

УДК 621.791.92.042

ПОРОШКОВЫЕ ЛЕНТЫ ДЛЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ

А. П. ВОРОНЧУК

ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Рассмотрены преимущества применения порошковых лент в качестве электродного материала для износостойкой наплавки. Дан перечень серийно выпускаемых порошковых лент, их типоразмеры и вид поставки. Приведены примеры технологических приемов использования лент для наплавки конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, лотков бесконусных загрузочных устройств, бил углеразмольных мельниц, ножей горячей резки металла, получения износостойких биметаллических листов. Показаны виды нового специализированного оборудования для наплавки порошковыми лентами — аппарат А1812М для наплавки конусов и чаш засыпных аппаратов доменных печей, установка АД 380.03 для наплавки листов, установка УД298М для наплавки ножей горячей резки металла. Все оборудование комплектуется системами управления, выполненными на базе микроконтроллеров. Перечислены предприятия, на которых внедрены новые разработки. Библиогр. 8, табл. 1, рис. 6.

Ключевые слова: порошковая лента, составы, наплавка, оборудование, технология, производительность наплавки, применение

Упрочнение наплавкой — эффективный способ увеличения износостойкости и работоспособности деталей машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания. Большую номенклатуру деталей наплавляют в процессе изготовления, а также используют восстановительную наплавку.

Для упрочнения различных деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и газоабразивного изнашивания, широкое распространение получили сплавы типа высокохромистых чугунов с высокой степенью легирования — до 40 % и выше. Для этих целей ведущие европейские фирмы, такие как «Castolin» (Швейцария), «Buller», «Durum» (Германия), «Welding Alloys» (Великобритания) и другие предлагают порошковые проволоки, которые изготавливают методом прокатки на специализированных станах. Производство порошковых проволок с коэффициентом заполнения свыше 40 % методом волочения, который широко распространен в Украине и странах СНГ, весьма затруднительно. Поэтому решить эту проблему было гораздо проще за счет разработки аналогичных составов порошковых лент. Этот наплавочный материал легко позволяет получать коэффициенты заполнения до 60...70 %, а технология его производства исключает процесс волочения.

В настоящее время порошковая лента — хорошо известный наплавочный материал, который широко применяется для изготовления и упрочнения большой номенклатуры деталей в металлургической, энергетической, горнодобывающей, дорожно-строительной и других областях промышленности. В отличие от порошковой прово-

локи основным преимуществом порошковых лент является высокая производительность наплавки.

В настоящее время годовой объем производства порошковых лент в странах СНГ составляет около 600 т и имеет устойчивую тенденцию роста.

Наиболее широкое промышленное распространение получила порошковая лента, конструкция которой представлена на рис. 1 [1, 2]. Существующее оборудование позволяет изготавливать два типоразмера материала сечением 16,5×4,0 и 10,0×3,0 мм. Поставка порошковой ленты осуществляется в бухтах с рядной укладкой массой 80...160 кг. Внутренний диаметр бухты 400...460 мм, наружный — до 850 мм и ширина 115...130 мм. Надежная герметичность замка порошковой ленты, поставка ее в бухтах большой массы обеспечивают непрерывную высокопроизводительную наплавку, что особенно важно при упрочнении крупногабаритных деталей с большими рабочими поверхностями.

Наплавка порошковыми лентами производится как открытой дугой, так и под флюсом. Процесс наплавки порошковой лентой под флюсом практически не отличается от дуговой сварки под флюсом другими электродными материалами.

