



УДК 658.588:[621.81.621.791]

С.А. Лошаков<sup>1</sup>, Л.Т. Плаксина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Завод №9,

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

г. Екатеринбург, Российская Федерация

E-mail: <sup>1</sup>eqwd@mail.ru, <sup>2</sup>plt2006@yandex.ru

Дата поступления 03.06.2020

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТНОЙ СВАРКИ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

### Аннотация

В работе приведены требования по ремонтной сварке металлоконструкций, представлена технологическая карта ремонтной сварки литой детали, предложенная в качестве типовой. В статье отражены результаты проведенной актуализации технологической инструкции «Исправление литейных дефектов деталей».

**Ключевые слова:** ремонтная сварка, дефект, требования по ремонтной сварке, литая деталь, технология, технологическая инструкция.

### Введение

В данной работе представлены основные положения технологической инструкции по исправлению литейных дефектов деталей, актуализированной с учетом разработанных требований по ремонтной сварке и типовой операционно-технологической карты ремонтной сварки литой детали, а также требований стандартов систем менеджмента качества.

### Основная часть

В настоящее время на предприятии АО «Завод №9», г. Екатеринбург, нередко возникает потребность в ремонтной сварке в следующих случаях: исправление дефектов литейных заготовок [1]; устранение дефектов, возникших в процессе изготовления сварных конструкций, в том числе при сборке, а также при механической обработке деталей и узлов.

Ремонтная сварка имеет существенные отличия по сравнению со сваркой новой металлоконструкции. Газоплазморезательные и слесарные работы по удалению дефектов и последующую ремонтную сварку образующихся в результате разделок зачастую производят по индивидуальным специальным технологиям. Это вызывает необходимость наличия специфических теоретических знаний и практических

навыков исполнителей, без чего невозможно получение высококачественных сварных соединений, обеспечивающих эксплуатационную и технологическую надежность восстановленных металлоконструкций и узлов. Еще более усложняет процесс ремонтной сварки потребность восстановления деталей, изготовленных из самых различных марок сталей [2].

Существенным требованием является своевременность выполнения ремонтных работ в условиях внезапно возникшей в них потребности. Причем сам процесс ремонтной сварки может занять довольно большой промежуток времени. Кроме того, необходимо учесть время на транспортировку ремонтируемых металлоконструкций из сборочного или механического цеха в сварочный, а также время на разработку технологического процесса. Свой вклад в увеличение длительности времени по организации и выполнению работ по ремонтной сварке вносит тот объективно существующий факт, что далеко не все инженеры-технологи и сварщики обладают соответствующей квалификацией. Все вышеперечисленное приводит к тому, что проектирование и реализация процесса ремонтной сварки считается дорогостоящим и трудоемким [3].

В целях более эффективного и быстрого решения проблем ремонтной сварки

перед отделом Главного сварщика (ОГС) была поставлена непростая задача, а именно: выявить необходимые требования по ремонтной сварке, актуализировать технологическую инструкцию «Исправление литейных дефектов деталей», а также разработать типовой технологический процесс. Авторами настоящей статьи выдвинуты следующие требования по ремонтной сварке:

1. Восстановительные работы производить при соответствующей температуре в цехе, а также предусмотреть защиту от сквозняков;
2. Устанавливать детали в нижнее положение для удобного и свободного удаления дефектов при помощи газокислородной резки и слесарных методов;
3. Производить сварку в один или несколько слоев;
4. Для устранения деформации поверхности восстанавливаемой детали необходимо устанавливать фиксирующие элементы;
5. Осуществлять при необходимости сопутствующий или предварительный подогрев;
6. Ставить прихватки. Удалять лопнувшие прихватки слесарным методом;
7. Разделки при необходимости делить на участки длиной от 300 до 600 мм. В целях уравнивания напряжений и деформаций в объеме ремонтируемых элементов конструкций или узлов при наложении сварных швов соблюдать правила симметрии;
8. В случае необходимости заварки корня шва с одной стороны за один -

два прохода производить сварку корня шва именно с этой стороны. При этом необходимо осуществлять зачистку наплавленного металла с обратной стороны, а также зачистку наплывов, неровностей и т. д.;

9. Рекомендуется заполнение глубоких разделок кромок с двух сторон с кантовкой металлоконструкций при необходимости;
10. Применять типы и марки электродов в зависимости от марок сталей ремонтируемых конструкций и их прочностных характеристик. В соответствии с техническими требованиями осуществлять прокалку электродов при необходимости. После прокали электроды хранить в сушильных шкафах или термопечалах;
11. При необходимости осуществлять термическую или химико-термическую обработку восстанавливаемой конструкции;
12. Каждый валик наплавленного металла зачищать от шлака и брызг. Вести наблюдение за изменением формы восстанавливаемой конструкции в процессе сварки. Придать наплавленному участку товарный вид;
13. Строго соблюдать правила техники безопасности и охраны труда.

С учетом вышеизложенного представлен пример разработки технологической карты для ремонтной сварки трещины литой станины из стали марки 35Л (рисунок 1, таблица 1).



