

Применение лазерно-гибридной сварки в технологических процессах

Ангелина Александровна Меновщикова¹, Капустьян Михаил Федорович²
Омский государственный университет путей сообщения
Омск, Россия

Аннотация. Объектом исследования является анализ технологического процесса изготовления детали – корпус подшипника. Целью является изучение конструктивных особенностей и применение новых технологий для повышения показателей качества детали. В работе проведен анализ технологического процесса изготовления детали, в том числе анализ сварных швов. Главное условие проектирования сварных швов – условие равнопрочности, поэтому был проанализирован химический состав, выбрано оборудование и материалы для лазерной сварки.

Ключевые слова: Корпус подшипника, неисправности сварных швов, лазерно-гибридная сварка, дуговая сварка, оборудование, сварной шов.

Рассмотрим корпус подшипника на примере электровоза 2ЭС6 – грузовой двухсекционный восьмиосный магистральный электровоз постоянного тока напряжения три кВ с коллекторными тяговыми двигателями. Отличительной особенностью грузовых электровозов является способность развивать большую силу тяги, позволяющую водить поезда большой массы. Конструктивной особенностью этого электровоза является наличие опорно-осевого подвешивания, но не с подшипниками скольжения, а с подшипниками качения. Конструкция этих подшипников разработана фирмой «Siemens», а корпус изготавливается на заводе «Уральские локомотивы». Особенностью подшипников качения является их долговечность, она составляет 800 тыс. км, однако, как показывает практика эксплуатации, корпус подшипника быстрее выходит из строя.

Корпусные детали предназначены для сборки, объединения всех остальных деталей конструкций (неподвижных и подвижных), обеспечения точности их взаимного положения, также заданного относительного положения сборочных единиц и всего изделия.

Деталь изготавливается из сталей 09Г2С, сталь характеризуется сочетанием технологических качеств низколегированных сталей и эксплуатационных свойств.

Таблица 1– Химический состав стали

C	Si	Mn	Ni	P	Cr	V	N	Cu
0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	0,3	0,3	0,3	0,12	0,008	0,8

- Материал корпуса позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;
- Конструкция допускает, обработку плоскостей на проход;
- Имеется свободный доступ инструмента к обрабатываем поверхностям;
- В конструкции имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности;
- Размеры на чертеже поставлены рационально, от торца до оси отверстий.
- Шероховатость, технические требования и погрешность механической обработки обоснованы служебным назначением и технические характеристики. Рабочий чертеж детали «Корпус подшипника» содержит перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям. На эскизе (рис.1) представлены все нужные размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

В процессе изготовления подшипниковых узлов к этим деталям предъявляют высокие требования. Они должны соответствовать стандартам качества, для того чтобы исключить износ всей конструкции в процессе эксплуатации.

Нагрузки – главная причина серьезных повреждений детали. Основной признак неисправности подшипника заключается в том, что узел перестает качественно выполнять свою работу. Для того чтобы определить эксплуатационный срок нужно изучить материал из которого изготавливается деталь. Дополнительно также учитывают качество смазывающих материалов и частоту обслуживания узла.

