیم. به عنوان مثال، ممکن است یک لوله ۴۰ میلی‌متری یا یک پیچ ۱۲ میلی‌متری را مشخص کنیم. اندازه تئوری یا اندازه اندازه‌گیری شده واقعی ممکن است کاملاً متفاوت باشد. اندازه تئوری یک لوله ۴۰ میلی‌متری برای قطر خارجی ۴۷.۵ میلی‌متر است. و مثلاً قطر پیچ ۱۲ میلی‌متری ممکن است در واقع ۱۱.۸ میلی‌متر باشد.

Limits.

محدودیت‌ها. حداکثر و حداقل ابعاد اعلام شده.

Tolerance.

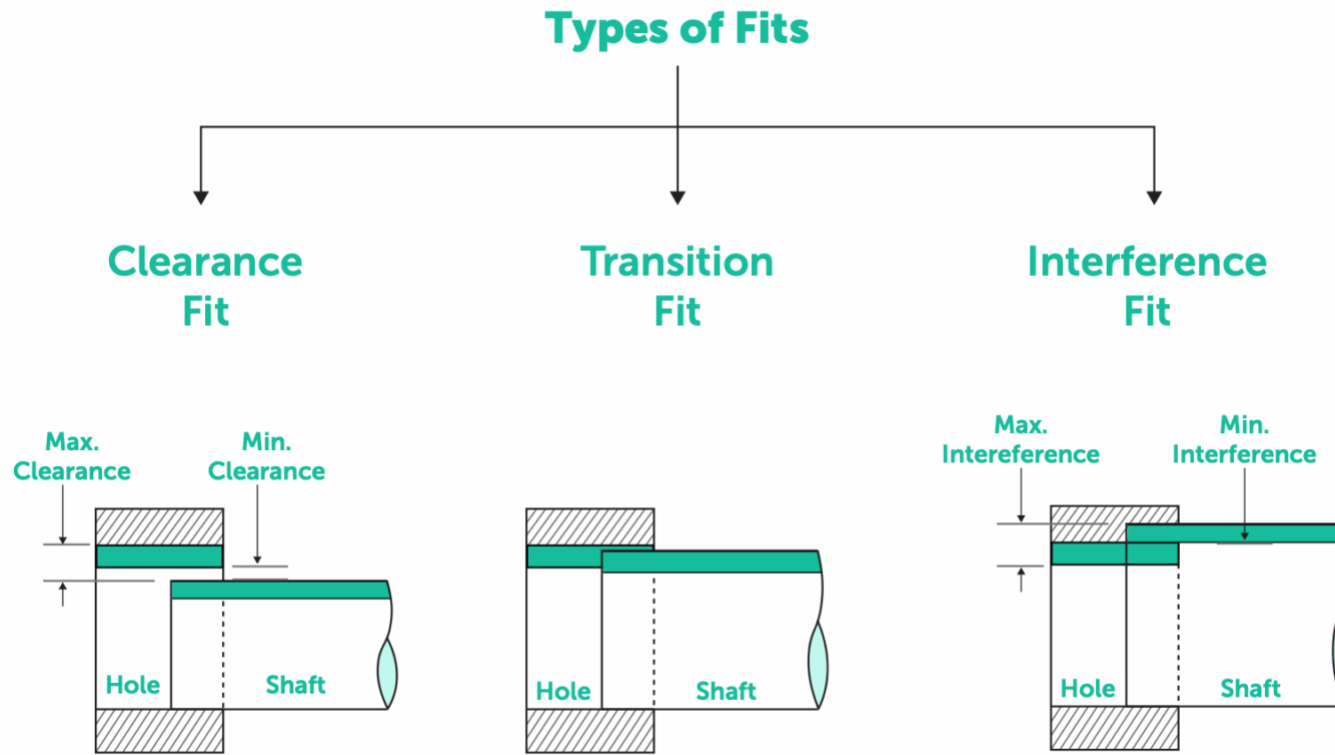
tolerance. تفاوت بین دو حد.

