

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX »

SESSION 2023

Épreuve E2 : Étude et préparation d'une production industrielle

Durée : 4h

Coefficient : 4

SUJET

Aucun document autorisé

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce sujet est composé de deux parties :

Partie 1 : SUJET

- Mise en situation de 1/12 à 4/12
- Ressources de 5/12 à 12/12

Partie 2 : DOCUMENT REPONSES

- Document réponses de 1/9 à 9/9

- vous devrez répondre directement sur le document réponses dans les espaces prévus, en apportant un soin particulier dans la rédaction des réponses aux différentes questions ;
- vous ne devez pas noter vos nom et prénom sur ce dossier hormis sur le dossier réponses dans la partie anonymat en haut de la première page ;
- vous devrez rendre l'ensemble des documents du dossier réponses en fin d'épreuve.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

« TRAITEMENTS DE MATÉRIAUX »

SESSION 2023

**Épreuve E2 :
Étude et préparation d'une production industrielle**

PARTIE 1

SUJET :

Amortisseur hydraulique

Notes à l'attention du candidat :

- ce dossier ne sera pas à rendre à l'issue de l'épreuve
- aucune réponse ne devra figurer sur ce dossier

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX	2306-TDM EPPI 1	Session 2023	Sujet
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	Page 1/12

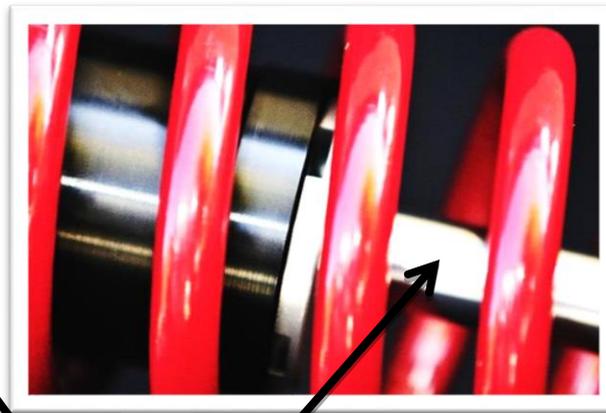
1- Mise en situation

Votre société est spécialisée dans la fabrication et le traitement de surfaces de pièces techniques en acier et en aluminium.

Elle réalise, entre autres, des tiges d'amortisseur pour un fabricant de matériel pour véhicule automobile, moto et quad.

Ces tiges d'amortisseur sont en acier type MOC2 (selon Aubert & Duval, voir notice technique : document ressources N°4 page 8) sur lequel est réalisé un chromage dur de 50 µm minimum.

Voici un aperçu de ses fabrications :



Tige d'amortisseur en acier chromé dur

Implantation

Équipements de l'atelier d'usinage

2 tours à commande numérique
2 fraiseuses à commande numérique 4 axes
1 tour de reprise permettant la rectification cylindrique (précision +/- 5 µm au rayon)
1 perceuse sur colonne

Équipements de l'atelier de préparation

2 tourets de polissage et d'avivage pour les aciers et les aluminiums
1 sableuse / microbilleuse
Plusieurs établis équipés d'étaux
Outillage divers

Équipements de l'atelier de traitements de surfaces

Nature du bain	Composition	Paramètres			Dimensions cuves L x l x h (mm) niveau fait à 100 mm du bord haut de la cuve
		ddc (A.dm ⁻²)	θ (°C)	Rc	
Anodisation OAS		1,5 A/dm ² de ddc anodique	Amb	***	1000 x 500 x 850
Anodisation DUR OAD		1 A/dm ² Toutes les 10 min	-10° à 0°C	***	1000 x 500 x 850
Nickelage chimique ELNIC 101		***	95° C	***	1000 x 500 x 850
Chromage DUR SAPHIR 14	CrO ₃ 250 g/L	50	50° C	17%	1000 x 500 x 850

L'atelier possède tous les équipements de préparation et de rinçage nécessaires à la bonne marche des gammes classiques sur aluminium et acier.

On notera que la société ne dispose d'aucun bain cyanuré, sa station de traitement des rejets n'étant pas équipée pour traiter ce type d'effluent.

