УДК 621.791/.792

НАПЛАВКА ПОВЕРХНОСТИ СЕРОГО ЧУГУНА С ПРИСАДКОЙ ИЗ ЧУГУННОЙ СТРУЖКИ*

А.О. ТОКАРЕВ, доктор техн. наук, доцент
(*НГАВТ, г. Новосибирск*)
В.М. ПОТАПОВ, канд. техн. наук, профессор,
(*НГПУ, г. Новосибирск*)

Статья поступила 02 апреля 2013 года

Токарев А.О. – 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33,
Новосибирская государственная академия водного транспорта,
e-mail: aot51@ngs.ru

Рассматриваются актуальные проблемы увеличения ресурса деталей, изготовленных из серого чугуна. Для восстановления размеров изношенных поверхностей применена электродуговая наплавка. Разработаны различные технологические схемы наплавки. В качестве присадочного материала использован порошок, полученный из чугунной стружки.

Методом расплавления слоя порошка, дугой сварочного электрода марки ОК-46 получен слой с твердостью HRC 32 – 37. Пористость наплавленного слоя невелика. Структура зоны сплавления не имеет твердых хрупких составляющих. Данная технология рекомендуется для восстановления и упрочнения поверхностей чугунных деталей. Возможно также применение предлагаемой технологии для исправления дефектов литья.

Ключевые слова: восстановление, детали из серого чугуна, электродуговая наплавка, присадочный материал из чугунной стружки.

Введение

Одним из основных конструкционных материалов в машиностроении является серый чугун. Чугунные детали составляют до 70 % массы машин и механизмов. Одной из актуальных задач, стоящих перед эксплуатационно-ремонтными предприятиями, является продление срока службы изношенных деталей, в том числе и чугунных. При ремонте различного оборудования, а также для исправления дефектов отливок широко применяется сварка и наплавка чугуна. Однако применение этой технологии связано со значительными трудностями. Это вызвано тем, что металл шва и околошовной зоны склонен к образованию твердых хрупких структур (карбидной эвтектики – ледебурита и закалочной структуры – мартенсита) и возникновению в них трещин вследствие больших скоростей охлаждения при сварке и наплавке.

1. Теория

Частично избежать появления хрупкой переходной зоны удается за счет снижения теплового воздействия на основной металл. Однако это приводит к вероятности появления непроваров – несплошностей в наплавленном слое. Другой путь – предварительный подогрев свариваемых, наплавляемых деталей. Для предупреждения образования ледебурита в сером чугуне скорость его остывания в интервале критических температур не должна превышать 10-11°С/с. Это, в свою очередь, усложняет и удорожает технологию.

Применяется ряд способов сварки, наплавки чугуна [1–3]. Одной из причин неудовлетворительного качества наплавленного металла часто является стремление к обеспечению высокой износостойкости за счет получения на поверхности твердых структурных составляющих с твердофазным или твердорастворным упрочнением. Формирование оптимальных свойств материала

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГК № 14.518.11.7029).

поверхностного слоя деталей является важнейшей частью проблемы повышения эксплуатационной надежности технических средств. При этом процесс формирования необходимой структуры базируется на рациональном сочетании химико-физических свойств присадочного материала с технологическими параметрами процессов нанесения металлопокрытия и упрочнения материала. При наплавке и сварке чугуна важны близкие по своим значениям коэффициенты линейного расширения присадочного материала и чугуна основы, что снижает вероятность образования трещин в сварном соединении от напряжений при кристаллизации шва и обеспечивает малый градиент термических напряжений в восстановленной детали в условиях эксплуатации при высоких температурах. Для большей части деталей твердость в наплавленном состоянии достаточна на уровне HB 1800 ... 2150 МПа.

