

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 610 135 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.10.1999 Bulletin 1999/42

(51) Int Cl.⁶: **C21D 9/50**

(21) Numéro de dépôt: **94400217.9**

(22) Date de dépôt: **02.02.1994**

(54) **Procédé de traitement thermique après le soudage de deux pièces en acier allié de nuances distinctes**

Wärmenachbehandlungsverfahren einer Schweissverbindung zwischen zwei verschiedenen legierten Stahlgegenständen

Method for post weld heat treating a joint between two dissimilar alloyed steel workpieces

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI SE

(30) Priorité: **05.02.1993 FR 9301305**

(43) Date de publication de la demande:
10.08.1994 Bulletin 1994/32

(73) Titulaire: **GEC ALSTHOM ELECTROMECHANIQUE
SA
75016 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Hassan, Alain
F-75010 Paris (FR)**
• **Comon, Jacques
F-75013 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al
ALSTOM France SA
Service de Propriété Industrielle
c/o CEGELEC
5, Avenue Newton
92142 Clamart Cédex (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A- 673 222 JP-A- 61 174 335
US-A- 2 133 926

- **WELDING INTERNATIONAL vol. 6, no. 3 , 1992 ,
ABINGTON GB pages 173 - 180 J.BROZDA
'Welding and heat treatment of steel joints for
service at elevated temperatures'**
- **WELDING INTERNATIONAL vol. 2, no. 2 , 1988 ,
ABINGTON GB pages 130 - 134 D.E.TASAK ET
AL 'Structure and properties of electrosag
welds following heat treatment'**

EP 0 610 135 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de traitement thermique après le soudage de deux pièces en acier allié de nuances distinctes.

[0002] On sait qu'après le soudage de deux pièces en acier allié, on procède en général à un traitement thermique appelé traitement de détensionnement.

[0003] Ce traitement à un double but :

- supprimer ou au moins réduire les contraintes internes d'origine thermiques apparues au cours du refroidissement, et de la solidification conséquente du joint soudé,
- adoucir le métal fondu et la zone avoisinante du métal de base également affectée thermiquement, afin d'améliorer la ductilité de ces zones qui est très médiocre à l'état brut de soudage.

[0004] Ce traitement thermique consiste en général en un simple revenu à une température légèrement au-dessous de la première température critique de transformation au chauffage, appelée AC_1 . Cette température, suivant la nature de l'acier constituant l'assemblage soudé, est comprise environ entre 550 et 750°C. Elle est soigneusement choisie pour être suffisamment élevée pour avoir les effets de détensionnement et adoucissement, tout en étant néanmoins limitée pour éviter de dépasser cette température AC_1 de début de transformation au chauffage et même d'atteindre la température du revenu métallurgique subi préalablement par les pièces à assembler par soudure, afin de ne pas affecter les propriétés du métal de base.

[0005] Il existe ainsi, pour chaque nuance d'acier, une température optimale de traitement thermique après soudage.

[0006] Lorsque l'on veut assembler par soudage deux pièces d'acier de nuances distinctes, le choix de la température de traitement est un problème difficile. Ainsi il est connu d'utiliser comme température de traitement une température intermédiaire entre les températures optimales des deux aciers qui est donc trop élevée pour celui dont la température optimale de traitement est la plus faible ou bien, plus fréquemment, on utilise la température correspondant à celui des deux aciers dont la température optimale de traitement est la plus faible, alors dans ce cas, la température est trop basse pour l'autre acier.

[0007] La présente invention a ainsi pour objet un nouveau procédé de traitement thermique après le soudage de deux pièces en acier allié de nuances distinctes, la première pièce, appelée A, ayant des températures critiques de transformation au chauffage AC_1A et AC_3A et une température optimale de traitement après soudage θ_A inférieure à AC_1A , la deuxième pièce, appelée B, ayant des températures critiques de transformation au chauffage AC_1B et AC_3B , respectivement inférieures à AC_1A et AC_3A et une température optimale

de traitement après soudage θ_B inférieure à AC_1B et à θ_A , caractérisé en ce que l'on fait un premier cycle thermique de traitement à ladite température θ_A suivi d'un second cycle thermique à une température θ_B , la température étant descendue au dessous de 100°C entre les deux cycles.

[0008] Selon une réalisation particulière, ledit premier cycle du traitement, à la température θ_A dépasse la température AC_1B , l'ensemble du traitement constituant ainsi, pour le matériau B, un traitement intercritique.

