المنهل
ALMANHAL

اختيار المواد الهندسية

أ.د قحطان خلف الخزرجي
د. عباس خماس الساعدي

دار دجلة للنشر والتوزيع
www.dardjlah.com

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law. https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إختيار المواد الهندسية

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إختبار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إختيار المواد الهندسية

المؤلف

أ.د.قحطان خلف الخزرجي

د.عباس خماس الساعدي

2011

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

المنهل
ALMANHAL

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2010/3/906)

620.11
الخزرجي ، قحطان .
اختيار المواد الهندسية / قحطان خلف الخزرجي، عباس خماس الساعدي . عمان:
دار دجلة 2011.
(244) ص
ر.إ: (2010/3/906).
الواصفات:/ المواد الهندسية /
أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية

الطبعة الأولى 2011

دار دجلة
ناشرون وموزعون
المملكة الأردنية الهاشمية
عمان- شارع الملك حسين- مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: 0096264647550
خلوي: 00962795265767
ص.ب: 712773 عمان 11171- الأردن
جمهورية العراق
بغداد- شارع السعدون- عمارة فاطمة
تلفاكس: 009641817079 2
خلوي: 009647705855603
E-mail: dardjlah@yahoo.com
www.dardjlah.com

978-9957-71-156-6 : ISBN

جميع الحقوق محفوظة للناشر. لا يُسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه، أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي من الناشر.
All rights Reserved No Part of this book may be reproduced. Stored in a retrieval system. Or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

بسم اللـه الرحمن الرحيم

(وقل ربِ زِدنِي عِلما)

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إختبار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

المحتويات

الفصل الأول

مقدمة حول إختيار المواد الهندسية

مقدمة 15
العوامل المؤثرة على إختيار المادة 18
إعتبارات التصميم 18
الخواص الميكانيكية 20
كلفة الجزء 23
متطلبات الخدمة (التطبيق) 24
المتطلبات الوظيفية 26
خواص المادة 28
تركيب (بنية) المادة 36
الإنتفاع أو الإستفادة من المادة 43
تحليل الفشل 49
المسائل 52

الفصل الثاني

إختيار المواد بالنسبة للخواص

مقدمة 57

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

الإختيار بالنسبة للمقاومة الساكنة 61
الإختيار بالنسبة للجساءة (الصلابة) 67
الإختيار بالنسبة لمقاومة الكلال 70
الإختيار بالنسبة للمتانة 72
الإختيار بالنسبة للزحف و مقاومة درجة الحرارة 74
الإختيار بالنسبة لمقاومة التآكل 77
تآكل المعادن المختلفة 82
الإختيار بالنسبة لمقاومة البلى 84
مواد المحامل 85
الإختيار بالنسبة للخواص الحرارية 94
الإختيار بالنسبة للخواص الكهربائية 95
الإختيار بالنسبة للخواص المغناطيسية 99
الأشكال المتوفرة للمواد 102
كلفة المواد 103
المسائل 105

الفصل الثالث

إختيار العمليات

مقدمة 109
الإنهاء السطحي 111

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

عمليات تشكيل المعادن 115
سباكة المعادن 115
معالجة المعادن 119
طرق المسحوق 121
تشغيل المعادن 122
عمليات ربط المعادن 125
عمليات تشكيل البوليمر 127
مظاهر الكلفة في إختيار العملية 131
المسائل 137

الفصل الرابع

معيار الإختيار

مقدمة 145
دليل خاصية المادة 146
إختيارالمواد: الخواص الحرجة 153
إختيارالمواد: تقدير الإستحقاق 157
إختيارالمواد: الكلفة لكل وحدة خاصية 159
المسائل 164

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

الفصل الخامس

دراسة حالات

مقدمة 167
الموصلات الكهربائية 168
غشاء الطائرة المعدني 171
عمود إسطواني يخضع الى إجهاد الإلتواء 177
مضرب التنس 193
قنينة المشروب الغازي 196
ريش التوربين الغازي 199
إختيار مادة العدة 206
مواد المحامل 209
هيكل السيارة 213
الأجزاء الصغيرة للدمى (الألعاب) 216
المسائل 220
الملاحق 227
المراجع 245