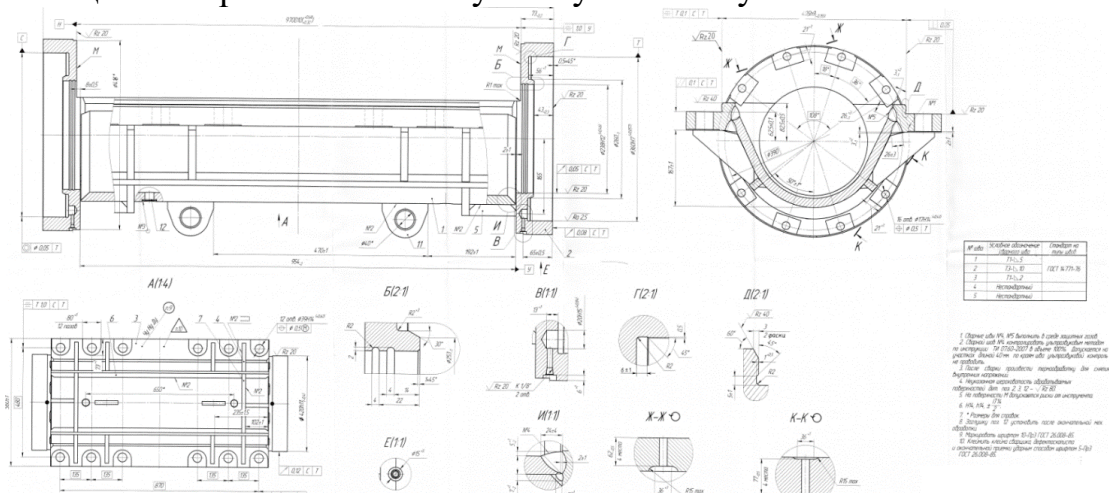


Рисунок 1–Эскиз корпуса подшипника

Приведем расшифровку обозначений сварных швов на чертеже:

Первый шов (рис. 2) – Т1-Δ 5 (тавровый односторонний угловой шов, без скоса кромок, длина катета 5 мм);

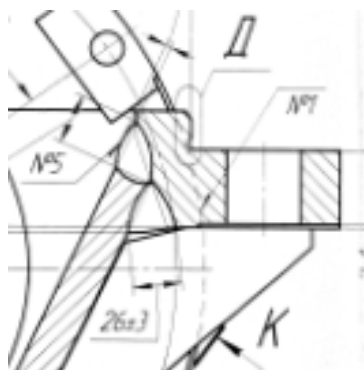


Рисунок 2 – Односторонний угловой шов, без скоса кромок

Второй шов(рис. 3) – Т3-Δ 10 (тавровый двусторонний угловой шов без скоса кромок, длина катета 10 мм);

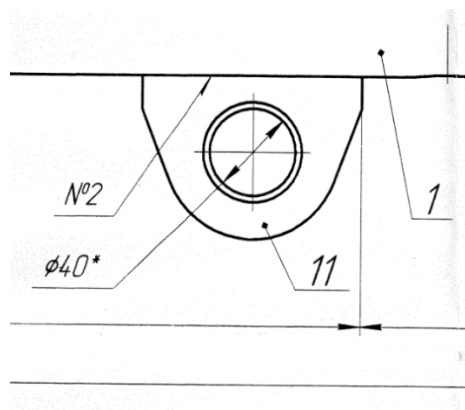


Рисунок 3 – двусторонний угловой шов без скоса кромок

Третий шов(рис. 3) – Т1-Δ 2 (тавровый односторонний угловой шов, без скоса кромок, длина катета 2 мм);

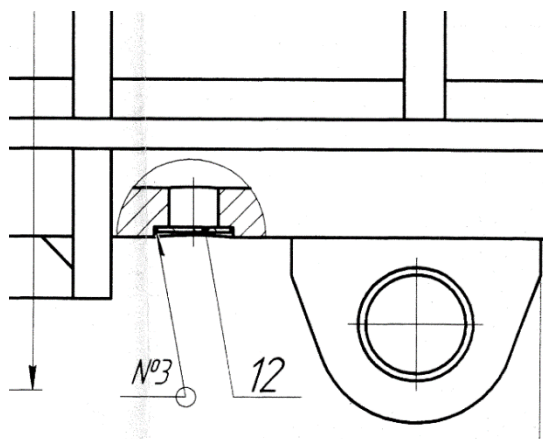


Рисунок 4 – Сварной шов №3

Шов четвертый (рис. 5) является нестандартным, размеры шва составляют 24 ± 4 мм, шов является двусторонним, также необходима разделка кромок, так как ширина является нестандартной (нестандартный шов – шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены, изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу. Границы шва изображают сплошными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями);