[0009] Les figures 1 et 2 sont des diagrammes représentatifs du procédé de traitement selon l'invention.

[0010] La figure 3 est une vue schématique partielle montrant à titre d'exemple deux portions soudées d'un rotor de turbomachine, les deux portions soudées étant chacune en acier allié de nuances distinctes, servant d'exemple concret pour la description du procédé selon l'invention.

[0011] Ainsi, en se reportant à la figure 1, on voit un diagramme du traitement thermique de l'invention selon une réalisation particulière (traitement intercritique). Ce même diagramme est reporté sur la figure 2. On voit que le traitement thermique se compose de deux cycles : un premier cycle à la température θ_A et un deuxième cycle à la température θ_B .

[0012] Sur la figure 1, on a représenté les températures critiques de commencement et de fin de transformation au chauffage : AC_1 et AC_3 pour un acier allié appelé A. Ces deux températures sont ainsi notées : AC_1A et AC_3A .

[0013] Sur la figure 2, on a représenté les températures critiques de commencement et de fin de transformation au chauffage : AC_1 et AC_3 pour un acier allié appelé B de nuance distincte du précédent. Ces deux températures sont ainsi notées : AC_1B et AC_3B .

[0014] La température θ_A , inférieure à AC_1A , est la température optimale de traitement après soudage pour l'acier A.

[0015] La température θ_B , inférieure à AC_1B , et à θ_A est la température optimale de traitement après soudage pour l'acier B.

[0016] En superposant les deux figures, on voit que AC_1B est inférieure à AC_1A et que AC_3B est inférieure à AC_3A .

[0017] Ainsi, l'invention consiste donc à procéder à ce double traitement thermique aux températures θ_A et θ_B après le soudage de deux pièces d'acier allié de nuance respective A et B, avec une descente de la température au dessous de 100°C entre les deux traitements aux températures θ_A et θ_B .

[0018] Ainsi, pour l'acier A, figure 1, ce double cycle à θ_A et θ_B a le même effet qu'un simple traitement à la température θ_A correspondant à la température optimale de traitement thermique après soudage pour cet acier et le second cycle à θ_B n'a aucun effet.

[0019] En revanche, pour l'acier B, figure 2, le premier cycle à θ_A , dépasse la température θ_B optimale pour lui, et dans l'exemple donné cette température θ_A dépasse

même la température AC_1B , c'est-à-dire que, lors de ce cycle, se produira pour cet acier un début de transformation en austénite. Lors du refroidissement subséquent, cette austénite, fortement carburée, se transformera en martensite, constituant de trempe dur et fragile. Lors du second cycle à la température θ_B (ou voisine de θ_B), ce constituant trempé se trouvera adouci et sa ténacité sera très améliorée.

[0020] Un double cycle de ce type, pour l'acier B, est un traitement dit "intercritique" qui est capable de générer des structures micrographiques très ductiles.

[0021] En ce qui concerne le métal d'apport déposé, selon que son analyse chimique est similaire au composant A ou B, son comportement sera celui de l'une ou l'autre de ces nuances d'acier.

[0022] Ainsi, grâce à ce double cycle à ces températures θ_A et θ_B , les objectifs essentiels du traitement thermique après soudage sont atteints, à la fois dans le métal d'apport déposé et dans les deux matériaux assemblés.

[0023] Il est généralement avantageux qu'au moins le premier cycle thermique à θ_A °C soit un traitement local, c'est-à-dire n'affectant que le métal déposé et le métal de base immédiatement adjacent de part et d'autre. Ainsi, le matériau B en dehors de l'attente de soudure n'est pas affecté par le traitement intercritique et conserve ses propriétés initiales.

[0024] La figure 3 permet de décrire une application du procédé de l'invention à un rotor de turbine.

[0025] Il s'agit de réaliser un rotor dit "HP-BP" par assemblage de deux parties de nuances d'acier A et B différentes. L'une choisie pour ses propriétés à chaud (la partie haute pression HP) et l'autre pour ses propriétés à froid (la partie basse pression BP).

[0026] La partie HP(A) est par exemple un acier 1% Cr Mo V ayant la composition suivante :

C = 0,23
Ni = 0,6
Cr = 1
Mo = 1
V = 0,3

pour cet acier, la température $AC_1(A)$ est de 750°C et la température $AC_3(A)$ est de 900°C, sa température θ_A optimale de traitement après soudage est de 670°C.

[0027] Sa limite de résistance élastique $R_e = 500$ MPa, sa résistance à la rupture $R_m = 650$ MPa.