2. Методика экспериментального исследования

В настоящей работе для снижения теплового воздействия на основной металл наплавляемой детали в зоне сплавления и получения наплавленного слоя, совместимого с основой по коэффициенту теплового линейного расширения, в качестве наплавочного материала использовали стружку серого чугуна, полученную при механической обработке заготовок. Кроме того, применение порошка из серого чугуна – перспективный путь снижения стоимости наплавленных покрытий на деталях из чугуна и экономии никелевых и кобальтовых сплавов.

Наплавку выполняли методом ручной электродуговой сварки. Подготовку наплавочного порошка производили, используя обычные приемы порошковой металлургии [4].

При наплавке поверхности чугунных образцов применяли следующие технологии электродуговой сварки (технологические схемы, табл. 1, параметры режимов наплавки, табл. 2):

схема № 1 – оплавление уложенного на поверхность слоя стружки угольным электродом диаметром 10 мм;

схема № 2 – наплавка специально изготовленным трубчатым порошковым электродом. В качестве оболочки электродов использовали малоуглеродистую сталь толщиной 0,3 мм. Диаметр порошкового электрода составил 8 мм;

схема № 3 – наплавка гибким порошковым электродом. Для получения гибкого электрода изготавливали оболочку из завитой в спираль сварочной проволоки диаметром 1 мм марки СВ08Г2С. Наружный диаметр полученного электрода равнялся 8 мм;

схема № 4 – оплавление уложенного на поверхность слоя стружки покрытым электродом типа Э46 марки ОК-46. Плавящийся электрод из малоуглеродистой стали использовали для разбавления металлом электрода металла сварочной ванны и уменьшения концентрации углерода в наплавленном слое.

Режимы наплавки приведены в табл. 2.

3. Результаты и обсуждение

Схемы наплавки и полученная в результате микроструктура зоны сплавления и наплавленного металла с указанием его твердости приведены в табл. 1.

При наплавке чугуна по схеме № 1 методом расплавления уложенного на поверхность слоя стружки угольным электродом диаметром 10 мм получен наплавленный слой с эвтектической структурой. Форма цементита эвтектоида, входящего в состав карбидной эвтектики, глобулярная. Твердость наплавленного слоя составила HRC 45–49. В наплавленном металле не отмечается пористость и другие макродефекты. Однако в зоне сплавления не удалось избежать образования хрупких структур ледебурита и мартенсита. Кроме того, способ наплавки чугуна расплавлением порошкового слоя, уложенного на поверхность ремонтируемого изделия, имеет ограничения по пространственному положению поверхностей деталей при наплавке, которое должно быть, главным образом, нижним.

Наплавка с использованием трубчатых порошковых электродов (схемы № 2 и 3) расширяет технологические возможности с точки зрения пространственного положения шва.

При наплавке обоими порошковыми электродами получили наплавленный слой с заэвтектоидной и доэвтектической структурой металла и твердостью HRC 40–44. Присутствуют отдельные мелкие графитовые включения.

Таблица 1

Технологические схемы наплавки чугунного порошка на поверхность серого чугуна и структура наплавленного слоя

