

Tôles Quarto, Bobines et Feuilles Laminées à Chaud

Aciers de construction Optim QC

Optim QC 900 et Optim QC 960 sont des aciers de construction à très haute limite d'élasticité qui permettent de maximiser les charges en service des équipements mobiles et de levage. Ces aciers répondent d'abord à un impératif de fiabilité et de sécurité. Leur résilience, leur soudabilité, leur aptitude au formage, l'état de surface et les tolérances précises des produits laminés permettent de réaliser des structures optimales résistantes et légères. Les aciers Optim QC conviennent aussi lorsque la résistance à l'abrasion n'exige pas un acier d'une dureté nettement supérieure à 300 HBW.

Applications

- Châssis et structure de véhicules industriels
- Structures et bras de levage pour engins forestiers
- Flèches et stabilisateurs de grues mobiles
- Autres appareils de levage et manutention
- Supports et fixations pour la manutention de charges lourdes
- Palonniers de manutention
- Trémies de chargement

Vous pouvez accorder votre confiance au savoir faire de Ruukki lorsque des matériaux métalliques, des composants, des systèmes ou des solutions complètes entrent dans vos fabrications. Notre objectif, améliorer et élargir notre gamme de produits et nos modes opératoires afin de satisfaire vos besoins.

● **Désignation**

Les aciers Optim QC sont des aciers de construction à très haute limite d'élasticité. Il n'existe pas de nuance d'acier standard équivalente. Ces aciers sont faiblement alliés et ils présentent de ce fait une très bonne soudabilité (tableaux 1 et 2) et une bonne aptitude au formage. Leurs caractéristiques mécaniques (tableau 3) permettent la réalisation de structures plus légères que celles obtenues avec un acier à limite d'élasticité moins élevée, ils présentent aussi une résistance à l'abrasion bien supérieure à celle d'un tel acier.

● **Programme de fabrication**

Bobines et feuilles, épaisseur: 2,5 – 6,4 mm.
 Bobines et feuilles, largeur max: 1560 mm.
 Feuilles, longueur: 2000 – 12000 mm.
 Les bobines et les feuilles peuvent être livrées décapées. L'épaisseur et la largeur des produits décapés et des bandes refendues sont à convenir à la commande.

● **Etat de livraison**

Les paramètres de laminage et de traitement thermique des bobines sont spécifiques à ces nuances d'acier. La structure des aciers est constituée d'un mélange de bainite et de martensite.

● **Tolérances**

Les tolérances dimensionnelles sont en accord avec celles de la norme EN 10051, voire plus serrés.

● **Résilience Charpy V**

La résilience à -40 °C est déterminée sur éprouvette à entaille en V prélevée dans la direction de laminage (direction longitudinale). Pour les produits d'épaisseur inférieure à 10 mm, la largeur de l'éprouvette est égale à celle de l'épaisseur du produit. La résilience minimale garantie est proportionnelle à la section de l'éprouvette, exemple: épaisseur 5 mm, éprouvette 5 x 10 mm, 2/3 x 50 J, soit 33 J. La résilience peut être déterminée à une température inférieure à -40 °C sur accord à la commande. La résilience Charpy V n'est pas déterminée pour les bobines et feuilles d'épaisseur inférieure à 5 mm, seules sont déterminées les caractéristiques de traction.

● **Dureté et résistance à l'abrasion**

La structure micrographique des aciers Optim QC est formée de bainite et de martensite. La dureté de cette structure est un peu supérieure à 300 HBW, soit environ 2 fois la dureté d'un acier de construction S355. Les aciers Optim QC supportent de ce fait une abrasion modérée.

● **Recette usine**

L'échantillonnage et les essais sont effectués selon la norme EN 10149-1. Les caractéristiques de traction et la résilience sont déterminées sur des éprouvettes longitu-

dinales, les éprouvettes de pliage sont prélevées dans la direction transversale qui correspond souvent aux conditions du formage à froid en atelier.

● **Certificat usine**

Selon la norme EN 10204-3.1.