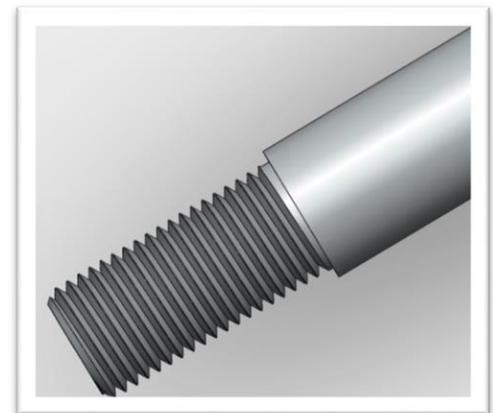
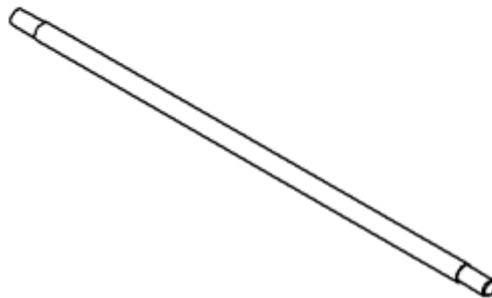
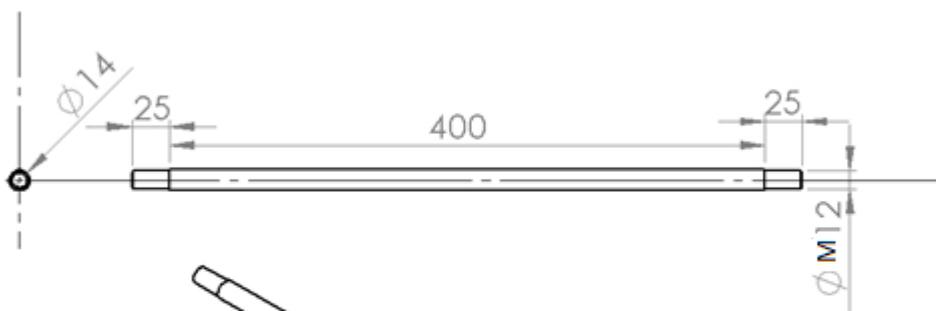
Présentation de la pièce étudiée

Nous allons étudier la tige d'amortisseur d'une nouvelle gamme d'amortisseurs spécifiques pour les motos de forte cylindrée.

Cette tige d'amortisseur est réalisée dans une barre d'acier qui sera rectifiée **après** chromage dur.

Une fois chromée et prête à être montée, cette tige d'amortisseur mesure 14 mm de diamètre sur une longueur de 400 mm. deux parties filetées M12 de longueur 25 mm se situent aux extrémités.

Dimensions de la pièce finie.



Conditions de traitement

Une des deux zones filetées est utilisée pour l'accroche. Un support sur mesure l'enveloppe et assure un contact électrique parfait avec la barre cathodique.

L'autre partie filetée sera protégée pour éviter un dépôt.

2-Ressources

Document Ressources n°1

Positionnement des pièces dans un bain de traitement (Zone utile)

Par rapport au fond de la cuve: 150 mm

Par rapport au niveau du bain : sans agitation 40 mm
avec agitation 65 mm

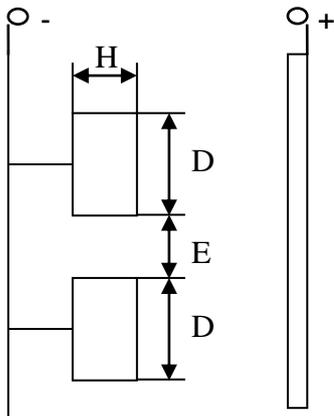
Par rapport aux parois: 65 mm

Espacement des pièces

Les bains sont classés en trois catégories en fonction de leurs pouvoirs de répartition:

Classe I	Classe II	Classe III
Bonne répartition	Moyenne répartition	Faible répartition
argenture cadmiage laitonnage étamage alcalin cuivrage alcalin zingage tous les bains alcalins	nickelage cuivrage acide étamage acide tous les autres bains	chromage

Les formules ci-dessous donnent rapidement l'espacement que l'on peut adopter entre les pièces pour éviter l'écran d'une pièce sur l'autre.



