

РОЗДІЛ «ЗВАРЮВАННЯ»

УДК 676.163.022

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор
МАРТОВИЦКИЙ Л.М.*, к.т.н., доцент
КРИЦКИЙ М.В., магистр
САВОНОВ Ю.Н.*, к.т.н., доцент

Днепродзержинский государственный технический университет

*Запорожский национальный технический университет

СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МАЛОГО КОНУСА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Введение. Одной из дорогостоящих деталей, определяющих надежность и межремонтный срок службы доменных печей, является малый конус распределителя шихты.

Многие доменные печи из-за выхода из строя в результате изнашивания распределителя шихты необходимо преждевременно останавливать на ремонт. Поэтому задача повышения износостойкости распределителя шихты и узлов загрузочного устройства считается одной из важнейших [1].

Постановка задачи. Значение надежной работы распределителей шихты особенно возросло в последние годы в связи с увеличением в 5-10 раз избыточного давления газа под колошником, вызванного необходимостью интенсификации процесса плавки и увеличением производительности доменной печи.

По мере повышения давления газа под колошником возрастают предъявляемые к распределителю шихты требования по обеспечению герметичности рабочего пространства печи. Одновременно резко ухудшаются условия работы элементов распределителей шихты, и снижается их стойкость.

Одной из дорогостоящих деталей, определяющих надежность и межремонтный срок службы доменных печей, является малый конус распределителя шихты.

Необходимо отметить, что абсолютное большинство доменных печей работают при повышенном давлении газа на колошнике. Повышение давления газа на каждые 9,8 кПа позволяет увеличить производительность доменной печи на 1-1,5%. Однако, при этом в результате повышения давления газов на колошнике и скорости движения абразивных частиц повышается и интенсивность изнашивания конуса запыленным колошниковым газом, истекающим через неплотности контактной поверхности. В связи с этим разработка эффективных технологических процессов упрочнения рабочих поверхностей конусов является актуальной задачей.

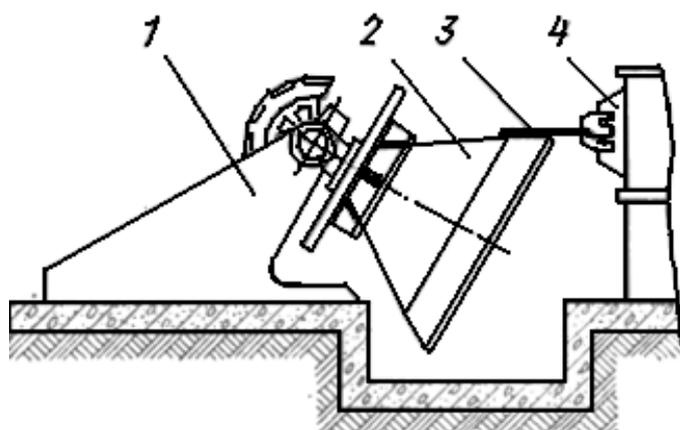
Замена малого конуса с остановкой печи на 2-3 суток вызывает потери 5000-10000 т чугуна и затраты от 60 до 100 тыс. грн. (в зависимости от объема печи). Поэтому становится важным не только сохранение геометрических размеров малых конусов, но и разработка новой технологии их изготовления и упрочнения.

Целью работы является разработать технологический процесс упрочнения поверхности малого конуса доменной печи и показать, что печная наплавка является самым оптимальным методом для упрочнения конуса доменной печи.

Результаты работы. Рассмотрим наиболее популярные методы повышения износостойкости. К ним относятся:

- индукционная наплавка;
- электрошлаковая наплавка.

