الفصل الأول


1. تمهيد 1
2. بيانات الإتزان 2
1.2. قاعدة جبس للأطوار 2
1.1.2. حالة معدن نقي 3
2.1.2. السبائك الثنائية 4
3. تحديد نسبة الأطوار المتزنة 4
1.3. قاعدة الذراع 4
2.3. قاعدة الخط الأفقي 5
4. تحديد حالات الإتزان بإستعمال منحنيات الطاقة الحرة 6
5. التحليل الترموديناميكي لرسم بيانات الأطوار 9
6. منحنى السائل و منحنى الجامد للسبائك الثنائية 10
1.6. معدنيين قابلين للإمتزاج كليا في الحالة السائلة 11
أ- السبائك بمحلول صلب وحيد (بيان وحيد المغزل) 11
ب- سبائك بمحلولين صلبين 14
ج- سبائك بأكثر من محلولين صلبين (سبائك تحتوي على أطوار وسيطية) 17
2.6. معدنيين قابلين للإمتزاج جزئيا في الحالة السائلة 18
ا. تفاعل مونوتكتيكي 18
ب. تفاعل سنتيتكي 19
7. بيانات إتزان تحتوي على تفاعلات بين الأطوار الصلبة 20
1. التفاعل الأوتكتويدي (شبه الأوتكتيك) 20
2. التفاعل البيريتكتويدي (شبه البيرتكتيكي) 20
3. التفاعل المونوتكتويدي (شبه المونوتكتيك ) 21
4. التفاعل ميتاتكتيكي 21
8. الطرق التجريبية لتحديد بيانات الأطوار 22
1. المعالجة الحرارية (أو طريقة السقاية) 22
2. التمدد الحراري 23
3. حيود الأشعة السينية (Rx) 24

4. دراسة تغير المقاومية 24
5. دراسة تغير المغناطيسية 25
6. الفحص المجهري 25
9. معلومات مختصرة عن السبائك الثلاثية 26
1. مجالات أحادية الطور 28
2. مجالات ثنائية الطور: 28

الفصل الثاني

1. تمهيد 29
2. .عناصر و أطوار مخطط الإتزان Fe-C 29
1.2. عناصر مخطط الإتزان Fe-C 29
2.2. أطوار النظام Fe-C 30
3. مخططات الإتزان 31
1.3. مخطط السمنتيت 31
1.1.3. المخطط المبسط 31
2.1.3. المخطط التام 36
2.3 مخطط الغرافيت 36
4. شروط صحة إستعمال هذه المخططات 37
5. شروط تثبيت توازنيين و المرور من أحدهما إلى الآخر 38
6. البنية المجهرية في حالة الإتزان لسبائك $Fe-Fe_3C$ 39
1.6. البنية المجهرية لحديد زهر أوتكتيكي 39
2.6. البنية المجهرية لسبائك حديد زهر فرط أوتكتيكي 39
3.6 البنية المجهرية لسبيكة حديد زهر هبط أوتكتيكي 40
4.6. البنية المجهرية لفولاذ أوتكتويدي (برليتي) 41
5.6. البنية المجهرية لفولاذ فرط أوتكتويدي 42
6.6. البنية المجهرية لفولاذ هبط أوتكتويدي 42
7. دراسة التحولات و التراكيز الطورية و كذا البنية المجهرية لبعض السبائك ذات تراكيز مختلفة بدلالة درجة الحرارة 44

1.7. التراكيز الطورية لسبيكة فرط يوتكتيكية بدلالة درجة الحرارة 45
2.7. التراكيز الطورية لسبيكة فرط يوتكتيكية بدلالة درجة الحرارة 46
2.7 .التراكيز الطورية لسبيكة فرط يوتكتويدية بدلالة درجة الحرارة 47
2.7 .التراكيز الطورية لسبيكة هبط يوتكتويدية بدلالة درجة الحرارة 48
2.7. البنية المجهرية لسبيكة فرط يوتكتيكية و سبيكة هبط يوتكتويدية بدلالة درجة الحرارة 49

الفصل الثالث

1. تمهيد 50
2. المعالجات الحرارية لحديد الصلب 50
1.2. عموميات 50
2.2. أنواع المعالجات الحرارية للحديد الصلب 50
1.2.2. السقاية 50
2.2.2. المراجعة 51
3.2.2. التلدين 51
3 - عموميات حول تحول الأوستنيت 52
1.3. بيان التحول الإيزوترمي (منحنى الزمن-درجة الحرارة-التحول) TTT 52
2.3. المنطقة البرليتية (Zone perlitique) 55
3.3. التحول البانيتي (Transformation bainitique) 56
4.3. التحول البرليتي 56
5.3. التحول المارتنزيتي 59
1.5.3. طبيعة المارتنزيت 59
2.5.3. آلية التحول المارتنزيتي 59
3.5.3. المارتنزيت الصفائحي 61
4.5.3. المارتنزيت ذو شكل عصيات 62
6.3. حركية التحول المارتنزيتي 62
7.3. الأوستنيت المتبقي 64
8.3. إستقرار الأوستنيت 64
9.3. إستقرار المارتنزيت 64
10.3. التحول المتوسط (البانيت) 65
1.10.3. طبيعة البانيت 65

2.10.3. آلية التحول البانيتي 66
11.3. الخصائص الميكانيكية لفولاذ ذو بنية بانيتية 67
4. تحول الأوستنيت تحت التبريد المستمر TRC 68

الفصل الرابع: سبائك الحديد الشائعة (الفولاذ و الحديد الزهر)

تمهيد 72
الفواليذ les-aciers 72
1.2. الفواليذ الكربونية 72
1.1.2. البنى المجهرية الناتجة عن التبريد البطيء (Normalisation) 72
2.1.2. الخصائص الميكانيكية للفولاذ الكربوني 78
2.2. الفواليذ الكربونية 78
3. حديد الزهر les fontes 79
1.3. أنواع حديد الزهر 80
1.1.3. حديد الزهر الأبيض 80
2.1.3. حديد الزهر الرمادي 81
3.1.3. حديد الزهر الأرقش la fonte truitée 83
4.1.3 حديد الزهر ذو الغرافيت المتكور 83
الخاتمة 86

التمارين و المسائل

1. الامتحان العادي لسنة 2011 90
2. الامتحان الاستدراكي 2011 92
3. الامتحان العادي لسنة 2013 94
4. الامتحان الاستدراكي 2013 96
5. الامتحان العادي لسنة 2014 98
6. الامتحان العادي لسنة 2015 100
7. الامتحان العادي لسنة 2016 102
8. الامتحان العادي لسنة 2017 104
9. الامتحان الاستدراكي 2017 106
10. الامتحان العادي لسنة 2018 107
11. حل الامتحان العادي لسنة 2018 109
12. الامتحان العادي لسنة 2019 112
13. الامتحان الاستدراكي 2019 114
الفهرس 117