● **Soudabilité**

Le soudage des aciers Optim QC par les procédés usuels ne pose aucun problème si l'opérateur prend en compte les précautions qui s'imposent pour le soudage des aciers à très hautes caractéristiques, à savoir, métaux d'apport stockés convenablement et exempts d'humidité, surface des rives à assembler propres et sèches afin d'éviter l'apport d'hydrogène dans le métal déposé et la ZAT du métal de base. Le préchauffage ne s'impose généralement pas compte tenu de la teneur en carbone équivalent (Ceq) des aciers et de l'épaisseur des tôles à assembler. L'assemblage de tôles de faible épaisseur ou le choix d'une énergie de soudage élevée conduit à la formation dans la ZAT d'une zone adoucie dont l'épaisseur détermine la résistance à la traction de la liaison. Celle-ci doit être le moins large possible. Il est recommandé de ne pas souder avec une énergie de soudage élevée et de ne pas prévoir des liaisons dans les zones soumises à des contraintes très élevées en service.

Les métaux d'apport doivent être pauvres en hydrogène (HD max. 5 ml/100 g), pour ce faire ils doivent être stockés à l'abri de l'humidité et séchés avant emploi selon les recommandations du fournisseur. Les propriétés du métal déposé doivent être proches de celles du métal de base. A cette fin il convient d'employer des métaux d'apport de la classe de résistance 89, soit min. 890 N/mm², ci-après quelques métaux d'apport qui remplissent cette condition:

- Fil de soudage: OK 75.78
- Soudage MAG: OK Autrod 13.31
- Soudage MAG sous flux: FILARC PZ6149.

Lorsque la résistance du cordon de soudure doit être égale à celle du métal de base, la zone thermiquement affectée (ZAT) située de part et d'autre du métal déposé ne doit pas subir un auto-revenu trop important.

L'énergie de soudage ne doit pas excéder 0,4 kJ/mm pour les tôles d'épaisseur inférieure ou égale à 4 mm ; l'énergie de soudage recommandée est de 0,5 kJ/mm lorsque l'épaisseur est supérieure à 4 mm.

La durée du refroidissement dans l'intervalle de températures 800 – 500 °C ($t_{8/5}$) doit ne pas être supérieure à 4 secondes.

Pour les tôles d'épaisseur égale ou supérieure à 4 mm, l'angle du chanfrein en V ou en demi V des tôles à assembler doit de préférence être inférieur ou égal à 50 °.

Les tôles à assembler doivent être sèches et à la température ambiante. Le préchauffage avant soudage n'est pas recommandé. Entre chaque passe il est recommandé de laisser le métal déposé et l'acier au droit du métal déposé revenir à la température ambiante.

Il est recommandé pour le soudage à l'arc sous protection gazeuse (procédé MAG selon la norme EN 12534) d'utiliser un fil électrode d'un diamètre de 1 mm.

Des métaux d'apport qui conduisent à des caractéristiques mécaniques inférieures à celle du métal de base peuvent être employés lorsque le cordon de soudure est soumis à de faibles contraintes en service. Les métaux d'apport suivant de la classe de résistance 42 (min. 420 N/mm²) peuvent être utilisés:

- Fil de soudage: OK 48.00, P48 S et électrodes équivalentes
- Soudage MAG: OK Autrod 12.51, DB 20, Elga-Matic 100, LNM 26 ou EMK 6
- Soudage MAG sous flux: OK Tubrod 15.14, PZ 6102, PZ 6113, MXA 100 ou DWA 50
- Soudage sous arc submergé: OK Autrod 12.22 + OK Flux 10.71 L61 + FX 860 ou Union S2 + UV 400.

Ces métaux d'apport conduisent à l'obtention d'un cordon de soudure qui favorisent l'accommodation des contraintes résiduelles de soudage et des contraintes en service. Les cordons de soudure longitudinaux des flèches de grue sont souvent réalisés avec ces métaux d'apport en vue d'accroître la durée de service de la flèche.

Les métaux d'apport listés ci-dessus sont donnés à titre d'exemple. D'autres métaux d'apport équivalent d'autres producteurs conviennent également. Il peut s'avérer utile de procéder à des tests avant d'entreprendre le soudage afin d'optimiser le procédé avec un métal d'apport donné.

● **Formage à froid**

Les aciers Optim QC présentent une bonne aptitude au pliage et au cintrage malgré leurs caractéristiques très élevées et ceci quelle que soit la direction de la déformation par rapport à la direction du laminage. Les rayons minimum de pliage figurent dans le tableau 4.

La qualité du pliage dépend du mode opératoire et de la qualité des outils. Les surfaces des outils doit être propre et exemptes de rayures, marques et autres défauts de surface, la lubrification doit être suffisante. Les tôles à déformer doivent présenter des rives exemptes de défauts dus à la coupe mécanique ou thermique. Les tôles doivent être à la température ambiante avant déformation.