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

مقدمة

Introduction

الحمد لله ربّ العالمين و الصلاة و السلام على سيد العلماء و سيد الأولين والآخرين رسول ربّ العالمين و على آله و صحبة المنتجبين. أما بعد، فإن العدد الكبير من المواد الهندسية ربما يعقد من مهمة إختيار المادة الهندسية المناسبة للتطبيق المعين، وعليه، مهمة إختيار المواد الهندسية تعتبر مهمة شاقة لأنها تتطلب تحقيق متطلبات التصنيع Fabrication Requirements، متطلبات الخدمة أو التطبيق Service Requirements، و المتطلبات الإقتصادية Economic Requirements. وهذا بدوره يتطلب المعرفة الشاملة بالعلاقات مابين التركيب (البنية) Structure - الخاصية Property- طريقة التصنيع (أو المعالجة) Processing - التركيب الكيميـاوي Composition للمواد الهندسية. من هنا، إختيار المادة الهندسية لا يمكن أن يتم بمعزل عن إختيار العملية أو الطريقة التي بواسطتها يمكن (سباكة Casting، تشكيل Forming، لحام Welding...الخ) المادة الهندسية. أضف الى ذلك، أن عامل الكلفة Cost يعتبر من العوامل الأساسية في كل من عملية إختيار المادة و الإسلوب الذي تصنّع فيه تلك المادة.

يتناول هذا الكتاب موضوع "إختيار المواد الهندسية" بإسلوب مبسط حيث يتكون من خمسة فصول. يتناول الفصل الأول، مقدمة موجزة حول مهمة إختيار المادة الهندسية، بينما يتناول الفصل الثاني، إختيار المادة الهندسية إعتمادا على الخواص، أما الفصل الثالث، فإنه يتناول إختيار العملية أو طريقة التصنيع

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس حماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

المستخدمة في تصنيع أو معالجة المادة الهندسية. بعد ذلك، تناول الفصل الرابع، المعايير المستخدمة في عملية إختيار المواد الهندسية. في الفصل الخامس، تم دراسة بعض الحالات التطبيقية التي تبين كيفية إختيار المادة الهندسية بالإعتماد على معايير عملية الإختيار. يلي ذلك، ملحق مبسط يتضمن المخططات التي تستخدم بشكل شائع في عملية إختيار المواد الهندسية أي Materials Selection Charts. و أخيرا، أتمنى أن أكون قد وفقت في إغناء المكتبة العربية و ما التوفيق إلا من عند الله و الحمد لله ربّ العالمين.

أ. د. قحطان خلف الخزرجي

د. عباس خماس الساعدي

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

الفصل الأول

مقدمة حول إختيار المواد الهندسية

Introduction to Eng. Materials Selection

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إختبار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

الفصل الأول
مقدمة حول إختيار المواد الهندسية
Introduction to Eng. Materials Selection

1.1 مقدمة Introduction

إن من أهم المتطلبات الأساسية للحصول على المنتج المقبول و بكلفة تنافسية Competitive هو إختيار المادة المثلى Optimum Material من مجموعة المواد الهندسية المتوفرة. إن هذه المهمة ليست بالسهلة، فهناك نسبة كبيرة من فشل المنتجات الذي يحدث نتيجة الإختيار الخاطئ للمواد. ومما يزيد من تعقيد مهمة الإختيار، هو أن العملية المستخدمة في تصنيع المنتج تؤثر على خواص المواد وسلوكها في التطبيق. وعليه، مهمة إختيار المواد يجب أن لاتتم بمعزل عن طرق التصنيع Manufacturing Processes، التي بدورها يجب أن لاتتم بمعزل عن تصميم المنتج Product Design. أضف الى ذلك، أن فعالية إختيار المواد وعملية التصنيع يجب أن لا تقتصر على المظاهر التقنية Technical Aspects فحسب، وإنما على المظاهر الإقتصادية Economic Aspects أيضا،لأن المتطلب الأساسي للمنتج الناجح هو الجدوى الإقتصادية Economic Feasibility.