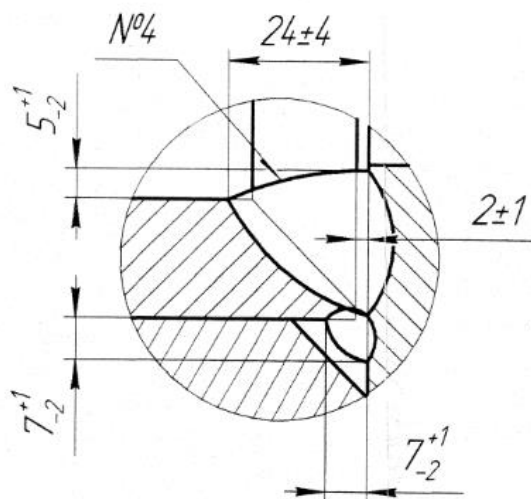


Рисунок 5 – Сварной шов №4

Шов №4 следует выполнять в среде защитных газов. Сварной шов контролируется ультразвуковым методом. Также допускается на участках длиной 40 мм по краям ультразвуковой контроль не производить.

Шов пять (рис. 6) также является нестандартным, размеры шва составляют 26 ± 3 мм, шов является двусторонним, также необходима разделка кромок, так как ширина является нестандартной;

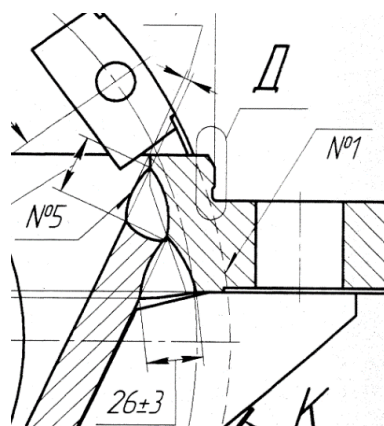


Рисунок 6 – Сварной шов №5

Согласно техническим требованиям чертежа после сварки нужно произвести термообработку для снятия внутренних напряжений.

Для полного снятия напряжений сварные соединения подвергаются термообработке. Охлаждение должно быть медленным для того, чтобы при его прохождении снова не возникли напряжения. Режим охлаждения в основном зависит от химического состава стали.

Сравним лазерную и дуговую сварку

Таблица 1– Сравнительный анализ дуговой и лазерно-гибридной сварки

Лазерная сварка	Дуговая сварка
Обеспечивает более чистые сварные швы	Точность сварки зависит от оператора
Более точные сварные швы	Либо полуавтоматический, либо с ручным управлением
Легко автоматизировать	Возможно обнаружение дефектов
Сварные швы обладают высокой прочностью на растяжение и изгиб	Обеспечивает меньшую прочность на растяжение и изгиб
	Большая площадь поперечного сечения проплавления

Отличительной особенностью лазерного излучения является высокая монохроматичность и когерентность. Лазер, в настоящее время, является единственным доступным сварочным источником энергии, который при атмосферных условиях позволяет получить плотности мощности более 10^6 Вт/см², реализующие режим глубокого проплавления.

Любое сравнение лазерной сварки с другими методами будет являться достаточно условным, так как каждый метод сварки, имеет свои определенные плюсы и минусы, которые определяют области оптимального технико-экономического применения.

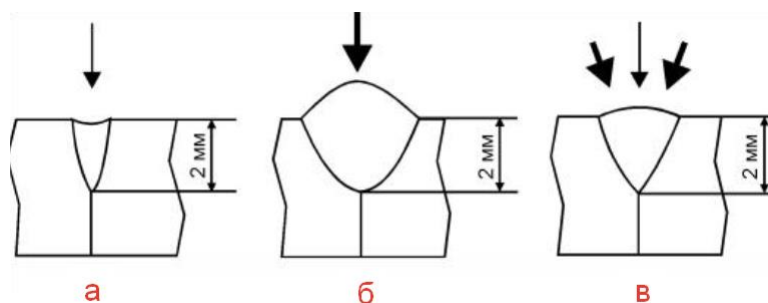


Рисунок 7 – Геометрия швов, полученных различными способами при одинаковой глубине проплавления и скорости сварки 1 м/мин: (а) - лазерная сварка (мощность лазера 2 кВт);(б) - дуговая сварка плавящимся электродом (ток дуги 95 А, напряжение 20 В, скорость подачи проволоки 11 м/мин);(в) –

гибридная сварка (мощность лазера 1,5 кВт, скорость подачи проволоки 5,5 м/мин)

Лазерная сварка в процессе своего развития получила свое дальнейшее развитие в виде создания гибридных методов сварки – двухлучевой лазерной, лазерно-дуговой, лазерно-индукционной, лазерно-плазменной, лазерно-светолучевой, они находят все большее применение в промышленности вследствие своей высокой технико-экономической эффективности.