● **Découpe**

Les aciers Optim QC se prêtent bien à l'oxycoupage, à la découpe plasma et à la découpe laser. Les rives obtenues ont une faible rugosité favorable à la tenue à la fatigue. La découpe thermique conduit à la formation d'une zone adoucie dans la ZAT du métal de base au droit de la coupe, celle-ci est étroite lorsque le mode opératoire est approprié. La découpe mécanique doit être réalisée avec une machine avec bâti rigide, la table de la cisaille, le jeu entre lames, l'angle de coupe et les autres paramètres de coupe doivent être appropriés à la nuance d'acier. Les tôles doivent être à température ambiante avant découpe.

● **Galvanisation**

L'aptitude à la galvanisation des aciers Optim QC est une conséquence de la composition chimique de l'acier. La maîtrise des paramètres du procédé de galvanisation conduit à un revêtement de bonne qualité. L'épaisseur du revêtement obtenu dépend de la température et du temps. Une immersion de trop longue durée est à éviter si l'on veut éviter un dépôt trop épais et trop peu adhérent. Les propriétés mécaniques des aciers ne subissent aucune évolution si la galvanisation est réalisée comme il se doit.

● **Traitement thermique**

Il n'y a aucune raison de procéder à un traitement thermique après soudage ou après mise en œuvre des aciers par d'autres procédés. Toutefois un traitement de relaxation des contraintes est possible dans un intervalle de température de 400 – 450 °C avec temps de maintien compris entre 60 – 120 minutes. Il est recommandé de laisser l'acier refroidir lentement dans le four. Un préchauffage de l'acier ou un recuit à une température supérieure à 450 °C réduisent de manière significative la résistance.

● **Composition chimique**

Tableau 1

	Teneur maximale % (analyse sur coulée)						
	C	Si	Mn	P	S	P + S	Ti
Optim 900 QC	0,10	0,25	1,15	0,020	0,010	0,030	0,07
Optim 960 QC	0,11	0,25	1,20	0,020	0,010	0,030	0,07

Addition d'aluminium (Al), niobium (Nb), vanadium (V), chrome (Cr), molybdène (Mo) et bore (B) ou combinaison de ces éléments.

• **Carbone équivalent Ceq**

Tableau 2

	Ceq teneur type	Ceq maximum
Optim 900 QC	0,46	0,51
Optim 960 QC	0,47	0,52

$$Ceq = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$$

• **Propriétés mécaniques**

Tableau 3

Caractéristiques de traction

	Limite d'élasticité $R_{p0,2}$ N/mm ² Minimum	Charge de rupture R_m N/mm ² Minimum	Allongement A_5 % Minimum
Optim 900 QC	900	950	8
Optim 960 QC	960	1000	7

Les caractéristiques mécaniques ci-dessus sont garanties dans la direction longitudinale (direction de laminage) et la direction transversale.

Valeurs types des caractéristiques de traction

	Limite d'élasticité R_{eH} N/mm ² Valeurs types	Charge de rupture R_m N/mm ² Valeurs types	Allongement A_5 % Valeurs types
Optim 900 QC	900 – 1000	1050 – 1150	12
Optim 960 QC	960 – 1060	1080 – 1180	10

Les caractéristiques de traction ci-dessus ont été déterminées dans la direction longitudinale.

• **Rayon minimum de pliage, angle de pliage à 90°**

Tableau 4

	Epaisseur de la tôle mm 2,5 – 3,0		(3) – 4	(4) – 5	(5) – 6,4
	Rayon intérieur minimum de pliage mm				
Optim 900 QC	9,0		12,0	15,0	19,0
Optim 960 QC	10,5		14,0	17,5	22,0

Les rayons ci-dessus sont identiques quelle que soit la direction du pliage.

• **Notre service clients est à votre disposition pour des informations complémentaires**

Service technique clients

info.metals@ruukki.com

Rautaruukki Corporation, Suolakivenkatu 1. FI-00811 Helsinki. Finland. tel. +358 20 5911

www.ruukki.com

Cette fiche technique est conforme à nos connaissances actuelles. Notre société n'est cependant pas responsable des pertes, dommages ou autres conséquences qui résulteraient de l'usage qui sera fait de cette publication. Nous nous réservons le droit de d'apporter des modifications.