[0028] La partie BP(B) est par exemple un acier : 3% Ni Cr Mo V

ayant la composition suivante :

C = 0,23
Ni = 3,0
Cr = 1,75
Mo = 0,5
V = 0,1

ses températures

$AC_1(B) = 630^\circ\text{C}$

$AC_3(B) = 810^\circ\text{C}$

$\theta_B = 600^\circ\text{C}$

$R_e = 680$ MPa

$R_m = 800$ MPa

[0029] Le métal d'apport déposé, repéré 1 sur la figure 3, est du type : 2 1/4 Cr 1 Mo capable après un traitement thermique à 670°C de présenter les caractéristiques d'élasticité et de ruptures suivantes :

$R_e = 500$ MPa

$R_m = 650$ MPa

[0030] Après l'assemblage par soudure des deux parties A et B, le traitement thermique appliqué est un traitement local n'affectant que le joint soudé 1 et les attentes de soudures 2 et 3 qui ont été délimitées sur la figure par les deux lignes en pointillés 4 et 5.

[0031] Le traitement appliqué à cette zone est le suivant : premier cycle de chauffage à $\theta_A = 670^\circ\text{C}$ pendant cinq heures, puis refroidissement à 20°C, deuxième cycle de chauffage à $\theta_B = 600^\circ\text{C}$ pendant cinq heures, puis refroidissement.

[0032] La partie A HP, dans sa totalité, et le métal déposé 1, garderont après ce double cycle leurs caractéristiques mécaniques normales.

[0033] La partie B BP, référencée 6, hors de l'attente de soudure 3, conservera ses caractéristiques mécaniques d'origine, puisque le chauffage à $\theta_A = 670^\circ\text{C}$ ne l'atteint pas.

[0034] Enfin, l'attente de soudure 3 de la partie B : BP subira un traitement intercritique (correspondant à la figure 2) lui conférant une excellente ténacité et une très bonne ductilité. En revanche, ses caractéristiques de traction R_e et R_m seront diminuées par ce traitement et chuteront aux valeurs suivantes :

$R_e = 500$ MPa

$R_m = 650$ MPa

ce qui est parfaitement admissible, puisque ces caractéristiques sont celles de l'autre attente de soudure 2, côté HP, soumise aux mêmes contraintes en service.

[0035] Toutes les zones de la pièce assemblée et traitée selon le double cycle de l'invention aux valeurs θ_A et θ_B auront ainsi les propriétés nécessaires.

Revendications

1. Procédé de traitement thermique après le soudage de deux pièces en acier allié de nuances distinctes, la première pièce, appelée A, ayant des températures critiques de transformation au chauffage AC_1A et AC_3A et une température optimale de traitement de revenu après soudage θ_A inférieure à AC_1A , la deuxième pièce, appelée B, ayant des températures critiques de transformation au chauffage AC_1B et AC_3B , respectivement inférieures à AC_1A et AC_3A et une température optimale de traitement de revenu après soudage θ_B inférieure à AC_1B et à θ_A , caractérisé en ce que l'on fait un premier cycle thermique de traitement à ladite température θ_A suivi d'un second cycle thermique à une température θ_B , la température étant descendue au

dessous de 100°C entre les deux cycles.

2. Procédé de traitement thermique selon la revendication caractérisé en ce que ledit premier cycle du traitement, à la température θ_A dépasse la température AC_1B , l'ensemble du traitement constituant ainsi, pour le matériau B, un traitement intercritique.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, au moins le premier cycle du traitement n'affecte que le métal d'apport déposé (1) et les parties immédiatement avoisinantes (2, 3) des deux pièces soudées (A, B).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung nach dem Verschweißen von zwei unterschiedlich legierten Stahlteilen, wobei der erste Teil, genannt A, kritische Temperaturen AC_1A und AC_3A für die Wärmeumwandlung und eine optimale Temperatur für die Vergütungsbehandlung nach dem Verschweißen θ_A , die unterhalb von AC_1A liegt, aufweist, und der zweite Teil, genannt B, kritische Temperaturen für die Wärmeumwandlung AC_1B und AC_3B , die jeweils unterhalb von AC_1A und AC_3A liegen, und eine optimale Temperatur für die Vergütungsbehandlung nach dem Verschweißen θ_B , die unterhalb von AC_1B und von θ_A liegt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein erster Wärmebehandlungszyklus bei der genannten Temperatur θ_A , gefolgt von einem zweiten thermischen Zyklus bei einer Temperatur θ_B erfolgt, wobei die Temperatur zwischen den beiden Zyklen auf unterhalb von 100°C abfällt.
2. Verfahren zur Wärmebehandlung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der genannte erste Wärmebehandlungszyklus bei der Temperatur θ_A die Temperatur AC_1B übersteigt, wobei die gesamte Behandlung für das Material B folglich eine zwischenkritische Behandlung bildet.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens der erste Wärmebehandlungszyklus nur auf den abgesetzten Schweißzusatzwerkstoff (1) und auf die den beiden verschweißten Teilen (A, B) unmittelbar benachbarten Teile (2, 3) wirkt.