إن دور مهندس المواد Materials Engineer في فريق التصميم Design Team، يبرز من خلال هندسة المواد Materials Engineering التي تمثل حلقة

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس حماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

الوصل مابين فروع الهندسة الأخرى، لأن فريق التصميم يتكون عادة من مجموعة من الأعضاء من فروع الهندسة الأخرى مثل:

1. الهندسة الميكانيكية Mechanical Engineering.
2. الهندسة المدنية Civil Engineering.
3. هندسة البيئة Environmental Engineering.
4. الهندسة الكيمياوية Chemical Engineering.
5. الهندسة الكهربائية Electrical Engineering.
6. هندسة الطائرات Aerospace Engineering.
7. الهندسة النووية Nuclear Engineering.
8. الهندسة المعمارية Architectural Engineering.
9. هندسة النسيج Textile Engineering.

فإذا عرّفنا التصميم الهندسي Engineering Design بأنه عملية الحصول على جزء أو نظام جديد، فإن دور مهندس المواد يكمن في السؤال التالي: من أي مادة سوف يصنّع ذلك الجزء أو النظام؟ وللوصول الى الإجابة حول هذا السؤال، فإن سلسلة من الأسئلة يجب الإجابة عليها أولا على سبيل المثال:

1. ما هي متطلبات الأداء Performance Requirements (الكهربائية، الميكانيكية، الكيمياوية، الحرارية) لذلك الجزء أو النظام؟

إختبار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

2. كيف سيتم إنتاج ذلك الجزء؟

3. ماهي الفترة الزمنية المطلوبة لذلك الجزء أو النظام في الخدمة أو التطبيق؟

4. ماهو المستوى المقبول من كلفة الإنتاج؟

5. ما هي عمليات الفحص Inspection المطلوبة لذلك الجزء أو النظام؟

6. كم سيتطلب من عملية الإصلاح Repair أو الصيانة Maintenance؟

7. ما هي الفترة الزمنية التي سوف يستهلك عندها خلال التطبيق؟

8. ما هي نتائج الفشل أثناء التطبيق أو الخدمة In-Service Failure؟

وعليه، مهندسي المواد يتعاملون بشكل مباشر مع:

1. قابلية تحمل المنتج Product Durability.

2. الكلفة Cost.

3. المعولية Reliability.

4. المسؤلية القانونية Liability.

5. علاقة الوسط مع المادة Correlation Between Environment and Material.

6. إختيار العملية أو طريقة التصنيع Process Selection.

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

2.1 العوامل المؤثرة على إختيار المادة

Factors Affecting Material Selection

تتأثر مهمة إختيار المواد بالعديد من العوامل وهذه العوامل تتضمن:

إعتبارات التصميم Design Considerations.

الخواص الميكانيكية Mechanical Properties.

كلفة الجزء Component Cost.

متطلبات التطبيق Service Requirements.

المتطلبات الوظيفية Functional Requirements.

خواص المادة Material Properties.

تراكيب (بنية) المادة Material Structures.

الإنتفاع أو الإستفادة من المادة Material Utilization.

في المقاطع التالية، نتطرق الى شرح هذه العوامل بشيء من التفصيل.

1.2.1.إعتبارات التصميم Design Considerations

خلال مرحلة تصميم الجزء، يجب أن يقرر المهندس ماهي ماهي المادة أو المواد التي سوف تكون أكثر ملائمة.وفي بعض الحالات، متطلبات التطبيق للجزء هي التي تحدّد المواد التي يجب إستخدامها. على سبيل المثال، كاوية اللحام Soldering Iron تتطلب إستخدام اللقمة النحاسية Copper-Bit لغرض توصيل الطاقة الحرارية من مصدر الحرارة الى وصلة اللحام، وفي هذه الحالة اللقمة البوليمرية Polymer-Bit

