

УДК 621.791

И.К. Козлов, А.С. Трофимов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ СОПРОТИВЛЕНИЕМ КРУГЛОЗВЕННЫХ ЦЕПЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Произведена систематизация основных видов дефектов, возникающих в процессе гибки и сварки звеньев круглозвенной цепи, исследованы причины их возникновения, а также описаны методы их устранения. Данное исследование позволит значительно сократить время и средства на поиск причин, вызывающих дефекты, а также снизить общий их объем, что значительно повысит как объем выпуска продукции, так и его качество.

Ключевые слова: контактная стыковая сварка, дефект, сварное соединение, круглозвенная цепь.

Наиболее перспективной сваркой круглозвенных цепей следует считать контактную стыковую сварку сопротивлением, характеризующуюся в отличие от стыковой сварки оплавлением меньшей энергоемкостью, высокой производительностью, гигиеничностью процесса. При стыковой сварке оплавлением номенклатура дефектов много больше, что связано с взрывным характером процесса, его большей длительностью и большим размером зоны термомеханического влияния.

Контактная стыковая сварка сопротивлением обеспечивает получение твердофазного сварного соединения изделий с прочностными характеристиками, равными более 90% основного металла. Однако в процессе подготовки деталей к сварке и собственно сварки, вследствие различного рода причин, возможно образование дефектов.

Таким образом, актуальным вопросом является описание основных видов дефектов сварного соединения, причин, вызывающих их возникновение, и способов их устранения. Данное исследование позволит значительно сократить время и средства на поиск причин, вызывающих дефекты, а также снизить общий их объем, что значительно повысит как объем выпускаемой продукции, так и его качество.

Процесс сварки круглозвенных цепей состоит из заготовительной операции (гибки звеньев) и собственно сварки, таким образом, произведем пооперационное разделение дефектов.

Дефекты подготовки заготовок к сварке

Для повышения стабильности процесса сварки цепи необходимо обеспечить высокие требования по качеству изготовления заготовок звеньев и, что особенно важно, симметричности их геометрических параметров, это особенно важно при сварке цепи на одной машине, т.е. “звено за звеном”, так как настройка сварочной машины производится под конкретное звено и при несимметричности звеньев настройка может не соответствовать процессу получения качественного сварного соединения. Все виды дефектов, их влияние на процесс сварки, причины возникновения и методы устранения сведены в табл. 1, изображение каждого вида дефекта представлено на рис. 1.

Таблица 1

Основные дефекты, обусловленные подготовкой деталей к сварке

Вид дефекта	Влияние на процесс сварки	Причина возникновения	Метод устранения	Визуальное изображение
Отклонение ветвей заготовки звена от соосности и прямолинейности	Контакт торцевых поверхностей происходит не по всей поверхности, в результате чего происходит их неравномерный нагрев с образованием непроваренных и перегретых участков в сварном соединении	Некорректная настройка инструментальной оснастки	Произвести настройку инструментальной оснастки	Рис. 1, а
		Износ инструментальной оснастки	Заменить инструментальную оснастку	
Наличие в зазоре между торцевыми поверхностями загрязнений	Затрудняется процесс удаления загрязнений из стыка, повышение вероятности образования непроваренных участков	Попадание загрязнений в зазор в процессе вязки цепи	Очистить инструментальную оснастку от загрязнений	Рис. 1, б
		Попадание загрязнений в зазор в процессе транспортировки цепи	1. Использовать транспортировочное устройство; 2. Очистить транспортировочное устройство от загрязнений	
Несимметричность и увеличенные размеры торцевой поверхности	Происходит неравномерный нагрев торцевой поверхности, в результате чего образуются непроваренные и перегретые участки в сварном соединении. Образование застойных зон деформации	Некорректная настройка узла выполнения насечки	Выполнить настройку узла выполнения насечки	Рис. 1, в
		Износ ножей насечки	Заменить ножи насечки	
Несимметричность стыка относительно середины звена	Происходит неправильное позиционирование звена относительно инструментальной оснастки сварочного автомата, что в свою очередь приводит к неравномерности нагрева зоны термомеханического влияния с образованием непроваренных участков в сварном соединении	Некорректная настройка отрезной втулки и упора	Произвести настройку отрезной втулки и упора	Рис. 1, г
Неровная торцевая поверхность	Происходит неравномерный нагрев торцевой поверхности, в результате чего образуются непроваренные и перегретые участки в сварном соединении	Близко расположен отрезной нож относительно отрезной втулки	Увеличить расстояние отрезного ножа относительно отрезной втулки	Рис. 1, д
		Ножи насечки имеют острые режущие кромки	Затупить режущую кромку ножей насечки	



