

## МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАПЛАВКИ НОЖЕЙ ГОРЯЧЕЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

А.П. ЖУДРА<sup>1</sup>, А.П. ВОРОНЧУК<sup>1</sup>, А.А. ФОМАКИН<sup>1</sup>, С.И. ВЕЛИКИЙ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

<sup>2</sup> ОКТЬ ИЭС им. Е.О. Патона. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Проведен анализ условий эксплуатации ножей горячей резки металла и определены основные виды изнашивания их рабочих кромок. Для автоматической наплавки ножей горячей резки блюминга разработана самозащитная порошковая лента ПЛ-Нп-40Х2Н6Г2С2М2ФБ (ПЛ-АН183) и специализированная установка УД-298М. Автоматизация процесса осуществляется за счет использования системы управления СУ-360, которая построена на базе современных комплектующих изделий. Использование новой порошковой ленты и специализированной наплавочной установки позволило увеличить производительность наплавки в 2...3 раза. При этом стойкость наплавленных ножей возросла в 1,5...2 раза. Данная разработка успешно внедрена на ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог». Библиогр. 5, рис. 2.

*Ключевые слова:* наплавка, технология наплавки, порошковая лента, ножи горячей резки, наплавленный металл, наплавочная установка, износостойкость

Ножи горячей резки металла на ножницах блюмингов являются важным элементом в технологии производства заготовительного проката. От их стойкости в значительной степени зависит производительность работы стана в целом. Ранее, а на некоторых предприятиях и до настоящего времени, ножи горячей резки металла изготавливали из стали 6ХВ2С, что экономически невыгодно из-за большого расхода дорогостоящего металла.

Позднее широкое применение нашла технология изготовления ножей из стали 45, рабочие кромки которых наплавляют порошковой проволокой ПП-Нп-35В9Х3СФ под слоем флюса [1]. Хорошие результаты также были получены при наплавке электродуговым и электрошлаковым способом спеченными электродными лентами ЛС-25Х5ФМС и ЛС-20Х5ФМС [2].

Наплавка проводится в три слоя с предварительным подогревом заготовки до 670...720 К, как правило, на серийно выпускаемом оборудовании. После наплавки нож помещается в термостат для замедленного охлаждения. Перед шлифовкой рабочих поверхностей наплавленный нож подвергается высокому отпуску при температуре 900...930 К.

Эта технология вполне работоспособна, однако имеет ряд недостатков: низкая производительность наплавки, отсутствие специализированного оборудования и недостаточная стойкость наплавленных ножей.

Все это вызвало необходимость проведения работ по созданию новых наплавочных материалов, технологии наплавки и оборудования.

Разработка наплавочных материалов базировалась на анализе условий работы ножей и кинетике

износа их рабочих кромок в процессе эксплуатации. Ножи горячей резки металла эксплуатируются в условиях трения металла по металлу при больших удельных контактных нагрузках с резкими колебаниями температуры. В частности, в момент реза рабочие кромки ножа контактируют с металлом, нагретым до температуры 1400...1500 К, а охлаждающей средой служит вода. Время реза составляет 5...9 с, а общий рабочий цикл колеблется в пределах 45...90 с.

Процесс изнашивания рабочих кромок ножа можно разделить на три стадии. Износ начинается с разрушения небольших объемов металла у вершины режущей кромки, когда ее форма нарушается вследствие срезания и вырыва микрообъемов, нагретых до высоких температур. Ведущим фактором в этом случае выступает пластическое и диффузионное взаимодействие с разрезаемым металлом.

Вторая стадия изнашивания характеризуется тепловым и силовым воздействием на режущую кромку и, как следствие, ее скруглением. Ведущим фактором в этом случае является смятие со сдвигом макрослоев поверхности режущей кромки, которое в значительной степени способствует образованию в ней термических трещин. Этот период может быть классифицирован как механическое изнашивание при пластическом деформировании.

