

УДК 621.7

А.Г. Сухов, М.М. Малыш  
(A.G. Sukhov, M.M. Malysh)  
РЦЛТ, Екатеринбург  
(RCLT, Ekaterinburg)  
С.М. Шанчуров  
(S.M. Shanchurov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ  
ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
(MANUFACTURE OF ENERGY EFFICIENT HEAT EXCHANGERS  
USING LASER TECHNOLOGY)

*Разработана технология изготовления теплообменников шахтной печи для ОАО «Уфалейникель». Энергокоэффициентная конструкция позволяет экономить от 20 до 30 % кокса.*

*A production of the shaft furnace technology for heat exchangers of "Ufa-leynickel". Energy efficient design saves between 20 % and 30 % of coke.*

Шахтная печь № 4 ОАО «Уфалейникель» была оснащена рекуператором новой конструкции для подогрева воздуха, отходящими газами (рис. 1, а). «Воздушные» и «газовые» панели (633 шт.) были изготовлены из тонких листов нержавеющей стали с применением лазерной сварки, обеспечивающей надежное и герметичное соединение ребер и листа при отсутствии значительной деформации (рис. 1, б).



а



б

Рис. 1. Рекуператор шахтной печи (а) и лазерная сварка ребер и листа теплообменника из нержавеющей стали 08X18H10T толщиной 1,5 мм (б)

Суммарная длина сварных швов на каждой панели составила 75 м, вес готового изделия – около 30 т. Конструкция позволяет экономить от 20 до 30 % кокса. Разработанная технология не имеет аналогов, на нее получено два патента.

Сущность технологии лазерной сварки панелей теплообменника заключается в том, что с помощью сварки проплавлением на лазерном технологическом комплексе Trumpf LaserCell 1005 обеспечивается приварка ребер из нержавеющей стали толщиной 1,5 мм к листу из нержавеющей стали толщиной 1,5 мм, размерами 2010 мм x 1170 мм.

Отличие данной технологии от известных технологий сварки аналогичных деталей в том, что за счет особой конструкции свариваемых деталей и оснастки (кондуктора), а также тщательной подборки параметров обработки удалось добиться выполнения ряда принципиальных требований заказчика:

- плотное прилегание ребер к основанию, непрерывный сварной шов и, соответственно, хорошие условия теплопередачи от ребер к основанию;
- отсутствие отверстий в основании и, соответственно, отсутствие контакта между различными газовыми средами, находящимися в соседних слоях теплообменника;
- минимальные термические изменения формы (поводки) готовых панелей и, соответственно, простота сборки модулей теплообменников, представляющих из себя структуру из наложенных друг на друга чередующихся газовых и воздушных панелей (рис. 2).



Рис. 2. Модуль теплообменника, собранный из газовых и воздушных панелей

Перед сваркой с помощью соединения «шип–паз» осуществлялась предварительная сборка панелей: ребра притягивались к основанию, что и

обеспечивало отсутствие недопустимых зазоров между ребрами и основанием. Кондукторы (их было два: один для газовых, другой – для воздушных панелей), на которых располагались предварительно собранные панели, обеспечивали надежную фиксацию обрабатываемых сборок (рис. 3). Это позволило исключить деформацию панелей в процессе обработки и минимизировать их остаточные (после извлечения из оснастки) деформации.



Рис. 3. Готовая «газовая» панель на оснастке

Кроме того, для минимизации поволоков панелей была применена техника выполнения непрерывных сварных швов с помощью комбинации прерывистых швов, выполняемых с небольшим перекрытием «вразброс» так, чтобы обеспечить симметричное тепловое воздействие на свариваемую панель и её более равномерный нагрев.

При этом технология отличается весьма высокой производительностью, что определяется относительно высокой скоростью лазерной сварки. Так, на газовой панели к основанию размерами 2010 мм на 1170 мм приваривали 37 ребер длиной 2010 мм, на воздушной панели к основанию с такими же размерами приваривали 65 ребер длиной 1170 мм. Суммарная длина сварных швов на «воздушной» и «газовой» панелях была приблизительно одинаковой и составила около 75 м на 1 панель. Исследованы режимы лазерной сварки нержавеющей стали 08X18H10T.

Прошедшие испытания на одном из крупнейших металлургических предприятий подтвердили качество выполненных работ: коэффициент теплоотвода полностью соответствовал расчётным значениям.