

## **ОКР «ЭЛС»**

«Отработка технологий электронно-лучевой сварки конструкций из хладостойких сталей больших толщин применительно к конструкциям нефтедобывающих платформ и изделий машиностроения из различных марок материалов»

Головной исполнитель – ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»

### **Основные полученные практические результаты.**

- В процессе работы выбрана номенклатура узлов и деталей нефтедобывающих платформ и других изделий машиностроения, для изготовления которых наиболее эффективно использование технологии электронно-лучевой сварки, проведен анализ и выбраны технологические и конструктивные решения для реализации технологии электронно-лучевой сварки.
- Проведена отработка технологии электронно-лучевой сварки изделий из сталей типа 40Х2МА и других материалов со сквозным проплавлением, а также по зазору с присадочной проволокой. По отработанной технологии изготовлены следующие образцы:

#### 1. Сварное соединение из хладостойкой стали («ЭЛС-ХС»).

Сварные соединения из хладостойкой стали, выполненные по технологии электронно-лучевой сварки, используются при изготовлении ответственных конструкций и оборудования нефтедобывающих платформ, а также различных изделий машиностроения.

#### 2. Сварное соединение из высокопрочной стали типа 40Х2МА («ЭЛС-ВП»).

Сварные соединения из высокопрочной стали типа 40Х2МА, выполненные по технологии электронно-лучевой сварки, используются при изготовлении ответственных конструкций и оборудования нефтедобывающих платформ, а также различных изделий машиностроения.

Технологии электронно-лучевой сварки разрабатываются применительно к электронно-лучевой аппаратуре ЭЛА-60 с ускоряющим напряжением 60 кВ и током сварки до 1 А.

### **Параметры свариваемых изделий:**

- длина 3600
- высота 2000
- ширина 1600
- макс. диаметр 1600
- макс. длина 3000

#### Программное перемещение электроннолучевой пушки по 4-м координатам со следующими характеристиками:

- скорость сварки 0,5 – 40 мм/с
- точность перемещения электронно-лучевой пушки по стыку  $\pm 0,5$  мм
- диаметр присадочной проволоки 0,8 – 1,6 мм
- скорость подачи присадочной проволоки 0,2 – 6,0 м/мин



Система видеонаблюдения за процессом сварки обеспечивает передачу цветного изображения с разрешением не менее 470 линий, обладает чувствительностью не менее 0,5 лк и имеет устройство дистанционного наведения.

Технология размагничивания изделий перед электронно-лучевой сваркой обеспечивает величину остаточного поля после размагничивания не более 0,1 мТл.

Разрабатываемая технология электронно-лучевой сварки должна быть применима к

судостроительным сталям типа F400.

Разрабатываемые технологии электронно-лучевой сварки должны обеспечивать сварку конструкций из сталей толщиной от 10 до 150 мм со снижением стоимости сварочных работ в 3-4 раза и повышением производительности при сварке в 2,5-3 раза по сравнению с дуговой сваркой плавлением.

**Область применения настоящей разработки** – изготовление сварных конструкций и оборудования нефтедобывающих платформ, а также различных изделий машиностроения, для использования в условиях Крайнего Севера.

Экономия по расходу присадочных материалов при использовании электронно-лучевой сварки по сравнению с дуговой более чем в 10 раз, по стоимости присадочных материалов – около 10 раз (при сварке с разделкой, при сварке сталей 50 мм присадочные материалы не используются). Экономия времени более чем в 2 раза.

Разрабатываемая технология электронно-лучевой сварки обеспечивает по сравнению с дуговой сваркой снижение стоимости сварочных работ в 3-4 раза (с учетом прочих накладных расходов, амортизации оборудования, расходов на капитальные вложения и т.д.), повышение производительности труда при сварке в 2,5-3 раза, увеличение долговечности и надежности сварных конструкций за счет рафинирования металла в вакууме, формирования узких сварных швов с минимальными сварочными деформациями и сокращения использования присадочного материала.

### Система управления ЭЛУ-20Б

Позволяет получать новые качественные характеристики аппаратуры ЭЛС в направлениях:

- повышение производительности сварочных работ;
- максимально возможное исключение влияния субъективных факторов на процесс сварки посредством закрепления отлаженной нормативной технологии сварки в управляющей программе;
- повышение комфортности условий работы оператора-сварщика за счёт интегрирования на рабочем месте органов управления аппаратурой ЭЛА-60Б;
- расширение технологических возможностей за счёт введения дополнительных



Образец сварного соединения стали АБ2-2 толщиной 100мм (с разделкой кромок).



Микрошлиф для изучения микроструктуры для варианта сварки без разделки стали марки АБ2-2 толщиной 100 мм.