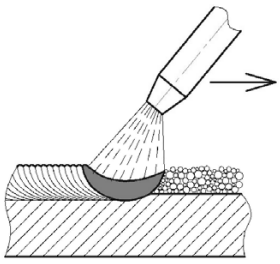
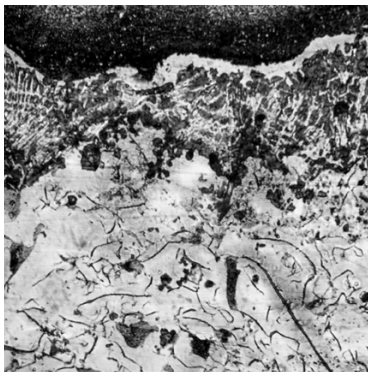
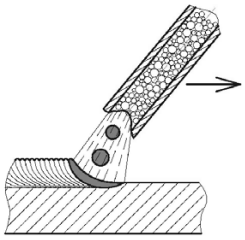
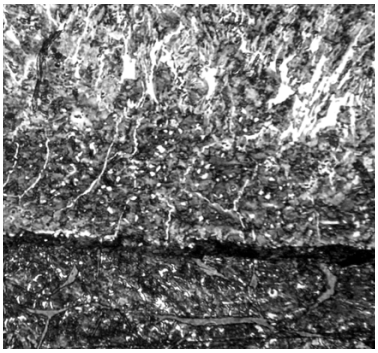
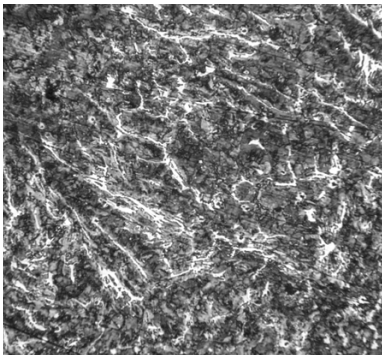
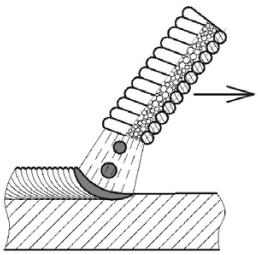
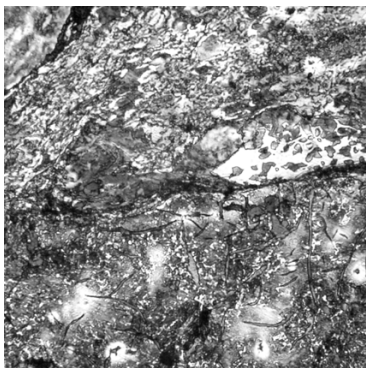
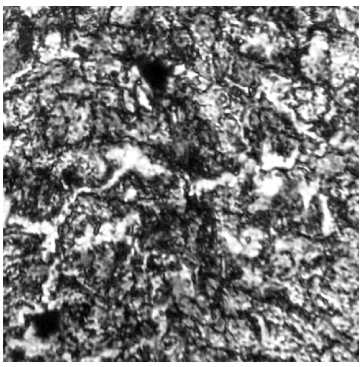
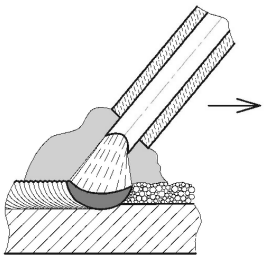
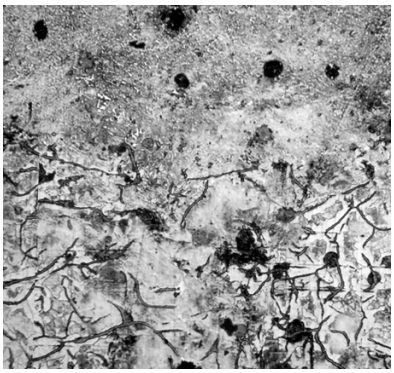
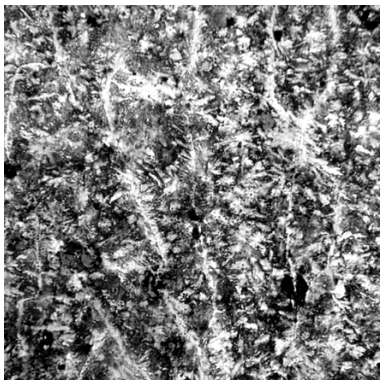
Схема наплавки	Структура наплавленного слоя	
	Зона сплавления	Наплавленный слой
 Схема № 1		
HRC 45 – 49		
 Схема № 2		
HRC 40 – 41		
 Схема № 3		
HRC 40 – 44		
 Схема № 4		
HRC 32 – 37		