Pour les calculs qui suivent, les côtes sont en mm

Bain classe I :

$$\text{pour } D < 50, E = \frac{3D}{8} + \frac{H}{4} + 6$$

$$\text{pour } D > 50, E = \frac{H}{4} + 25$$

Bain classe II :

multiplier le résultat obtenu par 1,5

Bain classe III :

multiplier le résultat obtenu par 2

Formule de calcul pour les dimensions utiles des cuves

La formule est la même pour toutes les dimensions : longueur, largeur ou hauteur utile.

D : dimension de la pièce

E : écartement entre 2 pièces

n : nombre de pièces sur le montage

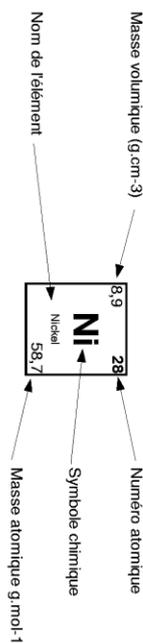
$$n = 1 + \frac{L_{\text{utile de la cuve}} - D}{D + E}$$

Document Ressources n°2

Périodes

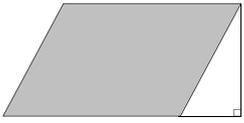
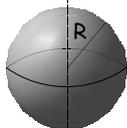
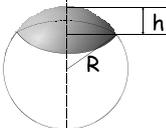
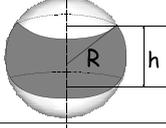
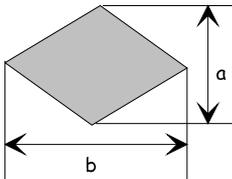
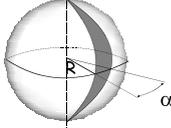
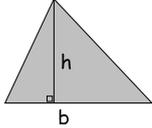
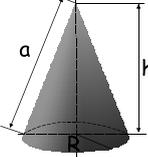
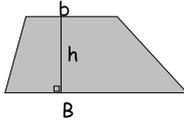
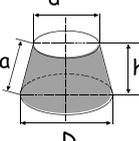
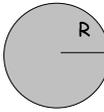
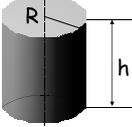
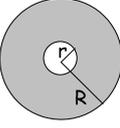
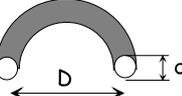
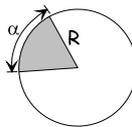
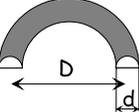
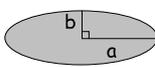
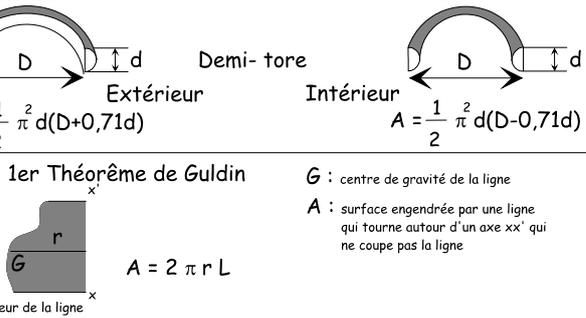
Ia	Ib	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IVa	IVb	Va	Vb	VIa	VIb	VIIa	VIIb	VIII	IX	X
----	----	-----	-----	------	------	-----	-----	----	----	-----	-----	------	------	------	----	---

