



Année scolaire : 2004-2005
Promotion : 74^{ème}
Elève : Dirane JOULAKIAN



Nom : NORDON Cryogénie
Adresse : BP 87 – 88194 GOLBEY Cedex
Tuteur : Stéphane DUJIN
☎ : 03 29 68 00 35

Sujet : Mise au point de procédures d'accrochage de têtes sur échangeurs en aluminium par le procédé de soudage MIG

La société NORDON CRYOGENIE est spécialisée dans la conception, la fabrication et le montage d'échangeurs thermiques à plaques en aluminium brasés. Ces échangeurs sont composés d'un empilement de couches d'« ondes » et de « tôles de séparation », brasés dans un four sous vide, sur lequel sont soudés principalement en position « verticale montante » des éléments appelés « têtes » qui servent de collecteur d'entrée ou de sortie pour les fluides. L'objet de cette étude est de développer de nouvelles procédures de soudage pour l'amélioration du process d'accrochage des têtes. Cette amélioration passe premièrement par le remplacement de l'utilisation de cadres pour les circuits travaillant en haute pression par un beurrage de la surface des échangeurs à l'endroit où doivent être soudées les têtes et deuxièmement, par le remplacement des premières passes de pénétration en TIG avec support envers subsistant par un soudage MIG en pénétration complète sans support envers.

Le soudage sur les corps d'échangeurs est très particulier du fait de leur grande conductivité thermique et de la masse importante qu'ils représentent. Les difficultés caractéristiques sont les manques de fusion ou de pénétration. Une première partie a donc consisté en la réalisation d'essais de soudage MIG sur la face d'un échangeur afin d'améliorer la pénétration et d'acquérir une connaissance précise de l'influence des différents paramètres dans le but de définir les conditions idéales pour la réalisation du beurrage. Les paramètres testés sont les gaz de protection, le diamètre du fil et les réglages du poste de soudage. Ces essais ont permis de déterminer les conditions optimales de réalisation du beurrage donnant une amélioration de la pénétration de plus de 80% avec l'utilisation d'un mélange contenant 30% d'argon et 70% d'hélium et un courant à double pulsation appelé « SynchroPuls » fourni par des générateurs Fronius TPS 4000. Ces essais ont également servi à définir et évaluer des solutions sans l'utilisation du courant « SynchroPuls » et/ou moins onéreuses qui pourraient éventuellement aussi être utilisées en production.

La racine des cordons d'accrochage des têtes est soumise à des pics de contraintes. Il est donc important d'assurer une pénétration complète sur toute la longueur des cordons afin de garantir la résistance mécanique de l'assemblage. Ce problème est actuellement résolu par l'utilisation d'un support envers en aluminium subsistant soudé et par l'utilisation du soudage TIG pour les passes de pénétrations. Cette méthode à la productivité médiocre doit être remplacée. Des essais d'accrochage MIG de demi-tubes sur la surface d'échangeurs thermiques simulant l'accrochage des têtes ont été menés. Les paramètres testés sont les mêmes que pour le beurrage auxquels s'ajoutent la géométrie du chanfrein ainsi que la technique de soudage. Ces essais ont permis d'atteindre l'objectif. Les premières passes doivent être réalisées en utilisant un courant « SynchroPuls » avec un soudage sans balayage, une buse étroite et une configuration de chanfrein améliorant l'accessibilité tout en étant simple et suffisamment résistante pour éviter de s'écrouler durant le soudage.

Un comparatif sur des exemples entre le process d'accrochage actuel et la nouvelle méthode définie montre des gains en productivité minimaux d'environ 55 % pour l'accrochage des têtes et pour le remplacement des cadres par le beurrage.

Mots clés: Echangeur thermique brasé, aluminium, MIG, pénétration, alliage 3003, alliage 5083, SynchroPuls.



Year : 2004-2005
Promotion : 74^{ème}
Student : Dirane JOULAKIAN



Name : NORDON Cryogénie
Adress : BP 87 – 88194 GOLBEY Cedex
Contact : Stéphane DUJIN
☎ : 33 3 29 68 00 35

Weldability by GMAW process of an element called "header" on an aluminium exchanger

The NORDON CRYOGENIE Company is specialized in the design, the manufacture and the assembly of brazed aluminium plate fin heat exchangers. These exchangers are vacuum brazed in a furnace. They are composed of a stacking of fins (corrugated aluminium coils) separated by parting sheets (flat plates). Elements called "header" are mainly vertical up welded on this stacking. They are used as collectors for the inlet and outlet of fluids.

The goal of this work is to develop new welding procedures in order to improve the process of the head fixing. Firstly, this improvement needs to replace the using of frame for high pressure exchangers by buttering up the surface and secondly, by the replacement of the root run made with GTAW and using a weld backing strip by a full penetration GMAW without backing strip.

Welding on exchangers is very special because of their very high weight and thermal conductivity. The characteristic difficulties are the lack of fusion or penetration. The first part of the work was to carry out tests of GMAW on the surface of an exchanger to increase the penetration and to define the ideal conditions for the realization of the buttering.

The tested parameters are the shielding gases, the electrode wire size and the variables of the welding power source. These tests determine the optimum conditions for the realization of the buttering improving the penetration by a factor of 80% using a mixture containing 30% argon and 70% helium, and a double pulsation current supplied by the Fronius TPS 4000 power sources called "SynchroPuls". These tests define and evaluate too other solutions which don't use of "SynchroPuls" current and/or which are cheaper and could possibly be used in production.

The root of head fixing weld is subjected to peaks of constraints. Therefore it is important to certify a full penetration over the entire length of the weld. This problem is actually solved by using an aluminium weld pool backing and GTAW for the first runs. This method with poor productivity must be replaced. Tests using GMAW to fix half-tubes on the surface of exchangers have been done to simulate the fixing of headers. The parameters chosen for the tests are those used for the buttering tests included the joint preparation and the welding technique. These tests allowed us to achieve the goal. The root runs must be done with "SynchroPuls" current, with a narrow gas nozzle, and with a simple preparation which improves the accessibility and which is enough strong not to collapse during the welding.

A comparison based on examples between the current fixing process and the new method shows that the productivity profits are minimum about 55 % for the fixing the headers and even for the replacement of the executives by the buttering.

Keywords: Brazed plate fin heat exchangers, aluminium, GMAW, penetration, 3003 alloy, 5083 alloy, SynchroPuls