Индукционная наплавка малого конуса. Технология индукционной наплавки малых конусов показана на рис.1. Для наплавки применена высокочастотная установка типа ЛЗ-206, позволяющая осуществлять нагрев детали токами с частотой 60-70 кГц. В ка-



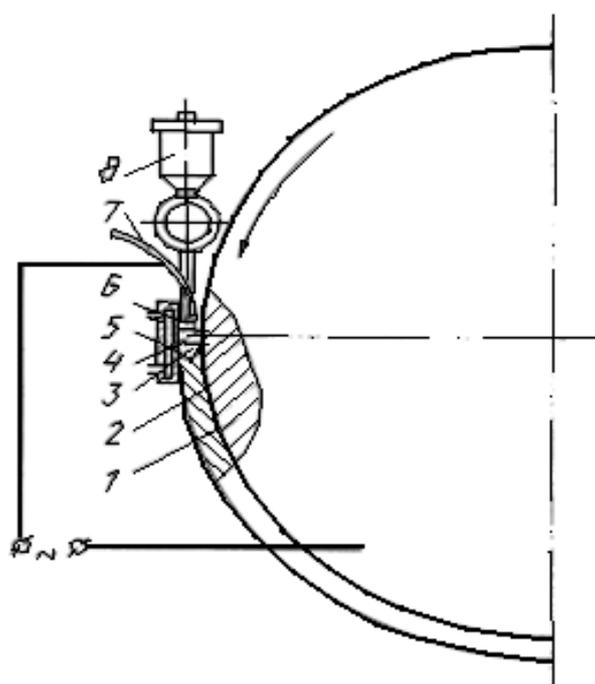
- 1 – манипулятор; 2 – конус;
3 – индуктор; 4 – установка ТВЧ

Рисунок 1 – Схема индукционной наплавки малого конуса

лучение надежного паяного соединения элементов композиционного сплава, а также последнего с основным металлом.

Индукционную наплавку невозможно применять для восстановления деталей с неравномерным износом. Также она обладает высокой энергоемкостью процесса [2, 3].

Электрошлаковая наплавка малого конуса. Разработана технология электрошлаковой наплавки малых конусов композиционными сплавами.



- 1 – наплавляемый конус; 2 – наплавленный слой;
3 – металлическая ванна; 4 – шлаковая ванна;
5 – кристаллизатор; 6 – проволочный электрод;
7 – направляющий канал; 8 – дозатор

Рисунок 2 – Электрошлаковая наплавка малого конуса

честве наплавочного материала применяют композицию, состоящую по объему из зерен релита (45%), гранулированного порошка ПГ ХН80СР4 (50%) и флюса (5%). В состав флюса входят борная кислота (50%), техническая бура (25%), силикокальций (25%) [1].

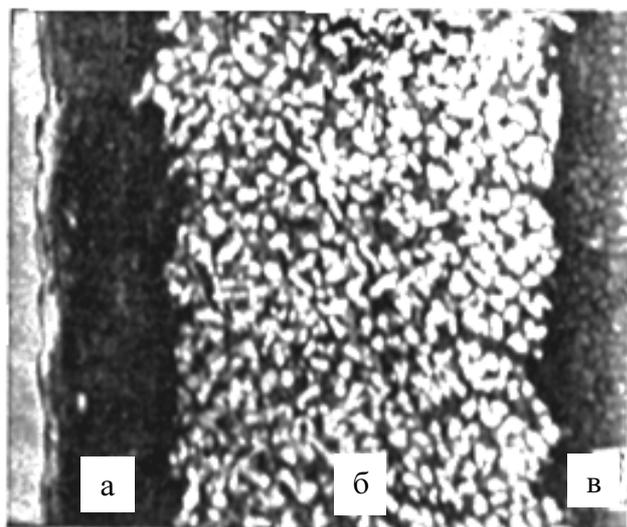
К флюсу приведенного состава добавляют сварочный флюс АН-348А (50%) для повышения жидкотекучести и улучшения отделения шлаковой корки. Обладая хорошими смачивающими свойствами, сплав ПГ ХН80СР4 растворяет окисные пленки на поверхности наплавляемой детали и на зернах релита, обеспечивая по-

лучение надежного паяного соединения элементов композиционного сплава, а также последнего с основным металлом. Наплавку проводят в водоохлаждаемом кристаллизаторе, размещенном на уровне диаметрального сечения конуса горизонтальной плоскостью, ось вращения которого горизонтальна.