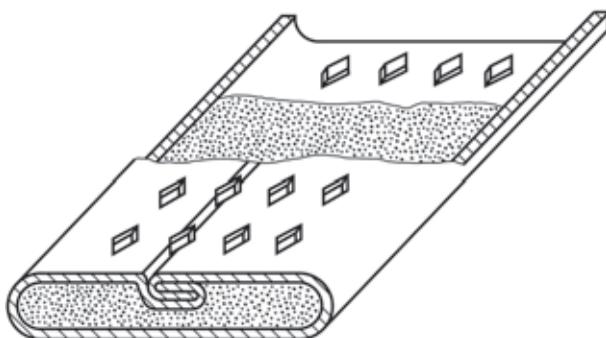


Рис. 1. Конструкция однозамковой порошковой ленты с плотным замком

Порошковые ленты для наплавки

Марка порошковой ленты	Химический состав наплавленного металла, мас. %											Твер- дость HRC	Назначение
	C	Cr	Mn	Si	Ni	Nb	Mo	V	W	B	Ti		
ПЛ-АН-101	3,0	25,0	2,0	3,0	2,0	-	-	-	-	-	-	50...56	Наплавка деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания (ножи бульдозеров и грейферов, зубья ковшей экскаваторов, валки коксовых дробилок, плужные диски, защитные поверхности конусов, чаш и др.)
ПЛ-АН-171	1,2	25,0	2,2	1,0	-	-	-	-	-	3,5	-	54...59	
ПЛ-АН-180	4,5	30,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	58...62	
ПЛ-АН-181	4,5	30,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	58...60	
ПЛ-АН-111	5,0	38,0	1,0	2,5	38,0	-	-	-	-	0,3	-	50...58	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и газоабразивного видов изнашивания при нормальных и повышенных температурах (конуса и чаши засыпных аппаратов доменных печей, тежки, бункера и т. п.)
ПЛ-АН-179	5,0	22,0	-	-	-	7,0	6,0	1,0	2,0	-	-	58...62	
ПЛ-АН-185	5,0	22,0	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	56...60	
ПЛ-АН-186	4,5	30,0	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	57...62	
ПЛ-АН-132-1	0,1	4,0	1,5	1,0	-	-	2,0	-	2,5	-	-	18...28	Наплавка деталей, работающих в условиях контактных нагрузок при повышенной температуре (ролики рольганов, валки и др.)
ПЛ-АН-132-2	0,15	4,0	1,5	1,0	-	-	2,0	-	2,5	-	-	28...34	
ПЛ-АН-132-3	0,2	4,0	1,5	1,0	-	-	2,0	-	2,5	-	-	35...45	
ПЛ-АН-187	0,2	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	0,8	18...26	Наплавка деталей, работающих в условиях больших контактных нагрузок (крановые колеса, направляющие и др.)
ПЛ-АН-115	0,1	-	1,5	0,8	-	-	-	-	-	-	0,5	18...26	Наплавка стальных крупногабаритных деталей с целью восстановления их геометрических размеров (конуса и чаши засыпных аппаратов доменных печей, тележки агломаши и др.)
ПЛ-АН-189	0,35	3,0	0,8	0,6	-	-	-	0,3	9,0	-	-	44...50	Наплавка валков горячей прокатки металла
ПЛ-АН-190	0,4	3,0	0,8	0,6	-	-	-	0,3	9,0	-	-	44...50	
ПЛ-АН-191	0,25	5,0	0,7	1,0	-	-	1,2	0,4	-	-	-	46...52	
ПЛ-АН-183	0,4	2,0	1,6	1,6	5,5	0,6	1,8	0,5	-	-	-	47...54	Наплавка ножей для горячей резки металла
ПЛ-АН-150	0,12	16,0	2,0	5,0	9,0	-	-	-	-	-	-	27...34	Наплавка под флюсом деталей арматуры, работающих при температуре среды до 545 °С
ПЛ-АН-151	0,12	16,0	4,0	5,0	8,0	1,0	6,0	-	-	-	-	38...50	

В зависимости от типоразмера упрочняемой детали выбирают типоразмер порошковой ленты, режимы наплавки и ее схему. При этом наплавка может выполняться в один, два и больше слоев; одиночными валиками и широкослойная, с размахом колебаний от 50 до 400 мм. Токи наплавки при этом могут варьироваться от 300 до 1200 А, напряжение на дуге от 25 до 38 В, скорость перемещения электрода от 5 до 100 м/ч. Для увеличения производительности применяется двухдуговая и многодуговая наплавка, что обеспечивается специально разработанным оборудованием. За один проход одной дугой можно наплавить износостойкий слой толщиной от 2 до 8 мм, а производительность наплавки достигает 25...30 кг наплавленного металла в час.

Расход порошковой ленты в расчете на 1 кг наплавленного металла составляет 1,1...1,2 кг при наличии в порошке-наполнителе легкоиспаряющихся компонентов и 1,2...1,35 кг — минеральных компонентов [2].

Для наплавки порошковыми лентами используется серийно выпускаемая сварочная аппарату-

ра, дополнительно комплектуемая специальными мундштуками и подающими роликами, обеспечивающими надежную подачу электродного материала. Чаще всего используют аппарат АД 231.