I	0,07 H Hydrogène 1,0	4 Be Béryllium 9,0	12 Li Lithium 6,9	20,3 Na Sodium 23,0	24,3 Mg Magnésium	214,51 K Potassium 39,1	226,1 Ca Calcium 40,1	237,19 Sc Scandium 45,0	247,43 Ti Titane 47,9	257,96 V Vanadium 50,9	266,9 Cr Chrome 52,0	278,9 Mn Manganèse 54,9	288,96 Fe Fer 55,9	297,9 Co Cobalt 58,9	297,9 Ni Nickel 58,7	297,9 Cu Cuivre 63,5	306,91 Zn Zinc 65,4	315,32 Ga Gallium 69,7	325,72 Ge Germanium 72,6	334,79 As Arsenic 74,9	343,12 Se Sélénium 79,0	352,6 Br Brome 79,9	36 Kr Krypton 83,8	40,0 Ar Argon	35,5 Cl Chlore	32,1 S Soufre	161,56 P Phosphore 31,0	152,07 O Oxygène 16,0	141,82 N Azote 14,0	132,33 C Carbone 12,0	10,8 B Bore	2,7 Al Aluminium	27,0 Si Silicium	28,1 Pb Plomb 207,2	81,14 Tl Thallium 204,4	81,14 Sn Étain 118,7	82,98 Sb Antimoine 121,8	84 Te Tellure 127,6	85 I Iode 126,9	86 Xe Xénon 131,3	86 Rn Radon 222,0	87 Fr Francium 223,0	88 Ra Radium 226,0	89 Ac Actinium 227,0	90 Ku Kurtatobium 264,0	91 Th Thorium 232,0	91 Pa Protactinium 231,0	92 U Uranium 238,0	93 Np Neptunium 237,0	94 Pu Plutonium 242,0	95 Am Americium 243,0	96 Cm Curium 247,0	97 Bk Berkélium 249,0	98 Cf Californium 251,0	99 Es Einsteinium 254,0	100 Fm Fermium 255,0	101 Md Mendelevium 256,0	102 No Nobelium 259,0	103 Lw Lawrencium 262,0
---	-------------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	-------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------	------------------------	------------------------	------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



Lanthanoides														56,7	586,77	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
														Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
														Cérium	Praseodyme	Néodyme	Prométhium	Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutécium	
														140,1	140,9	144,2	145,0	150,4	152,0	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	175,0	
Actinoides														90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
														Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw	
														Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkélium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium	
														232,0	231,0	238,0	237,0	242,0	243,0	247,0	249,0	251,0	254,0	255,0	256,0	259,0	262,0	

Document Ressources n° 3

AIRES DE SURFACES PLANES	AIRES DE SURFACES DE REVOLUTION
 <p>Parallélogramme $A = b \times h$</p>	 <p>Sphère $A = 4\pi R^2$</p>
 <p>Rectangle $A = L \times l$</p>	 <p>Segment sphérique à une base ou calotte $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Carré $A = c^2$</p>	 <p>Segment sphérique à deux bases $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Losange $A = \frac{1}{2} a \times b$</p>	 <p>Fuseau $A = \pi R^2 \frac{\alpha}{90}$ (α en degrés)</p>
 <p>Triangle $A = \frac{1}{2} b \times h$</p>	 <p>Cône (aire latérale) $A = \pi R a$</p>
 <p>Trapeze $A = \frac{1}{2} (B + b) \times h$</p>	 <p>Tronc de cône (aire latérale) $A = \frac{1}{2} \pi (D + d) a$ $a = \sqrt{\frac{1}{4} (D - d)^2 + h^2}$</p>
 <p>Disque $A = \pi R^2$</p>	 <p>Cylindre (aire latérale) $A = 2\pi R h$</p>
 <p>Couronne $A = \pi (R^2 - r^2)$</p>	 <p>Tore $A = \pi^2 D d$</p>
 <p>Secteur angulaire $A = \frac{\pi R^2 \alpha}{360}$ (α en degrés)</p>	 <p>Demi-tore (inférieur ou supérieur) $A = \frac{1}{2} \pi^2 D d$</p>
 <p>Ellipse $A = \pi a b$</p>	 <p>1er Théorème de Guldin $A = 2\pi r L$ L : longueur de la ligne G : centre de gravité de la ligne A : surface engendrée par une ligne qui tourne autour d'un axe xx' qui ne coupe pas la ligne</p>

Document Ressources n° 4

Notice Technique simplifiée du bain de chromage dur (1/2)



SAPHIR 14

PROCEDE DE CHROMAGE DUR

Cet électrolyte peut être utilisé pour le chromage dans des installations de n'importe quel type.

AVANTAGES

1. Electrolyte autorégulé sans catalyseur insoluble.
2. Excellent pouvoir pénétrant dans une large plage de courant, avec dépôt de brillance parfaite.
3. Le **SAPHIR 14** n'attaque pas les parties non chromées.

