



УДК 621.791.92.03

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ ЛИСТОВЫХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. П. ЖУДРА, канд. техн. наук, А. П. ВОРОНЧУК, инж. (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины),
С. И. ВЕЛИКИЙ, инж. (ОКТБ Ин-та электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Приведены сведения о разработанной, изготовленной и внедренной установке АД 380.03М, предназначенной для наплавки листов из низкоуглеродистой стали толщиной от 5 до 30 мм габаритами 1500×3000 мм. Толщина наплавленного слоя составляет 3...17 мм. Описаны характеристики оборудования, краткая суть технологического процесса, применяемые при наплавке материалы и области применения упрочненных листов.

Ключевые слова: лист, установка, система управления, наплавка, порошковая лента, технология, применение

К рабочим поверхностям деталей машин, работающим в условиях интенсивного абразивного изнашивания, предъявляются высокие требования по износостойкости. Известный способ повышения долговечности деталей путем увеличения их толщины приводит к утяжелению конструкций, снижению их грузоподъемности, пропускной способности и т. д. Кроме того, частые замены таких узлов приводят к снижению производительности технологического оборудования. Поэтому все более широкое распространение приобретают процессы упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей наплавкой.

Для плоских деталей (бункера, течки, стенки ковшей, кузова самосвалов, сита, лотки загрузочных устройств доменных печей и др.), работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, экономически и технически более целесообразной является защита быстроизнашивающихся поверхностей путем их футеровки износостойкими листами.

Разработанная в ИЭС им. Е. О. Патона технология наплавки листов основывается на применении в качестве электродного материала самозащитных порошковых лент сечением 16,5×4,0 и 10,0×3,0 мм, которые позволяют проводить наплавку без глубокого проплавления основного металла и исключают трудоемкий процесс удаления шлаковой корки [1].

Процесс наплавки листов порошковыми лентами основан на непрерывном возвратно-поступательном перемещении электрода и толчковом перемещении на шаг наплавляемой детали.

Наплавленный слой износостойкого металла имеет трещины, которые не переходят в основной металл и оказывают незначительное влияние на эксплуатационные характеристики. Разработанная технология обеспечивает высокую произво-

дительность — до 25 кг наплавленного металла в час.

Наплавленный лист после полного остывания имеет незначительную деформацию — максимальная стрела прогиба на длине 2500 мм не превышает 30...40 мм.

Впервые данная технология внедрена на Новолипецком металлургическом комбинате. При этом использовали установку УД-249, спроектированную ОКТБ ИЭС им. Е. О. Патона [2], которая позволяла получать наплавленные листы размером 2100×1100 мм.

В последние годы в Украине и других странах СНГ идет интенсивная замена традиционных засыпных аппаратов доменных печей на бесконусные загрузочные устройства. Основным элементом таких агрегатов, наиболее подверженных износу, являются лотки. Их интенсивное изнашивание обусловлено тем, что через них проходит очень большое количество шихтовых материалов. Как правило, срок службы таких устройств не превышает одного года.

Для изготовления футеровочных элементов лотков нами предложено использовать износостойкие наплавленные листы. Путем их резки и гибки можно получать готовые износостойкие элементы для лотков загрузочных устройств и других быстроизнашиваемых элементов этих агрегатов.

Для реализации данных предложений на существующем оборудовании были наплавлены листы типоразмера 15 + 10 мм. Наплавку выполняли порошковой лентой ПЛАН-Т-179 сечением 16,5×4,0 мм. Затем в условиях металлургического предприятия, основываясь на наших технологических рекомендациях, провели гибку этих листов на диаметр 900 мм. Таким образом получены готовые износостойкие детали лотка загрузочного устройства доменной печи.

Интерес, проявленный к данной технологии рядом металлургических предприятий, стал ос-



новным стимулом к разработке нового поколения оборудования для наплавки износостойких биметаллических листов.