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

سوف تكون غير مناسبة. وفي أغلب الحالات لاتكون مهمة إختيار المادة سهلة أو غير معقـدة. إن الإختيار الخاطئ يمكن أن يؤدي الى فشل الجزء الذي ربما يؤدي الى نتائج فادحة. ومع هـذا المـدى الضخم من المواد الهندسية كيف يمكن لمهندسي التصميم أن يصـنعوا قـرارهم حـول الإختيـار النهـائي Final Choice للمادة؟ إن القرار ليس بسيطا، حيث عدة عوامل مهمة يجب أن تؤخذ بنظر الإعتبـار وهذه تتضمن:

أ. حجم وشكل الجزء Size and Shape of Component.

ب. كلفة المادة Cost of Material.

ج. درجة توفر المادة Availability of Material.

د. عدد الأجزاء المطلوبة Number of Required Components.

هـ. الخواص الفيزيائية والميكانيكية Physical and Mechanical Properties.

و. الخلوص البعدي Dimensional Tolerance.

ز. درجة توفر عدة الإنتاج Availability of Production Plant.

إن العوامل المؤثرة على إختيار المادة لايمكن أن تؤخذ بنظر الإعتبار بشكل معـزول، إن حجـم و شـكل الجـزء سـوف يـؤثر عـلى عمليـات الإنتـاج أي مسـبوك Cast أم مشـكّل Formed أم مشـغّل Machined. و عند إختيار طريقة السباكة بالقوالب المعدنية Die-Casting للإنتاج، فإن هذه الطريقـة سوف تحد من إختيار المادة حيث تجعله مقتصرا على السبائك التي تتميز بدرجـة إنصـهار منخفضـة مثل المغنيسيوم Mg، الخارصين Zn، الألمنيوم Al. و حتى تكون طريقة السباكة بالقوالب المعدنية

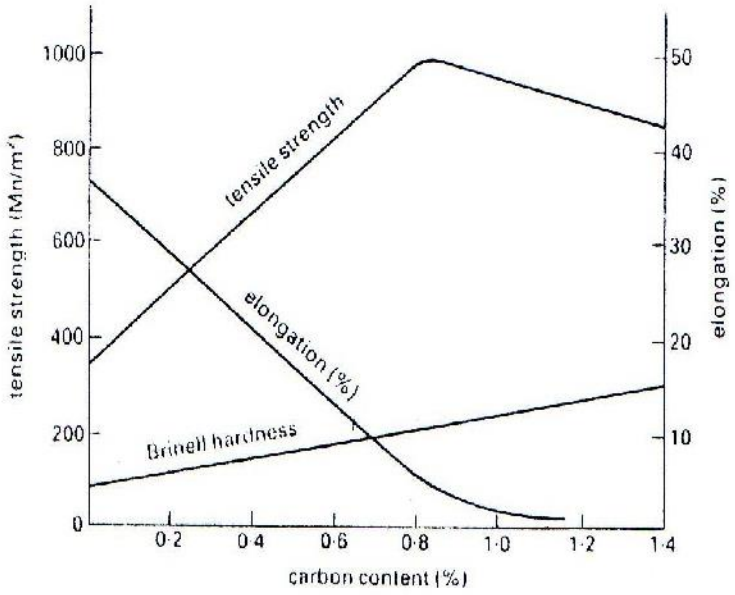
إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

إقتصادية، فإن عدد الأجزاء المطلوبة يجب أن يكون عاليا، و ذلك لمعادلة تكاليف الإنتاج العالي مع كلفة تصنيع القالب. إن درجة الإنهاء السطحي Surface Finish و الخلوص Tolerance بالنسبة للمنتج النهائي سوف تؤثر على طريقة الإنتاج، ولهذا تكون طريقة السباكة الرملية Sand Casting رديئة مقارنة مع طريقة السباكة بالقوالب المعدنية بواسطة الضغط Pressure Die-Casting من حيث الإنهاء السطحي و الدقة البعدية، و لكنها أقل كلفة. و هذه تمثل بعض النقاط المهمة التي يجب أن تؤخذ بنظر الإعتبار من قبل مهندس التصميم

