



Here are described two methods of productions of bimetal castings steel-hard alloy. The essence of the 1st method is in surfacing of the inner surface of rotating steel form with self-fluxing Ni-Cr based powder. The essence of the 2nd method is teeming of melted cast iron into rotating heated steel form and following heat treatment of the billet to provide hardness of the surfaced layer not less than 63 HRC.

Е. И. МАРУКОВИЧ, ИТМ НАН Беларуси,
JONG-HOON LEE, KI-YOUNG CHOI, WEE-DO YOO,
Korea Institute of Machinery and Materials, South Korea,
Д. А. МЕШКОВ, В. Ю. СТЕЦЕНКО, ИТМ НАН Беларуси

УДК 621.793

ПОЛУЧЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК СТАЛЬ – ТВЕРДЫЙ СПЛАВ

Биметаллические отливки с твердым внутренним слоем находят широкое применение для изготовления гильз цилиндров. Основные требования, которые предъявлялись к заготовкам: плотный, беспористый наплавленный слой с твердостью, превышающей 63 HRC, высокая прочность сцепления наплавленного слоя и стальной основы.

В качестве способа, который позволяет получать заготовки с требуемыми характеристиками, были выбраны два метода: метод центробежной наплавки и центробежного литья. Наплавляемым материалом для первого метода служил самофлюсующийся порошок на никель-хромовой основе, содержащий карбиды тугоплавких металлов; для второго метода – высокохромистый чугун, обеспечивающий за счет образования карбидов хрома и термообработки требуемую твердость наплавленного слоя.

Для реализации поставленной цели были выбраны две схемы получения цилиндрических биметаллических отливок: центробежной наплавки с совмещенным плавлением шихты и подогревом стальной основы (рис. 1) и центробежной заливки с раздельным плавлением шихты и подогревом стальной основы (рис. 2).

Для проведения экспериментов была изготовлена универсальная установка, позволяющая реализовать разработанные схемы получения биметаллических втулок (рис. 3). Установка представляет собой смонтированные на общей станине индукционную плавильную печь 1, заливочный желоб 2, привод вращения заготовки 8, на котором находится устройство крепления заготовки 7. Индуктор 6 для подогрева стальной основы 3 крепится к корпусу вторичного транс-

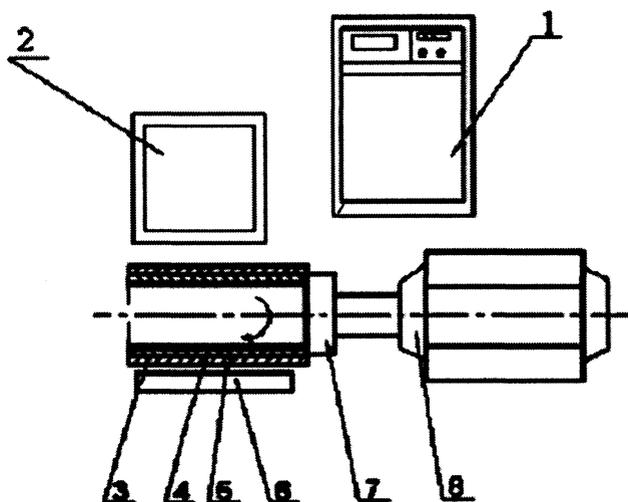


Рис. 1. Схема установки с совмещенным плавлением шихты и подогревом стальной основы: 1 – высокочастотный генератор; 2 – вторичный трансформатор; 3 – стальная заготовка; 4 – наплавленный слой; 5 – флюс; 6 – индуктор; 7 – устройство крепления заготовки; 8 – привод вращения заготовки

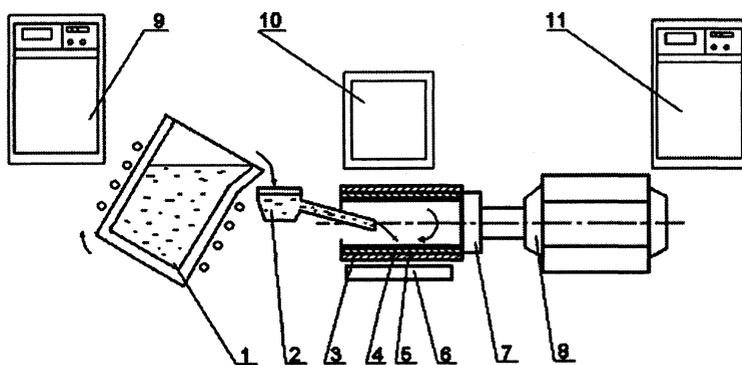


Рис. 2. Схема установки с раздельным плавлением шихты и подогревом стальной основы: 1 – индукционная печь; 2 – заливочный желоб; 3 – стальная заготовка; 4 – наплавленный слой; 5 – флюс; 6 – индуктор; 7 – устройство крепления заготовки; 8 – привод вращения заготовки; 9 – высокочастотный генератор №1; 10 – вторичный трансформатор; 11 – высокочастотный генератор №2