Claims

1. A method of heat treatment following for two welded-together parts of different steel alloy grades, the first part, called A, having critical heating transformation temperatures AC_1A and AC_3A and an optimum

post-welding annealing treatment temperature θ_A which is lower than AC_1A , the second part, called B, having critical heating transformation temperatures AC_1B and AC_3B , which are respectively lower than AC_1A and AC_3A and an optimum post-welding annealing treatment temperature θ_B which is lower than AC_1B and θ_A , the method being characterized in that a first heat treatment cycle is carried out at said temperature θ_A followed by a second heat treatment cycle at a temperature θ_B , the temperature being reduced to below 100°C between the two cycles.

2. A method of heat treatment according to claim 1, characterized in that said first treatment cycle, at the temperature θ_A exceeds the temperature AC_1B , the complete treatment therefore constituting, for material B, an inter-critical treatment.
3. A method according to either of claims 1 or 2, characterized in that at least the first treatment cycle affects only the deposited filler metal (1) and the immediately adjacent portions (2, 3) of the two welded-together parts (A, B).

FIG.1

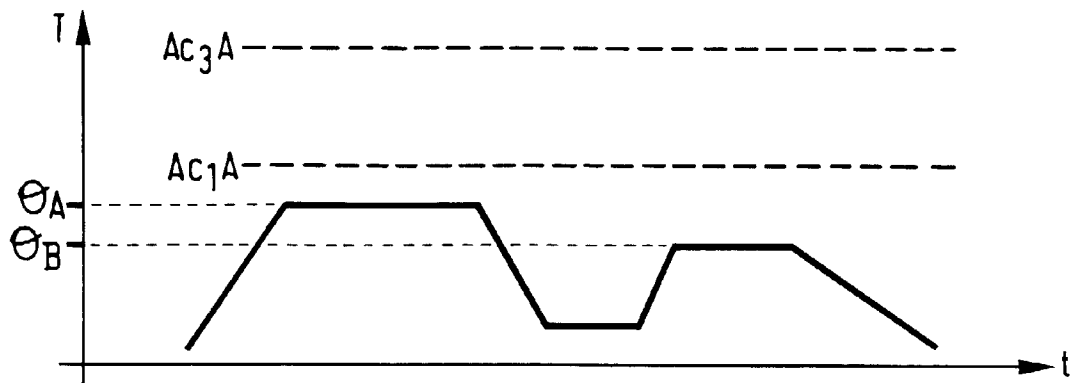


FIG.2

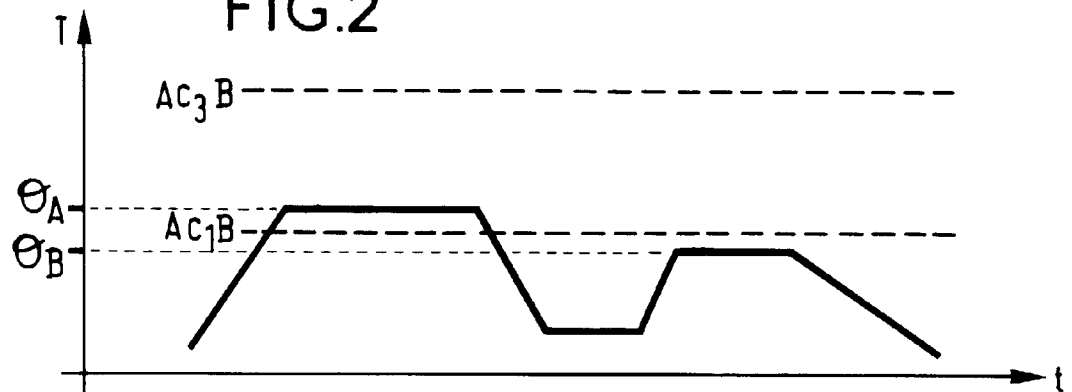


FIG.3