Таблица 2

Параметры режимов наплавки

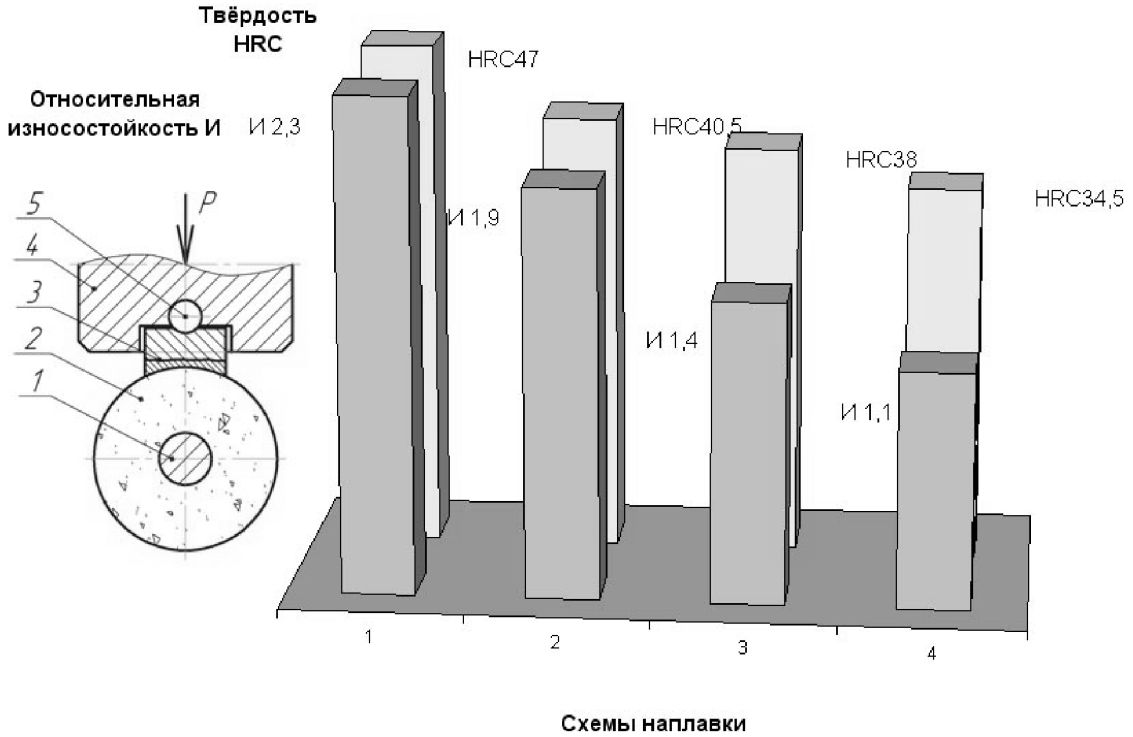
Номер схемы	Диаметр электрода, мм	Род тока, полярность	Напряжение, В	Сила тока, А
1	10	Постоянный обратной полярности	32…34	130…140
2	4	Постоянный прямой полярности	32…34	140…160
3	8		30…32	120…140
4	8		30…32	120…140

Однако и в том и в другом случае (схемы № 3 и 4) имели место непровары, наличие оксидных пленок в зоне сплавления и поры в наплавленном слое. При дальнейших исследованиях для устранения указанных макродефектов планируется включение в состав порошковой шихты раскисляющих компонентов.

При формировании наплавленного слоя методом расплавления порошка, полученного из чугунной стружки, дугой обмазанного электрода марки ОК-46 (режим № 4) получен слой с преимущественно эвтектоидной структурой твердостью HRC 32–37. Пористость наплавленного слоя составляет не более 3 %. В структуре зоны сплавления нет твердых хрупких составляющих. Защита и раскисление металла сварочной ванны при этом были обеспечены действием обмазки электрода.