форматора 10, расположенного рядом с установкой. Для работы установки используются два высокочастотных генератора 9 и 11. Управление обеспечивается с помощью пульта управления. Температура контролируется пирометром.

В качестве наплавляемого материала при проведении экспериментов по первой схеме использовали порошковые смеси, состав которых приведен в табл. 1.

Работа установки по первой схеме осуществлялась следующим образом. Заготовка, представляющая собой стальную втулку 3, в которой находятся шихтовые материалы 4 и флюс 5 (криолит технический), устанавливалась в устройство крепления 7. С торцов трубы для предотвращения вытекания расплава вваривались две крышки, причем одна из них имеет отверстие диаметром 6 мм для выхода газов, образующихся в процессе нагрева. Заготовка нагревалась токами высокой частоты до температуры на 1120–1150 °С. При нагреве заготовка вращалась со скоростью

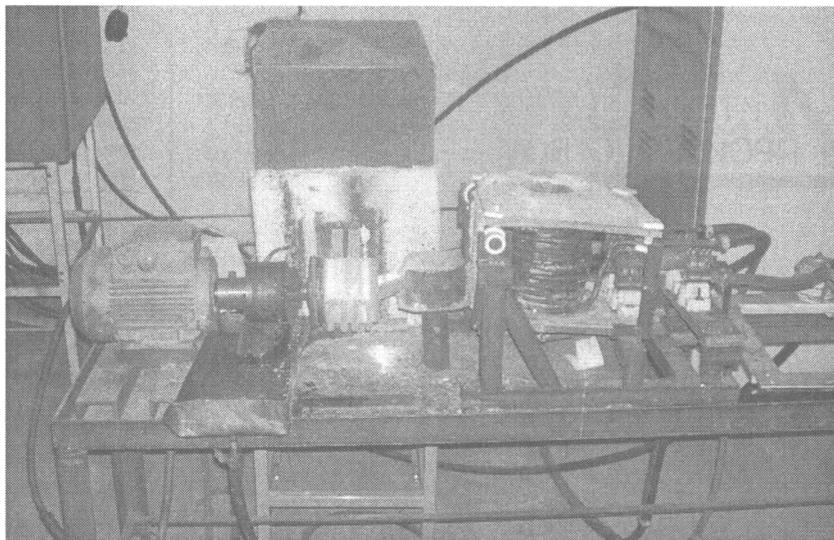


Рис. 3. Экспериментальная установка

100–150 об/мин. При достижении необходимой температуры скорость вращения увеличивалась до 1000 об/мин, нагрев прекращался и происходило охлаждение полученной биметаллической отливки до температуры 770–800 °С, после чего она останавливалась и снималась с установки для охлаждения до комнатной температуры.

Таблица 1

Номер состава	Содержание элементов, %								
	Fe	Ni	Cr	C	Si	B	W	Ti	Mn
1	10,5	основа	16,6	1	0,8	1,2	30	0,25	0,24
2	5	основа	17	1	4	3,5	–	–	–
3	5	основа	17	1	4	5,4	–	–	–
4	5	основа	17	1	4	7	–	–	–

В качестве наплавляемого материала при проведении экспериментов по второй схеме исполь-

зовали сплавы, составы которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер сплава	Содержание элементов, %						
	Fe	C	W	Si	Ni	Mn	Cr
5	основа	3,2	3,8	0,9	–	–	–
6		3,2	4,1		1,8	0,8	3,1
7		3,0	–		–	0,7	12,8
8		3,1	–		–	0,7	18,1

Работа установки по второй схеме осуществлялась следующим образом. Плавление шихты проводилось в индукционной печи 1. После расплавления расплав перегревался до температуры 1400–1420 °С. Одновременно с плавкой проводился подогрев стальной заготовки 3 токами высокой частоты до температуры 930–950 °С. При этом для обеспечения равномерности нагрева с помощью привода 8 обеспечивалось вращение заготовки со скоростью 100–150 об/мин. Защита внутренней поверхности заготовки от окисления

