

Préchauffage Quand? Quelle température?

Éléments d'alliages, à quoi serve-t-il?

Pour atteindre certaines valeurs mécaniques, on doit ajouter à l'acier lors de la fonte certains éléments d'alliage. Un acier possède une certaine teneur en carbone (C), silicium (Si) et manganèse (Mn), ainsi que des éléments nuisibles comme du phosphore (P) et le soufre (S). En outre, le fabricant sidérurgique peut ajouter aussi encore d'autres éléments d'alliages pour obtenir des caractéristiques bien spécifiques. L'exemple le plus connu concerne le chrome (Cr), avec lequel un acier devient inoxydable à partir d'une teneur de 12% (acier fortement allié). Les teneurs en éléments d'alliage pour les aciers faiblement alliés se situent nettement plus bas que 12% et l'on peut trouver aussi d'autres éléments comme par exemple du molybdène (Mo), du nickel (Ni), du cuivre (Cu) ainsi que du vanadium (V) pour ne citer que les plus importants.

Pourquoi doit-on préchauffer?

Le carbone particulièrement, mais également d'autres éléments d'alliages influence un acier lors du soudage dans la ZAT (Zone Affectée Thermiquement), dans cette zone juste à côté du joint peut se former une structure très dure si l'on dépasse certaine valeur de carbone (C). Ce «durcissement» dans la ZAT est d'autant plus élevé, que la vitesse de refroidissement dans cette zone est rapide, c.-à-d. que plus la zone de soudage est importante et chaude et sera refroidi par la zone avoisinante. Le préchauffage à pour objectif de réduire ce «durcissement», et l'on doit respecter la température de travail des aciers avant l'opération de soudage. Plus il est préchauffé haut en température, sa vitesse de refroidissement sera lente. En opérant de la sorte, on évite la formation de zones dures, fragiles et sensible à la fissuration.

Quand doit-on préchauffer?

Les aciers avec une faible teneur en carbone ($C \leq 0,2\%$) doivent être préchauffés à partir de fortes épaisseurs. Les aciers avec une teneur en carbone ($C > 0,25\%$) doivent être en principe préchauffés. La température de préchauffage pratique «correcte» dépend aussi:

1. d'autres éléments d'alliage et l'épaisseur de la tôle
2. la qualité d'acier structure et/ou état du traitement thermique le procédé de soudage
3. le type de produit d'apport (basique, rutile / teneur d'hydrogène)
4. état des tensions / forces de la construction et
5. la température de l'élément avant de souder

Quelle doit-être la température de préchauffage?

La littérature propose plusieurs différentes méthodes d'estimation et de calcul pour la température de préchauffage selon les nuances d'acier. Selon la teneur en carbone et d'autres éléments d'alliages il existe une autre formule qui permet le calcul de la température de préchauffage «Tv».

Puisque chaque élément d'alliage agit différemment dans un acier, son effet a été résumé dans le tableau dit Carbone équivalent «Ce». À l'aide de tableau, la température de préchauffage appropriée peut être estimée plus ou moins.

Estimation de la température de préchauffage

La méthode décrite pour déterminer la température de préchauffage est une **estimation grossière**. Elle n'est en aucun cas la référence, mais elle doit permettre au **praticien** de décider s'il faut exécuter un préchauffage, et dans l'affirmative à quelle température.

Son origine découle de la pratique et est valable pour les aciers qui contiennent jusqu'à 0,5%C, 1,6%Mn, 1%Cr, 3,5%Ni, 0,6%Mo et 1%Cu.
(Article de Obering. H. Ehrenberg dans le Praktiker édition 1980)

Pour l'estimation il faut calculer en premier le carbone équivalent selon la formule ci-dessous:

$$Ce = \%C + \%Mn/6 + \%Si/5 + \%Cr/6 + \%Ni/12 + \%Mo/4 + \%V/5 + \%Cu/7 + \%P/2$$

Le tableau 1 au dos de cette feuille indique pour les aciers de construction non alliés et faiblement alliés utilisés les plus fréquemment, le Carbone équivalent qui a été calculé selon la formule ci-dessus, pour des teneurs moyennes des éléments d'alliage conformément aux normes en vigueur.

Image 1 au dos de cette feuille le diagramme permet d'estimer la température de préchauffage.

Les températures de préchauffage appliquées en pratique se situent entre 100°C et 350°C. Dans le diagramme en page 2, la température de préchauffage approximative a été déterminée au moyen d'un exemple. A noter qu'il est recommandé de préchauffer aussi lors de l'opération de pointage des pièces à souder.

Pour l'acier St 52-3 avec une épaisseur de paroi de 50 mm, la température de préchauffage approximative s'élève à environ 200 - 220°C conformément au diagramme.

Si l'on constate que conformément à ce calcul, un préchauffage est nécessaire, il recommandée de souder avec des métaux d'apport basique tel que UTP 614, la Böhler Fox EV 50, FOX EV 55 ou un autre métal d'apport approprié. Dans les cas particuliers, la mise en œuvre de consommables suralliés peuvent être nécessaires, par exemple: la Böhler FOX A7 ou l'UTP 068 HH

Important: préchauffer un élément génère des coûts supplémentaires. Ces frais qui rendent plus chère la fabrication.

Mais: les opérations de réparations telles que le meulage et la soudure des fissures, génèrent des coûts bien plus élevés si l'on avait considéré un préchauffage adéquat.

Tableau 1: Calcul du carbone équivalent Ce et détermination de la température de préchauffage approximative pour quelques aciers non alliés et faiblement alliés utilisés le plus fréquemment au moyen de la composition chimique moyenne. (Veuillez considérer ce tableau comme une estimation grossière, pour un calcul plus précis il faut se reporter à l'analyse chimique de l'acier considéré).

Stahl / Acier / Acciaio	W-Nr	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	P	Ce
St 52-3 / S355J2G3	1.0570	0,17	1,2	0,4					0,03	0,45
St 50-2 / E295	1.0050	0,3	1,2	0,4					0,04	0,58
St 60-2 / E335	1.0060	0,4	1,2	0,4					0,04	0,68
St 70-2 / E360	1.0070	0,5	1,2	0,4					0,04	0,78
19 Mn 6 / P355GH	1.0473	0,2	1,4	0,5	0,02	0,2	0,07		0,025	0,57
GS-C 25 / GP240GH	1.0619	0,21	0,7	0,55	0,25				0,025	0,49
StE 355 / P(S)355N	1.0562	0,17	1,3	0,35	0,1	0,2		0,05	0,03	0,52
StE 460 / P460N	1.8905	0,18	1,5	0,45	0,2	0,5		0,1	0,03	0,63
Ck 25 / C25E	1.1158	0,26	0,6	0,3					0,03	0,44
Ck 35 / C35E	1.1181	0,36	0,7	0,3	0,25	0,25	0,05		0,03	0,63
25CrMo4	1.7218	0,26	0,8	0,3	1,1		0,25		0,03	0,71
42CrMo4	1.7225	0,43	0,8	0,3	1,1		0,25		0,03	0,83
16MnCr5	1.7131	0,17	1,2	0,3	1,0				0,03	0,61
20MnCr5	1.7147	0,2	1,3	0,3	1,2				0,03	0,69
21NiCrMo2	1.6523	0,21	0,85	0,3	0,6	0,6	0,2		0,03	0,63
17CrNiMo6	1.6587	0,18	0,55	0,3	1,7	1,6	0,3		0,03	0,84

Image 1: Estimation de la température de préchauffage à l'aide d'un diagramme usuel extrait de la littérature.

