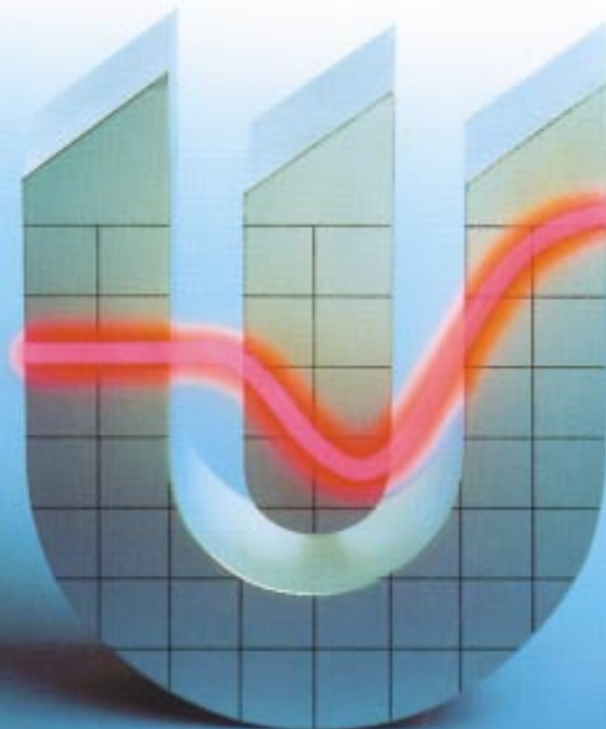


CARMO

**Acier de travail à froid
prétraité pour outillages de
carrosserie**



 **UDDEHOLM**

Partout où l'on fabrique des outils
Partout où l'on se sert d'outils

Cette information est basée sur l'état actuel de nos connaissances et est destinée à donner une vue générale de nos produits ainsi que de leurs utilisations. Elle ne peut en aucun cas être considérée comme une garantie de propriétés spécifiques au produit décrit, ni une garantie qu'il soit approprié à une application particulière.

Généralités

CARMO est un acier de haute résistance par trempe à la flamme et par induction, livré prétraité à 240–270 HB.

La surface de l'acier peut être trempée à la flamme sans refroidissement par eau, à une dureté de 58±2 HRC. La profondeur de dureté est normalement 4 à 5 mm et la matrice trempée et revenue est une bonne base pour la couche trempée à la flamme. L'acier peut être facilement soudé pour réparation.

Analyse typique en %	C 0,6	Si 0,35	Mn 0,8	Cr 4,5	Mo 0,5	V 0,2
Etat de livraison	Prétraité à 240–270 HB					
Code de couleur	Rouge/violet					

Applications

CARMO est un acier à outils de travail à froid qui a été développé dans le cadre de l'industrie automobile. Son analyse a été équilibrée pour donner un acier à outils universel, pour les outillages de carrosserie, au lieu de plusieurs nuances d'aciers (nuances de trempe à la flamme et par trempe) qui sont normalement utilisées.

L'acier peut être utilisé à l'état trempé à la flamme ou trempé à coeur pour la découpe et l'emboutissage de pièces de carrosserie (tôle mince) ou de pièces de châssis (tôle plus épaisse).



Outil pour production de pièces de plancher.

Propriétés

PROPRIETES MECANQUES

Valeurs typiques à température ambiante, 270 HB.

Résistance Rm N/mm ²	870
Limite élastique Rp0,2 N/mm ²	670
Allongement A ₅ %	15
Réduction de zone Z %	50

AUTRES PROPRIETES IMPORTANTES

L'économie totale d'outillage, c.à.d. de coût total encouru en introduisant l'outil – y compris temps mort et entretien – est importante dans les opérations de travail sur presse. Elle est d'importance particulière dans l'industrie automobile où de très grandes lignes de presse automatisées fonctionnent dans un concept de temps précis. Ceci met des exigences très spéciales sur les aciers utilisés pour l'outillage :

- Haute ténacité pour une sécurité maximum en fonctionnement
- Haute résistance à l'usure pour atteindre le nombre de pièces requises
- Entretien facile pour minimiser les temps morts de presse.

Ces exigences sont pleinement atteintes par CARMO.

La ténacité de CARMO est bien meilleure que pour les types d'aciers A2 et D2.

La résistance à l'usure de CARMO est très proche de celle de l'A2.

Le soudage pour réparation de CARMO est facile.

Traitement thermique

RECUIT DE DETENTE

Température : 550–650°C. Temps de maintien : 2h. Refroidissement en four à 500°C, puis à l'air.