В процессе проектирования установки АД 380.03М (рис. 1) учтены как опыт работы существующего оборудования, так и многочисленные пожелания заказчика. Так, увеличены размеры наплавляемой заготовки, добавлены функции наплавки и сварки под флюсом и в среде защитных газов, а также с колебательными движениями электрода. Самым важным явилась разработка новой современной системы управления установкой.

Таким образом, разработана и изготовлена специализированная установка для упрочнения методом электродуговой наплавки открытой дугой стальных листов толщиной от 5 до 30 мм, длиной 3 м и шириной 1,5 м. Она состоит из тележки с двумя наплавочными головками, перемещающейся по направляющей. Установка оснащена двумя рабочими столами для крепления стальных листов, что обеспечивает непрерывность процесса наплавки. Тележка может перемещаться с рабочей и маршевой скоростью.

Основные технические характеристики установки АД 380.03М (норма) следующие:

номинальный сварочный ток при ПВ = 100%, А ... 1200
размеры электродной ленты, мм 16,5...4,0;
10...3,0

диапазон регулирования скорости подачи
порошковой ленты, м/ч 4...120

диапазон регулирования скорости подачи
проволоки, м/ч 20...600

скорость продольного перемещения
аппарата, м/ч 0,01...106

скорость поперечного перемещения
аппарата, м/ч 4...106

скорость вертикального перемещения
аппарата, м/ч 10...100

точность позиционирования рабочего
органа, мм ±1

габаритные размеры установки, мм,
не более 11100×3498×3468

масса установки, кг, не более 15000

Управление установкой осуществляется системой управления СУ-320, что обеспечивает высокую точность перемещения рабочих органов и автоматическое регулирование технологических параметров процесса наплавки. Эта система управления (СУ) предназначена для управления технологическим процессом наплавки листов. Она построена на базе комплектующих изделий производства «OMRON» (Япония) и состоит из следующих основных частей:

программируемого контроллера (ПК) типа «CQM1N» с программным обеспечением (ПО ПК) для управления процессом наплавки;



Рис. 1. Общий вид установки АД 380.03М

инверторных частотных электроприводов типа Varispeed F7 и Varispeed V7 для двигателей установки АД-380;

панели оператора (терминал) типа NT-11S для ввода технологических параметров;

пускозащитной аппаратуры, измерительных приборов и органов управления.

Электрооборудование СУ размещено в шкафу управления, расположенном рядом с установкой. Органы управления находятся на пульте, расположенном на двери шкафа.

СУ обеспечивает функционирование оборудования в трех режимах: наладка–лента–проволока (выбор режима с помощью переключателя на пульте). Режим «Наладка» предназначен для проверки работы всех механизмов установки и выполнения установочных перемещений перед наплавкой. Режимы «Лента» и «Проволока» предназначены для автоматического управления технологическим процессом сварки и наплавки по заданной программе. В зависимости от применяемого материала для наплавки (лента или проволока) СУ обрабатывает заданные технологические режимы. Во всех режимах работы обеспечивается индикация параметров на цифровых приборах и панели оператора, а также возможность для оператора регулировки параметров в процессе наплавки или сварки.

Для контроля работы оборудования на панель оператора выводятся технологические и аварийные сообщения типа: «нет тока, стоп процесса», «отказ привода подачи», «параметр не в пределах» и др.

Установка комплектуется двумя источниками питания с жесткой внешней характеристикой типа ВДУ-1250.

В качестве электродного материала могут использоваться самозащитные порошковые ленты различных составов, обеспечивающие высокую твердость наплавленного металла и высокую из-



Таблица 1. Толщины наплавленных листов, мм

Толщина листа	Толщина основного металла	Толщина наплавленного слоя
5 + 3	5	3
6 + 4	6	4
8 + 5	8	5
8 + 8	8	8
8 + 10	8	10
10 + 5	10	5
10 + 8	10	8
10 + 10	10	10
12 + 5	12	5
12 + 10	12	10
12 + 12	12	12
12 + 17	12	17
15 + 5	15	5
15 + 10	15	10
20 + 12	20	12