$$25^{+0.05}_{-0.000} \text{ mm}$$

Dimensions and Tolerances

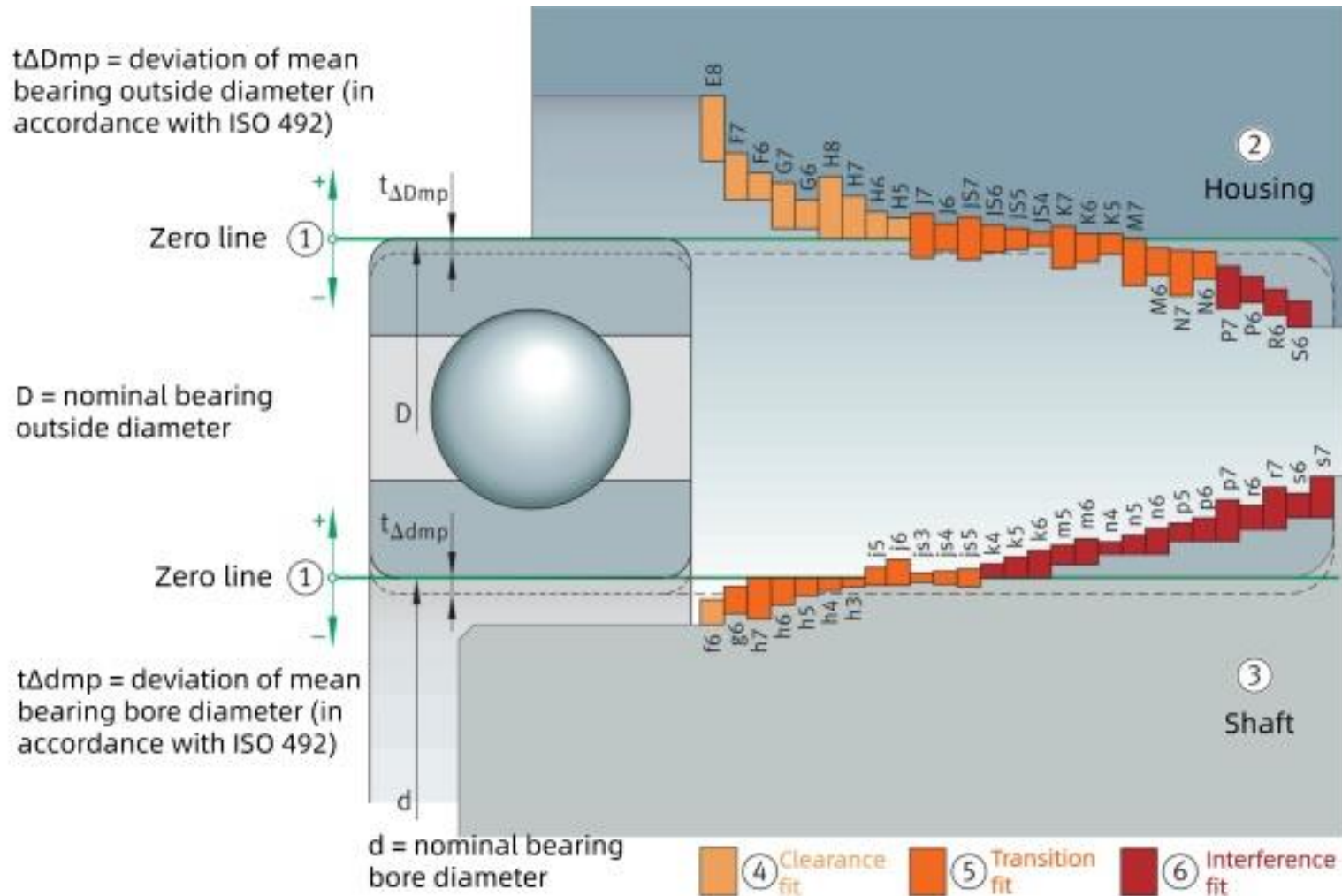
ابعاد و تolerانس‌ها

لقی و تداخل



Dimensions and Tolerances

ابعاد و تolerانس‌ها



Geometric Tolerances

تولرانس‌های هندسی

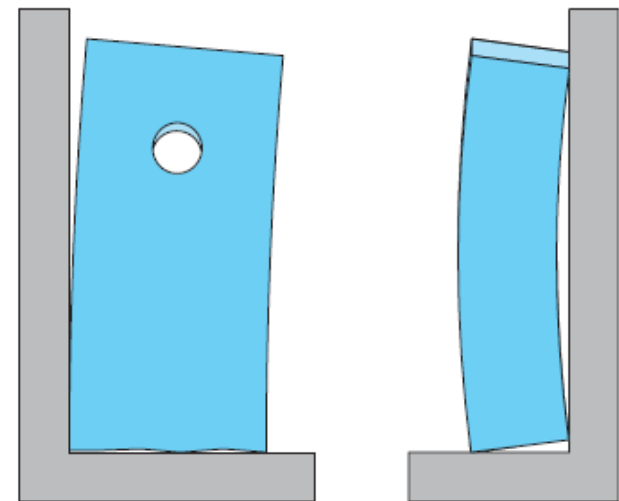
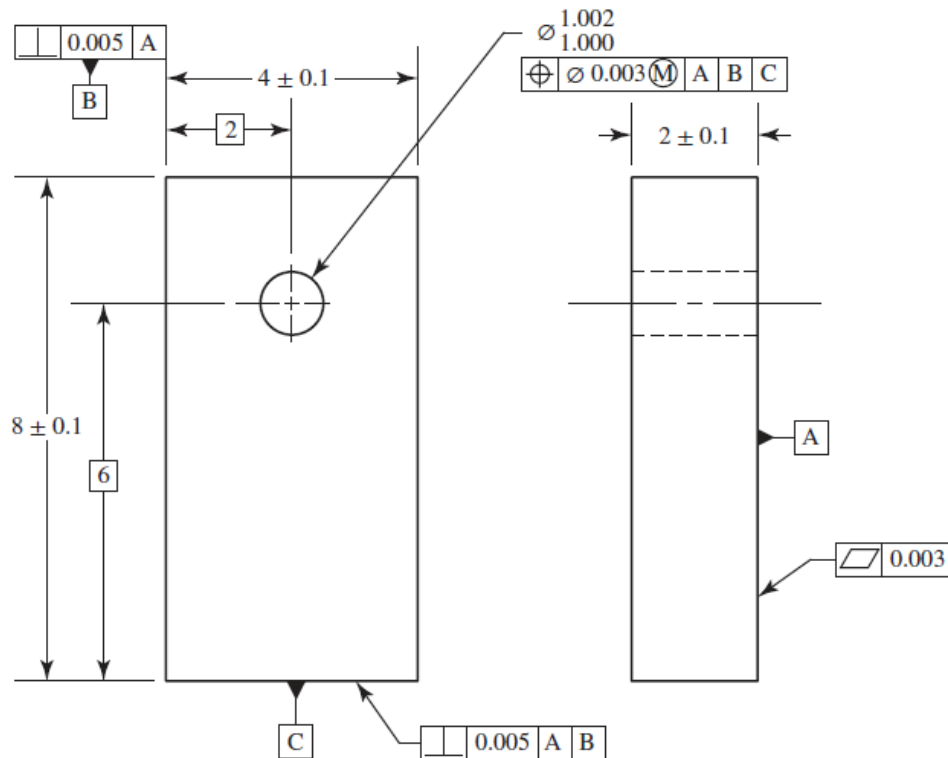


Figure 20-2

Exaggerated view of imperfections of a manufactured part.

تفرانس‌های هندسی

Table 20-1 Geometric Characteristic Controls and Symbols

Type of Tolerance	Geometric Characteristic	Symbol	Geometric Attribute Controlled	Datum Referencing?	Material Condition Modifier Allowed
Form	Straightness	—	Form	No	Ⓜ Ⓛ or RFS
	Flatness	▱			Ⓜ Ⓛ or RFS
	Circularity	○			RFS
	Cylindricity	⌀			RFS
Profile	Profile of a line	⌒	Location, orientation, size, and form	Optional	Ⓜ Ⓛ or RFS
	Profile of a surface	⌒			
Orientation	Angularity	∠	Orientation	Required	Ⓜ Ⓛ or RFS
	Perpendicularity	⊥			
	Parallelism	//			
Location	Position	⊕	Location and orientation of feature of size	Required	Ⓜ Ⓛ or RFS
	Concentricity	◎	Location of derived median points or planes		RFS
	Symmetry	≡	RFS		
Runout	Circular runout	↗	Location of cylinder	Required	RFS
	Total runout	↗↗			RFS