TREMPE

CARMO est destiné à la trempe par flamme aussi bien que la trempe à coeur. Pour la trempe à coeur les températures et temps suivants sont recommandés :

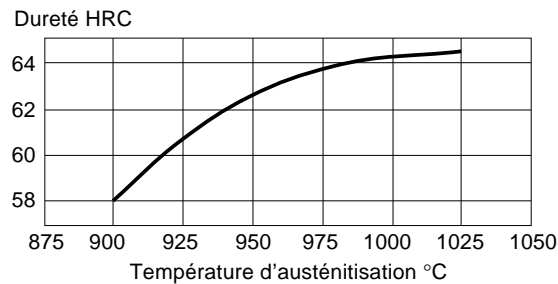
Température de préchauffe : 600–700°C.

Température d'austénitisation : 950 à 970°C, normalement 960°C.

Temps de maintien : 30 à 45 minutes.

L'outil devra être protégé contre la décarburation pendant la trempe.

Dureté en fonction de la température d'austénitisation



MOYENS DE REFROIDISSEMENT

- Atmosphère de circulation de gaz à grande vitesse
- Sel 200–550°C
- Lit fluidifié 200–550°C.

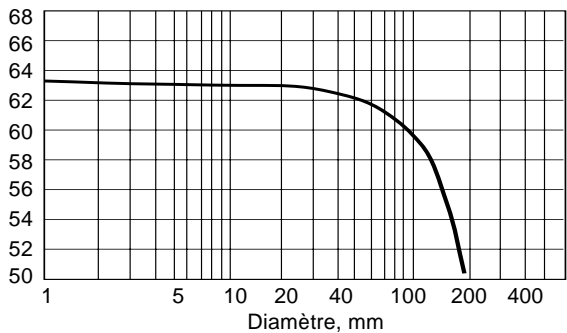
Remarque 1 : Le refroidissement ne devra pas être interrompu jusqu'à ce que l'outil soit refroidi à 25°C. Autrement, l'outil peut se rétracter après revenu.

Remarque 2 : Faire le revenu **immédiatement** après refroidissement.

Remarque 3 : La trempe à l'huile n'est pas recommandée.

Dureté a coeur en fonction du diamètre en refroidissement à l'air.

Dureté du noyau HRC

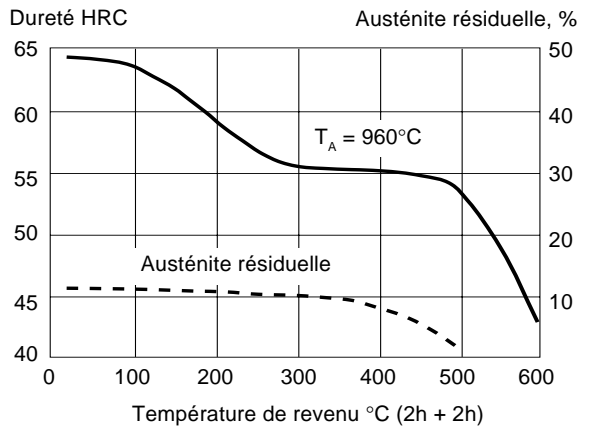


REVENU

La température de revenu pour la dureté requise peut être déterminée au moyen de la courbe de revenu. Faire deux revenus. Température de revenu la plus basse 200°C. Temps de maintien à température 2 heures mini.

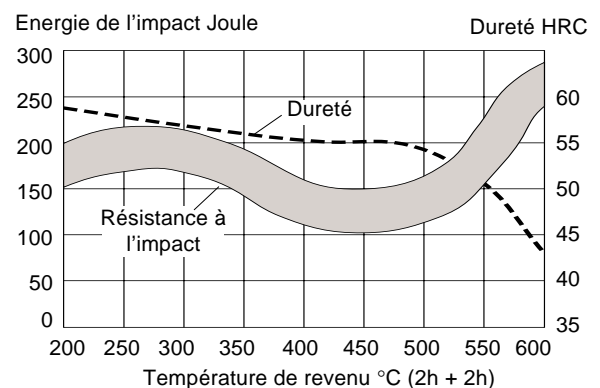
DURETE DE SURFACE APRES REVENU

Courbe de revenu



RESISTANCE A L'IMPACT

Température ambiante. Dimension de spécimen 7 x 10 x 55 mm sans encoche. Trempé à 960°C. Refroidi à l'air. Revenu deux fois.



Conseils d'usinage

Les valeurs d'usinage ci-dessous sont données, à titre indicatif et doivent être adaptées aux conditions locales d'usinage.