CONDITIONS D'EMPLOI

Concentration

D'après le tableau 1, on peut calculer la quantité de **SAPHIR 14** + Saphiral F et REDUCTAT nécessaire lors du montage de 100 litres de bain neuf selon la teneur en acide chromique voulue. 180 g/l de sel **SAPHIR 14** est la concentration optimum.

Des teneurs plus faibles rendent les dépôts plus durs.

Des teneurs plus fortes améliorent le pouvoir de répartition du dépôt, augmentent la vitesse de déposition et améliorent la pénétration.

Tableau 1

ACIDE CHROMIQUE	SAPHIR 14	SAPHIRAL F	REDUCTAT
g/l	kg	ml	ml
150	15.5	200	150
175	18.1	240	175
200	20.7	280	200
225	23.2	320	225
250	25.8	360	250

Chrome trivalent (Cr^{3+})

1 – 3 g/l

Sulfate (SO_4^{2-})

0.6 – 0.7 % de la teneur en CrO_3 du bain

Température

50 ± 2 °C

Densité de courant

20 à 50 A/dm²

Tension

5 à 12 volts

Dureté

L'ondulation résiduelle du redresseur doit être inférieure à 5 %
850 – 1000 HV, selon la concentration de l'électrolyte, la tension et la température.

Vitesse de dépôt en microns/heure à 50°C.

Notice Technique simplifiée du bain de chromage dur (2/2)

Tableau 2

<u>Densité de courant</u> en ampère/dm ²	<u>Concentration en acide chromique</u>	
	180 g/l CrO ₃	250 g/l CrO ₃
20	13 microns/h	12 microns/h
30	23 microns/h	21 microns/h
40	33 microns/h	30 microns/h
50	43 microns/h	39 microns/h

INSTALLATION

Cuves : en acier avec revêtement résistant aux électrolytes acides mêlés.

Chauffage : direct ou indirect, réglage de la température automatique Indispensable.

Aspiration : indispensable (acier recouvert de plastique ou plastique)

Anodes : Barres anodes et cathodes en cuivre nickelé d'une section suffisante pour un courant de 2 à A/mm² de section.

Nous recommandons nos anodes rondes en alliage spécial favorisant la formation en surface d'oxyde de plomb assurant la bonne diffusion de courant électrique.

Le rapport surface anodique/surface cathodique doit être de 1 – 1,5 à 1.

MONTAGE POUR 100 litres

1. Nettoyer scrupuleusement la cuve.
2. Remplir aux $\frac{3}{4}$ la cuve avec de l'eau désionisée et chauffer à 50°C.
3. Mettre en marche l'aspiration
4. Dissoudre les quantités de sel **SAPHIR 14** et **SAPHIRAL F** calculées suivant le tableau 1. Après dissolution complète, remplir au niveau de travail avec de l'eau désionisée.
5. Ajouter la quantité REDUCTAT selon le tableau I.
6. Monter la température à 50°C.
7. Fixer les anodes en ayant bien soin de les introduire sous courant.
8. Faire travailler le bain sur des tôles pendant 1 à 2 heures avec un courant de 0.75 A/l.

L'électrolyte est alors prêt à l'emploi.

ENTRETIEN

Afin de garantir le réglage automatique et les autres caractéristiques du bain, il ne faut utiliser que le mélange de sel **SAPHIR 14**. En particulier, ne pas introduire des sulfates ou chlorures. Si accidentellement, le bain se trouvait pollué par du chlore, on peut l'éliminer grâce à notre réactif **CL**.

La concentration **SAPHIR 14** peut facilement être évalué par la mesure de la densité. Si l'on ajoute 1.8 kg de **SAPHIR 14** pour 100 litres de bain, on élève la densité de 1 degré baumé.

Le tableau III donne le poids du bain en fonction de la teneur en acide chromique.

Tableau III

<u>Concentration en acide chromique</u>	<u>Poids du bain à 50 °C en degrés baumé</u>
150	12
175	14
200	16
225	18
250	20

Toutes les valeurs indiquées en degré Baumé se rapportent à des bains neufs.