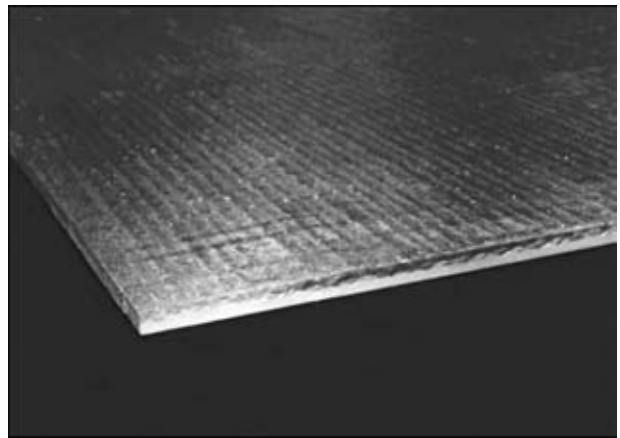


Рис. 2. Внешний вид наплавленного листа

Таблица 2. Химический состав наплавленного металла, выполненного порошковыми лентами, и его твердость

Марка порошковой ленты	Химический состав наплавленного металла, мас. %							Твердость HRC
	C	Cr	Mn	Nb	Mo	V	W	
ПЛАН-Т-180	4,5	30,0	—	—	1,0	—	—	58...62
ПЛАН-Т-181	4,5	30,0	3,0	—	—	—	—	58...60
ПЛАН-Т-179	5,0	22,0	—	7,0	6,0	1,0	2,0	58...62

носостойкость при нормальных и повышенных температурах.

Для наплавки листов толщиной 5...7 мм применяется порошковая лента сечением 10,0×3,0 мм, 8...20 мм — сечением 16,5×4,0 мм. Наплавку можно проводить в один, два и три прохода.

Получаемые биметаллические листы путем раскроя, резки и гибки можно легко трансформировать в широкую гамму деталей для упрочнения различных узлов и агрегатов, продлевая их работоспособность в несколько раз.

Данная установка была изготовлена на Опытном заводе сварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона и отправлена заказчику (ремонтно-механический комплекс Магнитогорского металлургического комбината, РФ). Установка введена в эксплуатацию в феврале 2009 г.

Разработанная технология наплавки и оборудование позволяют получать листы большой гаммы типоразмеров (табл. 1). Следует отметить, что размеры, указанные в этой таблице, приведены без учета глубины проплавления основного металла. Глубина проплавления при наплавке листов толщиной 5...8 мм составляет 1,5...2,0 мм, свыше 8 мм — 2...3 мм.

Для наплавки листов применяют порошковые ленты, обеспечивающие химический состав наплавленного металла и его твердость, в соответствии с данными табл. 2.

По требованию потребителей могут использоваться и другие материалы.

Внешний вид наплавленного листа представлен на рис. 2.

Разработанная технология, оборудование и материалы позволяют получать широкую гамму износостойких футеровочных элементов, которые могут с успехом применяться при изготовлении и ремонте оборудования в различных отраслях промышленности. Такие изделия конкурентоспособны и на мировом рынке, подтверждением чему могут служить поставки такой продукции в США, Германию, Грецию, Россию, Польшу и другие страны.

1. *Наплавка быстроизнашивающихся деталей самозащитными порошковыми лентами* / Б. В. Данильченко, В. П. Шимановский, А. П. Ворончук, И. П. Копылец // Автомат. сварка. — 1989. — № 5. — С. 38–41.
2. *Терпило В. Н., Шимановский В. П.* Технология наплавки порошковыми лентами листов малой толщины // II конф. молодых ученых и специалистов. — Киев, 1988. — С. 48–49.

The data are presented on the developed, made and applied unit AD 380.03M, which is intended for hard-facing of low-carbon steel plates with thickness of 5 to 30 mm and dimensions of 1500x3000 mm. Thickness of the deposited layer can be varied from 3 to 17 mm. Characteristics of the unit, main point of the process, hard-facing consumables, and fields of application of strengthened plates are described.

Поступила в редакцию 10.04.2009