

MÉTALLOGRAPHIE PRATIQUE

Techniques
de préparation
et d'observation optique

Thomas Munch



Table des matières

Partie 1. Techniques de préparation des pièces

Chapitre I. Enrobage des pièces	1
1. Nécessité de la préparation des surfaces	1
2. Intérêt de l'enrobage des pièces	2
3. Tronçonnage des pièces	2
4. Tronçonner une petite pièce entre 2 plaques	3
5. Enrobage à chaud	4
6. Dosage de la poudre thermodurcissable	5
7. Enrobage d'une pièce avec couche superficielle fragile	6
8. Réaliser deux enrobages en une opération	7
9. Enrobage de plusieurs pièces	9
10. Intérêt de l'enrobage à froid	9
11. Utilisation de résine thermodurcissable renforcée à la fibre de verre	10
12. Enrobage sur la tranche d'une pièce très fine	10
13. Enrobage d'un fil	11
14. Enrobage d'une feuille métallique	11
15. Enrobage d'ensembles mécaniques	12
16. Démonter un enrobage pour récupérer la pièce	12
Chapitre II. Polissage des pièces	15
1. Polissage des pièces - Généralités	15
2. Test permettant de définir le passage au disque suivant lors du polissage	17
3. Polissage des pièces à la pâte diamant	18
4. Nécessité du polissage spéculaire	18
5. Nettoyage des pièces	18
6. Fixation des disques abrasifs sur les plateaux des polisseuses	19
7. Finesse de l'abrasif final	20
8. Polir en plaquant couche sur pièce (sens de polissage) pour éviter de fragmenter	20
9. Pièces rayées après passage au disque de polissage au diamant	22
10. Pollution des disques de polissage au diamant	23

11. Nettoyage des disques de polissage au diamant	23
12. Lubrification des disques de polissage à la pâte diamant.....	24
13. Quantité de pâte diamant à déposer sur le disque	24
14. Utilisation de disque en velours abîmés.....	24
15. Test d'usure du papier abrasif pour polissage.....	24
16. Faciliter le polissage d'une pièce très petite.....	25
17. Faciliter le polissage d'une pièce très tendre.....	26
18. Faciliter le polissage d'une pièce très dure	26
19. Polissage d'une pièce non enrobée	26
20. Polissage d'une pièce brute non enrobée	27
21. Polissage électrolytique.....	27

Partie 2. Attaque chimique

Chapitre I. Généralités	31
1. Pratique des attaques - Généralités.....	31
2. Fonctionnement général d'un réactif d'attaque	33
3. Fonctionnement d'un réactif d'attaque - Film colorant.....	35
4. Réactif d'attaque - Attaque sélective	36
5. Exemple de subtilités liées à l'utilisation d'un réactif	36
6. Principaux réactifs d'attaque.....	37
7. Les dangers du Nital.....	38
8. Le réactif Vilella.....	39
Chapitre II. Techniques particulières	41
1. Adoucir une attaque.....	41
2. Protéger les aciers inoxydables avant attaque	42
3. Réactifs inoffensifs	43
4. Attaquer la pièce avec deux réactifs différents pour améliorer le contraste	43
5. Attaque à chaud.....	44
6. Remédier au ressuage du réactif en bord de pièce.....	45
7. Attaque très forte sur une zone ponctuelle de la pièce	46
8. Attaque des aciers inoxydables - Précautions spécifiques.....	46
9. Attaque électrolytique (principe et application)	47

Partie 3. Observation micrographique

Chapitre I. Généralités	51
1. Obtenir le parallélisme de la surface préparée avec la table du microscope.....	51
2. Orientation de l'enrobage sur la table du microscope.....	53
3. Examen d'une pièce.....	54
4. Intérêt de l'observation aux oculaires	55
5. Influence du grossissement sur l'aspect de la microstructure.....	55
6. Influence de la durée de l'attaque	56