в процессе нагрева осуществлялась с помощью флюса 5 (криолит технический). После достижения требуемой температуры расплава и стальной основы скорость вращения основы увеличивается до 1000 об/мин, отключалась подача тока высокой частоты на индуктор печи 1 и индуктор 6. После этого в результате поворота индукционной печи 1 расплавленный металл поступал в желоб заливочного устройства 2 и далее во внутрь стальной заготовки 3, где под действием центробежных сил равномерно распределялся по ее

поверхности. При этом менее плотный флюс 5 вытеснялся на поверхность расплава. Полученная биметаллическая отливка охлаждалась при скорости вращения 1000 об/мин до температуры 880–900, после чего вращение прекращалось и отливка снималась с установки.

Сплавы №5 и 6 использовались для получения наплавленного слоя с требуемой твердостью в литом состоянии.

Термообработка отливок с наплавленным слоем из сплавов №7 и 8 осуществлялась по режимам, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Номер режима термообработки	Номер сплава	Режим термообработки
1	7	Нагрев до 1000 °С, выдержка при 1000 °С в течение 1 ч и последующая закалка в масле
2	7	Отжиг при 1000 °С в течение 4 ч, охлаждение с печью, нагрев до 1000 °С, выдержка при 1000 °С в течение 1 ч и последующая закалка в масле
3	8	Отжиг при 1000 °С в течение 1 ч (после завершения процесса заливки отливка при температуре 1000 °С помещается в печь для отжига), охлаждение с печью
4	8	Отжиг при 1000 °С в течение 1 ч, охлаждение с печью, нагрев до 1000 °С, выдержка при 1000 °С в течение 1 ч и последующая закалка в масле

В результате проведенных экспериментов были получены биметаллические отливки.

1. Сталь – никель-хромовый сплав с толщиной наплавленного слоя 4 мм. Твердость наплавленного слоя для состава №1 – 46–48 HRC; №2 – 50–52; №3 – 54–56 HRC. Дальнейшее увеличение содержания бора (состав №4) не позволяет получить качественную структуру наплавленного слоя, имеют место повышенная хрупкость и склонность к растрескиванию.

2. Сталь – высокохромистый чугун с толщиной наплавленного слоя 10 мм. Твердость наплавленного слоя в литом состоянии для составов №5 и 6 – 55–57 HRC. Имеет место повышенная хрупкость образцов. Наличие остаточных напряже-

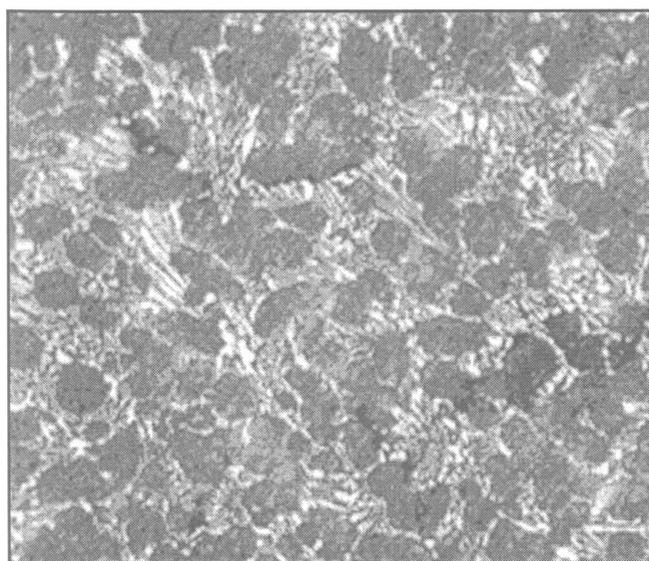
ний приводит к образованию трещин и сколов. Твердость наплавленного слоя в литом состоянии для составов №7 и 8 – 43–45 HRC.

При термообработке по режиму №1 структура наплавленного слоя мартенсит и пластинчатые карбиды, твердость 62 HRC (рис. 4, а).