В качестве электродов для получения сплава-связки применяют порошковую проволоку состава, обеспечивающего ее высокую износостойкость и температуру плавления 1400-1500°С. Наплавку ведут на переменном токе. Упрочняющей фазой композиционного сплава является релит. Для предотвращения растворения зерен релита в сплаве-связке установлена предельная тепловая мощность шлаковой ванны – 18 кДж/с на 1 г подаваемого в 1 с. порошка.

Технология наплавки (рис.2) предусматривает с задан-

ной скоростью в шлаковую ванну электродных порошковых проволок, которые, плавясь, создают сплав-связку, образующий матрицу композиционного сплава. В процессе наплавки в кристаллизатор дозированно подают порошок релита, который поверхностно очищается в шлаковой ванне, нагревается и, не оплавляясь, оседает на дно металлической ванны, после кристаллизации которой образуется износостойкий композиционный сплав. При определенных режимах электрошлаковой наплавки получают трехзонное строение наплавленного металла.



а – наружный слой; б – зерна релита;
в – зона сплавления с основным металлом

Рисунок 3 – Трехзонное строение наплавленного слоя при электрошлаковой наплавке малого конуса

шенная стойкость против образования трещин, обусловленная отсутствием релита в наружном слое и зоне сплавления; сокращение расхода релита благодаря его расположению только в рабочем слое; снижение трудоемкости механической обработки наружного слоя до вскрытия рабочего.

Наплавку конуса проводят за один его полный оборот. Режим наплавки [5]:

Сила тока, А	2000
Напряжение, В	42
Глубина шлаковой ванны, мм	60
Скорость подачи проволоки, м/ч	95
Количество проволок, шт.	4
Диаметр проволоки, мм	4
Время наплавки, ч	3,5
Скорость наплавки, м/ч	2
Производительность наплавки, кг/ч	80
Подача релита, г/мин	160
Толщина наплавленного слоя, мм	20
Ширина наплавленного слоя, мм	180

Замыкание наплавленного слоя осуществляют постановкой дополнительного кристаллизатора. Ширину и толщину наплавленного слоя задают конструкцией основного кристаллизатора. Для наплавки используют смесь флюсов АН-8 и АН-348 в соотношении 3:1 [1].

Зерна релита в матрице сосредоточены в средней части слоя, а зона сплавления с основным металлом и наружный его слой, обрабатываемый металлорежущим инструментом, свободны от этих частиц (рис.3). Трехзонное строение наплавленного слоя в ванне образуется за счет скольжения по ее стенкам зерен релита, имеющим в сечении форму параболы и сосредоточивающимся в донной части ванны. С увеличением крутизны боковых стенок металлической ванны плотность упаковки зерен релита в среднем слое повышается, толщина его уменьшается.

Такая структура наплавленного металла наплавленного металла обеспечивает определенные технологические преимущества, наиболее важные из которых: повы-

Для износостойкой наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками, таких как шихтораспределители доменных печей, применяется твердый сплав карбид вольфрама (WC) (релит), который отличается высокой износостойкостью в условиях истирания абразивными материалами.

Химический состав литых карбидов вольфрама приведен в табл.1 [4, 5].

Таблица 1 – Химический состав литых карбидов вольфрама

Наименование сплава	Химический состав %			
	Вольфрам	Углерод связанный	Углерод свободный	Железо
Литой карбид вольфрама	95,8-96,4	3,6-4,0	≤0,05	≤0,15

Эксплуатационные свойства композиционных сплавов во многом определяются свойствами сплавов-связок, особенно в условиях эксплуатации деталей доменных печей, т.е. при значительных термических нагрузках. Сплав-связка MnMц60-20-20, который применяется в композиционных сплавах, относится к дисперсионно-твердеющим сплавам. Причем, интервал температур дисперсионного твердения этого сплава составляет 400-500°С, что соответствует диапазону температур эксплуатации деталей доменных печей. Поэтому недостаточная пластичность и термостойкость сплава-связки MnMц60-20-20 в тяжелых условиях эксплуатации приводит к трещинообразованию, а иногда и к отколам наплавленного композиционного сплава.