На третьей стадии при достижении радиуса закругления режущей кромки более 6 мм изнашивание рабочей поверхности происходит за счет разрушения окисленного поверхностного слоя, дальнейшей его коррозии и растрескивания, а так-

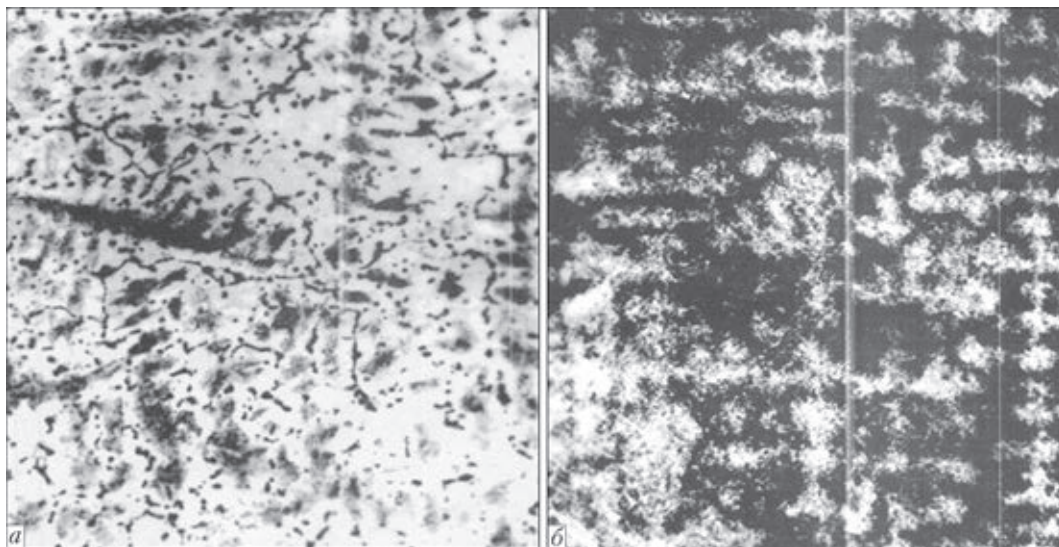


Рис. 1. Микроструктура ( $\times 320$ ) наплавленного слоя 40X2H6Г2С2М2ФБ до (а) и после термической обработки (б)

же схватывания контактирующих поверхностей в микролокальных объемах при значительно изменившейся схеме теплового и силового воздействия. Определяющим в этот период, по всей вероятности, является коррозионно-механическое изнашивание.

Таким образом, наплавленный металл должен иметь хорошую теплостойкость и стойкость против термических ударов, способность сохранять при нагреве структуру и твердость, необходимые для обеспечения работоспособности рабочей кромки. Известно, что таким комплексом свойств характеризуются теплостойкие инструментальные стали [3].

При разработке нового электродного материала для наплавки ножей горячей резки в условиях опытно-промышленной эксплуатации было испытано несколько типов наплавленного металла: 20X4B2M2, 30X4B2M2Г2БФСТ, 40X2H6Г2С2М2ФБ и 40X2H6K6M2Г2СФ. На основании полученных эксплуатационных и экономических пока-

зателей выбор был сделан в пользу наплавленного металла 40X2H6Г2С2М2ФБ. Для получения наплавленного металла этого типа разработали самозащитную порошковую ленту, получившую в дальнейшем наименование ПЛ-АН183 [4, 5].

Структура металла, наплавленного этой порошковой лентой (рис. 1, а), представляет собой мелкоигльчатый мартенсит, остаточный аустенит со значительным количеством избыточных фаз в виде карбидов и интерметаллидов, в основном, сориентированных по границам зерен ( $H_{\mu} — 550...610$ ). После термической обработки (отжиг-закалка-отпуск) наплавленный металл приобретает структуру, приведенную на рис. 1, б. Твердость наплавленного металла после термообработки составляет  $HRC 47...54$ .

Существенное преимущество предложенной технологии наплавки порошковой лентой открытой дугой — высокая производительность процесса наплавки за счет увеличения режимов наплавки и снижение количества наплавленного металла на один нож. При наплавке одного из типоразмеров ножей расход порошковой проволоки составляет 25 кг на один нож, а при наплавке самозащитной порошковой лентой ПЛ-АН183 этот же показатель не превышал 15 кг. Это было достигнуто за счет более благоприятного формирования наплавленного слоя, что позволило резко снизить припуски на последующую механическую обработку. Повышению производительности также способствует снижение затрат рабочего времени на вспомогательные операции, так как полностью исключены работы, связанные с удалением шлаковой корки, сбором и просевом флюса. Все это в целом позволило сократить время наплавки одного ножа в 2...3 раза.