a)



б)



в)



г)



д)

Рис. 1. Визуальное изображение дефектов подготовки заготовок к сварке:

a – отклонение ветвей от соосности и прямолинейности; *б* – наличие в зазоре между торцевыми поверхностями загрязнений; *в* – несимметричность и увеличенные размеры торцевой поверхности; *г* – несимметричность стыка относительно середины звена; *д* – неровная торцевая поверхность

Дефекты сварных соединений

В процессе сварки цепи имеется вероятность образования дефектов, вызванных отклонением состояния заготовки звена от требуемых параметров, технологических параметров в процессе сварки, а также их неоптимальным выбором. Все эти факторы отрицательно сказываются на стабильности выполнения качественного сварного соединения. Все виды дефектов, причины возникновения и методы устранения сведены в табл. 2, изображение каждого вида дефекта представлено на рис. 2.

Таблица 2

Основные дефекты сваренного звена цепи

Вид дефекта	Причины возникновения	Методы устранения	Визуальное изображение
1	2	3	4
Непровар	Все перечисленные в (табл. 1) дефекты заготовки звена	1. Методы устранения указаны в табл. 1	Рис. 2, а
	Недостаточная температура нагрева	Увеличить температуру путем увеличения сварочного тока, времени его протекания или снижения усилия сжатия	
	Недостаточная величина осадки	Увеличить величину осадки	
	Неоптимально выбранные величина и характер изменения сварочного тока и приложенного усилия сжатия	Привести величину и характер изменения сварочного тока и усилия сжатия к оптимальным значениям	
Подгорание поверхности	Несоответствие формы ручья в электроде формы звена	Доработать ручей в электроде	Рис. 2, б
	Чрезмерный износ электродов	Заменить электроды	
	Некорректное позиционирование электродов относительно звена цепи	Скорректировать положение электродов относительно звена цепи	
	Отклонение ветвей заготовки звена от соосности	Методы устранения указаны в табл. 1	
	Несимметричность стыка относительно середины звена	Методы устранения указаны в табл. 1	
Перегрев металла сварного соединения	Чрезмерная величина тока и длительность его протекания	Уменьшить величину тока и длительность его протекания	Рис. 2, в
	Отклонение заготовки звена от соосности и прямолинейности	Методы устранения указаны в табл. 1	
	Неровная торцевая поверхность		
	Низкая величина и неоптимальный характер изменения усилия сжатия	Увеличить величину и скорректировать характер изменения величины сжатия	

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Перекося ветвей звена при сварке	Отклонение ветвей заготовки звена от соосности и прямолинейности	Методы устранения указаны в табл. 1	Рис. 2, з
	Отклонение от симметричности торцевой поверхности		
	Чрезмерная установочная длина	Уменьшить установочную длину	
	Торцевые поверхности не перпендикулярны оси ветвей звена	Настроить расположение ножей насадки	
	Некорректная настройка инструментальной оснастки	Скорректировать настройку инструментальной оснастки	
Трещины в сварном соединении	Чрезмерная величина осадки	Уменьшить величину осадки	Рис. 2, д
	Чрезмерный нагрев зоны термомеханического влияния	Снизить величину тока, время его протекания или увеличить усилие сжатия	
	Чрезмерный зазор между торцевыми поверхностями	Уменьшить зазор между торцевыми поверхностями	
Подрезы и уменьшение сечения в области сварного соединения	Некорректная настройка ножей обрезки грата	Скорректировать настройку ножей обрезки грата	Рис. 2, е
Несоответствие геометрических параметров звена нормативным значениям	Геометрические параметры заготовки звена не соответствуют нормативным значениям	Скорректировать заготовку звена	-
	Несоответствие режимов сварки нормативным значениям	Скорректировать режимы сварки	
	Некорректная настройка инструментальной оснастки	Скорректировать настройку инструментальной оснастки	



