

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ В ВАКУУМЕ

Сидоренко А.А.¹, Кухта М.С.²

*¹ФГАОУ ВО «НИ ТПУ», ОМШ ИШНПТ, группа 4НМ31
e-mail: aas292@tpu.ru*

*²ФГАОУ ВО «НИ ТПУ», ОАР ИШИТР, д.ф.н., профессор
e-mail: kuhta@tpu.ru*

Электронно-лучевая сварка, обычно осуществляемая в техническом вакууме 10^2 – 10^4 Па. В электронной пушке формируется электронный пучок с большой плотностью энергии. Сфокусированные в плотный пучок летящие электроны ударяются с большой скоростью о малую, резко ограниченную площадку на изделии, при этом кинетическая энергия электронов, вследствие торможения в веществе, превращается в теплоту, нагревая металл до очень высоких температур. Под электронным лучом образуется расплав, который заполняет стык на всю глубину. Электроны одновременно воздействуют на металл по всей поверхности стыка. Для перемещения луча по свариваемому изделию на пути электронов помещают магнитную отклоняющую систему, позволяющую устанавливать электронный луч точно по линии сварки.

ЭЛС действует аналогично лазерной, только в отличие от светового луча пучок электронов невидим. Энергия его значительно превосходит лазер, площадь воздействия меньше. Все эти факторы минимизируют сварочные деформации и нежелательные структурные превращения, влияющие на механические свойства металла. Движение электронов в вакууме не сопровождается световыми эффектами и поэтому луч не виден, но его действие на вещество можно наблюдать по нагреву места бомбардировки, свечению люминофоров и т. п.

Наблюдение за процессом сварки необходимо для обеспечения высокого качества сварного шва, соответствия его требованиям стандартов и безопасности сварного соединения.

В процессе сварки нам необходимо наблюдать сварочную ванну, исходя из этого оператор, может определить провар двух материалов и дать оценку качеству сварного шва [2].

В случае ЭЛС, простыми способами это сделать невозможно. Так как для процесса сварки есть необходимость наличия вакуумных камер и действует вредное рентгеновское излучение, что пагубно влияет на здоровье человека.

Системы видеонаблюдения за процессом электронно-лучевой сварки в вакууме имеют особенности конструирования и дизайн-проектирования, которые позволяют обеспечить эффективное и надежное наблюдение за процессом сварки, происходящим в условиях вакуума.

Одной из особенностей таких систем является необходимость использования специальных видеокамер, которые способны работать в условиях высокого вакуума. Такие камеры должны быть устойчивы к радиационным воздействиям и иметь высокое разрешение, чтобы обеспечивать четкое изображение процесса сварки.

Еще одной особенностью является конструкция корпуса. Видеокамера должна быть полностью герметичной, чтобы предотвратить попадание в вакуум воздуха или других газов, которые могут повлиять на работу камеры. Материалы, используемые в видеокамере, должны быть способны выдерживать низкое давление, характерное для вакуумных условий. Форма корпуса должна быть эргономичной и компактной, т. к. габариты вакуумных камер ограничены.

Для обеспечения надежной передачи изображения на удаленный монитор системы видеонаблюдения, необходимо использовать специальные кабели и интерфейсы, которые способны работать в условиях вакуума и не подвержены влиянию электромагнитных помех.

Также важным аспектом конструирования системы видеонаблюдения для процесса электронно-лучевой сварки в вакууме является выбор оптимального места для установки ви-

деокамеры, чтобы обеспечить наилучший обзор за процессом сварки и минимизировать возможность блокирования обзора элементами оборудования.

Исходя из вышесказанного, разработка и реализация систем видеонаблюдения для процесса электронно-лучевой сварки в вакууме требует специального подхода и учета ряда особенностей, которые связаны как с условиями работы в вакууме, так и с особенностями процесса сварки.

Для разработки видеокамер для наблюдения за процессом электронно-лучевой сварки в вакууме необходимо учесть, что трудностью является не только вакуумная среда, а еще сильное оптическое излучение из зоны сварки в широком диапазоне длин волн – от жесткого ультрафиолета, вызывающего помутнение оптики, до дальнего ИК, нагревающего все вокруг до высоких температур. Видеонаблюдение за процессом сварки осложняет сильный контраст изображения между яркой дугой и темным изделием.

Для решения проблем с излучением необходимо использовать интерференционные светофильтры, выделяющие области спектра с наименьшим контрастом изображения. Использование мощной лазерной подсветки и узкополосных светофильтров позволяет почти полностью исключить излучение от дуги и обеспечить комфортное наблюдение за процессом [3].



Рис. 1. Пример реализации видеокамеры с блоком подсветки

Список литературы

1. Промышленный дизайн: учебник / М.С. Кухта, В.И. Куманин, М.И. Соколова, М.Г. Гольдшмидт; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 302 с.
2. Сидоренко А.А., Пустовых И.В., Перспективы развития электронно-лучевой сварки в России // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы. – Кемерово: ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», филиал КузГТУ в г. Новокузнецке, 2023. – С. 287–288.
3. Видеосъемка сварочных процессов. Сложности и специфика наблюдения // URL: https://www.aktivsb.ru/statii/videosemka_svarochnykh_protsesov_slozhnosti_i_spetsifika_nablyudeniya.html.