Рисунок 1. Фотографии дефектов литой станины

## Операционно-технологическая карта ремонтной сварки (наплавки) станины

Номер операции	Содержание операции	Используемое оборудование (инструмент)
1	На расстоянии 6 – 8 мм от видимых концов трещин засверлить концы трещин сверлом диаметром 12 – 16 мм во всех доступных местах. Трещины разделить механическим путем до здорового металла. Выборка дефектов угольным электродом или газовым резаком запрещается.	Сверло
2	Зачистить места сварки от ржавчины, грязи, масла и обезжирить [4, 5]. Приемку подготовки поверхностей под сварку принимать контролеру ОТК. Продолжить проведение ремонтной сварки при положительных результатах контроля.	Углошлифовальная машина Газовый резак
3	Прилегающие к месту сварки окончательно обработанные поверхности закрыть асбестовым полотном для предотвращения попадания брызг металла [6].	
4	Производить предварительный подогрев до $T = 150 - 180^{\circ}\text{C}$ с контролем температуры подогрева пирометром.	Пирометр
5	Перед сваркой электроды прокалить при температуре $T = 250^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ в течение одного часа.	Печь для прокалки электродов
6	Разделки трещин заварить. Способ сварки – ручная дуговая, электроды марки УОНИ 13/55, диаметр 4 мм, постоянный ток обратной полярности. Техника сварки - короткая длина дуги. Во избежание стекания металла сварочной ванны по краям разделок, выходящих на торец, наплавить валик высотой 4 – 5 мм электродами марки УОНИ 13/55 диаметром 4 мм. Заполнять разделки не допуская перегрева. Первый слой наплавлять на токе $I_{\text{св}} = 110 - 140 \text{ А}$ , а последующие слои током $I_{\text{св}} = 140 - 180 \text{ А}$ . Валики накладывать с перекрытием на 1/3 ширины предыдущего.	EWMPHOENIX 451 PULS
7	Тщательная послойная зачистка металла от шлака и брызг.	Углошлифовальная машина
8	Укрыть места заварок асбестовым полотном в четыре слоя до полного охлаждения.	
9	Зачистить места сварки и прилегающие к ним поверхности от шлака и брызг металла.	Углошлифовальная машина
10	Сдать ОТК. Качество заварки проверить.	ВИК, МПД

С учетом вышеизложенного и анализа технологической наследственности брака деталей [7], выявлена возможность использования настоящей технологической карты для применения в качестве типового технологического процесса ремонтной сварки литых деталей.

Кроме того, в настоящее время актуализирована, утверждена и введена в действие технологическая инструкция «Исправление литейных дефектов деталей», разработанная в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-15 (Системы менеджмента качества), которая содержит следующие пункты:

1. Область применения. Устанавливает:

- список подразделений предприятия, обязанных выполнять инструкцию;
- перечень сфер работ, для реализации которых разработана настоящая инструкция;
- перечень содержания основных технических требований для выполнения ремонтных работ.

2. Нормативные ссылки. Содержит перечень нормативных документов:

- ГОСТы, ОСТы, ТУ, СТП, ТИ (технологические инструкции) и ИОТ (инструкции по охране труда).

3. Термины и определения. Включает в себя основные термины литейных дефектов деталей и их определение.

4. Обозначения и сокращения. Содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в данной инструкции.

5. Общие положения. Включает в себя:

- перечень литейных дефектов, подлежащих исправлению методами сварки (наплавки);
- расположение и характер дефектов, допустимых для исправления;

- укомплектованность специализированным оборудованием мест проведения ремонтных работ;
- требования к температурному режиму выполнения работ;
- квалификационные требования к рабочим, выполняющим ремонтные работы;
- требования к термической обработке;
- количественный контроль ОТК исправления литейных дефектов одного и того же месторасположения.

6. Сварочные материалы. Содержит:

- перечень сварочных материалов, подлежащих входному контролю;
- хранение и транспортировка сварочных материалов;
- ссылки на технологические рекомендации по сварке (наплавке) и выбору сварочных материалов, применяемых для устранения литейных дефектов.

7. Подготовка под сварку (наплавку).

Включает в себя:

- требования к подготовке сварочных материалов;
- способы подготовки дефектных мест к сварке (наплавке);
- требования к форме, размерам и состоянию поверхности разделок дефектных мест под сварку (наплавку);
- рекомендации по подготовке поверхностей, прилегающих к выборке;
- контроль качества удаления дефектов и подготовки выборок для сварки (наплавки) ОТК;
- ссылки на принципиальные схемы разделки дефектов различных видов и их подготовки под сварку (наплавку).

8. Подогрев деталей перед сваркой (наплавкой). Содержит:

- учет марки материала, формы детали, размера и расположения дефекта при назначении подогрева перед сваркой (наплавкой);

- методика проведения подогрева деталей перед сваркой или наплавкой (местного и общего);
- метрологические характеристики аппаратуры для контроля температуры подогрева.