В таблице приведены марки порошковых лент, которые освоены и серийно выпускаются промышленностью.

Наиболее полно преимущества порошковой ленты реализуются при наплавке серийных деталей. В этом случае для упрочнения используют оригинальные технологические процессы с применением специализированного оборудования.

Традиционным примером использования порошковой ленты для упрочнения деталей металлургического производства является наплавка засыпных аппаратов доменных печей. Для этих целей разработаны уникальные установки У-50, У-75 и У-125 [2-4]. Начиная с 2002 г. установки комплектуются новым модернизированным наплавочным аппаратом А1812М (рис. 2) и системой управления типа СУ 320 [5]. Аппарат обеспечивает наплавку двумя последовательно или параллельно расположенными дугами, а также



Рис. 2. Аппарат А1812М

поперечные колебания электрода с амплитудой от 50 до 500 мм. Конструкцией установок предусмотрены также ведение наплавки по кольцу и сварка крупногабаритных деталей открытой дугой и под флюсом порошковыми или цельнотянутыми проволоками. Система управления установок выполнена на базе микроконтроллера, а установки оснащены асинхронными двигателями переменного тока с частотными преобразователями.

Механизированная наплавка конусов и чаш самозащитной порошковой лентой в 4 раза производительнее процесса наплавки порошковой проволокой.

Новые аппараты и системы управления успешно внедрены на ОАО «Миттал Стал Кривой Рог», ОАО «Азовмаш» (г. Мариуполь) и ОАО «ЗСМК» (г. Новокузнецк, РФ).

Одним из примеров комплексного решения задач упрочнения является наплавка листов толщиной от 5 до 20 мм [6,7]. Для этих целей применяется специализированная наплавочная установка АД 380.03 [8]. Она состоит из тележки с двумя наплавочными головками, перемещающейся по направляющей, и двух столов для крепления стального листа размером 3000×1500 мм. Тележка может перемещаться с рабочей и маршевой скоро-

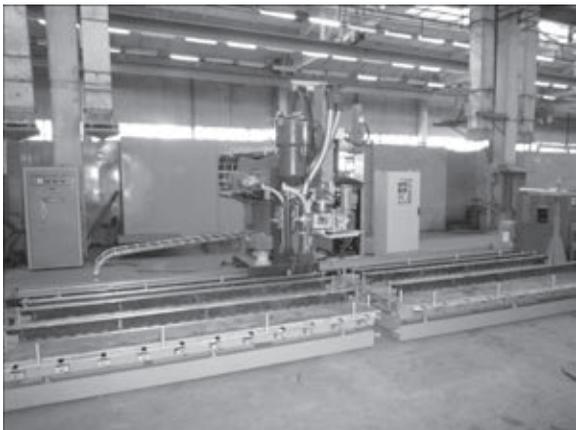


Рис. 3. Общий вид установки АД 380.03

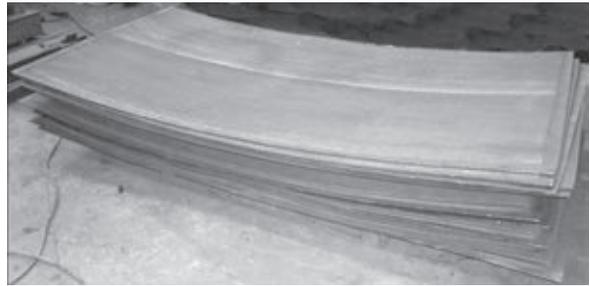


Рис. 4. Биметаллические листы после наплавки

стью. Установка комплектуется двумя источниками питания с жесткой внешней характеристикой.

В качестве электродного материала используется самозащитная порошковая лента, обеспечивающая наплавленный металл следующего химического состава, мас. %: 4,5 С; 30,0 Cr; 1,0 Мо. Твердость наплавленного слоя *HRC* 60.

Для наплавки листов толщиной от 5 до 7 мм применяется порошковая лента сечением 10,0×3,0 мм, а листов толщиной от 8 мм и выше — сечением 16,5×4,0 мм.

Управление установкой осуществляется электрической схемой, выполненной на базе микроконтроллера, позволяющей производить наплавку листов по двум программам.

Установка позволяет производить наплавку в автоматическом режиме по разработанной программе на двух столах поочередно с производительностью 1 лист размером 3000×1500 мм в рабочую смену при двухдуговой наплавке.