TOURNAGE

Paramètres d'usinage	Tournage aux carbure		Tournage à l'acier rapide Finition
	Ebauche	Finition	
Vitesse de coupe (v_c) m/min	130–176	160–210	25
Avance (f) mm/tour	0,3–0,6	–0,3	–0,3
Profondeur de passe (a_p) mm	2–6	–2	–2
Désignation ISO du carbure	P20–P30 Revêtu carbure	P10 Revêtu carbure ou cermet	

FRAISAGE

Dressage-Surfaçage

Paramètres d'usinage	Fraisage aux carbure		Fraisage à l'acier rapide Finition
	Finition	Finition	
Vitesse de coupe (v_c) m/min	110–140	140–180	18
Avance (f_z) mm/dent	0,2–0,4	0,1–0,2	0,1
Profondeur de passe (a_p) mm	2–5	–2	–2
Désignation ISO du carbure	P20–P40 Revêtu carbure	P10–P20 Revêtu carbure ou cermet	–

Fraisage en bout

Paramètres d'usinage	Type de fraise		
	Monobloc aux carbures	A plaquettes amovibles en carbure	Acier rapide
Vitesse de coupe (v_c) m/min	50	120–170	20 ¹⁾
Avance (f_z) mm/dent	0,03–0,20 ²⁾	0,08–0,20 ²⁾	0,05–0,35 ²⁾
Désignation ISO du carbure	K20	P20–P40 Revêtu carbure	–

¹⁾ Avec fraise en bout revêtu acier rapide TiN $v_c \sim 25$ m/min.

²⁾ Suivant la profondeur radiale de coupe et le diamètre de la fraise.

PERCAGE

Foret hélicoïdal en acier rapide

Diamètre de foret, mm	Vitesse de coupe (v_c) m/min	Avance (f) mm/tour
–5	15*	0,08–0,20
5–10	15*	0,20–0,30
10–15	15*	0,30–0,35
15–20	15*	0,35–0,40

* Avec foret revêtu acier rapide $v_c \sim 22$ m/min.

Foret aux carbures

Paramètres d'usinage	Type de foret		
	Monobloc carbure	A plaquettes amovibles	Aux carbures brasés ¹⁾
Vitesse de coupe (v_c) m/min	70	150–200	60
Avance (f) mm/tour	0,10–0,25 ²⁾	0,05–0,25 ²⁾	0,15–0,25 ²⁾

¹⁾ Foret à canal de refroidissement interne et bout carbure brasé.

²⁾ Suivant le diamètre du foret.

RECTIFICATION

Nous donnons ci-dessous des conseils généraux pour les meules. Pour de plus amples informations, consultez la brochure Uddeholm « Rectification de l'acier à outils ».

Meule préconisée

Type de rectification	Etat recuit doux	Etat trempé
Meule tangentielle de rectification plane	A 46 HV	A 46 GV
Rectification plane a segments	A 24 GV	A 36 GV
Rectification cylindrique	A 46 LV	A 60 JV
Rectification intérieure	A 46 JV	A 60 IV
Rectification de profils	A 100 LV	A 120 JV

Trempe à la flamme

Gaz oxy-acétylène avec flamme de réduction modérée.

Température : 950±30°C.

Dureté : Surface 58±2 HRC.

Pénétration de la dureté : 4 à 5 mm.

Recommandations de soudage

GENERALITES

Quand on soude des aciers de travail à froid, il y a toujours un risque de fissures dans le métal soudé et/ou dans la zone affectée par la chaleur (HAZ). Cependant, les fissures peuvent être évitées en utilisant une technique de soudage adaptée et les électrodes correctes. Le matériel forgé est toujours plus facile à souder que les pièces coulées, parce qu'il a une ténacité plus élevée.

En général, voici ce qui est valable :