2.2.1 الخواص الميكانيكية Mechanical Properties

إن الخواص الميكانيكية مثل المتانة Toughness، المقاومة Strength، الصلادة Hardness، يمكن أن تحدّد ملائمة بعض المواد الهندسية للإختيار. الشكل 11 يبين التغيرات في الخواص الميكانيكية لسبائك الحديد - كاربون مع تغيّر محتوى الكاربون. و هذا يزود المهندس بمدى واسع من سبائك الحديد-كاربون لإختيار المناسب منها. و بعد إختيار السبيكة الملائمة على أساس محتوى الكاربون، هل أن ذلك سوف يكون دالة مقبولة في التطبيق؟ إن أحد متطلبات التصميم للعجلات المسنّنة (الترس) Gear Wheels الصغيرة، أن تكون صلدة و ذلك لضمان أدنى كمية ممكنة من البلى Wear و بالتالي حفظ الدقة.

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193



الشكل 11.2

العلاقة مابين محتوى الكاربون و خواص سبائك الحديد-كاربون .

في البداية، يمكن إنتاج مثل هذه المسننات من الفولاذ الكاربوني المصلّد Hardened Carbon Steel، و لكن الآن، مواد مثل التفنول Tufnol أو النايلون 6.6 Nylon6.6 يمكن إستخدامها بهذا الخصوص، على الرغم من أن قيم الصلادة للمواد البوليمرية أقل من سبائك الحديد-كاربون، و لكن في التطبيق مسننات البوليمر Polymer Gears تؤدي وظيفتها بشكل مقبول ولا تتطلب إستخدام عملية التزييت Lubrication. و عليه، يجب أن يكون مهندس التصميم

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

يقظا من حيث أن الخواص النوعية التي تتميز بها المادة لاتعكس الإسلوب الذي سوف تسلكه المادة خلال التطبيق.

إن الخواص الميكانيكية للمادة، يمكن أن تحدّد أيضا طريقة إنتاج الجزء. ففي بعض المواد، خواص المقاومة و المتانة، يمكن أن تجعل طرق التصنيع عملية صعبة و بالتالي تكون مرتفعة الكلفة. إن عامل الكلفة الإضافي، يمكن أن يكون نتيجة زياد الفترة الزمنية لعملية التصنيع أو إستخدام عدة خاصة أو كلاهما. إن حل مشكلة عملية الإنتاج يمكن أن يتم بإستخدام طريقة السباكة الدقيقة Investment Casting أو طريقة الشمع المفقود Lost-Wax Method، حيث لايتطلب المنتج النهائي عادة إستخدام عملية التشغيل Machining. ولكن، يجب أن نأخذ بنظر الإعتبار التأثير المباشر لعملية الإنتاج Production Process على الخواص الميكانيكية مثل المقاومة و المتانة. فعند إنتاج الجزء بواسطة السباكة، فإنه سوف يتميز بإتجاه بلوري Crystalline Orientation معين، و سوف لايتميز بخواص إتجاهية Directional Properties إلا عند إستخدام أساليب معينة مثل التجمد الإتجاهي Directional Solidification. أما عندما يخضع الجزء الى عملية التشكيل Forming للحصول على شكل معين، على سبيل المثال بإستخدام الطرق أو الحدادة Forging فإنه سوف يتميز بخواص إتجاهية. إن المعادن المشكلة Worked Metals، أو التراكيب المطروقة Wrought Structures تكون عادة أقوى من المسبوكات Castings باستخدام نفس المادة.

