

**Н.А. Кокоулин, М.А. Баяндин, С.Е. Дударев,
А.Ю. Деревянных, А.Л. Пискунов
N.A. Kokoulin, M.A. Bayandin, S.E. Dudarev,
A.U. Derevyannykh, A.L. Piskunov**

ОАО Пермский завод «Машиностроитель»
PLC Perm factory «MASHINOSTROITEL»

**В.В. Каратыш
V.V. Karatysh**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
State National Research Polytechnic University of Perm

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ УСТАНОВОК

FEATURES TECHNOLOGY MANUFACTURING BUILDINGS LARGE ELECTRON-BEAM SYSTEMS

Рассмотрены вопросы технологии изготовления секции корпусов с двойными стенками крупногабаритных электронно-лучевых установок, в частности сборка и сварка внутреннего корпуса секции из нержавеющей стали с последующей сборкой и сваркой наружного корпуса из малоуглеродистой стали с внутренним корпусом.

Ключевые слова: механизированная сварка в смеси защитных газов, внутренние стенки с элементами жесткости, наружные стенки, контроль сварных соединений.

The questions on manufacturing technology sections double-walled enclosures large electron-beam apparatus, in particular, assembling and welding the inner shell sections of stainless steel with subsequent assembly and welding of the outer casing of mild steel with an inner shell.

Keywords: mechanized welding in a mixture of inert gas, the inside walls with reinforcements, the external walls, control of welded joints.

Секции корпусов, предназначенные для изготовления корпусов электронно-лучевых установок, представляют собой сложные сварные крупногабаритные многотонные конструкции.

Были изготовлены два корпуса данных установок, имеющие следующие габаритные размеры – длина от 8200 до 9315 мм, высота от 4200 до 4925 мм, ширина от 3878 до 4600 мм, вес конструкции от 57 368 до 86 106 кг. Данные

корпуса имели три секции размерами: длиной от 2000 до 2657 мм, высота от 4200 до 4925 мм, ширина 3878 до 4600 мм, вес конструкции от 14 860 до 18 688 кг. Корпуса стыковались между собой по механически обработанным фланцам через вакуумные уплотнения на общем основании.

В состав корпуса входили откатные двери – длиной от 300 до 338 мм, высотой от 3830 до 4400 мм, шириной от 3400 до 4000 мм, весом от 4700 до 6100 мм. Откатные двери через вакуумное уплотнение прижимались пневмоцилиндрами к фланцу одной из секций. Торец замыкающей секции имел стенку, которая имела с секцией общую сварную конструкцию, в другом варианте изготавливалась вторая откатная дверь.

Основными технологическими проблемами при изготовлении секции корпуса стали: обеспечение размеров диагоналей секции во всех направлениях в пределах 5 мм, обеспечение герметичности сварных швов, т.е. получение вакуумноплотных швов, в одном случае – внутреннего корпуса, а в другом – внутренней полости, образованной наружной оболочкой и внутренним корпусом, обеспечение необходимых припусков под механическую обработку по фланцам разъема секции и фланцам, стыкуемым с вакуумным оборудованием. Одним из требований КД являлось обеспечение плоскостности стенок секции корпуса в пределах ± 3 мм.

Исходя из вышеизложенных задач, технологический процесс изготовления имел следующие особенности:

1. Внутренняя карта стенок изготавливалась из нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 14 мм. Сварка карты производилась по X-разделке кромок механизированным способом сварочной проволокой ОК Autrod 16/12 Ø 1,2 мм фирмы ESAB. При этом листы закрепляли в стапеле и сварное соединение выполнялось с двух сторон с использованием сварочного оборудования фирмы EWM и ESAB. После выполнения сварных соединений производился их ультразвуковой контроль и, при необходимости, устранение недопустимых дефектов¹.

Далее производилась механическая обработка сварной карты по контуру для обеспечения соответствия конструкторской документации.

2. Изготавливались внутренние стенки с элементами жесткости, которые в виде двутавров по разметке устанавливались на наружную поверхность внутренних стенок и приваривались в стапеле в закреплённом состоянии механизированным способом в смеси газов с применением проволоки Св. 08Х20Н 9Г7Т. Необходимость такой операции вызвано требованием КД по неплоскостности внутренних стенок.

¹ Медовар Б.И. Сварка жаропрочных аустенитных сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1966. – 429 с.

3. Изготавливались стыковочные фланцы из нержавеющей стали толщиной 40 мм в стапеле в закреплённом состоянии тем же способом по п. 1. Применение такой схемы сборки и сварки позволило обеспечить неплоскостность фланцев в пределах 5 мм и разность диагонали в пределах 3 мм.

4. Изготовление внутреннего каркаса секции корпуса производили на сборочно-сварочном стапеле. К закреплённому фланцу разъёма последовательно устанавливались внутренние стенки, выполняемые по п. 3.

Для обеспечения геометрических размеров выставка стенок производилась с помощью распорок, стяжек, упоров и т.п. с последующей сборкой их на прихватках с фланцем и между собой, затем на другой торец стенок устанавливался второй фланец разъёма и собирался на прихватках со стенками. После сборки на прихватках внутреннего корпуса производился контроль геометрических размеров и разность диагоналей по всем направлениям.

Сварка сварных швов производилась аналогично п. 1 в определенной последовательности с целью уменьшения сварочных деформации.

5. Изготовление секции корпуса заканчивалось установкой наружных стенок и приваркой их к внутреннему корпусу. Сварка выполнялась аналогично п. 1 и п. 2 с применением сварочной проволоки Св. 08Г2С Ø 1,2 мм.

6. Аналогично вышеуказанному производилось изготовление откатных дверей и других секции корпуса.

По данной технологии были изготовлены корпуса двух электронно-лучевых установок. Одна из них была собрана после проведенных испытаний на герметичность гелиевым течеискателем и после проведения вакуумирования в рабочих режимах была запущена в производство для проведения электронно-лучевой сварки натурной продукции. На рисунке показан общий вид установки.



Рис. Установка СУЭЛС-2М

Второй корпус электронно-лучевой установки после проведения проверки герметичности внутренних полостей секции гелиевым течеискателем отправлен потребителю.

Разработанная технология сборки и сварки позволила изготовить корпуса электронно-лучевых установок в соответствии с требованиями КД с высоким качеством.

Получено 6.09.2011