Стойкость наплавленных слоев к абразивному воздействию оценивали при трении о жестко закрепленный абразив. На вал испытательной машины *1* крепили абразивный круг *2* диаметром 120 мм (см. рисунок). Испытуемый образец *3* помещен в оправку *4* и прижат к абразивному кругу через шариковую опору *5* с усилием 30 Н. Абразивный круг диаметром 250 мм, шириной 20 мм, зернистости 25, твердости СТ-2, помещенный в ванночку с водой *6*, вращается с частотой 200 об/мин.

В качестве образца сравнения использовали образец, изготовленный из стали Ст 3.



Износостойкость наплавленного материала при трении о жестко закрепленный абразив в зависимости от технологии наплавки

Несмотря на наличие макродефектов в некоторых образцах наплавленных слоев их износостойкость определяется полученной твердостью. Откалывания фрагментов покрытия при испытании не наблюдалось.

Выводы

Применением различных технологий наплавки удается изменять состав сварочной ванны при расплавлении слоя, уложенного на поверхности обрабатываемой детали чугунного порошка.

Использование чугунной стружки в качестве присадки при электродуговой обработке поверхности чугунных изделий обеспечило получение слоев с твердостью от HRC 32 – 37 до HRC 45 – 49.

Отсутствие в зоне сплавления хрупких структурных составляющих позволяет рекомендовать способ наплавки с присадкой из чугунной стружки для восстановления и упрочнения поверхностей чугунных деталей в ремонтном производстве и исправлении брака в литейных цехах.

Список литературы

1. *Асиновская Г.А., Журавицкий Ю.И.* Газовая сварка чугуна. – М.: Машиностроение, 1974. – 118 с.

2. *Вощанов К.П.* Ремонт оборудования сваркой. – М.: Машиностроение, 1967. – 192 с.

3. *Леонтьев Л.Б., Седых В.И.* Восстановление посадочных поверхностей втулок цилиндров судовых малооборотных дизелей //ЦБНТИ Минморфлота. Сер. «Судоремонт». – 1984.– Вып. № 6 (515). – С. 1–12.

4. *Мамедов А.Т., Алиев А.А., Гулиев А.А.* Опыт переработки стружковых отходов чугуна в порошок // Порошковая металлургия. – 1993. – № 2. – С. 93–98.

Hard surface of grey cast iron with addition of iron shavings

[1]A.O. Tokarev, [2]V.M. Potapov

[1]Novosibirsk State Academy of Water Transport, Shhetinkina st., 33,
Novosibirsk, 630099, Russian Federation
[2]Novosibirsk State Pedagogical University, Viljujskaja st., 28,
Novosibirsk, 630126, Russian Federation

Abstract

The urgent problems of increasing the share of parts made of gray cast iron is considered. To restore the size of the worn surfaces electric arc welding is applied. Different technological schemes of surfacing are developed. Powder obtained from iron shavings is used as the filler.

The layer with a hardness of HRC 32–37 is obtained by melting the powder layer using arc welding electrode grade OK-46. The porosity of the deposited layer is not high. The structure of the fusion zone has hard brittle components. This technology is recommended for the restoration and surface hardening of cast iron parts. One also can use the proposed technology to correct defects in the casting.

Keywords: restoration; hardening; grey cast iron details; electric arc welding; iron shavings filler materials.

References

1. Asinovskaja G.A., Zhuravickij Ju.I. *Gazovaja svarka chuguna* (Gas welding of cast iron). Moscow, Mashinostroenie, 1974. 118 p.

2. Voshhanov K.P. *Remont oborudovanija svarkoj* (Repair welding equipment). Moscow, Mashinostroenie, 1967. 192 p.

3. Leont'ev L.B., Sedyh V.I. *Central'noe bjuro nauchno-tehnicheskoj informacii Ministerstva morskogo flota, Serija Sudoremont*, 1984, no. 6 (515), pp. 1-12.

4. Mamedov A.T., Aliev A.A., Guliev A.A. *Poroshkovaja metallurgija*, 1993, no. 2. pp. 93-98.