Гибридную лазерно-дуговую сварку стыковых и тавровых соединений можно выполнять на роботизированном комплексе производства НТО «ИРЭ Полюс» FL-Weld-R 60–10 (рис. 8). Данный комплекс оснащен волоконным лазером YLS-10000, сварочной оптической головой FLW D50 (рис. 9) и инверторным сварочным источником с водоохлаждаемой горелкой MIG/MAG.



Рисунок 8– Роботизированная ячейка гибридной лазерно-дуговой сварки FL-Weld-R 60-10



Рисунок 9 – Волоконные лазеры серии YLS и оптическая сварочная головка FLW D50

Позиционирование и перемещение сварочной головы относительно свариваемого стыка выполняется промышленным роботом KUKA KR60.

Лазерно-гибридная сварка тавровых соединений будет производиться на деталях из стали марки 09Г2С, сборку следует производить с зазором до 1,0 мм, перед этим произвести зачистку.

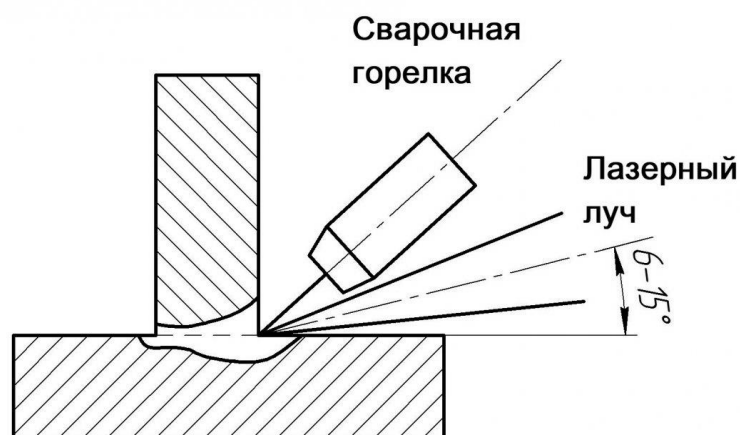


Рисунок 10 – Схема гибридной лазерной сварки таврового сварного соединения

Данную технологию реализовывать путем наклона лазерного луча на минимально возможный угол по отношению к нижней пластине для полного провара торцевой пластины и подводом сварочной дуги со стороны лазерного луча (рис.10). Угла наклона луча 6– 15 достаточно для полного проплавления стенки тавра.

С применением технологии лазерно-гибридной сварки на оборудовании производства НТО «ИРЭ-Полюс» (волоконный лазер YLS-10000, сварочная оптическая голова FLW D50) можно получить сварные швы которые будут иметь высокие механические показатели по прочности и надежности эксплуатации.

Библиографический список

1. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред.Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 2004. 592 с., ил. – Текст: непосредственный.
2. Бородачев А. С., Журавель В. М., Селезнев Ю. Н. Анализ процессов лазернодуговой металлообработки // Электротехника. - 1988. - № 11. - С. 16-18.
3. Промышленное применение лазеров в трубосварочном производстве / В. А. Панчев, В. А. Плекин, П. Е. Генинг и др. // Сварочное производство. - 1990. -№ 12. - С. 2-3.
4. Туричин, Г. А. Технология гибридной лазерно-дуговой сварки / Г. А. Туричин, И. А. Цибульский, М. В. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

"Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2015. – 48 с. – ISBN 978-5-7422-4899-6. – EDN UEDQXX.