Наиболее полно технологические преимущества порошковой ленты реализуются при использовании специализированного оборудования

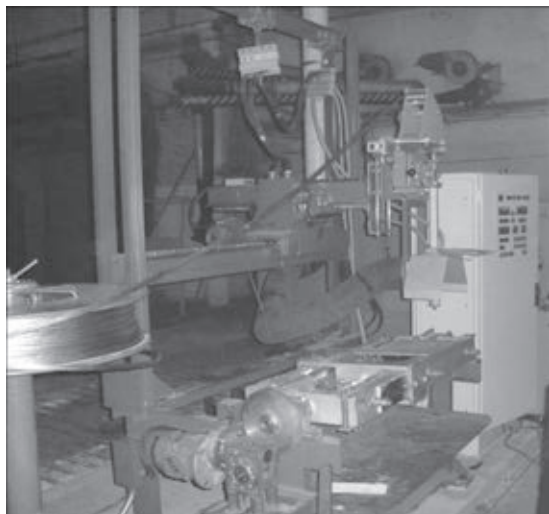


Рис. 2. Установка УД-298М для наплавки ножей горячей резки

## Международная конференция «Наплавка»

— наплавочной установки УД 298М (рис. 2) [4]. Автоматизация процесса осуществляется за счет использования системы управления СУ-360.

Система управления процессом наплавки построена на базе современных комплектующих изделий и состоит из следующих основных частей:

программируемый контроллер (ПК) OMRON типа CQM1H с программным обеспечением (ПО ПК) для управления процессом наплавки;

частотные электроприводы OMRON-YASKAWA для асинхронных двигателей (перемещение аппарата и подача электрода).

### Технические характеристики установки УД-298М:

Номинальное напряжение питающей сети (частотой 50 Гц), В.....	380
Наибольший сварочный ток, А, не более .....	1000
Напряжение дуги, В.....	26...38
Скорость подачи электродной ленты, м/ч, не более .....	40
Скорость горизонтального перемещения наплавочной головки вдоль шва (регулировка плавная), м/ч.....	10...30
Скорость поперечного перемещения наплавочной головки, м/ч .....	2...100
Максимальное горизонтальное перемещение наплавочной головки, мм, не более.....	1125
Максимальное поперечное перемещение наплавочной головки, мм, не более.....	550
Максимальное вертикальное перемещение наплавочной головки, мм, не более.....	300
Высота центра наплавки от уровня пола, мм .....	800±20
Потребляемая электрическая мощность, кВт.А, не более .....	40
Размеры наплавляемых ножей, мм:	
– длина .....	600...850
– ширина .....	200...270
– толщина.....	80...100
Масса восстанавливаемого ножа, кг, не более .....	150

Габаритные размеры установки, мм:

– длина .....	5200±50
– ширина .....	2300±50
– высота.....	2740±50

Масса, кг, не более:

– станка наплавочного .....	740
– шкафа управления.....	120

Таким образом, разработанная технология наплавки ножей горячей резки металла порошковой лентой открытой дугой в сочетании с новым оборудованием позволяет производить упрочнение рабочих кромок ножей в автоматическом режиме. При этом резко повышается производительность процесса наплавки. Так, время наплавки ножа среднего типоразмера длиной 700 мм составляет около 2 ч, включая вспомогательные операции. При этом наплавляются четыре рабочих кромки в три слоя каждая. Применение порошковой ленты ПЛ-АН183 увеличивает в 1,5...2,0 раза стойкость упрочненных деталей по сравнению с ножами, наплавленными порошковой проволокой ПП-Нп-35В9Х3СФ. Данная разработка успешно внедрена на ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог».

1. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. – М.: Машиностроение, 1974. – 719 с.
2. Маликин В.Л., Опарин Л.И. Эксплуатационные свойства металла типа 5Х4В2М2ФС и 25Х5ФМС, наплавленного электродуговым и электрошлаковым способом спеченными электродными лентами // Новые процессы наплавки, свойства наплавленного металла и переходной зоны. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона, 1984. – С. 48–53.
3. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. –М.: Металлургия, 1983. – 527 с.
4. Жудра А.П., Ворончук А.П. Износостойкая наплавка порошковыми лентами // Сварщик. – 2010. – № 6. – С. 6–9.
5. Жудра А.П., Ворончук А.П. Наплавочные порошковые ленты (Обзор) // Автомат. сварка. – 2012. – № 1. – С. 39–44.

Поступила в редакцию 20.03.2015

## ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПАТОН»

www.patonpublishinghouse.com

В открытом доступе труды международных конференций

### «Лазерные технологии в сварке и обработке материалов»,

проведенные в 2003, 2005, 2007, 2009, 2011 и 2013 гг.:

<http://patonpublishinghouse.com/rus/proceedings/ltwmp>

Сборники можно заказать в редакции журнала «Автоматическая сварка».