а)



б)

Рис. 2. Визуальное изображение дефектов сварного соединения:
а – непровар; б – подгорание поверхности



Рис. 2 (окончание). Визуальное изображение дефектов сварного соединения:
 в) – перегрев металла сварного соединения; г) – перекося ветвей звена при сварке; д) – трещины в сварном соединении; е) – подрезы и уменьшение сечения в области сварного соединения

В настоящей статье представлены наиболее часто встречающиеся дефекты, образующиеся в процессе сварки, а также основные причины, их вызывающие. Не исключен вариант образования других, менее встречающихся дефектов, например, вмятин и подрезов на поверхности от инструментальной оснастки. Также нельзя исключать влияние других факторов, вызывающих дефекты, одним из таких факторов может стать использование металлопроката с внутренними и поверхностными недопустимыми дефектами.

Выводы

1. Показано, что номенклатура основных дефектов, возникающих в процессе контактной стыковой сварки сопротивлением, меньше, чем в случае сварки оплавлением;
2. Классифицированы основные виды дефектов, обусловленных нарушением технологического процесса как подготовки деталей к сварке, так и собственно сваркой;
3. Наиболее часто встречающимся недопустимым дефектом является непровар, в первую очередь обусловленный отклонением ветвей заготовки звена от соосности и прямолинейности, а также недостаточной величиной осадки.

Библиографический список

1. **Чуларис, А.А.** Технология сварки давлением / А.А. Чуларис, Д.В. Рогозин. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 221 с.
2. **Кабанов, Н.С.** Технология стыковой контактной сварки / Н.С. Кабанов, Э.Ш. Слепак. – М.: Машиностроение, 1970. – 264 с.
3. **Атращенко, В.В.** Гибридная интеллектуальная система контроля качества конденсаторной сварки / В.В. Атращенко, В.А. Тэфанов, С.И. Полосков // Вестник УГАТУ. – 2010. – №1. – С. 108–116.
4. **Кучук-Яценко, С.И.** Дефекты соединений высокопрочных рельсов, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением / С.И. Кучук-Яценко [и др.] // Автоматическая сварка. – 2013. – №9. – С. 3–9.
5. **Коновалов, Н.А.** Прогнозирование качества сварных соединений по данным мониторинга процесса контактной стыковой сварки оплавлением / Н.А. Коновалов, В.А.Ерофеев, С.И. Полосков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – №1. – С. 73–81.

*Дата поступления
в редакцию 27.06.2016*

I.K. Kozlov, A.S. Trofimov

**STUDY THE CAUSES OF DEFECTS IN BUTT RESISTANCE WELDING
OF ROUND-LINK CHAINS**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alexeyev

Purpose: Systematization of major defects in butt resistance welding and development of methods to address them.

Approach: Conducted surveillance during manufacturing of round-link chains and metallographic examinations of the welded joint.

Findings: Major defects in the process of manufacturing of round-link chains have been classified. The most common unacceptable defect is a lack of penetration which in general is caused by low quality billet of a chain and insufficient welding pressure.

Research implications: Developed methods to eliminate causes of the formation of defects in the manufacturing process of round-link chains.

Value: The classification of the major defects, as well as the development of methods for their removal[prevention] would reduce the number of rejects.

Key words: contact butt welding, defect, welded, Round-link chain.