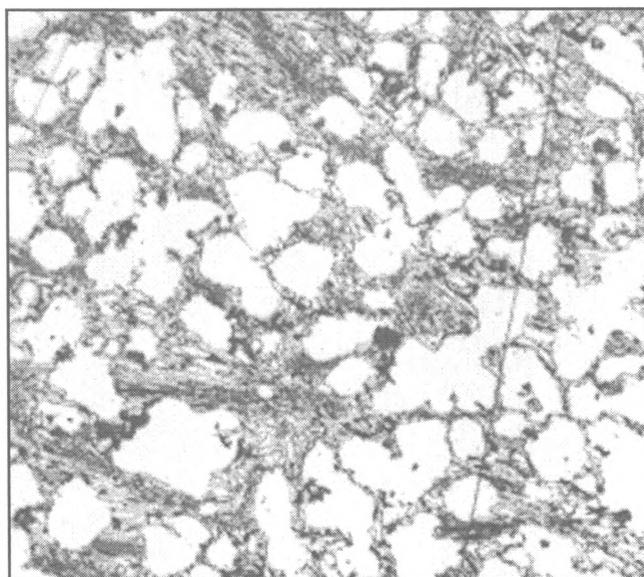
При термообработке по режиму №2 структура наплавленного слоя мартенсит и коагулированные комплексные округлые карбиды, твердость 63,4 HRC (рис. 4, б).

При термообработке по режиму №3 структура наплавленного слоя мартенсит и карбиды, твердость 45 HRC (рис. 5, а).

При термообработке по режиму №4 структура наплавленного слоя игольчатая и карбиды, твердость 64 HRC (рис. 5, б).

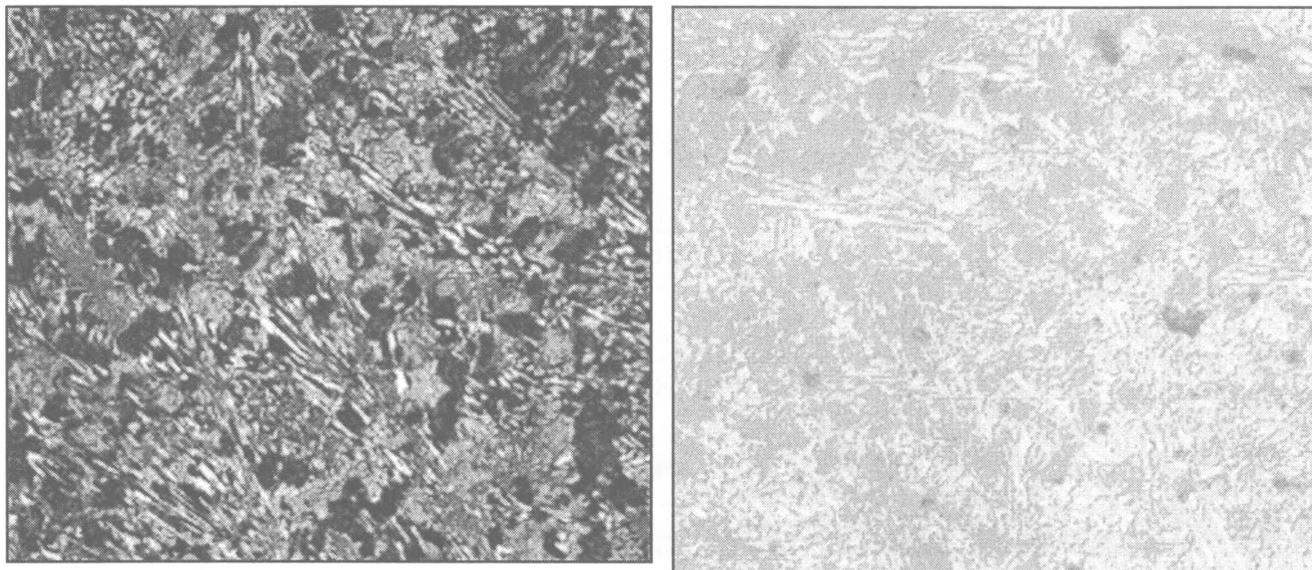


а



б

Рис. 4. Микроструктура наплавленного слоя (состав №7): а – режим термообработки №1; б – режим термообработки №2. x200



a

б

Рис. 5. Микроструктура наплавленного слоя (состав №7): *a* – режим термообработки №3; *б* – режим термообработки №4. x200

Таким образом, установлено, что:

- получение биметаллических втулок сталь – никель-хромовый сплав по технологической схеме с совмещенным плавлением шихты и нагревом основы при легировании сплава бором позволяет получать гарантированную твердость покрытия до 54 HRC;

- получение биметаллических втулок сталь – высокохромистый чугун возможно по технологической схеме с отдельным плавлением шихты и подогревом стальной основы;

- наплавленный слой высокохромистого чугуна с содержанием хрома до 18% позволяет достичь твердости 64 HRC после проведения термообработки.