9. Сварка (наплавка) дефектов. Включает в себя:

- рекомендации по выбору способов сварки (наплавки) для исправления дефектов;
- особенности техники и технологии сварки (наплавки) исправления дефектов в зависимости от особенностей дефекта (размеров, формы, месторасположения и пр.) и металлоконструкции;
- особенности организации контроля ремонтных работ (сварки или наплавки);
- требования к зачистке и обработке исправленных участков после сварки (наплавки).

10. Методы контроля исправления дефектов. Содержат:

- особенности организации контроля качества дефектов, подлежащих исправлению;
- оформление документации;
- содержание «сетки клеймения», наносимой на детали с дефектами, подлежащими исправлению;
- методика контроля качества полноты удаления дефекта;
- перечень способов контроля;
- требования к персоналу, осуществляющему контроль.

11. Охрана труда. Содержит:

- перечень соответствующих ИОТ (инструкций по охране труда) и правил технической эксплуатации;
- особенности организации контроля знания инструкций по охране труда и оформления результатов проверки.

12. Ответственность. Включает в себя:

- перечень подразделений предприятия (или сотрудника подразделения) с установлением ответственности каждого из них за выполнение соответствующего пункта разработанной инструкции;
- порядок оформления надлежащей документации.

Приложения технологической инструкции «Исправление литейных дефектов деталей» содержат:

- расположение и характер дефектов, допустимых для исправления;
- технологические рекомендации по сварке (наплавке) литейных дефектов детали (марка материала, категория прочности, температура подогрева, рекомендации по выбору сварочных материалов в зависимости от способа сварки, особенности технологии термообработки), порядок оформления документации;
- принципиальные схемы разделки дефектов;
- схемы исправления литейных дефектов (сварка или наплавка) в зависимости от характера дефекта;
- содержание акта об исправлении дефекта.

### **Заключение**

Результаты проведенной работы, приведенные выше, позволяют заключить следующее:

- потребность в проведении ремонтных сварочных работ существует на всех стадиях жизненного цикла продукции – производстве, монтаже, эксплуатации; ремонтные работы неизменно будут характеризоваться новизной и разнообразием, определяемыми видами дефектов, их величиной, местами расположения, марками материалов, условиями выполнения восстановительных работ, необходимостью подогрева и т.д.;

- в целях повышения эффективности и сокращения времени решения проблем ремонтной сварки (наплавки) разработаны необходимые требования по ремонтной сварке и типовой технологический процесс ремонтной сварки литых деталей, с учетом которых актуализирована, утверждена и внедрена в деятельность предприятия технологическая инструкция «Исправление литейных дефектов деталей»;
- предложенная методика и материалы работы могут быть использованы на промышленных предприятиях при решении целого ряда практических задач: повышения времени межремонтного периода литых деталей, совершенствования проектирования технологий ремонтной сварки литых деталей, обеспечивающих эксплуатационную и технологическую надежность восстановленных металлоконструкций, повышения производительности и др.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 19200-80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1980. - 12 с.

2. Совершенствование организации ремонтной сварки / Панов В.И. // СВАРКА. РЕНОВАЦИЯ. ТРИБОТЕХНИКА: тезисы докладов VII Уральской научно-практической конференции. – Нижний Тагил: Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ им. Первого Президента России им. Б.Н. Ельцина, 2015. – С. 36-40.

3. Заварка дефектов литой станины ротора / С.А. Лошаков, Л.Т. Плаксина // СВАРКА. РЕНОВАЦИЯ. ТРИБОТЕХНИКА: тезисы докладов VIII Уральской научно-практической конференции. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ им. Первого Президента России им. Б.Н. Ельцина, 2017. - С. 64-67.

4. ГОСТ 2424-83. Круги шлифовальные. Технические условия. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 1983. - 39 с.

5. ГОСТ 3134-78. Уайт-спирит. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1978. - 17 с.

6. ГОСТ 6102-94. Ткани асбестовые. Общие технические требования. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1994. - 8 с.

7. Технология ремонтной наплавки сектора модуля буровой лебедки. / Лошаков С.А., Плаксина Л.Т., Шведов В.В. // MASTER'S JOURNAL, №1, Пермский национальный исследовательский университет, Пермь, 2017. – С. 61-65.

---

#### *Information about the paper in English*

S.A. Loshakov<sup>1</sup>, L.T. Plaksina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Plant No. 9,

<sup>2</sup>Russian State Vocational Pedagogical University  
Yekaterinburg, Russian Federation

E-mail: <sup>1</sup>eqwd@mail.ru, <sup>2</sup>plt2006@yandex.ru

Received 03.06.2020

#### IMPROVING THE DESIGN OF REPAIR WELDING TECHNOLOGIES FOR CAST PARTS AT THE INDUSTRIAL PLANT

##### Abstract

The paper contains the requirements for repair welding of steel structures and a repair welding process flow diagram for cast parts offered as a typical one. The paper presents the results of the updated procedure specification "Remedy of cast defects found in parts".

**Keywords:** repair welding, defect, requirements for repair welding, cast part, technology, procedure specification.

---