Si le bain de chrome est pollué par du fer, cuivre, nickel, ... ; le poids ne correspond plus exactement à la concentration en acide chromique. Plus la teneur en métaux étrangers est grande plus la différence est élevée.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX	2306-TDM EPPI 1	Session 2023	Sujet
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	Page 9/12

Document Ressources n° 5

Notice Technique simplifiée du bain de nickelage chimique haut phosphore (1/2)



ELNIC 101

*Nickel chimique haut phosphore
Version préliminaire*

Le procédé **ELNIC 101** est un procédé de nickelage chimique à haute teneur en phosphore, semi brillant. Il est particulièrement destiné aux applications techniques.

Le procédé **ELNIC 101** permet d'obtenir un alliage d'épaisseur uniforme et dur sur des substrats tels que : acier, acier inoxydable, cuivreux et alliages, aluminium et alliages, certains non-conducteurs, autres.

Caractéristiques

- Haute résistance à la corrosion
- Adapté aux dépôts à forte épaisseur.
- Excellente stabilité.
- Non magnétique en sortie de bain.
- Système à pH auto-régulé.
- Aspect semi-brillant
- Conforme aux directives 2000/53/EC (ELV/VHU), 2002/95/EC (RoHS) et 2002/96/EC (WEEE).
- Le procédé **ELNIC 101** est livré en 3 composés :
 - **ELNIC 101 C-5** utilisé au montage
 - **ELNIC 101 RP1** utilisé à la recharge uniquement
 - **ELNIC 101 RP2** utilisé à la recharge uniquement.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX	2306-TDM EPPI 1	Session 2023	Sujet
ÉPREUVE E2 : Étude et préparation d'une production industrielle	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	Page 10/12

Conditions d'utilisation

ELNIC 101 C-5	200 ml/L (195 - 205)
Eau déminéralisée	800 ml/L (795 – 805)
Nickel	6 g/l (5,4 – 6,5)
Hypophosphite de sodium	38 g/l (35 – 42)
Orthophosphite de sodium	0 – 180 g/l *
Température	87 – 93°C (selon l'âge du bain)
pH (pH mètre à 25°C)	4,8 (4,6 - 5,1)
Vitesse de dépôt	8 – 12 µm/heure
Surface traitée au litre	1,3 dm ² /l (0,2 – 2,5)

* Afin de garantir une parfaite adhérence sur aluminium et avoir les meilleures performances anticorrosion sur tout substrat, ne pas dépasser 120 g/L en orthophosphite de sodium.

Caractéristiques du dépôt obtenu

Teneur en phosphore	10 - 12 %
Densité du dépôt	7,7 à 7,9
1 µ/dm ² pèse	0,077 à 0,079 g
Température de fusion	880° à 960° C
Dureté du dépôt	
○ en sortie de bain HV 100	550 à 650 Vickers
○ traité 1 h à 400° C HV 100	900 à 1000 Vickers
Résistance à l'usure (Index de Taber)	
○ Dépôt en sortie de bain	18 à 25
○ Dépôt traité 1 h à 400° C	12 à 17
Coefficient de dilatation	13 à 15 µm/m/° C
Conductivité thermique	0,0105 à 0,0135 Cal/cm/sec/° C
Propriétés magnétiques	non magnétique en sortie de bain
Résistivité électrique	60 à 100 microohm-cm

Document Ressources n° 6

Notice Technique simplifiée de l'acier



Acier
MOC2
42CrMo4

DÉSIGNATIONS

Normes européennes :

- Symbolique : 42CrMo4
- Numérique : 1.7225

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

- Etat recuit : chauffage à 825 °C suivi d'un refroidissement lent.

- Dureté Brinell : 217

- Trempe à l'huile à 840 °C. Revenu à 200 °C.

- Résistance : 1900 N/mm²
- Limite d'élasticité à 0,2 % : 1500 N/mm²
- Allongement sur 5d : 7 %
- Résilience KCU : 30 J/cm²

- Trempe à l'huile à 840 °C. Revenu à 675 °C.

- Résistance : 1000 N/mm²
- Limite d'élasticité à 0,2 % : 800 N/mm²
- Allongement sur 5d : 18 %
- Résilience KCU : 95 J/cm²

COMPOSITION

Carbone0,42
Chrome.....1,00
Molybdène0,20

APPLICATIONS

- Arbres, engrenages et pièces mécaniques travaillant à l'usure.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Bonne résistance à l'usure.
- Intensité de trempe élevée.