Вместе с тем сплавы-связки системы Cu-Ni-Mn имеют высокие технологические свойства при наплавке способом пропитки. В связи с этим были проведены исследования интервала кристаллизации сплавов на медной основе с различным содержанием никеля и марганца, термостойкости и смачиваемости. Интервал кристаллизации сплавов-связок исследовали методом дифференциального термического анализа на установке ПРТ-1000М в атмосфере аргона.

Результаты исследований интервала кристаллизации сплавов-связок приведены в табл.2 [4, 5].

Таблица 2 – Интервал кристаллизации исследуемых сплавов-связок

Сплав №	Химический состав, %			Интервал кристаллизации, °С
	Cu	Ni	Mn	
Медь М1	100.00	–	–	1083
1	89.54	5.35	5.11	1025-1083
2	79.42	13.50	7.08	1035-1102
3	60.20	20.0	19.80	1000-1090
4	44.57	26.50	28.93	980-1070

Выводы.

1. К числу материалов, удовлетворяющих этим требованиям, относятся композиционные материалы. Испытания показали, что газоабразивное изнашивание композиционных сплавов аналогично абразивному, т.о. теневой эффект обеспечивает высокую длительность газоабразивной стойкости композиционных сплавов, практически не зависящую от твердости испытанных сплавов-связок.

Для получения наплавки необходимо, чтобы при температуре плавления расплавленный сплав-связка MnMц60-20-20 смачивал релит и основной металл.

2. Исследования показали, что прочность сцепления наплавленного слоя с заготовкой повышается в 2 раза и достигает величины 250-280 МПа при нарезке на наплавленной поверхности специальных канавок в виде лабиринтов или концентрических окружностей.

3. В технологической части проекта были выбраны оптимальные режимы наплавки малых конусов и разработана рациональная технология наплавки композиционными сплавами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник / Сорокин В.Г. – М.: Интермет ИНЖЕНИРИНГ, 2001. – 608с.
2. Наплавка и комбинированные методы обработки засыпных аппаратов доменных печей / под ред. И.А.Толстова, Л.И.Зверева. – М.: Металлургия, 1987. – 152с.
3. Шехтер С.Я. Восстановление оборудования механизированной наплавкой / Шехтер С.Я. – М.: Металлургия, 1965. – 135с.
4. Биковський О.Г. Довідник зварника / Биковський О.Г., Пінковський І.В. – К.: Техніка, 2002. – 336с.
5. Разиков М.И. Восстановление изношенных деталей методом наплавки / Разиков М.И., Толстов И.А. – М.: ГОСИНТИ, 1965. – 37с.

Поступила в редколлегию 04.03.2015.

УДК 671.791.927

КАМЕЛЬ Г.И., д.т.н., профессор
ВОЛКОВ Г.П.*, к.т.н., доцент
МАКАРЕНКО П.П., зав. лабораторией
БЕЙЧУК Е.Р., студент

Днепродзержинский государственный технический университет

*Запорожский национальный технический университет

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ НАПЛАВКА ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Введение. Валок входит в систему прокатного стана и предназначен для деформирования материала. По существующей технологии валки на предприятии получали механической обработкой проката круглого сечения диаметром 80 мм из углеродистой стали У7 или 45ХН2МФЛ. При таком способе изготовления 40% металла уходит в стружку, производство одного валка занимало значительное время, валок не имел высокой износостойкости. Все это существенно увеличивает себестоимость проката.

Постановка задачи. Согласно литературным данным, при производстве валков горячей прокатки широко используются традиционные наплавочные материалы (ПП-АН147, ПП-3Х2В8, 30ХГСА), обладающие твердостью после наплавки 40-42 НРС. Для увеличения срока службы валка были применены стали с лучшими характеристиками, такие как сталь ДИ22, ДИ23, Р6М5 (с твердостью 60-63 НРС).

В настоящее время большое внимание исследователей и производителей привлекают быстрорежущие стали. Наиболее активно эти новые материалы рекламируют компании «Nippon Steel» (Япония), «Gontermann-Peipers» (Германия). Известны работы института им. Патона по изготовлению валков горячей прокатки из быстрорежущих сталей.

Однако большие габариты прокатных валков не позволяют производить термическую обработку в соляных ваннах и тем самым сформировать комплекс свойств, характерных для стали Р6М5.