- Conservez toujours la longueur de l'arc aussi courte que possible. L'électrode revêtue doit être positionnée à 90° par rapport aux bords du joint, pour éviter de creuser. De plus, l'électrode doit être tenue à un angle de 75 à 80° dans le sens du passage aller.
 - Des soudures de réparations plus grandes doivent être faites à température élevée. La température de la pièce travaillée doit être tenue aussi constante que possible durant le soudage. La meilleure façon de conserver l'outil à température constante durant le soudage est d'utiliser une boîte isolée avec des éléments de chauffage électrique régulés thermostatiquement à l'intérieur des parois.
 - Les deux premières couches doivent toujours être soudées avec la même puissance de chaleur et avec une électrode de petit diamètre (électrode de DIA 3,25 maxi pour MMA ou 120A maxi pour soudage TIG).
 - D'abord, le métal de base est recouvert en utilisant un nombre de passes approprié. Toutes les autres passes doivent alors être faites en haut du métal de soudure pré-existant, sauf dans le cas où des électrodes de métal doux du type 29/9 sont utilisées. Quand un métal de soudure doux est utilisé, un espace de 3 mm doit être laissé sous la surface finie, afin que l'électrode de surfacage dur puisse être utilisée pour donner la bonne dureté de surface sur l'outil soudé.
- Pour de grandes réparations de soudures, le métal de base doit être revêtu d'un métal de soudure doux du type 29/9 (c.à.d. des électrodes à 29% Cr, 9% Ni, AWS ER 312 ou AWS E 312), qui donne un métal de soudure plus résistant avec dureté plus basse.
 - Le choix de l'électrode pour le soudage dépend de la dureté requise dans le métal de soudure (voir tableau ci-dessous).
 - Afin d'obtenir la dureté requise (comme indiqué dans le tableau ci-dessous), la soudure doit être effectuée avec au moins 3 couches plus une couche supplémentaire qui est rectifiée quand le soudage est terminé. Quand on soude des aciers à outils, la dernière couche doit toujours être rectifiée.
 - Il est à noter que les différences entre la dureté espérée et atteinte dans le métal de soudure dépendent normalement de la façon dont la rectification de la dernière couche a été exécutée.
La rectification doit toujours être exécutée avant que la température dans l'outil ne descende trop. Si la rectification est trop brutale, de sorte que la soudure devient rouge de chaleur, des microfissures apparaîtront dans le métal de soudure.
 - Le cycle de traitement thermique suivant est recommandé pour de grandes réparations de soudures :
 1. Préchauffez l'outil à 200–250°C. Maintenez cette température pendant toute l'opération de soudage.
 2. Laissez l'outil refroidir lentement après soudage à 70°C.
 3. Faire un revenu de l'outil à une température de 20°C en-dessous de la température de préchauffe utilisée précédemment.

Recommandations de soudage

GENERALITES

Des réparations plus petites (après préparation de rectification appropriée) peuvent être réalisées à température ambiante.

Maintenir toujours la longueur de l'arc aussi courte que possible. L'électrode devra être perpendiculaire aux bords du joint pour minimiser le cordon.

De plus, l'électrode devra être maintenue à un angle de 75 à 90° C dans le sens de déplacement avant.

Recommandations de soudage TIG

Etat du matériel	Electrodes	Dureté comme soudage	Dureté après retrempe	Température de préchauffe ¹⁾
Trempé Prétraité	Avesta P7 ²⁾	240 HB	Austénitique	} 200–250°C
	CastoTig 680 ²⁾	230 HB	Austénitique	
	UTPA 73G2	53–56 HRC	57 HRC	
	UTPA 67S	55–58 HRC	52 HRC	
	CastoTig 5 ³⁾	60–64 HRC		
	CARMO/ CALMAX TIG WELD ⁴⁾	58–61 HRC	58–61 HRC	

Recommandations de soudage MMA

Etat du matériel	Electrodes	Dureté comme soudage	Dureté après retrempe	Température de préchauffe ¹⁾
Trempé Prétraité	Avesta P7 ⁵⁾	~270 HB	Austénitique	} 200–250°C
	Castolin 680S ⁵⁾	~220 HB	Austénitique	
	Sandvik 29.9.R ⁵⁾	~250 HB	Austénitique	
	ESAB OK 84.52	53–54 HRC	49 HRC	
	UTP 67S	55–58 HRC	52 HRC	
	Oerlikon			
	CITODUR 600B	57–60 HRC	53–54 HRC	
	Fontargen E 711	57–60 HRC	53–54 HRC	
	CARMO/ CALMAX WELD ⁴⁾	58–61 HRC	58–61 HRC	

Remarques :

- ¹⁾ L'outil doit être refroidi lentement après soudage.
- ²⁾ Tiges TIG du type AWS ER 312.
- ³⁾ Tig 5 de Casto ne doit pas être utilisé pour plus de 4 couches en raison du risque de fissure dans la soudure.
- ⁴⁾ Les électrodes CARMO/CALMAX TIG WELD/WELD correspondent à la composition chimique de CARMO/CALMAX, c.à.d. un traitement thermique similaire.
- ⁵⁾ Electrodes MMA du type AWS E 312.

Information complémentaire

Veuillez vous adresser à l'agence Uddeholm locale pour toute information complémentaire quant au choix, au traitement thermique, aux applications et à la disponibilité des aciers à outils Uddeholm.