Chapitre II. Techniques particulières	57
1. Identifier grâce à la profondeur de l'attaque	57
2. Visualiser les anciens joints de grains austénitiques dans un acier martensitique	58
3. Visualisation des carbures secondaires (cas du 100 Cr6)	59
4. Visualisation des carbures non dissous d'un inox martensitique	60
5. Visualiser les carbures intergranulaires.....	61
6. Différencier porosité et inclusion dissoute	61
7. Mettre en évidence les macles.....	62
8. Différencier cavité et pollution de la surface de la pièce	63
9. Rayures de polissage	64
10. Différence de teinte d'une même structure	65
11. Écrouissage de polissage.....	67
12. Orientation des grains.....	67
13. Structure en bande.....	68
14. Examiner une pièce abîmée sans la détruire.....	69
15. Examiner un pénétrateur de mesure de dureté.....	71

Partie 4. Autres aspects techniques

1. Déterminer le grandissement réel.....	75
2. Mesure du grandissement en l'absence de règle objet	75
3. Défaut de planéité.....	76
4. Visualiser un écrouissage localisé.....	76
5. Identifier les nitrures dans la couche de combinaison d'une pièce nitrurée.....	78
6. Estimation du taux de carbone d'un acier à l'état martensitique	78
7. Estimer le taux de carbone dans la structure martensitique d'un acier au carbone à l'aide de mesure de dureté	79
8. Préservation des surfaces optiques	79
9. Nettoyage des surfaces optiques.....	79
10. Réglage des oculaires	80
11. Microscope métallographique inversé.....	81
12. Mesure de dureté sur pièce enrobée	81
13. Examen en fond noir - Lumière rasante.....	82
14. Utilisation du diaphragme du microscope	85
15. Monter une pièce préparée dans un étau de micrographie.....	86
16. Identifier les structures des grains par test de micro-dureté	88
17. Mesure micro HV au microscope.....	88
18. Conserver une préparation à l'aide d'un dessiccateur et de gel de silice.....	88
19. Conserver une préparation à l'aide d'un dessiccateur sans gel de silice	89
20. Conserver une préparation sans dessiccateur et sans gel de silice	90
21. Observer des précipités submicroscopiques.....	90
22. Fonction d'imagerie à profondeur de champ étendue	91
23. Mise en évidence d'une structure 3D.....	92
24. Fibrage et macrographie	93

25. Macrographie Baumann.....	93
26. Macrographie - Méthode des acides forts.....	95
27. Macrographie d'une pièce forgée en alliage d'aluminium.....	96
28. Déterminer le profil carbone d'une pièce cémentée martensitique.....	97
29. Identification d'un problème de nettoyage après attaque.....	99
30. Optimisation de la luminosité.....	100
31. Pratique détaillée du tronçonnage.....	101
32. Passivation des aciers inoxydables.....	104
33. Dépassivation des aciers inoxydables méthode I.....	105
34. Dépassivation des aciers inoxydables méthode II.....	106
35. Estimation d'une teneur à l'aide du logiciel d'analyse d'image.....	106
36. Prise de vue sans caméra.....	107
37. Visualiser l'épaisseur d'un traitement superficiel.....	109
38. Cassure au bleu.....	109
39. Faciès de rupture - Notions simples.....	109
40. Grossissement ou grandissement.....	112
41. Grossissement maximal.....	113
42. Boîte à lumière.....	115
43. Réglage de la boîte à lumière.....	115
44. Détection des réparations par soudage.....	117
45. Détection des brûlures de rectification.....	117
46. Taille de grain - Généralités.....	118
47. Déterminer la taille de grain par comptage.....	119
48. Déterminer la taille de grain par comparaison - Oculaire dédié.....	120
49. Déterminer la taille de grain par comparaison - Fonction logicielle dédiée.....	121
50. Déterminer la taille de grain par comparaison - Micrographie.....	121
51. Déterminer la taille de grain par intersection.....	122
52. Optimiser le procédé de polissage électrolytique.....	122
53. Déterminer les paramètres d'attaque électrolytique.....	123
Conclusion.....	125
Table des figures.....	127
Bibliographie.....	133
Index.....	135