يمكن إنتاج نموذج غفل المسنّن الصغير Small Gear Blank بواسطة عملية تشكيل الغفل Blanking، من الصفيحة المدرفلة على الساخن Hot-Rolled Plate،

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس حماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

أو فصل مقطع رقيق من القضيب المدرفل على الساخن Hot Rolled Bar، أو فصل طول معين من القضيب المدرفل على الساخن و تشكيله بالطرق (الحدادة) بشكل نموذج الغفل Blank، فعلى الرغم من أن المادة الأساس Parent Material لنماذج الغفل Blanks تتميز بخواص إتجاهية، إلا أن نماذج الغفل المفردة Individual Blanks تتميز بخواص إتجاهية مختلفة وهذه يمكن أن تؤثر على الخواص الميكانيكية مثل المقاومة. إن هذه الخواص ترتبط عادة بخطوط الألياف Fibres Lines التي تنساب مع تشوّه البلورة Crystal أو الحبيبة Grain الناتج من إتجاه عملية التشكيل.

3.2.1 كلفة الجزء Component Cost

إن كلفة الجزء سوف تؤثر على نوع المادة التي يتم إختيارها و الطريقة أو العملية التي يتم إعتمادها في التصنيع. أما عوامل الكلفة المخفية الأخرى مثل:

1. تكاليف الضرائب Rates.
2. تكاليف الأجرة Rent.
3. تكاليف التشغيل Running Costs للعدة أو الأجهزة.

فإنها يجب أن تؤخذ بنظر الإعتبار قبل الحصول على الكلفة النهائية لكل جزء Final Cost per Component.

في العديد من الصناعات تقدّر كلفة شراء المواد Purchase Cost بحوالي50% من كلفة التصنيع الكلية Total Manufacturing Cost للجزء أو المنتج النهائي. و عليه، إستخدام المواد الأولية Raw Materials المنخفضة الكلفة سوف يخفض من الكلفة الأجمالية Overall Cost، و هذا يجعل تمويل ذلك الجزء أكثر

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193

جاذبية من الأجزاء المنافسة. ولكن هذه القاعدة لاتكون صحيحة دائما، فعندما نأخذ بنظر الإعتبار، المواد المناسبة المستخدمة في تصنيع هيكل الطائرة ذات السرعة مادون الصوتية Subsonic Air Frame، فإن سبيكة المغنيسيوم القوية تتطلب التدبير الوقائي ضد الإشتعال خلال عملية التشغيل، كما أنها تتطلب الحماية ضد التآكل اللاحق. بينما تكون سبائك التيتانيوم أقوى، و تتميز بمقاومة تآكل أفضل مقارنة مع سبائك المغنيسيوم إلا أن كلفتها عالية جدا. أما سبائك الألمنيوم فإنها قوية أيضا ولها كلفة منخفضة نسبيا و سهلة التشغيل إلا أنها تتطلب الحماية من التآكل تحت ظروف معينة. و من خلال هذه الإحتمالات الممكنة للمواد التي يمكن إستخدامها كمواد ليهكل الطائرة، نلاحظ أن التكاليف العالية لايمكن تجنّبها بشكل أو بآخر. من هنا، المادة التي تبدو في البداية منخفضة الكلفة لايعني أنها تكون ملائمة عندما نأخذ عوامل الإنتاج الأخرى بنظر الإعتبار.

4.2.1 متطلبات الخدمة (التطبيق) Service Requirements

إن مهندس التصميم يجب أن يضمن أن المادة التي تم إختيارها سوف تكون مستقرة و خالية من الخطر و تؤدي وظيفتها بالشكل المطلوب في التطبيق الذي على أساسه تم إختيارها. ففي العمليات الكيمياوية و النووية، العوامل الرئيسية التي تؤخذ بنظر الإعتبار تتضمن:

1. الإستقرارية التركيبية Structural Stability.
2. المقاومة Strength.
3. مقاومة التآكل Corrosion Resistance.

إختيار المواد الهندسية
الخزرجي ، قحطان خلف | الساعدي ، عباس خماس
Al Manhal Platform Collections (https://platform.almanhal.com) - 22/11/2024 User: @ Al Manhal Demo Library
Copyright © Dar Dejlah Publishers and Distributors. All right reserved.
May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under applicable copyright law.
https://platform.almanhal.com/Details/Book/3193