Установка для наплавки листа и упрочненный лист показаны на рис. 3 и 4.

Другим примером широкого использования порошковой ленты для износостойкой наплавки служит процесс упрочнения молотков углеразмольных мельниц [2, 3]. Наплавку молотков производят на специализированных установках У-877 (рис. 5), состоящих из наплавочного аппарата,



Рис. 5. Установка У-877



Рис. 6. Установка УД 298М

вращающегося стола и смонтированных на нем пяти водоохлаждаемых кокилей, в которые устанавливаются подлежащие наплавке молотки. Наплавка молотков производится в автоматическом режиме с колебаниями электрода на всю ширину наплавляемой детали. На одной установке можно наплавлять 100...120 молотков в смену.

Наплавка производится на литые заготовки из низкоуглеродистой стали порошковой лентой ПЛ-АН-101, позволяющей получать наплавленный слой следующего химического состава, мас. %: 3,0 С; 25,0 Cr; 3,0 Si; 2,0 Ni; 2,0 Mn. На один молоток наплавляется 1,6...1,8 кг износостойкого сплава. Применение этой технологии и электродного материала в виде порошковой ленты позволили в два раза повысить срок службы упрочненных деталей по сравнению с ранее применявшимися цельнолитыми молотками из стали Гатфильда.

Положительные результаты получены также и при упрочнении деталей бесконусных грузочных устройств доменных печей с использованием порошковой ленты. Нами разработан технологический процесс наплавки быстроизнашиваемых деталей лотка и других элементов конструкции грузочного устройства фирмы «Пауль-Вюрт» (Люксембург).

Разработаны технология и установка УД298М (рис. 6) для наплавки ножей горячей резки металла порошковой лентой открытой дугой, которые позволяют производить упрочнение рабочих кромок ножей в автоматическом режиме [2]. При этом резко повышается производительность процесса наплавки. В качестве наплавочного материала разработана порошковая лента ПЛ-АН 183, применение которой в 1,5...2,0 раза увеличивает стойкость упрочненных деталей по сравнению с наплавленными порошковой проволокой ПП-Нп 35В9ХЗСФ. При этом производительность процесса наплавки увеличилась в 2...3 раза.

Широкое распространение порошковые ленты получили также при упрочнении большой номенклатуры деталей горнодобывающей техники. С использованием этого электродного материала производится упрочнение ножей бульдозеров, футеровок конусных дробилок, лопаток мелющих вентиляторов и многих других деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и других видов изнашивания.

1. А. с. 1152159 СССР МПК В 23 К 35/40. Порошковый ленточный электрод / Б. В. Данильченко, В. П. Шимановский, И. П. Копылец и др. Оpubл. 22.12.1984.
2. Жудра А. П., Ворончук А. П. Наплавочные порошковые ленты // Автомат. сварка. – 2012. – № 6. – С. 39–44
3. Шимановский В. П., Ворончук А. П., Звездин С. М. Материалы и оборудование для наплавки конусов и чаш доменных печей. // Оборудование и материалы для наплавки: Сб. науч. тр. – Киев: ИЭС им. Е. О. Патона, 1990. – С. 71–73.
4. Наплавка быстроизнашиваемых деталей самозащитными порошковыми лентами / Б. В. Данильченко, В. П. Шимановский, А. П. Ворончук, И. П. Копылец // Автомат. сварка. – 1989. – № 5. – С. 38–41.
5. Новое оборудование для наплавки конусов и чаш засыпных аппаратов / А. П. Жудра, А. П. Ворончук, А. А. Фомакин, С. И. Великий // Там же. – 2009. – № 9. – С. 57–59.
6. Жудра А. П., Ворончук А. П. Износостойкая наплавка порошковыми лентами // Сварщик. – 2010. – № 6. – С. 6–10.
7. Технология, оборудование и материалы для производства листовых футеровочных элементов / А. П. Жудра, А. П. Ворончук, В. О. Кочура, А. В. Петров // Свароч. пр-во. – 2012. – № 11. – С. 40–43.
8. Жудра А. П., Ворончук А. П., Великий С. И. Оборудование и материалы для наплавки листовых футеровочных элементов // Автомат. сварка. – 2009. – № 6. – С. 53–55.

Поступила в редакцию 02.04.2014